

**Martin Dieterich, Sebastian Heintschel,
Milena Hausberg, Jens Mück, Tobias Bauer,
Jochen Berger, Heike Dorsch, Arno Zürcher,
Kristin Nerlich, Klaus Mastel, Ulrich Riedl,
Isabel Fiebig und Mathias Lohr**

Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht



Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht

**Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben
(FKZ-Nr. 3511 82 150)**

**Martin Dieterich
Sebastian Heintschel
Milena Hausberg
Jens Mück
Tobias Bauer
Jochen Berger
Heike Dorsch
Arno Zürcher
Kristin Nerlich
Klaus Mastel
Ulrich Riedl
Isabel Fiebig
Mathias Lohr**

Titelbild: Übersichtsaufnahmen der im Projekt untersuchten Energiekulturen (© G. Briemle)

Adressen der Autorinnen und der Autoren:

Prof. Dr. Martin Dieterich Universität Hohenheim
Sebastian Heintschel Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie
Milena Hausberg August-von-Hartmann Str. 3, 70599 Stuttgart
Jens Mück E-Mail: martin.dieterich@uni-hohenheim.de
Tobias Bauer

Jochen Berger
Heike Dorsch

Arno Zürcher Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Kristin Nerlich Abt. 1 Pflanzenbau und produktionsbezogener Umweltschutz
Klaus Mastel Kutschenweg 20, 76287 Rheinstetten-Forchheim
E-Mail: klaus.mastel@ltz.bwl.de
poststelle-fo@ltz.bwl.de

Prof. Dr. Ulrich Riedl Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Isabel Fiebig FB Landschaftsarchitektur und Umweltplanung
Mathias Lohr FG Landschaftsökologie und Naturschutz
An der Wilhelmshöhe 44, 37671 Höxter
E-Mail: ulrich.riedl@hs-owl.de

Fachbetreuung im BfN:

Katrin Ammermann FG II 4.3 „Naturschutz und Erneuerbare Energien“
Claudia Hildebrandt
Christoph Strauß

Finanzierung:

Das Vorhaben wurde vom BfN mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert (FKZ-Nr. 3511 82 150).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).
BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des institutionellen Herausgebers unzulässig und strafbar.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-178-8

Bonn - Bad Godesberg 2016

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ZUSAMMENFASSUNG	1
2.	EINLEITUNG	4
3.	UNTERSUCHUNGSRÄUME, STANDORTE UND KULTUREN	8
3.1.	UNTERSUCHUNGSRÄUME.....	8
3.2.	STANDORTE (UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN).....	10
3.3.	BESCHREIBUNG DER KULTUREN	17
3.3.1.	<i>Mais (Zea mays) - Nutzungsziel Biogas</i>	18
3.3.2.	<i>Mehrfährige Blühmischung - Nutzungsziel Biogas</i>	19
3.3.3.	<i>Wintergetreide-Ganzpflanzensilage mit überjährigem Weidelgras-Nachbau (Lolium spec.) - Nutzungsziel Biogas</i>	21
3.3.4.	<i>Raps (Brassica napus) - Nutzungsziel Biodiesel</i>	23
3.3.5.	<i>Zuckerrübe (Beta vulgaris) - Nutzungsziel Bioethanol</i>	24
3.3.6.	<i>Miscanthus (Miscanthus giganteus) - Nutzungsziel Festbrennstoff</i>	25
4.	METHODEN	29
4.1.	PRODUKTIONSTECHNISCHE UND BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ERFASSUNGEN.....	30
4.1.1.	<i>Produktionstechnische Erfassungen</i>	30
4.1.2.	<i>Betriebswirtschaftliche Erfassungen und sozio-ökonomische Bewertung</i>	30
4.2.	ERFASSUNGEN VON FLORA UND FAUNA	35
4.2.1.	<i>Untersuchungsansatz</i>	35
4.2.2.	<i>Erfassungsmethoden</i>	40
4.2.2.1.	<i>Ackerbegleitflora (Segetalflora)</i>	42
4.2.2.2.	<i>Blattkäfer (Chrysomelidae)</i>	44
4.2.2.3.	<i>Bienen (Apoidea)</i>	45
4.2.2.4.	<i>Spinnen (Araneidae)</i>	46
4.2.2.5.	<i>Laufkäfer (Carabidae)</i>	47
4.2.2.6.	<i>Regenwürmer (Lumbricidae)</i>	50
4.2.2.7.	<i>Vögel (Aves)</i>	52
4.2.2.8.	<i>Sammelbeprobung mit Fensterfallen</i>	54
4.2.3.	<i>Auswertung</i>	57
4.3.	NATURSCHUTZFACHLICHE BEWERTUNG	59
4.3.1.	<i>Einleitung</i>	59
4.3.2.	<i>Artbasierte Bewertung</i>	61
4.3.3.	<i>Bewertung auf der Basis von Artengemeinschaften (Indikatorgruppen)</i>	64
4.4.	LANDSCHAFTSANALYSE	66
4.4.1.	<i>Einleitung</i>	66
4.4.1.1.	<i>Landschaftsvergleich</i>	67
4.4.1.2.	<i>Umfeldanalyse</i>	69
4.4.2.	<i>Methoden</i>	70
4.4.2.1.	<i>Festlegung des Untersuchungsraums (Landschaftsanalyse)</i>	70

4.4.2.2.	Landschaftsanalyse.....	72
4.4.2.3.	Umfeldanalyse.....	75
4.5.	TREIBHAUSGAS (THG)-BILANZIERUNG.....	77
5.	ERGEBNISSE.....	81
5.1.	PRODUKTIONSTECHNISCHE UND BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ERFASSUNGEN.....	81
5.1.1.	<i>Produktionstechnische Erfassungen.....</i>	<i>81</i>
5.1.2.	<i>Betriebswirtschaftliche Erfassungen.....</i>	<i>87</i>
5.1.2.1.	Ergebnisse	87
5.1.2.2.	Diskussion	93
5.2.	ERFASSUNGEN VON FLORA UND FAUNA	96
5.2.1.	<i>Vegetation</i>	<i>96</i>
5.2.1.1.	Ergebnisse	96
5.2.1.2.	Diskussion	107
5.2.2.	<i>Blattkäfer (Herbivore).....</i>	<i>111</i>
5.2.2.1.	Ergebnisse	111
5.2.2.2.	Diskussion	118
5.2.3.	<i>Bienen (Apoidea).....</i>	<i>125</i>
5.2.3.1.	Ergebnisse	125
5.2.3.2.	Diskussion	131
5.2.4.	<i>Spinnen (Prädatoren in der Vegetation).....</i>	<i>134</i>
5.2.4.1.	Ergebnisse	134
5.2.4.2.	Diskussion	143
5.2.5.	<i>Laufkäfer (Epigäische Prädatoren).....</i>	<i>147</i>
5.2.5.1.	Ergebnisse	147
5.2.5.2.	Diskussion	158
5.2.6.	<i>Detritivore (Regenwürmer).....</i>	<i>163</i>
5.2.6.1.	Ergebnisse	163
5.2.6.2.	Diskussion	167
5.2.7.	<i>Vögel.....</i>	<i>170</i>
5.2.7.1.	Ergebnisse	170
5.2.7.2.	Diskussion	179
5.2.8.	<i>Feldhase und Reh.....</i>	<i>182</i>
5.2.8.1.	Ergebnisse	182
5.2.8.2.	Diskussion	190
5.2.9.	<i>Sammelbeprobung Fensterfallen.....</i>	<i>196</i>
5.2.9.1.	Ergebnisse Fensterfallen.....	196
5.2.9.2.	Diskussion	196
5.2.10.	<i>Gesamtanalyse (alle Artengruppen).....</i>	<i>200</i>
5.2.10.1.	Ergebnisse	200
5.2.10.2.	Diskussion	204
5.2.11.	<i>Zusammenfassende Diskussion - Erhebungen zu Fauna und Flora</i>	<i>206</i>
5.3.	NATURSCHUTZFACHLICHE BEWERTUNG AM BEISPIEL DER LAUFKÄFER.....	209
5.3.1.	<i>Artbasierte Bewertung der Laufkäfer.....</i>	<i>209</i>

5.3.1.1.	Skalierung.....	209
5.3.1.2.	Ergebnis der artbasierten Bewertung der Laufkäfer	215
5.3.1.3.	Diskussion der artbasierten Bewertung der Laufkäfer	219
5.3.2.	<i>Artengemeinschafts basierte Bewertung (Laufkäferzönose)</i>	221
5.3.2.1.	Skalierung.....	222
5.3.2.2.	Ergebnisse	225
5.3.2.3.	Diskussion	228
5.3.3.	<i>Diskussion der naturschutzfachlichen Bewertung</i>	229
5.4.	LANDSCHAFTSEBENE	231
5.4.1.	<i>Landschaftsvergleich</i>	231
5.4.2.	<i>Umfeldanalyse</i>	233
5.4.2.1.	Vergleich der Untersuchungsräume	233
5.4.2.2.	Vergleich der Kulturen	244
5.5.	TREIBHAUSGAS (THG)-BILANZIERUNG.....	256
5.6.	SYNTHESE UND RANKING DER KULTUREN	262
5.6.1.	<i>Einleitung</i>	262
5.6.2.	<i>Vergleichbarkeit der Untersuchungsräume</i>	263
5.6.3.	<i>Vergleichbarkeit der Untersuchungsflächen innerhalb der Untersuchungsräume</i>	264
5.6.4.	<i>Naturschutzfachliche Effekte der verschiedenen Kulturen</i>	265
5.6.5.	<i>Landschaftseffekte</i>	269
5.6.6.	<i>Sonstige Umweltwirkungen</i>	271
5.6.7.	<i>Ökonomische Betrachtungen</i>	272
5.6.8.	<i>Forschungsbedarf</i>	273
6.	EMPFEHLUNGEN	275
6.1.	ENERGIEPFLANZEN ZUR BIOGASGEWINNUNG: WEITERER AUSBAU UND FLÄCHENBINDUNG DER BIOGASPRODUKTION.....	276
6.2.	MAßNAHMEN ZUR ERHÖHUNG DER ARTENVIELFALT UND REDUKTION NEGATIVER UMWELTWIRKUNGEN BEI BESTANDSANLAGEN.....	279
6.3.	MAßNAHMEN ZUR ERHÖHUNG DER ARTENVIELFALT UND REDUKTION NEGATIVER UMWELTWIRKUNGEN BEI ANLAGENNEUBAU UND ANLAGENERWEITERUNG	281
6.4.	ERGÄNZENDE VORSCHLÄGE ZUR VERBESSERUNG DER ARTENVIELFALT UND REDUZIERUNG NEGATIVER UMWELTBEEINTRÄCHTIGUNGEN IN AGRARLANDSCHAFTEN BASIEREND AUF DEN PROJEKT-ERGEBNISSEN:.....	282
7.	LITERATUR	285
ANHANG		299

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2.1: Deutschlandkarte mit den beiden Untersuchungsräumen.	9
Abbildung 2.2: Lage der Untersuchungsflächen im UR Nord - links: GPS für 2012 und 2013, Raps und Zuckerrübe nur 2012, rechts: Lage von Raps und Zuckerrübe im Jahr 2013.	11
Abbildung 2.3: Lage der Untersuchungsflächen im UR Nord - a) Mais, b) Blümmischung, c) Miscanthus	12
Abbildung 2.4: Energiekulturen in Hahnennest (Gemeinde Ostrach).....	14
Abbildung 2.5: Energiekulturen (Miscanthus) in Billafingen (Gemeinde Owingen)	15
Abbildung 3.1: Lage der Probestreifen (unmaßstäblich)	38
Abbildung 3.2: Beprobung der Laufkäfer, links - Bodenfalle mit Petrischalen-Dach, rechts - nicht fängige Bodenfalle.	49
Abbildung 3.3: Lage der Bodenfallen in den Probestreifen (Beispiel)	49
Abbildung 3.4: Beprobung Regenwürmer, links - Probestelle mit Senflösung nach Aushub des etwa 33 x 33 x 25 cm großen und tiefen Loches; rechts - Handauslese der Bodenprobe	52
Abbildung 3.5: Lage der Fensterfallen in den Probestreifen (Standard)	55
Abbildung 3.6: Beprobung mit Fensterfallen - oben links: aufgebaute Fensterfalle im Raps; oben rechts: Befestigung der Regenrinne an der Metallschiene, um ein Überlaufen bei starkem Wind zu vermeiden. unten links: Fängige Fensterfalle (Blümmischung vor dem Auflaufen im Mai)	56
Abbildung 3.7: Probleme bei Fensterfallen - links: Umgeknickte Fensterfalle (Schwachstelle zwischen Holzpflock und Metallschienen); rechts: Reparierte Fensterfalle im Miscanthus. Verstärkung der Metallschienen durch Holzlatten	57
Abbildung 3.8: Untersuchungsraum Nord zugehörige naturräumliche Einheiten im Kreis Höxter. Quelle: Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Geobasisdaten NRW.	70
Abbildung 3.9: Puffer um die 6 Untersuchungsflächen im UR Nord aus 2012, die zusammengefügt das Analysegebiet ergeben (Analyse der Landschaftsstruktur, Geobasisdaten NRW).	72
Abbildung 3.10: Betrachtete Fruchtarten und Biomassekonversionen. Getr.-GPS = Getreide-Ganzpflanzensilage, HVO = Hydriertes Pflanzenöl, BtL = Biomass-to-Liquid, LC = Lignozellulose (aus Peters et al., 2010)..	77
Abbildung 4.1: Ökonomische Kennzahlen der mehrjährigen Blümmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe für niedriges, mittleres und hohes Ertragsniveau.	91
Abbildung 4.2: Gesamtarbeitszeit und Arbeitsentlohnung je Flächeneinheit im landwirtschaftlichen Betrieb bei vollständiger Eigenmechanisierung und nach Abzug der Vergabe typischer Lohnarbeiten (Ernte, Transport und Gärrestausbringung) und bei Annahme eines Stundensatzes von 15 €AKh	92
Abbildung 4.3: Ergebnisse der Halmzählungen Miscanthus im Vergleich der Untersuchungsräume (Halme/m ²).	106
Abbildung 4.4: Artenzahlen der Blattkäfer für beide Untersuchungsjahre und alle Fallentypen für die UR Nord (blau) und UR Süd (rot) (a = Probestreifen außen, hell; i = Probestreifen innen, dunkel). Die Ziffern geben die Anzahl der auf den Probeflächen nachgewiesenen Rote-Liste-Arten an.	116
Abbildung 4.5: Individuenzahlen der Blattkäfer für beide Untersuchungsjahre und alle Fallentypen für UR Nord (blau) und UR Süd (rot) (a = Probestreifen außen, hell; i = Probestreifen innen, dunkel).	117
Abbildung 4.6: Laufkäfer Bodenfallen – Individuenzahlen für die Jahre 2012 und 2013 in den verschiedenen Untersuchungsräumen und Energiekulturen. Dargestellt sind die im ersten und im zweiten Untersuchungs-jahr auf den Flächen gefangenen Individuen.	152

Abbildung 4.7: Laufkäfer Bodenfallen - Gesamtartenzahl getrennt nach Probestreifen innen und außen sowie Untersuchungsjahren und Energiekulturen für UR Nord und UR Süd.....	152
Abbildung 4.8: Anteil der fünf häufigsten Laufkäferarten an der Gesamtzahl der in beiden Untersuchungsräumen in beiden Jahren gefangenen Individuen (Bodenfallen).	153
Abbildung 4.9: Anteil der häufigsten Laufkäferarten an der Gesamtzahl der in den jeweiligen Untersuchungsräumen in beiden Jahren gefangenen Individuen (links UR Nord, rechts UR Süd).....	154
Abbildung 4.10: Verteilung der Artenzahlen auf die drei Probeflächen Probestreifen Randstruktur außerhalb des Ackers (Rand), Probestreifen außen (a) und Probestreifen Innen (i).....	156
Abbildung 4.11: Habitatpräferenzen der von Hausberg (2013) im UR Süd erfassten Laufkäfer. Vergleich zwischen den beiden Probestreifen sowie des Ackerrands der verschiedenen Kulturen.	157
Abbildung 4.12: Erfassung Vogelarten für beide Untersuchungsjahre. oben: Artenzahlen (Ziffern geben die Anzahl nachgewiesener Rote-Liste-Arten an). Mitte: Individuenzahlen für beide Untersuchungsjahre. Unten: Gesamtaufenthaltsdauer (min) für alle Vogelarten.	174
Abbildung 4.13: Singendes Männchen des Sumpfrohrsängers an Beständen des Gelben Steinklees (<i>Melilotus officinalis</i>) in der Blütmischung, UR Nord, 04.07.2013 (Foto: M. Lohr).	176
Abbildung 4.14: Vögel - Artenzahl, Individuenzahl und Gesamtaufenthaltsdauer für die fünf Beobachtungszeiträume auf den sechs Kulturflächen in den beiden Untersuchungsräumen im Jahr 2012. Die Aufenthaltsdauer wurde im UR Süd bei den Beobachtungsgängen im Juni und Juli nicht erhoben. .	178
Abbildung 4.15: Rehwildpräsenz in der Blütmischung. Feldhasen wurden im selben Zeitraum nicht registriert.	184
Abbildung 4.16: Feldhasenverteilung auf verschiedenen landwirtschaftlichen Nutzflächen (Scheinwerfertaxation).	185
Abbildung 4.17: Feldhasenverteilung auf verschiedenen Stoppelstrukturen (Scheinwerfertaxation).....	186
Abbildung 4.18: Rehwildverteilung auf unterschiedlichen landwirtschaftlichen Nutzflächen (Scheinwerfertaxation)	186
Abbildung 4.19: Habitatpräferenz beim Feldhasen – Abstände der mit der Scheinwerfertaxation ermittelten Erfassungspunkte zu verschiedenen Landschaftselementen.....	187
Abbildung 4.20: Habitatpräferenz beim Rehwild – Abstände der mit der Scheinwerfertaxation ermittelten Erfassungspunkte zu verschiedenen Landschaftselementen.....	189
Abbildung 4.21: Bray-Curtis-Ordinationswerte auf der 1. Achse, Wahl der Endpunkte subjektiv (Gradient Gunstkultur – Ungunstkultur). Oben: Endpunkte Blütmischung – Mais, unten: Endpunkte Blütmischung GPS. (Bei der Ordination keine Berücksichtigung von <i>Miscanthus</i>).	202
Abbildung 4.22: Charakterisierung der Klassen für die Beschreibung der räumlichen Dichte der Art-Vorkommen nach GAC (2009).	211
Abbildung 4.23: Flächenanteile der einzelnen Strukturen in UR Nord und UR Süd.	231
Abbildung 4.24: Landschaftsraum UR Nord. Blick vom Desenberg auf die ackerdominierte Warburger Börde (Foto: M. Lohr, 2011).....	233
Abbildung 4.25: Flächenanteile der kartierten Strukturarten im 500 m Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten). Sonderstrukturen beinhaltet alle nicht genutzten Landschaftselemente, die Kategorie Sonstige umfasst die Siedlungs- und Verkehrsflächen.	235

Abbildung 4.26: Flächenanteile der kartierten Strukturelemente im Bezug zur Gesamtfläche der Strukturelemente im 500 m Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Nord (oben) und im UR Süd (unten).	236
Abbildung 4.27: Flächenanteile der kartierten Strukturarten im 100 m Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten). Sonderstrukturen beinhaltet alle nicht genutzten Landschaftselemente, die Kategorie Sonstige umfasst die Siedlungs- und Verkehrsflächen.	239
Abbildung 4.28: Anteil der Flächen mit Blühaspekt im 10-100 m Umfeld der untersuchten Kulturen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten). Dargestellt sind 6 Kategorien je nach Deckungsgrad mit Blütenpflanzen. ...	240
Abbildung 4.29: Anteil der Flächen mit Blühaspekt im 0-10 m Umfeld der untersuchten Kulturen im UR Süd (oben) und UR Nord (unten). Dargestellt sind 6 Kategorien je nach Deckungsgrad mit Blütenpflanzen.	241
Abbildung 4.30: Vergleich des Strukturereichtums beider Untersuchungsräume – links Zuckerrübe im UR Nord, rechts Blümmischung im UR Süd.	243
Abbildung 4.31: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Blümmischungen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).	245
Abbildung 4.32: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der GPS-Flächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).	246
Abbildung 4.33: Flächenanteil der Landschafts- und Strukturelemente im Umfeld der Mais-Flächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).	249
Abbildung 4.34: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Miscanthus-Flächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).	251
Abbildung 4.35: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Raps-Flächen 2012 und 2013 im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).	253
Abbildung 4.36: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Zuckerrüben-Flächen 2012 und 2013 im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).	255
Abbildung 4.37: Ergebnisse der Lebenswegvergleiche für das Referenzsystem „Brache“ (dLUC = direct Land Use Change). Berücksichtigt sind ausschließlich stationäre Nutzungssysteme. In Klammer finden sich die zugrunde gelegten Erträge der Kulturen (blau: Szenario 1, Landkreis Ostprignitz-Ruppin bzw. niedriges Ertragsniveau beim Wildpflanzenmix; grün: Szenario 2, Saale-Holzland-Kreis bzw. hohes Ertragsniveau beim Wildpflanzenmix)	256
Abbildung 4.38: THG-Bilanzierung – Systemgrenze „Gesamter Lebensweg“	258
Abbildung 4.39: THG-Bilanzierung – Systemgrenze „Hoftor“	259

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.1: Schlaggrößen der untersuchten Kulturflächen für die Jahre 2012 und 2013.....	10
Tabelle 2.2: Flächenbeschreibungen und abiotische Daten zu den einzelnen Kulturen im UR Nord.....	13
Tabelle 2.3: Flächenbeschreibung und abiotische Daten zu den einzelnen Kulturen im UR Süd.....	16
Tabelle 2.4: Übersicht über die im Rahmen des Projektes untersuchten Kulturen	17
Tabelle 3.1: Niedriges, mittleres und hohes Ertragsniveau der betrachteten Kulturen Blühmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe.	31
Tabelle 3.2: Annahmen bei der betriebswirtschaftlichen Berechnung.....	34
Tabelle 3.3: Vergleich des beantragten und 2012 tatsächlich umgesetzten Beprobungsprogrammes. Im Projektantrag aufgeführte Komponenten sind mit ● gekennzeichnet, Zusatzerhebungen mit ○.....	37
Tabelle 3.4: Abkürzungen der Kulturarten.....	39
Tabelle 3.5: Begriffsdefinitionen	39
Tabelle 3.6: Übersicht über die untersuchten funktionellen Gruppen, Indikatortaxa, Untersuchungszeiträume und Aufnahmemethoden.	40
Tabelle 3.7: Schätzskala für die Abundanzklassen in den Transekten.....	43
Tabelle 3.8: Zur Bewertung für die jeweiligen Indikatorgruppen herangezogene Kriterien.....	62
Tabelle 3.9: Skalierung von Bewertungen - Zuordnung von Naturschutzwerten am Beispiel des Kriteriums Seltenheit (Anteil der "besetzten" Messtischblätter im Bezugsraum)	63
Tabelle 3.10: Berechnungsmethoden für den Naturschutzwert W.....	63
Tabelle 3.11: Ermittlung der Abundanzklassen für die einzelnen Artengruppen.....	64
Tabelle 3.12: Für die Landschaftsanalyse herangezogene Objektklassen aus ATKIS.....	73
Tabelle 3.13: Übersicht über die zur Beschreibung der UR Nord und Süd verwendeten Landschaftsstrukturmaße	74
Tabelle 3.14: Im Rahmen der Umfeldanalyse erfasste Strukturen.....	76
Tabelle 4.1: Pflanzenschutzmaßnahmen im UR Süd bei Mais, GPS, Raps und Zuckerrübe.	82
Tabelle 4.2: Pflanzenschutzmaßnahmen im UR Nord bei Mais, GPS, Raps und Zuckerrübe.	83
Tabelle 4.3: Erträge der untersuchten Kulturen im UR Nord und im UR Süd in 2012 und 2013.....	86
Tabelle 4.4: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung sowie Gewinnbeitrag nach Prämie bei mittlerem Ertragsniveau; Werte in €/ha, sofern nicht anders angegeben; rundungsbedingte Abweichungen sind möglich.....	88
Tabelle 4.5: Gesamtartenliste der Wildkräuter in den Untersuchungsräumen Nord und Süd. Gefährdungsgrad nach Roten Listen ¹ . Summe der Deckungsgrade (%) in allen Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (BB), T – Vorkommen nur in Transekt-Aufnahme (ohne Angabe zum Deckungsgrad), nicht bewertet – Arten oder Artengruppen die in der Roten Liste nicht erfasst sind. Letzte Zeile Gesamtartenzahl, Artenzahl nur Vegetationsaufnahmen in Klammern).....	97
Tabelle 4.6: Vegetation - Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet getrennt nach Untersuchungsjahren, Kulturen und Probestreifen (innen = i; außen = a) sowie zusammengefasst und Angabe der erfassten Rote-Liste-Arten.	103
Tabelle 4.7: Vegetation - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) ohne Kulturarten auf der Basis der Vegetationsaufnahmen. Obere Hälfte rechts:- Gesamtvergleich der Vegetation, Probestreifen innen- und außen zusammengefasst; untere Hälfte links: Vergleich nur Probestreifen innen.....	105

Tabelle 4.8: Ähnlichkeit (als Dominantenidentität) der Pflanzengemeinschaften (Standorte) im Vergleich der Untersuchungsjahre 2012 und 2013. GPS, Raps und Zuckerrübe mit Standortwechsel.	106
Tabelle 4.9: Blattkäfer - Artenliste, Gefährdungsstatus und Individuenzahlen (Gesamtfang) sowie Angaben zur Ernährungsweise und Stenotopie in beiden Untersuchungsräumen. Rote-Liste-Status (RL) für Deutschland nach GEISER (1998). Grau hinterlegt sind Arten, die ausschließlich durch Fensterfallen nachgewiesen wurden, Individuen, die nicht oder nicht sicher bis auf Artniveau bestimmt werden konnten, sind unterstrichen. Ernährungsweise (EW) gemäß SCHÖLLER (1996): arboricol (a); gramineicol (g); herbicol (h); unbekannt (?). Stenotopie (ST) gemäß KOCH (1992): eurotop (e); stenotop (s); ubiquitär (u); hygrophil (hy); silvicol (sil); thermophil (th); xerophil (xe); xerothermophil (xth).....	113
Tabelle 4.10: Blattkäfer - Übersicht der Individuen-, Arten- bzw. Taxazahl sowie Anzahl Rote-Liste-Arten für den Gesamtfang (Kescherfang, Bodenfallen, Fensterfallen). Vergleich der verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume, aufgetrennt nach Probestreifen (i = innen; a = außen), Untersuchungsjahre zusammengefasst.	115
Tabelle 4.11: Blattkäfer (Resident) - Übersicht der Individuen-, Arten- bzw. Taxazahl sowie Anzahl Rote-Liste-Arten für Kescherfang und Bodenfallen. Vergleich der verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume, aufgetrennt nach Probestreifen (i = innen; a = außen), Untersuchungsjahre zusammengefasst.	116
Tabelle 4.12: Blattkäfer - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für alle Fallentypen und beide Untersuchungsjahre. Obere Hälfte rechts – Gesamtvergleich der Blattkäfergemeinschaften von Innen- und Außenflächen zusammengefasst; untere Hälfte links – Vergleich nur Innenflächen berücksichtigt.	118
Tabelle 4.13: Blattkäfer-Nahrungsgilden (Gruppen mit ähnlichen Anspruchstypen) - Vergleich zwischen den Kulturen und beiden Untersuchungsräumen. Dargestellt sind die Individuenzahlen für den Gesamtfang zusammengefasst für beide Untersuchungsjahre. Innerhalb der Nahrungsgilde erfolgt die Anordnung in abfallender Individuenzahl. Ausschließlich durch Fensterfallenfang nachgewiesen Arten sind grau hinterlegt.....	121
Tabelle 4.14: Bienen - Artenliste, Gefährdungsstatus und Fangergebnisse (GB = „Gezeitete Beobachtung“, BF = Bodenfalle, FF = Fensterfalle) in beiden Untersuchungsräumen	126
Tabelle 4.15: Bienen - Individuen- und Arten-/Taxazahl der gezeiteten Beobachtungen 2012 und 2013 (Residente). Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen – in Klammern ist die Individuenzahl von <i>Apis mellifera</i> separat aufgeführt.....	128
Tabelle 4.16: Bienen - Individuen- und Arten-/Taxazahl der Fensterfallen 2012 und 2013. – Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen – in Klammern ist die Individuenzahl von <i>Apis mellifera</i> separat aufgeführt.	129
Tabelle 4.17: Bienen - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für gezeitete Beobachtung und Fensterfallen und beide Untersuchungsjahre zusammengefasst, <u>ohne</u> <i>Apis mellifera</i> . Obere Hälfte rechts - Probestreifen innen und außen zusammengefasst; untere Hälfte links nur Probestreifen innen.....	130
Tabelle 4.18: Bienen - Ähnlichkeit (Dominantenidentität) der Artengemeinschaften in Raps und Blümmischung im Vergleich der Untersuchungsjahre 2012 und 2013 und der Probestreifen innen und außen. Berücksichtigt wurde der Gesamtfang (gezeitete Beobachtung und Fensterfallen) <u>ohne</u> <i>Apis mellifera</i> . ..	130
Tabelle 4.19: Spinnen - Artenliste, Fangergebnisse Bodenfallen (BF), Fensterfallen (FF) - nur 2012, und Kescherfänge (KF) sowie Gefährdungsstatus (RL) in beiden Untersuchungsräumen. Gefährdungsstatus für NRW nach Buchholz et al. (2009), für BW nach Nährig et al. (2003).....	135

Tabelle 4.20: Spinnen - Residente (Kescherfang und Bodenfallen). Vergleich der Ergebnisse der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume, Untersuchungsjahre zusammengefasst.	139
Tabelle 4.21: Spinnen - Kescherfang. Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen. Berücksichtigt sind nur Fänge, die eindeutig einer Art zugeordnet werden konnten (Gesamtwert auch mit nicht auf Artniveau bestimmbar Individuen). RL = Rote-Liste-Arten.	141
Tabelle 4.22: Spinnen, Bodenfallen 2012 + 2013 - Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume. Berücksichtigt nur solche Fänge, die eindeutig einer Art zugeordnet werden können. RL = Rote-Liste-Arten.	141
Tabelle 4.23: Spinnen - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für Kescherfang und Bodenfallen (Residente) und für beide Untersuchungsjahre zusammengefasst. Obere Hälfte rechts - Vergleich der Spinnengemeinschaften, Innen- und Außenflächen zusammengefasst; untere Hälfte links - nur Innenflächen berücksichtigt.....	142
Tabelle 4.24: Ähnlichkeit der Spinnenzösozen der verschiedenen Kulturen im Vergleich der Untersuchungsjahre (2012 und 2013) Ähnlichkeiten ausgedrückt als Dominantenidentität (in %).	143
Tabelle 4.25: Laufkäfer - Gesamtartenliste und Vorkommen in beiden Untersuchungsräumen für die Jahre 2012 und 2013 (● Fund in Bodenfalle, ○ Fund in Fensterfalle). Einstufungen Rote Liste NRW nach HANNING & KAISER (2011), BW nach TRAUTNER et al. (2005).	147
Tabelle 4.26: Laufkäfer – Gesamtfang (Kescherfang, Bodenfallen, Fensterfallen). Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen.	151
Tabelle 4.27: Laufkäfer - Bodenfallen, Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume.	151
Tabelle 4.28: Laufkäfer Bodenfallen (Residente) – Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für beide Untersuchungsjahre. Obere Hälfte rechts - Vergleich der Laufkäfergemeinschaften, Innen- und Außenflächen zusammengefasst; Untere Hälfte links - Vergleich der Laufkäfergemeinschaften nur Innenflächen berücksichtigt.....	155
Tabelle 4.29: Verteilung der Aktivitätsdichten und Artenzahlen über die drei Untersuchungsflächen im UR Süd (Probestreifen außen und innen, sowie Ackerrand). In Klammer ist die Zahl der Rote-Liste-Arten angegeben.	157
Tabelle 4.30: Regenwürmer 2012 und 2013 in den Untersuchungsräumen Nord und Süd.	163
Tabelle 4.31: Regenwurmbiomasse in den verschiedenen Kulturen. Ergebnisse der Beprobung 2012 getrennt nach Untersuchungsräumen und Beprobungstermin.	164
Tabelle 4.32: Regenwürmer, gesamt – Ergebnisse beider Untersuchungsjahre und Probestreifen zusammengefasst, Vergleich der verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume. Bestimmbare Individuen und Gesamtindividuenzahl in Klammern.	164
Tabelle 4.33: Regenwurmarten geordnet nach ökologischen Gruppen im UR Süd (●) und UR Nord (○)	165
Tabelle 4.34: Regenwürmer - Vergleich der Individuenzahl von determinierten Arten (Gesamtindividuenzahl <i>kursiv</i>) und Artenzahl zwischen den Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen.	166

Tabelle 4.35: Regenwürmer - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für beide Untersuchungsjahre. Obere Hälfte rechts - Vergleich der Regenwurmgemeinschaften, Innen- u. Außenflächen zusammengefasst; Untere Hälfte links - Vergleich nur Innenflächen berücksichtigt	167
Tabelle 4.36: Vogelarten, die 2012 und 2013 während der jeweils fünf 30-minütigen Beobachtungen auf den Probeflächen der Untersuchungsräume Nord (N) und Süd (S) festgestellt wurden. Dargestellt ist die Anzahl nahrungssuchender Individuen. Dargestellt sind darüber hinaus Arten, die nicht auf der Probefläche, aber in der unmittelbar benachbarten Kultur beobachtet wurden (•); und Arten die nur im Überflug beobachtet wurden (°). Rote Liste: D – Rote-Liste-Status für Deutschland nach SÜDBECK et al. (2008); NW – für NRW nach SUDMANN et al. (2008); Wbl – für die Großlandschaft Weserbergland nach SUDMANN et al. (2008); BW – für Baden-Württemberg nach HÖLZINGER et al. (2007).....	171
Tabelle 4.37: Präsenzphasen relevanter und häufiger Säugetierarten in Blümmischung und Mais im Zeitraum von Juli bis September.....	182
Tabelle 4.38: Minimaldistanzanalyse für Feldhase und Reh (Kolmogorov-Smirnov-Test).....	188
Tabelle 4.39: Anzahl der Ordnungen und Familien der Fensterfallenfänge im UR Süd, geordnet nach deren Ernährungsweise.....	199
Tabelle 4.40: Alle Artengruppen - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für beide Untersuchungsjahre. Es sind nur Fänge der Probestreifen innen berücksichtigt.....	200
Tabelle 4.41: Artenzahlen und Rote-Liste-Arten für alle untersuchten Gruppen. Nur innerer Probestreifen berücksichtigt für Vegetation, Blattkäfer, Bienen, Spinnen und Laufkäfer; bei Regenwürmern innen und außen zusammengefasst; Aufnahme Fenster Vögel umfasst inneren und äußeren Probestreifen.	201
Tabelle 4.42: Kriterien für die naturschutzfachliche Bewertung der Laufkäferarten auf einer Skala von 1 (geringer Wert) bis 5 (hoher Wert).....	209
Tabelle 4.43: Einteilung der Lebensraumtypen nach GAC (2009).....	214
Tabelle 4.44: Naturschutzfachliche Bewertung der Laufkäferzönosen für den Probestreifen innen – Naturschutzwert der Kultur (W_K) (Summe der Artwerte) und durchschnittlicher Artwert der in den jeweiligen Kulturen angetroffenen Laufkäferarten (W_D); getrennte Betrachtung der beiden Untersuchungsräume.	216
Tabelle 4.45: Mittelwerte der fünf Einzelkriterien der naturschutzfachlichen Bewertung anhand der Laufkäferarten für die einzelnen Kulturen. getrennte Betrachtung der beiden Untersuchungsräume.	218
Tabelle 4.46: Durchschnittlicher Artwert der in den Ackermitten angetroffenen Laufkäferarten gewichtet mit Abundanzklassen (W_G) sowie Summe der mit Abundanzklassen gewichteten Naturschutzwerte der Arten für die einzelnen Kulturen in den beiden Untersuchungsräumen, getrennte Betrachtung der beiden Untersuchungsräume.	219
Tabelle 4.47: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Rote Liste Arten.....	222
Tabelle 4.48: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Arten mit hoher naturräumlicher Spezifität.	222
Tabelle 4.49: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens seltener Arten der Seltenheitsklassen 3 - 5.	223
Tabelle 4.50: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Arten mit geringer Toleranz gegenüber intensiver Nutzung.....	224

Tabelle 4.51: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Arten mit hoher Habitatspezifität (Klassen 4 und 5, d.h. Besiedlung von max. 3 LRT)	224
Tabelle 4.52: Bewertung der Probestreifen in den Kulturen auf Basis der angetroffenen Laufkäferzönosen (a = außen, i = innen). Bewertet wurde in fünf Wertstufen von 5 = „sehr hoher Wert“ bis 1 = „geringer Wert“.	226
Tabelle 4.53: Übersicht der Bewertungsergebnisse und Ranking der Kulturen auf Basis der im Probestreifen innen angetroffenen Laufkäferzönosen. Anhand der Summe der fünf Kriterien wird die Rangfolge der Kulturen ermittelt.	227
Tabelle 4.54: Zahl der Strukturelemente im Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Süd und UR Nord.....	237
Tabelle 4.55: Randliniendichte(m/ha) im Umfeld von 500 m und 100 m um die untersuchten Kulturen Farbliche Abstufung vom höchsten Wert (rot) zum niedrigsten Wert (grün).....	242

TABELLENVERZEICHNIS ANHANG

Tabelle A 1: Bewirtschaftungsdaten UR Süd 2012 (Abk. für Behandlung: BB = Bodenbearbeitung).....	300
Tabelle A 2: Bewirtschaftungsdaten UR Nord 2012 (Abk. für Behandlung: BB = Bodenbearbeitung).....	302
Tabelle A 3: Bewirtschaftungsdaten UR Süd 2013.....	304
Tabelle A 4: Bewirtschaftungsdaten UR Nord 2013.....	306
Tabelle A 5: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung sowie Gewinnbeitrag nach Prämie bei niedrigem Ertragsniveau; Werte in €/ha, sofern nicht anders angegeben; rundungsbedingte Abweichungen sind möglich.	308
Tabelle A 6: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung sowie Gewinnbeitrag nach Prämie bei hohem Ertragsniveau; Werte in €/ha, sofern nicht anders angegeben; rundungsbedingte Abweichungen sind möglich.....	309
Tabelle A 7: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2012 (UR Süd).	310
Tabelle A 8: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2012 (UR Nord).	311
Tabelle A 9: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2013 (UR Süd).	312
Tabelle A 10: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2013 (UR Nord).	313
Tabelle A 12: Zusammensetzung des Saatguts der Blütmischung „Biogas 1“ – Originalmischung wurde leicht modifiziert zur Anpassung an die Untersuchungsräume Nord und Süd.	314

Tabelle A 13: Laufkäferfänge der Jahre 2012 & 2013 im UR Süd - Gesamtartenliste und Vorkommen in den einzelnen Kulturen und Probestreifen (a = außen, i = innen)	315
Tabelle A 14: Liste der nachgewiesenen Laufkäferarten im UR Süd, mit Angaben zu Gefährdungsstatus, Ökologie und Vorkommen	317
Tabelle A 15: Bewertungszahlen und Artwert in den fünf Kriterien für die naturschutzfachliche Bewertung der einzelnen Laufkäferarten im UR Süd.	320
Tabelle A 16: Laufkäferfänge der Jahre 2012 & 2013 im UR Nord - Gesamtartenliste und Vorkommen in den einzelnen Kulturen und Probestreifen (a = außen, i = innen)	322
Tabelle A 17: Liste der nachgewiesenen Laufkäferarten im UR Nord, mit Angaben zu Gefährdungsstatus, Ökologie und Vorkommen.	324
Tabelle A 18: Bewertungszahlen und Artwert in den fünf Kriterien für die naturschutzfachliche Bewertung der einzelnen Laufkäferarten im Untersuchungsraum Nord.	327

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AKh	Arbeitskraftstunde
BM	Blütmischung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FM	Frischmasse
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
GPS	Ganzpflanzensilage
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LSM	Landschaftsstrukturmaße
Ma	Mais
Mi	Miscanthus
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
Ra	Raps
THG	Treibhausgas(e)
TM	Trockenmasse
UR	Untersuchungsraum
ZR	Zuckerrübe

1. Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens (F&E) "Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht" wurden die Energiekulturen Blütmischung, Mais, GPS (Getreide als Ganzpflanze zur Silierung geerntet), Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in Bezug auf naturschutzfachliche Effekte und Wirkungen untersucht und bewertet. Die biologischen Untersuchungen wurden für ein breites Spektrum von Artengruppen in zwei – sich im Grad der Strukturierung unterscheidenden – Landschaftsräumen durchgeführt. Die ausgewählten Artengruppen bilden wichtige Funktionen im Ökosystem ab und umfassen Segetalvegetation, Blattkäfer, Wildbienen, Spinnen, Laufkäfer, Regenwürmer, Vögel sowie Feldhase und Reh. Die Arbeiten gehen somit über den Umfang anderer Untersuchungen, die sich meist nur auf einzelne Taxa beschränken, hinaus und erlauben eine umfassende naturschutzfachliche Bewertung der untersuchten Energiekulturen. Die Bewertung erfolgt in Bezug zu den Referenzkulturen Blütmischung (angenommene Gunstkultur) und Mais bzw. GPS (angenommene Ungunstkulturen).

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Indikatorgruppen in allen untersuchten Kulturen fast ausschließlich durch häufige Allerweltsarten (Ubiquisten) vertreten sind. Die Ubiquistenfördernde Störungsprägung ist der bestimmende Umweltfaktor für die Zusammensetzung tierischer Artengemeinschaften auf Äckern. Nur bei den Blattkäfern findet sich ein höherer Anteil an spezialisierten Arten. Die faunistischen und floristischen Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Kulturen liegen bezogen auf die einzelnen Artengruppen und bezogen auf die Artengemeinschaften insgesamt in der Regel unter 50 %. Es kann daher – trotz der geringen naturschutzfachlichen Wertigkeit der einzelnen Kulturarten – auf der Landschaftsebene bei einer größeren Diversität von Kulturpflanzen mit unterschiedlichen Habitateigenschaften auf positive Effekte geschlossen werden.

Über alle Artengruppen hinweg schneidet die Blütmischung in Bezug auf die Artenvielfalt am günstigsten ab. Miscanthus hat eine Sonderstellung: die Kultur ist zum Teil extrem artenarm, bei den Laufkäfern aber auch durch einige störungsempfindliche und damit naturschutzfachlich „wertvollere“ Arten gekennzeichnet. Die Intensivkulturen unterscheiden sich in Bezug auf ihren Naturschutzwert vergleichsweise wenig. Potenziale für naturschutzfachliche Aufwertungen der einzelnen Kulturen werden aufgezeigt, z.B. in Form von locker geführten Beständen mehrjähriger Kulturarten. Diese Potenziale sind aber begrenzt. Generell stützen die Ergebnisse daher die Forderung nach ausreichend ökologischen

Vorrangflächen und der Sicherung extensiver Biotope in Agrarlandschaften zur Erhaltung der für Offenlandschaften charakteristischen Artenvielfalt.

Die naturschutzfachliche Bewertung wurde um das methodische Element einer – beispielhaft an den Laufkäfern – vorgenommenen Aggregationsmethode relevanter Kriterien ergänzt. In die Bewertung gehen neben Arten- und Individuenzahlen auch Kriterien wie deren Seltenheit, Naturraumspezifität, Rote-Liste-Status und Habitatspezifität ein. Im F&E-Vorhaben wurden die Bewertungen sowohl art- als auch artgemeinschaftsbasiert berechnet. Auch wenn ein Weiterentwicklungsbedarf konstatiert werden muss, liefert die Bewertungsmethode im Ergebnis einen wertvollen Ansatz für Vergleiche von Artenvielfalt in landwirtschaftlichen Kulturarten, der deutlich über die Kriterien Individuen- und Artenzahlen hinausgeht.

Die bei höherer landschaftlicher Heterogenität erwartete höhere Differenzierung der Artengemeinschaften im Vergleich zwischen angenommener Gunst- und Ungunstkultur konnte nur eingeschränkt bestätigt werden. Diesbezüglich sind weitere Untersuchungen erforderlich. Umfeldeffekte werden vielfach deutlich und sind insbesondere für die Laufkäfer und Vögel detailliert erfasst und beschrieben.

Die biologischen Erhebungen werden ergänzt durch eine Treibhausgas (THG)-Bilanzierung und die Erfassung betriebswirtschaftlicher Kenngrößen. Die Treibhausgasbilanzierung ordnet die Blümmischungen in vorhandene Ergebnisse für andere Kulturen ein. Ohne Berücksichtigung von Humusbilanzen (Humusaufbau) und indirekte Effekte erreichen die Blümmischungen mittlere THG-Einsparpotentiale. Bei zusätzlicher Berücksichtigung von Humusaufbau sind die Einsparpotentiale von Dauerkulturen wie der Blümmischung höher als die von ertragreichen annualen Kulturarten.

Die Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Kulturen beruhen auf publizierten niedrigen, mittleren und hohen Ertragswerten. Die entsprechenden Erträge werden den im Rahmen der vorliegenden Erfassungen erzielten Werten gegenübergestellt. Methodisch erfolgt diese Bewertung anhand einer Ermittlung der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung, einer in der agrarökonomischen Kosten-Leistungs-Rechnung üblichen Vergleichsgröße zur Bewertung von Anbaualternativen. Bei einer moderaten Wahl des Methanwerts und einem mittleren Ertragsniveau (an Biomasse) ergeben sich im Ergebnis vergleichsweise geringe Unterschiede in der Leistung der unterschiedlichen Anbaumöglichkeiten, d.h. die ökonomischen Vorzüge von Mais existieren, sind aber nicht überragend.

Aus den Ergebnissen der Studie und einem projektbegleitenden Workshop werden Empfehlungen für den politischen Raum abgeleitet. So wird u.a. empfohlen, auf eine Diversifizierung des Einsatzspektrums von Biomasse in Biogasanlagen abzielen, eine Obergrenze für die Veredlungsintensität (Tierproduktion und Biogas) auf räumlicher Ebene zu definieren, im landwirtschaftlichen Förderrecht die 2. Säule zu stärken und gleichzeitig mehr Anbauvielfalt auf dem Acker anzustreben (Vorgaben zum Greening, Agrarumweltprogramme).

2. Einleitung

Die Fläche für die Produktion von Agrar- und Forstprodukten ist begrenzt und gerät durch die wachsende Nachfrage nach erneuerbaren Ressourcen immer stärker unter Druck (UBA, 2013a). Die erneuerbaren Energien deckten 2014 in Deutschland etwa 11 % des Primärenergieverbrauchs. Unter den erneuerbaren Energien stellte die Bioenergie mit einem Anteil von etwa 67 % seinerzeit und bis heute den bedeutendsten Energieträger dar (vorwiegend Holz zur Wärmeerzeugung). Kulturen zur Produktion von Biomasse für den Energiesektor – und hier insbesondere Mais und Raps – haben in der Landwirtschaft stark an Bedeutung gewonnen. Energiekulturen prägen Landschaften und die mit diesen assoziierten Funktionen.

Der Anbau von Biomasse eigens für die energetische Nutzung beansprucht im Verhältnis zum Energieertrag unverhältnismäßig viel Ackerfläche (UBA, 2013a). Im Jahr 2013 wurden auf einer Fläche von über 2,1 Mio. ha Energiepflanzen angebaut. Das entsprach einem Anteil von 12,6 % der in Deutschland landwirtschaftlich genutzten Fläche (17,5 % der Ackerfläche). Der größte Anteil entfiel dabei auf Pflanzen zur Erzeugung von Biogas (1.157.000 ha), gefolgt von Rapsöl zur Produktion von Biodiesel und Pflanzenöl (746.500 ha). Der Anbau von Kulturen für Bioethanol lag bei 200.000 ha. Die geringste landwirtschaftliche Fläche nahmen Pflanzen für Festbrennstoffe mit 11.000 ha ein (FNR, 2014a). Gleichzeitig hat Deutschland zur Versorgung der eigenen Bevölkerung mit Nahrungsmitteln im Jahr 2010 eine Anbaufläche von 5,5 Mio. ha im Ausland belegt, davon fast 2 Mio. ha in Brasilien (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013).

Nicht zuletzt als Folge der im Herbst 2012 veröffentlichten Studie der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina (GERMAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES LEOPOLDINA, 2012) wurde die Diskussion um Bioenergie zunehmend von der offenkundigen Knappheit der Potentiale für den umweltfreundlichen und damit auch Biodiversitäts verträglichen Anbau von Energiebiomasse geprägt. Dies schließt die Diskussion um die vergangenen Novellierungen des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) ausdrücklich ein. Wachstumsraten für Bioenergie werden nur noch in sehr begrenztem Umfang oder nicht mehr gesehen. Die Forderung einer stärkeren Verknüpfung des Anbaus von Energiepflanzen mit Biodiversitätszielen steht im Raum (UBA, 2013b).

Im Rahmen des Projektes „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ wurden anhand ausgewählter Indikatorgruppen verschiedene Energiekulturen in Bezug auf ihre Wirkungen auf die Artenvielfalt erfasst und bewertet. Die Bewertung erfolgte mit Bezug zu den Referenzkulturen mehrjährige Blütmischung (angenommene Gunstkultur für Biodiversität) und Mais (angenommene Ungunstkultur für Biodiversität). Die Indikatorengruppen für die Artenvielfalt decken die verschiedenen ökologischen Funktionen in landwirtschaftlichen Systemen ab. Ziel war eine vergleichende Abschätzung von Biodiversitätswirkungen auf einer breiten Basis verschiedener Kulturen und daraus abgeleitet die Entwicklung von Empfehlungen für die naturschutzfachlich optimierte Ausgestaltung entsprechender Produktionssysteme und begleitender Förderprogramme.

Der Projektansatz mit Bewertungen naturschutzfachlicher Effekte in Bezug zu Referenzkulturen sollte eine Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit von Ergebnissen auch über verschieden gestaltete Landschaftsräume und Rahmenbedingungen sichern. Im Projekt selbst wurde die Artenausstattung von Energiekulturen in einer weniger strukturierte Bördenlandschaft in Nordrhein-Westfalen mit einer reicher strukturierten Landschaft in Oberschwaben verglichen. Übersetzt auf die angenommenen Rahmenbedingungen für die Biodiversität in landwirtschaftlichen Kulturen bedeutet dies den Vergleich einer Landschaft mit eher hohem Biodiversitätspotential und einer Landschaft mit eher niedrigem Biodiversitätspotential. Es wurde angenommen, dass sich die Biodiversitätspotentiale in der Besiedlung der landwirtschaftlichen Kulturen durch Vertreter der betrachteten Indikatorgruppen widerspiegeln. Insbesondere wurde bei hohen Besiedlungspotentialen eine stärkere Differenzierung in Bezug auf die Floren- und Faunenausstattung zwischen Gunstkultur und Ungunstkultur erwartet (vgl. Kap. 3.4.1).

Zur Sicherung von Vergleichbarkeit trägt auch das standardisierte Untersuchungsdesign bei, das auf gebräuchlichen und mit vergleichsweise geringem Aufwand reproduzierbaren Feldmethoden basiert (Vegetationsaufnahmen, Bodenfallen, Transekterfassungen, Zeiterfassungen). Der Fokus auf funktionelle Gruppen erlaubt dabei eine erste Annäherung an die Abschätzung von Ökosystemdienstleistungen in landwirtschaftlichen Systemen. Im Oktober 2011 wurde das Fachgebiet Landschaftsökologie und Vegetationskunde der Universität Hohenheim vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit der Umsetzung des Projektes „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ (FKZ 3511 82 150) beauftragt.

Neben der Universität Hohenheim wirkten die Hochschule Ostwestfalen-Lippe (HS-OWL) und das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) am Projekt mit.

Der Projektverlauf bis zum ersten Zwischenbericht hat sich auf eine Literaturstudie, die Festlegung von Untersuchungsflächen in enger Absprache mit den beteiligten Betrieben (insgesamt sechs Betriebe), die Detailplanung von Aufnahmemethoden und die Einrichtung von Untersuchungsflächen konzentriert. Die entsprechenden Vorgaben wurden antragsgemäß abgearbeitet. Der zugehörige Zwischenbericht wurde dem BfN im Juni 2012 vorgelegt.

Der Fokus im zweiten Zwischenbericht lag auf der Präsentation der Ergebnisse der im ersten Projektjahr durchgeführten Erhebungen einschließlich der aufgetretenen Probleme (z. B. Leerung von Bodenfallen durch Waschbären in Miscanthus-Beständen im Untersuchungsraum Nord). Wegen des vorläufigen Charakters der Ergebnisse wurde im zweiten Zwischenbericht auf detailliertere Auswertungen verzichtet.

Die Struktur des Abschlussberichts ähnelt der des Zwischenberichts. Es werden Kulturen und Methoden vorgestellt und dann die Ergebnisse über den gesamten Untersuchungszeitraum präsentiert. Die Auswertungsansätze gehen dabei über diejenigen des Zwischenberichts hinaus. Neu im Abschlussbericht sind eigene Kapitel zur Landschaftsanalyse, zur naturschutzfachlichen Bewertung und zu den aus dem Projekt abzuleitenden Empfehlungen für Förderprogramme. Projektfortschritt und Zwischenberichte wurden im Rahmen von Sitzungen einer dafür eingerichteten projektbegleitenden Arbeitsgruppe (PAG) diskutiert. Die inter- und transdisziplinär zusammengesetzte PAG hat dabei Impulse für den Fortgang des Projektes gegeben. Die Forschungsnehmer bedanken sich an dieser Stelle ausdrücklich bei den Mitgliedern der PAG für deren Engagement und Beiträge.

In einem abschließenden Projektworkshop wurden im Januar 2014 die Projektergebnisse am BfN in Leipzig vorgestellt, diskutiert und durch Referenten in einen breiteren Rahmen gestellt. Insbesondere im Hinblick auf den Abschlussbericht wurden die Themen Biodiversität in Ackerkulturen, Landschaftseffekte als Ursache für die Ausprägung von Biodiversität in Agrarlandschaften und Agrarpolitik unter besonderer Berücksichtigung von Förderprogrammen vertieft und diskutiert.

Wir nutzen an dieser Stelle auch die Gelegenheit den am Projekt beteiligten Landwirten zu danken. Die Zusammenarbeit mit den Bewirtschaftern war in der Regel ausgezeichnet, Absprachen wurden zuverlässig eingehalten, die Bewirtschaftung bei Bedarf im zumutbaren Rahmen auch an Projekterfordernisse angepasst. Ein Wermutstropfen war der vorzeitige und nicht abgestimmte Umbruch der Blütmischung im August 2014 im Untersuchungsraum Nord.

Das Thema der Studie „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“, die Vereinbarung von Landnutzung und Erhaltung der Biodiversität hat seit Projektbeginn nichts an Aktualität verloren. Die Diskussion um den Beitrag von Biomasse zur Deckung des künftigen Bedarfs an Energie und Material ist unter dem Schlagwort Bioökonomie in vollem Gange, die Wertschöpfung im ländlichen Raum bleibt ein zentrales Anliegen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU und die Verluste an Biodiversität in Kulturlandschaften schreiten nicht zuletzt als Folge zunehmender Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion fort.

Nachhaltigkeit fordert inter- und transdisziplinäre Betrachtungen. Die Versorgung mit erneuerbaren Rohstoffen (Energien und stoffliche Ressourcen) ist ein zentrales Anliegen von auf Nachhaltigkeit zielenden Politiken. Dem ist die Biodiversität im politischen und gesellschaftlichen Umfeld derzeit klar nachgeordnet. Dies kommt insbesondere auch in der entsprechenden Ausstattung von Finanzierungsinstrumenten zum Ausdruck. Die eher bescheidene Ausstattung von Projekten und Programmen zur Erhaltung von Biodiversität wird deren Bedeutung im Nachhaltigkeitskontext nicht gerecht. Biodiversität ist der Träger von Leistungs- und vor allem Anpassungsfähigkeit biologischer und ökologischer Systeme. Die Produktion erneuerbarer Ressourcen und damit die Nachhaltigkeitsfähigkeit von Gesellschaften beruht auf der derzeitigen und künftigen Leistungsfähigkeit eben dieser Systeme und damit zu einem nicht geringen Anteil auf biologischer Vielfalt.

Die Erhaltung der biologischen Vielfalt ist somit eine notwendige Schlüsselkomponente nachhaltiger Entwicklung!

3. Untersuchungsräume, Standorte und Kulturen

3.1. Untersuchungsräume

Für die Umsetzung des Projektes „Biomassekulturen der Zukunft“ wurden die Warburger Börde im Kreis Höxter (Nordrhein-Westfalen) und das Alpenvorland (voralpine Moränenlandschaft) bei Ostrach-Hahnnest im Landkreis Sigmaringen (Baden-Württemberg) ausgewählt (Abbildung 2.1). Die Auswahl der Untersuchungsräume (UR) orientierte sich an der räumlichen Nähe zu den beteiligten Forschungseinrichtungen und der Verfügbarkeit geeigneter landwirtschaftlicher Betriebe für die Umsetzung des Projektes. Bei der Warburger Börde handelt es sich um eine großstrukturierte Agrarlandschaft mit vergleichsweise großen Feldblöcken. Dem steht eine deutlich strukturreichere Landschaft im Kreis Sigmaringen mit tendenziell kleineren Feldblöcken gegenüber.

Zwischen den Untersuchungsräumen ergeben sich geringfügige Unterschiede in Bezug auf die klimatischen Bedingungen. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge liegen in beiden Untersuchungsräumen bei etwa 800 mm. Die mittlere Jahrestemperatur liegt im UR Süd (Ostrach-Hahnnest) um etwa 1,5°C unter den für den UR Nord ermittelten Werten.

Die untersuchten Kulturen sind in beiden Untersuchungsräumen identisch (Blütmischung, Mais, GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe). Beide Räume liegen auf der Grenze zwischen naturräumlichen Einheiten. Die untersuchten Kulturen sind in den Untersuchungsräumen daher unterschiedlichen Naturräumen zugeordnet. Im Süden den Großlandschaften „Voralpines Hügel- und Moorland“ mit den Naturräumen „Oberschwäbisches Hügelland“ (Blütmischung, GPS, Mais, Zuckerrübe) und „Hegau“ (Miscanthus) sowie „Donau-Iller-Lech-Platte“ mit dem Naturraum „Donau-Ablach-Platten“ (Raps). Im UR Nord liegen die Flächen in den Haupteinheiten „Oberwälder Land“ mit den Naturräumen „Nieheim-Brakeler Bergland“ (Miscanthus) und „Borgentreicher Börde“ (GPS, Mais, Raps, Zuckerrübe) sowie „Egge“ mit dem Naturraum „Kleinenberger Mulde“ (Blütmischung) (MEISEL, 1959).



Abbildung 3.1: Deutschlandkarte mit den beiden Untersuchungsräumen.

In Süddeutschland sind mit Ausnahme von Miscanthus und Raps im zweiten Untersuchungsjahr die Kulturen und damit die Untersuchungsflächen auf einen Betrieb konzentriert und liegen in einem Umkreis von maximal 3 km zueinander (Abbildung 2.4). Die Miscanthuskultur liegt mit 30 km Abstand deutlich weiter entfernt (Abbildung 2.5). In der Borgentreicher Börde sind die Kulturen auf mehrere Betriebe verteilt und deshalb weniger kompakt in ihrer Anordnung. Der maximale Abstand zwischen den Kulturen liegt allerdings auch hier bei weniger als 15 km (Abbildung 2.2 - Abbildung 3.3).

3.2. Standorte (Untersuchungsflächen)

Drei der in die Untersuchungen einbezogenen Kulturen sind für den gesamten Untersuchungszeitraum (2 Jahre) am selben Standort angelegt (Mais, Blümmischung, Miscanthus). Weitere drei Kulturen sind in Fruchtfolgen eingebunden (GPS, Raps, Zuckerrübe) und wurden daher in den zwei Untersuchungsjahren im engen räumlichen Kontext (ähnliche Standortbedingungen), aber nicht am selben Standort untersucht.

Die Mindestgröße der in Bezug auf Biodiversitätseffekte zu untersuchenden Schläge (Kulturen) liegt bei 0,5 ha. Die durchschnittliche Schlaggröße der Untersuchungsflächen war im eigentlich kleinräumig strukturierten Landschaftsraum in Süddeutschland mit 4,5 ha größer als in der Borgentreicher Börde (3,1 ha). Insbesondere die Blümmischung und die Ganzpflanzensilage in beiden Untersuchungsjahren waren in Süddeutschland großflächiger angelegt (Tabelle 3.1). Beide Kulturen sind im Kreis Hörter wenig etabliert und wurden von den beteiligten Landwirten vergleichsweise kleinflächig speziell für das Projekt angebaut. In Norddeutschland lag vor allem bei Mais und Zuckerrübe 2012 die Schlaggröße deutlich über dem entsprechenden Wert für den UR Süd (Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Schlaggrößen der untersuchten Kulturflächen für die Jahre 2012 und 2013.

Kultur	Abkürzung	Schlaggröße (in ha)			
		UR Nord		UR Süd	
		2012	2013	2012	2013
Blümmischung	BM		0,9		2,0
Mais	Ma		4,6		1,5
Ganzpflanzensilage	GPS	1,1	2,1	6,1	10,1
Miscanthus	Mi		1,0		0,8
Raps	Ra	3,4	2,2	4,9	3,9
Zuckerrübe	ZR	9,3	3,5	7,2	3,6
durchschnittliche Schlaggröße			3,1		4,5

Die Untersuchungsflächen unterscheiden sich in beiden Gebieten in Bezug auf Hangneigung, geologischen Untergrund, Bodenqualität und Bodenmächtigkeit (Tabelle 3.2 und Tabelle 3.3). Unterschiede gibt es auch im Umfeld. So grenzen die Flächen in Süddeutschland an andere Kulturen, Grünland, gewässerbegleitende Saumbereiche, Böschungssäume und Hecken (Tabelle 3.3). Aufgrund des größeren Feldblocks grenzen die entsprechenden Flächen im UR Nord vielfach wiederum unmittelbar an Äcker und nicht an ungenutzte Landschaftselemente (Tabelle 3.2).

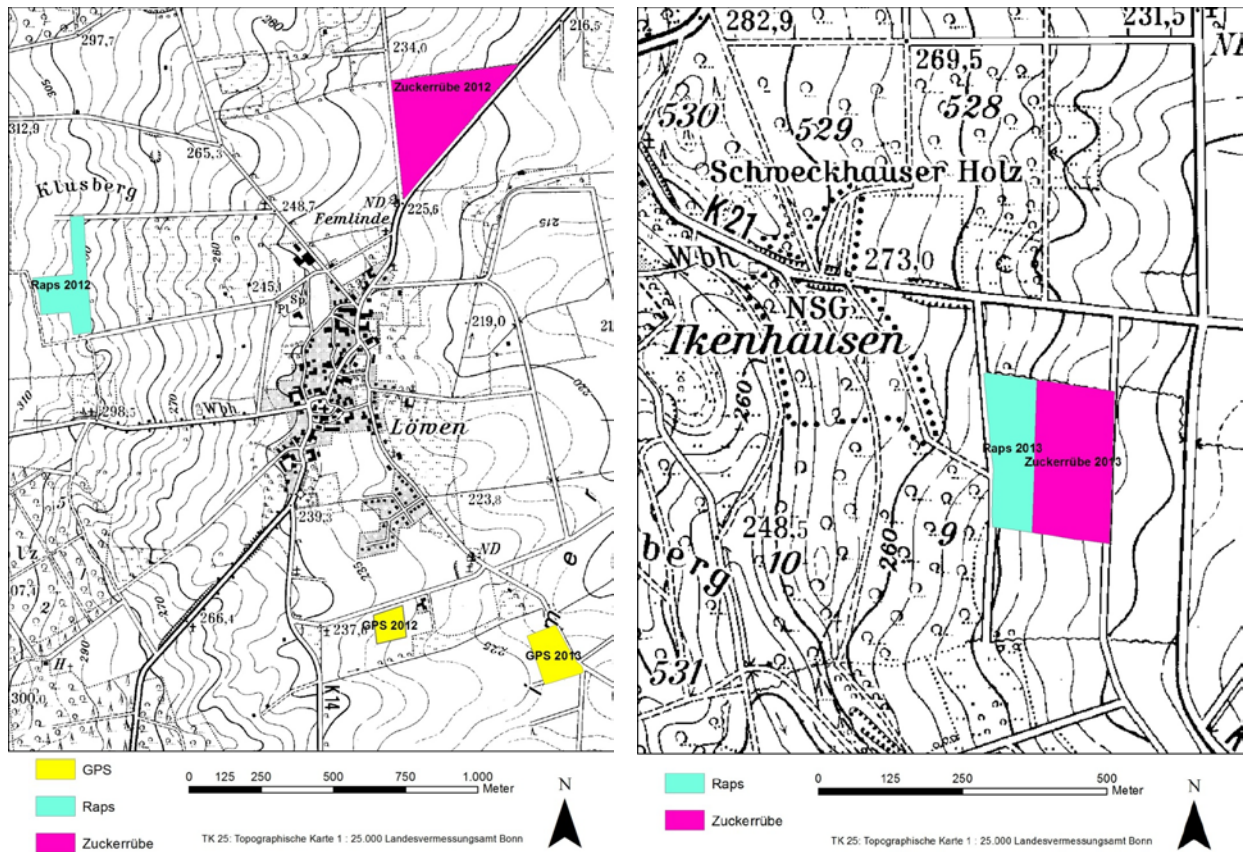


Abbildung 3.2: Lage der Untersuchungsflächen im UR Nord - links: GPS für 2012 und 2013, Raps und Zuckerrübe nur 2012, rechts: Lage von Raps und Zuckerrübe im Jahr 2013.

Trotz der größeren durchschnittlichen Schlaggröße ist prinzipiell von einer kleinräumigeren Strukturierung der Landschaft im Raum Sigmaringen im Vergleich zur Warburger Börde auszugehen. Die Feldblöcke im UR Nord waren i.d.R. großflächiger angelegt als diejenigen im UR Süd (vgl. Kapitel 4.5).

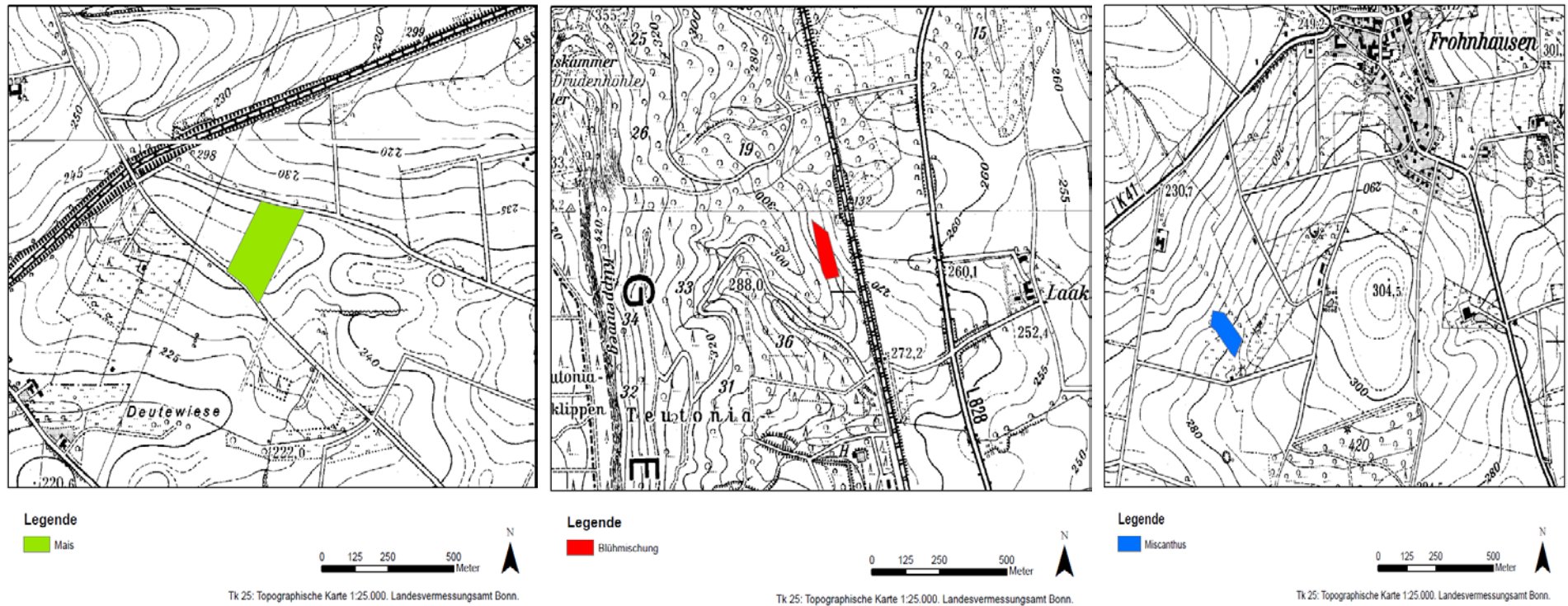


Abbildung 3.3: Lage der Untersuchungsflächen im UR Nord - a) Mais, b) Blümmischung, c) Miscanthus

Tabelle 3.2: Flächenbeschreibungen und abiotische Daten zu den einzelnen Kulturen im UR Nord.

	Fläche								
	Blümmischung	Mais	GPS		Miscanthus	Raps		Zuckerrübe	
Untersuchungsjahr	2012 & 2013	2012 & 2013	2012	2013	2012 & 2013	2012	2013	2012	2013
Kreis/Gemeinde	HX / Willebadessen	HX / Borgentreich	HX / Willebadessen	HX / Willebadessen	HX / Brakel	HX / Willebadessen	HX / Willebadessen	HX / Willebadessen	HX / Willebadessen
Lage	2 km nnw Borling-hausen	3,5 km nw Borgentreich	0,75 km sse Löwen	1,0 km s se von Löwen	1 km sw Frohnhausen	1 km w Löwen	2,8 km s sw Löwen	0,2 km n Löwen	2,8 km s sw von Löwen
Rechtswert (GK)	3501900	3514550	3507250	3507779	3512500	3406150	3506711	3407125	3506815
Hochwert (GK)	5718100	5717850	5715325	5715192	5722050	5716400	5713635	5717175	5713629
Schlaggröße [ha]	0,9	4,6	1,1	2,1	1,0	3,4	2,2	9,3	3,5
Messischblatt/Viertelquadrant	4420/11	4421/12	4420/23	4420/23	4321/31	4420/21	4420/23	4420/21	4420/23
Naturräumliche Einheit*	363.12 Kleinenberger Mulde	361.10 Borgentreicher Börde	361.10 Borgentreicher Börde	361.10 Borgentreicher Börde	361.00 Nieheim-Brakeler Bergland	361.10 Borgentreicher Börde	361.00 Nieheim-Brakeler Bergland	361.10 Borgentreicher Börde	361.00 Nieheim-Brakeler Bergland
Höhe über NN (mittlere) [m]	280	242	230	222	280	304	242	225	230
Exposition	ENE	SE	SE	-	NW	ENE	E	E	E
Hangneigung [°]	4	3	<1	<1	5,5	6,5	6	2	7
Geologischer Untergrund	oben: jl: Dunkler Ton; unten: km: Bunter Mergel	km1: Ton-Mergelstein	Löß: Lößlehm	Löß: Lößlehm	mo(2): Kalkstein	mo2: Ceratitenkalk	mo2: Ceratitenkalk	Löß: Lößlehm	mo2: Ceratitenkalk
Bodentyp	Braunerde	Pelosol-Braunerde	Parabraunerde	Pseudogley-Braunerde	Rendzina-Braunerde	Rendzina-Braunerde	Pelosol-Braunerde	Parabraunerde	Pelosol-Braunerde
Bodenart	utL	steinig-tL	IU/uL	IU	steinig-tL	steinig-uL/utL	utL	IU/uL	utL
Bodenmächtigkeit [dm]	2-8	2-7	6-20	6-15	3-6	1-4	2-7	6-20	2-7
Umgebungsstrukturen (Biotoptypen)	Grünland	Grünland	Ackerflächen	Ackerfläche	Grünland	Ackerflächen	Feldweg	Graben und -saum	Feldweg

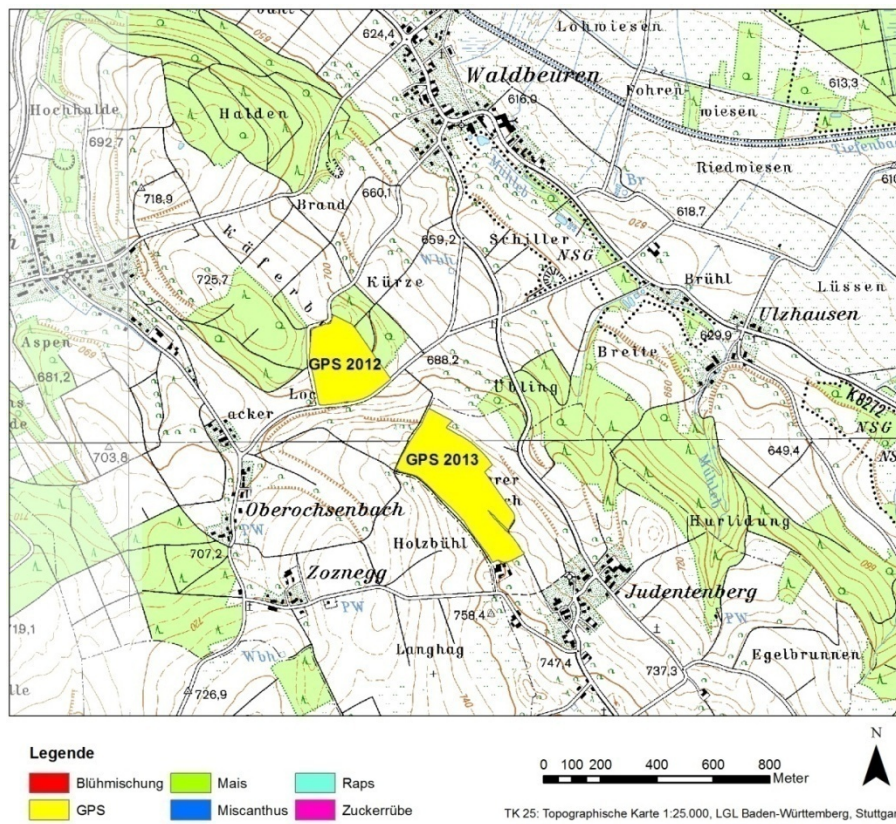
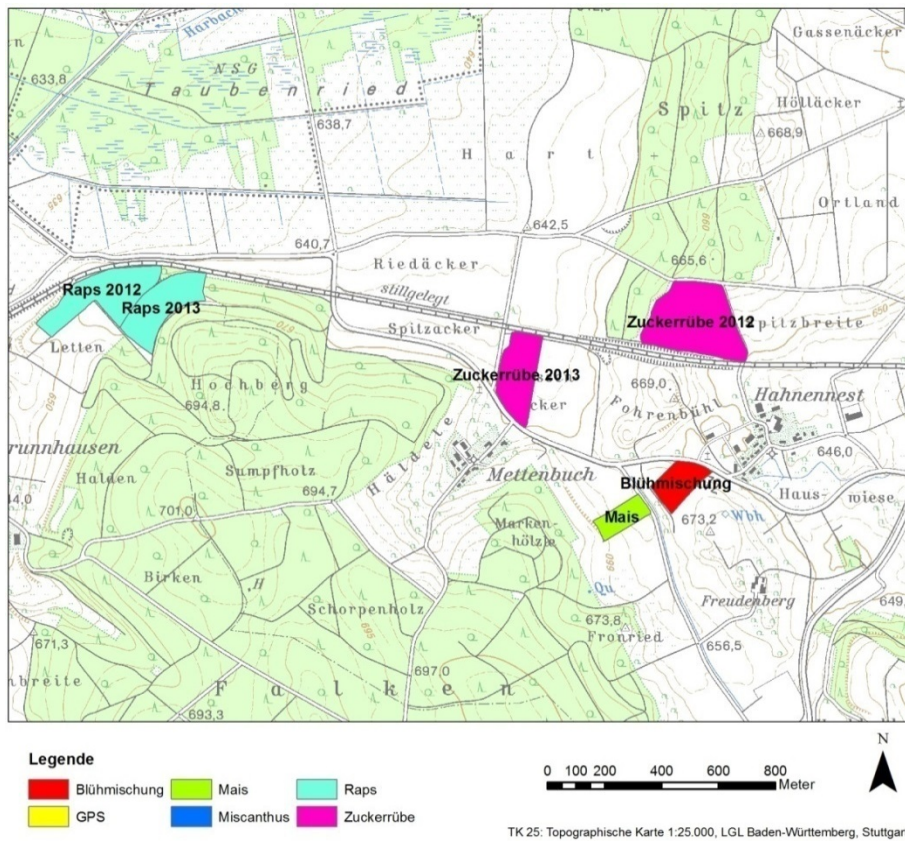


Abbildung 3.4: Energiekulturen in Hahnennest (Gemeinde Ostrach)

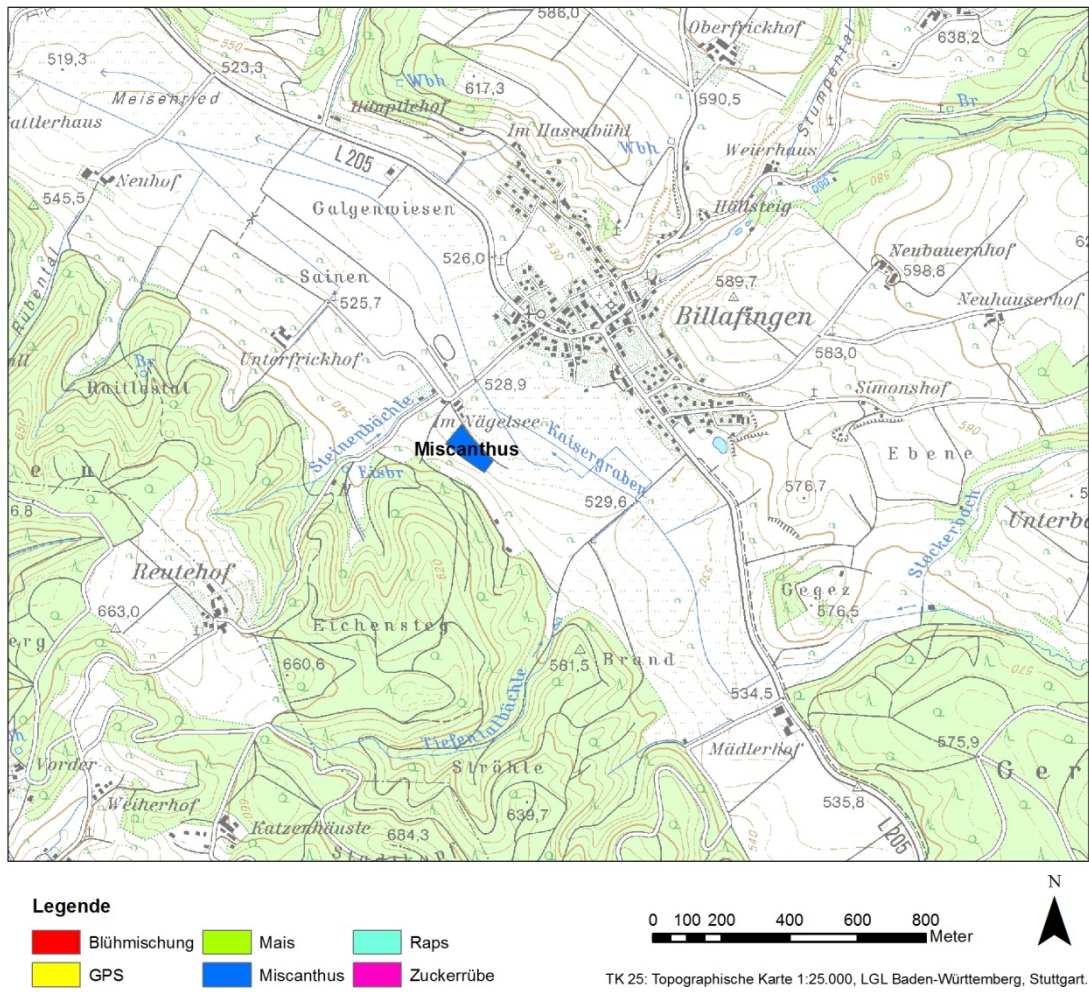


Abbildung 3.5: Energiekulturen (Miscanthus) in Billafingen (Gemeinde Owingen)

Tabelle 3.3: Flächenbeschreibung und abiotische Daten zu den einzelnen Kulturen im UR Süd.

	Fläche								
	Blütmischung		GPS		Mais		Raps		Zuckerrübe
Untersuchungsjahr	2012 & 2013	2012	2013	2012 & 2013	2012 & 2013	2012	2013	2012	2013
Kreis/Gemeinde	SIG / Ostrach	SIG / Ostrach	SIG / Ostrach	SIG / Ostrach	FN / Owingen	SIG / Ostrach	SIG / Ostrach	SIG / Ostrach	SIG / Ostrach
Lage	7 km e Pfullendorf	11 km se Pfullendorf	11 km se Pfullendorf	7 km e Pfullendorf	500 m s Billafingen	5 km e Pfullendorf	5 km e Pfullendorf	8 km e Pfullendorf	7 km e Pfullendorf
Rechtswert (GK)	3523975	3525180	3526099	3523854	4285440	3522128	3522270	3416061	3524145
Hochwert (GK)	5308835	5306806	5306677	5308732	5303097	5309540	5309472	5589152	5309417
Schlaggröße [ha]	2,0	6,1	10,1	1,5	0,8	4,9	3,9	7,2	3,6
Messtischblatt/Viertelquadrant	8021	8022	8022	8021	8120	8021	8021	8021	8021
Naturräumliche Einheit	0332 Oberschwäb. Hügelland	0332 Oberschwäb. Hügelland	0332 Oberschwäb. Hügelland	0332 Oberschwäb. Hügelland	0330 Hegau	0440 Donau-Alblach Platte	0440 Donau-Alblach Platte	0332 Oberschwäb. Hügelland	0332 Oberschwäb. Hügelland
Höhe über NN (mittlere) [m]	665	662	670	660	529	649	655	660	655
Exposition	SW	E	NE	NE	NW	ENE	N	E	--
Hangneigung [°]	4	2		2	1	4	3	1	0
Geologischer Untergrund	Jungmoräne Geschiebemergel	Jungmoräne Geschiebemergel	Jungmoräne Geschiebemergel	Jungmoräne Geschiebemergel	Kolluvium aus Abschwemmassen	Altmoräne Geschiebemergel Lößlehm	Altmoräne Geschiebemergel Lößlehm	Jungmoräne Geschiebemergel	Jungmoräne Geschiebemergel
Bodentyp	Parabraunerde	Parabraunerde	Parabraunerde	Parabraunerde		Pseudogley- Parabraunerde	Pseudogley- Parabraunerde	Parabraunerde	Parabraunerde
Bodenart	Lehm	Lehm	Lehm	Lehm	Lehm	Lehm	Lehm	Lehm	Lehm
Umgebungsstrukturen (Biotoptypen)	Grünland/ Feldgehölz/	Wald/Hecke	Stauden/Gehölz	Grünland/ Feldgehölz	Grünland	Raps / Hecke	Feldgehölz/Wald	Wald / Böschung	Böschung/Teich

3.3. Beschreibung der Kulturen

Im Rahmen des Projektes „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ wurden auf der Basis standardisierter Methoden die Fauna und Flora in insgesamt sechs Energiekulturen vergleichend erfasst und bewertet (Tabelle 3.4). Die in die Untersuchungen einbezogenen Kulturen (mehrjährige Blütmischung, Mais, Wintergetreide-Ganzpflanzensilage mit überjährigem Weidelgras-Nachbau, Raps, Zuckerrübe, Miscanthus) bilden das Spektrum der verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten von Energiepflanzen ab (Biogas, Ethanol, Biodiesel, Festbrennstoffe).

Mais und mehrjährige Blütmischung dienen als Referenzkulturen, von denen angenommen wird, dass sie sich durch besonders günstige (Gunstszenario - Blütmischung) bzw. besonders ungünstige (Ungunstszenario - Intensivmais) Rückwirkungen auf die Biodiversität auszeichnen. Die Bewertung der erfassten Zönosen in Bezug zu Referenzkulturen (Skalierung) schafft die Grundlage für eine prinzipielle Vergleich- und Übertragbarkeit von Ergebnissen auf andere Landschaftsräume und andere im Projekt nicht berücksichtigte Kulturen.

Das Projekt wurde in enger Kooperation mit Landwirten umgesetzt. Bewirtschaftung und Beprobung der Untersuchungsflächen waren in die normalen Betriebsabläufe integriert.

Tabelle 3.4: Übersicht über die im Rahmen des Projektes untersuchten Kulturen

Energetische Nutzungsziel	Referenz	Kultur
Biogas	Gunstszenario Biodiversität	mehrjährige Blütmischungen für Biogas (ohne Behandlung)
Biogas	Ungunstszenario Biodiversität	Mais ohne Fruchtwechsel (2 Jahre)
Biogas		Getreide Ganzpflanzensilage (Getreide-GPS)
thermische Verwertung		Miscanthus
Biodiesel		Raps
Ethanol		Zuckerrüben

3.3.1. Mais (*Zea mays*) - Nutzungsziel Biogas

Mais gehört zur Familie der Süßgräser (*Poaceae*). Es handelt sich um eine C₄-Pflanze, die wegen ihres speziellen Stoffwechsels in der Lage ist, bei hohen Temperaturen und Lichtintensitäten hohe Zuwächse zu realisieren und auch bei Wassermangel das Kohlendioxid (CO₂) der Luft noch sehr effektiv zu assimilieren.

Mais ist grundsätzlich selbstverträglich, wodurch ein Anbau mehrere Jahre nacheinander auf derselben Fläche als Monokultur möglich ist. Durch die Ganzpflanzenernte beim Energiemaisanbau verbleiben nur geringe Mengen organischer Masse aus Wurzeln und Stoppelresten im Boden, was in der Regel zu Humusabbau führt. Im Vergleich zu anderen Biogaspflanzen erzielt Mais in der Regel die höchsten Methanerträge je Flächeneinheit.

- Aussaat: Mitte April bis Mitte Mai;
- Ernte: Mitte bis Ende September (Trockensubstanz-Gehalt > 28 %);
- Düngung: sowohl mineralisch als auch organisch (April und Ende Juni/Anfang Juli);
- Pflanzenschutz: Herbizide in Abhängigkeit von der Verunkrautung bei Auflaufen der Kultur (Mai/Juni); Insektizide in der Regel zur Saat in Form von Saatgutbehandlung (Beizung) zur Bekämpfung der Fritfliege (incl. eines Fraßschutzes gegen Fasanen, Krähen und Tauben) und bei Bedarf gegen Maiszünslerbefall (Ende Juni – Mitte Juli). Die Bekämpfung des Maiszünslers spielt in den untersuchten Räumen eine untergeordnete Rolle (keine Körnermaisregionen). Ein Befall kann über die Fruchtfolge, mechanische Verfahren (Mulchen nach der Ernte) und biologische Verfahren (z. B. Trichogramma-Schlupfwespe) reguliert werden; die chemische Bekämpfung erfordert Spezialtechnik (Stelzenschlepper) und spielt somit in den untersuchten Räumen keine Rolle.

Zu den Biodiversitätseffekten des Maisanbaus in Bezug auf konkrete Artengruppen gibt es vor dem Hintergrund der Bedeutung der Kultur erstaunlich wenige Informationen. Lediglich die Rückwirkungen auf Vögel wurden für die Energiekultur Mais eingehender untersucht.

Mais zeichnet sich zu Beginn der Vegetationsperiode durch eine niedrige Vegetationsstruktur mit großem Anteil an offenem Boden aus. In dieser Phase stellen solche Flächen ein von Brutvögeln bevorzugtes Habitat dar (LUICK et al., 2011). Der für Offenlandarten attraktive Zustand von Maisflächen ändert sich ab Juni jedoch rapide. Der Mais entwickelt sich dann zu einer hochwüchsigen und vergleichsweise dichten Kultur, die von den klassischen

Agrarvögeln nicht mehr genutzt werden kann. Ähnlich negativ wirken sich fehlende Segetalflora und häufige Beikrautregulierungsmaßnahmen auf die Habitatsignung aus (DZIEWIATY et al., 2007; TILLMANN & KRUG, 2010). Von Feldlerchen (*Alauda arvensis*) werden dichte, hohe Bestände und damit auch der Mais gemieden (NEUMANN et al., 2009). Bei hoher Vegetationsdichte bietet Mais jedoch Familienverbänden von Rebhühnern eine gute Deckung (LUICK et al., 2011). Von Rebhühnern werden dann vor allem die Randbereiche oder angelegte Schneisen im Mais genutzt. Die inneren Bereiche werden auch von ihnen gemieden (TILLMANN, 2011). Bestimmte Arten, wie der Kiebitz (*Vanellus vanellus*) sind in der Lage, Maisflächen als Bruthabitat zu nutzen (DZIEWIATY et al., 2007; LUICK et al., 2011; NEUMANN et al., 2009). Sie sind jedoch auch auf Grünlandflächen in der unmittelbaren Umgebung angewiesen, auf die sie ihren Nachwuchs führen können (DZIEWIATY et al., 2007; LUICK et al., 2011). Der großflächige Anbau von Mais und anderen Ackerfrüchten schränkt die Potentiale für diese Art in Agrarlandschaften somit deutlich ein.

Im Winter können abgeerntete Maisfelder für Vögel durchaus eine wichtige Funktion als Nahrungshabitat einnehmen, wobei hier ein klarer Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Vögeln und dem Vorhandensein von Ernteresten besteht (RÜHMKORF & REICH, 2010). Negativ kann sich die dem Maisanbau häufig vorgelagerte Schwarzbrache auswirken, die durch ein mangelndes Nahrungsangebot und fehlende Deckung gekennzeichnet ist (TILLMANN, 2011).

Für Kleinsäuger erfüllt eine hohe Vegetationsbedeckung eine wichtige Funktion als Schutz vor Prädatoren. Daher werden Maisäcker mit einer dichten Segetalflora von Mäusen häufiger aufgesucht als Flächen ohne bodendeckende Segetalflora (KRUG & HÜBNER, 2011; TILLMANN & KRUG, 2010).

3.3.2. Mehrjährige Blütmischung - Nutzungsziel Biogas

Aus dem Projekt „Lebensraum Brache“ entwickelte sich die Idee, Ansaatmischungen zur Bioenergiegewinnung zu nutzen. Dieser Ansatz wurde von 2008 - 2010 im Rahmen des Projektes „Energie aus Wildpflanzen“ verfahrenstechnisch, ökonomisch und ökologisch untersucht und zur Anwendungsreife gebracht (VOLLRATH & KUHN, 2010).

Blütmischungen zur Biogasgewinnung setzten sich aus ein- und mehrjährigen Wild- und Kulturpflanzenarten zusammen. Die Entwicklung der Artenzusammensetzung im Laufe der

Jahre wird zum einen durch die Blütmischung selbst gesteuert, zum anderen spielt die Vornutzung der Fläche eine wesentliche Rolle. Vor allem auf langjährigen, selbstbegrünten Brachen können aufgrund des großen Diasporenvorrats im Boden Problemunkräuter wie Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*), Quecke (*Agropyron repens*) oder Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum perforatum*) zur Dominanz kommen (BÖRNER, 2007). Auch der Ampfer (*Rumex spp.*) ist in diesem Zusammenhang ein Problem.

Blütmischungen werden bis zu 3,5 m hoch und sind über mehrere Jahre nutzbar. In den ersten drei Standjahren verändert sich das Erscheinungsbild der Mischungen deutlich. An die Stelle der zunächst dominierenden ein- und zweijährigen Arten treten zunehmend ausdauernde Pflanzen. Da auf der Fläche selbst weniger Bewirtschaftungsgänge erfolgen, ist das Risiko einer Bodenverdichtung bei Blütmischungen vergleichsweise gering (MEIER, 2011). Die Gefahr von Wasser- oder Winderosion wird aufgrund mehrjähriger Bodenruhe, ganzjähriger Bodenbedeckung und intensiver Durchwurzelung des Bodens deutlich vermindert (MEIER, 2011). Durch die langjährige Bodenruhe verbessert sich zudem die Humusbilanz - der Bodenumusanteil nimmt trotz Abfuhr des Schnittgutes zu (ZELLER, 2011).

Der Anbau von mehrjährigen Blütmischungen erfolgt ab dem zweiten Anbaujahr mit nur zwei Maßnahmen pro Jahr (Düngung und Ernte) und damit extensiv (VOLLRATH, 2012). Da kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erforderlich ist, besteht auch keine Gefahr einer Schadstoffbelastung und von Stoffeinträgen in Oberflächengewässer. Der Düngemittelbedarf ist im Vergleich zum Anbau von Mais geringer. Es besteht somit eine geringere Gefährdung des Grundwassers durch laterale Stoffströme. Dies konnte MEIER (2011) auf Flächen mit kalkhaltigen Lehmböden in Unterfranken und sandigen Böden bei Oldenburg, im Saterland und bei Osnabrück nachweisen.

- Aussaat: einmalig Ende März bis Anfang Mai (Nutzungsdauer abhängig von der Blütmischung);
- Ernte: im ersten Jahr im September, danach Ende Juli - August (Trockensubstanz-Gehalt > 28 %);
- Düngung: mineralisch oder organisch (Ende März/Anfang April);
- Pflanzenschutz: nicht erforderlich; ggf. Schröpfschnitt im ersten Jahr.

Die Blütmischungen bieten zusätzliche Lebensräume für Wildtiere und stellen vor allem in der blütenarmen Zeit von Mitte Juni bis Mitte August eine wichtige Nahrungsquelle für

Bienen und andere Blütenbesucher dar. Vergleiche zwischen verschiedenen Blümmischungen, Stilllegungsflächen und Äckern ergaben, dass Blümmischungen eine höhere Artenzahl und Artenreichtum bei den Tagfaltern fördern. Neben häufigeren Arten stellen sich auch naturschutzrelevante Arten, wie Großer Fuchs (*Nymphalis urticae*) oder Schwalbenschwanz (*Papilio machaon*) ein (DEGENBECK et al., 2005).

Der Wert der Blümmischungsflächen für Spinnen liegt hauptsächlich in der über mehrere Jahre reduzierten Störung. Dadurch nehmen die zu Beginn individuenstärksten, eurytopen Arten ab und es können sich weniger störungstolerante Arten auf den Flächen etablieren. Auf den Ansaatflächen stellen sich entsprechend artenreichere Zönosen ein (DEGENBECK et al., 2005). Wie sich eine jährliche Beerntung auf die Artenzusammensetzung und Artenzahl bei den Spinnen auswirkt, ist derzeit noch nicht bekannt, da die dargestellten Ergebnisse von angesäten Stilllegungsflächen stammen.

Die strukturreichen, teilweise heckenähnlichen Habitats der Blümmischungen bieten verschiedenen Vogelarten Brut- und Nahrungshabitat sowie Ansitz- und Singwarten. In den hessischen und bayrischen Flächen waren u.a. Arten wie Baumpieper (*Anthus trivialis*), Dorngrasmücke (*Sylvia communis*) und Neuntöter (*Lanius collurio*) anzutreffen. Die Blümmischungen scheinen in ausgeräumten Landschaften einen guten Ersatz für Heckenstrukturen zu gewährleisten (DEGENBECK et al., 2005). Auch Raubvögel wie Rohrweihe (*Circus aeruginosus*), Mäusebussard (*Buteo buteo*), Turmfalke (*Falco tinnunculus*) und Schleiereule (*Tyto alba*) waren regelmäßig über den Flächen zu beobachten.

In den Wintermonaten bieten die Blümmischungen ein reiches Nahrungsangebot an Samen und Wirbellosen. Insgesamt weisen die struktur- und nahrungsreichen Blümmischungsflächen eine deutlich höhere Siedlungsdichte, Artenzahl und Anzahl gefährdeter Arten auf, als intensiv ackerbaulich genutzte Vergleichsflächen (BÖRNER, 2007).

3.3.3. Wintergetreide-Ganzpflanzensilage mit überjährigem Weidelgras-Nachbau (*Lolium spec.*) - Nutzungsziel Biogas

Zur Verwendung als Biogassubstrat werden Getreide-Ganzpflanzen als Hauptfrucht zwischen der Milchreife und der Teigreife der Körner (Mitte/Ende Juni) geerntet und einsiliert. Generell ist die Verwendung aller Getreidearten zur Ganzpflanzensilage (GPS)-Nutzung möglich. Getreide-GPS stellt aus Sicht der Produzenten eine gute Ergänzung zum Maisanbau dar.

Insbesondere auf Grenzlagen des Maisanbaus können vergleichbare Biomasseerträge erzielt werden. Die Bestandesführung von GPS-Getreide erfolgt mit Ausnahme des Erntezeitpunktes grundsätzlich wie zur Kornnutzung. Die Saatkichte ist beim GPS-Getreide allerdings um etwa 10% höher als beim konventionell genutzten Getreide.

Nach der Getreide-GPS-Ernte wird überjähriges Weidelgras in Blanksaat ausgesät, welches ein- bis zweimal im Spätsommer/Herbst und einmal im Frühjahr vor Aussaat der Folgekultur (Mais) geerntet wird. Aufgrund der schwierigen Etablierung von Untersaaten bei dichtwüchsigem Getreide wird die Blanksaat von Weidelgras nach der Ernte favorisiert. Der Weidelgras-Zwischenfruchtanbau schützt Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer vor Erosion und Nährstoffeinträgen und dient dem Humusaufbau.

- Aussaat: Getreide im Herbst; Weidelgras im Frühsommer (Anfang Juli);
- Ernte: Getreide Ende Juni bis Anfang Juli (Stadium Milch-/Teigreife; Trockenstoffgehalt zwischen 30 - 35 %); Weidelgras Mitte September und ggf. im Spätherbst sowie Ende April im folgenden Frühjahr;
- Düngung: sowohl mineralisch als auch organisch (Getreide: Anfang/Mitte März; Weidelgras: nach jedem Schnitt (nur organische Düngung));
- Pflanzenschutz: Herbizide, Molluskizide und Fungizide nach Bedarf (Herbst und Anfang Mai - Anfang Juni).

Für die Beikrautflora unterscheidet sich der Anbau von Getreide zur Körnerproduktion vom Anbau zur Ganzpflanzengewinnung nur unwesentlich. Hier spielt primär die Intensität des Anbauverfahrens eine Rolle (BÀRBERI et al., 1997). Bei hoher und für GPS-Kulturen vielfach typischer Saatkichte sind Beikräuter lichtlimitiert und fehlen fast völlig. Problematisch stellt sich zudem der vorgezogene Erntetermin dar, der in die Blüte- und Reifezeit einiger Arten fällt.

Eine Vielzahl von Wiesen- und Ackervögeln nutzen landwirtschaftliche Flächen zur Brut und Jungenaufzucht. Während dieser Periode benötigen sie neben artspezifisch unterschiedlichen Habitatstrukturen vor allem Flächen, auf denen sie ungestört sind. Die Ernte von Ganzpflanzengetreide fällt für fast alle ackerbrütenden Arten genau in den Brutzeitraum und hat damit einen deutlich negativen Einfluss auf den Reproduktionserfolg (BERNARDY & DZIEWIATY, 2005). Vor allem Grauammer, Braunkehlchen, Wachtel und Ortolan sind davon betroffen (FNR, 2010). Daher sind späte Erntetermine für einen vogelschonenden Anbau zu

bevorzugen. DZIEWIATY et al. (2007) nennen einen Erntetermin ab Mitte Juni um negative Effekte zu minimieren.

3.3.4. Raps (*Brassica napus*) - Nutzungsziel Biodiesel

Raps, aus der Familie der Kreuzblütengewächse (*Brassicaceae*), wird vorwiegend für die Produktion von Pflanzenöl und Rapsmethylester (Biodiesel) angebaut. Der dabei anfallende Rapspresskuchen ist ein hochwertiges Futtermittel, das in der Tierfütterung eingesetzt wird. Da Raps nicht selbstverträglich ist, sollte eine Anbaupause auf der gleichen Fläche von mindestens drei Jahren eingehalten werden, um Fruchtfolgekrankheiten im Bestand zu verhindern. Aufgrund intensiver Durchwurzelung eignet sich Raps generell gut als Vorfrucht für andere Kulturen (FNR, 2014b).

- Aussaat: Spätsommer (August);
- Ernte: Mitte bis Ende Juli (Stadium Vollreife);
- Düngung: mineralisch (Herbst und Ende Februar/Mitte März);
- Pflanzenschutz: Herbizid und Molluskizid im Herbst, Fungizid Anfang/Mitte Mai, Insektizide in Abhängigkeit von der Schadschwelle (Mitte März - Mitte Juni).

Die Besonderheiten im Raps sind der Blühaspekt, die ölhaltigen Samen und das Rapskraut, die eine im Vergleich zum Getreide völlig verschiedene Nahrungsbasis bereitstellen. Wie in allen landwirtschaftlichen Kulturen ist die Nutzungsform und -intensität der bedeutendste Wirkfaktor für die Zusammensetzung, Diversität und Abundanz der verschiedenen Faunenelemente im Raps. So wirkt die Art der Bodenbearbeitung in Rapsfeldern wesentlich auf die Aktivitätsdichte von Laufkäfern, wie eine Studie in Großbritannien für den Gemeinen Grabkäfer (*Pterostichus melanarius*) belegt. Nichtwendende Bearbeitungsverfahren, wie die Direktsaat, wirkten sich positiv auf die Individuenzahl bei dieser Art aus (SYMONDSON et al., 1996).

Wie sich der Rapsanbau auf die Avifauna auswirkt, hängt wesentlich davon ab, ob er als Sommer- oder Winterkultur angebaut wird. Sommerraps bietet zu Beginn der Vegetationsperiode noch lückige, niedrige Strukturen, die von bodenbrütenden Arten gerne als Neststandort angenommen werden. Eine britische Studie konnte eine starke Präferenz von Rohrhammern (*Emberiza schoeniclus*) für Raps als Bruthabitat zeigen (GRUAR et al., 2006). Andere Studien finden keinen deutlichen Zusammenhang zwischen Rohrhammern und Raps

(MASON & MACDONALD, 2000). BERNARDY & DZIEWIATY (2005) ermittelten, dass Rapsbestände für die meisten Arten als Bruthabitat zu schattig und zu dicht sind. Die nicht einheitlichen Befunde lassen regionale Unterschiede in der Wahl von Raps als Bruthabitat vermuten.

Andere Vogelarten zeigen eine Präferenz für die Kultur als Nahrungshabitat (GREEN et al., 1994; GRUAR et al., 2006; MASON & MACDONALD, 2000), da im Raps sowohl Samen als auch eine reiche Zahl an Invertebraten verfügbar sind. Zur Nahrungssuche spielt der Aussaatzeitpunkt der Kultur keine so entscheidende Rolle, wie bei der Wahl des Brutlebensraumes. Während des Winters wird Winterraps von den meisten Vogelarten gemieden (TUCKER, 1992; WILSON et al., 1996). Lediglich für Singdrosseln (*Turdus philomelos*) und Feldlerchen (*Alauda arvensis*) liegen Angaben vor, dass diese in Winterraps nach Nahrung suchen (DONALD et al., 2001; GILLINGS & FULLER, 2001).

3.3.5. Zuckerrübe (*Beta vulgaris*) - Nutzungsziel Bioethanol

Zuckerrüben gehören zur Familie der Gänsefußgewächse (*Chenopodiaceae*) und werden im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe zur Produktion von Bioethanol genutzt, aber auch zunehmend als Biogassubstrat. Gründe dafür sind hohe Biogaserträge aufgrund des hohen Zucker- sowie Trockenmasseertrags der Rüben. Durch den Zusatz von Zuckerrüben in die Biogasanlage können die Verweilzeiten von Mais im Fermenter reduziert werden, wodurch der Durchsatz erhöht und somit die Methanausbeute gesteigert wird (GLAUERT & HOFFMANN, 2012). Der Anbau von Zuckerrüben zur Nahrungsmittel- und Energieproduktion unterscheidet sich nicht:

- Aussaat: Ende März bis Anfang April;
- Ernte: Ende September bis Anfang November;
- Düngung: mineralisch (April), in Kombination mit Biogas ggf. auch organische Teilgabe möglich (Gärs substrat);
- Pflanzenschutz: Herbizid nach der Saat bis Mitte/Ende Mai; Fungizid, Insektizid und Molluskizid nach Bedarf (bis Ende Juli).

Aufgrund des großen Pflanzabstandes, den großen, breiten Blättern und des langsamen Vegetationsschlusses bietet die Kultur gute Habitatbedingungen für Offenlandarten. Ganz allgemein wird bei Zuckerrüben das Risiko hinsichtlich eines Verlustes von Lebensräumen

bzw. von Artenvielfalt als gering eingestuft (REINHARDT et al., 2004). Rüben bieten wegen der vergleichsweise geringen Vegetationsdichte der Segetalflora im Prinzip vielfältige Möglichkeiten zur Ansiedlung. Daher sind solche Unkräuter dort oftmals in höherer Dichte vorhanden, als in Getreidefeldern (DEFRA, 2002). Zu beachten ist in diesem Zusammenhang allerdings, dass im Rahmen der ordnungsgemäßen Landwirtschaft in Zuckerrübenkulturen in der Regel eine vergleichsweise häufige Applikation von Herbiziden erfolgt, um die Ackerbegleitflora zu unterdrücken. Damit werden erhöhte Unkrautbestände trotz eigentlich günstiger Siedlungsbedingungen unterdrückt.

Im Herbst gesäte Kulturen, wie Winterweizen und Raps bieten Invertebraten wie Laufkäfern, Staphyliniden und Spinnen im Frühjahr bessere Deckung als spät auflaufende Sommerkulturen wie die Zuckerrübe (BOOIJ & NOORLANDER, 1992). In Abhängigkeit von der Vegetationsbedeckung lagen die Individuenzahlen der Laufkäfer beim Kohl dreimal höher als unter Zuckerrübe (VARIS et al., 1984).

Zuckerrüben stellen aufgrund der Bestellung im Frühjahr, der breiten Blätter der Rübenpflanzen und des Vorhandenseins von Getreidestoppeln im Winter ein sehr gutes Brut- und Nahrungshabitat für Vögel dar (HOPE & JOHNSON, 2003; LAND USE CONSULTANTS, 2007). Daneben bieten die im Vergleich zu Getreidefeldern in Rübenkulturen verstärkt auftretenden zweikeimblättrigen Unkräuter für Vögel ein erhöhtes Angebot an Invertebraten und Samen (DEFRA, 2002). Eine intensive Nutzung mit verstärktem Düngemittel- und Pestizideinsatz kann diesen Wert schmälern.

Eine britische Studie belegt einige naturschutzfachlich relevante Vogelarten, wie z.B. den Triel (*Burhinus oedicnemus*) auf Zuckerrübenfeldern in Großbritannien (DEFRA, 2002). Während des Winters nutzen unter anderem Schwärme von Gänsen, darunter die Kurzschnabelgans (*Anser brachyrhynchus*), von Schwänen, Kiebitzen (*Vanellus vanellus*) und Wiesenpiepern (*Anthus pratensis*) die abgeernteten Rübenfelder zur Nahrungssuche (DEFRA, 2002).

3.3.6. Miscanthus (*Miscanthus giganteus*) - Nutzungsziel Festbrennstoff

Miscanthus ist ein wärmeliebendes, mehrjähriges Süßgras (*Poaceae*) und wurde Anfang der 1920-iger Jahre als Zierpflanze nach Europa eingeführt. Es ist auch unter dem Namen „Chinaschilf“ oder „Japanisches Seidengras“ bekannt. Die Pflanze zählt wie Mais zu den C₄-

Pflanzen und erreicht eine Wuchshöhe von bis zu 4 m. Der Anbau erfolgt nach dem Etablierungsjahr extensiv ohne den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und mit nur geringer Düngergabe. Nach einmaliger Pflanzung von Rhizomen bzw. Jungpflanzen Mitte April bis Ende Mai ist eine Nutzung über einen Zeitraum von bis zu 20 Jahren möglich.

Ungefähr 2,5 kg trockener Miscanthus-Biomasse ersetzen einen Liter Heizöl. Mit der Ernte von einem Hektar können somit bis zu 8.000 Liter Heizöl ersetzt werden. Dies entspricht dem Wärmebedarf von zwei bis drei Einfamilienhäusern.

- Pflanzung: einmalig Mitte April bis Ende Mai (Nutzungsdauer ca. 20 Jahre);
- Ernte: gegen Winterende (Ende Februar/Anfang März);
- Düngung: mineralisch (Ende April/Anfang Mai);
- Pflanzenschutz: ab dem zweitem Anbaujahr nicht erforderlich.

Im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Kulturen schneidet der Miscanthus nach den vorliegenden Literaturangaben bezüglich der Biodiversität vergleichsweise gut ab. Dies ist im Wesentlichen seiner Eigenschaft als Dauerkultur und Untersuchungen in untypisch lückigen Kulturen geschuldet und weniger der Pflanze Miscanthus an sich. Miscanthus-Kulturen benötigen für die Etablierung mehrere Jahre, in denen der Bestand noch lückig und reichlich offener Boden vorhanden ist. Hier kann sich eine reiche Unkrautflora ohne Konkurrenz um Licht und Nährstoffe etablieren. Dementsprechend stellten SEMERE & SLATER (2007a) trotz höherer Herbizidapplikationen in zwei bis dreijährigen Miscanthus-Beständen Gesamtdeckungen der Bodenflora von 48 - 96 % im Vergleich zu 1 - 5 % in heimischen Rohrglanzgrasflächen (*Phalaris arundinacea*) fest. Entsprechend war auch die floristische Diversität in den untersuchten Miscanthus-Flächen höher als in Rohrglanzgras-Flächen (SEMERE & SLATER (2007a). Mit zunehmendem Alter und Pflanzendeckungsgrad nimmt die Diversität der Begleitflora in Miscanthus-Beständen wieder ab. Es dominieren in älteren Beständen nur noch wenige Unkräuter. Bisher fehlen jedoch Untersuchungen zur Begleitflora in solchen Beständen. Verschiedene Autoren vermuten, dass die starke Beschattung in etablierten Flächen zu einer starken Unterdrückung der Beikrautvegetation führt (LAND USE CONSULTANTS, 2007; TURLEY et al., 2004).

Auf stärker verunkrauteten Miscanthus-Flächen stellten SEMERE & SLATER (2007b) eine höhere Vielfalt und Abundanz an Laufkäfern, Schmetterlingen, Hummeln und Schwebfliegen fest, als auf Rohrglanzgrasflächen und Weizenäckern, die durch geringeren Unkrautbesatz gekennzeichnet waren. Dies hängt mit den besseren mikroklimatischen Bedingungen in

verunkrauteten Flächen und insbesondere mit dem höheren und vielfältigeren Nahrungsangebot für Larven und Adulte zusammen. Die nicht einheimische Miscanthus-Pflanze selbst beherbergt dagegen weniger Arten als das einheimische Rohrglanzgras (SEMERE & SLATER, 2007b).

In einer Studie auf deutschen und schweizer Flächen wurde Miscanthus anderen Kulturen, wie Futterwiese, Mais, Raps, Winterweizen und Zuckerrübe gegenübergestellt (LOEFFEL & NENTWIG, 1997). Dabei waren in den Miscanthus-Beständen die Gesamtartenzahlen für Spinnen und Laufkäfer am höchsten. Im Vergleich zu annuellen Intensivkulturen ist im Miscanthus ein reicheres Bodenleben vorhanden, das jedoch nicht an das von ökologisch bewirtschafteten Kulturen heranreicht (KATTER et al., 1993). LOEFFEL & NENTWIG (1997) stellten in Untersuchungen an drei- bis sechsjährigen Flächen eine Zunahme von feuchtigkeitsliebenden Käfern und Myriapoden in der sich entwickelnden Streuauflage fest.

Eine Reihe von Studien hat sich mit den Effekten von Dauerkulturen wie Miscanthus auf die Diversität der Vögel beschäftigt (BELLAMY et al., 2009; SAGE et al., 2010; SEMERE & SLATER, 2005, 2007a). Wie stark und von welchen Vogelarten Miscanthus-Kulturen genutzt werden, hängt wesentlich von der Struktur der Flächen und ihrer Verunkrautung ab. Für Arten, die am Boden nach Nahrung suchen, wird die Vegetationsdichte als Schlüsselfaktor angegeben, der den Erfolg bei der Nahrungssuche und die Habitatwahl beeinflusst (HENDERSON et al., 2000). LOEFFEL & NENTWIG (1997) geben als bedeutendste Nachteile von Miscanthus-Kulturen für die Vogelwelt das relativ spät einsetzende, ausgeprägte Vegetationswachstum während der Brutsaison und die im Miscanthus fehlende Nahrung für Insektenfresser bzw. insektenfressende Nestlinge an.

In den ersten Jahren nach der Neuanlage ähnelt die Struktur im Miscanthus derjenigen von Getreidekulturen oder Brachflächen. Miscanthus wird dann von Arten der offenen Landschaft wie Feldlerche (*Alauda arvensis*), Kiebitz (*Vanellus vanellus*) und Wiesenpieper (*Anthus pratensis*) genutzt (SEMERE & SLATER, 2007a). Im geschlossenen Bestand ähnelt in späteren Jahren die Artenzusammensetzung derjenigen von Kurzumtriebsplantagen mit Arten wie Buchfink (*Fringilla coelebs*), Goldammer (*Emberiza citrinella*), Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*) und Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) (SAGE et al., 2006, 2010). BELLAMY et al. (2009) stellen jedoch fest, dass die Zahl der Gehölbewohner während der Brutsaison deutlich niedriger ist, als während des Winters. Miscanthus scheint demnach als Bruthabitat weniger attraktiv zu sein.

Während des Winters sind im *Miscanthus* vorwiegend am Boden nach Nahrung suchende Samenfresser wie beispielsweise diverse Finken und Ammern vertreten. Die Artenzusammensetzung und Individuendichte hängt vom Vorhandensein und der Abundanz einer samenreichen Unkrautvegetation ab. SAGE et al. (2010) fanden in ihren Erhebungen in *Miscanthus* deutlich weniger Samen fressende Singvögel im Winter und führen dies neben der geringeren Verunkrautung in ihren Flächen auf regionale Unterschiede zurück. Lückige Flächen im *Miscanthus* bieten passende Strukturen für einige überwinterte Arten, wie Bekassine (*Gallinago gallinago*) oder Waldschnepfe (*Scolopax rusticola*) (SAGE et al., 2010). Nach den Untersuchungen von SAGE et al. (2010) treten im Winter im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Kulturen im *Miscanthus* verstärkt Drosseln, Amseln (*Turdus merula*), Meisen, Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Zaunkönige (*Troglodytes troglodytes*) und Heckenbraunellen (*Prunella modularis*) auf. Auf den landwirtschaftlichen Vergleichsflächen dominierten die Rabenvögel (Corviden). Offenlandarten, wie Feldlerche (*Alauda arvensis*) und Kiebitz (*Vanellus vanellus*), waren im Winter in der englischen Studie im *Miscanthus* nicht anzutreffen.

Die Sommervogeldichten sind in *Miscanthus*-Beständen ebenfalls ähnlich oder etwas niedriger als in Kurzumtriebsplantagen, aber höher als in ackerbaulich genutzten Kulturen (BELLAMY et al., 2009; SAGE et al., 2006, 2010). Für einzelne Arten, wie Feldlerche (*Alauda arvensis*), Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*) und Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) wurden vergleichbar hohe Abundanzen wie in Brachflächen (Feldlerche) oder Rapskulturen (Rohrammer und Teichrohrsänger) gefunden (BURTON et al., 1999; GRUAR et al., 2006; MASON & MACDONALD, 2000; POULSEN et al., 1998). *Miscanthus* kann also vorübergehend ein passendes Habitat für Vögel darstellen (BELLAMY et al., 2009).

Viele Kleinsäuger sind Bewohner von Grenzhabitaten (POLLARD & RELTON, 1970). Dementsprechend ist ihre Abundanz an den Rändern der *Miscanthus*-Schläge höher als im *Miscanthus* selbst.

4. Methoden

Die Erhebungen im Projekt kombinieren die Erfassung von Flora und Fauna mit Erhebungen zur Landschaftsstruktur, betriebswirtschaftlichen und auf die jeweiligen Kulturen bezogenen Kenngrößen und Treibhausgasbilanzierungen. Die Erhebungen zu Fauna und Flora dienen der Ermittlung kulturspezifischer ökologischer und naturschutzfachlicher Effekte. Mit den über die Erfassung von Artengruppen hinausgehenden Untersuchungen sollen die Grundlagen für eine umfassende und über reine Naturschutzaspekte hinausgehende Bewertung der untersuchten Kulturen geschaffen werden. Entsprechende Bewertungen sind Voraussetzung für die aus den Untersuchungen abzuleitenden Empfehlungen für agrarpolitische Rahmen- und Förderprogramme.

Im Einzelnen soll der umfassende Forschungsansatz im Rahmen des Projektes „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ die Erreichung folgender Zielsetzungen gewährleisten:

- Vergleich verschiedener Energiekulturen in Bezug auf Artengemeinschaften und den daraus abzuleitenden naturschutzfachlichen Wert;
- Erste Abschätzung der Effekte verschiedener Energiekulturen in Bezug auf Ökosystemdienstleistungen;
- Übertragbarkeit des Ansatzes auf verschiedene Landschaftsräume und damit Vergleich landschaftlicher Effekte (Rückwirkung der Ausgestaltung der Landschaft auf die Biodiversität in Kulturen/Anbausystemen);
- Treibhausgasbilanzierung zur umfassenderen Bewertung von Umwelteffekten;
- Erfassung von Bewirtschaftungsdaten und ökonomische Bewertung verschiedener Kulturen als Grundlage für praktische Empfehlungen und Empfehlungen zur Ausgestaltung von Förderprogrammen.

4.1. Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Erfassungen

4.1.1. Produktionstechnische Erfassungen

Als wichtiger Bestimmungsfaktor für betriebswirtschaftliche Kenngrößen, aber auch für ökologische Leistungen bestimmter Produktionsverfahren, wurden die Bewirtschaftungsdaten (u.a. Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz) zu den untersuchten Kulturen durch Befragungen der beteiligten Landwirte möglichst detailliert ermittelt. Die Daten können im Folgeschritt mit den Ergebnissen der Erfassungen zu Fauna und Flora abgeglichen werden. Der entsprechende Abgleich liefert wichtige Rahmenbedingungen für die Interpretation von Erfassungsdaten.

4.1.2. Betriebswirtschaftliche Erfassungen und sozio-ökonomische Bewertung

Der Deckungsbeitrag errechnet sich aus der Leistung (Marktleistung der Haupt- und Nebenprodukte zzgl. gekoppelter Prämien) eines Produktionsverfahrens abzüglich der variablen Kosten, die sich aus Direktkosten (Kosten für Saatgut/Pflanzgut, Düngung, Pflanzenschutz) und variablen Arbeitserledigungskosten (variable Maschinenkosten, Löhne und Kosten für Dienstleistungen) sowie dem Zinsansatz für das zur Finanzierung der variablen Kosten gebundene Kapital zusammensetzen. Die direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung errechnet sich aus dem Deckungsbeitrag abzüglich der festen Kosten für Maschinen und Löhne bzw. eines Lohnansatzes für nicht entlohnte Arbeitskräfte der Unternehmerfamilie. Der kalkulatorische Gewinnbeitrag ergibt sich nach Abzug der Flächen-, Gebäude-, Rechte- und allgemeinen Kosten (Gemeinkosten). Bei den Flächenkosten wird nicht zwischen Pacht- und Eigentumsflächen unterschieden; es wird einheitlich ein Pachtansatz abgezogen. Zur Finanzierung der Flächen-, Gebäude-, Rechte- und allgemeinen Kosten stehen zusätzlich die entkoppelten Prämien (Einheitliche Betriebsprämie) zur Verfügung. Der kalkulatorische Gewinnbeitrag ist der Beitrag eines Produktionsverfahrens zur Entlohnung des unternehmerischen Risikos (KTBL, 2012a).

Der Ertrag einer Kultur hängt von verschiedenen Faktoren wie z.B. der Bewirtschaftung und der Witterung ab und schwankt daher von Jahr zu Jahr. Aus diesem Grund wurden die ökonomischen Berechnungen nicht nur mit den bei den Landwirten erfassten Daten durchgeführt (s. Anhang), sondern auch mit Durchschnittswerten der letzten Jahre bei Ertrag (niedrig, mittel, hoch) (Tabelle 4.1) und beim Einsatz von Maschinen, Dünge- und

Pflanzenschutzmittel. Die Pachtpreise wurden an das Ertragsniveau der jeweiligen Flächen angepasst.

Die unterschiedlichen Ertragshöhen, die Menge an ausgebrachten Pflanzenschutzmitteln, die Maschinenkosten sowie die Arbeitszeitwerte wurden anhand der Kalkulationsprogramme „Futterbau“ und „Marktfrüchte“ der LEL (2013a, b) sowie der KTBL-Datensammlungen „Betriebsplanung Landwirtschaft“ (KTBL, 2012a), „Energiepflanzen“ (KTBL, 2012b) und „Miscanthus“ (KTBL, 2012c) ermittelt. Es wurde angenommen, dass alle Arbeiten zu 100 % in Eigenmechanisierung durchgeführt werden. Bei den variablen Maschinenkosten wurde entsprechend des Ertragsniveaus (niedrig/mittel/hoch) die Bodenart zur Ermittlung des Zugkraftbedarfs entsprechend angepasst (leicht/mittel/schwer); es wurde ein Mittelwert aus wendender/nichtwendender Bodenbearbeitung ermittelt und in den Berechnungen angesetzt.

Die anhand der KTBL-Datensammlung „Betriebsplanung Landwirtschaft“ (KTBL, 2012a) ermittelten Arbeitszeitwerte für die Maschinenarbeiten wurden um einen Anteil für nicht zuordenbare Arbeiten erweitert (allgemeine Arbeiten). Einem Produktionsverfahren nicht eindeutig zuordenbare Arbeiten sind z.B. Hof- und Büroarbeiten. Die anteilige Berücksichtigung von Arbeitszeiten für nicht unmittelbar zuordenbare Arbeiten basiert auf den länderspezifischen Kalkulationsdaten für Baden-Württemberg (LEL, 2013a, b). Der Umfang der zu berücksichtigenden Zeiten für Allgemeinarbeiten ist vor allem durch die Agrarstruktur, Betriebsgröße und -organisation bedingt. Es wurde zur Erfassung von Allgemeinarbeiten ein Betrag von 20 % der Maschinenarbeitszeiten auf die ermittelten Werte zugeschlagen (Annahme der vollständigen Eigenmechanisierung). Der Lohnansatz wurde mit 15 €/AKh veranschlagt.

Tabelle 4.1: Niedriges, mittleres und hohes Ertragsniveau der betrachteten Kulturen Blümmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe.

Ertragsniveau	Kultur					
	BM	Ma	GPS*	Mi	Ra	ZR
	dt TM/ha			dt FM/ha		
niedrig	80	120	100	100	30	600
mittel	110	150	120	150	40	700
hoch	140	180	140	200	50	800

Abk.: BM - Blümmischung, GPS - Gersten-GPS, Ma - Mais; Mi - Miscanthus, Ra - Raps; ZR - Zuckerrübe

Die Nährstoffkosten wurden auf Grundlage der mit dem Ernteprodukt abgefahrenen Nährstoffe bestimmt, da diese im Betrieb wieder ersetzt werden müssen. Bei den Marktfrüchten (Raps, Zuckerrübe, Miscanthus) wurde ein Zuschlag von 20 kg N/ha als

Ausgleich für Verluste berücksichtigt. Aufgrund der Gärrestrücklieferung wurde bei der Düngung der Biogaskulturen eine erforderliche Rücklieferung von P_2O_5 , K_2O und MgO von 100 % und bei N von 60 % angerechnet. Die aufgrund von Lagerungs- und Ausbringungsverlusten sowie wegen einer reduzierten Nährstoffverfügbarkeit fehlenden 40 % Stickstoff wurden in den Kalkulationen mineralisch ausgeglichen. Bei der mehrjährigen Blümmischung wurde eine anteilige Stickstofffixierung durch den Leguminosenanteil in Höhe von 10 % angesetzt. Die Höhe der Gärrestmenge zur Ermittlung der Kosten der Gärrestausbringung wurde in Abhängigkeit des Ertrages, des TM-Gehalts und des TM-Abbaus anhand der spezifischen Biogasausbeuten der einzelnen Kulturen kalkuliert (Masseverlust an organischer Substanz im Gärrest durch die Umwandlung in Methan und Kohlendioxid). Die Verluste durch Ausgasung wurden vernachlässigt (Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Wasserdampf).

Auf der Kostenseite wurde mit einer durchschnittlichen Schlaggröße von 2 ha und einer mittleren Feld-Hof/Biogasanlagen-Entfernung von 2 km gerechnet. Bei den Erträgen wurde für Methan ein einheitlicher Preis von $0,33 \text{ €/m}^3$ in Anlehnung an das Projekt EVA („Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“) angesetzt (KORNATZ, 2013, persönliche Mitteilung, Tabelle 4.2). Hergeleitet wird der Methanpreis über den Indifferenzpreis zur Referenzkultur Winterweizen (minimaler Angebotspreis). Dabei wird ermittelt, bei welchem Substratpreis die Produktion von Energiemais die gleiche wirtschaftliche Vorzüglichkeit im Vergleich zum Anbau von Winterweizen aufweist. Der Vergleichspreis von Winterweizen beträgt $192,50 \text{ €/t}$.

Bei der mehrjährigen Blümmischung beträgt die Methanausbeute bezogen auf die Gesamt-Trockenmasse nach bisher vorliegenden Ergebnissen ca. 70 % der Methanausbeute von Energiemais (VOLLRATH & MASTEL, 2013 und eigene Messungen). Dies bedeutet, dass für Substratlager, Fermenter und Gärrestlager ca. 40 % höhere Kapazitäten geschaffen werden müssen (Fixkosten) und dass in einer Biogasanlage 40 % mehr Masse bewegt werden muss (variable Kosten und Lohnkosten). Sofern diese Mehrkosten nicht über eine zusätzliche Vergütung ausgeglichen werden, werden sich diese negativ auf den Substratpreis bzw. den Ertrag aus der Biogasproduktion auswirken (im EEG 2012 konnte dies über eine höhere Vergütung nach Einsatzstoffvergütungsklasse II (BiomasseV, 2012) ausgeglichen werden).

Bei den Berechnungen zum Anbau der mehrjährigen Blümmischung und zum Anbau von Miscanthus wurde vereinfachend eine „fortlaufende Bestandsergänzung“ unterstellt; die

Kosten der Bestandsetablierung (Vollkosten) wurden zu gleichen Anteilen auf die Laufzeit der Kultur umgelegt. Auf die aufwändige Annuitätenmethode mit Auf-/Abzinsung aller Erträge und Kosten wurde verzichtet. Bei der mehrjährigen Blütmischung fallen im Anbaujahr einmalig Kosten für Saatgut, Bodenvorbereitung, Düngung und Aussaat an sowie am Ende der fünf Nutzungsjahre die Kosten für die Rekultivierung der Anlage. Diese wurden auf die Nutzungsjahre umgerechnet und zusätzlich wurde das durchschnittlich gebundene Kapital (50 %) mit 4 % verzinst (Zinsansatz). Die Kosten sind in den Tabellen im Anhang als Etablierungs- und Rekultivierungskosten aufgeführt. In den Folgejahren fallen nur noch Kosten für Gärrestausbringung und Ernte an. Bei Miscanthus sind im ersten Jahr keine Erträge und im zweiten Jahr reduzierte Erträge (ca. 50 %) zu verzeichnen. Ab dem dritten Jahr können durchschnittliche Erträge erzielt werden. Alle Kosten des ersten Jahres (Anlagekosten) sowie die Rekultivierungskosten wurden gleichmäßig (linear) über 20 Standjahre abgeschrieben und mit mittlerer Kapitalbindung (50 %) und 4 % Zinsansatz verzinst. Für die Erstellung einer Miscanthus-Anlage kann von ca. 3.000 €/ha ausgegangen werden; hieraus ergeben sich mittlere Etablierungskosten von jährlich 210 €/ha. In den Folgejahren muss nur noch geerntet und gedüngt werden. Details zu den Berechnungen sind dem Anhang zu entnehmen. Alle Kennwerte wurden ohne Mehrwertsteuer (MwSt.) rein netto berechnet.

Tabelle 4.2: Annahmen bei der betriebswirtschaftlichen Berechnung

Bezeichnung	Einheit	Preis*/ Annahme
Methan (Mais, Gersten-GPS, Blümmischung)	€m ³	0,33
Ethanolrüben (2,40 €/dt zzgl. Zuschläge)	€/dt FM	3,00
Raps (Korn; Biodiesel)	€/dt FM	35,00
Miscanthus (frei Kraftwerk)	€/t FM	70,00
Gasausbeute Mais	nl/kg oTM	333
Gasausbeute Wintergerste	nl/kg oTM	329
Gasausbeute Blümmischung	nl/kg oTM	250
Siliverluste	%	12
oTM-Gehalt Mais und W-Gerste an Gesamt-TM	%	95
oTM-Gehalt Blümmischung und Weidelgras an Gesamt-TM	%	92
N	€/kg	1,00
P ₂ O ₅	€/kg	0,80
K ₂ O	€/kg	0,60
MgO	€/kg	0,50
Nährstoffrücklieferung bei Gärrestdüngung:		
• N	%	60
• P ₂ O ₅ / K ₂ O / MgO	%	100
durchschnittliche Schlaggröße	ha	2
Mittl. Feld-Hof- bzw. Biogasanlage-Entfernung	km	2
Mittl. Feld-Zuckerfabrik- / Rapsmühle- / Heizwerk-Entf.	km	25
Standzeit (Blümmischung)	a	5
Standzeit (Miscanthus)	a	20
Lohnansatz	€/AKh	15
Zinsansatz	%	4
Pachtansatz (Ertragsniveau niedrig / mittel / hoch)	€/ha	200 / 250 / 300
Feste Gebäudekosten (für Maschinen)	€/ha	50
Sonstige Festkosten (Gemeinkosten)	€/ha	50 / 100
Betriebsprämie	€/ha	270

*alle Preis ohne MwSt. (netto)

4.2. Erfassungen von Flora und Fauna

4.2.1. Untersuchungsansatz

Die Erhebungen kombinieren gezielte Erfassungen von Indikatorgruppen mit angepassten und eher integrativen Erfassungsmethoden der Gesamtf fauna (Fallenfang). Die für die naturschutzfachliche Bewertung ausgewählten Indikatorgruppen bilden die wesentlichen Funktionen im Agrarökosystem ab (Primärproduzenten, Herbivore, Blütenbesucher, Prädatoren in der Vegetation, Prädatoren am Boden und Detritivore im Boden). Die an die betrachteten Kulturen gebundene Artenvielfalt wird für jeweils mindestens ein Indikatortaxon pro funktionelle Gruppe erfasst. Die gezielte Bindung der Indikatorgruppen an ökosystemare Funktionen bildet eine Brücke zur Darstellung und Bewertung der an die jeweiligen Funktionen gebundenen Ökosystemdienstleistungen. Entsprechende Dienstleistungen können in den verschiedenen Kulturen in unterschiedlichem Umfang realisiert sein. Daraus wären im Sinne der Förderung verschiedener Dienstleistungen im Landschaftsraum gegebenenfalls Empfehlungen zur Zusammensetzung von Kulturen im Landschaftsmaßstab abzuleiten.

Biodiversitätseffekte werden relativ zu Referenzkulturen bestimmt. Die Referenzkulturen wurden unter der Annahme ausgewählt, dass sie günstige (Blühmischungen) oder ungünstige (Mais-Monokultur) Lebensraumbedingungen für die Begleitflora und -fauna bieten. Dabei ist die Auswahl der Referenzkulturen nur eingeschränkt Daten basiert. Wichtige Gesichtspunkte für die Auswahl der Referenzkulturen waren darüber hinaus deren Relevanz für den Energiesektor (Mais) und Potential für eine großräumige Verbreitung (Blühmischung) vor dem Hintergrund der angestrebten Neuausrichtung von raumbedeutsamen Förderprogrammen. Die Bewertung relativ zu Referenzkulturen ermöglicht eine Skalierung naturschutzfachlicher Effekte und schafft damit die notwendigen Grundlagen für einen möglichen allgemeinen Vergleich von Biodiversitätseffekten in verschiedenen strukturierten Landschaften und die Einbeziehung weiterer Kulturen bzw. Anbausysteme in die Auswertungen und das naturschutzfachliche Bewertungssystem.

Sind die Hintergrundpotentiale der untersuchten Landschaft für die Biodiversität hoch (reich strukturierte Landschaft), so wird erwartet, dass sich dies in einem vergleichsweise großen Unterschied zwischen der Besiedlung der Referenzkulturen widerspiegelt – bewirtschaftungsbedingt hohes Besiedlungspotential für Extensivkulturen und eher geringes Besiedlungspotential für die Intensivkultur (Einsatz von Pestiziden, Dünger etc.). Sind landschaftsbedingt die Besiedlungspotentiale gering (ausgeräumte Agrarlandschaft), so wird

ein eher geringer Unterschied zwischen der Besiedlung der Referenzkulturen erwartet, d.h. die Bewirtschaftungseffekte wirken aufgrund fehlender Besiedlungspotentiale nur eingeschränkt differenzierend. Im Vergleich zwischen den Artengemeinschaften der Referenzkulturen ist somit die „Unähnlichkeit“ (Ähnlichkeitsdistanz) ein mögliches Maß für landschaftliche Effekte. Die Ähnlichkeitsdistanz der Referenzkulturen steigt danach mit zunehmender Lebensraumqualität des Umfeldes.

Als Indikatoren für naturschutzfachliche Effekte werden Gruppen ausgewählt, die bestimmte Funktionen im Ökosystem widerspiegeln. Im Idealfall sind dies solche Gruppen, für die darüber hinaus im Sinne aussagefähiger naturschutzfachlicher Bewertung auch möglichst umfassende Informationen zu Gefährungsgrad, Verbreitungsmustern oder anderen naturschutzrelevanten Parametern vorliegen. Als Indikatorgruppen für naturschutzfachliche Effekte verschiedener Energiekulturen werden die Ackerbegleitflora (Primärproduzenten), Blattkäfer (Herbivore), Wildbienen (Bestäuber), Spinnen (Prädatoren in der Vegetation), Laufkäfer (Prädatoren der Bodenoberfläche) und Regenwürmer (Detritivore im Boden) ausgewählt. Zusätzlich erfasst werden auch die Vögel (integrierende Artengruppe) sowie Feldhase (*Lepus europaeus*) und Reh (*Capreolus capreolus*) nur im UR Süd und für die Referenzkulturen Blühmischung und Mais.

Die Auswahl von Indikatorgruppen in Anpassung an im Ökosystem wahrgenommene Funktionen ermöglicht einen systematischen Zugang zur quantifizierten Bewertung von Ökosystemdienstleistungen im Sinne der Erhaltung ökologischer Funktionen durch bestimmte Kulturen oder Bewirtschaftungsansätze. Die Erfassung von entsprechenden Indikatorgruppen auf der Artebene ist zwar Voraussetzung für eine naturschutzfachliche Bewertung (Arten als Grundkomponente der Biodiversität und damit des Naturschutzwertes), bleibt in Bezug auf Ökosystemfunktionen aber unvollständig. Vervollständigt werden kann die Abschätzung von Ökosystemdienstleistungen durch ganzheitliche Auswertungen der Fauna auf einer höheren taxonomischen Ebene (i.d.R. Familienebene). Die ganzheitlichen Erfassungen (Fensterfallen und/oder Bodenfallen) erlauben dann mit Bezug zu Individuenzahl und/oder Biomasse z.B. die Abschätzung des Gesamtbestandes an räuberischen Organismen (Prädatoren und Parasitoide) oder auch an Herbivoren im System. Der entsprechende Auswertungsansatz war nicht Teil des Untersuchungsprogramms „Biomassekulturen“ wurde aber auf Grundlage der Fensterfallenfänge im UR Süd für das Erfassungsjahr 2012 zumindest getestet.

Das Untersuchungsprogramm wurde entsprechend dem Projektantrag in vollem Umfang abgearbeitet. Darüber hinaus wurden zusätzliche Erfassungen bzw. Auswertungen im Zuge

studentischer Arbeiten durchgeführt (Tabelle 4.3). Datenverluste waren in Einzelfällen unvermeidbar (Sturmschäden, Räumen von Fallen durch Waschbären, abweichende Bewirtschaftung) und wurden nach Möglichkeit durch Nacherhebungen kompensiert. Für die Bodenfallenfänge im UR Nord mit zahlreichen Waschbärverlusten wurde die Fangergebnisse rechnerisch standardisiert (einheitlich Zahl an Fallentagen als Bezugsgröße). Über das beantragte Programm hinausgehende Erfassungen und Auswertungen bleiben in der Regel auf einen der beiden Untersuchungsräume begrenzt.

Tabelle 4.3: Vergleich des beantragten und 2012 tatsächlich umgesetzten Beprobungsprogrammes. Im Projektantrag aufgeführte Komponenten sind mit ● gekennzeichnet, Zusatzerhebungen mit ○.

Beprobung	UR Süd		UR Nord	
	2012	2013	2012	2013
Vegetationsaufnahmen	●	●	●	●
<i>Vegetationstransekte</i>	○	○	○	○
Blattkäfer und Spinnen (Kerscherfang)	●	●	●	●
<i>Blattkäfer (Bodenfallen)</i>	○	○	○	○
Bienen (Beobachtung)	●	●	●	●
<i>Bienen (aktive Suche)</i>			○	○
<i>Bienen (Fenster- und Bodenfallen)</i>		○	○	○
Laufkäfer	●	●	●	●
<i>Laufkäfer Randstrukturen</i>	○			
Spinnen in der Vegetation	●	●	●	●
<i>Spinnen am Boden</i>	○	○	○	○
<i>Weg- und Grabwespen</i>	○		○	○
<i>Feldhasen u. Rehe (Referenzkulturen)</i>	○			
Regenwürmer	●	●	●	●
Fensterfallen – Indikatorgruppen	●	●	●	●
<i>Fensterfallen – Komplettauswertung</i>	○			
Vögel	●	●	●	●
Erhebung pflanzenbauliche und ökonomische Parameter	●	●	●	●

Die Erhebungen wurden in beiden Untersuchungsräumen zeitlich abgestimmt durchgeführt (einheitlicher Untersuchungszeitraum). In jeder der zu untersuchenden Kulturflächen wurden Probestreifen jeweils im Zentrum (> 30 m vom Feldrand entfernt; Probestreifen innen „i“) und im Randbereich (< 6 m vom Feldrand entfernt; Probestreifen außen „a“) der untersuchten Felder angelegt (Abbildung 3.1). Die Lage des äußeren Probestreifens orientiert sich an der ersten Saatreihe als Außengrenze. Der Ansatz entspricht den Empfehlungen zum Monitoring

für die Vegetation wildkrautreicher Schutzäcker (MEYER et al., 2010). In den Probestreifen / Untersuchungsfenstern wurden Probestellen für Boden- und Fensterfallen nach standardisierten Methoden eingerichtet (vgl. Erläuterungen bei den jeweiligen Artengruppen). Die vergleichenden Erhebungen im Rand- und Zentralbereich dienen der Abschätzung von Wirkungen der nicht genutzten Landschaftselemente in die Agrarflächen hinein. Die Probestellen wurden daher im Acker benachbart zu demjenigen angrenzenden Randstreifen angelegt, der durch das höchste Biodiversitätspotential gekennzeichnet ist.

Die Nomenklatur zu den verschiedenen Projektbegriffen im Zusammenhang mit den Beprobungen ist in Tabelle 4.4 und Tabelle 4.5 zusammengefasst.

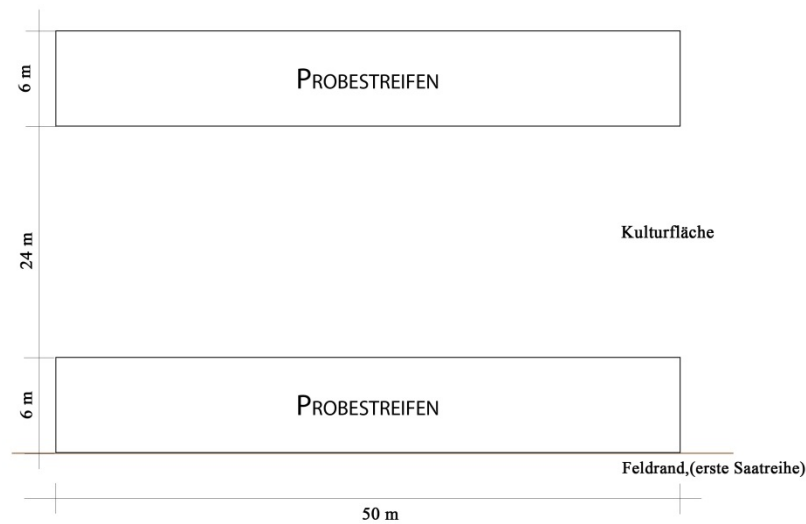


Abbildung 4.1: Lage der Probestreifen (unmaßstäblich)

Tabelle 4.4: Abkürzungen der Kulturarten

Kultur	Abkürzung
Blühmischung	BM
Ganzpflanzensilage	GPS
Raps	Ra
Mais	Ma
Miscanthus	Mi
Zuckerrübe	ZR

Tabelle 4.5: Begriffsdefinitionen

Untersuchungsraum (UR)	Die Landschaftsräume, in denen in Nord- bzw. Süddeutschland die jeweils 6 Feldkulturen untersucht wurden.
Kulturfläche	Der Schlag, auf dem die jeweilige Kultur untersucht wurde.
Probestreifen/-fläche	2 jeweils 50 x 6 m messende Probeflächen, auf denen die Erhebungen zu den Indikatorgruppen durchgeführt wurden.
Probestelle	Fallenstandort bzw. Transektabschnitt an bzw. auf dem die Erhebungen erfolgten (z. B. Fensterfallen-, Bodenfallenstandort, Fläche der Vegetationsaufnahme, Punkt für die Erfassungen im Rahmen der gezeiteten Beobachtung).

4.2.2. Erfassungsmethoden

Die Erfassung der verschiedenen Gruppen erfolgte standardisiert mit gebräuchlichen Methoden der Freilandökologie (flächige Aufnahme, Transekte, Fallen, Auslesevorrichtungen). Die untersuchten Artengruppen sind mit zugehörigen Erfassungsmethoden und Untersuchungszeiträumen in Tabelle 4.6 aufgeführt.,

Tabelle 4.6: Übersicht über die untersuchten funktionellen Gruppen, Indikatortaxa, Untersuchungszeiträume und Aufnahmemethoden.

Funktionelle Gruppe	Taxon	Primäre Erfassungsmethode	Untersuchungszeiträume
Primärproduzenten	Blütenpflanzen	Aufnahmen nach Braun-Blanquet auf Probestreifen von jeweils 2*50 m (innerer Streifen zentral und Streifen Feldrand ab erster Saatreihe) und Transektaufnahmen	Juni (Vegetationsaufnahme), Mai, Juni, Juli, September (Transektaufnahmen)
Herbivore	Blattkäfer (Chrysomelidae)	Netzfang standardisiert nach Fläche/Strecke und Zahl der Schläge.	Eine Begehung jeweils im Mai, Juni und September.
Prädatoren in der Vegetation	Spinnen (Arachnidae)	Netzfang standardisiert nach Fläche/Strecke und Zahl der Schläge.	Eine Begehung jeweils im Mai, Juni und September
Prädatoren am Boden	Laufkäfer (Carabidae) & Spinnen (Arachnidae)	Bodenfallen 6 Fallen einheitlicher Größe pro Probestreifen	Exposition jeweils 10 Tage im Mai, Juni, Juli und September
Destruenten im Boden	Regenwürmer (Lumbricidae)	Austreibmethode und Handauslese (33 cm x 33 cm x 25 cm entsprechend 1/9 m ³)	Erfassungen im Mai und Oktober/November 2012 und im April/Mai 2013
Blütenbesucher	Bienen (Apidae)	Erfassungen an 5 Aufnahmepunkten entlang der Diagonale, Aufnahmen standardisiert nach Zeit. (5 Minuten pro Aufnahme)	Eine Erfassung jeweils im Mai, Juni, Juli und September
Biotopkomplexnutzer	Avifauna	Schlagbezogene Bestandserhebung	Eine Aufnahme jeweils im Mai, Juni, Juli und September
Übersicht	alle Gruppen	2 Fensterfallen pro Probestreifen	Exposition jeweils 10 Tage im Mai, Juni, Juli, September

Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite

Gruppe	Anmerkungen
Segetalflora	Vollständige Erfassung der Deckung nach Braun-Blanquet. Transektbegehungen - Übersichtserfassung im Probestreifen entlang der Diagonale mit Schätzung der Abundanz der Arten in jeweils 1 m Seitenabstand, Abundanzmessungen nach Schmidt-Londo (1984 zitiert in DIERSCHKE 1994:159).
Blattkäfer	Aufteilung der Diagonalen in 5*10 m Strecken, davon jeweils 5 m beprobt. Erfassung mit Netzfang entlang der Diagonale(jeweils 12 Schläge). Zufällige Auswahl des Anfangspunktes, von dort Stratifizierung (neuer Startpunkt alle 10 m).
Bienen	Erfassung durch Punktbeobachtung in Kombination mit Netzfang (Punktzählung). Zufallsauswahl des ersten Beobachtungspunktes, weitere Punkte in Abstand von 10 m entlang der Diagonalen. Erfasst wird ein Umfeld mit Radius 2 m vom Beobachtungspunkt, Beobachtungsdauer jeweils 5 Minuten.
Spinnen in der Vegetation	Erfassung durch Netzfang zusammen mit den Blattkäfern (s.o.). Ergänzend Erfassung männlicher Tiere in Bodenfallen.
Laufkäfer	Laufkäfer und Spinnen (sonstige Indikatorgruppen) mit 6 Bodenfallen bestehend aus Außenrohr und darin eingelassenes Fanggefäß, im Probestreifen zufällig aber nach feststehendem Grundmuster verteilt.
Regenwürmer	Handfang (Ausgrabung) kombiniert mit Austreibemethode (Löwensenf) auf 4 im Probestreifen zufällig bestimmten Flächen von 1/9 m ² .
Vögel	Optische Erfassung vom Feldrand (30 min), Beobachtungsfläche 50x50 m, Ermittlung der Aufenthaltsdauer
Feldhase & Reh	Erfassung mittels Fotofallen sowie Scheinwerfertextation

4.2.2.1. *Ackerbegleitflora (Segetalflora)*

Es gibt in Deutschland umfassende Erhebungen zur Segetalvegetation (Ackerwildkräuter). Allerdings fehlen vielfach entsprechende Untersuchungen im Bereich des Anbaus von Energiekulturen. Dies gilt insbesondere auch für mehrjährige Bestände wie *Miscanthus* sowie für bisher eher selten angebaute Kulturen wie die in das Projekt einbezogene mehrjährige Blütmischung.

Die Ausbildung der Segetalvegetation in Ackerkulturen wird primär durch die Intensität des Anbauverfahrens bestimmt (BÀRBERI et al., 1997; SCHUMACHER & SCHICK, 1998). Dabei spielen neben Saatgutreinigung, Zahl und Art von Behandlungsgängen sowie Düngung auch die jeweiligen Bestandsdichten der Kulturarten eine wichtige Rolle. Andererseits benötigen die im Energiebereich angebaute mehrjährigen Kulturen oftmals eine längere Zeit bis zur Etablierung. In der Etablierungsphase sind Bestände dann in der Regel lückig und es kann sich in dieser Phase eine reiche Unkrautflora ohne Konkurrenz um Licht und Nährstoffe etablieren. Dieser Effekt wird gerade im Zusammenhang mit *Miscanthus*-Kulturen diskutiert und erklärt die von SEMERE & SLATER (2007a) in zwei bis dreijährigen *Miscanthus*-Beständen festgestellten hohen Gesamtdeckungen durch die Bodenflora.

Viele der klassischen Segetalarten wie z. B. Kornrade (*Agrostemma githago*), Venuskamm (*Scandix pecten-veneris*) oder Adonisröschen (*Adonis spec.*) sind durch die Intensivierung der Landwirtschaft in hohem Maße gefährdet. Der anhaltende Rückgang der Segetalarten trotz vielfältiger Schutzbemühungen ist detailliert dokumentiert (z. B. GERHARDS et al., 2013). In Deutschland gibt es etwa 350 Segetalflora-Sippen, von denen ein Drittel als gefährdet eingestuft wird (SCHNEIDER et al., 1994). Entsprechende Rote Listen liegen bundes- und landesweit vor. Mit dem Rückgang der Segetalarten geht eine Abnahme der Artenvielfalt der Tierwelt der Äcker einher, da viele Tierarten auf Ackerwildkräuter als Nahrungsquelle angewiesen sind (DVL, 2010).

Programme zum Segetalartenschutz haben sich vielfach als langfristig nicht tragfähig erwiesen. Das liegt vor allem am vergleichsweise hohen Aufwand (regelmäßige und extensive Bewirtschaftung von Ackerstandorten) und damit verbundenen hohen Kosten bei gleichzeitig begrenzten Vermarktungsmöglichkeiten der erzeugten Produkte. Dazu tritt die allgemeine Knappheit an Ackerflächen (hohe Nachfrage nach Ackerflächen auch vor dem Hintergrund der Flächeninanspruchnahme für Energiepflanzen). Bei den weniger flächenaufwändigen Ackerrandstreifenprogrammen steht dagegen einem ungewöhnlich hohen bürokratischen

Aufwand eine wegen kleiner Bezugsflächen oftmals nur sehr geringe Kompensation gegenüber. Dies schreckt Landwirte von der Teilnahme an entsprechenden Programmen ab.

Im Rahmen des Projektes „Biomassekulturen der Zukunft“ erfolgte die pflanzensoziologische Hauptuntersuchung einmalig zum Zeitpunkt der optimalen Entwicklung der Segetalflora (Juni/Juli). Die Vegetationsaufnahmen wurden entsprechend der Vorgaben aus dem Projekt „100 Äcker für die Vielfalt“ umgesetzt (MEYER et al., 2010). Dementsprechend wurde in jedem Probestreifen auf einer Fläche von 2 m * 50 m jeweils eine Vegetationsaufnahme nach der klassischen Methode der Pflanzensoziologie von Braun-Blanquet durchgeführt (vgl. WILMANN, 2002). Darüber hinaus wurden die Gesamtdeckung des Wildkrautbestandes sowie Höhe und Deckung der Ackerkultur erfasst. Zur maximalen Differenzierung zwischen Ackerrand und Ackerinnerem (Randeffekte) wurden die Aufnahmeflächen im äußeren Probestreifen jeweils möglichst nahe am Feldrand angelegt (erste Saatreihe als Außengrenze von Probestreifen und Aufnahmefläche), die Aufnahmefläche im inneren Probestreifen wurde dort zentral im Probestreifen eingerichtet.

Ergänzt wurden die Vegetationsaufnahmen durch Transekterfassungen entlang einer der Diagonalen in den jeweiligen Probestreifen (Zufallsauswahl der Diagonalen). Die Transekterfassungen erfolgten zu jedem Beprobungstermin (Mai, Juni, Juli, September). Die Erhebung der Vegetation erfolgte dabei auf einem 2 m breiten Streifen mit der Transektlinie als Zentrum. Die Individuenzahlen der während der Begehung sichtbaren Arten wurden anhand von Abundanzklassen geschätzt. Abweichend von MEYER et al. (2010) wurde dafür die in Tabelle 4.7 dargestellte, vereinfachte Schätzskala verwendet.

Tabelle 4.7: Schätzskala für die Abundanzklassen in den Transekten.

Abundanzklasse	Individuenzahl
1	1
2	2 - 5
3	6 - 20
4	21 - 50
5	> 50

Zur Darstellung des Gefährdungsgrades wurden die Roten Listen der Bundesländer Nordrhein-Westfalen (RAABE et al., 2010) und Baden-Württemberg (BREUNIG & DEMUTH,

1999) sowie die entsprechenden Listen für die Naturräume Weserbergland (RAABE et al., 2010) bzw. Alpenvorland (BREUNIG & DEMUTH, 1999) herangezogen. Die deutschlandweite Einordnung des Gefährdungsgrades erfolgt nach KORNECK et al. (1996).

4.2.2.2. *Blattkäfer (Chrysomelidae)*

Die Gruppe der Blattkäfer (Fam. Chrysomelidae) umfasst in Mitteleuropa etwa 600 Arten. Diese Artengruppe wird im Rahmen von Kartierungsprojekten nur selten erfasst. Naturschutzfachliche Auswertungen zu Blattkäfern in landwirtschaftlichen Kulturen liegen bisher nicht vor. Kenntnisse zur Verbreitung sind i.d.R. nur in geringem Maße vorhanden. Zur Gruppe der Blattkäfer gehören einige der in landwirtschaftlichen Kulturen gefürchteten Schädlinge wie z.B. das Rothalsige Getreidehähnchen (*Oulema melanopus*) und das Blaue Getreidehähnchen (*Oulema gallaeciana* – Syn. *Lema lichenis*). Adulte und Larven dieser Arten ernähren sich von Weizenblättern, wobei das vierte Larvenstadium auch größere Schäden in befallenen Getreidebeständen verursachen kann. Die Blattkäfer eignen sich daher gerade vor dem Hintergrund von Fragen zu Ökosystemdienstleistungen gut als repräsentatives Indikatortaxon für die funktionelle Gruppe der Herbivoren.

Die Blattkäfer wurden zusammen mit der funktionellen Gruppe „Prädatoren in der Vegetation“ (Webspinnen) erfasst. Die gezielte Erfassung dieser Gruppen erfolgte in beiden Untersuchungsjahren mittels standardisierten Kescherfangs an drei Terminen (Mai, Juni, September) entlang der die Probestreifen durchschneidenden Diagonalen (Transekterfassung). Der Transekt wird für die Beprobung ausgehend vom Eckpunkt in fünf Teilstrecken von jeweils 10 m Länge unterteilt. Der als Ausgangspunkt für die Erfassung dienende Eckpunkt und der Startpunkt für die erste Kescherung entlang der Diagonalen werden zufällig festgelegt. Gekeschert wird jeweils über eine Strecke von 5 m, dann 5 m ohne Keschereinsatz. Die übrigen Startpunkte der Kescherung verschieben sich entlang des Transektes um jeweils 10 m vom zufällig festgelegten Startpunkt der ersten Kescherung.

Pro Teilstrecke werden 12 Kescherschläge im oberen Bereich der Vegetation ausgeführt. Die Beprobung bleibt somit auf den oberen Teil der Vegetation begrenzt und erfasst in der Regel nicht die Beikräuter. Der Kescherinhalt wird über einer mit Ethanol gefüllten Wanne ausgeschlagen, der Gesamtfang dann in ein Fanggefäß überführt und konserviert.

Neben der gezielten Erfassung wurden Blattkäfer auch in den Fensterfallen und den Bodenfallen gefangen. Die Ergebnisse der jeweiligen Fangmethoden (Kescherfang, Bodenfallen und Fensterfallen) sind in der Auswertung für die Blattkäfer getrennt dargestellt. Bodenfallenfänge für Blattkäfer wurden 2012 nur im UR Nord erfasst und ausgewertet.

Die in den verschiedenen Proben enthaltenen Blattkäfer wurden im Labor aussortiert. Die Bestimmung erfolgte anhand von FREUDE et al. (1966) und WARCHALOWSKI (2003).

4.2.2.3. *Bienen (Apoidea)*

Die Honig- und Wildbienen (Fam. Apidae) sind die bedeutendste Bestäubergruppe nicht nur in landwirtschaftlichen Kulturen. Sie bieten damit hervorragende Zugänge zum Thema Ökosystemdienstleistungen (KLEIN et al., 2007) und sind ein besonders wichtiger Bioindikator für landwirtschaftlich geprägte Ökosysteme (HERZOG et al., 2012). Bestäubungsleistungen werden sowohl von „domestizierten“ Honigbienen, als auch von Wildbienen erbracht. Honigbienen und die breite Palette der Wildbienenarten ergänzen sich bzw. die Kombination von Wildbienen und Honigbienen erhöht die Effizienz der Bestäubung (GARIBALDI et al., 2013).

Wildbienen sind in Mitteleuropa mit etwa 600 Arten vertreten, vergleichsweise gut untersucht und auch naturschutzfachlich über Rote Listen und Verbreitungsmuster gut erfasst. Bienen benötigen ein Angebot an Nektar spendenden Blütenpflanzen. Damit sind viele der regulären und aufgrund von Herbizidbehandlungen weitgehend blütenfreien landwirtschaftlichen Kulturen für Bienen wenig geeignet. Das Vorkommen von Wildbienen ist aber auch an geeignete Reproduktionshabitate gebunden. Dazu gehören Erdlöcher, Löcher in Holz oder Halme. Insofern ist gerade für Wildbienen das landschaftliche Umfeld eine wichtige Bestimmungsgröße für deren Präsenz in den landwirtschaftlichen Kulturen selbst.

In beiden Untersuchungsjahren wurden die Wildbienen an jeweils vier Terminen erfasst (Mai, Juni, Juli, September). Die Aufnahmen erfolgten entlang der für die Herbivoren-Erfassung genutzten Diagonalen durch die jeweiligen Probeflächen (Transekterfassung). Die zu beprobenden Transekte wurde zufällig bestimmt, ebenso der erste Aufnahmepunkt (1 - 10 m Abstand zum Startpunkt des Transekts). An insgesamt fünf Aufnahmepunkten in jeweils 10 m Abstand wurden über einen konstanten Zeitraum von jeweils 5 Minuten alle im Abstand von 2 m zum Aufnahmepunkt fliegenden bzw. sitzenden Bienen visuell erfasst und sofort

registriert (gezeitete Beobachtung). Bei Bedarf wurden Bienen zur Artbestimmung gefangen bzw. falls erforderlich auch abgetötet (Genitalpräparation, mikroskopische Untersuchung, Belegsammlung).

Die im Rahmen der Untersuchungen erfassten Bienen wurden präpariert und mit AMIET (1996), AMIET et al. (2004, 2007), DATHE (1980), DYLEWSKA (1987), EBNER (1969), ELFVING (1960), HAB et al. (2012), MAUSS (1990), MÜLLER et al. (1997), VON HAGEN (1994), SAURE et al. (2013), SCHMID-EGGER & SCHEUCHL (1997), SCHEUCHL (2000, 2006), SCHMIEDEKNECHT (1930), SUSTERA (1958), van der Smissen (2010), WARNECKE (1992) und WESTRICH (1990) bestimmt

4.2.2.4. *Spinnen (Araneidae)*

In Mitteleuropa sind rund 1.300 Spinnenarten beschrieben (BLICK et al. 2004), allesamt räuberische Organismen, die sich durch eine Vielzahl von Spezialisierungen auszeichnen (Netzspinnen, Lauerjäger, Laufjäger). Auch für die Spinnen liegen umfangreiche Informationen zu Biologie, Lebensraumansprüchen, Gefährdungssituation und Verbreitungsmustern vor. Es existiert eine Fülle von Untersuchungen zu Spinnen auf ackerbaulich genutzten Flächen (Zusammenfassung in BLICK et al. 2000). Jedoch unterscheiden sich die Untersuchungen teilweise extrem im Untersuchungsdesign und den Bewirtschaftungsweisen der untersuchten Kulturen. Daher lassen sich die Ergebnisse oftmals nur eingeschränkt auf andere Naturräume oder Regionen übertragen. Zudem mangelt es an systematischen Untersuchungen zu Diversitätswirkungen einzelner Ackerbaukulturen, insbesondere von Dauerkulturen wie z.B. *Micanthus*.

Spinnen erfüllen verschiedene Funktionen im Ökosystem und können sehr grob in Räuber der Bodenoberfläche (Lauf- und Lauerjäger) und Räuber in der Vegetation (Netzspinnen und Krabbenspinnen) gegliedert werden. Spinnen sind nicht flugfähig und damit gegenüber den Insekten in ihrer Mobilität eingeschränkt. Die Ausbreitungsphase durch das sogenannte „Ballooning“ – segeln am Spinnfaden – ist bei vielen Spinnen an das Juvenilstadium und damit an ein definiertes Zeitfenster im Lebenszyklus gebunden (FOELIX 1992). Aufgrund ihrer eingeschränkten Mobilität und meist engen ökologischen Einnischung sind Spinnen besonders geeignet, spezifische Habitatparameter und damit auch Nutzungs- bzw. Störungsmuster anzuzeigen.

Spinnen reagieren v.a. auf Bodenbearbeitung empfindlich (HEYDEMANN 1953). Herbizide wie Glyphosat können bei intensiver Anwendung auch aufgrund der Veränderung der Vegetationsstruktur negative Auswirkungen auf die Anzahl von Spinnenindividuen auf landwirtschaftlichen Flächen haben (HAUGHTON et al. 1999). Abhängig vom eingesetzten Wirkstoff verursachen konventionelle Insektizide bei Spinnen eine mittlere bis starke Lethalwirkung (MANSOUR & NENTWIG 1988). In diesem Zusammenhang bieten v.a. die Miscanthuskultur und die Blütmischung aufgrund ausbleibender Bodenbearbeitung und Pflanzenschutzmaßnahmen große Potentiale für die Ansiedlung einer störungsempfindlicheren Spinnenfauna.

Als typische Räuber in der Vegetation wurden die Spinnen zusammen mit den Blattkäfern erfasst (Kescherfang entlang der Diagonalen). Dazu kommt für viele in der Vegetation oder am Boden lebenden und eher stationären Netzspinnen, die Wanderung der Männchen am Boden zu paarungsbereiten Weibchen. Entsprechende Arten können dadurch leicht mit Bodenfallen erfasst werden. Daher gehen bei den Spinnen primär Kescherfang und Bodenfallen in die Auswertung ein.

Die Spinnen wurden im Labor aussortiert und dann mit dem im Internet verfügbaren Schlüssel von NENTWIG et al. (2013) bestimmt. Daneben wurden zur Bestimmung der Spinnen noch WIEHLE (1965), GRIMM (1985), HEIMER & NENTWIG (1991), ROBERTS (1996) und LE PERU (2011) herangezogen.

Die Einteilung der Gefährdungsgrade erfolgte nach den Roten Listen der jeweiligen Bundesländer (NÄHRIG & HARMS 2003, BUCHHOLZ et al. 2010). Die Nomenklatur folgt dem aktuellen WORLD SPIDER CATALOG (2014).

4.2.2.5. *Laufkäfer (Carabidae)*

Die Laufkäfer (Fam. Carabidae) sind neben den Tagfaltern aufgrund ihrer ökologischen Funktionen und der „Käfertradition“ in der Entomologie eine der am besten untersuchten Insektengruppen in Mitteleuropa. Die Gruppe ist in Roten Listen vollständig erfasst und Karten zu Verbreitungsmustern liegen vielfach in verschiedener räumlicher Auflösung vor. Carabiden sind in Mitteleuropa mit etwa 600 Arten vertreten. Laufkäfer sind in der überwiegenden Mehrzahl jagende Räuber der Bodenoberfläche (epigäische Räuber). Über

Artenzusammensetzung und Abundanzen zeigen sie verschiedene Standortqualitäten und Umweltbedingungen an.

Es liegen zahlreiche Untersuchungen zur Laufkäferfauna in landwirtschaftlichen Kulturen vor. Die Nutzungsform und -intensität in den landwirtschaftlichen Kulturen ist auch bei Laufkäfern der bedeutendste Bestimmungsfaktor für die Zusammensetzung, Diversität und Abundanzmuster der Artengemeinschaften. Nichtwendende Bodenbearbeitungsverfahren, wie die Direktsaat, wirkten sich positiv auf die Individuenzahl bei den Laufkäfern aus (SYMONDSON et al., 1996). Im Herbst gesäte Kulturen, wie Winterweizen und Winterraps, bieten Invertebraten wie Laufkäfern, Staphyliniden und Spinnen im Frühjahr bessere Deckung als Sommerkulturen, wie die Zuckerrübe (BOOIJ & NOORLANDER, 1992). Die Aktivitätsdichten von Prädatoren und Spinnen liegen in stärker verunkrauteten Flächen aufgrund der besseren mikroklimatischen Eigenschaften und einer erweiterten Nahrungsgrundlage tendenziell höher als in herbizidbehandelten Feldern (GROH et al., 1981).

Standardmethode zur Erfassung von Laufkäfern bleiben trotz vielfältiger Kritik die sogenannten „Barber“-Fallen. Bei den Barber-Fallen handelt es sich um in den Boden eingegrabene Fanggefäße (Abbildung 4.2). Insbesondere wird die mit Bodenfallen realisierte Messung von Aktivitätsdichten zur Beschreibung von Realdichten vielfach kritisiert. Die Interpretation von Aktivitätsdichten als Realdichten kann zu Verzerrungen bei der Bewertung von Standorteigenschaften führen. Potentiell ergeben sich gerade bei ungünstigen Umweltbedingungen hohe Laufaktivitäten (Nahrungssuche), damit tendenziell auch hohe Fangergebnisse und daran gekoppelt zu günstige Bewertungen.

Während der Untersuchungszeiträume im Mai, Juni, Juli und September/Oktober wurden die Laufkäfer-Fallen für jeweils zehn Tage exponiert. In jedem Probestreifen wurden sechs Bodenfallen ausgebracht. Die Bodenfallen bestanden aus einem bündig mit der Oberfläche in den Boden versenkten Außenrohr (Durchmesser 7 cm) und einem als Fanggefäß in das Außenrohr versenkten Plastikbecher (Volumen 200 ml). Die Fanggefäße wurden jeweils mit 100 ml Ethylenglykol befüllt. Ein etwa 10 cm über der Falle angebrachtes Dach verhinderte übermäßigen Wassereintrag bei Niederschlag. Als Dach wurden mittels Metallstab fixierte Petrischalen verwendet (Abbildung 4.2)

Die Abstände der Bodenfallen von der kurzen Seite der Probestreifen betrug 10, 17,5, 25, 32,5, 40 und 47,5 m. Der Abstand der Fallen zur Längsseite der Probestreifen betrug 0,5, 1,5, 2,5, 3,5, 4,5 und 5,5 m. Die exakte Positionierung der Fallen und der Abstand zur Längsseite

des Probestreifens wurden zufällig bestimmt. Dabei wurde bei der Positionierung jeder Abstand nur einmal vergeben, so dass alle möglichen Abstände zur Längsseite (0,5-5,5 m) in einem Probestreifen beprobt worden sind.

Jeweils zwei Fallen im Abstand von 3 m bildeten ein Fallenpaar. Ausgehend von den Fallen bei 10, 25 und 40 m, die entweder 0,5, 1,5 oder 2,5 m vom vorderen Probestreifenrand entfernt waren, wurde bei 17,5, 32,5 und 47,5 m eine zweite Falle um 3 m nach innen versetzt ausgebracht (Abbildung 3.2 und Abbildung 3.3).



Abbildung 4.2: Beprobung der Laufkäfer, links - Bodenfalle mit Petrischalen-Dach, rechts - nicht fängige Bodenfalle.

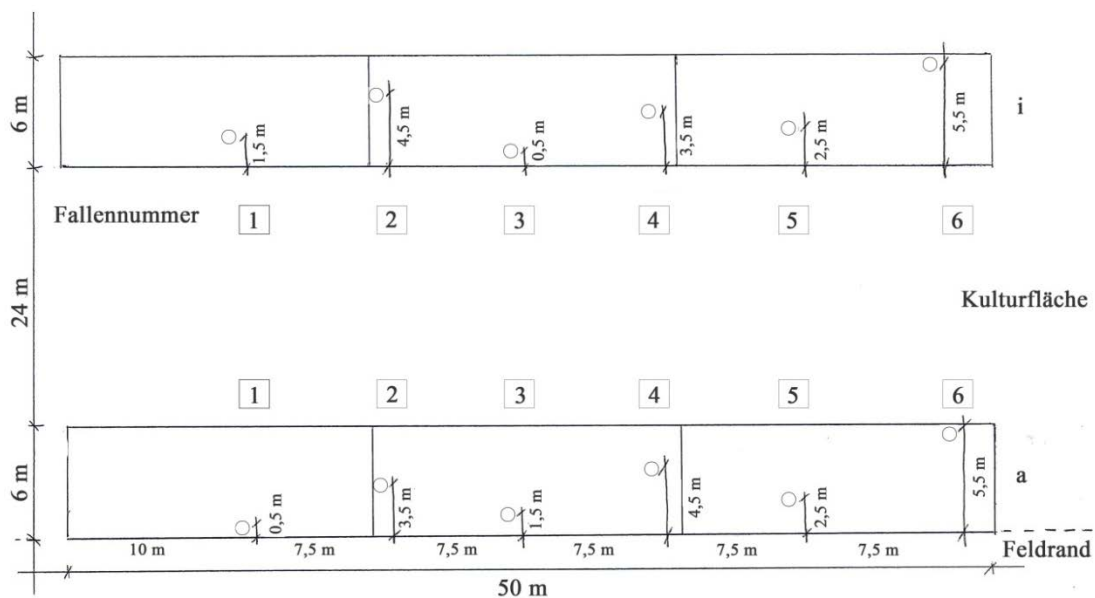


Abbildung 4.3: Lage der Bodenfallen in den Probestreifen (Beispiel)

Die Leerung der Bodenfallen erfolgte nach Abschluss einer Erfassungsperiode von jeweils zehn Tagen. Die leeren, nicht fängigen Außenrohre wurden zwischen den Fangperioden im Boden belassen und mit Altgras verstopft, um unnötige Tierverluste zu vermeiden.

Als bedeutender Störfaktor traten im UR Nord Waschbären auf, die besonders in der Blütmischung im Jahr 2012 und in der Rapskultur im Jahr 2013 etliche Bodenfallen aktiv leerten. Die Tiere werden vermutlich durch den süßlichen Geruch der Fangflüssigkeit angelockt. Ab dem vierten Untersuchungszeitraum im Jahr 2012 (September) wurde zur Vergrämung „HygesanRepellent“ im Umfeld der Fallen ausgebracht. Trotzdem wurden erneut Fallen durch Waschbären geleert.

Die Untersuchungen zu den Laufkäfern in den Energiekulturen wurden im Jahr 2012 im UR Süd durch eine Masterarbeit ergänzt. Im Rahmen der Masterarbeit wurden auch die Laufkäferbestände in den ungenutzten Randflächen erfasst. Dies ermöglicht eine bessere Abschätzung der Umgebungseffekte auf die Laufkäfergemeinschaften in den Kulturflächen. Daraus ergibt sich ein erweiterter Zugang zur Abschätzung der Wirkungen landschaftlicher Effekte auf die Laufkäferfauna der Energiekulturen. Die entsprechenden Ergebnisse der Masterarbeit sind im Ergebnisteil dargestellt.

Die Bestimmung der Laufkäfer-Individuen erfolgte mit DÜCKER et al. (1997), FREUDE et al. (1966, 2004) sowie TRAUTNER & GEIGENMÜLLER (1987). Die verwendete Nomenklatur beruht auf FREUDE et al. (2004).

4.2.2.6. *Regenwürmer (Lumbricidae)*

Die Regenwürmer (Lumbricidae) sind eine vergleichsweise artenarme und in Bezug auf ihren Gefährdungsgrad insgesamt auch wenig bearbeitete taxonomische Gruppe. Die Regenwürmer gehören aufgrund ihrer wichtigen Funktion in Böden (Humusbildung) aber zu den Schlüsselgruppen für die Bestimmung der Produktivität von Ökosystemen. Regenwürmer weisen an vielen Standorten die höchste Biomasse aller Bodentiere auf und haben in der Regel einen wesentlichen Einfluss auf den Abbau der organischen Substanz und den Aufbau des Bodengefüges. Aufgrund ihrer Lebensweise, ihrer großen Bedeutung und ihrer im Vergleich zu anderen Bodenorganismen relativ leichten Erfass- und Bestimmbarkeit, eignen sich Regenwürmer auch hervorragend als Bioindikatoren (UBA, 2007).

Auf der Basis ihres Auftretens in Böden lassen sich Regenwürmer in epigäische Arten (Arten der Humusschicht knapp unterhalb der Oberfläche), endogäische Arten (Arten im oberen Bereich des Mineralbodens) und anözischer Arten (tiefgrabende Arten) unterteilen. Für die 47 Regenwurmartarten (46 terrestrische und eine aquatische Art,) in Deutschland ist derzeit unter Federführung des Museum für Naturkunde in Görlitz eine erste Rote Liste der Regenwürmer Deutschlands in Bearbeitung (<http://www.gbif.de/RoteListen-Regenwurmexperten>).

Für die Erfassung der Regenwürmer kam eine Kombination aus Handauslese (EHRMANN & BABEL, 1991) und Austreiben mittels Senflösung (DIN ISO 11268-2, 2000) zur Anwendung. Es wurden in jedem Probestreifen zwei Probestellen eingerichtet und an jeder Probestelle immer beide Methoden zur Anwendung gebracht. Der Abstand der Probestellen zum Feldrand betrug jeweils 1,5 m und 4,5 m (Randbereich) bzw. 31,5 m und 34,5 m (Innenbereich). Der Abstand zur kurzen Seite der Probestreifen wurde zufällig bestimmt.

Für die Handauslese wurden mit einem Spaten an jeder Probestelle jeweils Bodenblöcke von 33 cm x 33 cm x 25 cm (entsprechend 1/9 m²) entnommen (zwei Spatenbreiten und eine Spatentiefe). Das Probematerial wurde zunächst in Wannen bzw. Eimern gesammelt. Die Regenwürmer aus den mit dem Spaten abgestochenen Bodenproben wurden dann von Hand ausgelesen (Abbildung 4.4).

Zur Erfassung anözischer Arten in tieferen Bodenschichten wurden 100 g handelsüblicher, scharfer Senf mit 500 g Wasser gut vermengt und dann mit 2,5 l Wasser verdünnt (3 % Senflösung). Es wurden zunächst 1,5 l der Senflösung gleichmäßig im entstandenen Loch verteilt (Abbildung 4.4). Das entsprechende Loch wurde mit einem Klopfschirm abgedunkelt, um eine direkte Besonnung zu vermeiden. Ein Zurückziehen der Tiere in tiefere Bodenschichten als Folge der grabungsbedingten Erschütterungen sollte durch Ausbringen der Senflösung unmittelbar nach Aushub des Loches vermieden werden. Nach 15 Minuten wurden die ausgetriebenen Regenwürmer abgesammelt und mit klarem Wasser abgewaschen. Die Fläche wurde dann erneut mit 1,5 l Senflösung begossen und nach weiteren 15 Minuten die Regenwürmer abermals abgesammelt, gewaschen und für den Transport ins Labor vorbereitet. Dazu wurden die Tiere in Weithalsflaschen bzw. in Plastikbeutel mit Löchern verbracht, die zur Befeuchtung mit nassen Küchentüchern (Weithalsflaschen) ausgestattet oder mit feuchter Erde befüllt (Plastikbeutel) waren. Im Labor wurden die Tiere im Kühlschrank bei 8 °C aufbewahrt und dann zeitnah bestimmt und gewogen.



Abbildung 4.4: Beprobung Regenwürmer, links - Probestelle mit Senflösung nach Aushub des etwa 33 x 33 x 25 cm großen und tiefen Loches; rechts - Handauslese der Bodenprobe

4.2.2.7. *Vögel (Aves)*

Vögel sind eine der wichtigsten und gebräuchlichsten Indikatorgruppen für naturschutzfachliche Bewertungen. Ursachen sind das öffentliche Interesse an dieser Gruppe und die lange Tradition der Erfassung auch durch Hobbyornithologen. Die Datengrundlage für die Abschätzung von Lebensraumsprüchen und Bestandsentwicklungen durch Zeitreihenanalysen ist für die Artengruppe der Vögel besser als für alle anderen Organismengruppen einschließlich der Pflanzen. Die Erfassung der Vögel gewährleistet darüber hinaus den Bezug zu internationalen und bundesweiten, standardisierten Monitoringprogrammen (Dauererhebungen) zur Biodiversität in der Agrarlandschaft (MITSCHKE et al., 2005; LUBW, 2014).

In Deutschland sind etwa 250 Brutvogelarten regelmäßig anzutreffen. Dazu kommen Durchzügler und Wintergäste. Rote Listen und Angaben zu Verteilungsmustern liegen für verschiedene räumliche Ebenen vor. Die Vögel der Agrarlandschaft gelten als wichtige Indikatoren für Veränderungen insbesondere der Landnutzung. Habitatpräferenzen lassen sich artspezifisch ableiten und sind abhängig von Nahrungsangebot oder den Ansprüchen an bestimmte Bruthabitate. Bewirtschaftungsmuster bestimmen den Fortpflanzungserfolg, Deckungsmöglichkeiten und die Nahrungsverfügbarkeit vor allem auch im Winter.

Andererseits sind Vögel aufgrund ihrer Raumsprüche und vergleichsweise wenig differenzierten Nahrungsansprüche für die Bewertung von Einzelkulturen nur bedingt geeignet. Die Raumsprüche sind in der Regel groß und integrieren über die Nutzung unterschiedlicher Biotoptypenkomplexe verschiedene Landschaftselemente und damit auch

Kulturen und deren Bewirtschaftung. Aus der Vielfalt der kulturspezifischen Nutzungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Flächen durch Vögel ist unmittelbar die Notwendigkeit für eine gesamtheitliche Planung von Landschafts- und Nutzungsmustern abzuleiten. Aufgrund der Möglichkeit der Abbildung von Veränderungen im Landschaftsmaßstab ist es wenig überraschend, dass die Vögel immer wieder herangezogen werden, um die naturschutzfachlichen Auswirkungen von Landnutzungsänderungen bzw. Intensivierungen zu dokumentieren und zu demonstrieren (vgl. z. B. WILSON et al., 2009).

Die Nahrungsansprüche sind bei vielen Vogelarten undifferenziert (Samenfresser, Insektenfresser, Raubvögel) und nicht auf bestimmte Pflanzen, Insektenarten oder sonstige Beutetiere zugeschnitten. Insbesondere im Winter sind auf landwirtschaftlichen Flächen vorwiegend Samenfresser wie diverse Finken und Ammern vertreten. Die Artenzusammensetzung und Individuendichte hängt dann vom Vorhandensein und der Abundanz einer samenreichen Unkrautvegetation bzw. der Präsenz von Ernteresten ab (RÜHMKORF & REICH, 2010). Die im Winter für nahrungssuchende Vögel typischen Schwärme waren in einer britischen Studie nur dort zu beobachten, wo es ein verstärktes Vorkommen passender Nahrungspflanzen gab (BELLAMY et al., 2009).

Um Aussagen über die Eignung der untersuchten Kulturen als Nahrungshabitat für Vögel in der Agrarlandschaft treffen zu können, wurden die Vögel in jedem Untersuchungsjahr an fünf Terminen auf den Flächen erfasst (monatliche Erfassungen zwischen Mai und November). Dazu wurde auf einer Fläche von 50 m x 50 m während 30 Minuten die Anzahl und das Verhalten der unterschiedlichen Arten dokumentiert. Die vordere Begrenzung der Beobachtungsflächen wurde durch den 50 m langen Probestreifen am Feldrand festgelegt. Die hintere Begrenzung wurde jeweils am Tag vor den Untersuchungen mit Stäben markiert. Die beobachtete Fläche bezieht den äußeren und den inneren Probestreifen ein.

Für die Erfassungen wurde ein standardisierter Erhebungsbogen entwickelt. Erhoben wurden die Anzahl der einfliegenden, die Anzahl der ausfliegenden sowie die Anzahl der überfliegenden Individuen und die jeweilige Aufenthaltsdauer auf der Fläche. Die Aufenthaltsdauer im UR Süd wurde 2012 nur im September, Oktober und November erhoben. Beim Verhalten wurde zwischen Nahrungsaufnahme und Singflug über der Fläche differenziert. Der Singflug lässt in diesem Zusammenhang auf eine potentielle Bruthabitatnutzung schließen. Die Erfassungen wurde bei Niederschlag oder Temperaturen über 25 °C ausgesetzt.

4.2.2.8. ***Sammelbeprobung mit Fensterfallen***

Die Fensterfallen sind im Projekt als zusätzliche und integrierende Erfassungsmethode für die verschiedenen Indikatorgruppen vorgesehen. Sie ermöglichen zudem eine ganzheitliche Betrachtung aller relevanten funktionellen Gruppen auf höherem taxonomischem Niveau. Die entsprechende Erfassung der funktionellen Gruppen dient als möglicher Zugang zur Analyse in Bezug auf Ökosystemdienstleistungen bzw. die Einbeziehung von Ökosystemdienstleistungen in die Erstellung entsprechender Entwicklungsszenarien im Landschaftsmaßstab. Daneben ermöglichen die Fensterfallen durch Abgleich mit den Erhebungen in der Kultur (gezeitete Beobachtung, Kescherfänge) auch weitergehende Differenzierungen zwischen Überflug (Landschaftseffekte) und Nutzung der jeweiligen Kultur (Kultureffekte).

In jeder Kulturfläche wurden jeweils vier Fensterfallen aufgebaut, je zwei pro Probestreifen. Die Fallen standen 3 m von der Längsseite der Probestreifen entfernt. Um beim Fang Unterschiede durch Windeffekte zu vermeiden wurde eine Fensterfalle längs und eine quer zum Feldrand ausgerichtet. Im inneren Probestreifen wurden die Fallen um jeweils 90° versetzt zu den Fallen im äußeren Probestreifen ausgerichtet (Abbildung 3.5). Die Plexiglasscheiben werden an Regalschienen aus Metall eingehängt und sind in der Höhe verstellbar. Die Regalschienen sind an zwei zuvor eingeschlagenen Holzpfeilen befestigt, die aufgrund ihrer geringen Höhe die Bewirtschaftung der Fläche nach Abbau des Aufsatzes nicht behindern. Die Regalschienen werden zur Vermeidung von Windbruch mit Schnüren abgespannt (Abbildung 4.6).

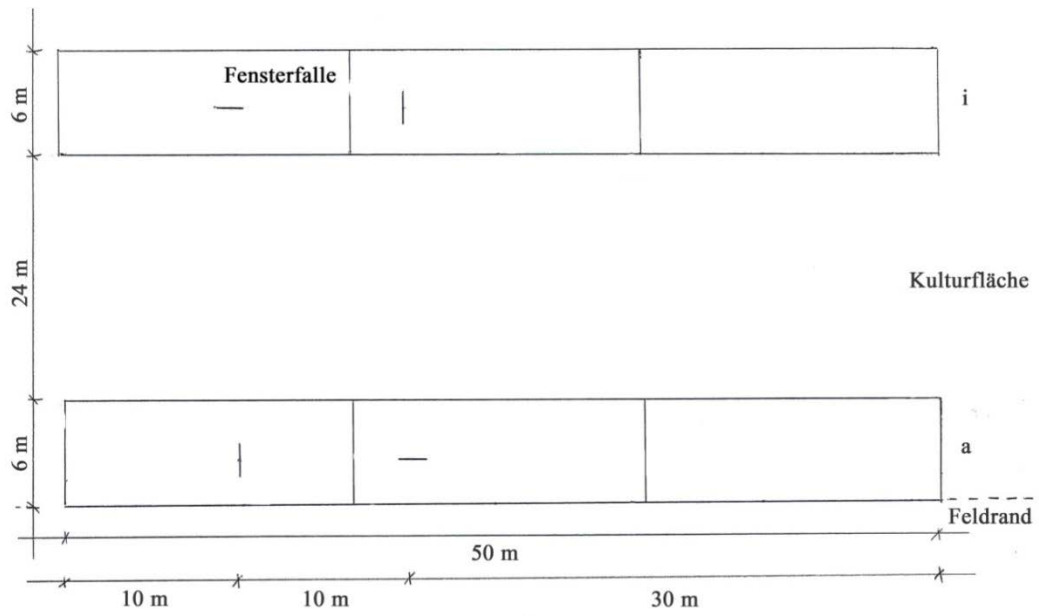


Abbildung 4.5: Lage der Fensterfallen in den Probestreifen (Standard)



Abbildung 4.6: Beprobung mit Fensterfallen - oben links: aufgebauete Fensterfalle im Raps; oben rechts: Befestigung der Regenrinne an der Metallschiene, um ein Überlaufen bei starkem Wind zu vermeiden. unten links: Fängige Fensterfalle (Blühtmischung vor dem Auflaufen im Mai)

Knapp unterhalb der Plexiglasscheibe ist eine Rinne (handelsübliche Regenrinne aus Kunststoff) mit Fangflüssigkeit (600 ml Ethylenglykol) befestigt (Abbildung 4.6). Die Unterkante der Fangrinne liegt knapp über der Kultur. Bei schnellwüchsigen Kulturen, wie etwa *Miscanthus* im Juni, wurde i.d.R. eine höhere Aufhängung verwendet, um ein Einwachsen der Falle in der Kultur und somit eine verringerte Fängigkeit zu vermeiden. Bei einem Kontakt fliegender Insekten mit der Fensterfalle lassen sich die meisten Arten fallen und werden in der mit Fangflüssigkeit befüllten Regenrinne aufgefangen und konserviert. Die Exposition betrug je Fangperiode zehn Tage.

Die Verlustrate bei den Fensterfallen war vergleichsweise hoch. Neben undichten Fangrinnen, hervorgerufen durch thermisch bedingte Materialausdehnung und Windbruch (Abbildung 4.7), entstanden auch Verluste durch eine extreme Verdünnung der Fangflüssigkeit bei Niederschlag und einer dann beginnenden Zersetzung der Probe.



Abbildung 4.7: Probleme bei Fensterfallen - links: Umgeknickte Fensterfalle (Schwachstelle zwischen Holzpflock und Metallschienen); rechts: Reparierte Fensterfalle im Miscanthus. Verstärkung der Metallschienen durch Holzlatten

4.2.3. Auswertung

Die Auswertung der erfassten Daten erfolgt beschreibend bzw. mit beschreibenden Methoden der Statistik (Ordinationsverfahren). Dargestellt werden Arten- und Individuenzahlen der untersuchten Teilflächen sowie Ähnlichkeiten auf der Basis der Dominantenidentität. Die Dominantenidentität wird bisweilen auch als relativer Sørensen-Index bezeichnet (MC CUNE & GRACE, 2002) und ist ein Maß für die Übereinstimmung von Artengemeinschaften zweier Standorte. Die Dominantenidentität errechnet sich als Summe der Anteile der an beiden Standorten gemeinsam vorkommenden Arten. Die Dominantenidentität ist die Messgröße der Wahl für die Darstellung der Ähnlichkeit von Artengemeinschaften bei Standorten mit Arten-Matrices mit vielen Nullstellen. Nullstellen (Nicht-Vorkommen) gehen bei der Dominantenidentität im Gegensatz zu anderen Verfahren (z.B. Ähnlichkeit auf Grundlage der Euclidischen Distanz) in die Berechnung nicht als Ähnlichkeit zwischen Standorten ein.

Ähnlichkeitsvergleiche wurden für alle Kulturen (6 x 6-Ähnlichkeitsmatrix) mit und ohne Berücksichtigung der Fänge des äußeren Probestreifens errechnet. Nur in Ausnahmefällen und in Auszügen dargestellt werden vollständige Vergleiche mit getrennter Betrachtung von äußerem und innerem Probestreifen und getrennter Betrachtung der Untersuchungsjahre (24 x 24-Ähnlichkeitsmatrix).

Die Bray-Curtis-Ordination wird getrennt nach Untersuchungsräumen eingesetzt, um basierend auf allen untersuchten Gruppen eine naturschutzfachliche Reihung der Kulturen zu erhalten. Die relativierten Ähnlichkeitsmatrices für alle Indikatortaxa außer den Vögeln werden für die Ordination zu einer dann ebenfalls relativierten Gesamtmatrix

zusammengeführt, d.h. unabhängig von den jeweiligen Abundanzen sind die untersuchten Indikatorgruppen in der Analyse gleich gewichtet. Die Reihung der Kulturen erfolgte mit Bezug zu den subjektiv gewählten Endpunkten Blütmischung (Gunstkultur) und Mais (Ungunstkultur). Kulturen mit einem Ordinationsscore nahe der Gunstkultur werden als aus naturschutzfachlicher Sicht günstig, Kulturen mit einem von der Gunstkultur weit entfernten Ordinationsscore als aus naturschutzfachlicher Sicht ungünstig betrachtet/bewertet. Die Ordination mit subjektiv gewählten Endpunkten wurde ergänzt durch Ordinationen mit objektiv gewählten Endpunkten nach:

1. Largest Distance Methode (die aufgrund der Rohdaten unähnlichsten Kulturen als Endpunkte)
2. Blütmischung und Kultur mit größter Distanz zur Blütmischung als Endpunkt.

Die Reihung der Kulturen in Relation zur Gunstkultur „Blütmischung“ wird durch die Projektionswerte auf die 1. Ordinationsachse bestimmt.

Als möglicher Indikator für Landschaftseffekte wurde darüber hinaus die mittlere Distanz der Gunstkultur zu den übrigen typischen Ackerkulturen (ohne *Miscanthus*) errechnet.

4.3. Naturschutzfachliche Bewertung

4.3.1. Einleitung

Die naturschutzfachliche Bewertung ist in den verschiedensten Bereichen integraler Bestandteil von Planungen (z.B. Eingriffsplanung) und der Erstellung von Managementkonzepten (z.B. Managementpläne für Natura 2000-Gebiete). Die Bewertung ist immer an Vorstellungen von naturschutzfachlich erwünschten Zielen gebunden. Der ermittelte, aktuelle naturschutzfachliche Wert ist dann ein Maß für die Abweichung von den vorhandenen Zielvorstellungen.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die offenkundige Subjektivität von Bewertungen problematisch, weil sie den Grundprinzipien der „objektiven“ Naturwissenschaft zuwider läuft. Subjektivität kommt dabei bei der Definition von Zielen, bei der Auswahl von Bewertungsgrößen und bei der Skalierung von Bewertungen zum Tragen. Ein Ausweg aus der Subjektivität der Definition von Entwicklungszielen ist die Orientierung entsprechender Bewertungen an natürlichen Zuständen. Das ist der Kernansatz bei Zustandsbewertungen zu Fließgewässern nach der Wasserrahmenrichtlinie. Offenkundig versagt dieser Ansatz bei durch menschliche Nutzung überprägten Systemen der Kulturlandschaft. Gerade die Ackernutzung schafft von natürlichen und damit vergleichsweise objektiv begründbaren Zielzuständen besonders weit entfernte Lebensraumtypen.

Die menschliche Überprägung schließt eine Definition von naturschutzfachlichen Zielzuständen als Grundlage für Bewertungen nicht aus, löst diese Zustände aber von scheinbar objektiven weil natürlichen Endstadien. Zielzustände können Art oder Lebensraum basiert sein. Im Idealfall fließen, wie bei der Wasserrahmenrichtlinie, entsprechende Bewertungsansätze zusammen, d.h. auch die strukturelle Qualität des Lebensraumes wird über das Artenspektrum gefasst. Regional spezifisch und abhängig von Standortparametern sind die Zielzustände dann ausschließlich durch die vorkommenden Artengemeinschaften definiert. Zur Ermittlung der Zielabweichung wird ein Bezug zu regional spezifischen Referenzgewässern und deren Artengemeinschaften hergestellt. Gerade im Zusammenhang mit der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, illustrieren die jahrelangen Bemühungen um die Definition von artbasierten Zielzuständen auch die Komplexität entsprechender Verfahren.

Allgemein anerkannte Referenzzustände für die Entwicklung und Etablierung von Bewertungssystemen für Ackerflächen fehlen bisher. Entsprechende Referenzzustände (Referenzkulturen) werden im Rahmen dieses Projektes als Grundlage für eine übergreifende Vergleichbarkeit von Ergebnissen zum Ansatz gebracht. Insbesondere fehlt für Ackerlebensräume eine systematische Aufarbeitung der faunistischen Komponente als unverzichtbarer Grundlage naturschutzfachlicher Bewertungen. Für die Flora gibt es deutlich bessere Bewertungsgrundlagen aus den Arbeiten zur Segetalflora (HOLZNER & GLAUNINGER, 2005; KOCH, 1980; SCHNEIDER et al., 1994; SCHUMACHER, 1980). Durch die Einbeziehung von verschiedenen Funktionen repräsentierenden Gruppen werden im Rahmen des Projektes auch wichtige Grundlagen für entsprechende, systematische Ansätze geschaffen.

Das F&E-Projekt „Biomassekulturen der Zukunft“ ist gefordert, eine naturschutzfachliche Rangfolge der untersuchten Kulturen als Grundlage für künftige Empfehlungen zu Fördermöglichkeiten im Rahmen entsprechender Programme (z.B. EEG) zu erstellen. Im Rahmen der beschreibenden und vergleichenden Auswertungen wird über Ordinationsverfahren bzw. Ähnlichkeitsmaße eine Rangfolge der Kulturen mit Bezug zu den Referenzkulturen erstellt. Die Distanz zur angenommenen Gunstkultur Biodiversität (Blühmischung) bestimmt dabei den Rang der jeweiligen Kultur. Die erstellte Rangfolge ist objektiv, aber in ihrer Aussagekraft doch wieder begrenzt. Eine entsprechende Reihung hängt stark von häufigen und naturschutzfachlich oftmals wenig relevanten Arten ab. Häufige Arten bestimmen und prägen die Abweichungen bzw. Ähnlichkeiten zwischen Kulturen und damit die ermittelte Rangfolge. Die oftmals eher seltenen Zielarten des Naturschutzes werden nur unzureichend abgebildet.

Im Naturschutz spielen nicht Häufigkeit des Vorkommens (Verbreitung) und Abundanz, sondern Kriterien wie Gefährdungsgrad, Seltenheit, Resilienz, Habitatspezifität oder naturräumliche Spezifität (Verantwortungsarten) eine gewichtige Rolle. Im Projekt werden daher am Beispiel der Laufkäfer zwei weitergehende Ansätze verfolgt, um die genannten Faktoren als Kriterien in Bewertungssysteme einfließen zu lassen. Die entsprechenden Ansätze gründen sich auf artbasierten Bewertungen mit Bezug zur Gesamtzönose des Naturraumes oder Bundeslandes (naturschutzfachliche Bedeutung der untersuchten Kulturen im Kontext der Gesamtzönosen) und auf Artengemeinschaft basierten Bewertungen mit ausschließlichem Bezug zu im Rahmen der Untersuchungen in den jeweiligen Kulturen erfassten Zönosen (naturschutzfachliche Bewertung im Kontext der in den untersuchten Kulturen angetroffenen Zönosen). Das erste Bewertungssystem erlaubt eine Betrachtung im

Kontext der Gesamtlandschaft / Gesamtbiozönose, der zweite Bewertungsansatz fokussiert auf eine differenzierte Bewertung zwischen den untersuchten Einzelkulturen (naturschutzfachlicher Rang der Kulturen).

Die gewählten Bewertungskriterien erlauben eine begründete Aufweitung der Bewertung auf relevante Größen jenseits von Artenzahlen oder Gefährdungsgraden bestimmter Arten. Wie alle Bewertungen sind auch die weitergehenden Ansätze vielfach subjektiv, eröffnen aber den Zugang zu einer systematischen und auf Daten zur Biologie der Arten basierten Bewertung. Transparenz des Bewertungsansatzes in Bezug auf Skalierungen und Gewichtungen ermöglicht die kritische Prüfung bzw. die konstruktive Kritik und moderiert damit die unvermeidliche Subjektivität des Vorgehens. Dies schließt die Auswahl der Bewertungskriterien ein. Die Bewertungskriterien sind vielfach nicht völlig unabhängig voneinander. Gefährdete Arten sind in der Regel auch selten, aber viele seltene Arten sind nicht als gefährdet eingestuft, aber naturschutzfachlich dennoch in der Regel wertvoller als häufige Allerweltsarten.

4.3.2. Artbasierte Bewertung

Für naturschutzfachlich relevante Kriterien weist die artbasierte Bewertung den betrachteten Arten auf der Basis von Bewertungsregeln (Skalierungen) einen artspezifischen Wert zu. Mögliche Kriterien zur Bewertung der Arten in den jeweiligen Indikatorgruppen sind in Tabelle 4.8 aufgeführt. Die entsprechenden Bewertungen werden im Rahmen des Projektes aber nur für die Laufkäfer umgesetzt.

Die in die Bewertung eingehenden Kriterien sind für die betrachteten Artengruppen nicht einheitlich, sondern orientieren sich an den verfügbaren Daten, aber auch an Unterschieden zwischen den untersuchten Artengruppen in Bezug auf dokumentierte Bezüge zu naturschutzfachlich relevanten Eigenschaften. So wird bei Laufkäfern in der Literatur die Störungsempfindlichkeit (Flugvermögen und Körpergröße) als Indikator für Nutzungsintensität in landwirtschaftlichen Kulturen herausgestellt. Bei Pflanzen ist der entsprechende Indikator dagegen wenig brauchbar, da naturschutzfachlich besonders relevante Segetalarten speziell auf regelmäßige Störungen durch Bodenbearbeitung angewiesen sind.

Tabelle 4.8: Zur Bewertung für die jeweiligen Indikatorgruppen herangezogene Kriterien.

Gruppe	Rote Liste	Habitat-spezifität	Verbreitung	naturräumliche Spezifität	Seltenheit	Besiedlungs-vermögen	Störungs-empfindlichkeit (Stabilität des Lebensraumes)	Fortpflanzungs-spezifität (Bestäubungstypen)
Vegetation	●	●	●	●	●	●		●
Laufkäfer	●	●	●	●	●	●	●	
Blattkäfer	●	●						
Spinnen	●	●	●		●	●	●	
Wildbienen	●	●	●	●	●			
Regenwürmer	●	●	●	●			●	
Vögel	●	●	●	●	●		●	

Die Bewertung der Kriterien erfolgt mittels einer fünfstufigen Skala. Hohe Werte (5) werden für naturschutzrelevante Ausprägungen von Kriterien vergeben. Für Naturschutzziele weniger bedeutsame Ausprägungen erhalten niedrige Werte (1). Die Zuordnung zur Bewertungsskala (Skalierung) ist dabei in der Regel annähernd logarithmisch, d.h. der höchste Naturschutzwert wird für die besten etwa 6,25 % der möglichen Zuordnungen vergeben, der niedrigste Naturschutzwert für die schlechtesten 50 % der möglichen Zuordnungen. Im Idealfall kann dabei ein Bezug zu Realverteilungen von bewertungsrelevanten Ausprägungen innerhalb der Indikatorgruppen hergestellt werden.

Tabelle 4.9 illustriert dieses Vorgehen am Beispiel der Bewertung von Seltenheit als Zahl der in einem Bezugsraum besetzten Messtischblattquadranten (Vorkommen in nur 6,25 % der möglichen Messtischblattquadranten als höchster Naturschutzwert, Vorkommen in > 50 % der Messtischblätter als niedrigster Naturschutzwert). Die Skalierungen sind spezifisch für die betrachteten Indikatorgruppen und im Ergebnisteil exemplarisch für die Laufkäfer detailliert dargestellt.

Die verschiedenen Methoden zur Ermittlung des artbasierten Naturschutzwertes fasst Tabelle 4.10 zusammen. Für die Bewertung herangezogen werden der durchschnittliche Naturschutzwert der Arten (W_D) in den jeweiligen Kulturen oder der Naturschutzwert der Kulturen (W_K) als Summe der Naturschutzwerte aller in der jeweiligen Kultur angetroffenen Arten. Optional werden die Naturschutzwerte der Einzelarten mit den jeweils zugehörigen Abundanzklassen der entsprechenden Arten gewichtet (mit Abundanzklassen gewichteter Naturschutzwert der

Kulturen, W_G). Die Zuordnung zu Abundanzklassen erfolgt in fünf Stufen und orientiert sich an der Dominanzstruktur der jeweils betrachteten Artengruppen (Tabelle 4.11).

Tabelle 4.9: Skalierung von Bewertungen - Zuordnung von Naturschutzwerten am Beispiel des Kriteriums Seltenheit (Anteil der "besetzten" Messtischblätter im Bezugsraum)

Anteil der Messtischblätter mit Vorkommen [%]	Naturschutzwert
bis 6,25	5 (selten)
> 6,25 - 12,5	4
> 12,5 - 25	3 (mittelhäufig)
> 25 - 50	2
> 50	1 (häufig)

Die höchste Abundanzklasse ist den 20 % häufigsten Arten einer Artengruppe zugeordnet (höchste Individuenzahl), die niedrigste Abundanzklasse den 20 % seltensten Arten einer Artengruppe (niedrigste Individuenzahl). Wenn sich die artspezifischen Häufigkeiten und die gewünschte Zuteilung in Abundanzklassen nicht genau zur Deckung bringen lassen, dann werden die Arten so auf die Abundanzklassen verteilt, dass die Zuteilung möglichst genau das Ziel von fünf Blöcken widerspiegelt, denen jeweils 20 % der vertretenen Arten zugordnet sind. Beispiel: 15 % aller in den Fängen vertretenen Arten wurden nur mit einem Individuum nachgewiesen, dazu kommen 7 % mit jeweils 2 Individuen. Die Abundanzklasse 5 (seltenste Arten) umfasst dann alle Arten mit 1 - 2 Individuen entsprechend 22 % statt 20 % der vertretenen Arten.

Tabelle 4.10: Berechnungsmethoden für den Naturschutzwert W

Bezeichnung	Formel
Naturschutzwert einer Einzelart (n) als Summe der Werte der Einzelkriterien (K_i)	$W_n = \sum K_i$
Durchschnittlicher Naturschutzwert einer Einzelart (n) als Summe der Werte der Einzelkriterien (K_i) / Zahl der Einzelkriterien (n_k)	$dW_n = \sum K_i / n_k$
Durchschnittlicher Naturschutzwert der Arten in einer Kultur (W_D)	$W_D = \sum W_n / N$
Naturschutzwert der Kultur	$W_K = \sum W_n$
Mit Abundanzklassen (AK) gewichteter Naturschutzwert (W_G)	$W_G = \sum AK * W_n$
Naturschutzwert auf der Basis der gewichteten Einzelkriterien (Gewichtungsfaktor = G)	$WK_{Ges} = \sum G_i * WK_i$ mit $WK_i = \sum WK_{in}$

Tabelle 4.11: Ermittlung der Abundanzklassen für die einzelnen Artengruppen

	Abundanzklasse				
	1	2	3	4	5
Anteil der angetroffenen Individuen der jeweiligen Artengruppe	die seltensten 0 – 20 %	20 – 40 %	40 – 60 %	60 – 80 %	die häufigsten 80 – 100 %
Individuen in den einzelnen Abundanzklassen für Laufkäfer	1 - 2	3 - 6	7 – 29	30 - 99	> 99

Zusätzlich erfolgt eine Bewertung der Kulturen auf der Basis der gewichteten Einzelkriterien. Dazu werden spezifisch für jedes betrachtete Kriterium die artbasierten Bewertungen zunächst getrennt aufsummiert. Die Summenwerte der Einzelkriterien (WK_i) werden entsprechend ihrer naturschutzfachlichen Relevanz gewichtet und zu einem Gesamtwert für die Kultur addiert (WK_{Ges}). Damit soll entsprechend der naturschutzfachlichen Bedeutung möglichst transparent eine Gewichtung zwischen Kriterien wie z.B. Gefährungsgrad und naturräumliche Spezifität ermöglicht werden

4.3.3. Bewertung auf der Basis von Artengemeinschaften (Indikatorgruppen)

Der artbezogenen Bewertung mit Bezug zu den Gesamtbiozöosen in Deutschland wird ein Bewertungsansatz auf der Basis der in den verschiedenen Kulturen vorhandenen Artengemeinschaften zur Seite gestellt (vgl. RATHS UND RIEKEN, 1999). Der Ansatz ermöglicht eine Skalierung ausschließlich auf der Basis der untersuchten Kulturen. Er erhöht damit die Auflösung (Differenzierung) bei ansonsten im Gesamtkontext naturschutzfachlich wenig wertvollen und damit in Bezug auf die realisierte Wertespanne sehr ähnlichen Standorten.

Für die Bewertung der Artengemeinschaften werden dieselben Kriterien und artbezogenen Skalierungen bestimmter Merkmalsausprägungen herangezogen, wie für die Bewertung der Einzelarten. Die Bewertung erfolgt wie beschrieben auf der Grundlage der Präsenz und ggf. Häufigkeit wertgebender biozönotischer Elemente (Einzelarten). Getrennt nach Indikatorgruppen wird dann den Artengemeinschaften der verschiedenen Kulturen ein Naturschutzwert auf einer Skala von 1 - 5 zugewiesen. Dabei sind Maximum und Minimum durch die im Rahmen der Untersuchungen erfassten Standorte (Kulturen) und deren Artengemeinschaften definiert – maximaler Wert (5) für die günstigste Ausprägung, minimaler Wert (1) für die ungünstigste Ausprägung.

Aufgrund der unterschiedlichen naturräumlichen Gegebenheiten und zönotischen Potentiale ist für die Bewertung auf der Basis von Artengemeinschaften eine getrennte Betrachtung der beiden Untersuchungsräume sinnvoll. Die Skalierung der Bewertungskriterien erfolgt somit für beide Untersuchungsräume getrennt, aber definiert durch die in den Untersuchungsräumen bei den einzelnen Bewertungskriterien jeweils erreichten Maxima und Minima. Damit bleibt die Vergleichbarkeit erhalten – naturschutzfachlicher Rang der betrachteten Kultur als zu vergleichende Bezugsgröße.

Analog zur artbasierten Bewertung werden die erreichten kulturspezifischen Naturschutzwerte für die einzelnen Kriterien im Sinne einer auf den Artengemeinschaften basierten Gesamtbewertung aufsummiert. Im Zuge der Aufsummierung können die Einzelkriterien transparent gewichtet werden. Denkbar ist eine höhere Gewichtung des Kriteriums Gefährdungsgrad z.B. im Vergleich zum Kriterium „Indikator für Nutzungsintensität“. Das Vorgehen ermöglicht die Prüfung verschiedener Gewichtungsszenarien.

4.4. Landschaftsanalyse

4.4.1. Einleitung

Das FuE-Vorhaben "Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht" vergleicht die verschiedenen Biomassekulturen zugeordneten Bestände ausgewählter Indikatorarten in der relativ gering strukturierten Landschaft der Warburger Börde (Nordrhein-Westfalen) mit denen einer reicher strukturierten Landschaft in Oberschwaben (Baden-Württemberg). Neben Aussagen zur Funktion verschiedener Energiepflanzenkulturen als Lebensraum für Arten sollen durch den Vergleich der unterschiedlich strukturierten Untersuchungsräume auch Aussagen dazu gemacht werden, inwieweit der Strukturreichtum einer Landschaft die Biodiversität auf den Kulturflächen bzw. das Biodiversitätspotential mitbestimmt.

Zur Einbeziehung von Landschaftseffekten bedarf es einer Gegenüberstellung der Landschaftsstruktur beider Untersuchungsräume und der in den Biomassekulturen jeweils dokumentierten Biodiversität. Von den Ergebnissen der Landschaftsstrukturanalyse wird zum einen erwartet, dass über vorhandene Strukturen oder Strukturmuster im Umfeld der Untersuchungsflächen auch Unterschiede im jeweiligen Artenbestand und dem naturschutzfachlichen Wert der untersuchten Kulturen erklärt werden können. Zum anderen, dass sich aus der vergleichenden Analyse konkrete, die Landschaftsstruktur betreffende Ansatzpunkte für Empfehlungen zur biodiversitätsverträglichen Biomassenutzung ergeben (Empfehlungen im Landschaftskontext).

Das Auswertungssystem soll unter Bezug auf die Referenzkulturen Mais (Ungunstkultur für Biodiversität) und Blütmischung (Gunstkultur für Biodiversität) eine Abbildung der Biodiversitätspotentiale der umgebenden Landschaft ermöglichen. Hohe Besiedlungspotentiale für die Gunstkultur werden für ein artenreiches landschaftliches Umfeld erwartet. Für die Ungunstkultur bleiben die Besiedlungspotentiale auch bei günstigem Umfeld begrenzt und sind durch die Kultur selbst und deren Bewirtschaftung bestimmt. Danach wäre für die reicher strukturierte Landschaft in Bezug auf die Ähnlichkeit von Artengemeinschaften eine stärkere Differenzierung zwischen der „Gunstkultur“ Blütmischung und der „Ungunstkultur“ Mais Monokultur zu erwarten.

In übertragbare Entwicklungsszenarien für den Energiepflanzenanbau sollen neben der kulturspezifischen Biodiversität auch die sich in verschiedenen Energiepflanzenkulturen möglicherweise ergänzenden Ökosystemfunktionen einfließen. Verschiedene Kulturen sind

potentiell Rückzugs- bzw. Vorrangräume für verschiedene funktionelle Gruppen wie Regenwürmer (Detritivore), Schlupfwespen (Parasitoide) und Spinnen (Räuber), Bestäuber oder auch Herbivore. Die Kulturen können sich damit im Landschaftsraum in Bezug auf assoziierte Funktionen ergänzen. Darüber hinaus sind im Rahmen von Szenarien möglichst auch Aussagen zu Art und Dichte von nicht oder eher extensiv genutzten Strukturelementen zu tätigen, welche die Nutzflächen biotopvernetzend durchziehen sollten. Die Basis für Abschätzungen zur erforderlichen Dichte solcher Strukturelemente kann durch detailliertere Analysen bzw. Kartierungen im räumlichen Umfeld der untersuchten Kulturen und den anschließenden Abgleich mit Erfassungsergebnissen verbessert werden. Die Erfassung von Zusammenhängen zwischen angetroffenen Artengemeinschaften bzw. naturschutzfachlichem Wert und Strukturausprägungen im Umfeld der Untersuchungsflächen ist z.B. für Indikatorgruppen wie die Wildbienen besonders relevant. Daher wurden Blütenspektren im Umfeld der Untersuchungsflächen auch gezielt erfasst.

Das Projekt fordert Aussagen zum möglichen Zusammenhang zwischen Landschaftsstrukturierung und Artenvielfalt. Spezifische Aussagen zum Zusammenhang zwischen dem Auftreten bestimmter Zielarten und dem Vorhandensein von prägenden Strukturelementen sind nicht Teil des beantragten Projektes, werden aber für ein Folgeprojekt empfohlen.

4.4.1.1. *Landschaftsvergleich*

Das „patch-corridor-matrix“-Modell von FORMANN (1995) strebt eine Beschreibung, Klassifizierung und Quantifizierung von Landschaftsstrukturen über Landschaftsstrukturmaße (LSM) an, die aus den Grundkomponenten „patch“, „corridor“ und „matrix“ abzuleiten sind. Das Modell wurde in Deutschland u.a. von WALZ (2004) und HERBST (2007) hinsichtlich der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit für die Raumordnungs- und Landschaftsplanung diskutiert und getestet. Von HERBST (2007) werden die planerischen Vorteile der Anwendung solcher Landschaftsstrukturmaße für Landschaftsvergleiche auf der mittleren Maßstabsebene (Landschaftsrahmenplanung) herausgestellt. Für das vorliegende FuE-Vorhaben kann dieser Ansatz für die lokale Ebene und den Fokus Biodiversität nutzbar gemacht werden, indem gezielt jene (morphologischen) Landschaftsstrukturmaße zur Analyse herangezogen werden, die für die Bio- bzw. Artendiversität des jeweiligen Landschaftsraumes bestimmend sein können.

Die Modell-Struktur bei FORMANN (1995) setzt sich zusammen aus der (den) dominante(n) Ausbildung(en) einer Landschaft (Matrix) und dem inkludierten Muster aus weiteren flächigen (Patches) und linearen Landschaftselementen (Korridore). Diese Modell-Elemente finden sich analog im mitteleuropäischen Biotopverbund-Denken: In der genutzten Landschaft (Matrix) wird ein landschafts- und zielarten(gruppen)spezifisches Verbundsystem aus flächenhaften Kernflächen (Spenderflächen), linienhaften Korridoren und punktuellen Trittsteinen geplant, um den Populationsaustausch zu unterstützen. Insofern bietet sich dieser Ansatz auch im Hinblick auf die im Rahmen dieses FuE-Vorhabens abzuleitenden, biodiversitätsfördernden Handlungsmöglichkeiten an.

Die Möglichkeit des gezielten Entwurfs von Landschaftsmustern im Sinne einer maximierten Biodiversitätseignung stützt sich u.a. auf das Argument von HERBST (2007):

*[...] Viele Tierarten haben eine enge Bindung an bestimmte Lebensräume, sodass das Vorkommen dieser Arten vom Vorhandensein ihrer Lebensräume in der Landschaft abhängt. Das Verbreitungsmuster der Rotbauchunke (*Bombina bombina*) z.B. stimmt in hohem Maße mit der Verteilung von Söllen in einer Landschaft überein (LUTZE et al., 1999). Anzahl, Größe und Entfernung von Biotopen gleicher Art lassen darüber hinaus Rückschlüsse auf die Vernetzung von Lebensräumen und damit die Vitalität einer Tierpopulation zu (vgl. BASTIAN & SCHREIBER, 1994). Das Mosaik aus verschiedenen Landnutzungstypen bestimmt den übergeordneten Aspekt der Artenvielfalt. Je höher die Varianz an Standortbedingungen und Strukturvielfalt innerhalb eines Ökosystems, umso mehr Möglichkeiten sind für verschiedene Pflanzen- und Tierarten gegeben, diese Standorte zu besiedeln (ebd.). STEINER & KÖHLER (2001, zit. aus WALZ, 2009) zeigen, dass mit abnehmender Heterogenität einer Landschaft sowohl die lokale, als auch die regionale Artenvielfalt abnehmen. Der Aspekt der Biodiversität hängt also stark von Art, Anzahl und Verteilung von Biotopstrukturen ab (WRBKA, 2003).[...]*

Die Situation wird allerdings dadurch kompliziert, dass die lokale Artenvielfalt nicht zwingend und vollständig den naturschutzfachlichen Wert des regionalen Landschaftskontextes widerspiegelt. Die Maximierung von Strukturen im (kleinen) Raum kann vielmehr auch dazu führen, dass Arten mit höheren Raumansprüchen bzgl. eines bestimmten Lebensraumtyps von der Besiedlung der nur kleinräumig ausgebildeten Flächen ausgeschlossen bleiben. Die Trappe aber auch seltene Bodenbrüter (Wachtelkönig, Braunkehlchen) sind besonders bekannte, aber bei weitem nicht die einzigen Beispiele für die

oben genannte Aussage. Daher gilt es, die jeweils landschaftsindividuelle Situation sowohl bei Bewertung als auch im Rahmen der späteren Planungsempfehlungen zu berücksichtigen.

Die landschaftsspezifische Biodiversität wird (neben anderen, nicht-strukturellen Faktoren wie z.B. inter- und intraspezifische Konkurrenz oder Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen) von den geomorphologisch-naturräumlichen Gegebenheiten und deren Überprägungen durch historische und aktuelle Nutzungen mitbestimmt. Diese Gegebenheiten (primäre Geodiversität und sekundäre Nutzungsdiversität) können in der Landschaft anhand definierter Strukturparameter identifiziert und kartiert (und gemessen bzw. berechnet) werden, um sie in Relation zu verschiedenen Biodiversitätsparametern zu setzen und vor diesem Hintergrund dann weitergehend zu interpretieren.

4.4.1.2. *Umfeldanalyse*

Der Vergleich beider Untersuchungsräume lässt Rückschlüsse auf großräumige Zusammenhänge in der Landschaft zu. Um jedoch die auf die Untersuchungsflächen und deren Artengemeinschaften unmittelbar wirkenden Landschaftseffekte berücksichtigen zu können, ist eine detailliertere Betrachtung des unmittelbaren Umfeldes erforderlich. Aus diesem Grund erfolgte eine weiterführende Strukturkartierung im direkten Umfeld der Untersuchungsflächen. Die Abgrenzung dieses Umfeldes in Abstände von 10, 100 und 500 m soll einerseits eine effektive Trennung zwischen Nah- und Ferneffekten ermöglichen. Andererseits berücksichtigen die gewählten Abstände auch das unterschiedliche Ausbreitungsvermögen der untersuchten Artengruppen.

Die im FuE-Vorhaben und im Rahmen begleitender studentischer Arbeiten (HAUSBERG (2013), MÜCK (2013), WINKLER (2013)) untersuchten Artengruppen gehören zu folgenden Vagilitätstypen (geordnet nach zunehmender Distanzüberwindung):

- im Boden bohrende/grabende Arten (Lumbriciden)
- bodengebunden laufende Arten (nicht flugfähige Laufkäfer, Spinnen)
- Kletterer an/in der Vegetation (Spinnen, Blattkäfer)
- bodengebundene Säugetiere (Feldhase und Reh)
- Fliegende Arten (Jungspinnen, flugfähige Laufkäfer und Blattkäfer, Wildbienen, Vögel).

4.4.2. Methoden

4.4.2.1. Festlegung des Untersuchungsraums (Landschaftsanalyse)

Über die Angaben der naturräumlichen Gliederung Deutschlands können die beiden zu vergleichenden Landschaften zunächst aus übergeordneter Sicht qualitativ charakterisiert werden (Analyseebene Naturraum). Dadurch lassen sich erste, die Untersuchungsräume differenzierende Grundmerkmale erkennen (z.B. Anteile der Hauptnutzungstypen, das Flächenverhältnis Wald zu Offenland, typische Strukturelemente). Dabei überlappen sich in beiden Untersuchungsgebieten mehrere naturräumliche Haupt- und Untereinheiten (für den UR Nord vgl. Abbildung 4.8). Dies bedingt die kleinräumigere Festlegung von die Naturräume übergreifenden Untersuchungsräumen für den relevanten Landschaftsvergleich.

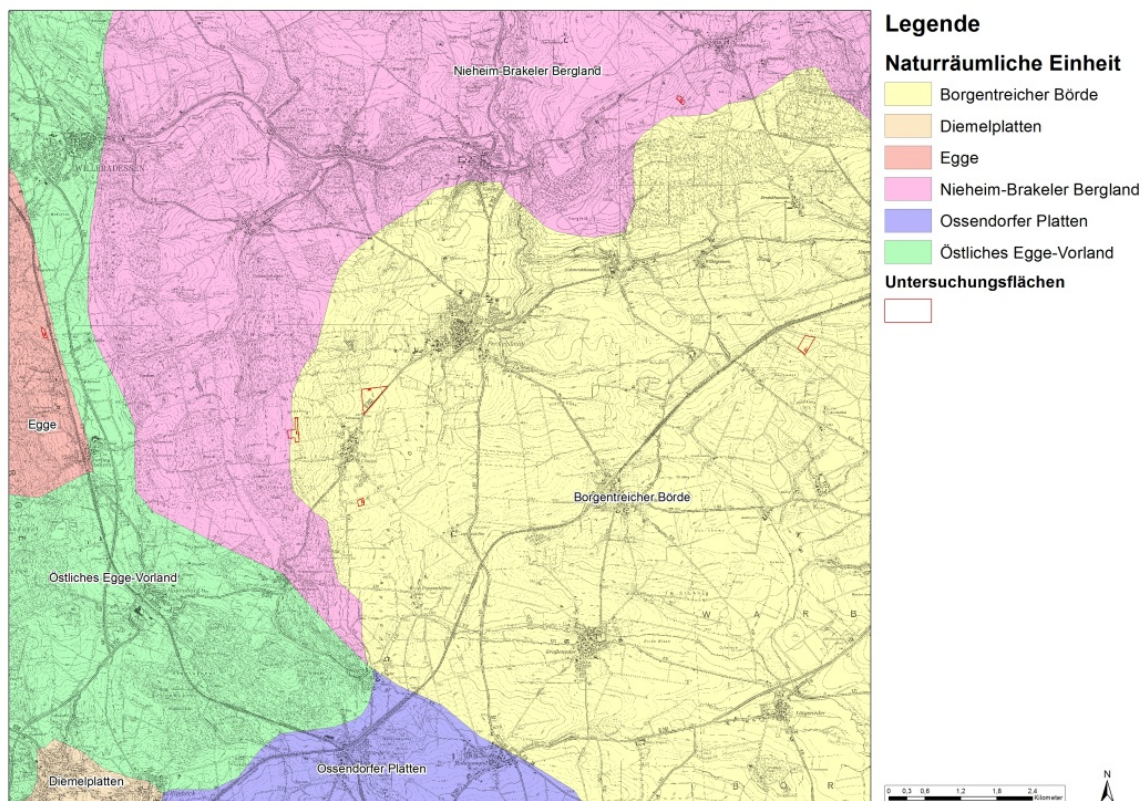


Abbildung 4.8: Untersuchungsraum Nord zugehörige naturräumliche Einheiten im Kreis Höxter. Quelle: Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Geobasisdaten NRW.

Für eine Quantifizierung von Landschaftsstrukturmaßen (siehe HERBST, 2007) ist zum einen die Festlegung vergleichbarer Bezugsräume (Analysegebiete) für die untersuchten Landschaftsräume, zum anderen die Festlegung relevanter Flächenkategorien sowie von Flächengrößenklassen und -distanzen erforderlich. Der Bezugsraum ist mit einem iterativen, GIS-gestützten Verfahren festgelegt worden, indem die einzelnen Untersuchungsflächen

solange „gepuffert“ wurden, bis sich die Puffer tangieren und eine Art Polygon ergeben. Darin sind (möglichst) alle Untersuchungsflächen des jeweiligen Landschaftsraumes mit einem in alle Richtungen gleich weiten Umfeld einbezogen, d.h. Umgebungseinflüsse werden so zu allen Richtungen hin gleichgewichtig erfassbar. Im UR Süd konnte die Miscanthusfläche aufgrund ihrer großen Entfernung zu den übrigen Untersuchungsflächen nicht in den Bezugsraum integriert werden. Aus diesem Grund liegen für den UR Süd zwei in ihren Strukturen und Strukturmaßen sehr ähnliche Bezugsräume vor, die in der weiteren Analyse zusammengefasst werden (s.u.).

Im praktischen Arbeitsablauf wurden zur Bestimmung der Untersuchungsräume zunächst die einzelnen Untersuchungsflächen mit unterschiedlichen Radien schrittweise gepuffert. Der Testlauf erfolgte auf der Datengrundlage des UR Nord, da hier die Kulturflächen im Schnitt weiter voneinander entfernt liegen als im UR Süd. Die schrittweise Pufferung geschah durch annähernde Radien (ab Radius 3000 m in Abständen zu je 100 m) solange, bis die Puffer der einzelnen Untersuchungsflächen sich an mindestens einer Stelle überlagerten und ein großes Ganzes – das Analysegebiet (Untersuchungsraum) mit allen im Kreis Höxter liegenden Untersuchungsflächen – bildeten. Der kleinstmögliche Radius zur Verbindung aller Untersuchungsflächen im UR Nord beträgt $r = 3700$ m. Durch das schrittweise Annähern der unterschiedlichen Puffer entsteht ein insgesamt 28.033 ha großes Untersuchungsgebiet (Abbildung 4.9) welches alle sechs Untersuchungsflächen und einen darum liegenden Puffer beinhaltet (UR Nord).

Die via GIS ermittelte Flächengröße des Untersuchungsraumes kann für weitere Darstellungen und Bewertungen als Bezugsgröße genutzt werden. Der für den UR Nord ermittelte Radius um die Untersuchungsflächen wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit auch für den das Untersuchungsgebiet in Baden-Württemberg verwendet. Allerdings wurde hier für den Landschaftsvergleich die weitab liegende Miscanthusfläche zusammen mit der Umgebung (Radius 3.700 m) quasi als Insel dem UR Süd zugeschlagen.

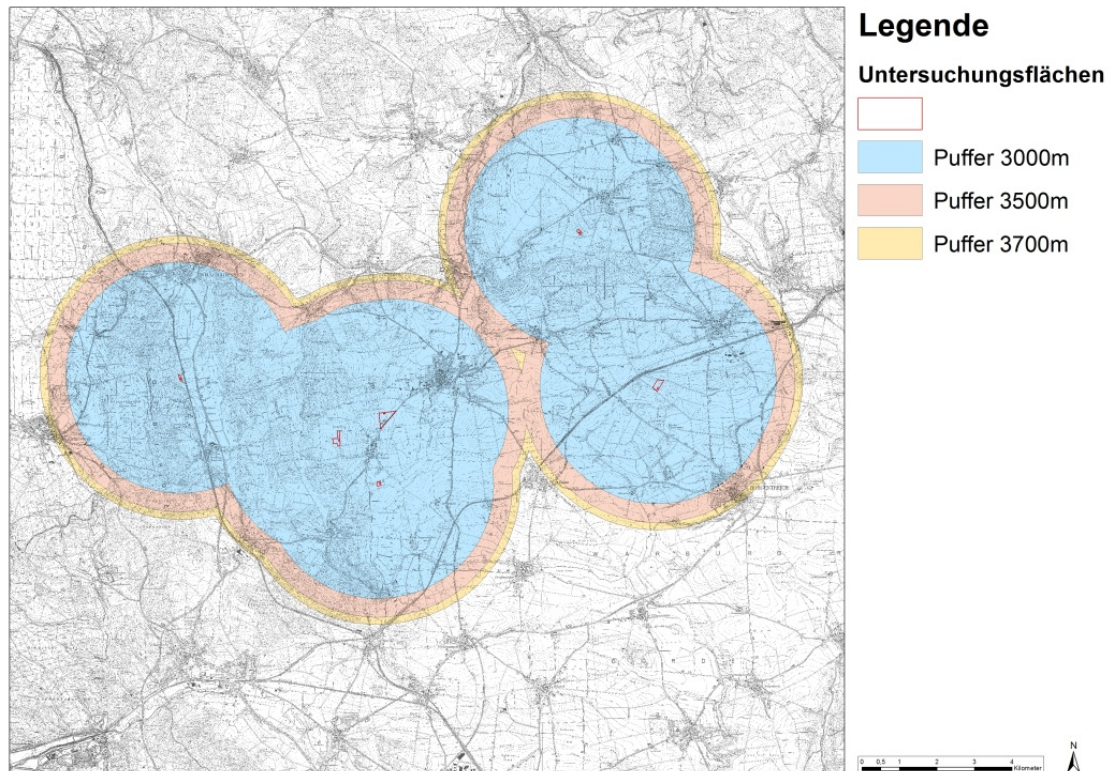


Abbildung 4.9: Puffer um die 6 Untersuchungsflächen im UR Nord aus 2012, die zusammengefügt das Analysegebiet ergeben (Analyse der Landschaftsstruktur, Geobasisdaten NRW).

4.4.2.2. *Landschaftsanalyse*

Die GIS-gestützte Landschaftsanalyse des Untersuchungsraumes erfolgte auf der Basis von Daten des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS). Die ATKIS-Daten beschreiben innerhalb der Digitalen Landschaftsmodelle die Erdoberfläche nach topographischen Gesichtspunkten und landschaftlichen Erscheinungsformen. Die Landschaft wird durch punkt-, linien- und flächenförmige Objekte grob und mit Hilfe von Objekteigenschaften fein gegliedert. Der Objektartenkatalog orientiert sich an den Inhalten der Topographischen Karte 1:25.000 (TK25). Er ist bundesweit einheitlich und damit auch zwischen beiden Untersuchungsräumen vergleichbar. Die Kategorien sind dem Objektartenkatalog zu entnehmen (AdV 2008: Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok). ATKIS-Katalogwerke. ATKIS-Objektartenkatalog DLM50. Ver. 6.0). Für die Analyse werden die in Tabelle 4.12 aufgeführten Objektklassen herangezogen. Dabei wurden in bestimmten Fällen mehrere ATKIS-Objektklassen zu einer dann für die Analyse verwendeten Objektklassengruppe zusammengefasst.

Tabelle 4.12: Für die Landschaftsanalyse herangezogene Objektklassen aus ATKIS

OBJART	ATKIS Objektklasse	Klassen Landschaftsanalyse
0	Sonstiges - Teich/Siedlung/etc. – unsortiert	nicht berücksichtigt
4101	Acker	Ackerland
4102	Grünland	zusammengefasst als Grünland
4103	Gartenland	
4105	Feuchtwiesen	zusammengefasst als Feuchtgrünland
4106	Sumpf-Feuchtwiesen	
4107	Wald	Wald
4108	Gehölzreiches Grünland	gehölzreiches Grünland / Streuobst
4109	Baumschule	nicht berücksichtigt

Nach WALZ (2004) in HERBST (2007) lassen sich Landschaftsstrukturmaße (LSM) auf verschiedenen Ebenen mit Hilfe mathematischer Formeln berechnen (s. dazu HERBST, 2007). Es wird dabei unterschieden zwischen:

- Maßen, die einzelne Landschaftselemente beschreiben (patch-indizes)
- Maßen, die das gesamte Landschaftsmosaik beschreiben (landscape-indizes)
- Maßen, die einzelne Klassen im Landschaftsmosaik beschreiben (class-indizes)

Der Vergleich der beiden Untersuchungsräume erfolgt über die Berechnung von Landschaftsstrukturmaßen mit Hilfe der GIS-Software ArcMap 10.0 und der dafür erhältlichen Erweiterung V-LATE 2.0beta (LANG & TIEDE, 2003). Folgende LSM-Kategorien können mit V-LATE automatisiert berechnet werden: *area metrics*, *edge metrics*, *promimity metrics* und *diversity metrics*. Die Beschreibungen der einzelnen LSM sind in Tabelle 4.13 aufgeführt.

Tabelle 4.13: Übersicht über die zur Beschreibung der UR Nord und Süd verwendeten Landschaftsstrukturmaße

Strukturmaß	Beschreibung
Flächenmaße (area metrics)	
Flächeninhalt, Größe	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlage zur Berechnung weiterer Maße - wird als Flächengröße der Einzelfläche (Patch Area, PA), Flächengröße der Objektartenklasse (Class Area, CA) und Gesamtfläche (Total Area, TA) berechnet - Berechenbar Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung
Anzahl der Patches (Number of Patches, NP)	<ul style="list-style-type: none"> - auf Objektklassen- und Landschaftsebene, Maß für die Unterteilung / Fragmentierung einer Klasse oder Landschaft - Grundlage für statistische Berechnungen
Anteil an der Gesamtfläche (Proportion)	<ul style="list-style-type: none"> - Prozentualer Anteil einer Klasse an der Gesamtfläche - Maß für die Ausgeglichenheit oder Dominanz der Klassen-Verteilung
Kantenmaße (edge metrics)	
Umfang (Patch Perimeter, PERIM)	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlage zur Berechnung weiterer Maße (z.B. SHAPE) - als Rand / Kante oder Grenze zwischen Klassen ein Hauptaspekt für die Erfassung der Strukturiertheit von Landschaftsmosaiken
Edge Density (ED)	<ul style="list-style-type: none"> - Gesamtlänge aller Ränder einer Klasse oder Landschaft pro ha (bezogen auf die Fläche der Gesamtlandschaft) - Maß für die Strukturiertheit oder Zerschnittenheit einer Landschaft
Lagebeziehungen (Isolation / proximity metrics)	
Nächster Nachbar (nearest neighbor, NEAR)	<ul style="list-style-type: none"> - Entfernung zum nächstgelegenen Patch gleicher Klasse, dabei können Patches gleicher Art direkt an einander grenzen (Abstand = 0 m). Es wird kein Vergleich zu allen Patches gleicher Art, sondern nur zum nächsten Nachbarn durchgeführt. - Maß der Isolation von Patches
Proximity Index (PROXIM)	<ul style="list-style-type: none"> - Innerhalb eines vorgegebenen Suchradius - Index aus den Flächen und Abständen aller Patches gleicher Klasse innerhalb des Suchradius - Je mehr und größere Patches in der Umgebung und je näher diese, desto höher der Wert - Maß für Isolation und Fragmentierung
Diversitätsmaße (Diversity metrics)	
Shannon's Diversitäts-Index (SHDI)	<ul style="list-style-type: none"> - basierend auf Reichtum und Gleichmaß der Verteilung der Gesamtfläche auf die Klassen - Je höher der Wert, desto vielfältiger die Landschaft (Maximalwert wenn alle Klassen den gleichen Flächenanteil einnehmen) - Maß für die Vielfalt der Biotopstrukturen einer Landschaft
Shannon's Evenness Index (EVEN)	<ul style="list-style-type: none"> - Setzt die für die gegebene Anzahl an Klassen die maximal mögliche Diversität (s.o.) ins Verhältnis zur tatsächlichen Diversität - Werte zwischen 0 und 1 - Je höher, desto gleichmäßigere Verteilung der Klassen auf die Gesamtfläche

Untersucht wurden die Landschaftsstrukturmaße „area metrics“ und „proximity“ auf Basis der ATKIS-Daten mit den Objektart-Code (Attribut „OBJART“) = 4101, 4102, 4103, 4105, 4106, 4107, 4108 (siehe Tabelle 4.12).

Für die Berechnung der Grünlandfläche wurden die Attributklassen ‚Grünland‘ (4102) und ‚Gartenland‘ (4103) aufgrund ihrer Ähnlichkeit zusammengefasst. Die Klassen ‚Feuchtwiese‘ (4105) und ‚Sumpf-Feuchtwiese‘ (4106) wurden vom restlichen Grünland getrennt betrachtet. Sie wurden jedoch auch zu einer Klasse zusammengefasst, da beide Typen sowohl im UR Nord als auch im UR Süd (BfN 2012b) räumlich häufig eng verzahnt vorkommen. Die Objektklassen ‚Wald‘ (4107) und ‚gehölzreiches Grünland‘ (4108) werden aufgrund ihrer unterschiedlichen Struktur nicht zusammengefasst. Somit werden für die LSM-Berechnung sechs unterschiedliche Objektklassengruppen verwendet. Eine ATKIS-Fläche mit einer zugeordneten Objektklasse wird nachfolgend als einzelnes Patch betrachtet.

4.4.2.3. *Umfeldanalyse*

Für die detaillierte Strukturkartierung wurden in beiden Untersuchungsräumen in einem Radius von 500 m um beide Probestreifen (innen und außen kombiniert) die in Tabelle 4.14 aufgeführten Kleinstrukturen im Gelände aufgenommen (Feinskala). Es wurden auch die aktuellen Nutzungen sowie Nutzungsgrenzen überprüft und gegebenenfalls erfasst. Als Grundlage für die Erfassung der Elemente und Nutzungsgrenzen dienten aktuelle Orthophotos (UR Nord aus dem Jahr 2011, für den UR Süd aus dem Jahr 2012), die ATKIS-Daten sowie Flurstücksgrenzen. Sehr kleinräumige Strukturen, wie Rohbodenflächen, Totholzbereiche oder Bienenstände wurden nicht als flächige Elemente, sondern als Punktelemente in der Umfeldanalyse berücksichtigt.

Für die Berechnungen der Landschaftsstrukturmaße im 500 m-Umfeld der untersuchten Kulturflächen wurden im Grobraster zwischen ‚Acker‘, ‚Grünland‘, ‚Wald‘, ‚Sonderstrukturen‘ sowie Siedlungs- und Verkehrsflächen (‚Sonstige‘) unterschieden. Für die Feinanalyse wurden verschiedene Strukturelemente zu Großgruppen zusammengefasst; ‚Gehölz‘ beinhaltet Feldgehölz/-hecke, Gehölzgruppen, Einzelgehölz, Baumreihe, Baumgruppe und ‚Randstreifen‘ beinhaltet Böschung, Graben, Gehölzsaum und Grasstreifen. Die Definition der verschiedenen berechneten LSM ist dem vorigen Kapitel zur Landschaftsanalyse zu entnehmen.

Im Zuge der Detailkartierung wurde innerhalb eines Radius von 100 m und 10 m um die Untersuchungsflächen auch der Anteil an Blütenpflanzen in Hecken, Gebüsch, Böschungen, Staudenvegetation, Grünland und auf Brachflächen erfasst.

Tabelle 4.14: Im Rahmen der Umfeldanalyse erfasste Strukturen

Grobskala	Feinskala	Bemerkungen
Acker	Hauptfrucht	mit Bezeichnung
	Zwischenfrucht	mit Bezeichnung
	Sonderkulturen	mit Bezeichnung
Grünland	Extensiv Wiese	Blütenanteil (skaliert)
	Intensiv Wiese	Blütenanteil (skaliert)
	Ried- oder Seggenwiese	Blütenanteil (skaliert)
	Extensiv Weide	Blütenanteil (skaliert)
	Intensiv Weide	Blütenanteil (skaliert)
Siedlung und Verkehr (Sonstiges)	Straße	
	geteilter Weg	
	geschotterter Weg	
	Grasweg	
	Bahntrasse (Gleiskörper)	genutzt oder stillgelegt
	Siedlung	Gebäude, inkl. Hausgärten
Sonderstruktur	Feldhecke	Benennung u. Anteil der Blühgehölze (Blütenanteil skaliert)
	Feldgehölz	Benennung u. Anteil der Blühgehölze (Blütenanteil skaliert)
	Einzelbaum/-gehölz	Benennung u. Anteil der Blühgehölze (Blütenanteil skaliert)
	Baumreihe/Allee	Benennung u. Anteil der Blühgehölze (Blütenanteil skaliert)
	Hochstaudenflur	Benennung und Anteil der Hauptarten, Blütenanteil skaliert
	Gehölzsaum	Benennung und Anteil der Hauptarten, Blütenanteil skaliert
	Gras-(Rand)-streifen, Acker-saum	Benennung und Anteil der Hauptarten, Blütenanteil skaliert
	Streuobstwiese	Angabe zur Baumdichte/Baumbestand
	Obstplantage intensiv	Angabe zur Baumdichte/Baumbestand
	Graben	
	Rohboden (kleinräumig)	Flächenangabe
	Böschung/Bahndamm	Benennung und Anteil der Hauptarten, Blütenanteil (ggf. skaliert), mit Exposition
	Stillgewässer	
	Fließgewässer	
	Lesesteinhaufen	
Bienenstand		
Totholz	z.B. Gehölz, Zaunpfahl, Ansitz	
Wald	Laubwald	Benennung und Anteil der Blühgehölze
	Nadelwald	

4.5. Treibhausgas (THG)-Bilanzierung

Das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) hat im Projekt „Flächeneffektive Bioenergienutzung aus Naturschutzsicht“ bereits Treibhausgasbilanzierungen u.a. für die Energiepflanzen Mais, Gersten-GPS, Klee gras, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe für den Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Brandenburg, (leichte Böden mit durchschn. 28 Bodenpunkten) und den Saale-Holzland-Kreis, Thüringen, (mittlere Böden mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 39) vorgenommen. In Anlehnung an dieses Projekt wurden vom ifeu zusätzlich noch Berechnungen für die mehrjährige Blümmischung unter Annahme eines hohen und niedrigen Ertragsniveaus durchgeführt.

Das Vorgehen bei der Treibhausgasbilanzierung illustriert Abbildung 4.10 und ist nachfolgend in Form eines Auszugs aus dem Endbericht „Flächeneffektive Bioenergienutzung aus Naturschutzsicht - Bewertung und Empfehlungen zum Schutz biologischer Vielfalt und Klima“ dargestellt (PETERS et al., 2010):

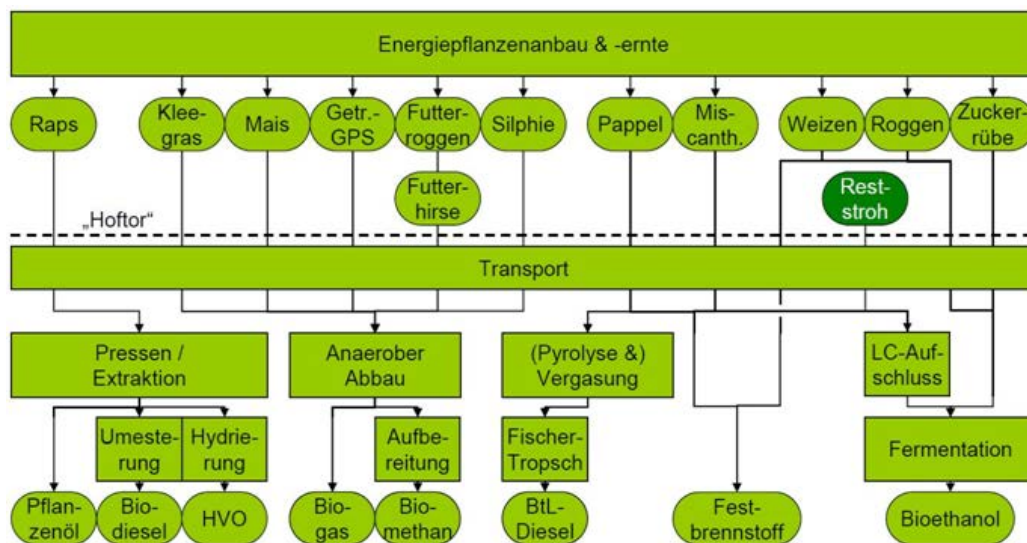


Abbildung 4.10: Betrachtete Fruchtarten und Biomassekonversionen. Getr.-GPS = Getreide-Ganzpflanzensilage, HVO = Hydriertes Pflanzenöl, BtL = Biomass-to-Liquid, LC = Lignozellulose (aus Peters et al., 2010)

Die Untersuchung wird in Anlehnung an die Vorgehensweise bei Ökobilanzen durchgeführt. Dabei werden die gesamten Lebenswege der Bioenergieträger vom Anbau der Biomasse über die Verarbeitung zu Biokraftstoffen oder -brennstoffen bis hin zu deren energetischer Nutzung im Vergleich zu fossilen Energieträgern betrachtet. [...]

[...] Im Rahmen dieser Studie wurde als einzige Umweltwirkung der Treibhauseffekt untersucht. Dieser bezeichnet die Erwärmung der Atmosphäre in Folge der vom Menschen verursachten Freisetzung von klimawirksamen Gasen. In Ökobilanzen wird nur der anthropogene Treibhauseffekt betrachtet. Es werden Kohlenstoffdioxid (CO₂) aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern sowie Methan (CH₄) und Lachgas (Distickstoffoxid, N₂O) berücksichtigt. Alle Gase werden nach vorgegebenen Faktoren in Kohlenstoffdioxid-Äquivalente (CO₂-Äquivalente) umgerechnet und in dieser Studie als kg CO₂-Äquivalente ausgewiesen. [...] Um den Beitrag von Treibhausgasen wie Methan und Lachgas zur Erderwärmung in Relation zum Kohlendioxid zu bestimmen, wird nach Konvention meist ein Zeitraum von 100 Jahren gewählt, innerhalb dessen die Gase ihren Treibhauseffekt entfalten. Diese so genannten CO₂-Äquivalenzwerte werden durch das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) vorgegeben. Das IPCC ist ein internationales Fachgremium, das sowohl die Methode als auch die entsprechenden Kennzahlen für jede klimawirksame Substanz errechnet und fortschreibt. Die vom IPCC fortgeschriebenen Berichte sind grundsätzlich in Ökobilanzen als wissenschaftliche Grundlage zur Instrumentalisierung des Treibhauseffektes in ihrer jeweils neuesten Fassung heranzuziehen. [...]

In dieser Studie wurden die CO₂-Äquivalenzwerte nach IPCC 2007 verwendet (CH₄ (fossil) = 27,75 CO_{2eq}; CH₄ (biogen) = 25 CO_{2eq}; N₂O = 298 CO_{2eq}). [...] Die untersuchten Bioenergieträger können entweder als Biokraftstoff im Verkehrssektor (mobile Nutzung) oder als Biobrennstoff zur Strom- und/oder Wärmegewinnung (stationäre Nutzung) eingesetzt werden. [...] Dadurch wird je nachdem ein Strommix, ein Wärmemix bzw. ein Strom- und Wärmemix aus herkömmlichen, fossilen Energieträgern ersetzt.

[...] Die Ökobilanznormen verlangen als Grundprinzip, dass in einem Prozess entstehende Nutzen durch Systemraumerweiterung ausgeglichen werden. Wird z.B. Strom erzeugt, dann muss das System um die Stromerzeugung aus einem anderen Prozess erweitert werden. Die Anrechnung erfolgt üblicherweise als Gutschrift, da dieser andere Prozess ersetzt wird. Dieser so genannte Äquivalenzprozess bildet entweder die ansonsten übliche Erzeugung von Strom ab (Durchschnittsbetrachtung) oder aber eine ganz bestimmte Erzeugungsart wie z.B. die Stromerzeugung ausschließlich aus fossilen Brennstoffen (Kohle, Erdgas), wenn eine hohe Wahrscheinlichkeit gegeben ist, dass genau diese ersetzt werden (Marginalbetrachtung).

Für die Marginalbetrachtung wird hinterfragt, wie die Energieversorgungsunternehmen auf eine alternative Strombereitstellung aus Energiepflanzen reagieren würden. Mögliche Reaktionen sind je nach Umfang der bereitgestellten Strommenge, dass bestimmte Kraftwerke

weniger Strom produzieren (Teillastbetrieb) oder – langfristig und bei größeren Strommengen – bestimmte Kraftwerke abgeschaltet, stillgelegt oder nicht gebaut werden. In dieser Studie wurde die Gutschrift für die erzeugte Energie nach der Marginalbetrachtung verrechnet. [...] Ebenso wurden die Koppelprodukte nach der Methode der Systemraumerweiterung durch Gutschrift (Substitutionsmethode) verrechnet.

[...] Für den Anbau von Energiepflanzen werden Anbauflächen benötigt. Derartige Flächenbelegungen und die daraus resultierenden Umweltwirkungen (z.B. Treibhausgasemissionen) müssen in Ökobilanzen berücksichtigt werden. Dabei liegt stets die Frage zu Grunde, wie die betrachtete Fläche genutzt würde, wenn man darauf keine Energiepflanzen anbaut. Diese alternative Flächennutzung wird als so genanntes landwirtschaftliches Referenzsystem bezeichnet. [...] Das landwirtschaftliche Referenzsystem umfasst auch sämtliche Landnutzungsänderungen, die durch die Flächenbelegung mit Energiepflanzen induziert werden. Werden für den Anbau von Energiepflanzen bestehende Ackerflächen belegt, spricht man von einer Landnutzungsänderung (engl. land use change, LUC), wenn lediglich ein Fruchtartenwechsel stattfindet (z.B. Weizen zu Mais) bzw. sich die Verwendung ein und derselben Fruchtart ändert (z.B. Futterweizen zu Ethanolweizen). Werden dagegen für den Energiepflanzenanbau Dauergrünlandflächen oder gar wertvolle Naturflächen in Ackerland umgewandelt, wird dies als Landbedeckungsänderung (engl. land cover change, LCC) bezeichnet. Der Einfachheit halber werden beide Prozesse im Folgenden unter „Landnutzungsänderung“ zusammengefasst und mit dem englischen „LUC“ abgekürzt.

In Abhängigkeit des Wirkungsortes einer Landnutzungsänderung spricht man von direkten (dLUC) und indirekten (iLUC) Landnutzungsänderungen. Direkte Landnutzungsänderungen liegen vor, wenn eine Fläche vor dem Anbau von Energiepflanzen durch eine andere Nutzung geprägt oder ungenutzt war (FRITSCH & WIEGMANN, 2008). Indirekte Landnutzungsänderungen liegen z.B. vor, wenn anderswo auf der Welt Naturflächen in Ackerland umgewandelt werden, um die in Deutschland nicht mehr produzierten Nahrungs- und Futtermittel auszugleichen.

Gegenstand der für dieses Projekt durchgeführten ifeu-Studie war die Frage, welche Bioenergie-Kultur unter Betrachtung der THG-Bilanzen die vorzüglichste ist, sofern die betrachteten Kulturen auf Flächen angebaut werden, die unter den gegenwärtigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht mehr für die Erzeugung von Nahrungs- oder Futtermitteln benötigt werden. Das Ranking der einzelnen Kulturen untereinander ist von einem Referenzsystem unabhängig. Durch die Wahl des Referenzsystems

(Brache/Acker/Grünland) und der Art der Landnutzungsänderung (dLUC/iLUC) verschieben sich die Ergebnisse gleichwertig über alle Kulturen (PETERS et al., 2010). Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich daher auf die Betrachtung des landwirtschaftlichen Referenzsystems „Brache“ als Ausgang für direkte Landnutzungsänderungen (dLUC).

Detailliertere Informationen zu den Berechnungen der THG-Bilanzen, wie z.B. Wahl der Vergleichssysteme und Bewertung der Koppelprodukte, sind dem Endbericht des o.g. Projekts zu entnehmen (PETERS et al., 2010).

5. Ergebnisse

5.1. Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Erfassungen

5.1.1. Produktionstechnische Erfassungen

Soweit es möglich war, wurde die Bewirtschaftung der einzelnen Kulturen zwischen den beiden Untersuchungsräumen abgestimmt. Aufgrund des Witterungsverlaufs und des unterschiedlichen Schadpotentials zwischen den Untersuchungsräumen im Süden und Norden sowie durch einzelbetriebliche Umstände kam es jedoch zu Abweichungen in der Bewirtschaftung. In der Regel erfolgte die Düngung bei allen Kulturen unmittelbar vor bzw. nach der Aussaat. Winterraps wurde im Spätsommer und zu Vegetationsbeginn im Frühjahr gedüngt, die Wintergerste zur GPS-Nutzung nach der Einsaat im Herbst und ebenfalls zu Vegetationsbeginn im Frühjahr. Nach der Ernte der Gersten-GPS wurde in dieselbe Fläche Weidelgras gesät und die Düngung in beiden Versuchsjahren im September durchgeführt. Bei den Sommerungen Mais und Zuckerrübe erfolgte die Düngung schwerpunktmäßig in den Monaten März bis Mai. Die mehrjährige Blümmischung wurde im Aussaatjahr im Juni 2012 im Rosettenblattstadium gedüngt, im zweiten Nutzungsjahr (2013) erfolgte die Düngung bereits zwischen März und April. Die Miscanthusflächen wurden in Abhängigkeit der Witterung zwischen April und Mai geerntet; im UR Nord fiel die Ernte im Jahr 2013 (Frühjahr 2014) witterungsbedingt aus. Die Düngung erfolgte dann im Anschluss an die Ernte. Die Kulturen zur Biogasnutzung (Blümmischung, Mais und Gersten-GPS) wurden sowohl organisch (Gärreste aus Biogasanlage) als auch mineralisch gedüngt. Bei den weiteren Kulturen (Miscanthus, Raps und Zuckerrübe) erfolgte die Düngung in der Regel nur mineralisch (detaillierte Aufstellung der Bewirtschaftungsmaßnahmen im Anhang Tabellen A 1 - A 4).

In beiden Versuchsjahren waren Pflanzenschutzmaßnahmen gegen diverse Schaderreger notwendig. Der Schwerpunkt der Behandlungen lag je nach Kultur bei den Unkräutern und Ungräsern, Insekten (v.a. Blattläuse, Rapsglanzkäfer) oder pilzlichen Erkrankungen wie Blatt- und Stängelfäule. Behandlungszeitpunkte und verwendete Mittel sind in Tabelle 5.1 (UR Süd) und Tabelle 5.2 (UR Nord) zusammengefasst. Darüber hinaus wurde das Maissaatgut in beiden Untersuchungsjahren im UR Süd mit Mesurool (Wirkstoff: Methiocarb) und im UR Nord mit TMTD (Wirkstoff: Thiram) gebeizt (Tabelle 5.1 und Tabelle 5.2).

Tabelle 5.1: Pflanzenschutzmaßnahmen im UR Süd bei Mais, GPS, Raps und Zuckerrübe.

	Kultur	Datum	Mittel	Schadorganismus
2012	Mais	Beizung Saatgut	Mesurool (Methiocarb)	Schnecken, Insekten
		16.06.12	Arrat + Dash	Unkräuter
	GPS	28.10.11	Stomp SC/Arelon TOP/ Karate+Zeon Technolc	Unkräuter/saugende Insekten, Blattläuse
		26.04.12	Input / Tomigan 180	Halmbruchkrankheit, Septoria, Netzfleckenkrankheit / Unkräuter
	Raps	24.05.12	Gladio	Blatt- und Spelzenbräune, Septoria-Blattdürre, Blatffleckenkrankheit, Netzfleckenkrankheit
		17.03.12	Trebon 30 EC	Rapsglanzkäfer, Gefleckter Kohltriebrüssler, Kohlschotenrüssler
		02.04.12	Mavrik + Zitronensäure	Rapsglanzkäfer
		20.04.12	Mospilan SG	Rapsglanzkäfer
		08.05.12	Cantus Gold	Weißstängeligkeit, Rapsschwärze, Wurzelhals- und Stängelfäule
	Zucker- rübe	14.04.12 25.04.12 07.05.12	Goltix Super / Powertin Plus / Oleo FC	Unkräuter
		21.08.12	Harvesan	Blatffäule
	Kultur	Datum	Mittel	Schadorganismus
2013	Mais	Beizung Saatgut	Mesurool (Methiocarb)	Schnecken, Insekten
		17.06.13	Arrat + Dash / Kelvin	Unkräuter / Ungräser, Unkäuter
	GPS	04.10.12	Herold SC/Lentipur 700 /Sumicidin Alpha EC	Unkräuter, Ungräser / Blattläuse, beißende Insekten
		06.05.13 14.05.13	Input / Medax Top	Braunrost, Septoria, Netzfleckenkrankheit / Halmfestigung
	Raps	05.08.12	Metarex	Schnecken
		20.09.12	Rapsan 500 / Agil	Unkräuter, Ungräser
		20.10.12	Tilmor / Bulldock	Phoma, Winterhärte
		15.04.13	Karate Zeon	beißende Insekten
		03.05.13	Fastac SC / Tilmor	beißende Insekten, Kohlschotenmücke / Phoma, Standfestigkeit
		16.05.13	Biscaya	beißende Insekten
		08.06.13	Cantus Gold / Biscaya	Sklerotinia, Phoma, Alternaria / beißende Insekten
	Zucker- rübe	01.05.13 13.05.13 17.06.13	Goltix Super / Powertin Plus / Oleo FC	Unkräuter
13.05.13		Agil-S	Ausfallgetreide	
06.07.13		Spyrale / Bulldock	<i>Cercospora beticola</i> , Ramularia-Blatfflecken, Echter Mehltau / saugende Insekten	
31.07.13		Juwel / Ortiva / Bulldock	<i>Cercospora beticola</i> , Echter Mehltau, Rübenrost / <i>Cercospora beticola</i> / saugende Insekten	

Tabelle 5.2: Pflanzenschutzmaßnahmen im UR Nord bei Mais, GPS, Raps und Zuckerrübe.

	Kultur	Datum	Mittel	Schadorganismus
2012	Mais	Beizung Saatgut	TMTD (Thiram)	pilzliche Schaderreger
		29.05.12	Mais Ter - Gardobuc	Schadpflanzen und Unkräuter
	GPS	15.03.12	Axial 50 + Primus	Unkräuter
		26.04.12	Adexar	pilzliche Schaderreger
		20.05.12	Taspa + Karate	pilzliche Schaderreger
	Raps	30.09.11	Butisan Top	Unkräuter
		04.05.12 25.05.12	Karate Zeon	Rapsglanzkäfer, Großer Rapsstängelrüssler, Gefleckter Kohltriebrüssler, Kohlschotenrüssler, Rapserrfloh, Kohlschoten-Mücke
	Zucker- rübe	21.04.12	Goltix	Unkräuter
		05.05.12 15.05.12 26.05.12	Goltix + Betanal maxxPro + Debut	Unkräuter
		14.07.12	Juwel	Cercospora, Echter Mehltau, Rübenrost
		Kultur	Datum	Mittel
2013	Mais	Beizung Saatgut	TMTD (Thiram)	Pilzliche Schaderreger
		10.06.13	Milagro Forte Extra + Peak / Calaris	Schadpflanzen und Unkräuter
	GPS	Herbst 12	Picono / Axial	Unkräuter, Ungräser
		Frühjahr 13	Starane Adexar	Unkräuter pilzliche Schaderreger
	Raps	Herbst 12	Butisan Top	Unkräuter, Ungräser
		Mai 13	Karate	beißende Insekten
	Zucker- rübe	Mai - Juli 13	Goltix / Betanal / Debut	Unkräuter

Besonders viele Insektizid- und Fungizidanwendungen waren bei Raps erforderlich. Im Gegensatz dazu beschränkten sich die Maßnahmen bei Mais vorwiegend auf den Einsatz von Herbiziden zur Unkrautkontrolle. Bei den Kulturen Wintergerste und Zuckerrübe erfolgten zunächst Behandlungen gegen Unkräuter und Ungräser und im weiteren Vegetationsverlauf auch gegen pilzliche Schaderreger. Bei den mehrjährigen Kulturen Blümmischung und Miscanthus wurden keine Pflanzenschutzmittel angewendet.

Auf einen eher milden, nassen Dezember 2011 und Beginn des Januars 2012, folgten Ende Januar 2012 Dauerfrost und eher trockene Bedingungen, die bis Mitte Februar andauerten (DWD, 2014). Aufgrund einer fehlenden Schneedecke im UR Nord war die Wintergerste

durch Kahlfröste stark ausgewintert. Der Betriebsleiter wollte daher die Fläche umbrechen und mit Sommergerste neu bestellen. Projektbedingt wurde vom Umbruch der Wintergerste abgesehen. Aufgrund der schlechten Entwicklung des Gerstenbestandes musste überdurchschnittlich gedüngt und Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt werden, was sich auch im wirtschaftlichen Ergebnis niederschlug. Die trockene Witterung im Frühling (sonnig und warm) führte gebietsweise zu Trockenstress bei den Winterkulturen (DWD, 2014). Der Ertrag (88 dt TM/ha) und die Wirtschaftlichkeit der Wintergerste waren dadurch sowie durch die Auswinterungsverluste stark unterdurchschnittlich und defizitär. Die Aussaat von Weidelgras als Untersaat in die Wintergerste ist sowohl im Süden als auch im Norden aufgrund der Frühjahrstrockenheit nicht gelungen. Zudem stand die Wintergerste zu diesem Zeitpunkt schon sehr dicht, sodass das Weidelgras keine Möglichkeit zum gleichmäßigen Auflaufen hatte. Im UR Süd konnte jedoch nach der Ernte eine Blanksaat von überjährigem Weidelgras etabliert werden. Im UR Nord wurde auf die erneute Blanksaat verzichtet, der spärliche Aufwuchs im Herbst wurde gemulcht. Um einen gleichmäßigen Weidelgrasbestand zu etablieren und die Kosten für doppeltes Saatgut, Bodenbearbeitung und Aussaat einzusparen, wurde im zweiten Versuchsjahr (2013) auf die Untersaat verzichtet und stattdessen in beiden Untersuchungsräumen direkt eine Blanksaat des Weidelgrases im Juli nach der Ernte der Gersten-GPS durchgeführt.

Die niederschlagreichen Monate Juni und Juli 2012 wirkten sich positiv auf die Bodenfeuchte aus und kamen dem Mais, Raps und der Zuckerrübe zugute. Der August war anfangs vorwiegend warm und vergleichsweise trocken, gegen Ende aber wieder feuchter, sodass sich die Zuckerrüben optimal entwickeln konnten (DWD, 2014). Im UR Süd wurden bei den Zuckerrüben überdurchschnittliche Erträge von 950 dt FM/ha erfasst und im Norden von 934 dt FM/ha. Der Mais wies ebenfalls in beiden Untersuchungsräumen hohe Erträge auf (Tabelle 5.3).

Die Blütmischung im UR Süd lag 2012 mit 62 dt TM/ha auf niedrigem Niveau. Ursache hierfür war die Frühjahrstrockenheit, die im Jahr 2012 eine optimale Etablierung verzögerte. Im Folgejahr wurden mit 86 dt TM/ha deutlich höhere Biomasseerträge erzielt. Im UR Nord konnte die Blütmischung keiner Biogasanlage zugeführt werden und wurde daher für eine ideale Nutzung viel zu spät im Spätherbst (144 dt FM/ha) geerntet. Aufgrund der verspäteten Ernte wurde auf eine Trockenmassebestimmung durch den Landwirt verzichtet; unter Annahme eines TM-Gehalts zwischen 40 und 50 % entspricht dies einem Ertrag zwischen 60 und 70 dt TM/ha. Die späte Ernte im Herbst 2012 bedingte auch eine schlechte Entwicklung

im zweiten Versuchsjahr (2013), da die mehrjährigen Arten in ihrer Entwicklung durch die Beschattung der einjährigen Arten benachteiligt wurden. Der Ertrag konnte auch im zweiten Versuchsjahr mit 58 dt TM/ha nicht überzeugen.

Der Herbst 2012 war von einem Wechsel spätsommerlicher Phasen und markanter Kaltluftereinbrüche geprägt (DWD, 2014). Diese führten im UR Süd Ende Oktober zu Schneefall, in dessen Folge der Miscanthus ins Lager ging. Er wurde daher 2013 mit 20 % geringeren Erträgen im Vergleich zum Vorjahr geerntet. Im Winter 2012/2013 wurden milde Phasen von einer kalten Witterungsperiode abgelöst. Dauerfrost führte jedoch in diesem Jahr aufgrund einer geschlossenen Schneedecke zu keinen Auswinterungsverlusten wie im Vorjahr. Der Winter zog sich bis in den Frühling hinein, so dass die Pflanzenentwicklung im April im Vergleich zum Vorjahr noch stark im Rückstand war. In der zweiten Maihälfte prägten intensive Regenfälle das Wetter (DWD, 2014). Die langanhaltende Schneedecke und feuchte Witterung im Frühjahr verzögerten die Miscanthusernte bis Anfang Mai (06.05.2013).

Die Befahrbarkeit der Böden war durch die Wassersättigung stark eingeschränkt. Die zahlreichen Niederschläge setzten sich auch im Juni 2013 fort (DWD, 2014). Dies führte bei der Wintergerste im UR Nord zu einer sehr späten Ernte, so dass der TM-Gehalt für eine optimale Biogasnutzung mit > 40 % deutlich zu hoch war; optimal ist ein TM-Gehalt zur Ernte von 30-35 %.

Der Juli 2013 war von einer hochsommerlichen, trockenen Witterung geprägt, gegen Ende Juli herrschte große Trockenheit mit zunehmender Hitze. Örtlich traten kräftige Gewitter mit Hagel und Starkregen auf. Der Raps litt zunehmend unter der Trockenheit. Der August war zunächst noch sommerlich heiß, gegen Ende des Monats herrschten jedoch herbstlich kühle Temperaturen vor (DWD, 2014). Die Rapsrerträge lagen in beiden Untersuchungsräumen im Jahr 2013 deutlich unter den Erträgen aus dem Vorjahr (Tabelle 5.3). Hinzu kam im UR Süd ein Hagelschaden (ca. 25 % Ertragsverlust) bei Raps.

Auch die Zuckerrübe konnte 2013 das sehr gute Vorjahresniveau nicht mehr erreichen. Dies zeigte sich besonders deutlich im Norden. Dort war der Zuckerrübenertrag mit ca. 590 dt FM/ha um ca. 35 % geringer. Die ungünstigen Witterungsbedingungen im Jahr 2013 beeinflussten auch das Wachstum von Mais maßgeblich. Herrschten im Frühjahr zunächst kühle und nasse Bedingungen vor, setzten die hohen Temperaturen und die Trockenheit im Juli dem Mais zu. Im Süden wurde der Mais mit recht niedrigem TM-Gehalt (24 %) geerntet, im Norden lag der TM-Gehalt zwar bei für die Biogaserzeugung optimalen 33 %, jedoch war

der Ertrag mit 132 dt TM/ha im Vergleich zum Vorjahr um 25 % deutlich geringer (Tabelle 5.3).

Tabelle 5.3: Erträge der untersuchten Kulturen im UR Nord und im UR Süd in 2012 und 2013.

		Kultur					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
		dt TM/ha			dt FM/ha (% TM)		
UR Nord	2012	144*	172	88	125 (85)	46 (90)	934 (20)
	2013	58	132	81	** (85)	38 (92)	591 (20)
UR Süd	2012	37	164	158	150 (85)	40 (90)	950 (20)
	2013	86	120	119	120 (85)	32 (91)	910 (21)

*in dt FM/ha; ** keine Ernte in 2013

5.1.2. Betriebswirtschaftliche Erfassungen

5.1.2.1. *Ergebnisse*

Die einzelbetrieblichen Ergebnisse in den nur zwei Untersuchungsjahren hängen sehr stark von Witterungsereignissen und kurzfristigen Preisschwankungen für Agrarprodukte und Betriebsmittel ab. Die kurze zweijährige Untersuchungsdauer ist für eine langfristige Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der betrachteten Energiekulturen mehrjährige Blümmischung, Mais und Gersten-GPS zur Biogasgewinnung, Raps und Zuckerrüben zur Nutzung als Kraftstoff (Biodiesel/-ethanol) und Miscanthus zur Nutzung als Festbrennstoff nicht ausreichend. Alternativ wurden für die untersuchten Kulturen daher Vergleichsberechnungen auf Grundlage langfristiger, regionaltypischer Ertragsniveaus (niedrig, mittel hoch) und mittlerer Betriebsmittelpreise durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse für die beispielhaften Berechnungen mit niedrigem, mittlerem und hohem Ertragsniveau beschrieben (Abbildung 4.1, Tabelle 5.4; die detaillierten Tabellen für ein niedriges und hohes Ertragsniveau befinden sich im Anhang (Tabellen A 5 - A 6). Die Berechnungen mit den bei den Landwirten erfassten Daten können ebenfalls dem Anhang entnommen werden (Tabellen A 7 - A 10).

Bei Mais, Gersten-GPS und Zuckerrübe liegen die Erlöse entsprechend der jeweiligen Erträge beim hohen Ertragsniveau um die 40 - 50 %, bei der mehrjährigen Blümmischung und Raps um annähernd 75 % und bei Miscanthus um 100 % über denen bei niedrigem Ertragsniveau. Die höchsten Erlöse können mit der Zuckerrübe erzielt werden. In Abhängigkeit des Ertragsniveaus liegen die Werte zwischen 1.650 und 2.250 €/ha, gefolgt von Mais mit 1.100 bis 1.650 €/ha und Raps mit 1.050 bis 1.750 €/ha. Die geringsten Erlöse erbringt die mehrjährige Blümmischung (bis zu 50 % niedriger als Mais), die allerdings auch die geringsten variablen Kosten von maximal 320 €/ha aufweist. Aufgrund der hohen Düngungs- und Pflanzenschutzkosten fallen bei der Zuckerrübe die höchsten variablen Kosten an, gefolgt von Raps und Mais. Im Vergleich zur mehrjährigen Blümmischung sind die variablen Kosten bei der Zuckerrübe viermal, bei Raps dreimal und bei Mais etwa doppelt so hoch. Die variablen Kosten der Kulturen Gersten-GPS und Miscanthus liegen bei niedrigem Ertragsniveau zwischen 350 und 420 €/ha, bei mittlerem Ertragsniveau zwischen 420 und 500 €/ha und bei hohem Ertragsniveau zwischen 500 und 570 €/ha.

Tabelle 5.4: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung sowie Gewinnbeitrag nach Prämie bei **mittlerem** Ertragsniveau; Werte in €/ha, sofern nicht anders angegeben; rundungsbedingte Abweichungen sind möglich.

Fruchtart	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Leistung:						
<i>Ertrag (dt FM/ha)</i>	344	500	364	150	40	650
<i>Ertrag (dt TM/ha)</i>	110	150	120			
<i>Methanertrag (m³/ha)</i>	2.226	4.176	3.301			
Gesamterlös	735	1.378	1.089	1.050	1.400	1.950
variable Kosten:						
Saatgut		178	85		77	232
Anteilige Etablierungs- und Rekultivierungskosten (Vollkosten incl. Zinsansatz)	129			209		
Düngung (Entzug * Preis abzgl. Gärrestrüklieferung)	40	103	71	130	246	313
Pflanzenschutz		71	60		231	228
Hagelversicherung	9	21	17		76	25
variable Maschinenkosten (eigene Maschinen)	99	215	182	157	141	363
Zinsansatz var. Kosten	2	10	7	1	18	23
Gesamt variable Kosten	279	598	422	497	789	1.184
Deckungsbeitrag	456	780	667	553	611	766
Feste Maschinenkosten	129	249	179	207	167	316
<i>Arbeitszeit (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>6,3</i>	<i>11,6</i>	<i>9,9</i>	<i>7,9</i>	<i>7,4</i>	<i>14,8</i>
Lohnansatz (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten)	94	174	149	118	111	222
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	233	357	339	228	333	228
Festkosten (nach gek. Prämien)	80	130	130	80	130	130
Kalk. Gewinnbeitrag nach Prämie	153	227	209	148	203	98
<i>Arbeitszeit (alle Arbeiten in Eigenmech.; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>7,2</i>	<i>11,6</i>	<i>9,9</i>	<i>8,6</i>	<i>7,4</i>	<i>14,8</i>
Lohnansatz (alle Arbeiten in Eigenmech.; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten)	108	174	149	130	111	222
<i>Arbeitszeit (ohne typ. Lohnarbeiten; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>2,3</i>	<i>5,6</i>	<i>5,5</i>	<i>2,5</i>	<i>5,8</i>	<i>7,5</i>
Lohnansatz (ohne typ. Lohnarbeiten; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten)	34	85	82	37	87	112

Im Vergleich der Kulturen weist Mais neben der Zuckerrübe über alle drei Ertragsniveaus die größten Deckungsbeiträge auf. Beim hohem Ertragsniveau liegt der Deckungsbeitrag von Mais bei knapp 1.000 €/ha, gefolgt von der Zuckerrübe mit 920 €/ha, Gersten-GPS, Miscanthus und Raps mit 770 bis 850 €/ha und Blümmischung mit ca. 600 €/ha. Beim niedrigen Ertragsniveau liegen Mais, Gersten-GPS und Zuckerrüben gleichauf bei ca. 560 €/ha, gefolgt von Raps mit 380 €/ha und mehrjährige Blümmischung mit ca. 300 €/ha. Die Deckungsbeiträge spiegeln die Kosten einer vollständigen Eigenmechanisierung wieder.

Bei Miscanthus können mit niedrigem Ertrag die Direkt- und Arbeitserledigungskosten gerade gedeckt werden (20 €/ha). Bei der Zuckerrübe verbleibt nach Abzug der Direkt- und Arbeitserledigungskosten von der Summe der Leistungen ein leicht positiver Wert (62 €/ha). Bzgl. der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung stellt sich die Gersten-GPS mit 272 €/ha am besten dar; Mais liegt mit 178 €/ha ca. 100 €/ha dahinter, gefolgt von Raps mit 118 €/ha und der mehrjährigen Blümmischung mit 106 €/ha. Beim mittleren Ertragsniveau erreichen die Kulturen Mais, Gersten-GPS und Raps Werte im Bereich zwischen 330 und 360 €/ha, mehrjährige Blümmischung, Miscanthus und Zuckerrübe liegen bei 230 €/ha. Raps und Mais erreichen bei hohem Ertrag mit ca. 530 €/ha die höchsten Werte, gefolgt von Miscanthus mit 450 €/ha sowie mehrjähriger Blümmischung und Gersten-GPS mit 360 - 380 €/ha. Die Zuckerrübe kommt über 315 €/ha nicht hinaus.

Mit Hilfe der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung müssen die zuordenbaren und nicht zuordenbaren Festkosten gedeckt werden; im Ackerbaubetrieb sind dies vor allem Gebäudekosten für Maschinen (ca. 50 €/ha), Kosten für Ackerpacht (im Beispiel wurden 200 - 300 €/ha angenommen) und ggf. Quotenkosten sowie nicht zuordenbare Festkosten in Höhe von ca. 100 €/ha (bei Miscanthus und Blümmischung 50 €/ha). Zur Deckung dieser Kosten (350 - 450 €/ha bzw. 300 - 400 €/ha bei Miscanthus und Blümmischung) steht zusätzlich die einheitliche Betriebsprämie in Höhe von aktuell ca. 270 €/ha und Jahr zur Verfügung. Es verbleiben zur Kalkulation des Gewinnbeitrages noch Festkosten von durchschnittlich etwa 130 €/ha bzw. 80 €/ha bei Miscanthus/Blümmischung, die mit Hilfe der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung finanziert werden müssen.

Bei mittlerem und hohem Ertragsniveau kann für alle betrachteten Kulturen ein Unternehmergewinn (kalkulatorischer Gewinnbeitrag nach Prämie) erzielt werden. Mit Ausnahme von Miscanthus und Zuckerrübe ist dies auch bei niedrigem Ertragsniveau der Fall. Der geringste Gewinnbeitrag ist bei der Zuckerrübe festzustellen. Selbst bei hohem Ertrag liegt dieser bei nur ca. 135 €/ha. Raps erzielt im Vergleich dazu bei hohem

Ertragsniveau 360 €/ha und Mais 340 €/ha. Miscanthus liegt bei ca. 320 €/ha und die Blümmischung bei 230 €/ha. Bei mittlerem Ertragsniveau erreicht Mais mit 230 €/ha den höchsten kalkulatorischen Gewinnbeitrag gefolgt von Gersten-GPS (8 % ↓) sowie Miscanthus und der mehrjährigen Blümmischung (33 % ↓). Betrachtet man die Ergebnisse für das niedrige Ertragsniveau, dann wird deutlich, dass hier der Mais mit lediglich ca. 100 €/ha mit der besten Kultur „Gersten-GPS“ (190 €/ha) nicht mithalten kann. Die mehrjährige Blümmischung schneidet bei niedrigem Ertrag mit einem Gewinnbeitrag von 76 €/ha nur wenig schlechter ab als Mais.

Neben der Ermittlung des kalkulatorischen Gewinnbeitrags als Maßstab der Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Kulturpflanzen, ist von entscheidender Bedeutung, wieviel Arbeitszeit ein Produktionsverfahren bindet und entlohnt. In Tabelle 5.4 sind neben den Detailinformationen zur Ermittlung des kalkulatorischen Gewinnbeitrags auch die Arbeitszeitwerte und die daraus resultierenden Lohnansätze (incl. anteilige Lohnkosten für die Anlagenerstellung bei Miscanthus und Blümmischung) für ein mittleres Ertragsniveau dargestellt. Zusätzlich sind in die Arbeitszeitwerte und die dazu korrespondierende Arbeitsentlohnung für alle Kulturen und Ertragsniveaus angegeben. Bei einem positiven kalk. Gewinnbeitrag (≥ 0 €/ha) wird die eingebrachte Arbeit mit mindestens 15 €/AKh entlohnt.

Am arbeitsintensivsten ist bei mittlerem Ertragsniveau und vollständiger Eigenmechanisierung der Anbau von Zuckerrüben mit ca. 15 AKh/ha, gefolgt von den Intensivkulturen zur Silagegewinnung Mais und Gersten-GPS mit im Mittel 10 - 12 AKh/ha. Dies entspricht bei einem angenommenen Stundensatz von 15 € einer Arbeits-Entlohnung von 150 - 220 €/ha. Der Anbau von Raps zur Körnergewinnung, Miscanthus und mehrjähriger Blümmischung ist arbeitsextensiver. Mit Raps und Miscanthus (incl. anteilige Lohnkosten für die Anlagenerstellung) können ca. 8 AKh/ha mit 120 €/ha entlohnt werden; die Blümmischung schließt mit 7 AKh/ha und einer Entlohnung von 105 €/ha. Bei niedrigem und hohem Ertragsniveau bleiben die Arbeitszeitrelationen zwischen den einzelnen Kulturen bestehen, bei leichten absoluten Änderungen in Abhängigkeit des Ertragsniveaus, überwiegend bedingt durch höhere Ernte-, Transport- und Gärrestausrückungskosten.

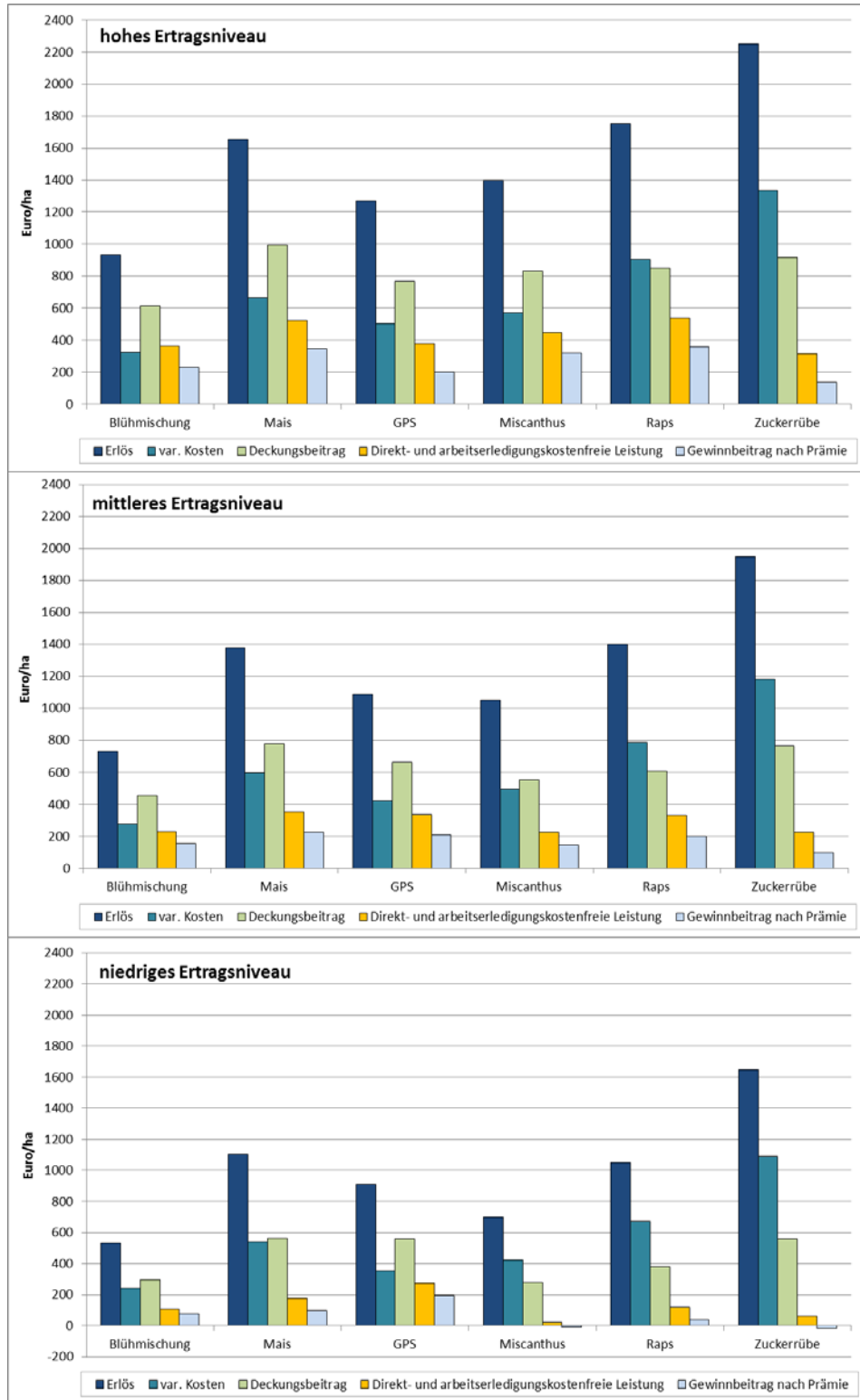


Abbildung 5.1: Ökonomische Kennzahlen der mehrjährigen Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe für niedriges, mittleres und hohes Ertragsniveau.

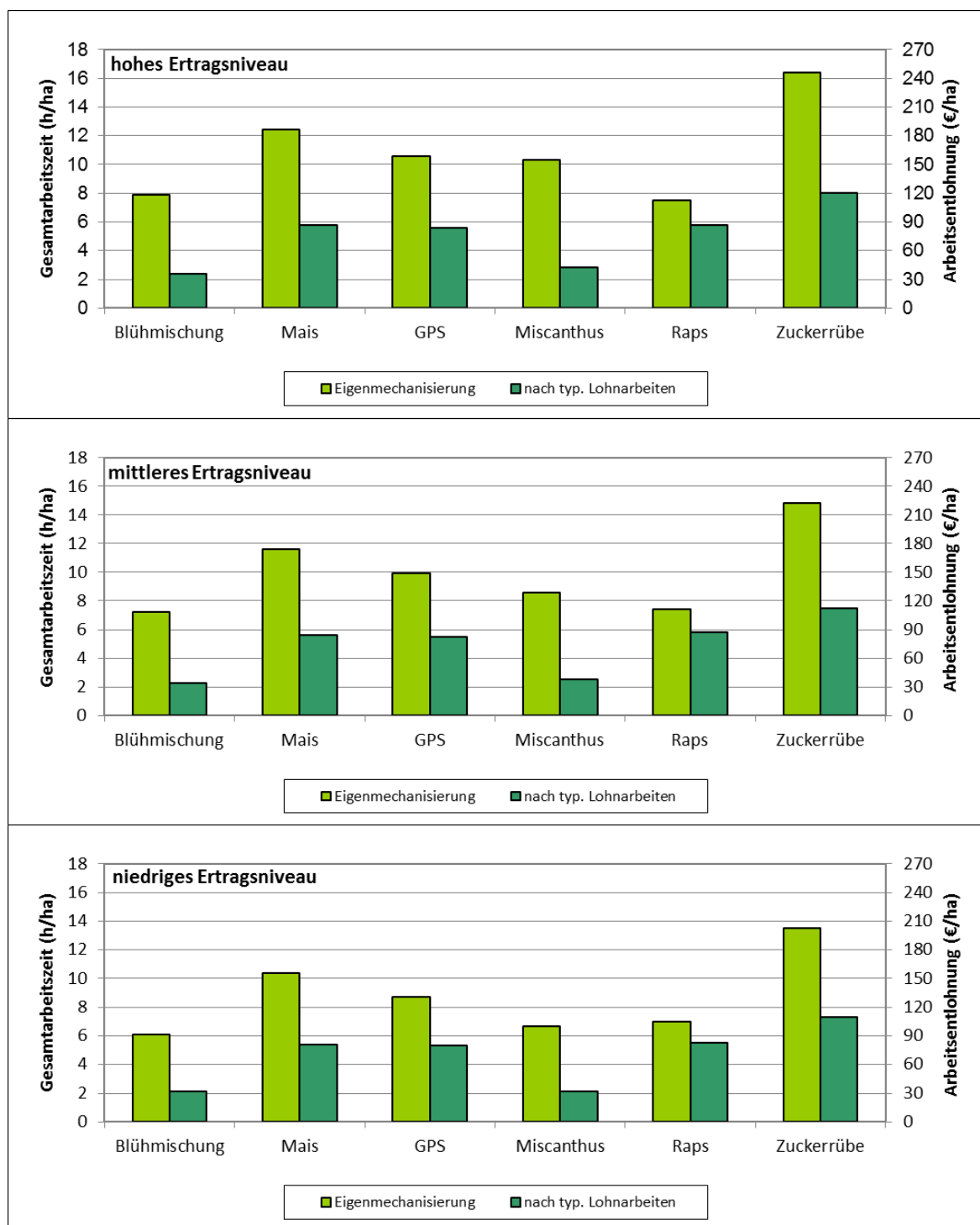


Abbildung 5.2: Gesamtarbeitszeit und Arbeitsentlohnung je Flächeneinheit im landwirtschaftlichen Betrieb bei vollständiger Eigenmechanisierung und nach Abzug der Vergabe typischer Lohnarbeiten (Ernte, Transport und Gärrestausbringung) und bei Annahme eines Stundensatzes von 15 €/AKh.

Mit „Intensiv-Biogaskulturen“ kann somit bei vollständiger Eigenmechanisierung eine ca. 50 % höhere Arbeitszeit je Flächeneinheit (ha) gegenüber des extensiven Anbaus der mehrjährigen Blütmischung oder der Dauerkultur Miscanthus eingebracht und entlohnt

werden. Raps liegt zwischen diesen beiden Gruppen. Mit Zuckerrüben kann unter der Annahme einer vollständigen Eigenmechanisierung ca. die doppelte Arbeitszeit/ha entlohnt werden.

Die Betrachtung der Gesamt-Arbeitszeitwerte und -entlohnung eines Produktionsverfahrens unter Annahme einer vollständigen Eigenmechanisierung dient weniger der Beurteilung der einzelbetrieblichen Einkommenssituation. Diese Betrachtung dient vielmehr als Maßstab zur Beurteilung der Wertschöpfung in der Region, da in der Regel landwirtschaftliche Betriebe Ernte-, Transport- und Gärrestausbringungsarbeiten zur Nutzung des technischen Fortschritts und zur Kostenoptimierung an Lohnunternehmer auslagern. Moderne Erntemaschinen sind sehr kapitalintensiv und können vom Einzelunternehmen in der Regel nicht finanziert werden.

Betrachtet man somit die Arbeitszeitwerte und -entlohnung nach Abzug typischer Lohnarbeiten (Ernte, Transport und Gärrestausbringung) als einen weiteren Maßstab des einzelbetrieblichen Einkommens je Flächeneinheit, so verbleiben über alle Ertragsniveaus ca. 80 - 120 €/ha für die Hauptanbaukulturen Mais, Gersten-GPS, Raps und Zuckerrüben mit im Mittel ca. 7 AKh/ha (). Mit der mehrjährigen Blümmischung und der Dauerkultur Miscanthus werden im Mittel ca. 2,5 AKh/ha mit 37,5 €/ha entlohnt. Mit extensiven Energiekulturen kann im durchschnittlichen landwirtschaftlichen Betrieb (bei typischer Fremdmechanisierung) somit etwa 40 % des Arbeitseinkommens je Flächeneinheit im Vergleich zu Intensivkulturen erzielt werden.

5.1.2.2. *Diskussion*

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass bei mittlerem Ertragsniveau alle betrachteten Kulturen mit einem positiven kalkulatorischen Gewinnbeitrag abschließen, d.h., dass nach Abzug aller Kosten und eines Kostenansatzes für die eingebrachte Arbeit ein Betrag zwischen 100 - 200 €/ha zur Deckung des unternehmerischen Risikos „übrig“ bleibt; alle Kulturen können wirtschaftlich angebaut werden.

Bei niedrigem Ertragsniveau kann mit den kapitalintensiven Kulturen Zuckerrüben und Miscanthus (hohe Anlagekosten) keine Vollkostendeckung erzielt werden (siehe Anhang Tabelle A 5). Unter den Biogaskulturen schneidet bei niedrigem Ertrag die Gersten-GPS mit einem kalkulatorischen Gewinnbeitrag in Höhe von 200 €/ha am besten ab, gefolgt von Mais und Blümmischung mit 76 - 100 €/ha. Bei hohem Ertragsniveau verkehrt sich die Reihenfolge

zugunsten der kapital- bzw. betriebsmittelintensiven Energiekulturen Raps, Mais und Miscanthus. Mit der mehrjährigen Blütmischung kann über alle Ertragsniveaus ein kalkulatorischer Gewinnbeitrag in Höhe von ca. 70 % des jeweiligen Wertes von Mais erzielt werden.

Dies bedeutet, solange der Produktionsfaktor Fläche in einer Region nicht begrenzt ist, kann der Anbau mehrjähriger Blütmischungen unter wirtschaftlichen Bedingungen erfolgen. Eine geringere Flächenproduktivität (m^3 Methan/ha) und eine geringere Arbeitszeitverwertung je Flächeneinheit bei der Blütmischung muss durch Wachstum der bewirtschafteten Flächen mittels Flächenpacht kompensiert werden.

In der Regel ist jedoch die Ackerfläche der limitierende Produktionsfaktor in einer Region, so dass der verstärkte Anbau von Kulturen mit geringerer Flächen- und Arbeitsproduktivität zu einem steigenden Konkurrenzdruck zwischen den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben führen kann. Mit mehrjährigen Blütmischungen lassen sich auf Grundlage der Kalkulationsdaten maximal die Hälfte der Methanerträge/ha und maximal 40 % der Arbeitsentlohnung/ha in einem durchschnittlichen landwirtschaftlichen Betrieb erzielen. Aufgrund der Begrenzung an Produktionsflächen wird es in Regionen mit hohem Flächendruck zu einem Anstieg der Pachtpreise und zu einer verstärkten Aufgabe einzelner landwirtschaftlicher Betriebe bzw. Betriebszweige kommen. Höhere Pachtpreise haben vor allem bei extensiven Produktionsverfahren einen verstärkten Einkommensverlust zur Folge.

Die Betrachtung der Arbeitszeitwerte und der Arbeitsentlohnung ist wichtig, da das langfristige Marktgleichgewicht eines Produktionsverfahrens sich in Abhängigkeit der Deckung aller Kosten einstellen wird. Landwirtschaftliche Betriebe können nachhaltig nur existieren, wenn alle Kosten gedeckt sind und auch über die eingebrachte Arbeit ein hinreichendes Einkommen erzielt wird, das den Lebensunterhalt der Unternehmerfamilie sichert und hinreichend Liquidität für Investitionen zur Verfügung stellt.

Auch in flächenknappen Regionen kann der Anbau von mehrjährigen Blütmischung eine interessante Alternative auf Grenzertragsstandorten, unförmigen Schlägen, wege- oder gewässerbegleitenden sowie hoffernen Flächen sein, da diese nach der Etablierung nur noch geerntet und gedüngt werden müssen.

Zuckerrüben schneiden unter den berücksichtigten Preisen aus ökonomischer Sicht unbefriedigend ab. Der Anbau von Energierüben erfolgt daher in der Regel als

„Koppelprodukt“ beim Zuckerrübenanbau bzw. zur Steuerung des schwankenden Mengenangebots in der Zuckerfabrik.

Eine weitere Einflussgröße zur Beurteilung der Wertschöpfung im landwirtschaftlichen Betrieb und in der Region ist die Frage, wo die erzeugte Biomasse weiterverarbeitet wird. Bei flüssigen Bioenergieträgern überwiegt zwischenzeitlich die Tendenz zur Konversion (Veredlung) in größeren, zentralen Industrieanlagen. Gasförmige Energieträger (Biogas, Holzgas) und Festbrennstoffe eignen sich zur dezentralen Nutzung mittels KWK-Anlagen und Nahwärmenetzen und bieten somit die Chance, Arbeitsplätze im Ländlichen Raum zu schaffen und zu erhalten.

5.2. Erfassungen von Flora und Fauna

5.2.1. Vegetation

5.2.1.1. *Ergebnisse*

Im Rahmen der Erhebungen (Vegetationsaufnahmen und Transektbegehungen) in den Energiekulturen beider Untersuchungsräume wurden 157 Pflanzenarten nachgewiesen, davon 94 Arten im UR Nord und 123 Arten im UR Süd. Insgesamt 59 Arten wurden in beiden Untersuchungsräumen gefunden (Tabelle 5.5).

Bei der überwiegenden Zahl der durch die Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Arten handelt es sich um häufige und weit verbreitete Ackerunkräuter. Keine der auf den Flächen angetroffenen Segetalarten ist gefährdet. Auf der Vorwarnliste für das Alpenvorland finden sich Kornblume (*Centaurea cyanus*) und Saat-Mohn (*Papaver dubium*) (Tabelle 5.5). Die Vorwarnliste stellt jedoch noch keinen Gefährdungsgrad dar, sondern weist auf Arten hin, deren weitere Populationsentwicklung beobachtet werden sollte.

Vergleichsweise hohe Deckungen in beiden Untersuchungsräumen und beiden Jahren erreichten die Problemunkräuter Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) und Stumpfbliättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) sowie Hirtentäschelkraut (*Capsella bursa-pastoris*), Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*), Rispengras (*Poa trivialis*), Löwenzahn (*Taraxacum officinale* agg.), Echte Kamille (*Matricaria recutita*) und die Duftlose Kamille (*Tripleurospermum perforatum*) (Tabelle 5.5). Die insgesamt hohen Deckungsgrade von Brennessel (*Urtica dioica*) und Klettenlabkraut (*Galium aparine*) in beiden Untersuchungsjahren resultieren aus deren Massenvorkommen in den Miscanthus-Kulturen (Tabelle 5.5). In den übrigen Kulturen treten beide Arten nicht oder nur sehr sporadisch auf.

Die Gesamtartenzahl der nur im Rahmen der Vegetationsaufnahmen erfassten Wildkräuter im UR Nord beträgt 74 Arten. Im UR Süd wurden auf den Vegetationsaufnahmeflächen 95 Wildkräuter nachgewiesen (Tabelle 5.5). Nicht berücksichtigt bleiben bei diesen Werten alle angesäten Kulturpflanzen und hier insbesondere die mit der Blütmischung „Biogas 1“ ausgebrachten Arten (Liste siehe Anhang Tabelle A 11). Es wurde im UR Süd im Rahmen der Vegetationsaufnahmen mit dem Saat-Mohn (*Papaver dubium*, RL V) insgesamt nur eine Art der Vorwarnliste Baden-Württemberg in der Blütmischung erfasst, dazu im Raps 2012 mit der Kornblume (*Centaurea cyanus*) noch eine Art der Vorwarnliste für das Alpenvorland. Rote Liste Arten fehlen in den Vegetationsaufnahmen im UR Nord. Weitere Besonderheiten

oder zumindest nicht gängige Arten umfassen im UR Süd den nur 2012 im Raps neben der Kornblume nachgewiesenen Acker-Krummhals (*Anchusa arvensis*). Am gleichen Standort waren diese Arten im Folgejahr in einer dort angepflanzten Maiskultur nicht mehr nachweisbar.

Tabelle 5.5: Gesamtartenliste der Wildkräuter in den Untersuchungsräumen Nord und Süd. Gefährdungsgrad nach Roten Listen¹⁾. Summe der Deckungsgrade (%) in allen Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (BB), T – Vorkommen nur in Transekt-Aufnahme (ohne Angabe zum Deckungsgrad), nicht bewertet – Arten oder Artengruppen die in der Roten Liste nicht erfasst sind. Letzte Zeile Gesamtartenzahl, Artenzahl nur Vegetationsaufnahmen in Klammern).

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Vorkommen (BB in %)				Rote Liste ¹⁾				
		UR Nord		UR Süd		NRW	WEBL	BW	AV	D
		2012	2013	2012	2012					
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Berg-Ahorn	-	-	5	-	*	*	*	*	*
<i>Aethusa cynapium</i>	Hundspetersilie	T	-	18	0,8	*	*	*	*	*
<i>Agropyron repens</i>	Gewöhnliche Quecke	3	-	5,2	5	*	*	*	*	*
<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras	-	-	2,5	2,5	*	*	*	*	*
<i>Alliaria petiolata</i>	Knoblauchsrauke	0,1				*	*	*	*	*
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Acker-Fuchsschwanz	2,7	13	3,1	2,9	*	*	*	*	*
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	2,5	T	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Anagallis arvensis</i>	Acker-Gauchheil	-	0,2	0,8	0,1	*	*	*	*	*
<i>Anchusa arvensis</i>	Acker-Krummhals	-	-	0,4	-	*	(3)	*	*	*
<i>Apera spica-venti</i>	Gewöhnlicher Windhalm	-	-	0,1	-	*	*	*	*	*
<i>Arctium minus</i>	Kleine Klette	-	0,4	-	-	*	*	*	*	*
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Quendel-Sandkraut	-	-	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	-	-	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Artemisia vulgaris ssp. Vulgaris</i>	Gewöhnlicher Beifuß	-	5	5	20	*	*	*	*	*
<i>Atriplex patula</i>	Spreiz-Melde	-	T	-	-	*	*	*	*	*
<i>Avena sativa</i>	Saat-Hafer	-	-	0,4	-		nicht bewertet			
<i>Betula pendula</i>	Hänge-Birke	-	-	-	0,1	*	*	*	*	*
<i>Brassica napus</i>	Raps	-	T	T	0,6		nicht bewertet			
<i>Brassica oleracea</i>	Gemüse-Kohl	-	-	30,4	-	*	*	*	*	*
<i>Bromus hordeaceus</i>	Weiche Trespe	2,5	0,4	-	-	*	*	*	*	*
<i>Bromus inermis</i>	Unbegrante Trespe	-	-	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Bromus sterilis</i>	Taube Trespe	-	0,2	-	0,4	*	*	*	*	*
<i>Bryonia dioica</i>	Rotbeerige Zaunrübe	-	T	-	-	*	*	*	*	*
<i>Calystegia sepium</i>	Echte Zaunwinde	-	19,1	-	-	*	*	*	*	*
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Gewöhnliches Hirtenäschelkraut	5,1	5	15,6	1	*	*	*	*	*

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Vorkommen (BB in %)				Rote Liste ¹⁾				
		UR Nord		UR Süd		NRW	WEBL	BW	AV	D
		2012	2013	2012	2012					
<i>Cardamine hirsuta</i>	Behaartes Schaumkraut	6	-	-	-	*	*	*	*	*
<i>Carduus acanthoides</i>	Stachel-Distel	6	-	-	-	*	*	(V)	(V)	*
<i>Carduus crispus</i>	Krause Distel	-	-	-	0,1	*	*	*	*	*
<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Centaurea cyanus</i>	Kornblume	-	-	2,5	-	*	(3)	*	V	*
<i>Cerastium holosteoides</i>	Gewöhnliches Hornkraut	-	-	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Cerastium fontanum</i>	Gewöhnliches Hornkraut	5	-	-	-	*	*	*	*	*
<i>Cerastium glomeratum</i>	Knäuel-Hornkraut	-	T	-	-	*	*	*	*	*
<i>Chaenorhinum minus</i>	Klaffmund	2,5	-	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Chenopodium album</i>	Weißer Gänsefuß	-	0,6	12,9	0,3	*	*	*	*	*
<i>Chenopodium polyspermum</i>	Vielsamiger Gänsefuß	-	-	T	T	*	*	*	*	*
<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	-	-	0,1	-	*	*	*	*	*
<i>Circaea lutetiana</i>	Gewöhnliches Hexenkraut	-	-	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel	10,6	3,3	3,2	2,7	*	*	*	*	*
<i>Cirsium eriophorum</i>	Wollkopf-Kratzdistel	2,5	-	-	-	*	*	*	(V)	*
<i>Cirsium palustre</i>	Sumpf-Kratzdistel	-	0,1	-	-	*	*	*	*	*
<i>Cirsium vulgare</i>	Gewöhnliche Kratzdistel	-	5	-	-	*	*	*	*	*
<i>Convolvulus arvensis</i>	Acker-Winde	52,9	T	-	0,1	*	*	*	*	*
<i>Cornus sanguinea</i>	Blutroter Hartriegel	-	-	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Crataegus spec.</i>	Weißdorn	0,2	-	-	-	nicht bewertet				
<i>Crepis capillaris</i>	Kleinköpfiger Pippau	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Dactylis glomerata</i>	Knaulgras	22,5	T	0,2	0,5	*	*	*	*	*
<i>Dipsacus fullonum</i>	Wilde Karde	-	-	-	0,1	*	*	*	*	*
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Gewöhnliche Hühnerhirse	-	-	0,4	-	*	*	*	*	*
<i>Echium vulgare</i>	Gewöhnlicher Natertkopf	-	T	T	-	*	*	*	*	*
<i>Elymus caninus</i>	Hunds-Quecke	-	2,7	-	-	*	*	*	*	*
<i>Epilobium montanum</i>	Berg-Weidenröschen	-	T	-	-	*	*	*	*	*
<i>Epilobium tetragonum</i>	Vierkantiges Weidenröschen	5	-	-	-	*	*	*	*	*
<i>Equisetum arvense</i>	Acker-Schachtelhalm	2,5	-	3,1	3,3	*	*	*	*	*
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Sonnenwend-Wolfsmilch	T	-	0,2	0,1	*	*	*	*	*

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Vorkommen (BB in %)				Rote Liste ¹⁾				
		UR Nord		UR Süd		NRW	WEBL	BW	AV	D
		2012	2013	2012	2012					
<i>Faopyrum esculentum</i>	Buchweizen	-	-	-	0,4	*	*	*	*	*
<i>Fallopia convolvulus</i>	Gewöhnlicher Windknöterich	T	0,4	8	3,1	*	*	*	*	*
<i>Festuca arundinacea</i>	Rohr-Schwingel	-	-	-	0,3	*	*	*	*	*
<i>Festuca gigantea</i>	Riesen-Schwingel	-	-	2,7	-	*	*	*	*	*
<i>Festuca pratensis</i>	Wiesen-Schwingel	2,5	-	-	-	*	*	*	*	*
<i>Festuca rubra</i>	Rot-Schwingel	-	-	0,2	0,2	*	*	*	*	*
<i>Fraxinus excelsior</i>	Esche	-	-	-	T	*	*	*	*	*
<i>Fumaria officinalis</i>	Gewöhnlicher Erdrauch	2,5	-	-	T	*	*	*	*	*
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Stechender Hohlzahn	-	-	1	0,5	*	*	*	*	*
<i>Galinsoga sp.</i>	Knopfkraut-Art	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Galium album</i>	Weißes Labkraut	2,5	0,1	-	-	*	*	*	*	*
<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut	22,5	5,6	35,4	5,8	*	*	*	*	*
<i>Galium mollugo</i>	Wiesen-Labkraut	-	-	0,3	0,3	nicht bewertet				
<i>Geranium dissectum</i>	Schlitzblättriger Storchschnabel	2,5	2,5	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Geranium molle</i>	Weicher Storchschnabel	-	0,3	-	-	*	*	*	*	*
<i>Geum urbanum</i>	Echte Nelkenwurz	2,7	-	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Glechoma hederacea</i>	Gundelrebe	3,2	2,5	-	0,1	*	*	*	*	*
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	2,5	13	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Hordeum spec.</i>	Gerste	5,2	-	3,1	T	nicht bewertet				
<i>Humulus lupulus</i>	Gewöhnlicher Hopfen		0,2			*	*	*	*	*
<i>Juncus tenuis</i>	Zarte Binse	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Lactuca serriola</i>	Kompass-Lattich	-	0,1	-	-	*	*	*	*	*
<i>Lamium amplexicaule</i>	Stängelumfassende Taubnessel	5	-	-	-	*	*	*	*	*
<i>Lamium purpureum</i>	Purpurrote Taubnessel	0,1	T	0,3	0,1	*	*	*	*	*
<i>Lapsana communis</i>	Gewöhnlicher Rainkohl	-	0,1	0,4	0,1	*	*	*	*	*
<i>Lolium multiflorum</i>	Welsches Weidelgras	T	-	2,9	T	*	*	*	*	*
<i>Lolium perenne</i>	Ausdauerndes Weidelgras	T	3,2	0,2	0,7	*	*	*	*	*
<i>Matricaria discoidea</i>	Strahlenlose Kamille	-	-	0,4	0,2	*	*	*	*	*
<i>Matricaria recutita</i>	Echte Kamille	3,1	T	5,7	5,2	*	*	*	*	*
<i>Melilotus alba</i>	Weißer Steinklee	-	-	0,2	T	*	*	*	*	*
<i>Melilotus officinalis</i>	Gewöhnlicher Steinklee	-	T		57,5	*	*	*	*	*

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Vorkommen (BB in %)				Rote Liste ¹⁾				
		UR Nord		UR Süd		NRW	WEBL	BW	AV	D
		2012	2013	2012	2012					
<i>Mentha longifolia</i>	Ross-Minze	-	-	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Mentha cf. verticillata</i>	Quirl-Minze	-	T	-	-	*	*	*	*	*
<i>Myosotis arvensis</i>	Acker-Vergissmeinnicht	5	5	15,9	0,5	*	*	*	*	*
<i>Nigella damascena</i>	Damaszener Schwarzkümmel	-	-	0,2	-	*	*	*	*	
<i>Oxalis acetosella</i>	Wald-Sauerklee	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Oxalis cf. dillenii</i>	Dillenius-Sauerklee	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Papaver dubium</i>	Saat-Mohn	-	-	0,2	-	*	*	V	V	*
<i>Papaver rhoeas</i>	Klatsch-Mohn	T	0,2	0,2	0,4	*	*	*	*	*
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Ampfer-Knöterich	-	T	-	-					nicht bewertet
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Rainfarn-Phazelle	-	-	T	-					nicht bewertet
<i>Phleum pratense</i>	Wiesen-Lieschgras	-	2,5	-	0,5					nicht bewertet
<i>Picea abies</i>	Gewöhnliche Fichte	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitzwegerich	-	T	0,1	0,2	*	*	*	*	*
<i>Plantago major</i>	Breitwegerich	-	2,5	0,7	-	*	*	*	*	*
<i>Poa annua</i>	Einjähriges Rispen-gras	T	T	42,7	21	*	*	*	*	*
<i>Poa pratensis</i>	Wiesen-Rispengras	-	T	T	-	*	*	*	*	*
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Ris-pengras	8,5	5	0,1	7,7	*	*	*	*	*
<i>Polygonum aviculare</i>	Vogel-Knöterich	T	T	5,8	3,5	*	*	*	*	*
<i>Polygonum persicaria</i>	Floh-Knöterich	48	-	20	0,6	*	*	*	*	*
<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut	-	2,5	-	-	*	*	*	*	*
<i>Prunus avium</i>	Vogelkirsche	-	-	0,1	-	*	*	*	*	*
<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche	-	-	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnen-fuß	6,2	5,8	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Hederich	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Robina pseudoacacia</i>	Robinie	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Rorippa sylvestris</i>	Wilde Sumpfkresse	-	0,2	-	-	*	*	*	*	*
<i>Rosa spec.</i>	Rose	T	-	-	-					nicht bewertet
<i>Rubus fruticosus</i>	Echte Brombeere	T	-	T	-					nicht bewertet
<i>Rubus idaeus</i>	Himbeere	-	-	0,1	T	*	*	*	*	*
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	-	-	-	T	*	*	*	*	*
<i>Rumex crispus</i>	Krauser Ampfer	-	-	T	0,4	*	*	*	*	*
<i>Rumex obtusifolius</i>	Stumpfbblätteriger Ampfer	8,1	94	0,4	0,4	*	*	*	*	*
<i>Rumex sanguineus</i>	Hain-Ampfer	-	10	-	-	*	*	*	*	*

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Vorkommen (BB in %)				Rote Liste ¹⁾				
		UR Nord		UR Süd		NRW	WEBL	BW	AV	D
		2012	2013	2012	2012					
<i>Salix caprea</i>	Sal-Weide	-	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Sambucus nigra</i>	Holunder	-	-	-	T	*	*	*	*	*
<i>Secale cereale</i>	Saat-Roggen	2,5	-	-	0,2	nicht bewertet				
<i>Sherardia arvensis</i>	Ackerröte	-	-	T	-	(3)	(3)	*	*	*
<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	-	-	2,7	0,4	*	*	*	*	*
<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	-	T	T	5	*	*	*	*	*
<i>Sinapsis arvensis</i>	Acker-Senf	-	-	0,1	-	*	*	*	*	*
<i>Sisymbrium officinale</i>	Wege-Rauke	3	T	-	-	*	*	*	*	*
<i>Solanum nigrum</i>	Schwarzer Nachtschatten	-	-	0,1	-	*	*	*	*	*
<i>Sonchus arvensis</i>	Acker-Gänsedistel	-	-	-	T	*	*	*	*	*
<i>Sonchus asper</i>	Rauhe Gänsedistel	T	-	0,1	-	*	*	*	*	*
<i>Sonchus oleraceus</i>	Kohl-Gänsedistel	-	-	0,2	T			*	*	*
<i>Sorbus spec.</i>	Eberesche	T	-	-	-	nicht bewertet				
<i>Stellaria media</i>	Vogel-Miere	T	-	0,3	0,4	*	*	*	*	*
<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	-	0,2	T	22,5-	*	*	*	*	*
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	Löwenzahn	13	2,7	0,2	0,4	*	*	*	*	*
<i>Thlaspi arvense</i>	Acker-Hellerkraut	8,1	0,3	0,2	T	*	*	*	*	*
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	Stängelumfassendes Hellerkraut	-	-	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Trifolium medium</i>	Mittlerer Klee	-	-	T		*	*	*	*	*
<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee	T	T	0,2	T	*	*	*	*	*
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	Geruchlose Kamille	2,5	0,2	12,6	45,2	*	*	*	*	*
<i>Triticum aestivum</i>	Weichweizen	-	-	-	0,3	nicht bewertet				
<i>Tussilago farfara</i>	Huflattich	-	-	-	0,2	*	*	*	*	*
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	20	0,4	75,6	20,2	*	*	*	*	*
<i>Valerianella dentata</i>	Gezählter Feldsalat	-	-	-	0,1	*	*	*	*	*
<i>Valerianella locusta</i>	Echter Feldsalat	-	-	0,2	-	*	*	*	*	*
<i>Veronica arvensis</i>	Feld-Ehrenpreis	5,5	-	T	-	*	*	*	*	*
<i>Veronica chamaedrys</i>	Gamander-Ehrenpreis	T	-	-	-	*	*	*	*	*
<i>Veronica filiformis</i>	Faden-Ehrenpreis	3	-	-	-	*	*	*	*	*
<i>Veronica hederifolia</i>	Efeublättriger Ehrenpreis	0,2	T	-	T	*	*	*	*	*
<i>Veronica persica</i>	Persischer Ehrenpreis	-	6	5,2	0,3	*	*	*	*	*
<i>Veronica serpyllifolia</i>	Quendel-Ehrenpreis	3	-	-	T	*	*	*	*	*
<i>Vicia cracca</i>	Vogel-Wicke	-	-	0,1	-	*	*	*	*	*

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	Vorkommen (BB in %)				Rote Liste ¹⁾				
		UR Nord		UR Süd		NRW	WEBL	BW	AV	D
		2012	2013	2012	2012					
<i>Vicia sepium</i>	Zaun-Wicke	-	-	-	0,1	*	*	*	*	*
<i>Viola arvensis</i>	Acker-Veilchen	-	3	21,2	3,1	*	*	*	*	*
<i>Vulpia myuros</i>	Mäuseschwanz- Federschwingel	-	-	-	0,4	*	*	*	*	*
Summe Artenzahl		59(44)	53(41)	93(70)	79(64)					

¹⁾ Rote Listen: NRW = Nordrhein-Westfalen (Raabe et al., 2010); WEBL = Weserbergland (Raabe et al., 2010; BW = Baden-Württemberg (Breuning & Demuth, 1999); AV = Alpenvorland (Breuning & Demuth, 1999); D = Deutschland (Korneck et al., 1996)

Es ergeben sich deutliche Schwankungen in den dokumentierten Artenbeständen zwischen den Untersuchungsjahren. Die Übereinstimmung im Artenspektrum zwischen den Untersuchungsjahren liegt für den UR Nord bei 32 % im Vergleich zu 40 % im UR Süd. Im UR Süd war in beiden Untersuchungsjahren die Brennnessel (*Urtica dioica*) eine in der Summe häufige Art (Tabelle 5.5), was aber ausschließlich den dichten Beständen im Miscanthus geschuldet ist. Häufig waren in beiden Jahren mit Geruchloser Kamille (*Tripleurospermum perforatum*) und Einjährigem Rispengras (*Poa annua*) zwei gängige Ackerunkräuter (Tabelle 5.5).

Der detaillierte Vergleich der Kulturen erfolgt auf der Basis der Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet. Der mit den Vegetationsaufnahmen dokumentierte Artenbestand schwankt noch stärker zwischen den Untersuchungsjahren. Im UR Nord wurden in den Vegetationsaufnahmen nur knapp 20 % der Arten in beiden Jahren nachgewiesen, im UR Süd liegt der entsprechende Wert bei 41 % (Tabelle 5.5). Die häufigste Art in den Vegetationsaufnahmen war im UR Nord im Jahr 2012 die Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*). Diese Art wurde im Folgejahr nur im Rahmen der Transekterfassungen, aber nicht auf den Aufnahmeflächen dokumentiert. Die häufigste Art in 2013 war der Stumpfblättrige Ampfer (*Rumex obtusifolius*), eine Art die in 2012 deutlich weniger häufig auf den Aufnahmeflächen nachgewiesen worden war (Tabelle 5.5). Dieses Ergebnis resultiert nicht zuletzt aus einem Massenvorkommen des stumpfblättrigen Ampfers in der Blütmischung im UR Nord im zweiten Untersuchungsjahr.

Auch auf den Flächen im Süden kommt es bei den Vegetationsaufnahmen zu deutlichen Diskrepanzen zwischen den Untersuchungsjahren. So erreichte das Acker-Vergissmeinnicht (*Mysotis arvensis*) im Jahr 2012 auf allen Probefenstern zusammen eine Deckung von fast 16 %. Dem steht 2013 eine Deckung von nur 0,5 % gegenüber (Tabelle 5.5).

Tabelle 5.6: Vegetation - Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet getrennt nach Untersuchungsjahren, Kulturen und Probestreifen (innen = i; außen = a) sowie zusammengefasst und Angabe der erfassten Rote-Liste-Arten.

		UR Nord					UR Süd		
		Arten-/ Taxa		RL*			Arten-/ Taxa		RL*
		2012	2013*	gesamt			2012	2013*	gesamt
BM	i	12	18	37	-	17	24	56	1 (V)
	a	9	13			29	32		
Ma	i	1	2	10	-	18	14	40	-
	a	6	6			31	23		
GPS	i	2	2	6	-	10	5	26	-
	a	4	4			6	14		
Mi	i	22	21	36	-	2	3	7	-
	a	25	25			3	5		
Ra	i	1	1	25	-	15	4	32	1 (V)
	a	8	8			27	11		
ZR	i	2	2	6	-	7	3	27	-
	a	3	3			15	15		
Gesamt		44	41	68	-	70	64	97	2 (V)

*Gefährdung entsprechend Rote Liste des Landes Baden-Württemberg (Breuning & Demuth, 1999) und der Roten Liste des Landes Nordrhein-Westfalen (Raabe et al. 2010).

In den Kulturen im UR Süd wurden i.d.R. mehr Pflanzenarten nachgewiesen als in den entsprechenden Kulturen im UR Nord. Nur die Miscanthus-Kultur im UR Nord weist in beiden Jahren deutlich höhere Artenzahlen auf, als das entsprechende Pendant im Süden (Tabelle 5.6). Hohe Artenzahlen kennzeichnen in beiden Untersuchungsräumen die Blühmischungen und den Raps. Deutlich höhere Artenzahlen kennzeichnen im UR Süd den Mais, die GPS und die Zuckerrübe (Tabelle 5.6). Im UR Süd wurden im Miscanthus innen nur zwei (2012) bzw. drei (2013) Wildpflanzenarten erfasst, nämlich Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), große Brennnessel (*Urtica dioica*) und Acker-Schachtelhalm (*Equisetum arvense*). Dem stehen im UR Nord auf den Aufnahmeflächen zwischen 21 (innen) und 25 (außen) Wildkrautarten gegenüber (Tabelle 5.6). Somit ist Miscanthus die artenreichste Kultur im UR Nord. Bei der Zuckerrübe waren die Artenzahlen im inneren Probestreifen in beiden Untersuchungsräumen ähnlich niedrig. Die Kulturen in den beiden Untersuchungsräumen unterschieden sich aber deutlich in Bezug auf die am Ackerrand festgestellten Artenzahlen (mögliche Umgebungseffekte). Hier stehen in beiden Jahren drei Arten im Norden jeweils 15 Arten im Süden gegenüber (Tabelle 5.6). Mit Ausnahme der Blühmischung im UR Nord und der GPS-Kultur 2012 im UR Süd ergeben die Vegetationsaufnahmen im Randbereich der Äcker zum Teil deutlich höhere Artenzahlen als im Feldinneren (Tabelle 5.6).

Im Vergleich der Untersuchungsjahre wurden im Mais und Raps im Süden in 2013 deutlich weniger Arten registriert als im Vorjahr (Tabelle 5.6). Dies reflektiert im Mais möglicherweise ein späte Herbizidbehandlung, im Raps den Flächenwechsel und damit verbunden vor allem auch den Wechsel der Bewirtschafter.

Es ergeben sich in beiden Untersuchungsräumen nur geringe Ähnlichkeiten zwischen den in den verschiedenen Kulturen angetroffenen Artengemeinschaften. Tendenziell ist die Differenzierung der Innenräume höher als bei gemeinsamer Betrachtung von innerem und äußerem Probestreifen. Die Randeffekte nivellieren Unterschiede zwischen den Kulturen (Tabelle 5.7). Ausnahmen ist im Norden die deutlich höhere Ähnlichkeit der Innenflächen im Vergleich der Blattkulturen Raps und Zuckerrübe (Tabelle 5.7).

Eine besonders geringe Ähnlichkeit zu den Segetalartengemeinschaften anderer Kulturen zeigen in beiden Untersuchungsräumen die Blümmischung und der Mais. Im UR Süd tritt darüber hinaus auch deutlich der Sonderstatus der Miscanthus-Kultur zu Tage. Es wird in Bezug auf die Segetalartengemeinschaften eine Ähnlichkeit von maximal 4 % im Vergleich zu anderen Kulturen erreicht (Tabelle 5.7). Ganz analog zur untypisch hohen Artenzahl im Miscanthus wurden im UR Nord deutlich höhere Ähnlichkeiten zwischen Miscanthus und den Segetalartenzönosen anderer Kulturen ermittelt. Für die inneren Probestreifen liegt der Höchstwert bei 15 % im Vergleich von Miscanthus und Blümmischung. Für die äußeren Probestreifen ergeben sich Ähnlichkeiten von bis zu 22 % zwischen Miscanthus bzw. der Mais- und GPS-Kultur (Tabelle 5.7). Auf sehr niedrigem Niveau (24 %) sind sich im UR Süd Zuckerrübe und GPS in Bezug auf die Segetalartengemeinschaften am ähnlichsten, im UR Nord gilt diese Aussage für die nicht halmartigen Feldfrüchte Raps und Zuckerrübe (51 %) (Tabelle 5.7).

Tabelle 5.7: Vegetation - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) ohne Kulturarten auf der Basis der Vegetationsaufnahmen. Obere Hälfte rechts:- Gesamtvergleich der Vegetation, Probestreifen innen- und außen zusammengefasst; untere Hälfte links: Vergleich nur Probestreifen innen.

a) Untersuchungsraum Nord

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen Innen	BM	1	0,07	0,18	0,18	0,07	0,06
	Ma	0,01	1	0,20	0,22	0,21	0,09
	GPS	0,15	0,07	1	0,22	0,37	0,33
	Mi	0,15	0,12	0,08	1	0,22	0,16
	Ra	0,02	0,01	0,38	0,13	1	0,30
	ZR	0,02	0,00	0,34	0,07	0,51	1

b) Untersuchungsraum Süd

		Vergleich: Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen Innen	BM	1	0,22	0,14	0,01	0,30	0,23
	Ma	0,15	1	0,18	0,02	0,45	0,22
	GPS	0,08	0,13	1	0,04	0,22	0,40
	Mi	0,02	0,03	0,00	1	0,01	0,02
	Ra	0,14	0,19	0,18	0,00	1	0,26
	ZR	0,11	0,06	0,24	0,00	0,12	1

Auch im Vergleich der Untersuchungsjahre zeigen sich z.T. deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Segetalartengemeinschaft (Tabelle 5.8). Generell besteht eine Tendenz zu höheren Ähnlichkeiten zwischen Artengemeinschaften einer in beiden Jahren auf derselben Fläche angebauten Kultur (Blümmischung, Mais Miscanthus). Ausnahmen sind die im Vergleich der Untersuchungsjahre geringen Identitäten bei den Blümmischungsflächen im UR Nord und die vergleichsweise geringe Dominantenidentität im Vergleich der Segetalflora im Randbereich der Maiskultur Süd (Tabelle 5.8). Tendenziell die geringste Identität zeigen insbesondere auch die Innenräume der Kulturen mit Flächenwechsel (GPS, Raps, Zuckerrübe). Eine zu beachtende Ausnahme ist hier der innere Probestreifen der Zuckerrübenkultur im UR Süd (Ähnlichkeit 50 % gegenüber 0 % im UR Nord) (Tabelle 5.8).

Tabelle 5.8: Ähnlichkeit (als Dominantenidentität) der Pflanzengemeinschaften (Standorte) im Vergleich der Untersuchungsjahre 2012 und 2013. GPS, Raps und Zuckerrübe mit Standortwechsel.

Kultur		Dominantenidentität [%]	
		UR Nord	UR Süd
Blütmischung	außen	8	25
	innen	7	32
Mais	außen	19	11
	innen	41	76
Miscanthus	außen	16	96
	innen	23	87
GPS	außen	36	6
	innen	6	0
Raps	außen	16	30
	innen	0	3
Zuckerrübe	außen	6	25
	innen	0	50

Die Ergebnisse der im Jahr 2013 zur Interpretation der Artenhäufigkeiten im Miscanthus durchgeführten Halmzählungen sind in Abbildung 4.3 dargestellt. Im UR Süd wurden auf den Erhebungsflächen zwischen 54 und 82 Halme /m² registriert (Mittelwert 67 Halme /m², SD 10,0 Halme /m²). Dem stehen im Norden zwischen 0 und maximal 64 Halme / m² gegenüber (Mittelwert 23,4 Halme /m², SD 20,6 Halme /m²). Die Halmdichten unterscheiden sich signifikant zwischen beiden Standorten (t-test P < 0,01, df = 18).

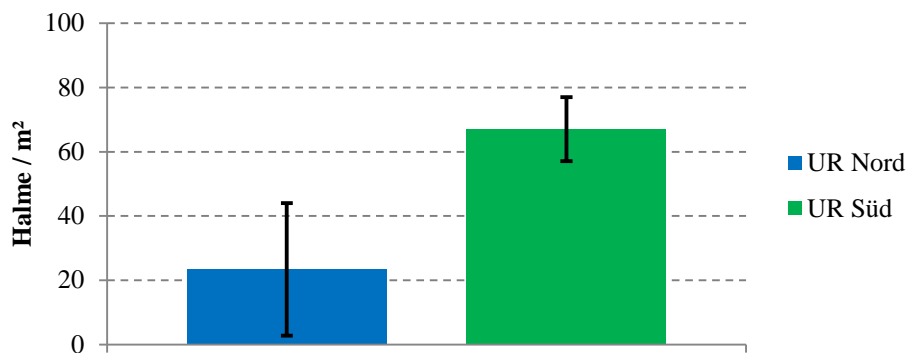


Abbildung 5.3: Ergebnisse der Halmzählungen Miscanthus im Vergleich der Untersuchungsräume (Halme/m²).

5.2.1.2. *Diskussion*

Die Ergebnisse entsprechen in Bezug auf Artenreichtum und weitgehend fehlende naturschutzfachlich relevante Arten weitgehend den Erwartungen für intensiv genutzte, konventionelle Acker-Kulturen. Die Ergebnisse illustrieren auch eindrücklich die Probleme bei der naturschutzfachlichen Bewertung von Energiekulturen wie *Miscanthus*. Wirtschaftlich geführte *Miscanthus*-Kulturen sind nach erfolgreicher Etablierung (frühestens ab dem dritten Jahr nach Anlage) aufgrund der dann hohen Bestandsdichte extrem artenarm. Während der Etablierung von *Miscanthus*beständen oder wenn *Miscanthus*-Kulturen lückig geführt werden, ergeben sich in dieser nicht chemisch behandelten und wenig störungsgeprägten Dauerkultur vielfältige Möglichkeiten für die Ansiedlung von Vegetation der Ackerbrachen. Dies ist aber ein Artefakt einer nicht unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten geführten Kultur (vgl. Kap. 4.1.2). Für die wirtschaftlich geführte und seit bereits etwa 15 Jahren etablierte Kultur im UR Süd bestätigt sich die von LAND USE CONSULTANTS (2007) und TURLEY et al. (2004) geäußerte Vermutung einer starken Unterdrückung der Beikrautvegetation und damit auch der mit dieser assoziierten Fauna.

Die annuellen Ackerkulturen weisen insgesamt nur geringe Artenzahlen auf. Die angetroffenen Arten sind fast ausnahmslos weit verbreitete Ubiquisten. Beachtenswerte Ausnahme ist im UR Süd der Raps, der zumindest im Jahr 2012 nicht nur hohe Artenzahlen in der Begleitvegetation aufweist, sondern darunter mit Kornblume und Ackerkrummhals auch seltenere und schützenswerte Arten. Im zweiten Untersuchungsjahr waren in der am selben Standort abgebauten Maiskultur (kein Bestandteil des Untersuchungsprogramms) beide Arten verschwunden und sind in der auf der Nachbarfläche neu angelegten Rapskultur eines anderen und mehr auf den Rapsanbau spezialisierten Bewirtschafters auch nicht aufgetreten. Dies deutet für das erste Jahr auf Samenbankeffekte in Kombination mit der eher extensiven Bewirtschaftung hin. Offenkundig war in der Fläche 2012 noch eine entsprechende Samenbank vorhanden. Auf der Fläche konnten daher auch aufgrund der fehlenden Herbizidbehandlung im Winterraps empfindlichere Ackerwildkräuter austreiben. Im Folgejahr wurde der Raps ebenso wie der Mais am alten Standort mit Herbizid behandelt. Dieser „historische Effekt“ in Kombination mit möglichem Herbizidverzicht illustriert mögliche Potentiale des Raps im Landschaftskontext. Es ist schwer zu prognostizieren, wie lange sich die Relikte einer artenreichen Wildkrautflora unter der Annahme von gelegentlichem und dann herbizidfreiem Raps in der Fruchtfolge halten können. Entsprechende Spielräume für die Bewirtschaftung wären auszuloten.

Ein wichtiger Grund für in der Regel höhere Artenzahlen im Feldrandbereich ist der Diasporeneintrag aus der Umgebung (klassische Randeffekte). So wurden im Probestreifen am Feldrand auch Gehölzkeimlinge von Berg-Ahorn, Stiel-Eiche und blutrotem Hartriegel beobachtet, also Arten die eindeutig und regelmäßig aus der Umgebung einwandern. Bisweilen ist der höhere Artenreichtum am Feldrand auch eine Folge weniger regelmäßiger bzw. weniger intensiver Bearbeitung. Unter diesen Bedingungen finden sich im Randbereich dann gelegentlich eher seltene, an Ackerstandorte angepasste Arten (vgl. MEYER et al., 2010). Entsprechend seltene Arten wurden speziell im Randbereich in den untersuchten Energiekulturen aber nicht angetroffen.

Mögliche Ursachen für artenreichere Randbereiche liegen darüber hinaus in der größeren Bestandsdichte der Kulturarten im Feldzentrum. Hohe Bestandsdichten schränken dort die Lichtverfügbarkeit für die Wildkräuter stärker ein als am Ackerrand (vgl. SCHÖNE et al., 2013). So ist im Jahr 2012 auf der GPS-Fläche im UR Süd wegen der hohen Bestandsdichte der Wintergerste die Untersaat (Weidelgras) nicht bzw. nur in vorhandenen Fahrspuren im Zentralbereich aufgegangen. Es musste daher Weidelgras nach Ernte der GPS-Kultur nachgesät werden (Neueinsaat). Die Fahrspur im Zentralbereich bewirkte 2012 speziell in der GPS-Kultur im UR Süd eine höhere Zahl an Ackerwildkräutern im Feldinneren im Vergleich zum Feldrand. Dies kehrte sich ohne sie entsprechende Fahrspuren im Folgejahr wieder um. Im Norden sind die untersuchten GPS-Bestände dagegen von Ackerflächen eingeschlossen. Es konnte sich hier keine artenreichere Randvegetation etablieren.

Während die Miscanthus-Kultur im UR Süd die artenärmste Wildkrautflora aller untersuchten Äcker aufwies, waren im UR Nord gerade in dieser Kultur die meisten Wildkrautarten zu finden. Dieser Unterschied ist bedingt durch unterschiedliche Bestandsdichten beider Miscanthus-Flächen, welche mittels Halmzählungen in 2013 auch dokumentiert wurde. In der seit ca. 15 Jahren bestehenden Kultur im im UR Süd stehen die Halme so dicht, dass die Aufnahme fläche im Zentrum nur mit Mühe erreicht werden konnte. Der Unterwuchs war durch dichte Brennnesselbestände dominiert, der Boden mit einer dicken Mulchauflage bedeckt. Für weitere Arten blieb auch während der Nacherntephase im Frühjahr mit eigentlich guter Lichtversorgung der Streuoberfläche kein Raum. Der Miscanthus-Bestand im UR Nord ist jünger und weniger dicht gewachsen, so dass den Wildkräutern dort genügend Licht zur Verfügung stand und Teile der Fläche Brachecharakter annahmen. Zu prüfen wäre in diesem Zusammenhang die Wirtschaftlichkeit von locker geführten Miscanthuskulturen mit „Brachecharakter“ als gezielter naturschutzfachliche Aufwertung im Landschaftskontext.

Die spezifisch als Energiekultur mit Naturschutzfunktion entwickelten Blümmischungen wiesen in beiden Untersuchungsräumen bereits im ersten und zweiten Jahr nach Etablierung bei der Segetalvegetation zum Teil deutlich höhere Artenzahlen auf als die annuellen Ackerkulturen. Dabei sind im UR Süd in den Blümmischungen auch mehrere Arten der Vorwarnliste zur Blüte gelangt, wovon mit *Papaver dubium* allerdings nur eine Art erfasst worden ist. Größere Bestände an seltenen Segetalarten konnten jedoch auch in der Blümmischung nicht dokumentiert werden. Entsprechende Arten wären bei vorhandener Samenbank wegen fehlender Herbizidbehandlung insbesondere im ersten Jahr nach Anlage zu erwarten, können später aber wegen fehlender Bodenbearbeitung und Konkurrenz (dichter Bewuchs) durch die eingesäten Pflanzen nur schwer bzw. nicht einwandern. Blümmischungsflächen sind wegen der fehlenden Bodenbearbeitung für den Schutz seltener Segetalarten daher vermutlich nur sehr eingeschränkt geeignet (VAN ELSSEN & LORITZ, 2013). Interessant wäre in diesem Zusammenhang, inwiefern und wie lange sich bei entsprechend vorhandener Samenbank die schützenswerten Segetalarten in mehrjährigen Blümmischungen halten können (keine Herbizidbehandlung, aber auch keine Bodenbearbeitung).

Der Vergleich der Kulturen zwischen den Untersuchungsjahren erbringt Ergebnisse, die sich einerseits hervorragend mit Bewirtschaftungsspezifika decken. Andererseits illustrieren die Ergebnisse aber auch das große Grundrauschen in Ackerökosystemen in Bezug auf die realisierten und realisierbaren Artengemeinschaften. Offensichtlich gibt es vielfältige Möglichkeiten der Ausprägung von Artengemeinschaften, was für störungsgeprägte Lebensräume als typisch gelten kann. Ursachen für die Unterschiede auf Einzelflächen sind neben der angebauten Kultur historische Effekte (Samenbank), zufällige Erstbesiedlung oder die immer erforderlichen Anpassungen der Bewirtschaftung an Umweltbedingungen und die damit verbundenen Differenzierungen.

Die im Vergleich zu anderen Standorten ohne Standortwechsel geringen Ähnlichkeiten der Blümmischungsflächen zwischen den Untersuchungsjahren spiegeln die gerade diese Kultur charakterisierenden Entwicklungseffekte wider (Unterschiede im Pflanzenspektrum in den Jahren nach der Bestandsgründung). Im UR Nord kommen Probleme mit dem im ersten Untersuchungsjahr bereits vorhandenen, und im zweiten Untersuchungsjahr sehr dominant aufkommendem Ampfer hinzu. Dies führt hier bei der Blümmischung zu einer besonders geringen Übereinstimmung der Ackerwildkräuter im Vergleich der Untersuchungsjahre.

Im UR Süd wurden Raps und GPS in beiden Untersuchungsjahren auf unterschiedlichen aber benachbarten Flächen umgesetzt. Dabei hat sich beim Raps wenig an der Randstruktur

geändert, während es bei der GPS einen Wechsel von Gehölzen zu Staudenvegetation in der Randstruktur gab. Dies spiegelt sich in den einerseits hohen (Raps) bzw. niedrigen (GPS) Ähnlichkeiten in den Randprobestreifen wider. Dagegen ist die vergleichsweise geringe Ähnlichkeit im Randstreifen der Maisfläche Süd bei gleichbleibender Randstruktur darauf zurückzuführen, dass in 2013 eine zusätzliche Herbizidbehandlung zur Unterdrückung der duftlosen Kamille speziell im Randbereich durchgeführt worden ist.

Hervorragend spiegelt sich im UR Süd die Stabilität der Miscanthuskultur im Vergleich der in beiden Untersuchungsjahren ausgebildeten Phytozönosen wider. Dagegen ist die Vegetationszusammensetzung in der lichten Miscanthuskultur des UR Nord deutlich mehr von Zufallsaspekten geprägt, was in einer stark reduzierten Stabilität und Ähnlichkeit der Artengemeinschaften im Vergleich der Untersuchungsjahre mündet.

Der Naturschutzwert der Segetalflora in den untersuchten Kulturen ist durchgehend gering. Daran ändern vereinzelt oder relikitär auftretende Arten der Roten Liste oder seltenere Arten nichts. Typische und gefährdete Segetalarten fehlen aus den bekannten Gründen, nämlich Prägung der Flächen durch langjährigen Herbizideinsatz, weitere Verarmung der Samenbank durch fehlende Eintragspotentiale über das Saatgut und fehlende Besiedlungsquellen. Es ist ebenfalls unwahrscheinlich, dass sich die auf eine Kombination von Bodenbearbeitung und Licht am Boden angewiesenen seltenen Segetalarten in der Blütmischung ohne Einbindung von entsprechendem Saatgut ansiedeln. Unklar ist, inwiefern seltenere und eher brachetypische Arten dort während der fünfjährigen Kulturphase einen Lebensraum finden können. Auch der im UR Süd in 2012 festgestellte „Rapseffekt“ ist eine historische Begleiterscheinung. Inwiefern sich entsprechende Arten bei Kombination von intensivem Getreideanbau und konventionellem aber Herbizid freiem Rapsanbau halten könnten, bleibt eine offene Frage.

Für kulturbezogene Unterschiede im Naturschutzwert sind auch die jeweils realisierten Artenzahlen indikativ. Dies gilt insbesondere für die Vegetation, weil artenreiche Vegetation sekundär auch Lebensraum für eine Vielzahl von Tierarten mit Anpassung an bestimmte Pflanzen bietet. Hier sind die Blütmischungen herauszustellen, sie über beide Untersuchungsräume und den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet auch ohne Berücksichtigung der eingesäten Arten, die günstigsten Voraussetzungen für die Entwicklung einer vergleichsweise artenreichen Beikrautvegetation bieten. Ganz entsprechend zeichnen sich die Blütmischungen auch durch eine vergleichsweise artenreiche Blattkäfer- und Bienenfauna aus (vgl. Kap. 4.2.2 und Kap. 4.2.3).

5.2.2. Blattkäfer (Herbivore)

5.2.2.1. Ergebnisse

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsräumen und -jahren 1.493 Blattkäferindividuen aus 53 Arten erfasst, darunter acht Arten der Roten Liste (Tabelle 5.9). Es wurden im Untersuchungsjahr 2012 mit 1.129 mehr als dreimal so viele Individuen gefangen wie 2013 (364 Individuen). Ein deutliches Übergewicht ergab sich mit 1.132 Individuen für den UR Nord gegenüber nur 363 Individuen im UR Süd (Tabelle 5.9). Dabei ist zu berücksichtigen, dass rund 700 Individuen im Jahr 2012 im UR Nord in Bodenfallen erfasst worden sind, während in diesem Zeitraum im UR Süd die in deutlich geringeren Abundanzen angetroffenen Blattkäfer aus den Bodenfallenfängen nicht ausgewertet wurden.

Die Artenzahlen unterscheiden sich in beiden Untersuchungsräumen nur geringfügig mit 30 Arten im UR Nord und 33 Arten im UR Süd (Tabelle 5.9). Insgesamt 14 Arten wurden in beiden Untersuchungsräumen gefangen. In den Fängen wurden mit mehreren Vertretern der Gattungen *Oulema* (Getreidehähnchen), *Phyllotreta* (Kohlerdflöhe) und *Chaetocnema* auch bekannte landwirtschaftliche Schädlinge nachgewiesen. Die Larven der meisten Arten dieser Gattungen ernähren sich von Süßgräsern oder Kreuzblütlern und fressen auch an Getreide, Raps oder Rüben.

In Bezug auf Nahrungsgewohnheiten sind 64 % der gefangenen Arten als herbicol (an Kräutern), 15 % als arboricol (an Bäumen), 11 % als gramineicol (an Süßgräsern), 4 % als gramineicol/herbicol und 2 % als herbicol/arboricol eingestuft. Für zwei der erfassten Arten liegen keine Angaben zu Ernährungsgewohnheiten vor (Tabelle 5.9).

Insgesamt etwa 32 % der Arten in den Blattkäferfängen sind als stenotop zu charakterisieren (Tabelle 5.9). Dabei unterscheiden sich die Untersuchungsräume deutlich in Bezug auf den Anteil an stenotopen Arten (19 % im UR Nord und 39 % im UR Süd). Es sind nur zwei silvicole Arten in den Fängen vertreten, hygrophile und xerophile bzw. xerothermophile Arten halten sich in etwa die Waage (Tabelle 5.9).

Besonders geringe Ausbeuten ergaben sich mit der speziell für Blattkäfer und Spinnen in der Vegetation (Netzspinnen) eingesetzten Keschermethode. Mit der Keschermethode wurden in beiden Untersuchungsräumen in beiden Jahren nur 81 Blattkäferindividuen aus 21 Arten gefangen, davon 23 Individuen (11 Arten) im UR Nord und 58 Individuen (17 Arten) im

UR Süd. Deutlich ergiebiger waren insbesondere im UR Nord die Fänge in den Fenster- und Bodenfallen.

Im UR Nord waren mit *Longitarsus reichei*, *Altica quercetorum* und *Chaetocnema semicoerulea* drei bundesweit als gefährdet eingestufte Arten (RL 3) in den Fängen vertreten (Tabelle 5.9). *L. reichii* wurde ausschließlich in der Blütmischung, *A. quercetorum* in der Miscanthus- und der Raps-Kultur nachgewiesen. *C. semicoerulea* wurde in der Blütmischung, sowie mit einem Individuum in einer Fensterfalle in der GPS-Kultur gefangen.

Im UR Süd wurden sechs Rote Liste-Arten nachgewiesen, davon fünf in der Blütmischung, drei im Mais (alle im äußeren Probestreifen) und jeweils eine Art in der GPS- und Miscanthuskultur (Tabelle 5.9). Insgesamt fünf der dokumentierten Rote Liste Arten gelten bundesweit als gefährdet (RL 3), *Longitarsus nanus* als stark gefährdet (RL 2). Die zuletzt genannte Art wurde mit einem Einzelindividuum im Mais gefangen. *Lema cynella* (RL 3) wurde in der Blütmischung und im Mais mit je einem sowie *Longitarsus reichei* (RL 3) in der Blütmischung und der GPS-Fläche mit einem bzw. drei Individuen nachgewiesen. Ausschließlich in der Blütmischung wurden die RL 3-Arten *Podagrica fuscipes* mit zwei und *Psylliodes isatidis* mit einem Individuum gefangen. Funde von *Altica brevicollis* (RL 3) gelangen in der Blütmischung, im Mais sowie auf der Zuckerrübenfläche, jedoch ausschließlich in Fensterfallen. Diese an Hasel (*Corylus avellana*) fressende Art dürfte von außen zugeflogen sein.

Tabelle 5.9: Blattkäfer - Artenliste, Gefährdungsstatus und Individuenzahlen (Gesamtumfang) sowie Angaben zur Ernährungsweise und Stenotopie in beiden Untersuchungsräumen. Rote-Liste-Status (RL) für Deutschland nach GEISER (1998). Grau hinterlegt sind Arten, die ausschließlich durch Fensterfallen nachgewiesen wurden, Individuen, die nicht oder nicht sicher bis auf Artniveau bestimmt werden konnten, sind unterstrichen. Ernährungsweise (EW) gemäß SCHÖLLER (1996): arboricol (a); gramineicol (g); herbicol (h); unbekannt (?). Stenotopie (ST) gemäß KOCH (1992): eurotyp (e); stenotop (s); ubiquitär (u); hygrophil (hy); silvicol (sil); thermophil (th); xerophil (xe); xerothermophil (xth).

Art	RL	UR Nord	UR Süd	EW	ST
<i>Donacia bicolor</i> Zschach, 1788		-	1	g	s/hyg
<i>Lema cyanella</i> (L., 1758)	3	-	2	h	s/xe
<i>Oulema gallaeciana</i> (Heyden, 1870)		3	10	g	e
<i>Oulema melanopus</i> (L., 1758)		11	35	g	e
<i>Oulema duftschmidi</i> (Redt., 1874)		6	-	?	e
<i>Smaragdina salicina</i> (Scop., 1763)		-	1	a	s/xth
<i>Gastrophysa polygoni</i> (L., 1758)		-	1	h	e
<i>Gastrophysa viridula</i> (Degeer, 1775)		1	3	h	e
<i>Phaedon cochleariae</i> (F., 1792)		-	1	h	e
<i>Galeruca tanacetii</i> (L., 1758)		-	1	h	e/xe
<i>Sermylassa halensis</i> (L., 1767)		-	3	h/a	s/xe
<i>Phyllotreta vittula</i> (Redt., 1849)		18	52	g/h	e
<i>Phyllotreta nemorum</i> (L., 1758)		142	3	h	e
<i>Phyllotreta undulata</i> (Kutsch, 1860)		529	73	h	u
<i>Phyllotreta christinae</i> (hktr., 1941)		-	2	?	s/hy
<i>Phyllotreta striolata</i> (F., 1803)		-	19	h	e/hy
<i>Phyllotreta ochripes</i> (Curt., 1837)		8	-	h	e/hy
<i>Phyllotreta atra</i> (F., 1775)		101	-	h	e
<i>Phyllotreta nigripes</i> (F., 1775)		31	1	h	e/xe
<i>Aphthona euphorbiae</i> (Schrk., 1781)		2	-	h	e/xe
<i>Longitarsus succineus</i> (Foudr., 1860)		1	-	h	e
<i>Longitarsus nanus</i> (Foudr., 1860)	2	-	1	h	s/xth
<i>Longitarsus melanocephalus</i> (Deg., 1775)		-	13	h	e
<u><i>Longitarsus cf melanocephalus</i> (Deg., 1775)</u>		3	-	h	e
<i>Longitarsus pratensis</i> (Panz., 1794)		-	6	h	e
<u><i>Longitarsus cf.pratensis</i> (Panz., 1794)</u>		5	-	h	e
<i>Longitarsus reichei</i> (Allard, 1860)	3	6	4	h	s
<u><i>Longitarsus cf reichei</i> (Allard, 1860)</u>	3	16	-	h	s
<i>Longitarsus nasturtii</i> (F., 1792)		2	23	h	e
<i>Longitarsus luridus</i> (Scop., 1763)		-	3	h	e/xe
<i>Longitarsus parvulus</i> (Payk., 1799)		1	-	h	e
<u><i>Altica spec.</i></u>		5	-	h	
<i>Altica brevicollis</i> Foudr., 1860	3	-	4	a	s/sil

Art	RL	UR Nord	UR Süd	EW	ST
<i>Altica cf quercetorum</i> Foudr., 1860	3	5		a	s/sil
<i>Asiorestia transversa</i> (Marsh., 1802)			7	h	e/hy
<i>Crepidodera aurea</i> (Fourcr., 1785)		1	-	a	e
<i>Crepidodera aurata</i> (Marsh., 1802)		2	-	a	u
<i>Crepidodera lamina</i> Bedel, 1901		2	-	a	e
<i>Crepidodera nitidula</i> (L., 1758)		-	1	a	s
<i>Epitrix pubescens</i> (Koch, 1803)		2	2	h	s/hy
<i>Podagrica fuscicornis</i> (L., 1767)		1	2	h	e/xe
<i>Podagrica fuscipes</i> (F., 1775)	3	-	2	h	s/th
<i>Chaetocnema spec.</i>		1	-	h	
<i>Chaetocnema semicoerulea</i> (Koch, 1803)	3	3	-	a	s
<i>Chaetocnema concinna</i> (Marsh., 1802)		147	11	h	u
<i>Chaetocnema laevicollis</i> (Thoms., 1866)		-	3	h	e
<i>Chaetocnema aridula</i> (Gyll., 1827)		9	-	g	e/xe
<i>Chaetocnema cf aridula</i> (Gyll., 1827)		1	-	g	e/xe
<i>Chaetocnema mannerheimi</i> (Gyll., 1827)		1	-	g	s/hy
<i>Chaetocnema hortensis</i> (Fourcr., 1785)		50	70	g	e
<i>Psylliodes chrysocephalus</i> (L., 1758)		2	2	h	e
<i>Psylliodes isatidis</i> (hktr., 1912)	3	-	1	h	s/th
<i>Cassida rubiginosa</i> Müll., 1776		14	-	h	e
Individuenzahl		1.132	363		
Artenzahl		30	33		
Anzahl der Rote-Liste-Arten		3	6		

Die weitaus meisten Individuen und Arten wurden im UR Nord in der Blümmischung gefangen (etwa 85 % des Gesamtfangs). Im UR Süd waren die Fänge gleichmäßiger über die verschiedenen Kulturen verteilt (Tabelle 5.10). Hier war mit 16 Arten und 98 Individuen der äußere Probestreifen der Maisfläche die arten- und individuenreichste Probefläche, gefolgt von den beiden Streifen der Blümmischung und der Zuckerrüben-Kultur (Tabelle 5.10). In beiden Untersuchungsräumen wiesen die Probeflächen der Miscanthus-Kultur mit 1-4 Arten die geringsten Artenzahlen auf (Tabelle 5.10, Abbildung 4.4). Die meisten Probeflächen waren dadurch gekennzeichnet, dass die Artenzahl auf dem äußeren Probestreifen höher war als auf dem Inneren. Insbesondere traf dies in der Blümmischung, auf der GPS-Fläche und im Raps in beiden Untersuchungsräumen zu (Tabelle 5.10, Abbildung 4.4). Lediglich die Miscanthus- sowie die Zuckerrüben-Kultur wiesen im UR Süd innen mehr Arten auf als außen (Tabelle 5.10, Abbildung 4.4).

Tabelle 5.10: Blattkäfer - Übersicht der Individuen-, Arten- bzw. Taxazahl sowie Anzahl Rote-Liste-Arten für den Gesamtfang (Kescherfang, Bodenfallen, Fensterfallen). Vergleich der verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume, aufgetrennt nach Probestreifen (i = innen; a = außen), Untersuchungsjahre zusammengefasst.

		UR Nord					UR Süd				
		innen - außen getrennt		zusammengefasst			innen - außen getrennt		zusammengefasst		
		Indiv.	Arten / Taxa	Indiv.	Arten / Taxa	RL	Indiv.	Arten / Taxa	Indiv.	Arten / Taxa	RL
BM	i	432	14	975	20	2	20	9	55	17	5
	a	543	18				35	12			
Ma	i	50	11	83	17	-	73	8	171	16	3
	a	33	11				98	16			
GPS	i	3	3	17	10	1	7	4	26	9	1
	a	14	8				19	9			
Mi	i	5	2	9	4	1	13	4	15	5	-
	a	4	2				2	1			
Ra	i	3	3	11	6	1	20	7	31	13	-
	a	8	5				11	8			
ZR	i	13	8	37	14	-	28	12	63	17	1
	a	24	13				35	11			
Gesamt				1.132	30	3			361	33	6

RL: Rote-Liste Arten

Das im Gesamtfang vertretene Artenspektrum wird auch anhand der residenten Fänge sehr gut abgebildet. Dies obwohl die Individuenzahlen bei ausschließlicher Berücksichtigung der Erfassungen mit Kescher und Bodenfallen deutlich unter den entsprechenden Ergebnissen bei Einbeziehung der Fänge aus den Fensterfallen liegen (Tabelle 5.10 und Tabelle 5.11).

Ähnlich wie bei der Vegetation ist auf Grundlage der ermittelten Ähnlichkeiten auch bei den Blattkäfern eine im Süden generell und im Norden tendenziell höhere Differenzierung der Artengemeinschaften der Innenflächen zu konstatieren (geringere Ähnlichkeiten der Innenflächen im Vergleich der Kulturen) (Tabelle 5.12). Die größten Gemeinsamkeiten ergeben sich in beiden Untersuchungsräumen bei Einbeziehung des äußeren Probestreifens für Zuckerrübe und alle anderen Kulturen außer Miscanthus (Tabelle 5.12). Das Artenspektrum der Zuckerrübe deckt somit am ehesten einen repräsentativen Querschnitt der auf den Untersuchungsflächen vorhandenen Blattkäfergemeinschaften ab.

Tabelle 5.11: Blattkäfer (Resident) - Übersicht der Individuen-, Arten- bzw. Taxazahl sowie Anzahl Rote-Liste-Arten für Kescherfang und Bodenfallen. Vergleich der verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume, aufgetrennt nach Probestreifen (i = innen; a = außen), Untersuchungsjahre zusammengefasst.

		UR Nord			UR Süd		
		Individuen	Arten / Taxa	RL-Arten	Individuen	Arten / Taxa	RL-Arten
BM	i	281	12	1	19	9	2
	a	302	13	2	29	10	2
Ma	i	12	6	-	66	8	-
	a	24	8	-	55	12	2
GPS	i	-	-	-	5	3	1
	a	9	5	-	8	4	-
Mi	i	4	1	1	4	3	-
	a	4	2	-	1	1	-
Ra	i	2	2	-	18	5	-
	a	7	5	1	7	4	-
ZR	i	4	3	-	16	9	-
	a	16	9	-	21	9	-
Gesamt		665	25	4	249	27	5

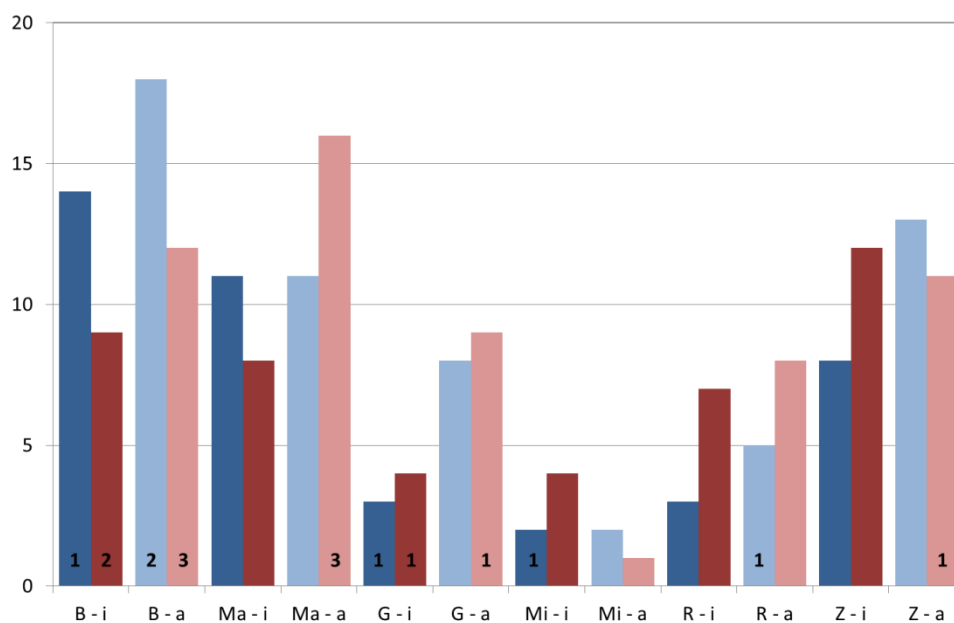


Abbildung 5.4: Artenzahlen der Blattkäfer für beide Untersuchungs-jahre und alle Fallentypen für die UR Nord (blau) und UR Süd (rot) (a = Probestreifen außen, hell; i = Probestreifen innen, dunkel). Die Ziffern geben die Anzahl der auf den Probeflächen nachgewiesenen Rote-Liste-Arten an.

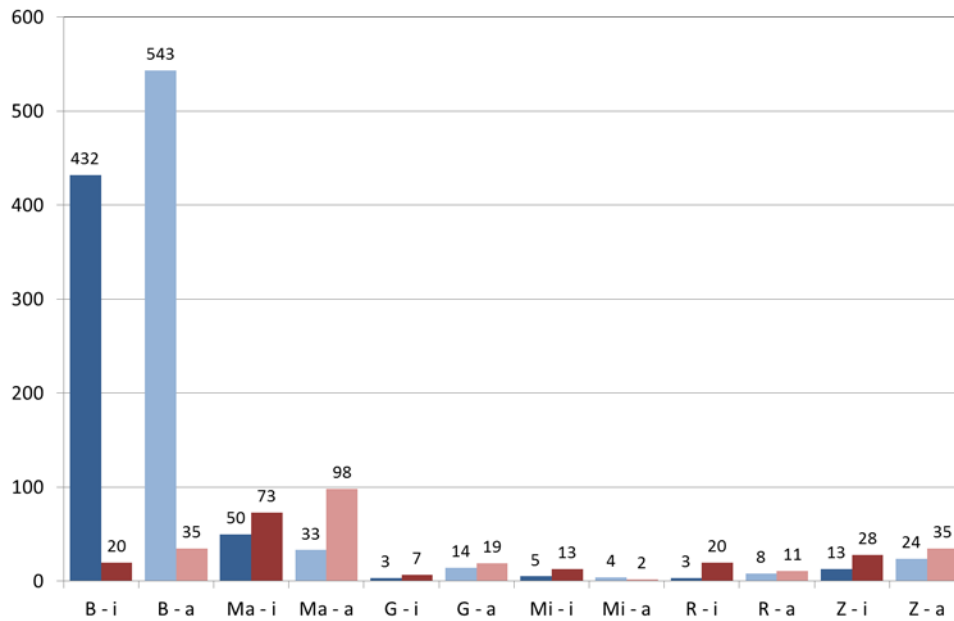


Abbildung 5.5: Individuenzahlen der Blattkäfer für beide Untersuchungsjahre und alle Fallentypen für UR Nord (blau) und UR Süd (rot) (a = Probestreifen außen, hell; i = Probestreifen innen, dunkel).

Betrachtet man die Ähnlichkeiten der Blattkäfergemeinschaften der unterschiedlichen Kulturen, so zeigt sich im UR Nord – bei Betrachtung der Innenflächen – eine vergleichsweise hohe bis mittlere Ähnlichkeit für Mais, Blümmischung und Zuckerrübe (Tabelle 5.12). Die Blattkäfergemeinschaften der Miscanthusfläche und der GPS-Fläche im UR Nord zeigen keinerlei oder extrem geringe Übereinstimmungen mit den anderen Kulturen (Tabelle 5.12).

Dagegen ergeben sich vergleichsweise hohe Ähnlichkeiten zwischen einerseits Miscanthus und andererseits Mais (31 %) und Zuckerrübe (30 %) im UR Süd (Tabelle 5.12). Diese Ähnlichkeiten sind weitgehend der Art *Phyllotreta vittata* geschuldet, die in den entsprechenden Kulturen jeweils hohe relative Anteile am Gesamtfang repräsentiert. Auch im UR Süd zeigt die GPS-Fläche nur geringe Ähnlichkeiten mit allen anderen Kulturen. Die größte Ähnlichkeit ergibt sich für GPS und Blümmischung (19 %) (Tabelle 5.12).

Tabelle 5.12: Blattkäfer - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für alle Fallentypen und beide Untersuchungsjahre. Obere Hälfte rechts – Gesamtvergleich der Blattkäfergemeinschaften von Innen- und Außenflächen zusammengefasst; untere Hälfte links – Vergleich nur Innenflächen berücksichtigt.

a) Untersuchungsraum Nord

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,41	0,33	0,14	0,15	0,37
	Ma	0,53	1	0,47	0,19	0,30	0,46
	GPS	0,00	0,04	1	0,24	0,06	0,35
	Mi	0,00	0,00	0,00	1	0,20	0,14
	Ra	0,17	0,31	0,00	0,00	1	0,39
	ZR	0,42	0,52	0,08	0,00	0,50	1

b) Untersuchungsraum Süd

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,26	0,31	0,18	0,17	0,22
	Ma	0,15	1	0,18	0,52	0,38	0,53
	GPS	0,19	0,14	1	0,24	0,16	0,29
	Mi	0,08	0,31	0,08	1	0,23	0,41
	Ra	0,05	0,31	0,05	0,20	1	0,49
	ZR	0,09	0,42	0,00	0,30	0,32	1

5.2.2.2. *Diskussion*

Ähnlich wie bei den Segetalarten sind überraschend wenige Blattkäferarten und Blattkäferindividuen in den untersuchten landwirtschaftlichen Kulturen vorhanden. Vermutlich infolge des hohen Einsatzes von Pestiziden werden Phytophage und damit vielfach Schädlinge wie die Blattkäfer in landwirtschaftlichen Kulturen wirksam unterdrückt. Eine Ausnahme bildet der Rapsglanzkäfer (*Brassicogethes aeneus*, Nitidulidae), der in beiden Untersuchungsjahren in allen Kulturen und trotz gezielter Behandlung in hohen Individuendichten festgestellt wurde (Problem von Resistenzen).

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsräumen überraschend wenige Blattkäfer durch Kescherfänge erfasst. Dabei ist dies die Methode der Wahl zur spezifischen Erfassung der einem bestimmten Lebensraum bzw. einer bestimmten Kultur zuzuordnenden Blattkäfer. Die Fensterfallen sind wesentlich weniger spezifisch und erfassen vor allem auch überfliegende

Tiere, die eine bestimmte Kultur nicht wirklich nutzen. Überraschend viele Blattkäfer wurden im UR Nord speziell in der vorher als Wildacker sehr extensiv genutzten Blütmischungsfläche in Bodenfallen nachgewiesen. Dabei sind die Bodenfallen im Vergleich zu den Fensterfallen vermutlich deutlich besser zur Erfassung residenter Tiere geeignet und in dieser Beziehung den Kescherfängen ähnlich.

Abgesehen davon waren die Kulturen in beiden Untersuchungsräumen von nur wenigen Blattkäfern besiedelt. Dies kommt insbesondere in den geringen Fangzahlen bei der Kescherung zum Ausdruck. Die Fangzahlen reflektieren die real niedrige Besiedlung der normalen landwirtschaftlichen Kulturen durch phytophage Insekten. Dies ist zum einen auf den Einsatz von Insektiziden und bisher noch fehlende Resistenzen, zum anderen aber auch auf die hauptsächliche Verwendung von für Herbivore vielfach wenig attraktiven Monokotyledonen im Ackerbau zurückzuführen. Die Abundanzen des Rapsglanzkäfers (Larven und Adulte) waren gerade auch in den Kescherfängen hoch. Dies dokumentiert die prinzipielle Eignung der Methode „Kescherfang“ zur Erfassung von Herbivoren. Der Rapsglanzkäfer baut aufgrund von Resistenzen sehr große Populationen auf und ist ein ernstes Problem im Rapsanbau.

Der Anteil der Roten-Liste-Arten liegt mit etwa 15 % des Gesamtfangs wesentlich höher als in den anderen betrachteten Artengruppen. Die Blütmischung hatte in beiden Untersuchungsräumen die höchste Zahl an Rote Liste Arten aufzuweisen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass bisher kaum Daten zu Verbreitung und Bestandsentwicklung von Blattkäfern vorliegen und bisher lediglich auf Bundesebene eine Rote Liste erstellt worden ist. Insbesondere über die regionalen Verhältnisse zur Gefährdung der Blattkäfer ist noch sehr wenig bekannt.

Die acht bundesweit gefährdeten oder stark gefährdeten Arten traten jeweils nur in sehr geringer Individuendichte auf. Einige von ihnen fanden sich ausschließlich in Fensterfallen und im Randbereich (transiente Arten und Irrgäste). Die entsprechenden Arten dürften die Kulturen nicht als Fortpflanzungs- oder Nahrungshabitat nutzen. Vor diesem Hintergrund ist zu bezweifeln, ob sich die entsprechenden Kulturen für den Aufbau langfristig vitaler Populationen eignen. Lediglich *Longitarsus reichei* wurde mit insgesamt zehn Individuen in etwas höherer Abundanz und außerhalb der Fensterfallen nachgewiesen. Die Art wurde überwiegend in der Blütmischung festgestellt, wo sie zumindest zeitweise geeignete Fortpflanzungshabitate vorfinden dürfte. Die Larven ernähren sich herbicol von Wegerich-Arten (*Plantago* spp.) und Lippenblütlern (Lamiaceae).

Im UR Nord wurden in der Blümmischung nicht nur die meisten Arten, sondern mit Abstand auch die meisten Individuen nachgewiesen (Tabelle 5.12). Dies entspricht aufgrund des vielfältigeren und von krautigen Pflanzen geprägten Nahrungsangebots in den Blümmischungen auch den Erwartungen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Mehrzahl der Fänge in der Blümmischung 2012 vor Auflaufen der Kultur getätigt worden ist. Die Vorläuferkultur „Wildacker“ war hier besonders Blattkäfer freundlich. Offensichtlich erfolgte hier eine invasionsartige Besiedlung und vermutlich wurden in der Mehrzahl frisch geschlüpfte Tiere gefangen.

Große Unterschiede zeigten sich zwischen den beiden Untersuchungsräumen hinsichtlich der Artenzusammensetzung und der Gildenanteile in der Blümmischung. Während im UR Nord vor allem die herbicolen, überwiegend an Brassicaceen fressende Arten *Phyllotreta undulata*, *P. nemorum*, *P. atra* und *Chaetocnema concinna* mit einem Anteil von mehr als 90 % die Blattkäfergemeinschaft dominierten (Tabelle 5.13), waren es im UT Süd vor allem Arten, die an krautigen Pflanzen der Ruderalflächen fressen. Hierzu zählen u.a. einige *Longitarsus*-Arten wie *L. nasturtii*, deren Larven sich z.B. an *Symphytum officinale* und *Echium vulgare* entwickeln (Tabelle 5.13). Diese Unterschiede deuten darauf hin, dass die individuelle Entwicklung der Blümmischungs-Kulturen in ihrer Pflanzenarten-Zusammensetzung auch einen starken, differenzierenden Einfluss auf die jeweiligen Blattkäfergemeinschaften hat.

Bezogen auf den Artenreichtum lag in beiden Untersuchungsräumen die Mais-Kultur jeweils nach der Blümmischung an zweiter Stelle. Im UR Süd wurden hier bei insgesamt niedrigen Fangzahlen auch die deutlich meisten Blattkäferindividuen erfasst. Dies ist insofern überraschend, da das Ressourcenangebot für Blattkäfer in Maiskulturen vor Beginn der Untersuchungen als eher gering eingestuft worden war. Die einzige sich an Mais entwickelnde Blattkäferart – *Diabrotica virgifera* (Westlicher Maiswurzelbohrer) – ist als Neozoe seit einigen Jahren auch in Deutschland nachgewiesen worden (BAUFELD 2014), in den hier untersuchten Kulturen wurde die Art jedoch nicht gefunden.

Die Blattkäfergemeinschaften der Mais-Kulturen wurden in beiden Untersuchungsräumen einerseits von gramineicolen Arten wie *Chaetocnema hortensis* und andererseits von Brassicaceen befressenden Arten wie *Phyllotreta undulata* und *P. vittula* dominiert. Die genannten Arten werden in Getreide- und Rapsfeldern oft als „Schädlinge“ eingestuft, an Mais fressen die Arten jedoch nicht. Sie sind vermutlich aus benachbarten Grünland- oder Getreidebeständen eingewandert bzw. befressen in den Mais-Kulturen die Ackerbeikräuter,

deren teilweise hoher Bestand im UR Süd insbesondere im Jahr 2012 kennzeichnend für die Mais-Kultur war.

Tabelle 5.13: Blattkäfer-Nahrungsgilden (Gruppen mit ähnlichen Anspruchstypen) - Vergleich zwischen den Kulturen und beiden Untersuchungsräumen. Dargestellt sind die Individuenzahlen für den Gesamtumfang zusammengefasst für beide Untersuchungsjahre. Innerhalb der Nahrungsgilde erfolgt die Anordnung in abfallender Individuenzahl. Ausschließlich durch Fensterfallenfang nachgewiesene Arten sind grau hinterlegt.

Kultur	BM		GPS		Ma		Mi		Ra		ZR		Σ	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Arten, die an Süßgräsern fressen (gramineicol)														
<i>Chaetocnema hortensis</i>	30	8	3	2	13	56	3	1	-	1	1	2	50	70
<i>Oulema melanopus</i>	3	5	4	6	2	10	-	2	-	1	2	11	11	35
<i>Oulema gallaeciana</i>	1	3	1	4	-	1	-	-	-	1	1	1	3	10
<i>Oulema duftschmidi</i>	-	-	1	-	2	-	-	-	1	-	2	-	6	-
<i>Chaetocnema aridula</i>	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	9	-
<i>Chaetocnema mannerheimi</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Arten, die an Kreuzblütlern fressen (herbicol an Brassicaceae)														
<i>Phyllotreta undulata</i>	502	1	3	-	19	39	-	2	-	14	5	17	529	73
<i>Phyllotreta nemorum</i>	126	-	-	-	2	2	1	-	2	1	11	-	142	3
<i>Phyllotreta atra</i>	95	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	101	-
<i>Phyllotreta vittula</i>	8	-	-	1	7	35	-	9	1	1	2	4	18	50
<i>Phyllotreta nigripes</i>	11	1	-	-	12	-	-	-	5	-	3	-	31	1
<i>Psylliodes chrysocephalus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	1	2	2
<i>Galeruca tanacetii</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Arten, die an sonstigen Krautartigen fressen (herbicol v.a. an Arten der Ruderalflächen)														
<i>Chaetocnema concinna</i>	143	1	1	-	2	3	-	-	-	-	1	7	147	11
<i>Longitarsus nasturtii</i>	-	21	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	2	23
<i>Cassida rubiginosa</i>	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-
<i>Longitarsus melanocephalus</i>	-	-	-	-	-	9	-	1	-	-	-	3	-	13
<i>Longitarsus reichei</i>	6	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4
<i>Asiolestia transversa</i>	-	2	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	7
<i>Longitarsus pratensis</i>	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Gastrophysa viridula</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3
<i>Epitrix pubescens</i>	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2	2
<i>Sermylassa halensis</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	3
<i>Chaetocnema laevicollis</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	3
<i>Longitarsus luridus</i>	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Podagrica fuscicornis</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2
<i>Lema cyanella</i>	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Aphthona euphorbiae</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-

Kultur	BM		GPS		Ma		Mi		Ra		ZR		Σ	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
<i>Podagrica fuscipes</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Gastrophysa polygona</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Longitarsus succineus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Psylliodes isatidis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Longitarsus nanus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Longitarsus parvulus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Arten, die an feuchtigkeitsliebenden Krautartigen fressen (herbicol z.B. an <i>Nasturtium</i>)														
<i>Phyllotreta striolata</i>	-	-	-	-	-	7	-	-	-	6	-	6	-	19
<i>Phyllotreta ochripes</i>	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	8	-
<i>Donacia bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Phaedon cochleariae</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Arten, die an Gehölzen fressen (arboricol)														
<i>Altica brevicollis</i>	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	4
<i>Chaetocnema semicoerulea</i>	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Crepidodera aurata</i>	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-
<i>Crepidodera lamina</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Crepidodera aurea</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Crepidodera nitidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Smaragdina salicina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Individuenzahl	975	55	17	26	83	171	9	15	11	31	37	63	1.132	361
Artenzahl	21	17	11	9	18	16	4	5	7	13	15	17	30	33
Anzahl der Rote-Liste-Arten	2	5	1	1	-	3	1	-	1	-	-	1	3	6

Ähnlich hohe Artenzahlen wie im Mais, jedoch geringere Individuendichten waren in beiden Untersuchungsräumen in den Zuckerrüben-Kulturen zu beobachten. Neben mehreren Vertretern der bereits oben genannten gramineicolen Arten sowie der an Kreuzblütlern fressenden herbicolen Blattkäfer, wurden auch einige an krautartigen Pflanzen der Ruderalflächen fressende Arten gefunden. Insbesondere im UR Süd wurden in der Zuckerrüben-Kultur mehrere an Ampfer- (*Rumex* spp.) und Knöterich-Arten (*Polygonum* spp.) fressende Blattkäfer wie *Gastrophysa viridula* und *G. polygona* nachgewiesen.

Deutlich geringere Artenzahlen und Individuendichten als in den zuvor genannten Kulturen wurden in beiden Untersuchungsräumen in der Raps- und GPS-Kultur angetroffen. Dies ist der intensiven Behandlung mit Insektiziden geschuldet. Auf den Raps-Flächen wurden erwartungsgemäß fast ausschließlich an Kreuzblütlern fressende Arten nachgewiesen. Im UR Nord dominierte dabei *Phyllotreta nigripes*, im UR Süd hingegen *Phyllotreta undulata*. Beide Arten werden als Schädlinge in Raps-Kulturen eingestuft (BLE, 2010).

Auch die GPS-Kultur war vergleichsweise arten- und individuenarm. Dies ist vermutlich eine Folge der lediglich kurzen Zeit, in der Nahrungspflanzen für die Entwicklung der Blattkäfer zur Verfügung stehen sowie dem weitgehenden Fehlen von Beikrautvegetation aufgrund geringer Saatreihenabstände. Der Insektizideinsatz vor Einwinterung nur im Süden kommt in den Fangergebnissen nicht zum Ausdruck. Erwartungsgemäß dominieren in der GPS-Kultur gramineicole Arten der Gattung *Oulema* (Getreidehähnchen) sowie *Chaetocnema hortensis*.

Die Miscanthus-Kulturen waren in beiden Untersuchungsräumen sowohl die arten- als auch die individuenärmsten aller untersuchten Probeflächen. Die dauerhaft dicht schließenden Bestände, die zudem im UR Nord infolge des Aufbringens einer stärkeren Schicht Mist lange Zeit fast keinerlei Unterwuchs aufwiesen, bieten nur sehr wenigen Blattkäferarten Lebensmöglichkeiten. Im UR Nord wären vor dem Hintergrund der dort ausgeprägten Beikrautvegetation jedoch eigentlich mehr Blattkäferarten zu erwarten. Darüber hinaus wurden der Methode geschuldet (Keschung in der Vegetationsdecke >1,5 m Höhe) die wenigen Tiere, die an bodennahen Beikräutern fressen, nach dem Aufwuchs des Miscanthus mit dem Kescher nicht mehr erfasst. Die geringen Ähnlichkeiten der Blattkäfergemeinschaften der Miscanthus- und der GPS-Kulturen mit denen der anderen Kulturen dürften vor allem auch eine Folge der geringen Arten- und Individuenzahlen in den entsprechenden Kulturen sein. Ähnlichkeitsparameter sind unter diesen Bedingungen stark von Einzelfängen bestimmt und damit auch zufallsgeprägt.

Neben den drei oben bereits mehrfach erwähnten Nahrungsgilden der gramineicolen und herbicolen, an Brassicaceen oder an Kräutern der Ruderalflächen fressenden Arten wurden noch zwei weitere Nahrungsgilden vorgefunden (Tabelle 5.13). Einige der nachgewiesenen Blattkäferarten leben herbicol an Pflanzenarten feuchter Standorte. Hierzu zählt z.B. *Phyllotreta striolata*, die u.a. an Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) und Sumpfkresse (*Rorippa* spp.) frisst. Die Art wurde im UR Süd in der Mais-, Raps- und Zuckerrüben-Kultur in jeweils mehreren Individuen nachgewiesen. In unmittelbarer Nachbarschaft zu den genannten Kulturen finden sich kleine oder kleinste Stehgewässer, was das Auftreten der genannten Arten an diesen Standorten erklärt.

Als fünfte Nahrungsgilde kann auf den untersuchten Flächen die Gruppe der arboricolen Arten differenziert werden. Vertreter dieser Gruppe wurden fast ausschließlich in Fensterfallen und zumeist als Einzelindividuen erfasst. Die Larven der in den Kulturen vertretenen arboricolen Arten leben vor allem an Weiden- und Pappelarten, wie z.B. *Crepidodera aurata*, *C. lamina* und *Smaragdina salicina*. Bei den erfassten Tieren dürfte es sich um Individuen

handeln, die von außen in die Kulturen flogen, ohne dass sie diese als Nahrungs- oder Fortpflanzungshabitat nutzten. Trotzdem ließen sich für die Blühhmischungsfläche im UR Nord insgesamt fünf Individuen aus drei Arten für diese Nahrungsgilde feststellen. Der Grund hierfür dürfte die Lage der Fläche unweit von Waldrändern und Gebüschern entlang einer Bahnlinie sein, wo entsprechende Weiden- und Pappelbestände vorhanden sind, die von den Käferarten befallen werden.

In beiden Untersuchungsräumen war in den meisten Fällen die erwartete Tendenz zu höheren Arten- und Individuenzahlen im Randbereich der Äcker festzustellen. Mit Ausnahme der *Miscanthus*- und der Zuckerrüben-Kultur im UR Süd wurden in allen anderen Kulturen mehr Blattkäferindividuen und -arten im Randbereich nachgewiesen. Die Tatsache, dass sich bei ausschließlicher Betrachtung der Innenflächen niedrigere Ähnlichkeitswerte ergeben als bei der gemeinsamen Betrachtung der Innen- und Außenflächen zeigt, dass sich im Randbereich der Flächen die kulturtypische Artengemeinschaft mit denen angrenzender Flächen vermischt. Die Artengemeinschaften im Inneren der Flächen sind somit kulturspezifischer und stärker differenzierend. Im Randbereich ist der höhere Artenreichtum eine Folge der Einwanderung von Arten aus dem Umfeld (Randeffekte) und verwischt damit kulturbedingte Unterschiede.

Die Blühhmischung hatte in beiden Untersuchungsräumen die höchsten Artenzahlen und auch die höchsten Zahlen an Rote Liste Arten aufzuweisen. Überraschend sicherlich die in beiden Untersuchungsräumen ebenfalls vergleichsweise hohen Artenzahlen und Individuendichten im Mais. Dies ist gerade im UR Süd der dort besser als in anderen Kulturen ausgebildeter Beikrautvegetation geschuldet (vgl. Kapitel 4.2,1, Tabelle 5.6). Ähnliches gilt für die Zuckerrübe. Insbesondere der Mais bietet dabei Möglichkeiten zur Diversifizierung durch Untersaat. Zu beachten ist der weitgehende Ausfall der *Miscanthus*-Kultur als Lebensraum für Blattkäfer in beiden Untersuchungsräumen. Insgesamt gilt aber auch für die Blattkäfer, dass Rote Liste Arten mit Ausnahme von *L. reichei* immer nur mit wenigen Individuen in den Fängen vertreten waren. Vor diesem Hintergrund ist zu bezweifeln, ob sich die untersuchten Kulturen für den Aufbau langfristig vitaler Populationen eignen.

5.2.3. Bienen (Apoidea)

5.2.3.1. Ergebnisse

Insgesamt wurden im Rahmen der gezeiteten Beobachtung mit Kescherfang, sowie den Fenster- und Bodenfallen 3.544 Bienen aus 68 Arten erfasst – 48 Arten im UR Nord und 54 Arten im UR Süd. Es wurden 31 Arten in beiden Untersuchungsräumen nachgewiesen (Tabelle 5.14). Im Zuge der Erhebungen wurde nur eine Rote-Liste-Art (*Osmia brevicornis*, RL D 3) im UR Nord und zwei Arten der Vorwarnliste gefangen – *Bombus sylvarum* in beiden Untersuchungsräumen und *Lasioglossum xanthopus* nur im UR Nord.

Bei 72 % der erfassten Individuen handelt es sich um Honigbienen (*Apis mellifera*), deren Vorkommen in den jeweiligen Kulturen sehr stark vom durch Imker bestimmten Standort der jeweiligen Völker abhängig ist. Allein im unmittelbaren Umfeld um Blümmischung und Raps waren im UR Süd an drei Standorten etwa 40 Bienenvölker platziert. Folgerichtig handelt es sich im UR Süd bei etwa 80 % der erfassten Bienen um *Apis mellifera*, gegenüber nur 35 % im UR Nord. Die prinzipielle Eignung der vorhandenen Kulturen für Honigsucher und Bestäuber wird auch durch die Honigbiene dokumentiert.

Die verschiedenen Methoden betonen bei den Bienen verschiedene Artengruppen. Mit den gezeiteten Beobachtungen wurden vor allem Honigbienen und Hummeln erfasst. Die Mehrzahl der Wildbienen im engeren Sinn wurde insbesondere im UR Süd in Fensterfallen gefangen (Tabelle 5.14). In Bodenfallen wurden Einzelfänge getätigt (maximal zwei Individuen pro Falle). Ausnahmen von dieser Regel umfassen im UR Süd *Apis mellifera* (43 Individuen) sowie die Bodenbrüter *Halictus tumulorum* (sechs Individuen) und *Lasioglossum morio* (drei Individuen) (Tabelle 5.14).

Im Raps und in der Blümmischung wurden im Rahmen der gezeiteten Beobachtung die mit Abstand höchsten Individuendichten und Artenzahlen dokumentiert (Tabelle 5.15 und Tabelle 5.16). In beiden Untersuchungsräumen ergibt sich im Vergleich der Untersuchungsjahre in den Blümmischungen bei der gezeiteten Beobachtung ein deutlicher Anstieg der Individuen- und Artenzahlen im Jahr 2013 gegenüber dem Etablierungsjahr 2012. Demgegenüber fallen im UR Süd im Jahr 2013 trotz insgesamt höherer Individuenzahlen alle Bienenarten außer der Honigbiene im Raps aus.

Tabelle 5.14: Bienen - Artenliste, Gefährdungsstatus und Fangergebnisse (GB = „Gezeitete Beobachtung“, BF = Bodenfalle, FF = Fensterfalle) in beiden Untersuchungsräumen

Art	RL		UR Nord						UR Süd							
	BW	D	GB		BF		FF		Σ	GB		BF		FF		Σ
			12	13	12	13	12	13		12	13	12	13			
<i>Andrena bicolor</i>			-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Andrena chrysoselees</i>			1	1	2	-	7	-	11	-	-	-	-	-	-	-
<i>Andrena cineraria</i>			5	1	-	-	4	4	8	-	-	-	-	2	2	4
<i>Andrena dorsata</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Andrena flavine</i>			1	-	-	-	4	1	6	-	-	-	-	-	1	1
<i>Andrena florea</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1
<i>Andrena fucata</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	1
<i>Andrena fulva</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Andrena gelriae</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	1
<i>Andrena gravida</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	1	2
<i>Andrena haemorrhoa</i>			5	7	1	1	6	6	26	-	-	-	1	1	5	7
<i>Andrena helvola</i>			-	-	-	-	5	8	13	-	-	-	-	-	1	1
<i>Andrena humilis</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Andrena jacobi</i> (= <i>A. scotica</i>)			1	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	1	1
<i>Andrena minutuloides</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Andrena nigroaenea</i>			8	2	-	-	-	10	20	-	-	-	-	1	-	1
<i>Andrena nitida</i>			5	1	1	-	5	2	14	-	-	-	-	3	-	3
<i>Andrena ovutula</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Andrena proxima</i>			-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Andrena sub opaca</i>			-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	3	3
<i>Apis mellifera</i>			14	96	1	-	61	43	215	808	902	-	43	84	494	2331
<i>Bombus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	20
<i>Bombus bohemicus</i>			1	6	-	-	4	2	13	-	-	-	-	3	1	4
<i>Bombus cryptarum</i>			-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bombus hortorum</i>			1	-	-	-	9	-	10	-	7	-	2	-	17	26
<i>Bombus lapidarius</i>			2	51	-	-	-	3	56	8	129	-	1	4	16	158
<i>Bombus lucorum</i>			-	16	-	1	5	29	51	11	16	-	1	9	60	97
<i>Bombus pascuorum</i>			6	16	-	-	4	-	26	13	21	-	2	6	34	76
<i>Bombus pratorum</i>			1	-	-	-	1	-	2	-	8	-	-	1	1	10
<i>Bombus rupestris</i>			1	4	1	-	1	-	7	-	-	-	-	-	1	1
<i>Bombus sylvarum</i>	V	V	-	-	-	-	1	2	3	-	-	-	-	1	-	1
<i>Bombus sylvestris</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bombus terrestris</i>			2	29	-	-	6	7	44	-	30	-	-	1	14	45
<i>Bombus vestalis</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Colletes similis</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Eucera nigrescens</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Halictus rubicundus</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halictus tumulorum</i>			-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	6	6	-	12
<i>Hylaeus communis</i>			1	-	-	-	13	1	15	-	-	1	-	1	-	2
<i>Hylaeus rinki</i>	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
<i>Lasioglossum calceatum</i>			-	1	1	-	3	1	6	-	1	-	-	4	7	12
<i>Lasioglossum fratellum</i>			-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	4	4
<i>Lasioglossum interruptum</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	1

Art	RL		UR Nord						UR Süd							
	BW	D	GB		BF		FF		Σ	GB		BF		FF		Σ
			12	13	12	13	12	13		12	13	12	13			
<i>Lasioglossum laticeps</i>			-	-	-	-	-	5	5	-	2	-	1	4	4	11
<i>Lasioglossum lativentre</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
<i>Lasioglossum leucopus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3
<i>Lasioglossum morio</i>			-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3	1	3	7
<i>Lasioglossum nitidiusculum</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Lasioglossum pauxillum</i>			-	-	-	-	2	1	3	-	-	-	1	4	4	9
<i>Lasioglossum politum</i>			-	-	-	-	1	5	6	-	-	-	-	1	1	2
<i>Lasioglossum quadrisignatum</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Lasioglossum xanthopus</i>	V	V	-	-	-	-	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lasioglossum.zonulum</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	30	37
<i>Megachile lapponica</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Megachile versicolor</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Nomada fabriciana</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Nomada lathburiana</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nomada sheppardana</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nomada succincta</i>			1	-	-	-	4	-	45	-	-	-	-	-	-	-
<i>Osmia bicornis</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	1	2
<i>Osmia brevicornis</i>	2	3	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Osmia florissomne</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Sphecodes crassus</i>			-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	-	2
<i>Sphecodes ephippius</i>			-	-	-	-	2	2	4	-	-	-	-	2	1	3
<i>Sphecodes molinicornis</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Sphecodes puncticeps</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
<i>Sphecodes reticulatus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Sphecodes scabricollis</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Artenzahl			19	13	7	3	33	27	48	4	9	1	10	37	37	54
Individuenzahl			58	231	8	3	172	147	619	840	1.116	1	61	166	721	2925

Residente Bienen (gezeitete Beobachtung) waren in den nicht blühenden Kulturen nur sehr vereinzelt (i.d.R. ein Exemplar) anzutreffen (Tabelle 5.15 und Tabelle 5.16). Eine Ausnahme bildet der äußere Probestreifen des GPS im UR Süd mit vergleichsweise hohen Fangzahlen in 2012. Hier ragten im ersten Untersuchungsjahr blühende Gehölze vom Feldrand in das außen gelegene Aufnahme Fenster hinein.

Eine Nivellierung der Unterschiede zwischen den verschiedenen Kulturen und auch zwischen Innen- und Außenbereich kennzeichnet die Fensterfallen fänge (Tabelle 5.15 und Tabelle 5.16). Im Vergleich zur gezeiteten Beobachtung wurden gerade in den nicht blühenden landwirtschaftlichen Kulturen deutlich mehr Bienen und Bienenarten mit Fensterfallen erfasst. Im UR Süd ergibt sich im zweiten Untersuchungsjahr ein fast durchgehender Trend zu

höheren Arten- und Individuenzahlen in den Fensterfallen. Ein entsprechender und einheitlicher Trend ist im UR Nord nicht erkennbar (Tabelle 5.15 und Tabelle 5.16).

Dies ist unter dort auch auf mehrere Starkregenereignisse im UR Nord zurückzuführen, die zu einem Überlaufen der Fangrinnen an den Fensterfallen und damit zu einer unvollständigen Erfassung geführt haben.

Tabelle 5.15: Bienen - Individuen- und Arten-/Taxazahl der gezeiteten Beobachtungen 2012 und 2013 (Residente). Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen – in Klammern ist die Individuenzahl von *Apis mellifera* separat aufgeführt.

Kultur		UR Nord						UR Süd					
		Individuen – in () <i>A. mellifera</i>				Arten / Taxa		Individuen – in () <i>A. mellifera</i>				Arten / Taxa	
		2012		2013		2012	2013	2012		2013		2012	2013
BM	i	8	(7)	48	(29)	7	7	4	(266)	92	(369)	3	6
	a	5	(8)	73	(34)	4	8	6	(342)	112	(241)	4	9
Ma	i	-	-	-	-	-	-	-	(3)	-	(10)	1	1
	a	-	-	1	-	-	1	2	(3)	1	(11)	2	2
GPS	i	1	-	-	-	1	-	2	(3)	-	(1)	2	-
	a	-	-	-	-	-	-	3	(63)	1	-	2	1
Mi	i	5	-	2	-	4	2	-	(1)	-	-	1	-
	a	3	-	-	-	2	0	2	(1)	-	(1)	3	1
Ra	i	14	-	2	(18)	6	3	6	(51)	-	(136)	3	1
	a	7	-	4	(13)	5	4	6	(74)	12	(172)	3	6
ZR	i	-	-	-	-	-	-	-	-	14	(5)	-	3
	a	2	-	1	-	2	1	1	(1)	3	(9)	2	4
Gesamt		45	(15)	131	(94)	18	11	32	(808)	235	(955)	5	13

Die Ergebnisse für die Ähnlichkeiten der Artengemeinschaften zwischen den Untersuchungsräumen unterscheiden sich stark in Bezug auf die gefundenen Grundmuster. Fast durchgehend ergeben sich höhere Ähnlichkeiten zwischen den Kulturen im UR Süd (Tabelle 5.17). In beiden Untersuchungsräumen die Ähnlichkeit der Artengemeinschaften bei kombinierter Betrachtung von äußerem und innerem Probestreifen i.d.R. höher, als wenn nur die Innenflächen verglichen werden (Umfeldprägung) (Tabelle 5.17).

Tabelle 5.16: Bienen - Individuen- und Arten-/Taxazahl der Fensterfallen 2012 und 2013. – Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen – in Klammern ist die Individuenzahl von *Apis mellifera* separat aufgeführt.

Kultur		UR Nord						UR Süd					
		Individuen – in () <i>A. mellifera</i>				Arten / Taxa		Individuen – in () <i>A. mellifera</i>				Arten / Taxa	
		2012		2013		2012	2013	2012		2013		2012	2013
BM	i	20	(26)	12	(10)	7	5	2	(6)	64	(36)	3	12
	a	14	(10)	18	(25)	7	8	5	(7)	23	(48)	6	12
Ma	i	5	-	8	(1)	4	5	6	(1)	5	(20)	7	5
	a	1	(1)	7	-	2	4	17	(1)	16	(16)	15	9
GPS	i	9	(3)	1	(1)	6	2	6	(11)	10	(9)	5	8
	a	19	(6)	-	-	10	-	4	(5)	5	(21)	5	2
Mi	i	10	(2)	10	(2)	7	7	13	(14)	32	(47)	10	12
	a	1	(1)	-	-	2	-	16	(11)	34	(71)	13	14
Ra	i	13	(2)	17	(2)	8	15	4	(20)	10	(63)	5	6
	a	6	(2)	15	(1)	7	10	4	-	9	(57)	4	7
ZR	i	5	(5)	11	-	6	6	2	(4)	8	(53)	2	7
	a	8	(3)	5	(1)	6	4	3	(4)	11	(53)	3	9
Gesamt		111	(61)	104	(43)	33	27	82	(84)	227	(494)	37	37

Im UR Nord hebt sich die GPS-Kultur deutlicher von den übrigen Kulturen ab, als im UR Süd. Hoch ist im UR Süd insbesondere die Ähnlichkeit zwischen Raps, Blümmischungen und GPS. Hier bilden sich in den Ergebnissen die Blühstrukturen am Rand der GPS Kultur in 2012 ab. Unterschiede ergeben sich im Vergleich der Untersuchungsräume auch bei der Betrachtung von Ähnlichkeiten zwischen einzelnen Kulturen. Im Extrem beträgt die faunistische Ähnlichkeit zwischen Blümmischung und Raps im Süden 57 %, im UR Nord dagegen nur 15 % (Tabelle 5.17). Im UR Nord werden die entsprechenden Unterschiede durch die räumlich getrennte Lage der Kulturen und die deutlich unterschiedlichen Umgebungsstrukturen befördert.

Im Vergleich der Untersuchungsjahre 2012 und 2013 ergeben sich für Blümmischung und Raps ähnliche Dominantenidentitäten bei der Zusammensetzung der Artengemeinschaften (Tabelle 5.18). Insbesondere zeichnen sich in beiden Untersuchungsräumen die Artengemeinschaften in der Blümmischung im Vergleich zum Raps durch höhere Ähnlichkeiten zwischen Außen- und Innenfläche aus. Deutlich in beiden Untersuchungsräumen ist auch der Ähnlichkeitsanstieg von Innen- und Außenfläche vom ersten zum zweiten Untersuchungsjahr in der Blümmischung (Tabelle 5.18). Entsprechende Muster sind beim Raps nicht erkennbar (Tabelle 5.18).

Tabelle 5.17: Bienen - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für gezeitete Beobachtung und Fensterfallen und beide Untersuchungsjahre zusammengefasst, ohne *Apis mellifera*. Obere Hälfte rechts - Probestreifen innen und außen zusammengefasst; untere Hälfte links nur Probestreifen innen.

a) Untersuchungsraum Nord

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,32	0,16	0,35	0,17	0,18
	Ma	0,23	1	0,19	0,36	0,26	0,31
	GPS	0,2	0	1	0,39	0,32	0,32
	Mi	0,35	0,19	0,24	1	0,37	0,34
	Ra	0,15	0,17	0,29	0,21	1	0,34
	ZR	0,32	0,15	0,22	0,42	0,17	1

b) Untersuchungsraum Süd

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,35	0,47	0,32	0,5	0,46
	Ma	0,29	1	0,42	0,45	0,48	0,36
	GPS	0,47	0,36	1	0,33	0,59	0,53
	Mi	0,29	0,36	0,28	1	0,36	0,42
	Ra	0,57	0,36	0,68	0,31	1	0,46
	ZR	0,38	0,27	0,42	0,24	0,38	1

Tabelle 5.18: Bienen - Ähnlichkeit (Dominantenidentität) der Artengemeinschaften in Raps und Blümmischung im Vergleich der Untersuchungsjahre 2012 und 2013 und der Probestreifen innen und außen. Berücksichtigt wurde der Gesamtfang (gezeitete Beobachtung und Fensterfallen) ohne *Apis mellifera*.

Kultur		Dominantenidentität [%]		
		UR Nord	UR Süd	
Blümmischung	innen	12-13	31	30
	außen	12-13	16	44
	12	innen-außen	66	64
	13	innen außen	86	85
Raps	innen	12-13	31	40
	außen	12-13	21	15
	12	innen-außen	30	60
	13	innen außen	47	33

5.2.3.2. *Diskussion*

Die Erfassungen und hier insbesondere die gezeitete Beobachtung verdeutlichen, dass Bienen (Honigbienen und Wildbienen) in regulären landwirtschaftlichen Halmkulturen nur sehr spärlich anzutreffen sind. Dies gilt auch für *Miscanthus* und reflektiert die wirksame Unterdrückung von Blütenpflanzen in den entsprechend intensiv genutzten Kulturen. Blühmischung und Raps heben sich in Bezug auf Arten- und Individuenzahlen von den Halmkulturen deutlich ab. Interessant sind in diesem Zusammenhang die erheblichen Unterschiede zwischen gezeiteter Beobachtung und Fensterfallenfängen. In der Nivellierung der Fangzahlen in den Fensterfallen kommen bei dieser sehr mobilen Tiergruppe Landschaftseffekte zum Ausdruck (Erfassung transienter Individuen). Die hohe Mobilität erlaubt auch eine rasche Reaktion auf Änderungen im Blühangebot und der daraus resultierenden geringen faunistischen Ähnlichkeit zwischen erstem und zweitem Untersuchungsjahr (erstes und zweites Jahr nach Etablierung der Blühmischung).

Es wurden im Rahmen der gezeiteten Beobachtung nur sehr wenige Wildbienen i.e.S. neben Honigbienen und Hummeln dokumentiert. Dies spiegelt für die Halmkulturen sicherlich die realen und für Bienen extrem ungünstigen Verhältnisse. Bei den Blühkulturen ist das Ergebnis überraschend. Hier wurde eine höhere Vielfalt und Dichte speziell auch an Wildbienen erwartet. Teilweise könnten die niedrigen Erfassungswerte im ersten Jahr auf projektspezifische Faktoren zurückzuführen sein. Dazu gehört insbesondere das verzögerte Auflaufen der Blühmischung als Folge von Spätfrost und ungewöhnlicher Trockenheit im Frühjahr 2012 sowie der späte Beginn der Beprobungen. Die erste Erfassung 2012 erfolgte gegen Ende Mai und damit erst nach der eigentlichen Rapsblüte. Es waren zwar noch blühende Rapspflanzen vorhanden, der Blühhöhepunkt war jedoch in beiden Untersuchungsräumen eindeutig überschritten. Die Frühjahrsarten unter den Wildbienen werden unter diesen Rahmenbedingungen nicht oder nur unzureichend erfasst.

Die deutlich verringerten Artenzahlen im Raps im zweiten Untersuchungsjahr können zumindest im UR Süd als direkte Folge der intensivierten Nutzung interpretiert werden. Während 2012 der Raps letztmals im April mit Insektiziden behandelt worden war, zogen sich die entsprechenden Behandlungen im Jahr 2013 bis in den Juni. Die im Raps im UR Süd immer vorhandenen Honigbienen stammen aus einem am Rand der Kultur liegenden Bienenhaus mit etwa 20 Völkern.

Das verzögerte Auflaufen der Blümmischungen hat dazu beigetragen, dass dort im Jahr 2012 erst ab der Beprobung im Juli und damit relativ spät ein entsprechendes Blühangebot vorhanden war. Frühjahrsarten konnten entsprechend nicht mehr erfasst werden. Für die Blümmischung im UR Süd wurden im zweiten Jahr nach Etablierung deutlich höhere Arten- und Individuenzahlen nachgewiesen. Im UR Nord war dieser Effekt möglicherweise aufgrund des hohen Ampferaufkommens nicht gegeben.

Die Zönosen im Vergleich zwischen den Untersuchungsjahren weisen deutlich weniger Ähnlichkeit auf, als die Zönosen zwischen äußerem und innerem Probestreifen innerhalb eines Untersuchungsjahres. Dies reflektiert Entwicklungen als Folge unterschiedlicher Artenzusammensetzung (Blütenpflanzen) in den Blümmischungen und verdeutlicht, dass für eine umfassende Bewertung der Effekte von Blümmischungen auf die Artenvielfalt weitere, die gesamte Phase der Kultur abdeckende Untersuchungen erforderlich sind. Die Ergebnisse zeigen aber auch deutlich stabilere Artengemeinschaften in den Blümmischungen relativ zum Raps. Umfeldeffekte im Sinne einer stärkeren Differenzierung zwischen äußerem und innerem Probestreifen sind bei den mobilen und in der Regel außerhalb der Kulturen nistenden Wildbienen weniger ausgeprägt. Dies kommt in der hohen Ähnlichkeit der Artengemeinschaften in äußerem und innerem Probestreifen in beiden Untersuchungsjahren und insbesondere in 2013 zum Ausdruck. Die im Vergleich zum Raps insgesamt höheren Dominantenidentitäten in den Blümmischungen reflektieren das Fehlen von Behandlungsmaßnahmen in dieser Kultur. Damit entfällt hier ein in hohem Maße zur Variabilität von Artengemeinschaften in landwirtschaftlichen Kulturen beitragender Faktor.

Tendenziell weisen die Artengemeinschaften der untersuchten Kulturen im Süden eine höhere Ähnlichkeit auf als im UR Nord. Dies spiegelt möglicherweise die kompaktere Anordnung der Untersuchungsflächen im Süden mit größeren Überschneidungsbereichen für potentielle Besiedler wider. Im Norden sind die Flächen über einen weiteren Landschaftsraum verteilt und damit heterogeneren Besiedlungspotentialen ausgesetzt.

Erstaunlich variabel sind die Unterschiede in den Artengemeinschaften zwischen Blümmischung und Raps im Vergleich der beiden Untersuchungsräume. Die hohe Ähnlichkeit im UR Süd (57%) resultiert aus der Dominanz von Hummeln in Rapskultur und Blümmischungen. Insbesondere die Hummeln waren im Norden in beiden Kulturen nur spärlich bzw. mit unterschiedlichen Arten vertreten. Dies ist sicherlich auch als Prägung der jeweiligen Artengemeinschaften in den entsprechenden Kulturen durch das Umfeld zu

interpretieren (Standorte von Hummelnestern, Bienenvölkern, Brutmöglichkeiten für Wildbienen; walddnahe Lage der Blühmischung im Norden).

Sowohl in der Blühmischung als auch im Raps wurden in beiden Untersuchungsjahren und Untersuchungsräumen nur sehr wenige solitäre Wildbienen nachgewiesen. Insbesondere für die Blühmischungen hat dies überrascht. Im Prinzip ergänzen sich die Blühzeitpunkte von Wildpflanzenmischung und Raps. Nach Abklingen der frühen Rapsblüte, nimmt die Blütenvielfalt in den Blühmischungen bis zum Sommer/Spätsommer kontinuierlich zu. Beide Kulturen wurden von Wildbienen aber nicht wirklich angenommen. Damit entfällt auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse weitgehend die Möglichkeit, einer saisonalen Ergänzung von Raps und der hier eingesetzten Blühmischungen als Nahrungsreservoir für Wildbienen.

In Bezug auf das Nahrungs- und Habitatangebot für die Bienen stehen die Blühmischungen deutlich über den regulären landwirtschaftlichen Halmkulturen, aber auch deutlich über dem Raps. Dies kommt in hohen Individuenzahlen und höheren Artenzahlen als in „Normalkulturen“ zum Ausdruck. Allerdings ist aufgrund des Fehlens oder nur sehr eingeschränkten Auftretens von solitären Wildbienen der naturschutzfachliche Wert deutlich begrenzter, als es der Wert der „Trachtquelle“ an sich vermuten lässt. Eine wichtige Ursache für die mangelnde Eignung der Blühmischung für solitäre Wildbienen ist neben der möglichen Konkurrenz durch die immer in hohen Dichten vorhandenen Honigbienen auch die späte Entwicklung des Blühhorizonts. Insbesondere die zahlreichen Frühjahrsarten können die erst ab Juni zur Entfaltung kommenden Blühaspekte in der „Biogas 1“-Blühmischung nicht oder nur in geringem Umfang nutzen.

5.2.4. Spinnen (Prädatoren in der Vegetation)

5.2.4.1. Ergebnisse

Insgesamt wurden durch Kescherfang sowie mit Fenster- und Bodenfallen in beiden Untersuchungsräumen und beiden Untersuchungsjahren 11.462 Individuen aus 109 Arten oder Morphospezies registriert (Tabelle 5.19). Nur bei wenigen juvenilen Spinnen und den nur durch aufwendige Präparationsmethoden zu unterscheidenden Weibchen der Gattung *Trochosa* war eine Artzuordnung nicht möglich. Auf Artgruppenniveau bestimmt wurden die Vertreter der Artengruppe von *Pardosa lugubris* s.l., da hier ein Großteil der gefangenen Tiere kaum zu determinierende Weibchen waren. Die Bestimmung erfolgte in diesen Fällen auf Gattungsebene (Tabelle 5.19), Artgruppenebene oder wurde auf zwei mögliche Arten eingeschränkt (z. B. bei *Araneus sturmi* und *A. triguttatus*).

Insgesamt wurden nur drei Arten nachgewiesen, die auf der aktuellen Roten Liste der jeweiligen Länder mit einer Gefährdungskategorie versehen sind. Hiervon stammte eine Art aus dem UR Süd (*Cinetata gradata*, RL D) sowie zwei Arten aus dem UR Nord (*Drasyllus praeficus*, RL V; *Zodarion italicum*, RL 3). Von allen drei Arten wurde jeweils nur ein einzelnes Exemplar nachgewiesen. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei *Z. italicum* vermutlich um ein Neozoon handelt, das in Deutschland erstmals in den 1970iger Jahren am Kaiserstuhl nachgewiesen worden ist und sich seither nach Norden ausbreitet (Staudt, 2014). Die Einstufung in die Rote Liste ist vor diesem Hintergrund zumindest fragwürdig.

Mit *Mermessus trilobatus* wurde auf den Flächen in beiden Bundesländern ein in Mitteleuropa inzwischen etablierter und ursprünglich aus Nordamerika stammender Neozoe nachgewiesen (HELSDINGEN 1982).

Es entfallen 7.449 Individuen (83 Arten) auf den UR Nord und 4.013 Individuen (87 Arten) auf den UR Süd. Die weitaus meisten Arten und Individuen wurden in beiden Untersuchungsräumen in Bodenfallen (> 97 % des Gesamtfangs) erfasst. Die Kescherfänge und die Fensterfallen erbrachten im Vergleich zu den Bodenfallen eine wesentlich geringere Arten- und v.a. Individuenzahl (Tabelle 5.19). Auf insgesamt niedrigem Niveau wurden im Jahr 2013 deutlich mehr Individuen mit dem Kescher gefangen als in 2012 (Tabelle 5.19). Dominant waren in beiden Untersuchungsräumen die Arten *Oedothorax apicatus*, *Erigone atra*, *E. dentipalpis* und *Pardosa palustris* (Tabelle 5.19). Diese Arten stellen im Süden 65 % und im Norden 71 % des Gesamtfanges.

Tabelle 5.19: Spinnen - Artenliste, Fangergebnisse Bodenfallen (BF), Fensterfallen (FF) - nur 2012, und Kescherfänge (KF) sowie Gefährdungsstatus (RL) in beiden Untersuchungsräumen. Gefährdungsstatus für NRW nach Buchholz et al. (2009), für BW nach Nährig et al. (2003).

Art	RL		UR Nord							UR Süd						
	BW	NRW	BF		FF		KF		Σ	BF		FF		KF		Σ
			12	13	12	13	12	13		12	13	12	13			
<i>Aculepeira ceropegia</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	4	6
<i>Alopecosa cuneata</i>			33	37	-	-	-	-	70	-	9	-	-	-	-	9
<i>Alopecosa pulverulenta</i>			32	34	-	-	-	-	66	4	24	-	-	-	-	28
<i>Anelosimus vittatus</i>			-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Araeoncus humilis</i>			49	5	-	-	-	-	53	30	31	-	-	-	6	67
<i>Araneus sturmi/triguttatus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Araniella cucurbitina</i>			-	-	-	-	3	2	5	-	-	3	-	-	-	3
<i>Aulonia albimana</i>			-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1
<i>Bathypantes gracilis</i>			16	19	-	-	1	1	37	2	3	-	-	-	-	5
<i>Centromerus sylvaticus</i>			-	-	-	-	-	-	-	4	9	-	-	-	1	14
<i>Ceratinella brevis</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cheiracanthium sp.</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cicurina cicur</i>			1	-	-	-	-	-	1	0	1	-	-	-	-	1
<i>Cinetata gradata</i>		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Clubiona sp.1</i>			-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	4
<i>Clubiona phragmitis</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Clubiona reclusa</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1
<i>Clubiona terrestris</i>			-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1
<i>Coelotes terrestris</i>			1	1	-	-	-	-	2	6	20	-	-	-	-	26
<i>Collinsia inerrans</i>			17	8	-	-	-	1	26	2	1	-	-	-	-	3
<i>Cryptachaea riparia</i>			-	-	-	-	-	-	-	2	6	-	-	-	-	8
<i>Cyclosa conica</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diaea dorsata</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicymbium nigrum s.l.</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>			-	1	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	3
<i>Dicymbium tibiale</i>			-	-	-	-	-	-	-	5	10	-	-	-	-	15
<i>Diplocephalus cristatus</i>			-	-	-	-	-	1	1	23	18	-	-	1	1	43
<i>Diplocephalus latifrons</i>			-	-	-	-	-	-	-	13	5	-	-	-	-	18
<i>Diplocephalus picinus</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Dipostyla concolor</i>			75	48	-	-	-	-	124	8	2	-	-	-	-	10
<i>Dismodictus elevatus</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	1
<i>Drassyllus praeficus</i>		V V	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Drasyllus pusillus</i>			5	4	-	-	-	-	9	1	2	-	-	-	-	3
<i>Enoplognatha ovata</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Erigone atra</i>			1363	342	3	-	1	7	1716	154	66	1	-	-	3	224
<i>Erigone dentipalis</i>			604	229	4	-	1	5	843	462	535	1	-	2	20	1020

Art	RL		UR Nord						UR Süd							
	BW	NRW	BF		FF		KF		Σ	BF		FF		KF		Σ
			12	13	12	13	12	13		12	13	12	13			
<i>Euophrys frontalis</i>			-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Evarcha arcuata</i>		V	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Zelotes sp.1</i>			-	2	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	1
<i>Hahnia pusilla</i>			6	8	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpactea lepida</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Histocona torpida</i>			-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyptiotes paradoxus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Lathys humilis</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	3	3
<i>Mangora acalypha</i>			-	-	-	-	-	11	11	-	-	-	-	2	2	4
<i>Agyneta (Meioneta) rurestris</i>			150	54	1	-	3	1	209	47	255	-	-	5	8	315
<i>Mermessus trilobatus</i>			3	5	-	-	-	-	8	3	1	-	-	-	1	5
<i>Metellina sp. Juv.</i>			-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micaria pulicaria</i>			6	5	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micrargus herbigradus</i>			2	1	-	-	-	-	3	2	2	-	-	-	6	10
<i>Micrargus subaequalis</i>			13	2	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microlinyphia pusilla</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Microneta viaria</i>			1	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	2
<i>Neottiura bimaculata</i>			-	-	-	-	-	3	3	-	1	-	-	-	-	1
<i>Neriere sp. juv</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Nusoncus nasutus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Oedothorax retusus</i>			66	8	-	-	-	-	74	-	2	-	-	-	-	2
<i>Oedothorax apicatus</i>			1055	719	2	-	1	1	1778	514	493	1	-	1	-	1009
<i>Oedothorax fuscus</i>			8	2	-	-	-	-	10	78	17	-	-	-	-	95
<i>Ozyptila praticola</i>			-	1	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	3
<i>Ozyptila trux</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Pachygnatha clercki</i>			1	-	-	-	-	-	1	2	5	-	-	-	-	7
<i>Pachygnatha degeeri</i>			32	17	-	-	-	-	49	27	76	-	-	1	11	115
<i>Pachygnatha listeri</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Paidiscura pallens</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1
<i>Pardosa agrestis</i>			-	-	-	-	-	-	-	2	14	-	-	-	-	16
<i>Pardosa amentata</i>			195	171	-	-	-	-	366	10	21	-	-	-	-	31
<i>Pardosa hortensis</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>			5	5	-	-	-	-	9	10	16	-	-	-	-	26
<i>Pardosa palustris</i>			704	208	-	-	-	-	911	87	243	-	-	-	-	330
<i>Pardosa pullata</i>			29	25	-	-	-	-	54	2	4	-	-	-	-	6
<i>Pelecopsis parallela</i>			3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Philodromus sp. juv.</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	4	4	8
<i>Phrurolithus festivus</i>			5	4	-	-	-	-	9	-	3	-	-	-	-	3
<i>Phylloneta impressa</i>			2	1	4	-	16	18	41	-	-	10	-	-	-	10

Art	RL		UR Nord						UR Süd							
	BW	NRW	BF		FF		KF		Σ	BF		FF		KF		Σ
			12	13	12	13	12	13		12	13	12	13			
<i>Phylloneta sisypchia</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piratula hygrophilus</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piratula latitans</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
<i>Pisaura mirabilis</i>			2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	5	-	5
<i>Pocadicnemis juncea</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Pocadicnemis pumilla</i>			1	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porrhomma microphthalmum</i>			39	18	4	-	-	3	63	1	10	-	-	-	-	11
<i>Robertus sp. 1</i>			-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Robertus lividus</i>			1	-	-	-	-	-	1	3	1	-	-	-	3	7
<i>Robertus neglectus</i>			5	4	-	-	-	1	10	1	6	-	-	-	-	7
<i>Saaristoa abnormis</i>			2	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	1
<i>Tenuiphantes flavipes</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>			2	-	-	-	-	1	3	-	3	-	-	-	-	3
<i>Tenuiphantes tenuis</i>			96	88	3	-	1	30	218	23	22	-	-	-	7	52
<i>Tetragnatha pinicola</i>			-	-	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	2
<i>Theridion varians</i>			-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1
<i>Tibellus sp. juv.</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Tiso vagans</i>			-	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	2
<i>Trochosa ruricola</i>			53	32	-	-	-	-	86	6	23	-	-	-	-	29
<i>Trochosa terricola</i>			5	13	-	-	-	-	18	2	6	-	-	-	-	8
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>			-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4
<i>Walckenaeria dysderoides</i>			1	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	3
<i>Walckenaeria furcillata</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>			3	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Walckenaeria obtusa</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	2
<i>Walckenaeria unicornis</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Walckenaeria vigilax</i>			9	5	-	-	-	-	14	3	6	-	-	-	-	9
<i>Xysticus audax</i>			-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	4
<i>Xysticus bifasciatus</i>			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xysticus cristatus</i>			22	3	-	-	-	-	25	1	-	1	-	-	-	2
<i>Xysticus kochi</i>			1	-	-	-	-	-	1	11	13	1	-	-	-	25
<i>Xysticus ulmi</i>			9	2	-	-	-	-	11	1	1	-	-	1	-	3
<i>Zodarion italicum</i>		3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zora spinimana</i>			-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Individuenzahl			4741	2142	21	-	32	96	7449	1578	2003	26	-	24	88	4013
Artenzahl			54	46	7	-	54	46	83	53	53	14	-	53	53	87

RL = Rote-Liste-Status: 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste; D = Daten defizitär

Im UR Süd wurden im Mais und der Blütmischung geringfügig höhere Fangergebnisse erzielt als im UR Nord. Im Norden wurden insbesondere im Miscanthus, Raps und GPS deutlich mehr Spinnen gefangen als im UR Süd (Tabelle 5.20). Im Norden sind GPS und Raps die höchsten Fangergebnisse zugeordnet, im Süden der Blütmischung und dem Mais. Deutliche Unterschiede in Bezug auf Artenzahlen sind in beiden Untersuchungsräumen nicht erkennbar. Nur im UR Süd sticht der Mais mit insgesamt 46 Arten etwa heraus (Tabelle 5.20). Von den dokumentierten Rote Liste Arten wurde jeweils nur ein Tier in GPS und Raps (UR Nord) bzw. im Mais (UR Süd) nachgewiesen (Tabelle 5.20).

Eine klare Differenzierung in Bezug auf Fängigkeit ist zwischen äußerem und innerem Probestreifen in beiden Untersuchungsräumen nicht gegeben (Tabelle 5.20). Mit Ausnahme der Blütmischung im UR Süd ergibt sich aber eine durchgehende Tendenz für höhere Artenzahlen auf den Randprobestreifen. Besonders deutlich ist diese Tendenz in beiden Untersuchungsräumen beim Raps ausgeprägt (Tabelle 5.20).

Der Anteil der nicht auf Artniveau bestimmbarer Tiere war in den Kescherfängen besonders hoch. Im Untersuchungsraum Nord wurden 2012 mit dem Kescher insgesamt 71 Individuen gefangen, von denen aber nur 31 eindeutig einer bestimmten Art bzw. einem bestimmten Taxon zugeordnet werden konnten. Diese Individuen verteilen sich auf insgesamt 13 Arten (Tabelle 5.21). Im UR Süd wurden entsprechend 80 Individuen gefangen von denen 29 ausgewertet und insgesamt 11 Arten zugeordnet werden konnten (Tabelle 5.21). Dem stehen im Jahr 2013 im UR Nord 106 Individuen aus 20, im UR Süd 95 Individuen aus 23 Arten gegenüber (Tabelle 5.21). In beiden Untersuchungsräumen wurden relativ viele Spinnen in den Zuckerrübenkulturen gefangen, vergleichsweise wenige im Mais. Unterschiede ergaben sich für die Blütmischungen mit niedrigen Fangzahlen im Norden und höheren Fangzahlen im Süden und umgekehrt für den Miscanthus mit höheren Fangzahlen im Norden und niedrigen Fangzahlen im Süden (Tabelle 5.21). Rote Liste Arten sind in den Kescherfängen nicht vertreten (Tabelle 5.21).

Tabelle 5.20: Spinnen - Residente (Keschfang und Bodenfallen). Vergleich der Ergebnisse der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume, Untersuchungsjahre zusammengefasst.

Kultur		UR Nord					UR Süd				
		innen - außen getrennt		zusammengefasst			innen - außen getrennt		zusammengefasst		
		Indiv.	Arten / Taxa	Indiv.	Arten / Taxa	RL	Indiv.	Arten / Taxa	Indiv.	Arten / Taxa	RL
BM	i	373	23	769	32	-	431	27	990	35	-
	a	396	27				559	25			
Ma	i	561	23	1.024	32	-	571	30	1.129	46	1
	a	462	27				558	36			
GPS	i	1.076	26	1.864	33	1	279	27	612	35	-
	a	788	26				333	28			
Mi	i	320	28	1.403	40	-	78	23	198	39	-
	a	1.083	35				120	25			
Ra	i	758	24	1650	40	1	236	19	467	33	-
	a	893	37				231	27			
ZR	i	307	28	719	40	-	337	27	591	38	-
	a	412	31				254	33			
Gesamt				7.429	80	2			3.987	81	1

RL: Rote-Liste Arten

Insgesamt wurden im UR Nord mit Bodenfallen in beiden Untersuchungsjahren 6.876 Spinnen aus 72 Arten erfasst. Dem stehen im UR Süd 75 Arten mit 3.580 Individuen gegenüber. Mit Ausnahme der Blümmischung im inneren Probestreifen im Jahr 2013 waren die den Kulturen zugeordneten Artenzahlen in beiden Untersuchungsräumen ähnlich. Im UR Nord lagen die Fangergebnisse (Individuenzahl) im ersten Untersuchungsjahr deutlich über denen des Folgejahres. Im UR Süd war dies umgekehrt und der Unterschied in Bezug auf die Fangzahlen im Vergleich der Jahre weniger ausgeprägt (Tabelle 4.22). Hohe, aber zwischen den Jahren schwankende Individuenzahlen kennzeichnen in beiden Untersuchungsräumen die GPS-Kultur (Tabelle 4.22). Beide Untersuchungsräume kennzeichnet auch eine Tendenz zu mehr Arten auf den äußeren im Vergleich zu den inneren Probestreifen. Bei den Individuenzahlen ist eine entsprechende Tendenz nicht erkennbar (Tabelle 4.22).

In beiden Jahren wurden die meisten Arten im Miscanthus im Untersuchungsraum Nord nachgewiesen, während der Miscanthus im UR Süd in Bezug auf Artenzahlen im unteren

Mittelfeld rangiert. Deutliche Unterschiede ergeben sich beim *Miscanthus* zwischen den Untersuchungsräumen auch bei den Individuenzahlen mit fast 1.250 Individuen im UR Nord und nur etwa 150 Individuen im UR Süd. Etwas weniger ausgeprägt aber doch auch deutlich ist dieses Muster beim Raps (Tabelle 4.22).

Eine in den Untersuchungsräumen gegenläufige Tendenz zeigen die Blütmischungen bei der Entwicklung der Arten- und Individuenzahlen im Verlauf der Untersuchungsjahre. Einem deutlichen Anstieg im zweiten Untersuchungsjahr im UR Süd steht hier eine ebenso deutliche Abnahme im UR Nord gegenüber (Tabelle 4.22).

Die Ähnlichkeit der Spinnenzönosen zwischen den untersuchten Kulturen liegt deutlich über der bei anderen Indikatorgruppen. In fast der Hälfte der möglichen Kombinationen wird eine Ähnlichkeit von 50 % oder mehr erreicht (Tabelle 5.23). Tendenziell ergibt sich bei den Spinnen im Vergleich der Kulturen eine höhere Ähnlichkeit für die Innenflächen als für die Vergleiche auf Basis der Summe der Fänge von innerem und äußerem Probefenster, nivellierende Randeefekte sind nicht erkennbar (Tabelle 5.23).

Dies deutet auf ein über die verschiedenen Kulturen relativ einheitliches Spektrum an Ackerarten. Die geringste Ähnlichkeit wurde für die Spinnenzönose in beiden Untersuchungsräumen zwischen *Miscanthus* und den restlichen Kulturen ermittelt (Tabelle 5.24). Die Fauna in der Blütmischung zeigt in beiden Untersuchungsräumen vergleichsweise hohe Ähnlichkeiten zu den nicht halmartigen Kulturen Raps und Zuckerrübe, im UR Süd auch zu Mais. Vergleichsweise hoch sind in beiden Untersuchungsräumen die Ähnlichkeitswerte zwischen Mais und Zuckerrübe mit 88 % im UR Süd und 67 % im UR Nord (Tabelle 5.24).

Tabelle 5.21: Spinnen - Kescherfang. Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen. Berücksichtigt sind nur Fänge, die eindeutig einer Art zugeordnet werden konnten (Gesamtwert auch mit nicht auf Artniveau bestimmbar Individuen). RL = Rote-Liste-Arten.

Kultur		UR Nord					UR Süd				
		Individuen		Arten / Taxa		RL	Individuen		Arten / Taxa		RL
		2012	2013	2012	2013		2012	2013	2012	2013	
BM	i	2	-	2	-	-	2	13	2	6	-
	a	1	-	1	-	-	2	5	1	4	-
Ma	i	1	6	1	3	-	1	2	1	2	-
	a	-	7	-	6	-	2	2	1	2	-
GPS	i	2	13	2	7	-	1	13	1	7	1
	a	1	9	1	7	-	3	32	2	12	-
Mi	i	2	13	2	5	-	2	1	1	1	-
	a	1	5	1	4	-	1	1	1	1	-
Ra	i	8	4	2	2	-	-	13	-	5	-
	a	6	6	2	4	-	-	7	-	6	-
ZR	i	4	27	4	9	-	6	4	6	3	-
	a	3	16	2	6	-	9	2	6	1	-
Gesamt		71		13	20	-	80		11	23	1

Tabelle 5.22: Spinnen, Bodenfallen 2012 + 2013 - Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen. Berücksichtigt nur solche Fänge, die eindeutig einer Art zugeordnet werden können. RL = Rote-Liste-Arten.

Kultur		UR Nord					UR Süd				
		Individuen		Arten / Taxa		RL	Individuen		Arten / Taxa		RL
		2012	2013	2012	2013		2012	2013	2012	2013	
BM	i	276	82	18	9	-	140	228	12	20	-
	a	314	80	24	16	-	107	377	15	22	-
Ma	i	331	196	16	14	-	136	123	15	18	-
	a	200	170	18	17	-	142	152	14	23	-
GPS	i	826	219	19	14	-	159	386	18	22	-
	a	566	200	21	14	-	122	387	18	22	-
Mi	i	141	107	18	18	-	46	19	14	14	-
	a	697	300	28	24	-	56	37	19	14	-
Ra	i	540	201	19	13	-	155	63	12	13	-
	a	537	330	23	22	-	152	64	20	11	-
ZR	i	128	111	18	13	-	236	75	13	19	-
	a	184	141	21	17	-	129	92	18	20	-
Gesamt		4.739	2.137	54	45	-	1.578	2.002	53	52	-

Tabelle 5.23: Spinnen - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für Kescherfang und Bodenfallen (Residente) und für beide Untersuchungsjahre zusammengefasst. Obere Hälfte rechts - Vergleich der Spinnengemeinschaften, Innen- und Außenflächen zusammengefasst; untere Hälfte links - nur Innenflächen berücksichtigt

a) Untersuchungsraum Nord

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probe- streifen innen	BM	1	0,43	0,54	0,35	0,66	0,56
	Ma	0,45	1	0,29	0,21	0,48	0,71
	GPS	0,56	0,26	1	0,07	0,76	0,45
	Mi	0,29	0,14	0,11	1	0,13	0,15
	Ra	0,75	0,47	0,71	0,16	1	0,65
	ZR	0,57	0,67	0,4	0,19	0,63	1

b) Untersuchungsraum Süd

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probe- streifen innen	BM	1	0,67	0,37	0,47	0,60	0,61
	Ma	0,78	1	0,43	0,20	0,69	0,84
	GPS	0,47	0,44	1	0,19	0,56	0,43
	Mi	0,31	0,20	0,22	1	0,18	0,19
	Ra	0,76	0,74	0,66	0,20	1	0,73
	ZR	0,74	0,88	0,40	0,20	0,72	1

Der Vergleich der Ähnlichkeiten der Spinnenfauna zwischen den Untersuchungsjahren erbringt keine erkennbaren Unterschiede zwischen Flächen mit Standortwechsel (GPS, Raps, Zuckerrübe) und Flächen ohne Standortwechsel (Blümmischung, Mais, Miscanthus). Es ist insgesamt auch kein Unterschied in den Ähnlichkeiten zwischen äußerem und innerem Probestreifen festzustellen (Tabelle 5.24).

Tabelle 5.24: Ähnlichkeit der Spinnenzönosen der verschiedenen Kulturen im Vergleich der Untersuchungsjahre (2012 und 2013) Ähnlichkeiten ausgedrückt als Dominantenidentität (in %).

Kultur		Dominantenidentität [%]	
		UR Nord	UR Süd
Blütmischung	außen	76	58
	innen	54	65
Mais	außen	67	65
	innen	88	72
Miscanthus	außen	64	34
	innen	67	22
GPS	außen	77	48
	innen	72	54
Raps	außen	73	71
	innen	66	63
Zuckerrübe	außen	78	43
	innen	66	68

Im UR Nord ergibt sich im Vergleich beider Untersuchungsjahre eine vergleichsweise stabile Spinnenfauna in allen Probestreifen. Die Ähnlichkeiten liegen mit Ausnahme des inneren Probestreifens in der Blütmischung immer bei mindestens 66 % (Tabelle 5.24). Deutlich variabler sind die Ergebnisse für den UR Süd. Dies gilt insbesondere für die von den Umweltbedingungen eigentlich stabile Miscanthuskultur mit Ähnlichkeitswerten zwischen den Untersuchungsjahren von nur 22 % (Probestreifen innen) bzw. 34 % (Probestreifen außen) (Tabelle 5.24).

5.2.4.2. *Diskussion*

Die untersuchten Kulturen heben sich in Bezug auf Artenzahlen nicht deutlich voneinander ab. Dagegen sind bei den Individuenzahlen insbesondere in den Bodenfallen deutlichere Unterschiede nachzuweisen. Mit den Kescherfängen wurden nur wenige Individuen und Arten direkt in der Vegetation erfasst. Interessant ist in diesem Zusammenhang der starke Anstieg der Kescherfänge in der Blütmischung im Vergleich vom ersten zum zweiten Untersuchungsjahr im UR Süd. Im UR Nord ist auch vor dem Hintergrund der in der Blütmischung ausgefallenen Spätbeprobung im Herbst 2013 dieser Anstieg nicht erkennbar. Die geringen Spinnenabundanzen in der Vegetation reflektieren die eingeschränkten

Potentiale für Neukolonisation durch die entsprechenden Arten nach bewirtschaftungsbedingten Eingriffen (Bodenbearbeitung, Ernte) oder nach Behandlungen.

Die vergleichsweise hohen Ähnlichkeiten der Spinnenzönosen beim Vergleich von Standorten und Untersuchungsjahren resultieren vor allem aus einem Grundbestand an wenigen, aber stark dominanten Arten in beiden Untersuchungsräumen. Alle Versuchsflächen beherbergen eine typische euryöke Ackerspinnenfauna, wie sie BLICK et al. (2000) für Äcker Mitteleuropas benennen (r-Strategen der Pionierlebensräume, vorwiegend Aeronauten oder laufintensive Wolfspinnen).

Die hohe Variation zwischen den Jahren in der Zusammensetzung der Spinnenzönosen im Miscanthus im UR Süd ist vermutlich Zufallseffekten in Kombination mit den insgesamt besonders geringen Abundanzen im Miscanthus geschuldet. Der Miscanthus wird zufällig und möglicherweise nur kurzzeitig von wenigen Individuen „besiedelt“. Stabile Populationen entwickeln sich dort trotz fehlender chemischer Behandlung unter den offenkundig ungünstigen Lebensraumbedingungen nicht. Deutlich mehr Spinnen als im Süden wurden insbesondere im zweiten Untersuchungsjahr im UR Nord mit dem Kescher im Miscanthus dokumentiert. Dies ist der lückigen Vegetation mit einem deutlich höheren Bestand an Wildkräutern und Stauden geschuldet.

Für keine der untersuchten Kulturen wurde anhand der Spinnenfauna ein besonderer naturschutzfachlicher Wert dokumentiert. Die wenigen Rote Liste Arten waren als Einzelfänge (jeweils ein Individuum) in den Aufsammlungen vertreten, wobei es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um verdriftete Exemplare aus anderen Lebensräumen handelt. Als besondere Arten, die jedoch wiederholt bei anderen Untersuchungen auf Ackerflächen gefunden worden sind (BLICK et al. 2000), kann man die in beiden Untersuchungsräumen nur in den Bodenfallen erfasste *Walckenaeria vigilax* und die eher regional verbreitete *Collinsia inerrans* betrachten. Beide Arten sind bisher in Deutschland verhältnismäßig selten nachgewiesen (STAUDT, 2014).

Die dominierenden Arten in den Aufsammlungen (Kescherfänge, Fensterfallen und Bodenfallen) sind *Erigone atra*, *E. dentipalpis*, *Oedothorax apicatus* und *Pardosa palustris*. Alle vier Arten werden z.B. von NYFFELER & BREENE (1992) und BLICK et al. (2000) als typische Arten von Ackerflächen genannt. *Oedothorax retusus* wurde vorwiegend auf den Flächen im UR Nord nachgewiesen und kann als Anzeiger für feuchtere Lebensräume gewertet werden. HEIMER & NENTWIG (1991) nennen für die Art v.a. Gewässerränder als

Lebensraum. Gewässerränder sind in Form von wassergefüllten Gräben oder Bächen in teilweise engem räumlichem Kontext zu den Untersuchungsflächen im UR Nord vorhanden. *Diplocephalus*-Arten fehlen bis auf ein nachgewiesenes Einzelexemplar im UR Nord. *Diplocephalus cristatus* kann nach BLICK et al. (2000) als typische Ackerart betrachtet werden. *Diplocephalus latifrons* hingegen ist eine Art der Wälder (HEIMER & NENTWIG, 1991) und nicht als Ackerart geführt. Das Vorkommen dieser Art zusammen mit den vermehrten Nachweisen von wandernden Männchen der ebenfalls vornehmlich in Wäldern lebenden *Coelotes terrestris* im UR Süd ist ein Hinweis auf die höhere landschaftliche Strukturierung bzw. den dort insgesamt höheren Wald- und Gehölzanteil. Zu beachten ist, dass *Diplocephalus latifrons* im UR Nord auch auf Äckern in Gehölz- oder Waldnähe nicht vermehrt nachgewiesen wurde.

Der in Bodenfallenfängen in beiden Untersuchungsräumen vertretene *Mermessus trilobatus* ist ein expansives Neozoon aus den USA und wurde vermutlich von Soldaten der US-Streitkräfte eingeschleppt (siehe HELSDINGEN, 1982; NENTWIG et al., 2013). Die Art war bei BLICK et al. (2000) in Deutschland noch auf den Südwesten beschränkt, wurde im Rahmen dieser Studie aber in beiden Untersuchungsräumen angetroffen (etwas häufiger im Norden). Inzwischen liegen weitere Nachweise aus anderen Bundesländern vor (STAUDT, 2014).

Auch für die Spinnen ist der naturschutzfachliche Wert der untersuchten Kulturen gering. Gefunden wurden vorwiegend euryöke Ubiquisten (PLATEN et al. 1991, RIECKEN 2000). Es war bei mehr als 11.000 erfassten Tieren nur eine einzige Art der Roten Liste (das Neozoon *N. italium*), eine Art der Vorwarnliste und eine Art mit dem Vermerk D (Daten defizitär) in den Fängen vertreten. Für die Gruppe der Spinnen ist es auch schwierig Gunstkulturen oder Kulturen für bestimmte Habitatansprüche zu identifizieren. Damit ergeben sich wenige Möglichkeiten zur Optimierung von Lebensraumbedingungen durch eine entsprechende Kombination von Kulturen auf Landschaftsebene. Man kann davon ausgehen, dass landwirtschaftliche Maßnahmen wie Bodenbearbeitung und Pflanzenschutzmaßnahmen zu einer Vereinheitlichung der Spinnenfauna insbesondere in den einjährigen Kulturen führen. Nur wenige, sehr anpassungsfähige Arten können auf solchen Flächen Populationen bilden.

Es sind die einheitlich niedrigen Fangzahlen im *Miscanthus* und die Zunahme der Individuen- und Artenzahlen in der Blütmischung im zweiten Untersuchungsjahr zumindest im UR Süd zu konstatieren. Interessant wäre in diesem Zusammenhang eine weitere Verfolgung der Entwicklung in den mehrjährigen Blütmischungen, welche im Prinzip ein vielfältiges Lebensraumangebot für Spinnen bieten. Mit der vergleichswisen Stabilität und floristischen

Vielfalt dieses Lebensraumes wäre in den Blühtmischungen ein weiterer Anstieg der Individuen- und Artenzahlen zu erwarten. Insofern ist die Situation im UR Nord mit abnehmenden Beständen im zweiten Untersuchungsjahr sicherlich der fehlenden Herbstbeprobung und der Entwicklung der Ampfer-Bestände geschuldet und insofern untypisch.

Ein umfassenderes Bewertungssystem für die Spinnen konnte aufgrund der sehr heterogenen Nachweislage auf den Verbreitungskarten und den unterschiedlich aktuellen Roten Listen der jeweiligen Bundesländer nicht entwickelt werden. Zudem besteht im Gegensatz zu den epigäischen Arten aktuell eine gravierende Nachweislücke für Arten der Strauch- und Baumschicht. So sind die Nachweisdichten für viele eigentlich häufige Bewohner der erstgenannten Bereiche (z.B. *Araniella cucurbitina*, *Clubiona reclusa*, *Theridion varians*) (BAUER, unpubl. Daten) wesentlich geringer als für Arten der Bodenoberfläche. Dies resultiert aus der allgemeinen Praxis, Spinnen im Planungsbereich oder bei Ausweisung von Schutzgebieten vornehmlich mit Bodenfallen zu erfassen, während standardisierte Fangmethoden für die Strauch- und Baumschicht (z.B. Ast- oder Stammeklektoren, standardisierte Klopfschirm/Kescherbeprobungen etc.) verhältnismäßig selten zur Anwendung kommen. Aus diesen Gründen lässt sich derzeit nur eingeschränkt ein objektives Bewertungssystem entsprechend dem Vorgehen bei den Laufkäfern entwickeln.

Eine ökologische Einteilung vieler in Deutschland heimischer Spinnenarten liegt z.B. bei PLATEN et al. (1991) und (auf dem gleichen System basierend) bei RIECKEN (2000) vor. Diese ökologische Einteilung könnte für ein zu entwickelndes, künftiges Bewertungssystem von Interesse sein. Zur weiteren Absicherung der artspezifischen ökologischen Ansprüche müssten aber entsprechende Untersuchungen in einer möglichst breiten Basis von Habitaten erfolgen.

5.2.5. Laufkäfer (Epigäische Prädatoren)

5.2.5.1. Ergebnisse

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsjahren mit Boden- und Fensterfallen 99 Laufkäferarten nachgewiesen. Davon 75 Arten im UR Süd und 76 Arten im UR Nord. Der Überlappungsgrad im Artenspektrum war mit 51 in beiden Untersuchungsräumen nachgewiesenen Arten vergleichsweise hoch (Tabelle 5.25).

Die Arten verteilen sich auf mehr als 18.000 Individuen (Tabelle 5.26). Einige der nachgewiesenen Arten sind auf der Roten Liste von Nordrhein-Westfalen (HANNING & KAISER, 2011) oder Baden-Württemberg (TRAUTNER et al., 2005) aufgeführt (Tabelle 5.25). Mehr als 98 % der nachgewiesenen Tiere (17.849 Individuen) wurden in Bodenfallen erfasst (residente Tiere) und nur knapp 1,5 % in den Fensterfallen (potentielle Durchzügler). Ausschließlich in Fensterfallen wurden im UR Nord neun und im UR Süd vier Arten nachgewiesen. Aufgrund des eindeutigen Schwerpunktes in Bezug auf die Fängigkeit beschränkt sich die Darstellung der Ergebnisse weitgehend auf die Auswertung der Fänge in Bodenfallen.

Tabelle 5.25: Laufkäfer - Gesamtartenliste und Vorkommen in beiden Untersuchungsräumen für die Jahre 2012 und 2013 (● Fund in Bodenfälle, ○ Fund in Fensterfälle). Einstufungen Rote Liste NRW nach HANNING & KAISER (2011), BW nach TRAUTNER et al. (2005).

Art	RL		UR Nord	UR Süd
	NRW	BW		
<i>Abax ovalis</i> (Duftschmid, 1812)			●	●
<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller & Mitterpacher, 1783)			●	●
<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812)			●	-
<i>Acupalpus meridianus</i> (Linné, 1761)			●○	-
<i>Acupalpus parvulus</i> (Sturm, 1825)			○	-
<i>Agonum muelleri</i> (Herbst, 1784)			●○	●○
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linné, 1758)			●	●
<i>Agonum viduum</i> (Panzer, 1796)			○	●
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)			●○	●○
<i>Amara aulica</i> (Panzer, 1797)			●○	●
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)			-	●○
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)			●	●
<i>Amara consularis</i> (Duftschmid, 1812)		V	-	●
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)			●○	○
<i>Amara lunicollis</i> (Schödte, 1837)			●	●
<i>Amara ovata</i> (Fabricius, 1792)			●○	●
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)			●○	●○
<i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810)			●○	●○

Art	RL		UR Nord	UR Süd
	NRW	BW		
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763)			●	●○
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)			●	●○
<i>Asaphidion flavipes</i> (Linné, 1761)			●	●
<i>Asaphidion pallipes</i> (Duftschmid, 1812)		3	-	●
<i>Badister bullatus</i> (Schränk, 1798)			●	-
<i>Badister lacertosus</i> (Sturm, 1815)			-	●
<i>Badister sodalis</i> (Duftschmid, 1812)			-	●
<i>Bembidion fluviatile</i> (Dejean, 1831)	3	1	●	-
<i>Bembidion guttula</i> (Fabricius, 1792)			●	-
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)			●	●
<i>Bembidion lunulatum</i> (Geoffroy, 1785)			○	
<i>Bembidion obtusum</i> (Audinet-Serville, 1821)			●	●
<i>Bembidion properans</i> (Stephens, 1828)			●	●
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (Linné, 1761)			●○	●○
<i>Bembidion tetracolum</i> (Say, 1823)			●	●
<i>Brachinus crepitans</i> (Linné, 1758)			●	-
<i>Brachinus explodens</i> (Duftschmid, 1812)			-	●
<i>Bradycellus verbasci</i> (Duftschmid, 1812)			○	○
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)			●	●
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linné, 1758)			●	-
<i>Carabus auratus</i> (Linné, 1761)			●	●
<i>Carabus auronitens</i> (Fabricius, 1792)			-	●
<i>Carabus convexus</i> (Fabricius, 1775)	3	3	●	-
<i>Carabus coriaceus</i> (Linné, 1758)			●	●
<i>Carabus granulatus</i> (Linné, 1758)			●	●
<i>Carabus monilis</i> (Fabricius, 1792)			-	●
<i>Carabus nemoralis</i> (O.F. Müller, 1764)			●	●
<i>Carabus violaceus</i> (Linné, 1758)			-	●
<i>Cincindela campestris</i> (Linné, 1758)	V		○	-
<i>Clivina collaris</i> (Herbst, 1784)			●	-
<i>Clivina fossor</i> (Linné, 1758)			●	●
<i>Cychrus caraboides</i> (Linné, 1758)			-	●
<i>Diachromus germanus</i> (Linné, 1758)			-	○
<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst, 1784)			○	●
<i>Dyschirius intermedius</i> (Putzeys, 1846)		3	-	●
<i>Elaphrus cupreus</i> (Duftschmid, 1812)			-	●
<i>Epaphius secalis</i> (Paykull, 1790)			●	●
<i>Harpalus affinis</i> (Schränk, 1781)			●○	●
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)			-	●
<i>Harpalus latus</i> (Linné, 1758)			●○	●
<i>Harpalus luteicornis</i> (Duftschmid, 1812)		V	-	●
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)			●○	●

Art	RL		UR Nord	UR Süd
	NRW	BW		
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)			●	●
<i>Harpalus signaticornis</i> (Duftschmid, 1812)	2		○	●○
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linné, 1758)			●	●
<i>Limodromus assimilis</i> (Paykull, 1790)			●	●
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)			●○	●○
<i>Microlestes maurus</i> (Sturm, 1827)	3		●	-
<i>Molopse latus</i> (Fabricius, 1801)			-	●
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)			●	●
<i>Nebria salina</i> (Fairmaire & Laboulb., 1854)			●	-
<i>Notiophilus aestuans</i> (Dejean, 1826)			-	●○
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)			●	●
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)			●	●
<i>Ophonus azureus</i> (Fabricius, 1775)	V		●	-
<i>Ophonus laticollis</i> (Mannerheim, 1825)	3		●	-
<i>Ophonus puncticeps</i> (Stephens, 1828)			○	-
<i>Ophonus puncticollis</i> (Paykull, 1798)	3	V	●	●
<i>Ophonus rufibarbis</i> (Fabricius, 1792)			●	-
<i>Paratachys bistriatus</i> (Duftschmid, 1812)			-	○
<i>Poecilus cupreus</i> (Linné, 1758)			●○	●
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)			●	●
<i>Pterostichus anthracinus</i> (Illiger, 1798)			-	●
<i>Pterostichus burmeisteri</i> (Heer, 1838)			-	●
<i>Pterostichus cristatus</i> (Dufour, 1820)			●	-
<i>Pterostichus macer</i> (Marsham, 1802)	1	3	●	-
<i>Pterostichus madidus</i> (Fabricius, 1775)			●	-
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)			●	●
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)			●	●
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1775)			●	-
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1796)			●	●
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)			●	●○
<i>Stenolophus teutonius</i> (Schränk, 1781)			-	●○
<i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796)			●	●
<i>Synchus vivalis</i> (Illiger, 1798)			●	●
<i>Trechoblemus micros</i> (Herbst, 1784)			-	●
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schränk, 1781)			●○	●○
<i>Trichocellus placidus</i> (Gyllenhal, 1825)			○	-
<i>Trichotichnus laevicollis</i> (Duftschmid, 1812)			-	●
<i>Trichotichnus nitens</i> (Heer, 1837)			-	●
<i>Zabrus tenebrioides</i> (Goeze, 1777)	V		●	-

Die mit Bodenfallen ermittelte durchschnittliche Artenzahl in den Kulturen ist mit etwa 37 Arten im UR Süd um zwei Arten höher als im UR Nord (etwa 35 Arten) (Tabelle 5.27). Im UR Süd ist die Blütmischungsfläche mit 44 nachgewiesenen Arten die artenreichste Kultur, gefolgt von Raps mit 41 Arten. Die artenärmste Fläche ist hier die Miscanthus-Kultur (27 Arten). Mit 47 nachgewiesenen Arten ist die Raps-Kultur im UR Nord besonders artenreich, gefolgt von Miscanthus und Zuckerrübe. Mit 28 nachgewiesenen Arten ist die Blütmischungsfläche im UR Nord die artenärmste Kultur (Tabelle 5.27).

Die durchschnittliche Individuenzahl pro Kultur liegt im Norden um etwa 40 % über den Fängen im UR Süd. Nur in der Blütmischungskultur wurden im UR Süd und insbesondere im zweiten Untersuchungsjahr mehr Individuen gefangen als im UR Nord (Tabelle 5.27). Überdurchschnittlich viele Individuen konnten im UR Nord in den Kulturen GPS, Raps und Zuckerrübe erfasst werden. Im UR Süd lag vor allem die Individuenzahl der Raps-Kultur deutlich über dem Durchschnitt (Tabelle 5.27). Die zum Teil hohen Individuenzahlen für den UR Nord resultieren aus günstigen Witterungsbedingungen im zweiten Fangjahr. In den GPS- und Raps-Kulturen wurden 2013 mehr als doppelt so viele Individuen gefangen wie im Jahr 2012 (Tabelle 5.27).

Die höchsten Artenzahlen finden sich im äußeren Probestreifen. Die Artenvielfalt nimmt auf fast allen Flächen und in beiden Untersuchungsräumen zur Ackermitte hin ab (Abbildung 4.6, Tabelle 5.27). Ausnahmen sind im UR Süd die GPS im Jahr 2012 (außen 19 Arten, innen 20 Arten), im UR Nord 2012 die Miscanthusfläche und 2013 die Blütmischung sowie die Zuckerrübenkultur mit jeweils geringfügig höheren Artenzahlen im Ackerinneren (Abbildung 4.6, Tabelle 5.27).

Tabelle 5.26: Laufkäfer – Gesamtfang (Keschernfang, Bodenfallen, Fensterfallen). Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen.

Kultur		UR Nord			UR Süd		
		Individuen	Arten / Taxa	RL-Arten	Individuen	Arten / Taxa	RL-Arten
BM	i	405	26	1	634	32	1
	a	390	27	1	513	41	3
Ma	i	399	22	2	276	24	-
	a	518	28	4	321	33	1
GPS	i	1.708	28	2	588	31	1
	a	1.308	29	2	392	31	1
Mi	i	163	28	-	104	21	-
	a	219	31	-	115	28	1
Ra	i	1.947	37	1	1.463	29	-
	a	1.705	44	2	994	35	-
ZR	i	1.487	33	1	634	28	1
	a	1.241	34	3	589	34	1
Gesamt		11.491	76	10	6.623	75	5

Tabelle 5.27: Laufkäfer - Bodenfallen, Vergleich der Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume.

Kultur		UR Nord						UR Süd					
		Individuen			Arten / Taxa			Individuen			Arten / Taxa		
		2012	2013	gesamt	2012	2013	gesamt	2012	2013	gesamt	2012	2013	Gesamt
BM	i	247	122	771	11	16	28	204	425	1.132	20	25	44
	a	266	136		18	14		113	390		23	33	
Ma	i	63	332	902	7	18	29	210	63	588	19	15	36
	a	42	465		12	23		196	119		25	25	
GPS	i	233	1.436	2.948	18	21	34	191	388	961	20	20	35
	a	246	1.033		25	21		128	254		19	20	
Mi	i	65	91	371	21	16	35	54	47	208	14	11	27
	a	101	114		19	20		52	55		18	13	
Ra	i	513	1.425	3.627	23	28	47	739	722	2.445	25	22	41
	a	445	1.244		27	36		428	556		27	23	
ZR	i	864	600	2.683	17	24	34	256	371	1.211	13	22	36
	a	490	729		20	23		136	448		17	26	
Gesamt		3.576	7.728	11.302	50	59	67	2.707	3.838	6.545	53	61	71

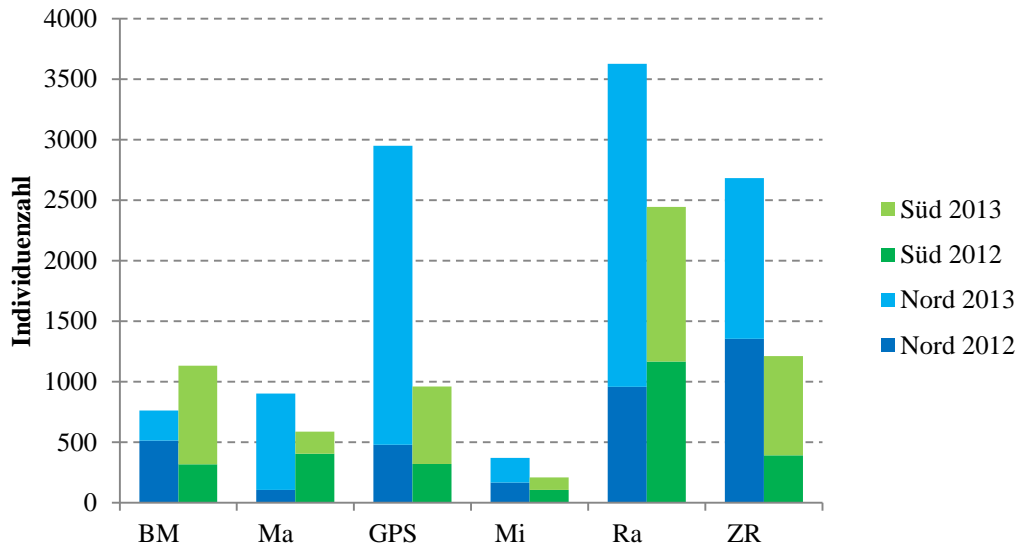


Abbildung 5.6: Laufkäfer Bodenfallen – Individuenzahlen für die Jahre 2012 und 2013 in den verschiedenen Untersuchungsräumen und Energiekulturen. Dargestellt sind die im ersten und im zweiten Untersuchungsjahr auf den Flächen gefangenen Individuen.

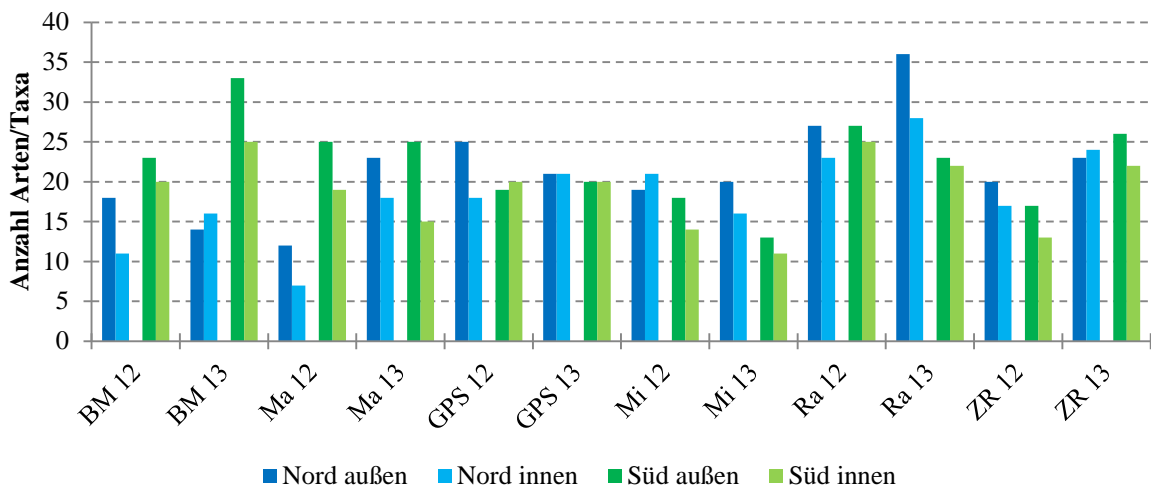


Abbildung 5.7: Laufkäfer Bodenfallen - Gesamtartenzahl getrennt nach Probestreifen innen und außen sowie Untersuchungsjahren und Energiekulturen für UR Nord und UR Süd.

Die nachgewiesenen Arten kommen in unterschiedlicher Stetigkeit in den untersuchten Kulturen vor. Zu den stetigsten Arten zählen *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Harpalus rufipes*, *Anchomenus dorsalis*, *Trechus quadristriatus*, *Bembidion lampros*, *Agonum muelleri*, *Loricera pilicorni*, *Bembidion quadrimaculatum*, *Nebria brevicollis* und *Harpalus affinis*.

Betrachtet man beide Untersuchungsräume zusammen, so entfallen die meisten Individuen auf die Arten *Pterostichus melanarius*, *Bembidion quadrimaculatum*, *Amara similata*, *Poecilus cupreus* und *Harpalus rufipes*. Diese fünf Arten stellen demnach rund 64 % aller in Bodenfallen gefangenen Individuen (Abbildung 4.8). Alle genannten Arten besiedeln ein weites Spektrum an Offenlandlebensräumen (vgl. Tabelle A 12, A 13, A 15 und A 16). Die zehn in der Häufigkeit folgenden Arten stellen rund 26 % aller Individuen. Die verbleibenden 78 Arten mit geringer Aktivitätsdichte machen die restlichen 10 % der gefangenen Individuen aus.

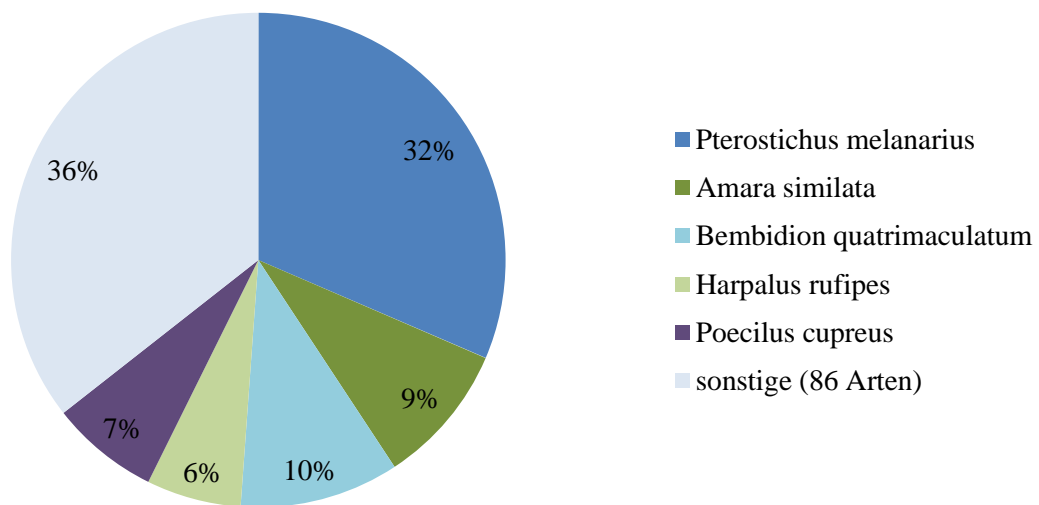


Abbildung 5.8: Anteil der fünf häufigsten Laufkäferarten an der Gesamtzahl der in beiden Untersuchungsräumen in beiden Jahren gefangenen Individuen (Bodenfallen).

Die fünf häufigsten Arten stellen im UR Nord rund 73 % und im UR Süd rund 61 % aller gefangenen Individuen (Abbildung 4.9). *Pterostichus melanarius* und *Amara similata* zählen dabei in beiden Untersuchungsräumen zu den fünf häufigsten Arten, bei den drei verbleibenden Arten besteht keine Übereinstimmung (Abbildung 4.9).

Die Ähnlichkeitsmuster der Laufkäfergemeinschaften im Vergleich der verschiedenen Kulturen unterscheiden sich deutlich zwischen den Untersuchungsräumen. Der Nivellierungseffekt in den Randbereichen (höhere Ähnlichkeiten beim Vergleich zwischen den Kulturen unter Einbeziehung der Randprobestreifen) kommt im UR Süd durchgehend zum Ausdruck, ein entsprechendes Muster ist im UR Nord nicht erkennbar (Tabelle 5.28).

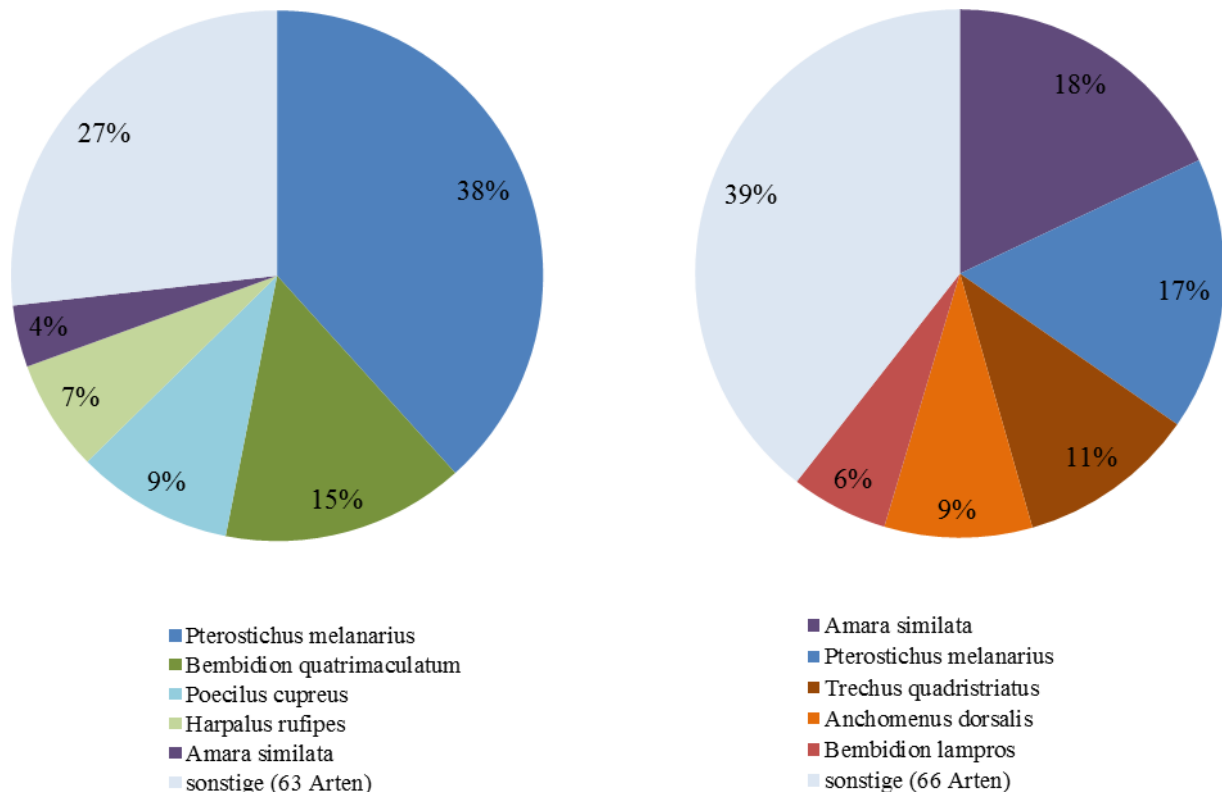


Abbildung 5.9: Anteil der häufigsten Laufkäferarten an der Gesamtzahl der in den jeweiligen Untersuchungsräumen in beiden Jahren gefangenen Individuen (links UR Nord, rechts UR Süd).

Während im UR Süd die *Miscanthus*-Kultur die deutlich höchste Abweichung in der Ähnlichkeit der Laufkäferzönosen zu allen anderen Kulturen aufweist, hebt sich im UR Nord *Miscanthus* nicht deutlich ab. Vielmehr weicht im UR Nord die GPS-Kultur tendenziell am stärksten von den anderen Kulturen ab und die geringste Ähnlichkeit besteht zwischen Blümmischung und Zuckerrübe (Tabelle 5.28). Im UR Süd zeigen die Laufkäferzönosen von Blümmischung und Mais bzw. Mais und Zuckerrübe die höchste Übereinstimmung, im UR Nord gilt dies für die Kulturen mit weniger dichter Vegetationsdeckung unmittelbar am Boden (Mais, Raps und Zuckerrübe) (Tabelle 5.28).

Im UR Süd wurde auf denselben Flächen aber mit höherer Intensität eine Masterarbeit zum Einfluss von Randstrukturen auf die Ackerzönosen umgesetzt (HAUSBERG, 2013) Im Rahmen dieser Arbeit wurde in der Mehrzahl der Fälle eine höhere Artenzahl auf den Äckern als in den begleitenden und nicht genutzten Randstrukturen dokumentiert (Abbildung 4.10). Nur im Umfeld der artenarmen Miscanthus-Fläche sowie auf einer besonders struktur- und artenreichen, trockenen Böschung (Trockengebüsch, Magerrasen-Relikte, Stauden) angrenzend an die Maisfläche, wurden in den vorhandenen Ranstrukturen mehr Arten festgestellt als auf den Äckern selbst. Auch in dieser Arbeit wurden generell mehr Arten im äußeren Probestreifen im Vergleich zum inneren Probestreifen nachgewiesen (Abbildung 4.10).

Tabelle 5.28: Laufkäfer Bodenfallen (Residente) – Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für beide Untersuchungsjahre. Obere Hälfte rechts - Vergleich der Laufkäfergemeinschaften, Innen- und Außenflächen zusammengefasst; Untere Hälfte links - Vergleich der Laufkäfergemeinschaften nur Innenflächen berücksichtigt

a) Untersuchungsraum Nord

		Vergleich Probestreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,35	0,31	0,39	0,4	0,25
	Ma	0,34	1	0,27	0,5	0,66	0,53
	GPS	0,26	0,28	1	0,28	0,3	0,25
	Mi	0,42	0,52	0,28	1	0,51	0,36
	Ra	0,39	0,72	0,31	0,56	1	0,57
	ZR	0,24	0,61	0,28	0,39	0,59	1

b) Untersuchungsraum Süd

		Vergleich Probestreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,53	0,27	0,17	0,33	0,34
	Ma	0,51	1	0,33	0,17	0,45	0,52
	GPS	0,27	0,28	1	0,21	0,37	0,29
	Mi	0,11	0,11	0,12	1-	0,14	0,11
	Ra	0,31	0,43	0,29	0,08	1-	0,28
	ZR	0,33	0,51	0,26	0,08	0,21	1

Auch die Laufkäfer-Aktivitätsdichten in den Untersuchungsbereichen Ackerrandstruktur und Ackerprobestreifen außen sowie innen unterscheiden sich stark voneinander (Tabelle 5.29). Über die Hälfte aller Individuen wurden im inneren Probestreifen auf der Ackerfläche gefangen. Im Vergleich dazu sind die Fangzahlen in den Randstrukturen relativ niedrig. Die

gesteigerte Aktivitätsdichte von der Randstruktur zur Ackermite beruht auf entsprechenden Zunahmen bei einigen wenigen Arten mit dann hoher Aktivitätsdichte im Ackerinneren. Besonders starke Zunahmen verzeichnen die fünf im Rahmen der Untersuchung von HAUSBERG (2013) am häufigsten gefangenen, eurytopen Offenlandarten *Agonum muelleri*, *Amara similata*, *Anchomenus dorsalis*, *Limodromus assimilis* und *Pterostichus melanarius*.

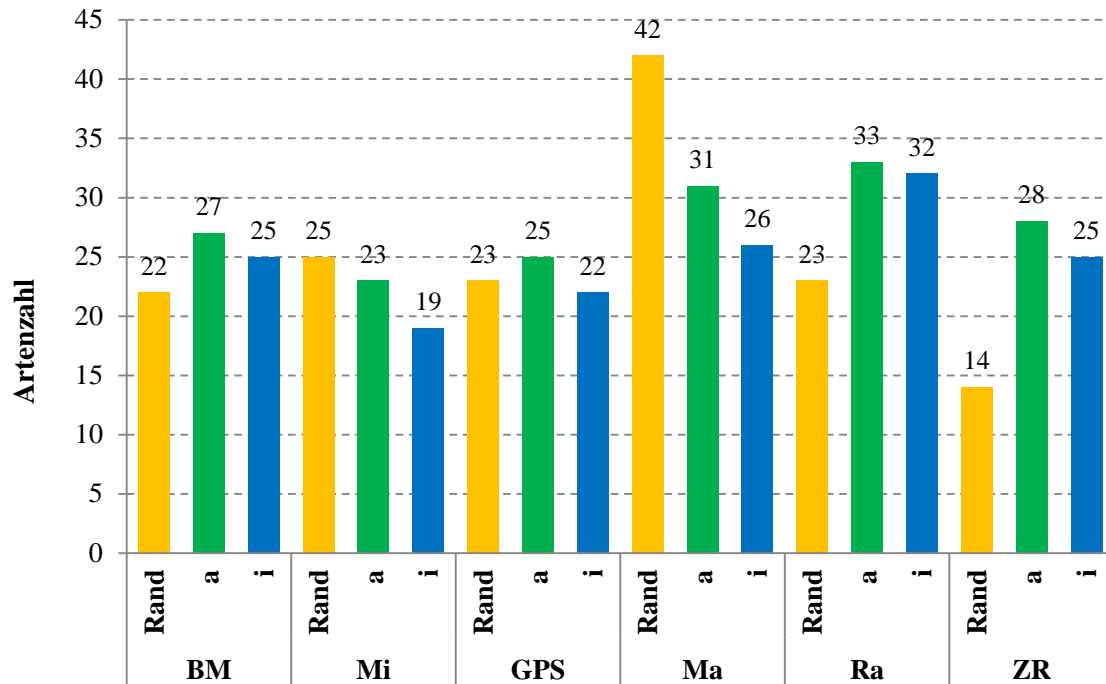


Abbildung 5.10: Verteilung der Artenzahlen auf die drei Probestreifen Randstruktur außerhalb des Ackers (Rand), Probestreifen außen (a) und Probestreifen Innen (i).

Insgesamt wurden vier Arten gefunden (Tabelle 5.29), die in der Roten Liste der Laufkäfer Baden-Württembergs (TRAUTNER ET AL 2005) als gefährdet (RL 3) eingestuft sind. Alle vier Arten wurden in den Randstrukturen nachgewiesen, innerhalb der Ackerfläche wurde nur eine als gefährdet eingestufte Art angetroffen.

In Bezug auf Habitatpräferenzen überwiegen im UR Süd auf den Ackerflächen eurytopen Arten und Arten der offenen Kulturlandschaft. Nur wenige Waldarten dringen bis zur Ackermite vor. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um *Limodromus assimilis*, der besonders im UR Süd häufig anzutreffen war. Alle anderen Waldarten treten in der Ackermite nur als Einzelfänge auf. Die Artengemeinschaften der Randstrukturen sind durch eine Durchmischung verschiedener Habitatpräferenzgruppen charakterisiert. Auf den

Wiesenflächen treten vermehrt Grünland- und Feuchtgrünlandarten auf. In den randständigen Hecken ist der Anteil der Waldarten erhöht (Abbildung 4.11).

Tabelle 5.29: Verteilung der Aktivitätsdichten und Artenzahlen über die drei Untersuchungsflächen im UR Süd (Probestreifen außen und innen, sowie Ackerrand). In Klammer ist die Zahl der Rote-Liste-Arten angegeben.

Kultur	Aktivitätsdichte						Gesamt	
	Ackerrand		PS außen		PS innen			
Blühmischung	198	(-)	245	(-)	394	(-)	837	(-)
Mais	269	(2)	297	(1)	287	(-)	853	(2)
GPS	77	(1)	193	(1)	307	(1)	577	(1)
Miscanthus	91	(1)	118	(-)	106	(-)	315	(1)
Raps	110	(1)	692	(1)	1165	(1)	1967	(2)
Zuckerrübe	39	(-)	405	(1)	594	(-)	1038	(1)
Gesamt*	784^a		1950^b		2853^b		5587	
Artenzahl (RL-Arten)	60	(4)	56	(1)	57	(1)	71	(4)

* = Werte mit gleichen Kleinbuchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich (U-Test, p < 0,05)

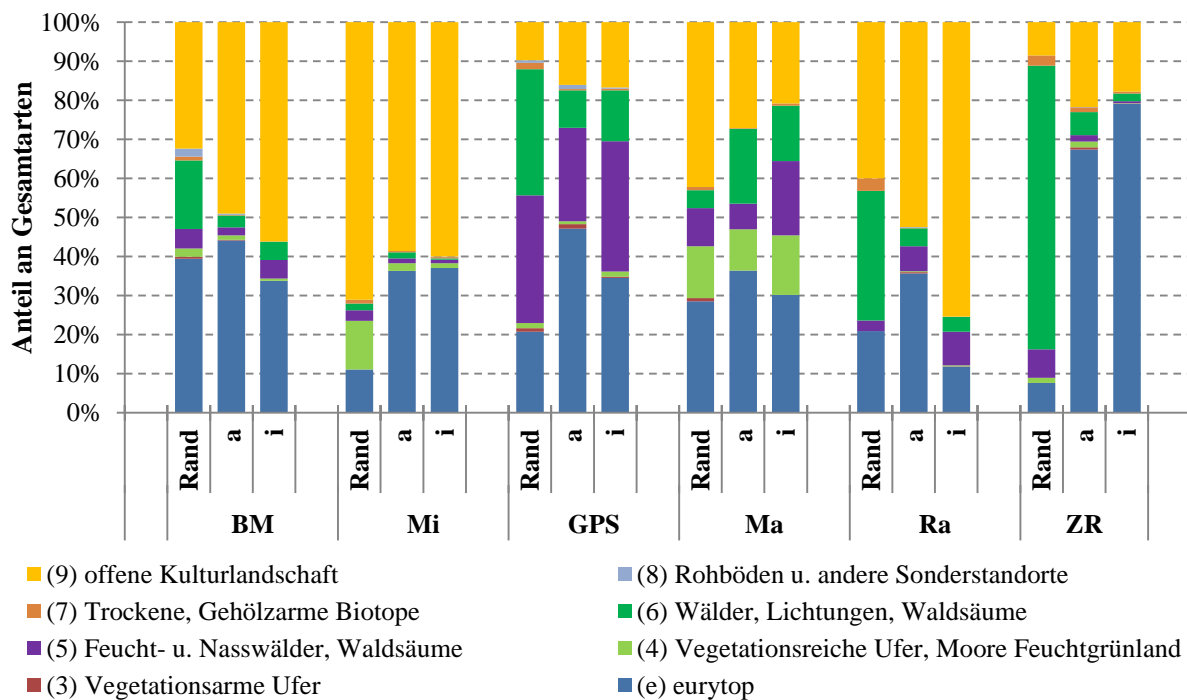


Abbildung 5.11: Habitatpräferenzen der von Hausberg (2013) im UR Süd erfassten Laufkäfer. Vergleich zwischen den beiden Probestreifen sowie des Ackerrands der verschiedenen Kulturen.

5.2.5.2. *Diskussion*

Das Artenspektrum der in beiden Untersuchungsräumen erfassten Laufkäfer weist deutliche Übereinstimmungen auf. In beiden Untersuchungsräumen wurden viele typische Vertreter von Ackerlebensräumen und eurytope Arten nachgewiesen. Hierzu zählen *Agonum muelleri*, *Amara similata*, *Anchomenus dorsalis*, *Harpalus affinis* und *Harpalus rufipes* (GAC, 2009). In beiden Untersuchungsräumen finden sich ölsamenfressende Arten (FREUDE et al., 2004) wie *Harpalus rufipes* und *Amara similata* in hoher Anzahl in der Rapskultur. In der Zuckerrübenkultur tritt im UR Nord und im UR Süd der für Ackerlebensräume typische und im Vergleich zu anderen Ackerarten ungewöhnlich große *Pterostichus melanarius* dominant auf.

Im Vergleich zu den anderen Ackerflächen fallen die GPS- und die Miscanthus-Kultur durch einen geringeren Anteil der typischen eurytopen und Kulturlandschaftsarten auf. Auf der GPS-Fläche liegt dies hauptsächlich am eudominanten Auftreten von *Limodromus assimilis* im UR Süd speziell im Jahr 2012. Dies ist vermutlich der Abschirmung mit Gehölzen nach drei Seiten geschuldet. Im Folgejahr und ohne die entsprechende Abschirmung wurden nur etwa 10% der Individuen des Jahres 2012 auf der GPS-Fläche nachgewiesen. In der Miscanthusfläche hingegen scheint ein breiteres Spektrum verschiedener Arten einen Lebensraum zu finden. Dazu gehören neben den Waldarten *Abax parallelipedus* und *A. ovalis*, auch Arten feuchter Habitats wie *Carabus granulatus*, *Epaphius secalis* und *Badister sodalis*.

Im Norden sind sich die Artengemeinschaften von Mais, Zuckerrübe und Raps besonders ähnlich (Tabelle 5.28). Im Süden ebenfalls Mais und Zuckerrübe, sowie die erst im Frühjahr 2012 parallel zum Mais etablierte Blümmischung. Diese Kulturen zeichnen sich durch einen vergleichsweise geringen Raumwiderstand an der Bodenoberfläche aus. Die besonders hohe Ähnlichkeit von Mais und Blümmischung im UR Süd begründet sich darüber hinaus auch in der unmittelbaren Nachbarschaft der beiden Flächen kombiniert mit dem späten und parallelen Auflaufen beider Kulturen im Etablierungsjahr 2012.

Der Miscanthus sticht im Süden durch die größte Unähnlichkeit zu allen anderen Kulturen deutlich heraus. Etwas weniger ausgeprägt sind die entsprechenden und ebenfalls durchgehenden Unterschiede bei der GPS-Kultur (Tabelle 5.28). Miscanthus ist durch fehlende Bodenbearbeitung und damit relative Stabilität des Lebensraumes gekennzeichnet. Im Süden wird dies noch kombiniert mit einer gut ausgeprägten, aber von nur wenigen Arten

dominierten Beikrautvegetation. Die Stabilität des Systems *Miscanthus* spiegelt sich im UR Süd auch in den Laufkäferzönosen wider. Allerdings deckt sich dieser Befund nicht mit der Situation von *Miscanthus* im UR Nord. Hier ergeben sich zum Teil hohe Ähnlichkeiten zwischen *Miscanthus* und der durch hohe Rohbodenanteile und lichten Bewuchs gekennzeichneten Zuckerrübe (67 % Übereinstimmung in der Laufkäferzönose). Dies ist dem zum Teil sehr lückigen *Miscanthus*-Bestand im Norden geschuldet, der sich entsprechend durch eine artenreiche Wildkrautflora auszeichnet. Durch die Ernte des *Miscanthus* im späten Frühjahr ergeben sich im UR Nord zumindest in der Nacherntephase und vor dem Hintergrund einer weniger ausgeprägten Mulmschicht ähnliche Standortbedingungen wie bei der Zuckerrübenkultur. Der dichte Bestand im UR Süd entspricht dagegen einer regulären und unter wirtschaftlichen Aspekten geführten Kultur (vgl. KANNENWISCHER, 2013). Der Unterwuchs ist hier aufgrund des dichten *Miscanthus*bestandes extrem artenarm und besteht fast ausschließlich aus Brennnesseln. Rohbodenbereiche fehlen, es hat sich vielmehr ein vergleichsweise stabiler Lebensraum mit Mulmschicht ausgebildet, der nur nach der Ernte im zeitigen Frühjahr exponiert ist. Im UR Süd finden sich daher deutlich weniger Arten als im UR Nord, allerdings zum Teil in höherer Individuenanzahl auch solche Arten, die stabilere Lebensraumbedingungen benötigen (z.B. *Abax parallelipedus*, *A. ovalis*)

Unterschiede in den Artenzahlen und Ähnlichkeiten der Kulturen zwischen den Untersuchungsräumen sind zum Teil auf äußere Einflüsse zurückzuführen. Die Blühmischungskultur im Süden ist im Jahr 2012 verspätet aber erfolgreich aufgelaufen und wurde zeitnah im September geerntet. Die Kulturfläche im UR Nord bestand überwiegend aus Unkräutern, wurde sehr spät geräumt und im zweiten Jahr dann bereits verfrüht im August umgebrochen, so dass sich die typische Laufkäferzönose von Ackerstandorten dort nicht oder nur sehr eingeschränkt entwickeln konnte. Zudem liegt die Fläche für den UR Nord sehr isoliert und ist von Grünland umgeben. Die nächste Ackerfläche liegt in einigen 100 m Entfernung hinter einem Bahndamm. Zumindest für die Laufkäfer ist die Eignung der Blühmischung als Referenzkultur im UR Nord dadurch deutlich eingeschränkt.

Bei der GPS-Kultur wurde im zweiten Jahr der Boden nach der Ernte und vor der Untersaat des Weidelgrases umgebrochen. Im darauf folgenden Untersuchungszeitraum traten im vermehrt Pionierarten, wie *Bembidion quadrimaculatum* (UR Nord), *Trechus quadristriatus* und *B. lampros* (UR Süd), in deutlich höherer Anzahl auf. Dies reflektiert die kulturspezifische Bewirtschaftung.

Ein nicht unerheblicher Teil der dokumentierten Unterschiede in der Zusammensetzung der Laufkäferzönosen lässt sich nicht durch die Kultur und deren Bewirtschaftung, sondern durch Witterungseffekte oder Besonderheiten wie das Alter des Bestandes (*Miscanthus*), oder das Auflaufen und die Entwicklung der Kultur erklären (Blütmischung, GPS). Somit wird auch bei der Laufkäferfauna deutlich, dass neben den Spezifika von Kulturen auch Zufallseffekte einen wesentlichen Anteil an der Ausgestaltung der Zönosen landwirtschaftlicher Flächen haben.

Ein Vergleich zwischen den Artenzahlen der inneren und äußeren Probestreifen zeigt, dass in beiden Untersuchungsräumen die Artenzahl am Feldrand i.d.R. höher ist als in der Kulturfläche – obwohl insgesamt im inneren Probestreifen in beiden Untersuchungsräumen mehr Individuen nachgewiesen worden sind. Abweichend von diesem Muster sind für den UR Nord im ersten Jahr *Miscanthus* und für das zweite Jahr die Blütmischungs- und Zuckerrüben-Kultur zu nennen. Im südlichen Untersuchungsraum weicht im ersten Jahr die GPS-Kultur ab. Dies ist hier unmittelbar auf die höhere Strukturvielfalt im Inneren zurückzuführen (Fahrspuren queren die Untersuchungsfläche). Für die Blütmischungsfläche Nord ist anzunehmen, dass der geringere Raumwiderstand auf der sehr lichten inneren Fläche die Erfassung von Individuen begünstigte.

Tendenziell ergibt sich insbesondere im UR Süd eine Nivellierung der Unterschiede von Artengemeinschaften im Randbereich. Im UR Nord war diese generelle Tendenz zwar nicht gegeben, aber auch hier war die Ähnlichkeit der Artengemeinschaften im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre in der unterschiedlich bewirtschafteten GPS-Kultur (Korrektur von Auswinterungsschäden im Jahr 2012) im äußeren Probestreifen (39%) deutlich höher als im inneren Probestreifen (21%). Die weniger ausgeprägte Rückwirkung von Bewirtschaftungseffekten im Randbereich spricht für die nivellierende Wirkung durch Einwanderung am Ackerrand. Aus den stabileren Randstrukturen wandern auch bei unterschiedlicher Bewirtschaftung ähnliche Arten auf die Kulturfläche ein und tragen damit zur Nivellierung kulturbedingter Unterschiede bei.

Im UR Süd ergibt sich im zweiten Untersuchungsjahr eine deutliche Zunahme der Artenzahlen in der Blütmischungs- und Zuckerrübenkultur. Bei der nun im zweiten Jahr bestehenden Blütmischung ist die Zunahme durch die extensive Bewirtschaftung und fehlende Bodenbearbeitung zu erklären. Es treten vermehrt auch Arten des Grünlandes und der Ruderalfluren auf, so z.B. *Poecilus versicolor*, *Pterostichus vernalis*, *Harpalus distinguendus*, *Amara aenea* und *A. communis*. Die Zunahme der Artenzahlen auf dem

Zuckerrübenacker steht vermutlich im Zusammenhang mit dem im Vergleich zum Vorjahr geänderten Umfeld. Dazu gehören insbesondere eine südexponierte Bahnböschung und Staunässebereiche im Rübenacker im Anschluss an einen am Feldrand ausgebildeten Tümpel.

Im UR Nord zeigen sich zwischen den Jahren zum Teil deutliche Schwankungen der Artenzahlen und dies auch bei den Kulturen, deren Standort nicht gewechselt wurde. Die Artenzahl nimmt im UR Nord in der Blütmischungs-Kultur im Gegensatz zum UR Süd im zweiten Jahr ab, während sich in der Mais-Kultur die Artenzahl fast verdoppelt. Die abnehmende Artenzahl in der Blütmischung ist auch dem verfrühten Umbruch und damit der ausgefallenen Herbstbeprobung geschuldet. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Untersuchungsjahren ist für die Blütmischung somit deutlich eingeschränkt. Da in den beiden Untersuchungsjahren für den UR Nord klimatisch zwei Extremjahre untersucht wurden, sind auch witterungsbedingte Ursachen für die dokumentierten Schwankungen nicht auszuschließen.

Eine hohe Artenzahl wird oftmals mit hoher Lebensraumqualität und somit hoher naturschutzfachlicher Wertigkeit von Flächen gleichgesetzt (KRATOCHWIL & SCHWABE 2001). Die vorliegenden Untersuchungen zu den Laufkäfern unter Einbeziehung der Randflächen zeigen, dass die Gleichung „hohe Artenzahl entspricht hohem Naturschutzwert“, hinterfragt werden muss (RIECKEN, 1992). RATHS & RIECKEN (1999) weisen darauf hin, dass anthropogen beeinflusste Lebensräume durch das vermehrte Auftreten eurytoper Arten, meist höhere Artenzahlen aufweisen als naturnahe Lebensräume. Bei der Auswertung zahlreicher Studien liegt der Median der Artenzahl für Wälder bei 18 Arten, für Äcker bei 29 Arten und für Grünland bei 20 Arten (TRAUTNER 2003).

Auch das Vorkommen von Rote Liste Arten als alleinigem Maßstab für naturschutzfachliche Bewertung ist vielfach unzureichend. Im Rahmen dieser Untersuchungen lag bei den Laufkäfern der Anteil der Rote-Liste-Arten am Gesamtartenspektrum zwar bei 10 %, der Anteil an der gemessenen Aktivitätsdichte jedoch bei unter 0,5 % der Gesamtindividuenzahl. Da in der Agrarlandschaft kaum Rote-Liste-Arten anzutreffen sind, ist eine Standortdifferenzierung oder naturschutzfachliche Bewertung mittels dieses Parameters nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Zufallseffekte und Umfeldbedingungen können bei einer auf derart wenigen Individuen basierten Bewertung leicht zu Fehlinterpretationen führen. Daher bietet die Bewertung des Artenspektrums mit Hilfe anderer naturschutzrelevanter Parameter (z.B. Häufigkeit/Seltenheit, naturräumliche Spezifität) eine geeignete Alternative bzw. Ergänzung. Auf den Ackerflächen selbst wurden i.A. kaum

besondere Arten nachgewiesen. Besonders auffällig ist in diesem Zusammenhang aber die Miscanthusfläche mit mehreren als selten bzw. habitatspezifisch eingestuften Arten (vgl. Kapitel 4.3).

Ein Sonderfall ist der im Maisacker im UR Nord mit mehreren Individuen nachgewiesene *Pterostichus macer*. Dieser xerophile Bewohner lehmiger Standorte ist in NRW als vom Aussterben bedroht (RL 1), in anderen Bundesländern als gefährdet (RL 3) eingestuft. Die Art wird von HANNING UND KAISER (2011) in NRW nur für das Weserbergland als aktuell vorkommend angegeben.

Insgesamt sind die untersuchten Kulturen durch eine individuen- und vergleichsweise artenreiche Laufkäferfauna gekennzeichnet. Dennoch ist die Gesamtzönose auf den Äckern naturschutzfachlich wenig wertvoll, weil von eurytopen „Allerweltsarten“ dominiert. Die entsprechenden Arten kommen mit Störungen wie Bodenbearbeitung oder sonstigen Bewirtschaftungsmaßnahmen zurecht und lassen keine weitergehende Spezialisierung für bestimmte landwirtschaftliche Kulturen erkennen. Dennoch gibt es auch bei den Laufkäfern Differenzierungen zwischen den Kulturen. Nicht überraschend wird der Miscanthus auch von störungsempfindlichen und damit in der Regel naturschutzfachlich wertvolleren Arten besiedelt. Entwicklungspotentiale gibt es bei den Blühmischungen. Dort ist es bereits im zweiten Jahr nach Anlage zu einer Verschiebung des Artenspektrums mit einer Zunahme an gefährdeten Arten gekommen. Weitere Verschiebungen sind auch in den Folgejahren zu erwarten, wobei nicht abschließend beantwortet werden kann, inwiefern das Lebensraumangebot im jeweiligen landschaftlichen Kontext (Besiedlungspotentiale) dann auch von naturschutzfachlich wertvolleren Arten angenommen wird.

5.2.6. Detritivore (Regenwürmer)

5.2.6.1. Ergebnisse

Im Rahmen der Beprobungen im Herbst 2012 (September/Okttober) und Frühjahr 2013 (April) wurden 856 adulte und juvenile Regenwürmer erfasst. Davon konnten 296 Individuen insgesamt zwölf Arten zugeordnet werden (Tabelle 5.30), 560 vorwiegend juvenile Tiere konnten nicht auf Artniveau bestimmt werden. Die meisten der erfassten Arten und Individuen sind der ökologischen Gruppe der Mineralhorizontbewohner zuzuordnen (endogäische Arten). Sechs Arten waren in den Proben sowohl im nördlichen als auch im südlichen Untersuchungsgebiet vertreten (Tabelle 5.30). Zwei Arten wurden ausschließlich im UR Nord, vier Arten ausschließlich im UR Süd nachgewiesen.

Tabelle 5.30: Regenwürmer 2012 und 2013 in den Untersuchungsräumen Nord und Süd.

wissenschaftlicher Artname	LW ¹⁾	RL D ²⁾	UR Süd			UR Nord		
			2012	2013	Σ	2012	2013	Σ
<i>Allolobophora caliginosa</i>	endo		51	14	65	36	20	56
<i>Allolobophora chlorotica</i>	endo		-	-	-	4	10	14
<i>Allolobophora longa</i>	anö		-	6	6	-	-	-
<i>Allolobophora oculata</i>	endo	?	-	1	1	-	-	-
<i>Allolobophora rosea</i>	endo		11	21	32	8	7	15
<i>Dendrobaena platyura</i>	endo		-	-	-	1	-	1
<i>Eiseniella tetraedra</i>	epi		1	-	1	-	-	-
<i>Lumbricus castaneus</i>	epi		6	8	14	3	-	3
<i>Lumbricus rubellus</i>	epi		10	5	17	-	-	-
<i>Lumbricus terrestris</i>	anö		5	7	12	24	10	34
<i>Octolasion cyaneum</i>	endo	G	-	3	3	3	4	7
<i>Octolasion lacteum</i>	endo		7	8	15	2	-	2
Individuenzahl			91	73	164	81	51	132
Artenzahl			7	9	10	8	5	8

¹⁾ LW: Lebensweise endo = endogäisch, epi = epigäisch und anö = anözisch.

²⁾ RL D: Gefährdungssituation entsprechend der Roten Liste Deutschlands (Lehmitz et al., 2014)

Die Regenwurmbiomassen in allen Kulturen und beiden Untersuchungsräumen wurden im Jahr 2012 im Rahmen einer Diplomarbeit verglichen. Die deutlich höchste Regenwurmbiomasse wurde im Miscanthus im UR Nord nachgewiesen. Hohe Biomassewerte wurden in beiden Untersuchungsräumen zudem in der Blümmischung dokumentiert (Tabelle 5.31). Mit Ausnahme der Maiskultur war die Regenwurmbiomasse in beiden Untersuchungsräumen und

in allen Kulturen im Herbst zum Teil deutlich höher als im Sommer (Tabelle 5.31). Der stärkste Biomasseanstieg bei den Regenwürmern zwischen Sommer- und Herbstbeprobung ergab sich für die GPS-Kultur mit Weidelgras-Nachsaat (Faktor 4) und die Blümmischung (Faktor 3) (Tabelle 5.31).

Tabelle 5.31: Regenwurmbiomasse in den verschiedenen Kulturen. Ergebnisse der Beprobung 2012 getrennt nach Untersuchungsräumen und Beprobungstermin.

	UR Nord				UR Süd			
	Sommer	Herbst	Sommer	Herbst	Sommer	Herbst	Sommer	Herbst
	Individuen		Gewicht [g]		Individuen		Gewicht [g]	
BM	6	128	20,69	44,57	40	78	13,52	35,14
Ma	13	20	2,77	1,83	23	8	9,65	1,46
GPS	1	23	0,37	11,75	25	38	5,96	23,46
Mi	21	64	7,46	87,57	54	61	13,06	21,99
Ra	9	8	2,50	3,99	84	69	29,01	34,11
ZR	9	19	0,56	4,37	47	95	13,25	25,27

Tabelle 5.32: Regenwürmer, gesamt – Ergebnisse beider Untersuchungsjahre und Probestreifen zusammengefasst, Vergleich der verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräume. Bestimmbare Individuen und Gesamtindividuenzahl in Klammern.

Kultur	UR Nord				UR Süd			
	Individuen		Arten- / Taxa	RL-Arten	Individuen		Arten- / Taxa	RL-Arten
BM	34	(136)	5	-	29	(100)	6	-
Ma	10	(25)	3	-	20	(29)	3	-
GPS	14	(27)	5	-	15	(44)	6	-
Mi	38	(72)	5	-	36	(106)	6	-
Ra	17	(18)	5	-	30	(99)	6	-
ZR	19	(29)	5	-	34	(171)	7	-
Gesamt	132	(307)	8	-	164	(549)	10	-

Generell wurden nur wenige Regenwurmartens nachgewiesen. Es zeigen sich in Bezug auf die Artenzahlen daher nur geringe oder keine Unterschiede zwischen den betrachteten Kulturen. In beiden Untersuchungsräumen wurden im Mais die wenigsten Arten und auch nur sehr wenige Individuen gefangen. Ansonsten präsentieren sich die in verschiedenen Kulturen angetroffenen Artenzahlen sehr einheitlich (5 - 7 Arten) (Tabelle 5.32).

Tabelle 5.33: Regenwurmarten geordnet nach ökologischen Gruppen im UR Süd (●) und UR Nord (○)

Art	LW ¹⁾	BM	GPS	Ma	Mi	Ra	ZR
<i>Lumbricus terrestris</i>	Anö	●○	●○	●	○	●○	○
<i>Lumbricus castaneus</i>	Epi	●			●○	●	●
<i>Lumbricus rubellus</i>	Epi	●			●	●	●
<i>Eiseniella tetraedra</i>	Epi						●
<i>Allolobophora rosea</i>	Endo	○	●○	●○	●○	●○	●○
<i>Octolasion lacteum</i>	Endo	●	●		●	●	●○
<i>Octolasion cyaneum</i>	Endo	●○	○		●○		●○
<i>Dendrobaena platyura</i>	Endo	○					
<i>Allolobophora chlorotica</i>	Endo			○		○	○
<i>Allolobophora longa</i>	Endo		●				
<i>Allolobophora caliginosa</i>	Endo	●○	●○	●○	●○	●○	●○
<i>Allolobophora oculata</i>	Endo		●				

¹⁾ LW: Lebensweise endo = endogäisch, epi = epigäisch und anö = anözisch.

Unterschiede zwischen den Untersuchungsräumen ergeben sich insbesondere bei der Blütmischung mit vergleichsweise hohen Dichten im UR Nord und im Vergleich zu anderen Kulturen wie Raps, GPS und Zuckerrübe eher niedrigen Dichten im UR Süd (Tabelle 5.32). Das ist der Tatsache geschuldet, dass die Blütmischung im UR Süd auf einem vormaligen Maisacker angelegt wurde, im UR Nord auf einem humusreichen Wildacker.

In allen Kulturen wurden endogäische Arten registriert. Ausschließlich endogäische Regenwürmer kennzeichnen den Mais im UR Nord. Vertreter aller ökologischen Gruppen wurden einzig in der Blütmischung des UR Süd und in der Rapskultur im UR Nord nachgewiesen (Tabelle 5.33). In den anderen Kulturen waren jeweils zwei ökologische Gruppen vertreten. Neben einer oder mehrerer endogäischer Arten dann entweder *Lumbricus terrestris* als einzigem nachgewiesenem Vertreter aus der Gruppe der Tiefengräber (anözisch) oder epigäische Lumbricus-Arten wie z. B. *Eiseniella tetraedra* (Tabelle 5.33).

Klare Muster in der Aufteilung von Arten- und Individuenzahlen zwischen Rand- und Innenbereich sind nicht erkennbar (Tabelle 5.34). Die Vergleichbarkeit der Dichten zwischen den Untersuchungsjahren ist eingeschränkt, weil die Herbstbeprobung 2012 mit einer Frühjahrsbeprobung 2013 verglichen wird.

Tabelle 5.34: Regenwürmer - Vergleich der Individuenzahl von determinierten Arten (Gesamtindividuenzahl *kursiv*) und Artenzahl zwischen den Probestreifen (i = innen, a = außen) in den verschiedenen Kulturen und Untersuchungsräumen.

Kultur		UR Nord						UR Süd					
		Individuen				Arten / Taxa		Individuen				Arten / Taxa	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013		
BM	i	18	(74)	4	-	4	2	5	(31)	4	(16)	1	3
	a	8	(54)	4	-	4	2	18	(47)	2	(6)	3	2
Ma	i	5	(10)	2	-	2	2	0	(4)	1	(2)	0	1
	a	0	(10)	3	-	0	2	1	(4)	1	(4)	1	1
GPS	i	9	(18)	1	-	3	1	6	(26)	17	(19)	3	6
	a	1	(5)	3	-	1	2	7	(12)	2	(2)	3	2
Mi	i	16	(29)	4	-	4	2	12	(35)	7	(18)	3	4
	a	14	(35)	4	-	3	3	8	(26)	9	(27)	4	3
Ra	i	4	(5)	10	-	2	4	17	(53)	3	(17)	5	2
	a	3	(3)	30	-	3	0	2	(16)	8	(13)	2	3
ZR	i	1	(6)	28	-	1	3	6	(54)	16	(67)	1	5
	a	2	(7)	28	-	2	2	9	(41)	3	(9)	6	3
Gesamt		81	(256)	51	-	8	5	91	(349)	73	(200)	7	10

Die faunistische Ähnlichkeit der Kulturen im Vergleich zwischen den Untersuchungsräumen ergibt keine einheitlichen Muster. Im Vergleich der Untersuchungsräume schwanken die gemessenen Ähnlichkeiten beim Vergleich identischer Kulturen zwischen 79 % (GPS mit Blümmischung im UR Nord) und 0 % (GPS mit Blümmischung im UR Süd) (Tabelle 5.35). Deutlich ist insbesondere im UR Süd eine im Vergleich zu den Außenräumen höhere Differenzierung der Innenräume in Bezug auf die angetroffenen Artengemeinschaften (Tabelle 5.35). Tendenziell die höchsten Übereinstimmungen bestehen in beiden Untersuchungsräumen zwischen dem Raps und den übrigen Kulturen (Ausnahme GPS im UR Süd) (Tabelle 5.35). In Bezug auf die realisierten Regenwurmgemeinschaften unterscheidet sich im UR Nord der Mais, im UR Süd der Miscanthus am deutlichsten von den übrigen Kulturen (Tabelle 5.35).

Tabelle 5.35: Regenwürmer - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für beide Untersuchungsjahre. Obere Hälfte rechts - Vergleich der Regenwurmgemeinschaften, Innen- u. Außenflächen zusammengefasst; Untere Hälfte links - Vergleich nur Innenflächen berücksichtigt

a) Untersuchungsraum Nord

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,4	0,74	0,54	0,76	0,44
	Ma	0,29	1	0,37	0,33	0,46	0,63
	GPS	0,79	0,24	1	0,52	0,61	0,35
	Mi	0,59	0,19	0,6	1	0,51	0,55
	Ra	0,75	0,36	0,67	0,57	1	0,44
	ZR	0,49	0,29	0,42	0,67	0,51	1

b) Untersuchungsraum Süd

		Vergleich Probenstreifen innen - Probestreifen außen zusammengefasst					
		BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Vergleich nur Probestreifen innen	BM	1	0,59	0,6	0,36	0,63	0,57
	Ma	0,33	1	0,7	0,31	0,65	0,51
	GPS	0	0,33	1	0,42	0,75	0,6
	Mi	0,14	0,43	0,29	1	0,51	0,58
	Ra	0,5	0,58	0,18	0,38	1	0,79
	ZR	0,44	0,59	0,26	0,51	0,76	1

5.2.6.2. *Diskussion*

Mit den eingesetzten Methoden wurden vergleichsweise wenige Regenwürmer erfasst. Die Fänge wurden sowohl in Bezug auf Artenzahlen als auch Abundanzen von Bewohnern des Mineralhorizontes dominiert, was für Ackerstandorte auch so zu erwarten ist (LANGER et al., 2012).

Die Ergebnisse bestätigen nur zum Teil den Zusammenhang zwischen Gehalt an organischem Material im Boden und der Ausprägung von Regenwurmzönosen. Organische Reste korrespondieren mit hohen Regenwurmbiomassen und Abundanzen im Miscanthus, gleiches gilt zumindest im UR Süd auch für Raps. Für die Beurteilung des Humusgehalts und damit der Regenwurmabundanzen ist natürlich gerade beim Raps (Flächenwechsel) die Berücksichtigung der Vornutzung entscheidend. Interessant bei der Blümmischung ist der insbesondere im UR Süd dokumentierte deutliche Anstieg der Regenwurmbiomasse zwischen

Frühjahrs- und Herbstbeprobung im ersten Jahr nach Etablierung. Allerdings setzt sich dieser Anstieg bei der folgenden Frühjahrsbeprobung nicht fort. Saisonale Faktoren spielen dabei möglicherweise eine wichtige Rolle.

Die Blattlieferanten Raps und Blümmischungen sind zumindest im UR Süd die Kulturen, in denen alle ökologischen Regenwurmgruppen vorkommen. Im Gegensatz dazu wurden im Mais die geringsten Abundanzen, Biomasse, Artenzahlen und auch Ausgeglichenheit der ökologischen Gruppen nachgewiesen. Im UR Nord war in den Aufsammlungen im Mais nur eine ökologische Gruppe vertreten, im UR Süd wurden zwar endogäische und anözische Vertreter nachgewiesen, letztere allerdings nur mit einem Exemplar im Randbereich. Die insgesamt niedrige Regenwurmbiomasse und Regenwurmdiversität im Mais ist vermutlich auf die geringe Deckung an Bodenstreu in dieser Kultur während der Vegetationsperiode zurückzuführen. Dies gilt insbesondere auch im Vergleich zum Miscanthus und der Blümmischung und bedeutet, dass das Spektrum an potenzieller Nahrung für Regenwürmer im Mais deutlich geringer ausfällt.

Indikativ ist im Mais die Abnahme der Biomasse zwischen den Beprobungsterminen im Frühjahr und Herbst 2012. Ein möglicher Grund für die besonders deutliche Biomasse-Abnahme im Mais im UR Süd könnten Bodenbearbeitungsmaßnahmen gewesen sein. Einen Tag nach der Ernte am 01.10.2012 erfolgte eine nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber. Möglicherweise wurden Regenwürmer sowie andere Organismen des Edaphon bei ihren Aktivitäten in der oberen Schicht des Bodens dadurch empfindlich gestört. Verstärkt wurde der negative Einfluss der Bodenbearbeitung im Mais durch die zu diesem Zeitpunkt nasse Witterung. Bei nasser Witterung oder einem Niederschlagsereignis kommen Regenwürmer oft bis an die Bodenoberfläche. Werden dann Bearbeitungsmaßnahmen durchgeführt, kann sich dies besonders dezimierend auf Regenwurmpopulationen auswirken. Bei den anderen Kulturen fand die Nacherntebearbeitung wesentlich später statt. Es könnte sein, dass sich die Organismen zu diesem Zeitpunkt schon in tieferen Schichten des Bodens befanden und ackerbauliche Maßnahmen deswegen geringere Auswirkungen hatten.

In den Kulturen Blümmischung, GPS und Raps wurde der anözische *Lumbricus terrestris* nachgewiesen. Aufgrund ihrer wichtigen Ökosystemfunktion ist diese Art besonders zu beachten. Die Art trägt zum Abbau von größerer organischer Substanz (z.B. Blätter) sowie deren Vermischen mit dem Mineralboden bei. Anözische Regenwürmer graben darüber hinaus stabile und tiefreichende Röhren, welche die Lockerung des Bodens, die Versickerung von Niederschlagswasser und den Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre fördern.

Anözische Regenwürmer sind somit, im Vergleich zu den anderen ökologischen Gruppen, besonders wichtig für die Erhaltung der Ökosystemdienstleistungen des Bodens.

Es ergibt sich im Vergleich der untersuchten Kulturen kein einheitliches Muster (Artenzahl und Individuenzahl) in Bezug auf die Besiedlung von äußerem und innerem Probestreifen. Ebenso uneinheitlich sind die Ähnlichkeitsmuster im Vergleich der Kulturen zwischen den Untersuchungsräumen. Dies ist vermutlich vor allem den relativ wenigen in die Auswertung eingehenden Individuen geschuldet. Geringe und vielfach zufallsbedingte Unterschiede in Fangergebnissen erzeugen unter diesen Bedingungen vergleichsweise große Effekte in Bezug auf die errechnete Ähnlichkeit von Artengemeinschaften.

Über gezielten Eintrag von organischen Substanzen durch entsprechende Kulturen und Bewirtschaftungsmaßnahmen bieten sich innerhalb von landwirtschaftlichen Flächen zahlreiche Möglichkeiten zur Förderung von Regenwurmgemeinschaften. Bemühungen zur Erhöhung des Humusgehalts der Böden ist dabei auch vor dem Hintergrund der Treibhausgasbilanzierung eine wichtige Forderung an die Landwirtschaft. Miscanthus, Blühmischungen und Raps sind Kulturen die geeignet sind, den Humusaufbau auch gezielt zu fördern. Diese Kulturen sind daher im gesamtlandschaftlichen Kontext in dieser Beziehung besonders wichtig. Für die Artenvielfalt und damit den Artenschutz besteht ein Zusammenhang zwischen Humusgehalt und Artenzahl der Regenwurmzönosen. Dieser Zusammenhang konnte im Rahmen der begleitenden Masterarbeit mit Einschränkung der Rapskultur im UR Nord auch bestätigt werden (WINKLER, 2013).

5.2.7. Vögel

5.2.7.1. Ergebnisse

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsräumen während der Begehungen 42 Arten festgestellt. Für 29 Arten wurde eine Nutzung der Probeflächen als Nahrungshabitat beobachtet. Dabei lagen die Artenzahlen in beiden Untersuchungsräumen mit 22 (Nord) bzw. 24 Arten (Süd) ähnlich hoch (Tabelle 5.36). Sowohl die Gesamtanzahl der beobachteten Individuen, als auch die Gesamtaufenthaltsdauer auf den Flächen lag im UR Nord mit 239 Individuen und 600 Minuten unter den Werten für den UR Süd (290 Ind., 758 Min.). Der im UR Nord deutlich höhere Anteil an Rote-Liste-Arten ist vor allem darauf zurückzuführen, dass viele der entsprechenden und auf den Untersuchungsflächen beobachteten Arten in Baden-Württemberg „lediglich“ auf der Vorwarnliste geführt werden (HÖLZINGER et al. 2007), während sie in Nordrhein-Westfalen als gefährdet oder stark gefährdet eingestuft sind (SUDMANN et al. 2008).

Die Anzahl der auf den unterschiedlichen Kulturflächen beobachteten Arten liegt mit einer bis fünf Arten im UR Nord niedriger als im UR Süd. Dort wurden zwischen vier und neun Arten je Probefläche und Untersuchungsjahr beobachtet (Abbildung 4.12). Dabei ist der Anteil der Rote-Liste-Arten in einigen Kulturen recht hoch. Im UR Nord sind dies die GPS-, die Mais- und die Raps-Kultur, in der jeweils drei bzw. vier gefährdete oder stark gefährdete Arten zumindest in einem der beiden Untersuchungsjahre beobachtet wurden (Abbildung 4.12). Im UR Nord ist es vor allem die Feldlerche, die auf den Kulturen mit zeitweiligem Offenboden (Mais, Raps, Zuckerrübe) gute Nahrungsbedingungen vorfindet und hier regelmäßig zu finden ist. Mit 48 Individuen ist sie im UR Nord die häufigste Art, fehlt aber im Süden weitgehend (Tabelle 5.36). Im UR Süd wurden mit Mehl- und Rauchschnalbe zwei Rote-Liste-Arten erfasst, die den Luftraum mit Schwerpunkt über Blühhmischung und Miscanthus zur Nahrungsaufnahme nutzen. Mit 22 bzw. 45 Individuen waren dies im UR Süd nach der Goldammer (84) die Arten mit der höchsten Individuenzahl (Tabelle 5.36).

Tabelle 5.36: Vogelarten, die 2012 und 2013 während der jeweils fünf 30-minütigen Beobachtungen auf den Probeflächen der Untersuchungsräume Nord (N) und Süd (S) festgestellt wurden. Dargestellt ist die Anzahl nahrungssuchender Individuen. Dargestellt sind darüber hinaus Arten, die nicht auf der Probefläche, aber in der unmittelbar benachbarten Kultur beobachtet wurden (*); und Arten die nur im Überflug beobachtet wurden (°). Rote Liste: D – Rote-Liste-Status für Deutschland nach SÜDBECK et al. (2008); NW – für NRW nach SUDMANN et al. (2008); Wbl – für die Großlandschaft Weserbergland nach SUDMANN et al. (2008); BW – für Baden-Württemberg nach HÖLZINGER et al. (2007).

Vogelart	Rote Liste				Kultur																Σ									
	D	NRW	Wbl	BW	Blümmischung				GPS				Mais				Miscanthus				Raps				Zuckerrübe				N	S
					Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd							
					12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13						
Amsel						°		1		2			2	6	1	4		1	•	1	3	3			1	7	18			
Bachstelze		V			°		1											°		1			1		2	2	3			
Baumfalke	3	3	2	3																								°		
Blaumeise					7		1					2					5									7	8			
Bluthänfling	V	V	3	V					°			1														1				
Braunkehlchen	3	1S	0	1															•											
Buchfink					2						1		°		°	3	°		2	°	2		1	°		°	7	4		
Buntspecht																														
Eichelhäher											2																	°		
Feldlerche	3	3S	2	3				•	7		2	14	4			•			11	2			1	9		48	2			
Feldsperling	V	3	3	V			6	14	°					1				7	•			1			2	14	16			
Gimpel		V		V																•										
Girlitz				V								•																°		
Goldammer		V	V	V			2				50	°		2	1	1	13	6	9			11	1	•	°	1	1	14	84	
Grünfink					°	°	8					2							°	°				°		2	8			
Hausrotschwanz																												°		

Vogelart	Rote Liste				Kultur																Σ									
	D	NRW	W/bl	BW	Blümmischung				GPS				Mais				Miscanthus				Raps				Zuckerrübe				N	S
					Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd			
					12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13		
Kiebitz	2	3S	2	2						°																				
Kohlmeise					4										1			°		°			2	°	4	3				
Kolkrabe		V													4															4
Mauersegler				V			3				1				4		2								2	8				
Mäusebussard						°	2	°	•		°			°	1	°			•	1			2	1						7
Mehlschwalbe	V	3S	3	3			17	3	12												13				•				25	22
Misteldrossel																							1						1	
Mönchsgrasmücke																				1				°						1
Rabenkrähe	V							°	°	5	3	3			1	1	°			°				°		1	°		5	9
Rauchschwalbe		3S	3	3			9	5	•		2		•	1	5		•	°	6	5	4		5		•	°	3	5	5	45
Ringeltaube						°		°		7		°							•	°		°		°					7	
Rotkehlchen												1																		1
Rotmilan		3	2				1	1	1		1	1		°		°	°	°			1	°	1		°	°	3	2	2	10
Schwarzmilan		R	R						•			1																		1
Singdrossel								5			5	1	1		1					°		1		°				°	2	6
Star		VS		V											°									°						
Stieglitz					20		21					°								2			5						25	23
Sumpfmeise					•																									
Turmfalke		VS	*S	V		°		1		°			•	°		1	1				•	°	1			1			2	3
Wacholderdrossel				V											°	°								°						
Wachtel		2S	2S												•															

Vogelart	Rote Liste				Kultur																									
	D	NRW	W/bl	BW	Blütmischung				GPS				Mais				Miscanthus				Raps				Zuckerrübe				Σ	
					Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		Nord		Süd		N	S				
					12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13		
Wanderfalke		*S	*S								°																			
Weidenmeise				V	•																									
Wiesenschafstelze			3						°									°	•											
Wiesenpieper	V	2S	0						°		2			°				°	•			°	°			2				
Zilpzalp					3	1																				4				
Unbestimmt					2	2			28		2	3		5				1				8				51				
Arten					5	1	8	6	5	3	5	7	2	5	9	5	4	2	6	7	5	4	8	4	3	3	7	6	22	24
RL-Arten					-	-	2	2	3	1	-	2	1	4	1	-	-	-	1	2	4	1	1	-	1	1	1	1	7	3
Individuen					38	3	65	15	57	19	9	64	18	12	16	10	11	17	26	27	32	6	25	7	15	11	14	12	239	290
Aufenthaltsdauer gesamt [min]					95	14	127	21	42	164	16	82	7	57	131	77	5	44	85	74	2	15	74	11	58	97	18	42	600	758

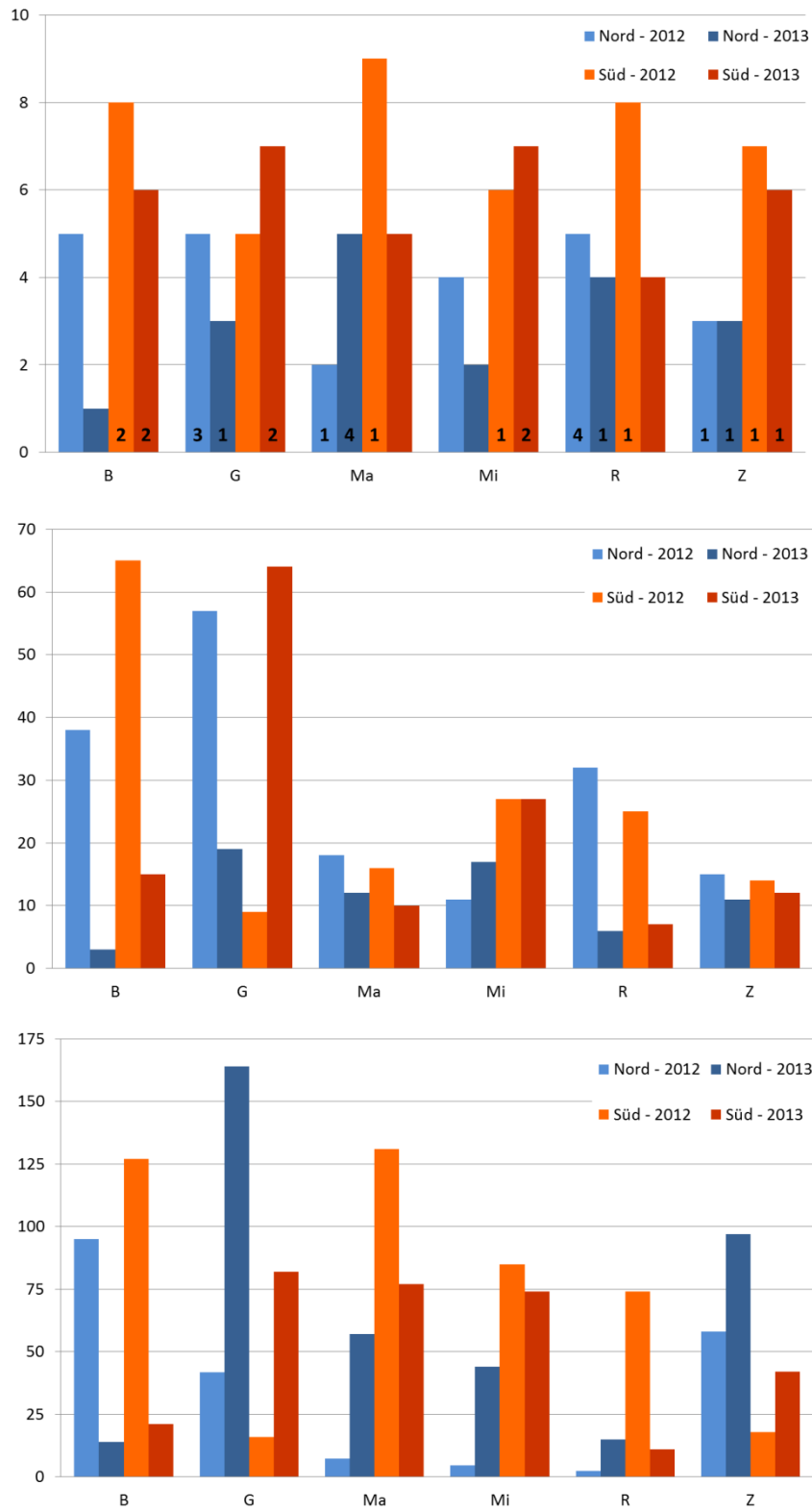


Abbildung 5.12: Erfassung Vogelarten für beide Untersuchungsjahre. oben: Artenzahlen (Ziffern geben die Anzahl nachgewiesener Rote-Liste-Arten an). Mitte: Individuenzahlen für beide Untersuchungsjahre. Unten: Gesamtaufenthaltsdauer (min) für alle Vogelarten.

Während sich die Unterschiede der Nahrungshabitat-Nutzung der Kulturen in den Artenzahlen kaum widerspiegeln, lassen sich die Probeflächen anhand der Individuenzahlen und der Gesamtaufenthaltsdauer deutlich differenzieren (Abbildung 4.12). Die Blümmischung wurde im ersten Untersuchungsjahr in beiden Untersuchungsräumen sehr intensiv als Nahrungshabitat genutzt. Die hohen Individuenzahlen deuten vor allem auf eine hohe Anziehungskraft der Blümmischung auf Vogelschwärme im Jahr der Anlage mit dann hohem Sonnenblumenanteil. Viele Individuen wurden in beiden Untersuchungsräumen vor allem im Herbst zur Samenreife der Sonnenblume beobachtet (vgl. 2. Zwischenbericht 2013). Hier dominierten mit Grünfink, Feldsperling und Stieglitz Arten der Nahrungsgilde der Körnerfresser.

Neben der Blümmischung wurden in beiden Untersuchungsräumen auch die GPS- und im UR Süd die Mais-Kultur in mittlerer bis hoher Individuendichte durch Vögel als Nahrungshabitat genutzt (Abbildung 4.12). Eine lediglich geringe Nutzung wurde in der Miscanthus- und in der Raps-Kultur im UR Nord anhand der Gesamtaufenthaltsdauer festgestellt. Im UR Süd zeigten ebenfalls Raps im Jahr 2013 sowie die Zuckerrüben-Kultur in beiden Jahren eine geringe Bedeutung als Nahrungshabitat (Abbildung 4.12).

Im Vergleich der Untersuchungsräume unterscheidet sich die Zusammensetzung der Vogelgemeinschaften insbesondere für die Kulturen mit zeitweise offenem Boden (GPS, Mais, Raps und Zuckerrübe). Während im UR Nord hier die Feldlerche in z.T. hohen Individuenzahlen festgestellt wurde, dominierte in diesen Kulturen im UR Süd zumindest zeitweise die Goldammer (Tabelle 5.36).

Die Intensität der Nutzung als Nahrungshabitat durch Vögel war für die einzelnen Kulturen jahrweise z.T. stark unterschiedlich. Dies betrifft vor allem die Blümmischung, in der ein starker Rückgang der Nutzung im zweiten Jahr in beiden Untersuchungsräumen beobachtet wurde. In beiden Untersuchungsräumen war der Stieglitz im ersten Jahr der Untersuchungen in der Blümmischung in hoher Individuendichte vertreten, während die Art im zweiten Jahr fehlte (Tabelle 5.36).

Im UR Nord wurden 2013 im Juni und Juli außerhalb der Erfassungszeiten in der Blümmischung vier revieranzeigende Männchen des Sumpfrohrsängers beobachtet

(Abbildung 4.13). Eine erfolgreiche Brut ist nicht ausgeschlossen, konnte jedoch nicht belegt werden.

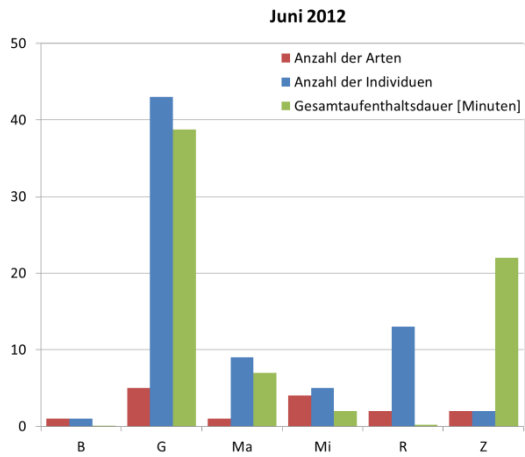
In der GPS-Kultur war im Jahr 2013 in beiden Untersuchungsräumen – bezogen auf die Gesamtaufenthaltsdauer nahrungssuchender Vögel – eine stärkere Nutzung zu beobachten als 2012 (Abbildung 4.12). Auch die Artenzusammensetzung zeigte in beiden Jahren starke Unterschiede: während 2012 im UR Nord Mehlschwalbe und Feldsperling dominierten, fehlten beide Arten 2013 auf den Flächen. Im zweiten Untersuchungsjahr waren hier vor allem Feldlerche, Rabenkrähe und Ringeltaube vertreten (Tabelle 5.36).



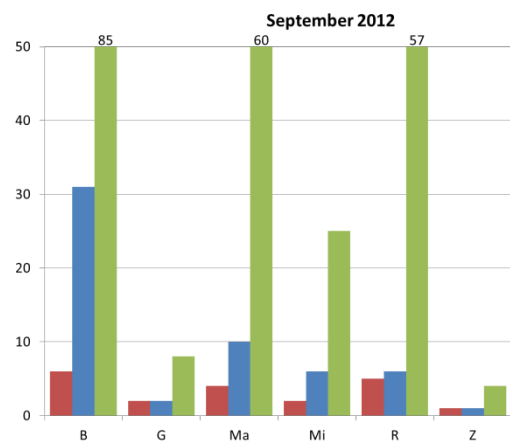
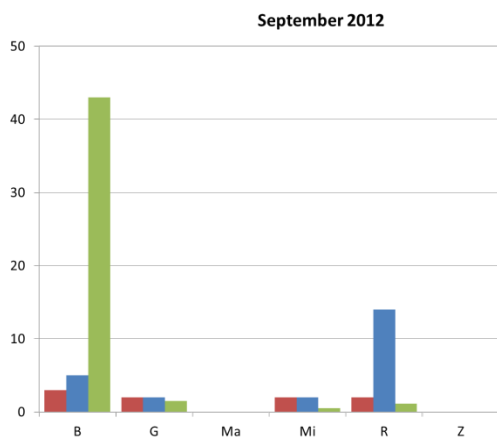
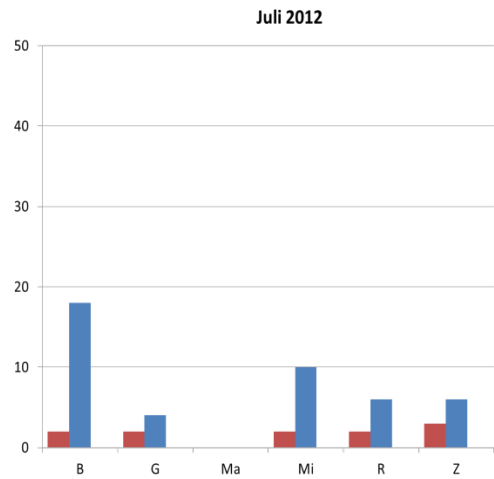
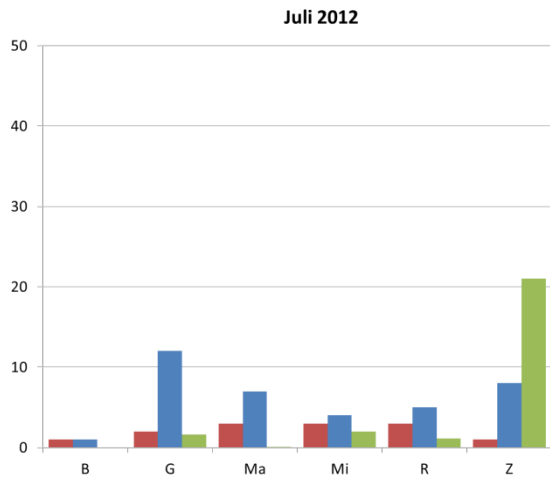
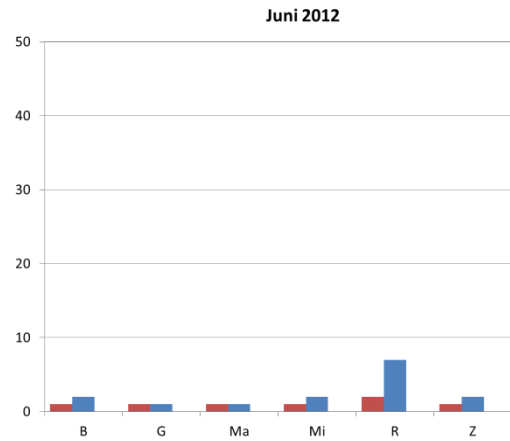
Abbildung 5.13: Singendes Männchen des Sumpfrohrsängers an Beständen des Gelben Steinklees (*Melilotus officinalis*) in der Blümmischung, UR Nord, 04.07.2013 (Foto: M. Lohr).

Die phänologische Entwicklung der Habitatnutzung durch Vögel ergab erwartungsgemäß starke jahreszeitliche Unterschiede für die einzelnen Kulturen. Beispielhaft für das Untersuchungsjahr 2012 ist dies in Abbildung 5.14 dargestellt. So wurde die Blümmischungsfläche vor allem nach der Ernte im September und Oktober genutzt. Die GPS-Fläche war im UR Nord vor allem im Juni ein bedeutendes Nahrungshabitat, während hier ab September kaum noch Vögel beobachtet wurden. Im UR Nord war die Maisfläche lediglich in den ersten Wochen nach Auflauf der Saat attraktiv für nahrungssuchende Vögel. Im UR Süd hingegen wurden dort vor allem auch nach der Ernte im September und Oktober sehr hohe Vogeldichten festgestellt (Abbildung 5.14). Die Miscanthus-Fläche wurde im UR Süd in mittlerer Dichte vor allem im Herbst als Nahrungshabitat genutzt. Im UR Nord wurden über das Jahr insgesamt nur wenige Vogelarten und Individuen bei der Nahrungsaufnahme auf der Miscanthus-Fläche beobachtet (Abbildung 5.14).

UR Nord



UR Süd*



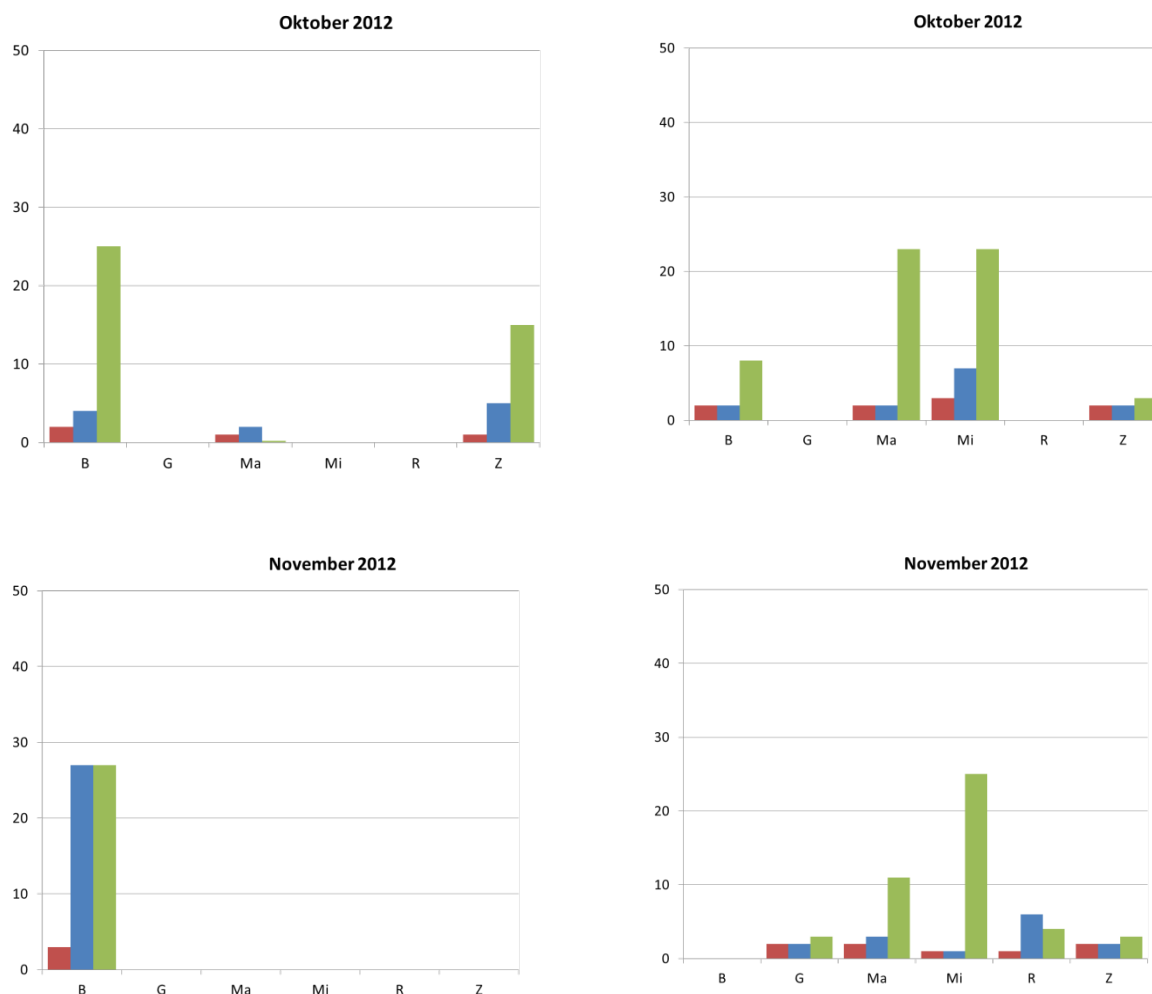


Abbildung 5.14: Vögel - Artenzahl, Individuenzahl und Gesamtaufenthaltsdauer für die fünf Beobachtungszeiträume auf den sechs Kulturflächen in den beiden Untersuchungsräumen im Jahr 2012. Die Aufenthaltsdauer wurde im UR Süd bei den Beobachtungsgängen im Juni und Juli nicht erhoben.

5.2.7.2. **Diskussion**

Erwartungsgemäß ergaben sich bewirtschaftungsbedingte Unterschiede für die zeitliche Entwicklung der Habitatnutzung in den Kulturen. Es gelang kein Brutnachweis auf den untersuchten Flächen. Die Blütmischungsfläche war im Jahr der Anlage 2012 für nahrungssuchende Vögel zur Zeit der Samenreife im September und Oktober sehr attraktiv. Es wurden vor allem die zahlreich vorhandenen Sonnenblumen zur Nahrungsaufnahme genutzt. Im Frühsommer, kurz nach Auflaufen der Saat, war demgegenüber lediglich eine geringe Aktivität verzeichnet worden. Unterschiede in der Nutzung im Spätherbst zwischen den beiden Untersuchungsräumen ergeben sich vor allem aus dem späteren Erntezeitpunkt der Blütmischung im UR Nord. Hier erfolgte die Ernte erst im November kurz vor der Beobachtung, weshalb die Vögel zum Zeitpunkt der Untersuchung noch zahlreich auf Nahrungssuche waren. Dagegen war die Blütmischung im UR Süd bereits Anfang Oktober abgeerntet und Samenreste im November daher nur noch in geringem Umfang vorhanden.

Im zweiten Untersuchungsjahr ging die Eignung der Blütmischung als Nahrungshabitat für Vögel stark zurück. Das Nahrungsangebot war dann zumindest für Körnerfresser wegen des Ausfalls der Sonnenblumen nur noch sehr gering. Gleichzeitig waren die Bestände zu dicht für solche Arten, die offenen Boden zur Nahrungssuche z.B. von Insekten oder Sämereien nutzen. Die Beurteilung der Eignung der Blütmischung im zweiten Jahr leidet unter dem Umbruch im UR Nord im August und der vorzeitigen Ernte Anfang August im UR Süd, wo die Kultur nach einem Unwetter ins Lager gegangen war und deshalb zeitnah geerntet werden musste. Die Erhebungen im September erfassen damit die Zeitpunkte besonders hoher Nahrungsabundanz (ausgefallene Samen) möglichst unmittelbar nach der Ernte nicht. Dies verdeutlicht die Bedeutung der Anpassung des Erhebungsregimes nicht nur an phänologische Aspekte, sondern auch an Bewirtschaftungsaspekte.

Das Vorhandensein von vier Revieren des Sumpfrohrsängers auf einer Fläche von nur etwa 500 m² im zweiten Jahr zeigt hingegen, dass die Dichte und Struktur der Blütmischung als Bruthabitat für diese Art zu diesem Zeitpunkt gut geeignet war, auch wenn eine erfolgreiche Brut nicht beobachtet werden konnte. Die Art nutzte hier Bestände des Gelben Steinklees (*Melilotus officinalis*) als Ansitzwarten. Diese Vegetationsbestände, die reich an horizontalen und vertikalen Strukturen sind, bieten für den Sumpfrohrsänger gute Voraussetzungen zur

Anlage von Nestern (BAUER et al., 2005). Die Blütmischung kennzeichnet ein nicht nur jahreszeitlich differenziertes Angebot geeigneter Strukturen zur Nahrungsaufnahme und zur Fortpflanzung für Vögel, sondern auch ein sich veränderndes Dargebot im Laufe der mehrjährigen Entwicklung der Kultur. Die Vogelgemeinschaften passen sich diesen phänologischen Veränderungen in der Blütmischung entsprechend an.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die in der Umgebung der untersuchten Kulturen vorhandenen Strukturen die Vogelgemeinschaften der Probeflächen vielfach stärker beeinflussen, als die Nahrungsverfügbarkeit in den Kulturen selbst. Die Habitatnutzung vieler Arten hängt somit neben Kultur- und Bewirtschaftungsspezifika oftmals auch von direkten Benachbarungseffekten ab. Dies entspricht der hohen Mobilität und der bei vielen Arten ausgeprägten Nutzung der Landschaft als Biotopkomplexbewohner.

Die Umgebungseffekte zeigen sich im Vergleich beider Untersuchungsräume in der unterschiedlichen Dominanz einzelner Vogelarten in den jeweils gleichen Kulturen. War im UR Nord die Feldlerche die Art mit der höchsten Individuendichte, so war im UR Süd die in Hecken, Gebüsch und Feldgehölzen brütende Goldammer die häufigste Art in den Energiekulturen. Vermutlich sind hierfür die in der Umgebung der Kulturen vorhandenen Strukturen verantwortlich, die als Nahrungs- und Bruthabitate geeignet sind oder der Fläche den Offenlandcharakter entziehen.

Die Benachbarungseffekte zeigten sich auch anhand der Kulturen, die in beiden Untersuchungsräumen 2012 und 2013 jeweils auf unterschiedlichen Flächen untersucht wurden. So wurden für die GPS-Kultur 2012 im UR Nord mit Feldsperling und Mehlschwalbe vor allem Vogelarten in hohen Individuendichten festgestellt, die auf den nur 50 m entfernten Flächen eines Gehöfts ideale Brutbedingungen vorfanden. Im Jahr 2013 war die Vogelgemeinschaft dieser Kultur von Feldlerche, Rabenkrähe und Ringeltaube dominiert, Arten, die im Jahr zuvor in der gleichen aber auf einer anderen Fläche angebauten Kultur fehlten. Im UR Süd in 2012 keine Goldammern im zwischen zwei Waldblöcken gelegenen GPS nachgewiesen. Im Folgejahr wurden auf der nur wenige hundert Meter entfernten und frei gelegenen GPS Fläche mit begleitendem Feldgehölz 50 Goldammern registriert.

Die Kulturen waren somit je nach Lage der untersuchten Flächen zu umgebenden Strukturen unterschiedlich attraktiv und gut erreichbar für nahrungssuchende Vögel. Auch in den Mais-,

Raps- und Zuckerrüben-Kulturen dürften – ähnlich wie in den GPS-Kulturen – im UR Nord angrenzende Strukturen die Vogelmensschaften stark beeinflusst haben. Im UR Süd wurden Kulturen zwischen benachbarten Flächen oder annähernd benachbarten Flächen gewechselt und waren daher – mit Ausnahme der oben erwähnten GPS - nicht durch deutlich andere Umgebungen geprägt. Entsprechend waren die Vogelmensschaften zwischen den Untersuchungsjahren einheitlicher.

Die höhere Frequentierung der Miscanthusfläche durch Vögel im UR Süd ist trotz ähnlicher oder sogar extremerer Lebensraumbedingungen (fehlende Erreichbarkeit von Samen, Insekten) sicherlich vor allem der reichhaltig strukturierten Umgebung mit Gärten, Streuobstbeständen und landwirtschaftlichen Gebäuden geschuldet. Die Schwalben haben in der Nähe ihrer Nester vermutlich von der ganzjährigen Emergenz verschiedener Dipterenarten aus dem Miscanthus besonders profitiert.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse der Beobachtungen, dass Vögel aufgrund ihrer hohen Mobilität nur bedingt für die Indikation von Lebensraumeigenschaften auf der Ebene der Einzelkulturen geeignet sind. Die Betrachtung der Vögel als Bioindikatoren kann nur im Kontext der umgebenden Landschaftsstrukturen erfolgen. So bestimmt das Vorhandensein bestimmter Habitatqualitäten wie z.B. Nahrungsverfügbarkeit, Verfügbarkeit von potentiellen Brutplätzen und das Vorhandensein bestimmter Requisiten oft das Vorkommen der Arten auf den betrachteten Kulturen. Dennoch sind auch die Eigenschaften der Kulturen selbst für das Vorkommen bestimmter Vogelarten wichtig. Lichtere Kulturen mit einer höheren Deckung und Artenvielfalt der Ackerbegleitflora sind vor allem für Samen- und Insektenfresser von hoher Bedeutung (MEYER et al. 2013). All diese Qualitätsmerkmale der Kulturen selbst und von deren Umgebung müssen somit bei den entsprechenden Analysen erfasst und berücksichtigt werden. Darüber hinaus unterliegt gerade die Nahrungsverfügbarkeit auch einer zeitlichen Dynamik, die sich in der Zusammensetzung der Vogelmensschaften bestimmter Flächen entlang der Zeitachse sehr stark widerspiegelt.

5.2.8. Feldhase und Reh

5.2.8.1. Ergebnisse

Fotofallen

Mit zwölf Fotofallen wurden zwischen Juli und September rund 45.000 Fotos aufgenommen. Davon waren rund zwei Drittel Fehlauflösungen. Tabelle 5.37 fasst die Ergebnisse der Fotofallenuntersuchung für die wichtigsten und häufigsten Tierarten zusammen. Dargestellt sind die jeweilige Gesamtpräsenz sowie die Präsenz am Schlagrand (2 m) und im Acker (30 m bzw. 60 m).

Tabelle 5.37: Präsenzphasen relevanter und häufiger Säugetierarten in Blütmischung und Mais im Zeitraum von Juli bis September

Tierart	Kultur	Präsenz (min)			
		Gesamt	2 m	30 m	60 m
Feldhase	Mais	13	5	3	5
	Blütmischung	0	0	0	0
Reh	Mais	2	1	0	1
	Blütmischung	214	18	74	122
Wildschwein	Mais	2	2	0	0
	Blütmischung	26	0	13	13
Fuchs	Mais	51	24	13	14
	Blütmischung	61	14	26	21
Hauskatze	Mais	193	98	63	32
	Blütmischung	163	72	54	32

Der Feldhase wurde im Juli mehrmals im Maisacker dokumentiert, ein Unterschied zwischen Randbereich und Schlagzentrum war nicht zu erkennen. Insbesondere in den Randbereichen war im Juli die Segetalflora noch reichlich und in frischem Zustand vorhanden. Im August verschlechterte sich das Nahrungsangebot sichtlich und der Feldhase kam im Maisacker nur noch sporadisch, im September dann überhaupt nicht mehr vor. Insgesamt war seine Präsenz mit 13 min im Mais eher gering. In der Blütmischung wurde kein Feldhase fotografiert.

Diese Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass der Feldhase den Maisacker im Juli gezielt zur Nahrungsaufnahme aufgesucht bzw. ihn im Spätsommer nach Verschwinden der Nahrungsgrundlage auch bewusst gemieden hat. Das Vorkommen des Feldhasen im Mais war

in diesem Fall eng mit dem Entwicklungszyklus des Süßgrases *Poa annua* verbunden. Eine Meidung der Zentralbereiche des Maisackers, wie sie TILLMANN & VOIGT (2011) feststellen konnten, war nicht zu beobachten.

Trotz der sehr guten Deckung und Nahrung wurde der Feldhase zwischen Juli und September in der Blütmischung mit Fotofallen nicht erfasst. Gründe für das völlige Fehlen des Feldhasen in der Blütmischung könnten der größere Abstand zum Waldrand oder der höhere Raumwiderstand der Vegetation sein. Dabei ist der größere Raumwiderstand als wahrscheinlichere Ursache anzusehen, da bei den Scheinwerferzählungen im Frühjahr (vor der Einsaat) und Herbst (nach der Ernte) regelmäßig Feldhasen auf der Blütmischungsfläche oder in unmittelbarer Umgebung kartiert wurden. Der dichte Pflanzenbestand und der dadurch relativ hohe Raumwiderstand stehen offensichtlich in Konflikt zum Fluchtverhalten und der Feindvermeidungsstrategie des Feldhasen, so dass zumindest die inneren Bereiche der Blütmischung gemieden werden. Aufgrund der zahlreichen attraktiven Nahrungspflanzen erscheint es aber durchaus denkbar, dass der Feldhase zumindest den äußersten Rand der Blütmischung zur Nahrungsaufnahme aufsucht.

Das Rehwild wurde im gesamten Untersuchungszeitraum nur sporadisch im Maisacker gesichtet, so dass davon ausgegangen werden kann, dass sich die dokumentierten Tiere auf dem Durchzug befanden. Die untersuchten Pflanzenarten des Maisackers werden nach Literaturangaben und eigenen Beobachtungen vom Reh nicht bevorzugt. Die im Acker angebotene Biomasse ist deutlich geringer und in der Qualität nicht vergleichbar mit beispielsweise Grünland oder Blütmischungen. Es erscheint daher plausibel, dass Maisäcker für das Rehwild als Nahrungshabitat über den Sommer nur eine äußerst untergeordnete Rolle einnehmen.

In der Blütmischung kam Rehwild ab Ende Juli bis zur Ernte im September ständig vor (Abbildung 5.15). Dabei wurden vom Reh hauptsächlich die Zentralbereiche des Ackers aufgesucht. Nach der Getreideernte gegen Ende Juli bzw. Anfang August bietet die Blütmischung dem Reh noch sehr gute Deckungs- und Nahrungsmöglichkeiten. Dabei frequentierten die Rehe weitaus häufiger die ruhigen Zentralbereiche der Blütmischung. Die Fläche wurde zudem häufig gezielt als Tageseinstand oder zum Ablegen der Jungtiere genutzt.

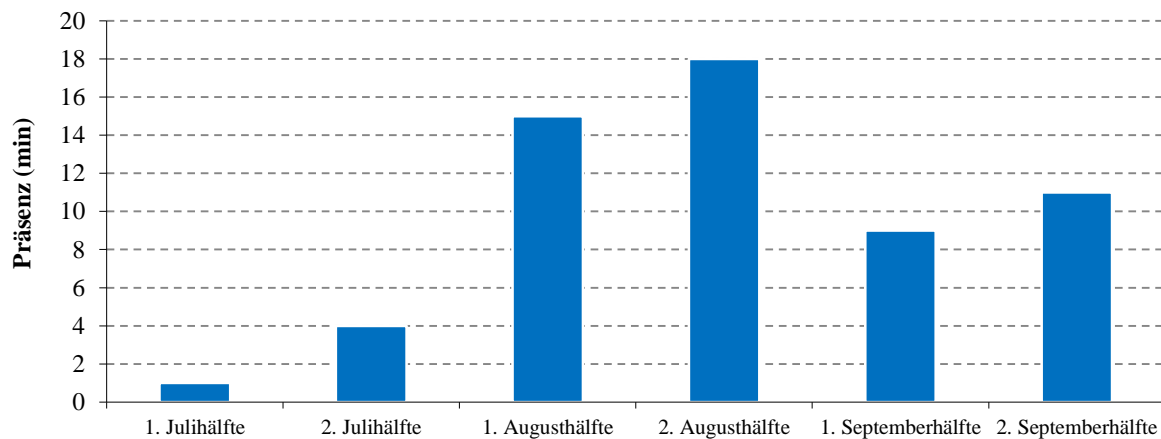


Abbildung 5.15: Rehwildpräsenz in der Blühmischung. Feldhasen wurden im selben Zeitraum nicht registriert.

Habitatnutzung auf Landschaftsebene

Im Frühjahr 2012 wurden 68 Feldhasen und 135 Rehe, im Herbst 82 Feldhasen und 64 Rehe kartiert. Das Ergebnis der Scheinwerferzählung im Frühjahr erbrachte eine durchschnittliche Hasendichte von ca. 12 Hasen pro 100 ha Zählfläche, im Herbst wurden rund 16 Hasen pro 100 ha Zählfläche ermittelt.

Stoppeläcker erreichten sowohl im Frühjahr als auch im Herbst mit rund 1,5 Tieren pro Hektar eine der höchsten Flächendichten beim Feldhasen (Abbildung 5.16). Auf Wintergetreide wurde im Frühjahr eine Dichte von 0,76 und im Herbst eine Dichte von 0,96 Feldhasen pro Hektar ermittelt. Sommergetreide verzeichnete im Frühjahr einen Wert von 0,46 Tieren pro Hektar. Auf Grünland fanden sich sowohl im Frühjahr als auch im Herbst rund 0,3 Hasen pro Hektar. Die geringste Individuenzahl pro Hektar wurde auf Schwarzäckern festgestellt. Im Frühjahr wurde hier ein Wert von 0,29 Hasen pro ha, im Herbst ein Wert von 0,27 Hasen pro ha ermittelt (Abbildung 5.16).

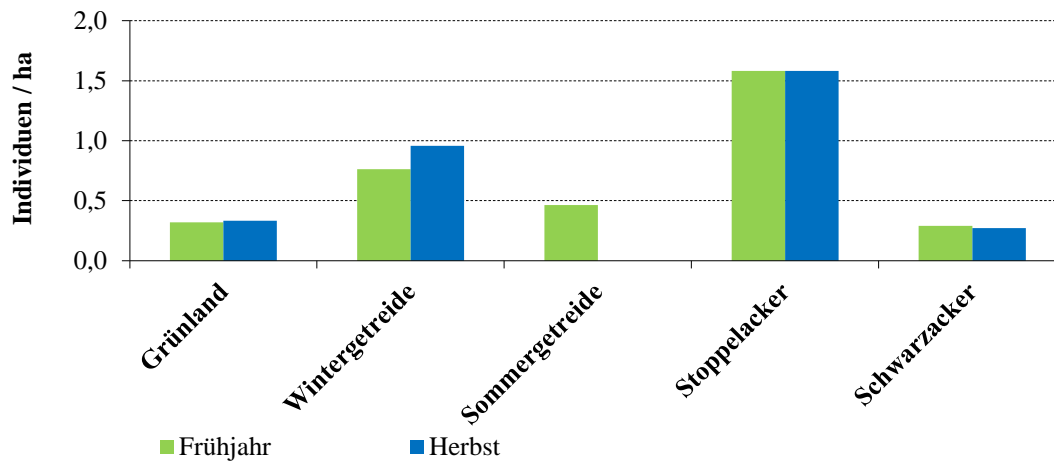


Abbildung 5.16: Feldhasenverteilung auf verschiedenen landwirtschaftlichen Nutzflächen (Scheinwerfertaxation).

Auffallend war die hohe Individuendichte von Feldhasen auf Stoppeläckern verschiedener Art (Mais-, Getreide- und Blühstoppel). Die Feldhasendichte variierte dabei auch innerhalb der vorgefundenen Stoppelstrukturen. So wurde auf Maisstoppeläckern ca. ein Feldhase pro Hektar vorgefunden, auf Getreidestoppeläcker waren es rund zwei Feldhasen. Den höchsten Wert erreichten Blühstoppel mit drei Feldhasen pro Hektar (Abbildung 5.17). Vor dem Hintergrund der Untersuchungen zur Vegetation und zum Futterwert der beiden Kulturen kann gefolgert werden, dass über das Winterhalbjahr gerade Blühstoppel für Feldhasen ein attraktives Nahrungs- und Deckungshabitat darstellen.

Die Verteilung der Rehe auf den abgeleuchteten landwirtschaftlichen Nutzflächen unterschied sich deutlich von der Verteilung der Feldhasen (Abbildung 5.18). So wurden Rehe im Frühjahr fast ausschließlich auf Grünland angetroffen. Hier wurde ein Wert von über sechs Tieren pro Hektar ermittelt. Die Individuendichten auf Wintergetreide (0,14) und Schwarzäckern (0,21) waren sehr gering. Auf Sommergetreide und Stoppeläckern wurde kein Reh kartiert. Im Herbst wurden dagegen nur noch 1,70 Rehe pro Hektar Grünland kartiert. Wintergetreide (0,14 Rehe pro ha) und Schwarzäcker (0,22 Rehe pro ha) spielten erneut kaum eine Rolle und erreichten fast exakt dieselben Werte wie im Frühjahr. Auf Stoppeläckern wurde wie im Frühjahr ebenfalls kein Reh kartiert (Abbildung 5.18).

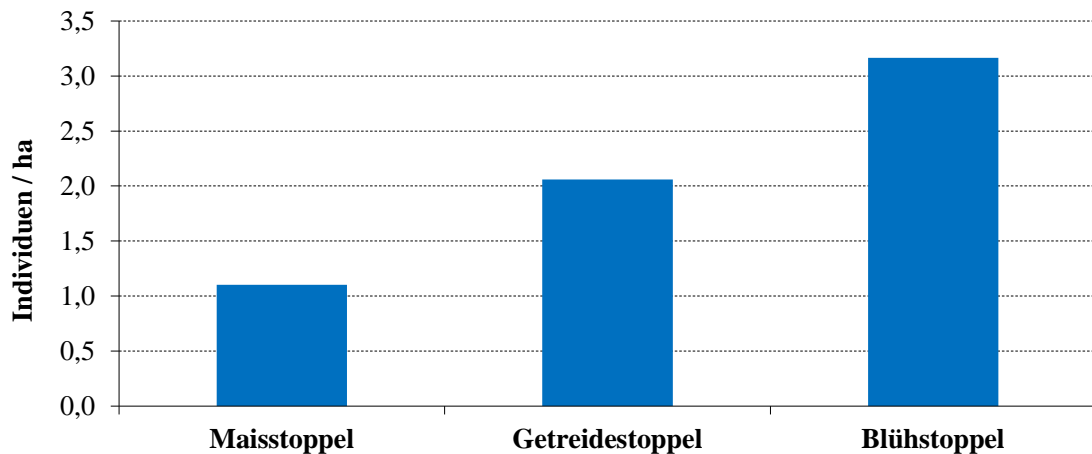


Abbildung 5.17: Feldhasenverteilung auf verschiedenen Stoppelstrukturen (Scheinwerfertaxation)

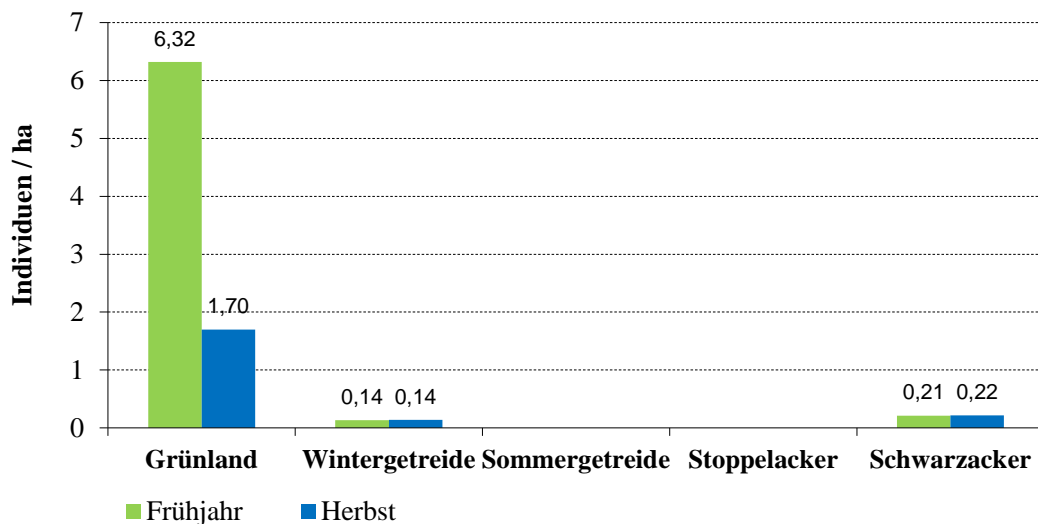


Abbildung 5.18: Rehwildverteilung auf unterschiedlichen landwirtschaftlichen Nutzflächen (Scheinwerfertaxation)

Präferenz- und Meidungsverhalten (Minimaldistanzanalyse und Electivity Index)

Feldhase

Beim Feldhasen war eine deutliche Präferenz für Ackerflächen in beiden Jahreszeiten erkennbar. Wintergetreide wurde sowohl im Frühjahr als auch im Herbst im Rahmen der Minimaldistanzanalyse und des Electivity Index deutlich bevorzugt (Abbildung 4.19; Tabelle

5.38). Entsprechend der Ergebnisse der Minimaldistanzanalyse und des Electivity Index wurde Sommergetreide ebenfalls bevorzugt angenommen, wenn auch nicht so deutlich wie das Wintergetreide (Abbildung 4.19; Tabelle 5.38). Der Grund hierfür dürfte sein, dass Sommergetreide im April erst kürzlich aufgelaufen war und im Vergleich noch nicht die Menge an Biomasse anbieten konnte, wie das Wintergetreide.

Auf Stoppeläckern konnten in beiden Jahreszeiten die höchsten Feldhasendichten im Rahmen der Scheinwerfertaxation und eine signifikante Bevorzugung im Rahmen der Minimaldistanzanalyse im Herbst festgestellt werden. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von KINSER (2011). Auch der Electivity Index ergibt für beide Jahreszeiten einen hohen und im Herbst signifikanten Präferenzwert (Abbildung 4.19; Tabelle 5.38).

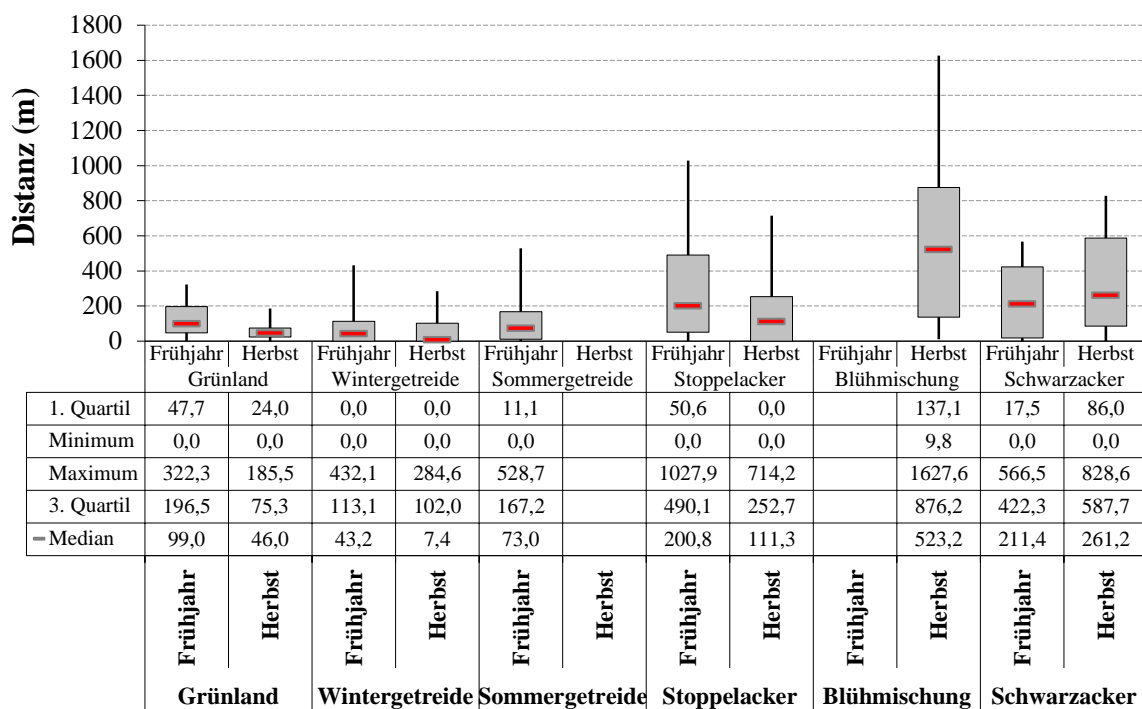


Abbildung 5.19: Habitatpräferenz beim Feldhasen – Abstände der mit der Scheinwerfertaxation ermittelten Erfassungspunkte zu verschiedenen Landschaftselementen.

Gegenüber der aufgewachsenen Blümmischung wurde ein deutliches Meidungsverhalten des Feldhasen sowohl bei der Minimaldistanzanalyse als auch beim Electivity Index beobachtet (Abbildung 4.19; Tabelle 5.38). Wie im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigt werden konnte, präsentiert sich die Blümmischung zwar potentiell als hochattraktives Nahrungshabitat, ist

aber gleichzeitig durch einen sehr hohen Raumwiderstand gekennzeichnet. Auch mit Hilfe der Fotofallen konnte kein Feldhase in der Blütmischung nachgewiesen werden.

Die niedrigste Feldhasendichte im Rahmen der Scheinwertfartaxation wurde sowohl im Frühjahr als auch im Herbst auf Schwarzäckern ermittelt. Mittels der Minimaldistanzanalyse konnte in beiden Jahreszeiten ein signifikantes Meidungsverhalten der Feldhasen gegenüber diesen Flächen nachgewiesen werden (Abbildung 4.19; Tabelle 5.38). Der Electivity Index zeigte indifferentes Verhalten, für das aber ein deutlicher negativer Trend zu verzeichnen war. Diese Flächen waren zum Zeitpunkt der Scheinwertfartaxation frei von jeder Vegetation und somit als Nahrungshabitat uninteressant.

Tabelle 5.38: Minimaldistanzanalyse für Feldhase und Reh (Kolmogorov-Smirnov-Test).

		Feldhase		Reh	
		Trend	Signifikanz (p-Wert)	Trend	Signifikanz (p-Wert)
Grünland	Frühjahr	-	n.s.	+	* (p ≤ 0,01)
	Herbst	-	* (p = 0,01)	+	* (p ≤ 0,01)
Wintergetreide	Frühjahr	+	n.s.	-	* (p ≤ 0,01)
	Herbst	+	n.s.	-	* (p ≤ 0,01)
Sommergetreide	Frühjahr	+	n.s.	±	n.s.
	Herbst	n.v.	n.s.	n.v.	n.s.
Stoppelacker	Frühjahr	+	n.s.	-	* (p = 0,01)
	Herbst	+	* (p = 0,02)	-	n.s.
Blütmischung	Frühjahr	n.v.	n.s.	n.v.	n.s.
	Herbst	-	n.s.	+	* (p = 0,01)
Schwarzacker	Frühjahr	-	* (p = 0,04)	±	n.s.
	Herbst	-	* (p = 0,04)	-	* (p ≤ 0,01)

+ = Präferenz; - = Meidung; ± = indifferent; * signifikant (Präferenz oder Meidung); n.v. = nicht vorhanden

Ein deutlich ausgeprägtes Meidungsverhalten des Feldhasen wurde auch für Grünland ermittelt. Im Frühjahr zeigte sowohl Minimaldistanzanalyse als auch Electivity Index ein Meidungsverhalten. Im Herbst ergab zwar der Electivity Index ein indifferentes Verhalten, die Minimaldistanzanalyse zeigte jedoch ein signifikantes Meidungsverhalten an (Abbildung 4.19; Tabelle 5.38). Dieses insgesamt sehr ausgeprägte Meidungsverhalten gegenüber

Grünland erscheint überraschend, da gerade auf diesen Flächen für einen Süßgrasfresser ein hochattraktives Nahrungsangebot vermutet werden sollte.

Reh

Rehwild bevorzugte in beiden Jahreszeiten signifikant das Grünland (Minimaldistanzanalyse und Electivity Index) (Abbildung 4.20, Tabelle 5.38). Ackerflächen wurden in beiden Jahreszeiten vom Reh signifikant gemieden. Besonders deutlich war dies für Stoppeläcker und Sommergetreideflächen, auf denen im Rahmen der Scheinwerfertaxation keine Rehe kartiert wurden. Die Stoppeläcker wurden signifikant gemieden, das Verhalten gegenüber Äckern mit Sommergetreide war indifferent (Abbildung 4.20, Tabelle 5.38). Offensichtlich spielten diese Flächen als Nahrungshabitat keine Rolle.

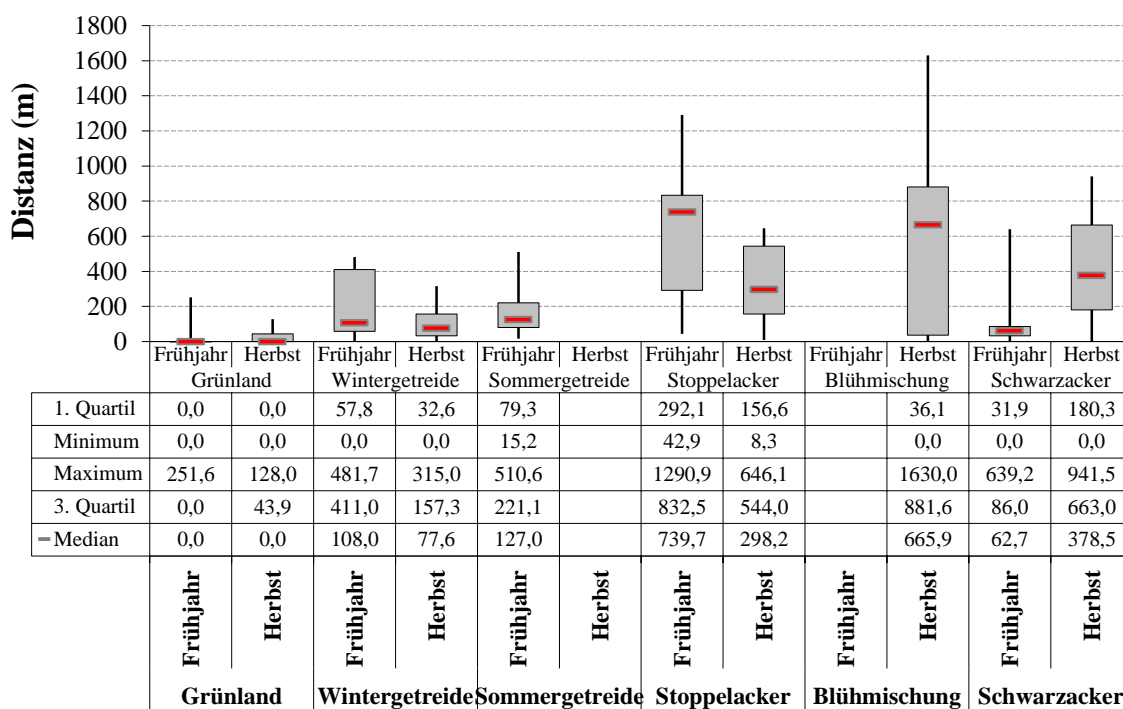


Abbildung 5.20: Habitatpräferenz beim Rehwild – Abstände der mit der Scheinwerfertaxation ermittelten Erfassungspunkte zu verschiedenen Landschaftselementen

Auch Wintergetreide und Schwarzäcker wurden insbesondere im Herbst signifikant gemieden (Minimaldistanzanalyse und Electivity Index) (Abbildung 4.20, Tabelle 5.38). Allerdings wurden auf beiden Ackereinheiten während der Scheinwerfertaxation im Frühjahr und im

Herbst vereinzelt Rehe kartiert. Blühmischungen wurden von Rehen bei der Minimaldistanzanalyse signifikant bevorzugt (Abbildung 4.20). Auch der Electivity Index ergab ein deutliches Präferenzverhalten (Tabelle 4.38). Angesichts der Ergebnisse der Vegetationsuntersuchungen und Fotofallen überrascht dies nicht. Offensichtlich kombinieren Blühmischungen eine gute Eignung als Deckungshabitat mit einer guten Eignung als Nahrungshabitat. Die hohe Nahrungsqualität der in der Blühmischung vorhandenen Pflanzen wurde über entsprechende Inhaltsanalysen dokumentiert.

5.2.8.2. *Diskussion*

Die Präferenz des Feldhasen für Ackerflächen deckt sich mit den Ergebnissen vorangegangener Arbeiten, die alle auf die positive Bedeutung des Wintergetreides hinweisen (BRÜLL, 1973, SCHRÖPFER & NYENHUIS., 1982, PFISTER et al., 2002, KINSER, 2011). Als ausgesprochener Süßgrasfresser findet der Hase auf Äckern mit Wintergetreide großflächig frische Nahrung, kann sich über die vegetationsfreien Fahrspuren der landwirtschaftlichen Fahrzeuge mit äußerst geringem Raumwiderstand fortbewegen und bleibt bei feuchter Umgebung verhältnismäßig trocken.

Aus den Ergebnissen lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass der großflächige Anbau von mehrjährigen Blühmischungen allein keine Verbesserung der Habitatqualität für den Feldhasen darstellt. Blühmischungen bieten zwar ausreichend Nahrung und Deckung, aufgrund der Vegetationsstruktur und dem vergleichsweise hohen Raumwiderstand dieser Kultur ist es hinsichtlich seiner Feinvermeidungsstrategie allerdings zweifelhaft, ob sie der Feldhase während der Bestandsphase auch nutzen kann. Trotz vorhandener Nahrungsressourcen, werden Blühmischungen in der Bestandsphase als Nahrungshabitat gemieden. Das nächtliche Raumnutzungsverhalten des Feldhasen wird ganz wesentlich durch das Vorhandensein geeigneter Nahrungshabitate bestimmt. Da der Feldhase in der Regel keine weiten Strecken zur Nahrungsaufnahme zurücklegt, bestimmt die Lage der Nahrungshabitate auch die Wahl der Tageseinstände in Form von Deckungshabitaten.

Blühmischungen können allerdings in intensiv genutzten Ackerbauregionen, wo natürliche Deckungshabitate weitgehend fehlen und es aufgrund enger Fruchtfolge vor allem im

Spätsommer zu Nahrungsengpässen kommen kann, für den Feldhasen interessant werden. Hier erscheint es durchaus denkbar, dass der Feldhase zumindest die Randbereiche von Blühmischungen als Deckungs- und auch Nahrungshabitat nutzt. Die Zentralbereiche von Blühmischungen werden jedoch auch dann mit großer Wahrscheinlichkeit gemieden. Vor diesem Hintergrund scheint ein mosaikartiger Anbau von breiten Blühstreifen mit Fokus auf den Feldhasen zielführender, als die Schaffung einzelner großer Blühäcker. Bei streifenförmigem Anbau werden dem Feldhasen durch einen hohen Anteil von Randlinien Nahrung und Deckung in der Fläche angeboten.

Dagegen erweisen sich die Stoppelstrukturen von mehrjährigen Blühmischungen als eine deutliche Verbesserung der Habitatqualität für den Feldhasen. Stoppelfelder stellen durch Auflaufen des Ausfallgetreides nach der Ernte für den Feldhasen ein attraktives Nahrungshabitat bereit (PEGEL, 1986). Zudem bietet sich der Segetalflora Raum und Zeit zur Entfaltung, was dem Feldhasen ein zusätzliches Nahrungsangebot verschafft. Gleichzeitig bieten die Stoppelstrukturen dem Feldhasen Sichtschutz und Deckung bei geringem Raumwiderstand, was seinem Feindvermeidungsverhalten entgegenkommt. Da entsprechende Stoppelstrukturen in der heutigen Agrarlandschaft eher selten vorhanden sind, scheinen mehrjährige Blühmischungen mit Stoppelstruktur über den Winter ein Defizit in den Habitatansprüchen des Feldhasen auszugleichen. Unter diesem Aspekt ist der Anbau von mehrjährigen Blühmischungen eindeutig dem Anbau von einjährigen Blühmischungen vorzuziehen. Angemerkt werden muss jedoch, dass im Rahmen dieser Arbeit lediglich eine Blühmischung im ersten Standjahr untersucht werden konnte. Wie sich die Veränderung der Artenzusammensetzung der Pflanzen in den Folgejahren auf die Eignung als Deckungs- und Nahrungshabitat auswirken, bleibt ungeklärt.

Die niedrigsten Feldhasendichten erbrachten Schwarzbrachen. Solche Schwarzbrachen fehlen bei der Blühmischungs-Kultur. Insbesondere das fehlende Nahrungsangebot auf Schwarzbrachen macht das festgestellte Meidungsverhalten des Feldhasen auch plausibel. KINSER (2011) kommt in seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass gepflügte, vegetationslose Äcker vom Feldhasen eher gemieden werden. Als äußerst kritisch muss in diesem Zusammenhang der intensive Maisanbau mit Tendenz zu großen zusammenhängenden Schlägen betrachtet werden. Da Mais spät ausgesät wird, liegen Maisäcker im Frühjahr in der Regel in Form von Schwarzäckern vor. Diese sind dann weitgehend frei von

Vegetation und damit Nahrung. Bei konzentriertem Maisanbau kommt hier dem Grünland, das ansonsten eine untergeordnete Rolle bei der Wahl als Nahrungshabitat für den Feldhasen einnimmt, eine Schlüsselrolle zu. Diese Flächen bieten im Frühjahr eine wichtige Nahrungsgrundlage, dies gilt ganz ausdrücklich auch für landwirtschaftlich genutzte Graswege. Wo Graswege noch vorhanden sind, sollten diese mit Fokus auf den Feldhasen unbedingt erhalten bleiben.

Maisäcker bieten zwar direkt nach dem Auflaufen der Saat dem Feldhasen geeignete Nahrung, jedoch ist dieser Effekt durch schnelles Hochwachsen der Kultur nach kurzer Zeit verpufft. Bei Vorhandensein einer ausgeprägten Segetalflora können Maisäcker allerdings auch während des Sommers ein geeignetes Habitat bieten. Der vergleichsweise geringe Raumwiderstand im Mais erleichtert dem Feldhasen die Fortbewegung innerhalb dieser Kultur. Unter diesen Aspekten ist der Mais auch als Deckungshabitat während der Sommermonate interessant. Allerdings schwindet die potentielle Attraktivität von Maisäckern als Nahrungs- und Deckungshabitat mit zunehmender Schlaggröße, da die Zentralbereiche in der Regel weitgehend frei von Vegetation sind und somit große ungenutzte Zentralbereiche entstehen. Auch verringert sich mit zunehmender Schlaggröße die Zahl an Randlinien in der Agrarlandschaft, was den potentiellen Raum an Nahrungs- und Deckungsmöglichkeiten einengt und die Populationsentwicklung des Feldhasen damit einschränkt. Trotz anfänglicher guter Nahrungsqualität der Segetalflora in den Randbereichen, fällt der Maisacker zudem im Verlauf der Sommermonate als Nahrungshabitat aus. Ein großflächiger konzentrierter Maisanbau lässt sogar eine Verschärfung der Nahrungsengpässe für den Feldhasen, insbesondere im Spätsommer, als denkbar erscheinen. Dennoch kann Mais für den Feldhasen, bei Einhaltung einer breiten Fruchtfolge und möglichst geringen Schlaggrößen, nicht pauschal als negativ betrachtet werden. Unter bestimmten Voraussetzungen bietet er dem Feldhasen zumindest zeitweise ein Nahrungs- und Deckungshabitat.

Das im Rahmen der Untersuchungen festgestellte ausgeprägte Meidungsverhalten des Feldhasen für Grünland deckt sich nicht mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen. So heben SCHRÖPFER & NYENHUIS (1982) die positive Bedeutung von Mähweiden für den Feldhasen hervor. KINSER (2011) konnte zwar keinen signifikanten Einfluss von Grünland auf das Verhalten des Feldhasen feststellen, zeigte aber dennoch eine tendenziell positive Wirkung auf. Eine Erklärung, warum Grünland gemieden wurde könnte sein, dass sich im Frühjahr die

Vegetation witterungsbedingt nur sehr zögerlich entwickelte. Daher boten ackerbauliche Kulturen wie Winter- und Sommergetreide zum selben Zeitpunkt bedeutend mehr Nahrung in Form von frischen Trieben als das Grünland. Eine ähnliche Situation kennzeichnet den Herbst, wenn die Vegetation auf dem Grünland schon weitestgehend zurückgebildet ist und auf den mit Winterfrüchten bestellten Äckern wieder frische Nahrung in großer Menge aufwächst (PEGEL 1986). Eine weitere Erklärung für die gefundene Meidung von Grünland könnte darin liegen, dass zum Zeitpunkt der Scheinwerfertaxation im Frühjahr und Herbst niederschlagsbedingt das Grünland in einem sehr feuchten Zustand war. Feldhasen meiden nasse, kalte Böden (ZÖRNER 1996). Schließlich geben PFISTER et al. (2002) zu bedenken, dass der Raumwiderstand von Grünland möglicherweise größer ist als der von ackerbaulichen Kulturen. In ackerbaulichen Kulturen ist der Raumwiderstand insbesondere im frühen Stadium und damit vor Aufwachsen der Kultur gering.

Anders als beim Feldhasen wird beim Reh das Raumnutzungsverhalten in Agrarlandschaften in erster Linie durch geeignete Deckungsstrukturen bestimmt. Wichtigstes Nahrungshabitat im Frühjahr und Herbst ist das Grünland. VON RAESFELD et al. (1985), LINDEROTH (2005) und STUBBE (2008) benennen Grünland als eine der bedeutendsten zur Verfügung stehenden Nahrungsflächen im Feld. Da das Reh kein reiner Grasfresser ist und einen hohen Anteil an krautigen Pflanzen in seiner Nahrung bevorzugt, werden Grünlandflächen im Vergleich zu einem Getreideacker als das attraktivere Nahrungshabitat wahrgenommen.

Blümmischungen stellen eine deutliche Bereicherung des Lebensraums für das Rehwild dar. Insbesondere in der Zeit nach der Getreideernte findet das Rehwild in der Blümmischung Nahrung und Deckung. Zu dieser Zeit ist die Landschaft ansonsten weitgehend leergeräumt. Gerade in Lebensräumen mit einem hohen Feldanteil und nur wenigen und verstreut liegenden Waldinseln können Blümmischungen, flankiert von einer angepassten Bejagungsstrategie, dazu beitragen, dass sich das Rehwild nach der Ernte nicht massiv in den Deckung bietenden Wäldern konzentriert, sondern länger im Feld verbleibt und damit der Verbissdruck im Wald gemindert wird.

Wintergetreide und Schwarzäcker wurden vom Rehwild gemieden. Allerdings wurden auf beiden Ackereinheiten während der Scheinwerfertaxation im Frühjahr und im Herbst vereinzelt Rehe kartiert. Für die vegetationsfreien Schwarzäcker lagen hier vermutlich

Zufallsbegegnungen von durchziehenden Tieren vor. Für Wintergetreide ist es jedoch denkbar, dass dieses gezielt zur Nahrungsaufnahme aufgesucht worden ist. So wird für das Rehwild in der Literatur Wintergetreide als wichtige Nahrungsquelle genannt (STUBBE 2008, ZEILER 2009). Allerdings merkt WEIS (1997) an, dass Getreide vor allem aufgrund der stärkereichen Körner für das Rehwild im Sommer von Interesse ist.

Da das Reh jedoch keine Präferenz gegenüber Stoppeläckern zeigt, wäre in diesem Fall der Anbau von mehrjährigen Blümmischungen zur Verbesserung der Habitatqualität im Winterhalbjahr nicht zwingend erforderlich. Im Hinblick einer erwünschten Verbissentlastung in den Wäldern bieten sich gerade auch einjährige Blümmischungen in Form eines Zwischenfruchtanbaus über das Winterhalbjahr an. Zudem bleibt ebenso wie beim Feldhasen auch für das Rehwild ungeklärt, wie sich eine Veränderung der Artenzusammensetzung von mehrjährigen Blümmischungen hinsichtlich der Qualität als Nahrungs- und Deckungshabitat in den Folgejahren auswirkt.

Maisäcker sind hinsichtlich ihrer Eignung als Nahrungshabitat für das Reh von untergeordnetem Interesse. Wie beim Feldhasen bietet sich dem Reh dort nur kurze Zeit nach Auflaufen der Saat potentielle Nahrung. Bei vorhandener Segetalflora kann Mais im Sommer zwar ein qualitativ betrachtet interessantes Nahrungshabitat vorhalten, jedoch ist die vorhandene Biomasse der Segetalflora gering, in der Regel nur in den Randbereichen ausgebildet und verschwindet im Verlauf der Sommermonate. Dennoch bieten auch Maisäcker über die Sommermonate dem Rehwild ein potentielles Deckungshabitat.

Der Schutz der Biodiversität in Agrarlandschaften ist nach wie vor keine Aufgabe, die mit einer einzigen Anbaukultur bewältigt werden kann. Mehrjährige Blümmischungen sind mit Sicherheit eine Bereicherung des Lebensraumes von Wildtieren in der Agrarlandschaft. Allerdings sind Sachverhalte wie Fruchtfolge, Vermeidung großer zusammenhängender Anbaueinheiten einzelner Kulturen und der Schutz von landschaftlichen Strukturelementen nach wie vor maßgebend für den Erhalt der Artenvielfalt in landwirtschaftlichen Lebensräumen. Dies gilt in besonderem Maße für den Feldhasen.

Reh und Feldhase sind hervorragende Beispiele für die notwendige Integration verschiedener Strukturen in der Landschaft als Voraussetzung für erforderliche Lebensraumqualitäten. Dabei kommt den angebauten Kulturen und deren Verteilung im Landschaftsraum eine

wichtige Funktion zu. Die Blütmischung ist in diesem Kontext ein neues Element, das für Aufwertungen genutzt werden kann.

Die Blütmischung ist durch ein attraktives Nahrungsangebot gekennzeichnet, das im Verlauf der Sommermonate bei vergleichsweise hohem Raumwiderstand (Zugänglichkeit) weitgehend konstant bleibt. Im Maisacker wurde lediglich in den Randbereichen ein nennenswertes attraktives Nahrungsangebot in Form der Segetalflora vorgefunden, das sich im Verlauf der Sommermonate aber drastisch verschlechterte. Der Raumwiderstand zwischen den Maisreihen ist dagegen vergleichsweise gering.

Trotz attraktivem Nahrungsangebot wurde in der Blütmischung kein Feldhase mittels Fotofallen dokumentiert. Ein wesentlicher Grund hierfür wird im hohen Raumwiderstand gesehen. Im Maisacker wurde der Feldhase solange dokumentiert, wie attraktive Nahrung in Form der Segetalflora vorhanden war. Rehe wurden im Maisacker nur sporadisch angetroffen. In der Blütmischung kamen Rehe ständig vor, insbesondere nach der Getreideernte.

Das nächtliche Raumnutzungsverhalten des Feldhasen im Frühjahr und Herbst wurde im Wesentlichen durch das Vorhandensein geeigneter Nahrungshabitate bestimmt. Neben Wintergetreide nahmen hier vor allem Stoppeläcker und insbesondere die Blühstoppel, eine wichtige Rolle ein. Blütmischungen werden deutlich gemieden, solange ausreichend natürliche Deckungshabitate zur Verfügung stehen, gewinnen aber an Bedeutung, sobald ein Mangel an solchen vorliegt. Grünland und Graswege nehmen bei konzentriertem Maisanbau für den Feldhasen insbesondere im Frühjahr eine Schlüsselrolle als Nahrungshabitat ein. Das nächtliche Raumnutzungsverhalten in Agrarlandschaften von Rehen im Frühjahr und Herbst wurde dagegen durch das Vorkommen geeigneter Deckungshabitate bestimmt. Gegenüber Blütmischungen zeigt das Rehwild ein signifikantes Präferenzverhalten. Blütmischungen bieten dem Reh auch nach der Getreideernte noch ausreichend Deckung und Nahrung außerhalb der Wälder und können damit potentiell auch zur Verminderung von Verbisschäden im Wald beitragen.

5.2.9. Sammelbeprobung Fensterfallen

5.2.9.1. *Ergebnisse Fensterfallen*

Es wurden 2012 in den Fensterfallen 105.000 Individuen erfasst und diese insgesamt 129 taxonomischen Gruppen mit unterschiedlichen Funktionen im Ökosystem zugeordnet (Räuber und Parasitoide, Herbivore, Blütenbesucher, Detritivore, Aasfresser, Sonstige). Die Mehrzahl der gefangenen Tiere ist nach der vorliegenden Auswertung der funktionellen Gruppe der Räuber zuzuordnen, gefolgt von Detritivoren, Herbivoren und Blütenbesuchern. Dominiert wird die Gruppe der Räuber von den Buckelfliegen (Phoridae) mit > 45.000 Individuen, gefolgt von Tanzfliegen (Empididae), Erzwespen (Chalcidoidea) und Kurzflügelkäfern (Staphylinidae) (Tabelle 5.39). Bei den Herbivoren dominieren die Blumenfliegen (Anthomyiidae) mit fast 3.000 Individuen, die Gallmücken (Cecidomyiidae) mit 1.200 Individuen, die Fransenflügler (Thysanoptera), Weichwanzen (Miridae) und Blattläuse (Aphidina) mit jeweils zwischen 500 und 1.000 gefangenen Tieren (Tabelle 5.39). Bei den Blütenbesuchern sind klassische Gruppen wie Schwebfliegen (Syrphidae) (100 Individuen) oder Bienen (Apidae) (70 Individuen) eher schwach vertreten. Es dominieren in den Fängen mit fast 3.500 Individuen die wegen ihrer schädlichen Larven bekannten Halmfliegen (Chloropidae). Bei den Halmfliegen fressen die Larven in Gräsern und die Adulten sind an Blüten gebunden (Tabelle 5.39). Unter den Detritivoren dominieren die Fliegen - Schmeißfliegen (Calliphoridae), Trauermücken (Sciaridae), Echte Fliegen (Muscidae), Fleischfliegen (Sarcophagidae), Dungfliegen (Scathophagidae). Nur schwach vertreten sind in den Fängen die Aasfresser mit den Aaskäfern und den Totengräbern (Silphidae) (Tabelle 5.39). Die Gruppe der Sonstigen umfasst mit 6.500 Individuen solche Taxa, die bei gegebener taxonomischer Auflösung sinnvoll keiner bestimmten Funktion zugeordnet werden können (Tabelle 5.39).

5.2.9.2. *Diskussion*

Bereits eine erste schnelle Analyse verdeutlicht das Potential, aber auch die Schwierigkeiten einer auf funktionellen Gruppen basierenden Auswertung. Allein durch deren große Zahl wird die Bedeutung der räuberischen Organismen im System und die daran gekoppelten Potentiale

für Ökosystemdienstleistungen deutlich. Von besonderem Interesse sind hier mit insgesamt fast 6.000 Individuen die verschiedenen Parasitoide (Schlupfwespen i.w.S.). Überraschend ist sicherlich die große Zahl und Vielfalt der gefundenen Blütenbesucher einerseits und die gerade in Relation zu den räuberischen Organismen eher geringe Zahl an Herbivoren im System.

Die Schwierigkeiten bei der Interpretation von Sammelproben liegen zunächst insbesondere in der Zuordnung der Fänge zu funktionellen Gruppen auf höherem taxonomischem Niveau bzw. in der stadienspezifischen Erfassung der entsprechenden Gruppen. Mit 45.000 Individuen tragen die Buckelfliegen (Phoridae) etwa 70 % zum Gesamtfang in der funktionellen Gruppe der Räuber bei. Bei den Buckelfliegen handelt es sich um eine Familie mit in Deutschland allein etwa 350 Arten. Die in den Fängen vertretenen Arten sind in der Regel klein (etwa 0,5 mm) und damit in den Potentialen zum Konsum von Biomasse begrenzt. Die Buckelfliegen sind zudem durch eine breite Palette an Lebensweisen gekennzeichnet. Es gibt in der Familie Räuber, aber auch Blütenbesucher und Detritivore. Die Auflösung auf Familieebene gibt damit die Funktion im System nur sehr eingeschränkt wieder.

Die Halmfliegen (Chloropidae) sind ein Beispiel für das Problem der stadienspezifischen Zuordnung. In der vorliegenden Analyse sind die Halmfliegen den Blütenbesuchern zugeordnet. Die Lebensweise der Adulttiere unterscheidet sich hier, wie bei den holometabolen Insekten eigentlich immer, von derjenigen der Larven (Konkurrenzvermeidung zwischen Adult- und Larvenstadium). Erfasst werden in diesem Fall blütenbesuchende Adulttiere, relevant sind dagegen die in den Fallen oder mit anderen Methoden des Untersuchungsprogramms nicht erfassten und erfassbaren herbivoren Larven, die im Inneren von Grasstängeln fressen (Stängelfraß).

Das Problem der Zuordnung ist schrittweise optimierbar und erfordert zumindest stichprobenartig eine verfeinerte taxonomische Analyse bzw. eine entsprechend gewichtete Zuordnung der gruppenspezifischen Einordnung nach dem Vorbild der Zuordnung des Makrozoobenthos im Süßwasser (vgl. MOOG, 1995). Ergänzend wäre auch eine doppelte oder gesplittete Zuordnung in Anlehnung an Unterschiede im Verhalten zwischen Adulttieren und Larven denkbar.

Schließlich sind in den Fensterfallen flugunfähige Gruppen nicht (z.B. Schnecken, Springschwänze, Regenwürmer) oder nur wenig (z.B. Spinnen) repräsentiert. Die Betrachtung der funktionellen Gruppen bleibt somit unvollständig. Dem kann im Prinzip durch eine Kombination der Fänge aus Boden- und Fensterfallen abgeholfen werden.

Die vorliegende Analyse wurde auf der Basis von Individuenzahlen durchgeführt. Eine Analyse auf der Basis von Biomasse wäre möglicherweise genauer. Auch dies ist mit zusätzlichem Aufwand unter Hinzuziehung entsprechender Eichkurven durchaus leistbar. Allerdings leidet auch eine auf Biomasse basierte Analyse darunter, dass in Relation zu ihrer Biomasse speziell die Schlupfwespen im weitesten Sinn i.Vgl. zu den klassisch räuberischen Organismen überproportionale Effekte im System verursachen. Gegebenenfalls wäre diesbezüglich eine höhere Gewichtung der Parasitoide gegenüber den Räubern zielführend.

Tabelle 5.39: Anzahl der Ordnungen und Familien der Fensterfallenfänge im UR Süd, geordnet nach deren Ernährungsweise

Räuber			Herbivore			Blütenbesucher			Detritivore und Aasresser			Sonstige		
N	Lat. Name	Dt. Name	N	Lat. Name	Dt. Name	N	Lat. Name	Dt. Name	N	Lat. Name	Dt. Name	N	Lat. Name	Dt. Name
45.095	Phoridae	Buckelfliegen	2.758	Anthomyiidae	Blumenfliegen	3.460	Chloropidae	Halmfliegen	8.645	Calliphoridae	Schmeißfliegen	4.283	So. Brachycera	Fliegen
7.496	Empididae	Tanzfliegen	1.205	Cecidomyiidae	Gallmücken	703	Chironomidae	Zuckmücken	7.308	Sciariidae	Trauermücken	748	Nematocera	
4.707	Chalcidoidea	Erzwespen	833	Thysanoptera	Fransenflügler	602	Bibionidae	Haarmücken	3.991	Muscidae	Echte Fliegen	592	Milichiidae	
1.716	Staphylinidae	Kurzflügler	646	Miridae	Weichwanzen	137	Lepidoptera	Schmetterlinge	1.169	Sarcophagidae	Fleischfliegen	391	Drosophilidae	Taufliegen
1.062	Coleoptera	Käfer	615	Aphidina	Blattläuse	100	Syrphidae	Schwebfliegen	1.127	Scatopsidae	Dungmücken			Fliegen
610	Acari	Milben	308	Nitidulidae	Glanzkäfer	95	Oedemeridae	Scheinbockkäfer	639	Lathridiidae		117	Camillidae	
562	Proctotrupidae		177	Cynipidae	Gallwespen	90	Conopidae	Dickkopffliegen	236	Limoniidae	Stelzmücken	103	Sepsidae	
351	Ceratopogonidae	Bartmücken	144	Curculionidae	Rüsselkäfer	70	Apidae	Echte Bienen	205	Sphaeroceridae	Dungfliegen	92	Tabanidae	Bremsen
282	Ichnumonidae	Schlupfwespen	127	Cynipoidea	Gallwespenartige	38	Psychodidae	Schmetterlingsmücken	142	Tipulidae	Schnaken	75	Scatophagidae	
220	Panorpidae	Skorpionsfliegen	93	Heleomyzidae	Scheufliegen	23	Hymenoptera		74	Mycetophilidae	Pilzmücken	68	Fanniidae	
195	Dolichopodidae	Langbeinfliegen	85	Diptera					73	Scarabaeinae	Mistkäfer			
188	Cantharidae	Weichkäfer	73	Heteroptera	Wanzen	13	Stratiomyidae	Waffenfliegen	61	Cerambycidae	Bockkäfer	25	Asteiidae	
145	Chrysididae	Goldwespen	73	Noctuidae	Eulenfalter	12	Tiphiidae	Rollwespen				17	Lauxaniidae	
110	Braconidae	Brackwespen	71	Psocoptera	Staubläuse	5	Tachinidae	Raupenfliegen				16	Lonchaeidae	
109	Formicidae	Ameisen	68	Chrysomelidae	Blattkäfer	1	Zygaenidae	Widderchen	40	Silphidae	Aaskäfer	15	Piophilidae	
99	Araneae	Spinnen	56	Elateridae	Schnellkäfer							10	Catopidae	
88	Sphecidae	Grabwespen	51	Tephritidae	Bohrfliegen				29	Buprestidae	Prachtkäfer	9	Isometopidae	
81	Tenthredinidae	Echte Blattwespen	45	Auchenorrhyncha	Zikaden				16	Sminthuridae	Kugelspringer	8	Tethinidae	
63	Anthocoridae	Blumenwanzen	32	Sesiidae	Glasflügler				13	Necrophorus	Totengräber	4	Xylomyidae	
55	Rhagionidae	Schnepfenfliegen	9	Melolonthinae	Blatthornkäfer				3	Alleculidae	Pflanzenkäfer	3	Neottiophilidae	
45	Coccinellidae	Marienkäfer	8	Oribatida	Hornmilben							2	Scarabaeinae	
41	Ceraphronoidea		8	Mordellidae	Stachelkäfer							2	Sciomyzidae	
35	Chaoboridae	Büschelmücken	7	Bruchidae	Samenkäfer							1	Acralepiidae	
21	Chrysopidae	Florfliegen	5	Dermaptera	Ohrwürmer									
20	Asilidae	Raubfliegen	4	Pentatomidae	Baumwanzen									
18	Vespidae	Faltenwespen	2	Lygaeidae	Bodenwanzen									
17	Carabidae	Laufkäfer	2	Coreidae	Randwanzen									
10	Culicidae	Stechmücken	2	Urodonidae	Rüsselsamenkäfer									
9	Nabidae	Sichelwanzen	2	Palloppteridae	Zitterfliegen									
8	Pselaphidae	Palpenkäfer	2	Lonchopteridae	Lanzenfliegen									
8	Ceropalidae		1	Acrididae	Feldheuschrecken									
8	Eucoilidae		1	Blattodea	Schaben									
8	Pompilidae	Wegwespen	1	Scarabaeidae										
6	Neuroptera	Netzflügler	1	Agromyzidae	Minierfliegen									
5	Saldidae	Uferwanzen												
3	Hemerobiidae	Taghafte												
2	Hydrophilidae	Wasserkäfer												
2	Melyridae	Wollhaarkäfer												
1	Cleridae	Buntkäfer												
1	Raphidioptera	Kamelhalsfliegen												
1	Pipunculidae	Augenfliegen												
63.503	41		7.515	34		5.349	15		23.771	17		6.581	23	

5.2.10. Gesamtanalyse (alle Artengruppen)

5.2.10.1. Ergebnisse

In die zusammenfassende Analyse unter Einbeziehung aller Indikatorgruppen (ohne Vögel) gehen im UR Nord 198 Arten und im UR Süd 193 Arten mit den jeweils nachgewiesenen Abundanzen ein (nur Innenräume berücksichtigt, keine Berücksichtigung von Kulturarten bei der Vegetation sowie von *Apis mellifera* bei den Bienen, siehe auch Tabelle 5.41). Die Indikatorgruppen sind in der Analyse unabhängig von der gefundenen Individuenzahl gleich gewichtet.

Tabelle 5.40: Alle Artengruppen - Ähnlichkeitsmatrix (Dominantenidentität) für beide Untersuchungsjahre. Es sind nur Fänge der Probestreifen innen berücksichtigt.

UR Nord						
	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
BM	1					
Ma	0,24	1				
GPS	0,32	0,17	1			
Mi	0,29	0,16	0,22	1		
Ra	0,37	0,33	0,37	0,26	1	
ZR	0,26	0,36	0,29	0,23	0,52	1

UR Süd						
	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
BM	1					
Ma	0,27	1				
GPS	0,22	0,18	1			
Mi	0,11	0,16	0,10	1		
Ra	0,35	0,34	0,27	0,21	1	
ZR	0,31	0,32	0,39	0,16	0,37	1

In beiden Untersuchungsräumen bestätigt sich in Bezug auf die Ähnlichkeit der Artengemeinschaften die Sonderstellung der Miscanthus-Kultur. Aber auch die GPS ist durch vergleichsweise niedrige Dominantenidentitäten im Vergleich zu den übrigen Kulturen gekennzeichnet (Tabelle 4.40). Besonders hoch ist die Unähnlichkeit zwischen GPS und Miscanthus im UR Süd. Vergleichsweise hohe Ähnlichkeiten ergeben sich für Zuckerrübe und Raps in beiden Untersuchungsräumen. Im UR Nord liegt die Ähnlichkeit der Artengemeinschaften nur für diese Kulturen über dem Wert von 50 % (Tabelle 4.40).

Aufgrund der Sonderstellung des Miscanthus als „untypischer“ Ackerkultur wurde dieser bei der Reihung entlang des Gradienten Gunstkultur – Ungunstkultur nicht berücksichtigt. Entsprechende Reihungen wurden für die Kombination Blühhmischung - Mais und Blühhmischung - GPS vorgenommen. Dies reflektiert den großen Abstand der GPS-Kultur von der Gunstkultur Blühhmischung im UR Süd (GPS als Ungunstkultur im UR Süd).

Tabelle 5.41: Artenzahlen und Rote-Liste-Arten für alle untersuchten Gruppen. Nur innerer Probestreifen berücksichtigt für Vegetation, Blattkäfer, Bienen, Spinnen und Laufkäfer; bei Regenwürmern innen und außen zusammengefasst; Aufnahmezeitraum Vögel umfasst inneren und äußeren Probestreifen.

	UR	BM		Ma		GPS		Mi		Ra		ZR		Gesamt	
		Arten	RL	Arten	RL	Arten	RL	Arten	RL	Arten	RL	Arten	RL	Arten	RL
Vegetation	N	42	-	7	-	9	-	35	-	10	-	7	-	74	-
	S	36	1	26	-	20	-	3	-	21	-	8	-	64	1
Blattkäfer	N	11	1	5	-	-	-	1	1	2	-	3	-	14	2
	S	9	2	8	-	3	1	3	-	5	-	9	-	23	3
Bienen	N	9	-	-	-	1	-	5	-	7	-	-	-	14	-
	S	5	-	-	-	1	-	-	-	2	-	2	-	5	-
Spinnen	N	21	-	23	-	25	1	28	-	24	-	25	-	51	1
	S	23	-	25	-	28	1	23	-	18	-	25	-	53	1
Laufkäfer	N	13	1	11	1	18	2	19	-	25	1	27	-	37	3
	S	23	-	18	-	21	1	12	-	20	-	15	1	38	2
Regenwürmer	N	5	-	3	-	5	-	5	-	5	-	5	-	8	-
	S	7	-	4	-	6	-	6	-	7	-	7	-	10	-
Vögel	N	6	-	6	4	8	4	4	2	8	4	5	3	22	7
	S	11	6	10	3	10	4	11	2	10	4	9	3	24	3

Für beide Untersuchungsräume ergibt sich abhängig von der Wahl der Ungunstkultur die gleiche Reihung der verbleibenden Kulturen entlang des angenommenen naturschutzfachlichen Gradienten. Jeweils groß sind die Abstände zwischen Gunstkultur Blühhmischung und der an zweiter Stelle liegenden Kultur, sowie die Abstände der Ungunstkultur von den übrigen Kulturen. Bei der Kombination Blühhmischung - GPS liegen die Ordinationswerte des UR Nord generell unter denen des UR Süd. Die Differenzierung zwischen Gunstkultur und den übrigen Energiekulturen ist im UR Süd in diesem Fall durchgehend höher. Ein uneinheitliches Bild ergibt sich für die Bray-Curtis Ordination mit den subjektiv gewählten Endpunkten Blühhmischung (Gunstkultur) und

Mais (Ungunstkultur). Die Differenzierung im UR Nord ist hier zwischen Gunstkultur und Ungunstkultur geringfügig höher als im UR Süd.

Die mittlere Ähnlichkeit der untersuchten Kulturen (ohne Miscanthus) zur Gunstkultur Blütmischung beträgt im UR Nord 0,30 (n = 4, STD = ±0,05) bzw. im UR Süd 0,29 (n = 4, STD = ±0,06). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Untersuchungsräumen ist nicht gegeben.

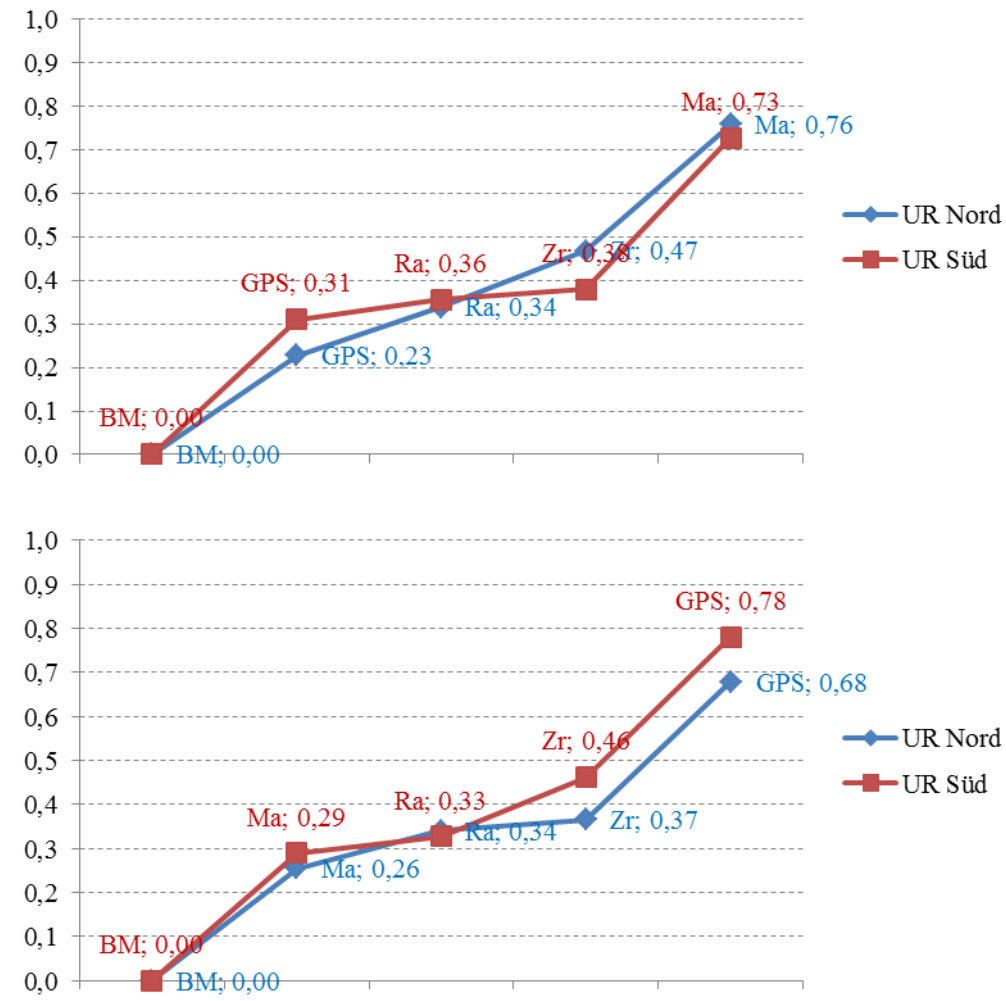


Abbildung 5.21: Bray-Curtis-Ordinationswerte auf der 1. Achse, Wahl der Endpunkte subjektiv (Gradient Gunstkultur – Ungunstkultur). Oben: Endpunkte Blütmischung – Mais, unten: Endpunkte Blütmischung GPS. (Bei der Ordination keine Berücksichtigung von Miscanthus).

5.2.10.2. *Diskussion*

Die Ähnlichkeitsanalyse über alle Indikatorgruppen bestätigt die isolierte Stellung des *Miscanthus* in Bezug auf die verschiedenen Artengemeinschaften. Ansonsten fällt die relativ geringe Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Ackerkulturen ins Auge und dies trotz einer fast in allen Indikatorgruppen festgestellten Dominanz von Ubiquisten und eurytopen Arten. Dies spricht für die Prominenz von Zufalls- und Bewirtschaftungseffekten bei den in Ackerkulturen immer wieder notwendigen Neubesiedlungen nach Bodenbearbeitung oder Behandlungsmaßnahmen. Nur für Raps und Zuckerrübe im UR Nord wurde eine Ähnlichkeit der Artengemeinschaften von > 50 % nachgewiesen.

Im UR Nord wurden insgesamt mehr Arten in den Ackerinnenräumen nachgewiesen als im UR Süd. Die größte Ähnlichkeitsdistanz (geringste Ähnlichkeit) mit Bezug zur Gunstkultur besteht im UR Nord zur Mais-Kultur, im UR Süd zur GPS-Kultur. Die Distanz zwischen Gunstkultur Blümmischung und Ungunstkultur Mais ist im UR Nord größer als im UR Süd. Umgekehrt ist die Distanz zwischen Gunstkultur Blümmischung und Ungunstkultur GPS im UR Süd größer als im UR Nord. Ein eindeutiges Muster zur Wirkung der landschaftlichen Strukturierung ist damit nicht erkennbar, d.h. im UR Süd ist die Distanz zwischen Gunstkultur und Ungunstkultur nicht notwendigerweise größer als im UR Nord.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass die deutlich größere räumliche Ausdehnung des Untersuchungsraumes im Norden zur Einbeziehung eines insgesamt differenzierteren Umfeldes geführt haben kann, was möglicherweise in einer höheren Differenzierung der angetroffenen Artengemeinschaften mündet. Verstärkt wird dieser vermutete Effekt durch die relativ isolierte Lage der Blümmischung im UR Nord mit einem im Vergleich zu den anderen Kulturen eher untypischen Umfeld und untypisch hohen Besiedlungspotentialen.

Die Rangfolge der Kulturen entlang des Gradienten Gunstkultur – Ungunstkultur ist in beiden Untersuchungsräumen und für beide möglichen Ungunstkulturen identisch. Die zwischen den Endpunkten angeordneten Kulturen unterschieden sich dabei bezüglich ihres Achsen-Wertes nur geringfügig, d.h. es gibt nur geringe Unterschiede zwischen den entsprechenden Kulturen entlang des Gradienten Gunstkultur – Ungunstkultur. Oder

anders ausgedrückt naturschutzfachlich sind die entsprechenden Kulturen nahezu gleichwertig. Dies gilt auch für die Mais-Kultur und die GPS-Kultur.

In Bezug auf den Naturschutzwert schenken sich die Standard-Kulturen somit wenig. Der Artenbestand in den Indikatorgruppen wird in allen Kulturen vor allem auch durch Bewirtschaftungsmaßnahmen geprägt. Dies eröffnet Möglichkeiten für eine naturschutzkonformere Nutzung, wobei die naturschutzfachlichen Effekte im konventionellen Anbau begrenzt bleiben. Unabhängig von Unterschieden in Standorten oder Bewirtschaftung fehlen seltene oder bedrohte Arten und damit naturschutzrelevante Arten in den entsprechenden konventionell bewirtschafteten Kulturen.

5.2.11. Zusammenfassende Diskussion - Erhebungen zu Fauna und Flora

Die vorliegenden Untersuchungen verdeutlichen einerseits die begrenzten Möglichkeiten für den Schutz naturschutzfachlich relevanter Arten in landwirtschaftlich intensiv genutzten (Energie-)Kulturen. Andererseits sind Kultur-, Bewirtschaftungs- und Umwelteffekte als Bestimmungsgrößen für angetroffene Artengemeinschaften erkennbar. Daraus sind Managementempfehlungen für mehr Artenreichtum auf landwirtschaftlichen Flächen abzuleiten. Allerdings dann ein Management für Arten, die i.d.R. keiner Gefährdung unterliegen. Eine bemerkenswerte Ausnahme sind Vogelarten, die landwirtschaftliche Flächen als Nahrungsreservoir nutzen und mit einem vergleichsweise hohen Anteil an gefährdeten Arten in den Aufnahmen vertreten sind.

Naturschutzfachlich relevante Arten in den gewählten Indikatorgruppen haben unterschiedliche Ansprüche an den Lebensraum „Acker“. Seltene Segetalarten benötigen regelmäßige Störungen (Bodenbearbeitung). Wertgebende Laufkäfer sind in der Regel an stabilere Lebensräume gebunden und treten vorwiegend in der älteren Miscanthuskultur im UR Süd in Erscheinung. Bei den Spinnen wiederum waren entsprechende Zönosen in der Vegetation kaum ausgebildet, was in extrem niedrigen Fangzahlen zum Ausdruck kommt. Dies ist möglicherweise Bewirtschaftungseffekten kombiniert mit eher langsamer Neubesiedlung geschuldet, andererseits auch einem potentiell verarmten Beutespektrum in Neophyten-Kulturen wie dem Miscanthus. Spannend ist hier die weitere Entwicklung in der Blütmischung, wo sich zumindest im UR Süd und damit in der aus einem Maisacker entwickelten Kultur bereits im zweiten Untersuchungsjahr deutlich mehr Arten und Individuen eingestellt haben, als in den konventionell bewirtschafteten Energiekulturen im Umfeld. In den Bodenfallen wiederum wurden viele Individuen gefangen, allerdings fast ausschließlich euryöke Offenland- und Ackerarten. Unter mehr als 11.000 Spinnen-Individuen wurden am Ackerrand nur drei Arten der Roten Listen – davon 1 Neozoe und 2 Arten der Vorwarnstufe - mit jeweils einem (!) Individuum erfasst.

Überrascht hat das weitgehende Fehlen von Blattkäfern in den Kulturen und der in dieser Gruppe hohe Anteil gefährdeter Arten unter den gefangenen Individuen. Die Blattkäferzahlen beleiben in allen Kulturen weit unterhalb möglicher Schadschwellen. Darüber können auch die einmalig hohen Fangzahlen in Bodenfallen im Frühjahr 2012 im UR Nord nicht hinwegtäuschen. Diese sind geprägt von Fängen in der Blütmischungskultur und damit auf einer Fläche, die im Vorjahr als Wildacker gedient

hatte. In der Rapskultur ist das Fehlen von Blattkäfern sicherlich auch dem intensiven Einsatz von Insektiziden gegen den Rapsglanzkäfer geschuldet. Auch die Zuckerrübe als weitere Blattkultur wurde mehrfach mit Insektiziden behandelt. Die Blümmischung wurde im zweiten Jahr deutlich stärker von Blattkäfer besiedelt und es ist nicht auszuschließen, dass sich im weiteren Verlauf hier noch zusätzliche Arten einstellen.

In der mehrjährigen Blümmischung kann mit seltenen und auf die regelmäßige Bodenbearbeitung angewiesenen Segetalarten nicht gerechnet werden. Somit sind die naturschutzfachlichen Potentiale der Kultur in Bezug auf gefährdeten Pflanzen limitiert. Überrascht haben die insgesamt niedrigen Fangergebnisse für Wildbienen (außer Hummeln), Spinnen und mit Einschränkungen Blattkäfern in den Blümmischungen (UR Süd mit zwar vielen Arten, aber nur wenigen Individuen). Kennzeichnend an den hohen Dichten an Honigbienen und Hummeln, ist die Blümmischung sicherlich eine für Bienen vor allem ab Juni prinzipiell attraktive Kultur. Detaillierte und den Rahmen dieses Projektes sprengende Nachforschungen für die Ursachen der Armut insbesondere an solitären Wildbienen müssen sich zunächst primär auf die Auswahl der Blütenpflanzen in der Mischung konzentrieren. Defizite gibt es hier sicherlich speziell bei den Frühblüher, die in der Mischung weitgehend fehlen. Eine interessante Frage sind auch mögliche Konkurrenzphänomene aufgrund der hohen Präsenz von Honigbienen und Hummeln in der Blümmischung.

Die Entwicklung des Artenreichtums bei Bienen, Spinnen und Blattkäfern ist im zweiten Jahr nach Etablierung der fünfjährigen Blümmischung sicherlich nicht abgeschlossen. Für die genannten Gruppen sind jedenfalls die Schlüsselrequisiten in der Blümmischung vorhanden. Dies schließt Nahrung für Spinnen in der Vegetation ein, denn die hohe Abundanz an Rauch- und Mehlschwalben über den Blümmischungen indiziert ein dort reichhaltiges Angebot an Fluginsekten. Eine besondere Rolle spielen die Blümmischungen potentiell für den Feldhasen. Wichtig hier aber weniger die Kulturphase im späten Frühjahr und Sommer, sondern die Stoppelbrache nach der Ernte im Herbst und die kontinuierliche Verfügbarkeit von Vegetation im Jahresverlauf und damit auch während der Nahrungsengpässe im Herbst, Winter und zeitigen Frühjahr.

Ein nicht unerheblicher Teil der zwischen den Untersuchungsräumen und Untersuchungsjahren dokumentierten Unterschiede in der Zusammensetzung von Flora und Fauna lässt sich nicht durch die Kultur selbst, sondern durch Witterungseffekte (Frost, Trockenheit),

Unterschiede in der Bewirtschaftung – vielfach auch in Reaktion auf witterungsbedingte Schäden, Alter der Bestände (*Miscanthus*) und Umfeldeffekte erklären. Zwar wurde versucht, Bodenbearbeitung und Behandlungsmaßnahmen im Rahmen der Möglichkeiten zu koordinieren. Insbesondere die Behandlungsmaßnahmen erzeugen eine eigene Parallelphänologie zur unterliegenden Saisonalität. Deutlich wird dies insbesondere an den Erfassungen von samenfressenden Vogelarten in den Blütmischungen. Entsprechende Arten wurden im zweiten Untersuchungsjahr schon deshalb nicht registriert, weil die Vögel nicht unmittelbar nach dem erntebedingten Samenregen erfasst worden sind. Im ersten Jahr wurden die Samenfresser aufgrund des gestreckten Zeithorizontes mit Samenverfügbarkeit an Sonnenblumen sehr viel umfassender erfasst.

Eine vollständige Koordination des Untersuchungsprogramms ist bei Mitwirkung mehrerer Betriebe mit durchaus auch unterschiedlichen Bewirtschaftungsansätzen nicht zu erreichen. Erschwert wurde die Situation durch teilweise extreme Klimabedingungen während der Untersuchungszeit (Frost, Sommertrockenheit, Starkregen bzw. Hagel) die alle zu teilweise kurzfristigen Änderungen im normalen Bewirtschaftungsablauf geführt haben. Am spektakulärsten dabei sicherlich die frostbedingt fehlgeschlagene Auswinterung von Wintergetreide im UR Nord (Winter 2011/2012). Änderungen im Bewirtschaftungsablauf betreffen aber auch Zeitpunkte von Ernte und Bodenbearbeitung sowie Zeitpunkte von Behandlungsmaßnahmen. In UR Süd wurde der Raps im Jahr 2013 intensiver und länger in die Vegetationsperiode hinein mit Insektiziden behandelt. Mögliche Rückwirkungen sind im Fehlen von Wildbienen (Hummeln), bzw. der Abnahme der Blattkäferdichten im Vergleich zum Vorjahr erkennbar.

Zu beachten ist schließlich auch, dass unabhängig von deterministischen Faktoren in störungsgeprägten, auf Neukolonisation bauenden Lebensräumen immer auch Zufallseffekte die Zusammensetzung der frühen Artengemeinschaften prägen.

5.3. Naturschutzfachliche Bewertung am Beispiel der Laufkäfer

5.3.1. Artbasierte Bewertung der Laufkäfer

5.3.1.1. Skalierung

Grundlage für die artbasierte Bewertung der Laufkäfer sind die Kriterien: Gefährdungsgrad, naturräumliche Spezifität, Seltenheit (Verbreitung und Verbreitungsdichte), Anpassung an Nutzungsintensität (Besiedlungsvermögen und Störungsempfindlichkeit) und Habitatspezifität (Tabelle 5.42). Datenquelle für die artspezifische Ausprägung der entsprechenden Kriterien und die daran gebundene Zuordnung von Bewertungszahlen ist vorwiegend der Katalog zu den Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands (GAC, 2009). Falls anderweitig keine 5-stufige Skala vorliegt oder aus vorliegenden Skalen abgeleitet werden kann, wird angestrebt im Rahmen der artspezifischen Bewertung den unteren 50 % der Ausprägungen den Wert 1 (geringer Naturschutzwert), den oberen 6,25 % der Ausprägungen den Wert 5 (hoher Naturschutzwert) zuzuweisen.

Tabelle 5.42: Kriterien für die naturschutzfachliche Bewertung der Laufkäferarten auf einer Skala von 1 (geringer Wert) bis 5 (hoher Wert).

Bewertungskriterium	abgeleitet aus	Bewertungszahl (1-5)				
		1	2	3	4	5
1 Gefährdungsgrad	Rote Liste (BW)	*	V	3	2	1
2 Naturräumliche Spezifität	Verbreitung in Großlandschaften ¹⁾	7 – 8	5 - 6	3 - 4	2	1
3 Seltenheit	Durchschnitt 3a und 3b ¹⁾	< 2	< 3	< 4	< 5	5
3a Verbreitung	Liste GAC, Tabelle 4	siehe Abbildung 4.22				
3b Räumliche Dichte	Liste GAC, Tabelle 4	siehe Abbildung 4.22				
4 Nutzungsintensität	Durchschnitt 4a und 4b	< 2	< 3	< 4	< 5	5
4a Besiedlungsvermögen	Flugfähigkeit	makro-pter		dimorph		brachy-pter
4b Störungsempfindlichkeit	Körpergröße ³⁾ (in mm)	< 10	≤ 15	≤ 17,5	≤ 20	>20
5 Habitatspezifität	Grad der Eurytopie als Zahl besiedelter LRT ¹⁾²⁾	eurytop od. > 9	6 - 9	4 - 5	2 - 3	1

¹⁾ nach GAC (2009); ²⁾ LRT = FFH-Lebensraumtyp; ³⁾Angabe der Größenklasse-Obergrenze, Untergrenze entspricht Obergrenze des kleineren Skalenwerts.

Den Tabelle A 14 und Tabelle A 17 im Anhang sind die Bewertungszahlen in den fünf Kriterien sowie der summierte Artwert für die einzelnen Laufkäferarten zu entnehmen. Sofern die 5 Bewertungsstufen im GAC-Katalog nicht vorliegen, ist die Zuordnung der Ausprägungen in den Tabellen in erster Näherung geschätzt und noch nicht streng entsprechend dem oben angeführten Verteilungskriterium für die Wertstufen abgeleitet (fehlende Datenbasis bzw. Auswertungen).

Gefährdungsgrad

Angaben über den aktuellen Gefährdungsgrad der Laufkäfer wurden den aktuellen Roten Listen der Laufkäfer Baden-Württembergs (TRAUTNER et al., 2005) und Nordrhein-Westfalens (HANNING & KAISER, 2011) entnommen. Die naturschutzfachliche Bewertung des Gefährdungsgrades der einzelnen Laufkäferarten ist in Tabelle 5.42 dargestellt (Skalierung).

Naturräumliche Spezifität

Die naturräumliche Spezifität beschreibt das Vorkommen einer Art in den acht Großnaturräumen Deutschlands (GAC, 2009). Die Daten zum Vorkommen sind dem Katalog zu den Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands entnommen (GAC, 2009). Weit verbreiteten Arten, die in allen Großnaturräumen vorkommen (geringer Naturschutzwert), stehen Arten gegenüber, die nur in einem Naturraum vorkommen (hoher Naturschutzwert = Verantwortungsarten). Die dem Vorkommen in einer unterschiedlichen Zahl von Naturräumen zugeordnete Bewertung ist in Tabelle 5.42 dargestellt.

Seltenheit/Räumliche Dichte

Dieses Bewertungskriterium setzt sich aus den Informationen zur Verbreitung im Großnaturraum und der zugehörigen räumlichen Dichte der Vorkommen einer Art in den besiedelten Gebieten zusammen. Abbildung 22 illustriert das entsprechende Verfahren. Grundlage für die Bewertung sind die Angaben zu Seltenheit und räumlicher Dichte im Katalog zu den Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands (GAC, 2009). Für den UR Süd werden die entsprechenden Angaben für den Großnaturraum Alpenvorland, für den UR Nord die Angaben zum Großnaturraum der westlichen Mittelgebirge herangezogen.

Die Bewertung ergibt sich aus dem Durchschnittswert der Verbreitung und Bestandsdichte einer Art. Weit verbreitete Arten der Bewertungsklasse 1 sind flächendeckend und in großen Dichten im gesamten Großnaturraum zu finden. Im Gegensatz dazu finden sich Arten der Klasse 5 nur sehr lokal und sind selten. Arten können zwar im gesamten Großraum verbreitet sein (Klasse 1) jedoch in einer mittleren räumlichen Dichte (Klasse 3) vorkommen. Einer entsprechenden Art käme der Durchschnittswert 2 zu. Dies entspricht dann einer Gesamtbewertung von 2 (Tabelle 5.42). Einer niedrigen Wertstufe gehören somit weitverbreitete Arten mit hohen Bestandsdichten an, einer hohen Wertstufe wenig weit verbreitete Arten mit niedrigen Bestandsdichten.

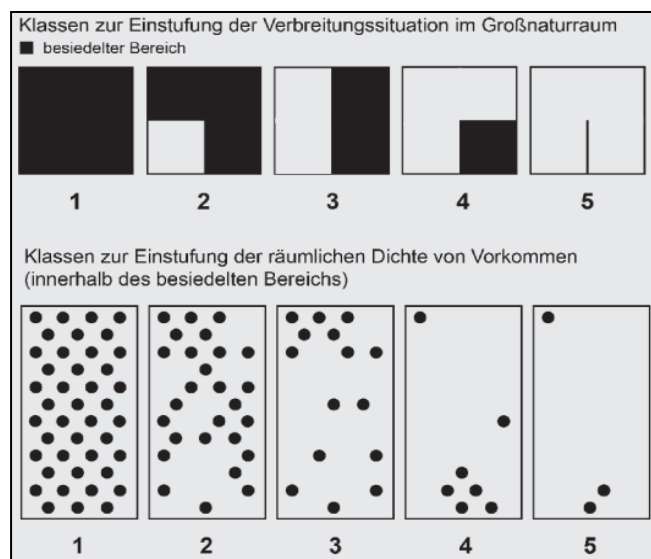


Abbildung 5.22: Charakterisierung der Klassen für die Beschreibung der räumlichen Dichte der Art-Vorkommen nach GAC (2009).

Nutzungsintensität

Als Indikatoren für die Toleranz gegenüber zunehmender Nutzungsintensität dienen die Unterkriterien „Besiedlungsvermögen“ (Flugfähigkeit) und „Körpergröße“. Nach RATHS & RIEKEN (1999) sind Flugfähigkeit und Körpergröße von Laufkäfern geeignete Indikatoren zur Bestimmung der Nutzungsintensität auf landwirtschaftlichen Flächen. Beide Unterkriterien werden zu einem Indikator für Nutzungsintensität zusammengefasst (Durchschnitt der Bewertung für beide Unterkriterien).

Das Besiedlungsvermögen wird bei den Laufkäfern wesentlich durch die Flugfähigkeit bestimmt. Nach Störungen wie z.B. durch Bodenbearbeitung und Behandlungsmaßnahmen werden Ackerflächen besonders effektiv durch flugfähige Individuen besiedelt. Es können bei den Laufkäfern drei flugdynamische Typen unterschieden werden. Makroptere Arten besitzen voll ausgebildete und funktionstüchtige Flügel, brachyptere Arten sind nicht flugtüchtig und bei den dimorphen Arten können sowohl flugfähige als auch flugunfähige Individuen auftreten. Die entsprechenden Angaben zu flugdynamischen Typen sind LINDROTH (1945) und RATHS & RIECKEN (1999) entnommen. Für die Bewertung der Ausprägung der Flugfähigkeit wurden die in Tabelle 5.42 aufgeführten Skalierung festgelegt.

Nach HEYDEMANN (1964) und SZYZSKO (1990) stehen die Körpergrößen von Laufkäfern in Beziehung zur Stabilität und Alter eines Lebensraumes. So bevorzugen große Arten eher alte, stabile Lebensräume, während in instabilen Lebensräumen vermehrt kleine Arten anzutreffen sind. Auf Agrarflächen wurde unter anderen von RATHS & RIECKEN (1999) nachgewiesen, dass mit steigender Nutzungsintensität die durchschnittliche Körpergröße der Laufkäferarten abnimmt.

Die Carabiden wurden für die Bewertung entsprechend ihrer Größe den in Tabelle 5.42 aufgeführten Werteklassen zugeteilt. Als Grundlage für die Zuordnung wurde die in FREUDE et al. (2004) angegebene Durchschnittsgröße der Arten verwendet.

Habitatspezifität

Die Habitatspezifität beschreibt den Grad der Bindung einer Art an einen bestimmten Lebensraum. Einer hohen Habitatspezifität und damit der Bindung an nur wenige Lebensraumtypen ist ein hoher Naturschutzwert zugeordnet. Der Fähigkeit eine große Bandbreite an Lebensräumen zu besiedeln (niedrige Habitatspezifität) ist dagegen ein niedriger Naturschutzwert zugeordnet. Die Abschätzung der Habitatspezifität erfolgt auf der Basis der Liste zu den Lebensraumansprüchen der Laufkäferarten der GAC (2009).

Aufgeführt sind nach GAC (2009) die Lebensraumtypen, in denen eine Art vorkommen kann. Dazu kommen Angaben zur Präferenzeinstufung der jeweiligen Art. Es wird dabei unterschieden zwischen Lebensraumtypen der 1. Ebene (Grobgliederung der Lebensraumtypen), Lebensraumtypen der 2. Ebene (Hauptlebensräume) und Lebensraumtypen der 3.

Ebene (Nebenlebensräume). Berücksichtigt werden zur Darstellung der Habitatspezifität die insgesamt 36 Lebensraumtypen der 2. Ebene, die wiederum insgesamt 9 Lebensraumtypen der 1. Ebene zugeordnet sind (Tabelle 5.43).

Der GAC-Katalog zu den Lebensraumansprüchen der Laufkäfer ermöglicht eine Zuordnung der verschiedenen Arten zu den Lebensraumtypen der 1. und 2. Ebene (GAC 2009). Außerdem sind in der Tabelle manche Arten als eurytop gekennzeichnet. Die naturschutzfachliche Bewertung ist an die Zahl der besiedelten Lebensräume der 2. Ebene gebunden. Eine hohe Zahl besiedelter Lebensräume bzw. eine Charakterisierung als eurytop und damit eine geringe Habitatspezifität führt zu einer niedrigen Bewertung, eine hohe Habitatspezifität mit Vorkommen nur in speziellen Lebensräumen führt zu einer hohen Bewertung (Tabelle 5.43).

Tabelle 5.43: Einteilung der Lebensraumtypen nach GAC (2009)

1. Ebene (Grobgliederung)		2. Ebene (Feingliederung)	
1.	Küstenbiotope und Binnenlandsalzstellen	1.1	Spülsäume, Gezeiten- und Windwatt
		1.2	Sand- und Kiesstrände (inkl. reine Sandkliffs), Primär- und Weißdünen
		1.3	Geröll- und Blockstrände, Kreide- und Geschiebemergel-Kliffs
		1.4	Salzgrünland, Quellerfluren und Brackröhrichte
		1.5	Binnenland-Salzstellen
2.	Gebirgsbiotope	2.1	subalpine und alpine Wiesen, Weiden, Rasen und Heiden
		2.2	Steinschuttfuren, Schneetälchen, Kare, Lawinenrinnen und Blockschutthalden
		2.3	subalpine Hochstauden und Gebüsche (z. B. Grünerlen- und Latschengebüsche)
3.	Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen	3.1	Geröll, Schotter, Kies
		3.2	Sand
		3.3	Schluff, Lehm, Ton
		3.4	organisches Material (Schlamm, Schlick)
4.	Vegetationsreiche Ufer, Sümpfe, Moore, Feucht- und Sumpfteiden	4.0	vegetationsreiche Ufer
		4.1	Hoch- und Übergangsmoor (inkl. Moorwald)
		4.2	Feucht- und Sumpfteiden (z. B. Erica-Heide)
		4.3	nährstoffarme Niedermoore, Kleinseggen Sümpfe
		4.4	Großseggenriede, Röhrichte
		4.5	feuchte und nasse Hochstaudenfluren
5.	Feucht- und Nasswälder, Waldsäume sonstiger Standorte	5.1	Sumpf-, und Bruchwald, Weidengebüsche nasser Standorte u. a. (inkl. Vorwaldstadien nährstoffreicher Moore)
		5.2	Auwald
6.	Wälder, Vorwälder und Lichtungen / Waldsäume sonstiger Standorte	6.1	trockenwarme Wälder und Gebüsche sowie offener, historische Waldnutzungsformen (Hute-, Mittel-, Niederwald)
		6.2	montane bis subalpine Wälder
		6.3	mesophile Falllaub- und Tannenwälder und Forste
		6.4	azidophile Laub- und Nadelwälder und Forste
		6.5	Vorwälder und offene Strukturen in Wäldern (Schlagfluren, Säume, Lichtungen, Alleen, Einzelbäume)
7.	Trockene, an größeren Gehölzen freie oder arme Biotope	7.1	trockene Sandheiden, Sandmagerrasen inkl. Initialstadien sowie offene Sandflächen (z. B. auf Binnendünen)
		7.2	kalkreiche Trocken- und Halbtrockenrasen (inkl. Felsfluren, Steinschutt, Initialstadien)
		7.3	Zwergstrauchheiden und Magerrasen auf sonstigen trockenen und kalkarmen Standorten (inkl. Felsfluren, Steinschutt, Initialstadien)
8.	Roh- und Skelettböden sowie andere Sonderstandorte	8.1	Roh- und Skelettböden (nicht auespezifisch; z. B. Rutschungen)
		8.2	Höhlen, Tierbauten, Felsspalten, Gemäuer, Keller
		8.3	sonstige Sonderstandorte (z. B. verrottende organische Materialien/Mülledeponien)
9.	Biotope der weitgehend offenen Kulturlandschaft mittlerer Standorte	9.1	Äcker (mit typischen Begleitstrukturen) auf Sandböden
		9.2	Äcker (mit typischen Begleitstrukturen) auf anderen Böden
		9.3	Weinberge (mit typischen Begleitstrukturen) auf Sandböden
		9.4	Weinberge (mit typischen Begleitstrukturen) auf anderen Böden
		9.5	Grünland: Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im planaren bis submontanen Bereich
		9.6	Grünland: Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im montanen Bereich
		9.7	kurzlebige Ruderalfluren und Pioniergesellschaften
		9.8	ausdauernde Ruderalfluren

5.3.1.2. ***Ergebnis der artbasierten Bewertung der Laufkäfer***

Ziel der artbasierten Bewertung ist es, den Kulturen anhand der auf den Flächen nachgewiesenen Arten einen Naturschutzwert zuzuweisen. Dazu wird allen angetroffenen Laufkäferarten in den fünf Bewertungskriterien eine Bewertungszahl zugewiesen. Der Durchschnitt dieser fünf Bewertungszahlen bildet den Artwert. Die Bewertungszahlen in den einzelnen Kriterien sowie der Artwert der verschiedenen Arten können jeweils für die beiden Untersuchungsräume den Tabelle A 14 (UR Süd) und Tabelle A 17 (UR Nord) im Anhang entnommen werden.

Für die Berechnung der Kultur spezifischen Bewertungszahlen wurden nur die Fangergebnisse der Ackermitten berücksichtigt, da eventuelle Randeffekte nicht in das Bewertungsergebnis der einzelnen Kulturarten einfließen sollen. Für die Bewertung werden verschiedene Indikatoren herangezogen. Die Bewertung erfolgt artbasiert entweder ohne Gewichtung oder mit einer Gewichtung entsprechend der Abundanz der jeweiligen Art.

Bewertung anhand der vorkommenden Arten

Zunächst wurde für jede Laufkäferart der durchschnittliche Naturschutzwert (dW_n) als Durchschnitt aus den fünf Bewertungskriterien ermittelt und tabellarisch dargestellt (vgl. Tabelle 4.10). Für jede Ackerfläche (innerer Probestreifen) wurden die durchschnittlichen Naturschutzwerte der dort gefundenen Laufkäferarten zu einem Gesamtwert für die Kultur aufsummiert (Naturschutzwert der Kultur, W_K) (vgl. Tabelle 4.10). Dabei hat die Artenzahl einen großen Einfluss auf das Ergebnis. Flächen mit vielen Arten die einen niedrigen Artwert besitzen, erhalten ggf. einen höheren Wert, als Flächen mit wenigen Arten mit hohem Artwert. Um den Einfluss der Artenzahl der Flächen auf die Bewertung herauszunehmen wurde daher auch der durchschnittliche Artwert W_D der auf den einzelnen Flächen angetroffenen Arten berechnet (vgl. Tabelle 4.10).

Beim Naturschutzwert der Kultur (W_K) treten zwischen den einzelnen Kulturen deutliche Unterschiede auf, die Variationsbreite beim durchschnittlichen Naturschutzwert der Arten in einer Kultur (W_D) ist dagegen gering (zwischen 1,4 und 1,6) (Tabelle 5.44). Dies ist dem überwiegenden und einheitlichen Vorkommen von eurytopen und damit naturschutzfachlich wenig interessanten Arten auf den Ackerflächen geschuldet.

Es gibt keinen Unterschied beim durchschnittlichen Naturschutzwert ($W_K = 40$) der Kulturen in beiden Untersuchungsräumen. Die erzielten Naturschutzwerte der verschiedenen Kulturen liegen zwischen dem Maximum von 58 auf der Rapsfläche Nord und dem Minimum von 30 auf der Blümmischungsfläche Nord (Tabelle 5.44). In beiden Untersuchungsräumen erreicht der Raps die höchsten Werte, der Mais jeweils niedrige Werte (Tabelle 5.44). Völlig unterschiedlich stellt sich die Bewertung der Blümmischung im Vergleich beider Untersuchungsräume dar – zweitbeste Bewertung im UR Süd, schlechteste Bewertung im UR Nord. Dies allerdings auf der Basis identischer durchschnittlicher Artwerte im Raps in beiden Untersuchungsräumen. Dabei ist zu beachten, dass im UR Nord die Herbstprobe 2013 in der Blümmischung wegen vorzeitigem Umbruch nicht mehr gezogen werden konnte. Miscanthus erreicht im UR Süd den schlechtesten Wert aller Kulturen, im UR Nord einen Wert im unteren Mittelfeld (Tabelle 5.44).

Tabelle 5.44: Naturschutzfachliche Bewertung der Laufkäferzönosen für den Probestreifen innen – Naturschutzwert der Kultur (W_K) (Summe der Artwerte) und durchschnittlicher Artwert der in den jeweiligen Kulturen angetroffenen Laufkäferarten (W_D); getrennte Betrachtung der beiden Untersuchungsräume.

Kultur	UR Nord		UR Süd	
	W_K	W_D	W_K	W_D
BM	30	1,5	44	1,5
Ma	32	1,6	33	1,4
GPS	39	1,5	43	1,6
Mi	36	1,5	31	1,6
Ra	58	1,5	47	1,6
ZR	45	1,6	41	1,5

grün = Kulturen mit den höchsten Bewertungen für ein Kriterium,

gelb = Kulturen mit mittleren Bewertungen,

rot = Kulturen mit den niedrigsten Bewertungen für ein Kriterium.

Die Werte W_D der einzelnen Kulturen liegen sehr eng beieinander. Das Minimum liegt bei 1,4 auf der Maisfläche Süd, das Maximum 1,6 wurde auf mehreren Flächen erzielt (UR Süd: GPS, Mi und Ra sowie UR Nord Ma und ZR) (Tabelle 5.44). Im UR Süd wird der niedrigste durchschnittliche Artwert auf der Maisfläche erzielt, im UR Nord gehört diese Kultur zu den Flächen mit den höchsten Werten.

Zur weiteren Differenzierung der Bewertung mit der Möglichkeit kriterienspezifischer Gewichtung, wurde für die einzelnen Kriterien getrennt der durchschnittliche Wert der angetroffenen Laufkäferarten für die jeweiligen Kulturen berechnet (Tabelle 5.45). Die

Flächen erreichen dabei Werte die zwischen 1,0 und maximal 2,6. Der Minimumwert bedeutet, dass alle in der Kultur angetroffenen Arten für dieses Kriterium mit der niedrigsten Wertstufe (1,0) bewertet wurden. In der Tabelle lässt sich ablesen welche Kulturen in welchem Kriterium besonders gut oder schlecht im Vergleich zu den anderen Kulturen abschneiden.

Generell kommt es zu niedrigen Bewertungen für die Kriterien Gefährdungsgrad (zwischen 1,0 und 1,2) und naturräumliche Spezifität (zwischen 1,0 und 1,1). Es fehlen in den Aufsammlungen Rote Liste Arten und Arten mit hoher naturräumlicher Spezifität. Tendenziell höhere Bewertungen ergeben sich für die Kriterien Besiedlungsvermögen und Habitatspezifität. Allerdings liegen auch hier die ermittelten Werte mit maximal 2,6 von 5 möglichen Wertungspunkten bestenfalls im durchschnittlichen Bereich (Tabelle 5.45).

Die in Tabelle 5.45 dargestellten Bewertungsmuster unterscheiden sich deutlich zwischen den Untersuchungsräumen. Dabei ist zu beachten, dass mit Ausnahme des Kriteriums „Besiedlungsvermögen“ die Bewertungsspannen eine Differenz von 0,3 Punkten nicht übersteigen und damit nur geringfügige Differenzierungen zwischen den Kulturen erlauben. Ein gutes Beispiel für die ermittelten Unterschiede im Bewertungsmuster ist der Mais, welcher im UR Süd in allen Kriterien im Vergleich mit den anderen Kulturen die niedrigsten Durchschnittswerte erreicht. Im UR Nord hingegen schneidet die Maisfläche in drei Kriterien (Gefährdungsgrad, Seltenheit und Habitatspezifität) im Vergleich mit den anderen Kulturen an diesem Standort am besten ab und erzielt in der Summe die höchste Bewertung aller Kulturen (Tabelle 5.45).

Tabelle 5.45: Mittelwerte der fünf Einzelkriterien der naturschutzfachlichen Bewertung anhand der Laufkäferarten für die einzelnen Kulturen. getrennte Betrachtung der beiden Untersuchungsräume.

	Artbezogene Mittelwerte für wertgebende Einzelkriterien (K _i)											
	UR Süd						UR Nord					
	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
1 Gefährdungsgrad	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0
2 Naturräumliche Spezifität	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1
3 Seltenheit	1,7	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,9	1,8	1,6	1,8	1,7
4 Besiedlungsvermögen	1,7	1,8	2,0	2,6	2,2	2,2	2,0	2,0	1,8	2,1	1,9	2,0
5 Habitatspezifität	2,1	1,8	1,9	1,8	2,1	2,0	1,9	2,1	2,1	1,8	2,0	1,9
Summe 1 bis 5	7,6	7,2	7,7	8,1	8,0	7,9	7,5	8,3	7,9	7,5	7,8	7,8

grün = Kulturen mit den höchsten Bewertungen für ein Kriterium,

gelb = Kulturen mit mittleren Bewertungen,

rot = Kulturen mit den niedrigsten Bewertungen für ein Kriterium.

Bewertung mit einer Gewichtung der Arten anhand ihrer Abundanz

Um die Häufigkeit der in den jeweiligen Kulturen angetroffen und damit in die Bewertung eingehenden Arten zu berücksichtigen, wurde der durchschnittliche Artwert (W_G) (vgl. Tabelle 4.10) mit Abundanzklassen von 1 bis 5 gewichtet. So werden mit den Abundanzklassen häufige Arten in der Bewertung stärker gewichtet als Einzelfänge. Als Durchschnitt der gewichteten Artwerte der jeweiligen Kulturen wurde dann der kulturspezifische und mit Abundanzklassen gewichtete Naturschutzwert durch die Summe der in die Berechnung eingeflossenen Abundanzklassen geteilt.

Die kulturspezifischen Summen der gewichteten Naturschutzwerte unterscheiden sich deutlich zwischen den Untersuchungsräumen. Im UR Süd erzielt die Blümmischung mit 111 Punkten den höchsten, im UR Nord mit 56 Punkten den niedrigsten Naturschutzwert (Tab. 4.49). Gut bewertet ist in beiden Untersuchungsräumen der Raps (104 Punkte im UR Süd, 127 Punkte im UR Nord) (Tabelle 5.46). Schlecht bewertet ist in beiden Untersuchungsräumen der Mais (68 Punkte im UR Süd, 65 Punkte im UR Nord) (Tabelle 5.46).

Die durchschnittlichen Artwerte der Kulturen gewichtet mit Abundanzklassen unterscheiden sich nur extrem wenig zwischen den betrachteten Kulturen und

Untersuchungsräumen. Im UR Süd erreicht der Miscanthus die niedrigste Summenbewertung und gleichzeitig die höchste Bewertung beim durchschnittlichen Artwert der im Miscanthus angetroffenen Arten. Umgekehrt sind die Verhältnisse bei Raps und Zuckerrübe im UR Nord (Tabelle 5.46). Dies spiegelt die Situation relativ weniger, aber im Schnitt dann hochwertigerer, weil auf stabilere Lebensräume angewiesener Arten im Miscanthus im UR Süd bzw. die Situation vieler aber euryöker Allerweltsarten in Raps und Zuckerrübe im UR Nord.

Tabelle 5.46: Durchschnittlicher Artwert der in den Ackermitten angetroffenen Laufkäferarten gewichtet mit Abundanzklassen (W_G) sowie Summe der mit Abundanzklassen gewichteten Naturschutzwerte der Arten für die einzelnen Kulturen in den beiden Untersuchungsräumen, getrennte Betrachtung der beiden Untersuchungsräume.

Kultur	UR Nord		UR Süd	
	ΣW_G	W_G	ΣW_G	W_G
BM	56	1,5	111	1,5
Ma	65	1,6	68	1,4
GPS	88	1,5	89	1,4
Mi	69	1,6	50	1,6
Ra	127	1,5	104	1,5
ZR	92	1,5	78	1,5

grün = Kulturen mit den höchsten Bewertungen für ein Kriterium,

gelb = Kulturen mit mittleren Bewertungen,

rot = Kulturen mit den niedrigsten Bewertungen für ein Kriterium.

5.3.1.3. *Diskussion der artbasierten Bewertung der Laufkäfer*

Mit der artbasierten Bewertung sollen die untersuchten Kulturen anhand verschiedener naturschutzrelevanter Eigenschaften der auf ihnen angetroffenen Laufkäferarten bewertet und verglichen werden. Dazu wurde ein Bewertungssystem entwickelt, das es ermöglicht unterschiedliche naturschutzfachliche Wertigkeiten auf der Basis von fünf Kenngrößen darzustellen. Unverzichtbare Grundlage für eine entsprechende Bewertung sind detaillierte Angaben zu jeder einzelnen Art hinsichtlich der Ausprägung der verschiedenen als Bewertungskriterien dienenden Kenngrößen (Gefährdungsgrad, Verbreitung, Häufigkeit, Flugvermögen und Körpergröße, Habitatspezifität).

Im Rahmen der artbasierten Bewertungen werden die Arten mit Bezug zur Gesamtzönose des Naturraumes oder Bundeslandes bewertet. Das Ergebnis ist eine naturschutzfachliche

Bedeutung der untersuchten Kulturen im Kontext der Gesamtzönosen. Die Ackerzönose wird also mit naturschutzfachlich hochwertigen Standorten in einem Bewertungsrahmen zusammengeführt. Bei den meisten der nachgewiesenen Arten handelt es sich um typische, oft flächendeckend vorkommende Ackerarten ohne besondere Ansprüche. Sie erhalten deswegen auch sehr niedrige Bewertungszahlen was letztendlich und insbesondere bei Betrachtung von Durchschnittswerten (keine Berücksichtigung der standortspezifischen Artenvielfalt) zu einer geringen Differenzierung zwischen den Kulturen führt. Auf der definierten Bewertungsskala kann eine Art theoretisch den Durchschnitts-Maximalwert von 5,0 erreichen. Bei den in dieser Untersuchung nachgewiesenen Arten wurde als maximaler Durchschnittswert im UR Süd 2,6 erreicht z.B. von *Carabus auronitens* und *C. violaceus*. Im UG Nord lag der maximale Wert mit 3,0 bei *Pterostichus macer* deutlich höher.

Beim Vergleich der Bewertungsergebnisse fällt auf, dass sich die Bewertungsmuster zwischen den Untersuchungsräumen unterscheiden. So schneidet beim durchschnittlichen Artwert die Maisfläche im UR Süd mit 1,4 am schlechtesten ab und im UR Nord mit 1,6 am besten. Allerdings muss beachtet werden, dass der durchschnittliche Artwert nur wenig differenziert. So wurden im UR Nord für die Bandbreite der Standorte nur Werte von 1,5 oder 1,6 ermittelt. Es kann angenommen werden, dass bei Anwendung der Bewertungsmethode in stabilen hochwertigen Biotopen deutlich höhere Bewertungsergebnisse erzielt würden. Da hier aber nur durch vorwiegend euryöke Ubiquisten gekennzeichnete Ackerkulturen miteinander verglichen werden, lassen sich keine großen Unterschiede im durchschnittlichen Naturschutzwert der in einer Kultur vorkommenden Arten erkennen.

Besser geeignet für die vergleichende naturschutzfachliche Bewertung, weil stärker differenzierend, ist der für die jeweiligen Kulturen auf der Basis der vorhandenen Arten ermittelte kulturspezifische Naturschutzwert. In die Berechnung dieses Wertes fließt die an einem Standort angetroffene Artenzahl ein. Damit erhält eine Fläche mit 15 ubiquitären Arten einen höheren Wert, als eine Fläche auf der nur 10 solche Arten vorkommen. Der Abgleich von Durchschnittswerten mit Gesamtsummen ist dennoch sinnvoll, weil im entsprechenden Abgleich unterschiedliche im Naturschutz aber relevante Gewichtungen zum Ausdruck kommen – Schutz einer möglichst großen Zahl von Arten auf einer Fläche oder Schutz von gegebenenfalls wenigen, dann aber anspruchsvollen Arten. Im

vorliegenden Fall fehlen die anspruchsvollen Arten, was in der geringen Differenzierung bei Verwendung des durchschnittlichen Artwertes zum Ausdruck kommt.

Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Kulturen besser herausarbeiten zu können bietet es sich deshalb an, eine Skalierung ausschließlich auf der Basis der untersuchten Flächen vorzunehmen. Dabei wird die Bewertungsskala an die im Rahmen der Untersuchungen vorgefundenen Maxima (beste Ackerkultur) und Minima (schlechteste Ackerkultur) angepasst. Dies erlaubt dann eher eine Differenzierung und Reihung der Kulturen in Bezug auf deren jeweiligen Naturschutzwert.

5.3.2. Artengemeinschafts basierte Bewertung (Laufkäferzönose)

Die auf Artengemeinschaften gegründete Bewertung skaliert Wertzuweisungen auf der Basis der in einem abgeschlossenen Untersuchungsraum getätigten Erfassungen. Vor dem Hintergrund der im Rahmen des Projektes Biomassekulturen einbezogene Untersuchungsräume Nord und Süd ist daher für jeden Untersuchungsraum eine gesonderte Skalierung erforderlich, die sich an den jeweiligen Optima und Pessima der raumspezifischen Ausprägungen von Laufkäferzönosen orientiert. Für die Skalierung der Artengemeinschaften werden die für die artbezogene Bewertung verwendeten Kriterien herangezogen. Die Skalierung erfolgt dann je nach den in den erfassten Kulturen realisierten und unmittelbar an die Laufkäferzönosen gebundenen Ausprägungen der Kriterien.

Die untersuchten Kulturen wurden für jedes der fünf Kriterien und entsprechend der Ausprägung der jeweiligen Laufkäferzönose bewertet. Gesondert wurden die inneren Probestreifen (Ackermitten) und die äußereren Probestreifen (Ackerränder) in die Bewertung einbezogen, so dass immer zwölf Untersuchungsflächen miteinander verglichen wurden. Es wurde im Folgeschritt dann die jeweils beste Ausprägung einer Untersuchungsfläche mit dem Wert 5, die schlechteste mit dem Wert 1 bewertet. Die vollständige Bewertungsskala orientiert sich an Optimum und Pessimum als „Grenzwerten“.

5.3.2.1. **Skalierung**

Gefährdete Arten

Das Vorkommen von Arten der Roten Liste in den Laufkäferzönosen auf den Untersuchungsflächen wurde in Abhängigkeit von den auf den Ackerstandorten gefundenen Ausprägungen entsprechend der Darstellungen in Tabelle 5.47 bewertet. Die Einstufung der Arten entsprechend ihres Gefährdungsgrades ist der Roten Liste der gefährdeten Laufkäfer des Landes Baden-Württemberg entnommen (TRAUTNER et al. 2005).

Tabelle 5.47: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Rote Liste Arten.

Bewertung: Gefährdete Arten		
Wertstufe	UR Nord	UR Süd
5	mind. 1 Art Kat. 1	mind. 1 Art Kat. 3 sowie 2 Arten V
4	mind. 2 Art Kat 3	mind. 1 Art Kat. 3 sowie 1 Art V
3	mind. 1 Art Kat 3	
2	mind. 1 Art Kat V	
1	keine Rote-Liste Arten	

Arten mit hoher naturräumlicher Spezifität

Die naturräumliche Spezifität beschreibt, in wie vielen der acht Großnaturräume (GNR) Deutschlands (GAC, 2009) eine Art vorkommt. Die Bewertung der Artengemeinschaften erfolgt in Abhängigkeit von den auf den Ackerstandorten gefundenen Ausprägungen gemäß den Vorgaben in Tabelle 5.48.

Tabelle 5.48: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Arten mit hoher naturräumlicher Spezifität.

Bewertung: naturräumliche Spezifität (bezogen auf Großnaturräume GNR)		
Wertstufe	UR Nord	UR Süd
5	min. 1 Art die in ≤ 4 GNR vorkommt	min. 2 Arten die in ≤ 5 GNR vorkommen sowie min. 4 Arten aus 6 GNR
4	min. 2 Arten die in ≤ 5 GNR vorkommen	min. 2 Arten die in ≤ 5 GNR vorkommen sowie min. 2 Arten aus 6 GNR
3	min. 1 Art die in ≤ 5 GNR vorkommt sowie min. 3 Arten aus 6 GNR	min. 2 Arten die in ≤ 5 GNR vorkommen
2	mind. 1 Art die in ≤ 5 GNR vorkommt	
1	Weniger	

Seltene Arten

Die artspezifische Bewertung der Seltenheit ergibt sich aus der Verbreitung entsprechend der Vorgaben in Kapitel 4.3.1.1. (Abbildung 4.22). Die den jeweiligen Kulturen zugeordneten Artengemeinschaften werden entsprechend dem Bestand an seltenen Arten naturschutzfachlich bewertet. Die Flächen wurden umso besser bewertet, je mehr seltene Arten angetroffen wurden. Die Bewertung der Artengemeinschaften erfolgt in Abhängigkeit von den auf den Ackerstandorten gefundenen Ausprägungen gemäß den Vorgaben in Tabelle 5.49.

Tabelle 5.49: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens seltener Arten der Seltenheitsklassen 3 - 5.

Bewertung anhand des Vorkommens seltener Arten (Seltenheitsklasse 3 - 5)		
Wertstufe	UR Nord	UR Süd
5	min. 5 Arten	min. 8 Arten
4	min. 4 Arten	min. 6 Arten
3	min. 3 Arten	min. 4 Arten
2	min. 2 Arten	min. 3 Arten
1	weniger als 2 Arten	weniger als 3 Arten

Toleranz gegenüber intensiver Nutzung

Flugvermögen und Körpergröße gelten als Messgrößen für Sensitivität gegenüber einer gesteigerten Nutzungsintensität (RATHS & RIECKEN, 1999). Für die Bewertung der Artengemeinschaften aufgrund des Vorkommens störungssensitiver Arten wurden in Abhängigkeit von den auf den Ackerstandorten gefundenen Ausprägungen die in Tabelle 5.50 dargestellten Vorgaben festgelegt.

Tabelle 5.50: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Arten mit geringer Toleranz gegenüber intensiver Nutzung.

Bewertung Toleranz gegenüber intensiver Nutzung		
	Anteil flugunfähiger Arten oder Arten mit einer durchschn. Körpergröße > 17,5 mm	
Wertstufe	UR Nord	UR Süd
5	> 25%	
4	zwischen 20 - 25 %	
3	zwischen 15 - 20 %	
2	zwischen 10 - 15 %	
1	< 10 %	

Habitatspezifität

Die Habitatspezifität wurde für jede Art anhand der Vorgaben in Kapitel 4.3.1.1. auf der Basis der publizierten Angaben zu Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands bewertet (GAC, 2009). Für die Bewertung der Einzelflächen wurden in Abhängigkeit von den auf den Ackerstandorten gefundenen Ausprägungen die in Tabelle 5.51 dargestellten Kriterien festgelegt.

Tabelle 5.51: Skalierung der Laufkäferzönosen basierten Bewertung der Untersuchungsflächen anhand des Vorkommens von Arten mit hoher Habitatspezifität (Klassen 4 und 5, d.h. Besiedlung von max. 3 LRT)

Bewertung anhand der Habitatspezifität (Anzahl von Arten mit Habitatspezifitätsklassen 4 oder 5)		
Wertstufe	UR Nord	UR Süd
5	min. 8 Arten und Aktivitätsdominanz von > 15 %	min. 6 Arten und Aktivitätsdominanz von > 30 %
4	min. 6 Arten und einer Aktivitätsdominanz von > 15 %	
3	min. 5 Arten	min. 6 Arten
2	min. 4 Arten	
1	alle anderen	

5.3.2.2. *Ergebnisse*

Die Kulturen in beiden Untersuchungsräumen unterscheiden sich zum Teil deutlich in der naturschutzfachlichen Bewertung auf der Basis der Laufkäferzönosen. In beiden Untersuchungsräumen werden Bewertungen >3 vorwiegend in den äußeren Probestreifen erreicht. Im UR Süd konzentrieren sich die hohen Bewertungen auf die Blümmischung (Tabelle 5.52), im UR Nord sind hohe Bewertungen gleichmäßiger auf die verschiedenen Kulturen verteilt. Gemeinsam ist in beiden Untersuchungsräumen die hervorgehobene Stellung der Miscanthuskultur in Bezug auf empfindliche Arten gegenüber hoher Nutzungsintensität. Alle anderen Kulturen sind in Bezug auf dieses Kriterium mit der niedrigsten Wertstufe versehen (Tabelle 5.52).

Im UR Süd erreicht die Blümmischungsfläche in allen Kriterien, mit Ausnahme der Nutzungsintensität die höchste Bewertung (5), wobei zur Ackermite hin eine Abnahme der wertgebenden Arten zu erkennen ist. Vergleichsweise günstige Bewertungen erreicht auch der Miscanthus (Tabelle 5.52). Die schlechtesten Bewertungen im UR Süd sind dem Mais zugeordnet (innerer Probestreifen). Beim Mais im UR Süd wurde der Probestreifen in der Ackermite in allen Kriterien mit der niedrigsten Bewertungszahl 1 eingestuft. Die Zuckerrübe gehört mit dem Mais zu den am schlechtesten bewerteten Kulturen. Das Vorkommen einer Roten-Liste-Art im äußeren Probestreifen verbessert bei der Zuckerrübe jedoch den Gesamteindruck.

In Bezug auf die beste und schlechteste Bewertung kehrt sich im UR Nord die Situation um. Im UR Nord schneidet die Blümmischung in allen Kriterien am schlechtesten ab (Tabelle 5.52). Dagegen ist hier die Maisfläche sehr viel besser bewertet und erreicht Höchstwerte in den Kriterien Gefährdungsgrad und Vorkommen seltener Arten (Tabelle 5.52) Im Mais wurden im UR Nord mehrere Rote Liste Arten nachgewiesen, darunter mit *Pterostichus macer* eine in NRW vom Aussterben bedrohte Art (RL 1). Bestwerte für Arten mit hoher Habitatspezifität erreicht im UR Nord der Raps, für Arten mit höherer naturräumlicher Spezifität der Miscanthus.

Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit werden in Tabelle 5.53 die Ergebnisse der naturschutzfachlichen Bewertung für die inneren Probestreifen aufsummiert und für beide Untersuchungsräume getrennt in Bezug auf die erreichte Wertigkeit gereiht. Die

Reihenfolge der Wertigkeit der Kulturen unterscheidet sich dabei deutlich zwischen den beiden Untersuchungsräumen (Tabelle 5.53).

Tabelle 5.52: Bewertung der Probestreifen in den Kulturen auf Basis der angetroffenen Laufkäferzönosen (a = außen, i = innen). Bewertet wurde in fünf Wertstufen von 5 = „sehr hoher Wert“ bis 1 = „geringer Wert“.

		UR Nord					UR Süd				
		Gefährdungs- grad	Naturräuml. Spezifität	Vorkommen seltener Arten	Nutzungs- intensität	Habitat- spezifität	Gefährdungs- grad	Naturräuml. Spezifität	Vorkommen seltener Arten	Nutzungs- intensität	Habitat- spezifität
BM	außen	1	1	1	1	2	5	5	5	1	5
	innen	1	1	1	1	1	2	4	3	1	5
Ma	außen	5	3	5	1	3	3	1	2	1	2
	innen	5	1	3	1	1	1	1	1	1	1
GPS	außen	4	1	2	1	2	3	1	1	1	3
	innen	3	1	1	1	1	3	2	2	1	3
Mi	außen	1	5	1	4	4	3	4	4	4	2
	innen	1	1	1	4	1	1	3	2	5	1
Ra	außen	4	1	4	1	5	1	2	3	1	2
	innen	3	1	4	1	3	1	2	2	1	4
ZR	außen	2	3	1	1	1	2	1	3	1	1
	innen	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1

Im UR Süd schneidet die Blümmischungsfläche mit Abstand am besten ab. Sie erhält in allen Kriterien mit Ausnahme der Nutzungsintensität eine mittlere bis hohe Bewertung (Tabelle 5.53). Auf zweiter Stelle liegt die Miscanthusfläche. Neben störungsempfindlichen Arten wurden dort auch vermehrt seltene Arten und Arten mit höherer naturräumlicher Spezifität nachgewiesen (Tabelle 5.53). Im Mittelfeld liegen die GPS- und die Rapsfläche. Die GPS-Fläche erhält in allen Kriterien, mit Ausnahme der Nutzungsintensität eine mittlere Bewertung. Durch das Fehlen von Rote-Liste-Arten schneidet die Rapsfläche im Vergleich etwas schlechter ab (Tabelle 5.53). Deutlich abgeschlagen liegen auf den letzten Plätzen die Zuckerrüben- und Maisflächen. Durch den Nachweis einer Art der Vorwarnlist erhält die Zuckerrübenfläche einen positiven Zuschlag im Bewertungskriterium Gefährdungsgrad. In allen anderen Bewertungskriterien wurden in dieser Kultur

keinerlei besonderen Arten angetroffen. Am niedrigsten wird die Maisfläche eingestuft. Sie fällt in keinem der fünf Bewertungskriterien positiv auf (Tabelle 5.53).

Tabelle 5.53: Übersicht der Bewertungsergebnisse und Ranking der Kulturen auf Basis der im Probestreifen innen angetroffenen Laufkäferzönosen. Anhand der Summe der fünf Kriterien wird die Rangfolge der Kulturen ermittelt.

Ranking	Kultur	Σ	Nutzungsintensität	Gefährdungsgrad	seltene Arten	naturräuml. Spezifität	Habitatspezifität
UR Süd							
1	Blütmischung	15	1	2	3	4	5
2	Miscanthus	12	5	1	2	3	1
3	GPS	11	1	3	2	2	3
4	Raps	10	1	1	2	2	4
5	Zuckerrübe	6	1	2	1	1	1
6	Mais	5	1	1	1	1	1
UR Nord							
1	Raps	12	1	3	4	1	3
2	Mais	11	1	5	3	1	1
3	Zuckerrübe	8	1	1	2	2	2
3	Miscanthus	8	4	1	1	1	1
4	GPS	7	1	3	1	1	1
5	Blütmischung	5	1	1	1	1	1

Im UR Nord erhalten Raps und Mais die beste Gesamtpunktzahl, die Blütmischung erhält in allen Kriterien den niedrigsten Wert und schneidet am schlechtesten ab (Tabelle 5.53). Raps fällt durch das Erreichen hoher Werte bei den Kriterien Gefährdungsgrad, seltene Arten und Habitatspezifität auf. Die Maisfläche erreicht lediglich bei zwei Kriterien hohe Werte, sonst die Minimumpunktzahl. Der Gesamtwert für Mais wird durch das Erreichen der besten Wertstufe im Kriterium Gefährdungsgrad, als Folge des Vorkommens mehrerer Individuen der Art *Pterostichus macer* (RL 1) deutlich angehoben (Tabelle 5.53). Auf dem dritten Platz folgt die Zuckerrübenfläche. Sie erreicht noch in drei Kriterien leicht erhöhte Werte (Seltene Arten, Naturräumliche Spezifität und Habitatspezifität) (Tabelle 5.53). Miscanthus und GPS werden nur in einem Kriterium > 1 bewertet. Die Miscanthusfläche wird im Kriterium Nutzungsintensität hoch bewertet. Auf der GPS Fläche konnte eine Rote-Liste-Art nachgewiesen werden, was in einer höheren Bewertung beim Kriterium „Gefährdungsgrad“ mündet (Tabelle 5.53). Die Blütmischung erhält für alle Kriterien die schlechteste Bewertung (Tabelle 5.53). Das Ergebnis steht damit im Gegensatz zum UR Süd, wo gerade die Blütmischung in fast allen Kriterien zum oberen Mittelfeld zählt.

5.3.2.3. *Diskussion*

Um die Laufkäferzönosen der einzelnen Untersuchungsfenster besser in Bezug auf ihren naturschutzfachlichen Wert vergleichen zu können, wurde ein auf fünf Kenngrößen basierendes Bewertungssystem entwickelt. Das System erlaubt Bewertungen auf der Basis der Gesamtzönosen eines Betrachtungsraumes oder auf der Basis der im Rahmen der jeweiligen Untersuchungen erfassten Zönosen. Der erste Ansatz ermöglicht die Einordnung in das Gesamtsystem der Lebensraumtypen und Arten, der zweite Ansatz erlaubt eine deutliche bessere Differenzierung und damit einen besseren Vergleich zwischen den untersuchten Kulturen. In die Bewertung auf der Basis von standortspezifischen Artengemeinschaften gehen Artenzahlen nicht ein. Damit ist ein sonst als Alleinstellungskriterium verwendeter Ansatz nicht in diese Bewertung einbezogen.

Die hohen Wertungszahlen 5 und 4 wurden vorwiegend den Randflächen zugeordnet. Ausnahmen sind die nur minimalem Bewirtschaftungsdruck unterliegenden Miscanthusflächen und die Blümmischungs-Kultur im UR Süd. Zur Ackermite nahm in den meisten Fällen der Anteil an naturschutzrelevanten Arten und der mit diesen assoziierten Kenngrößen ab. Dies verdeutlicht den positiven Effekt von Randstrukturen aus denen „höherwertige“ Arten in die Kulturflächen einwandern können.

Für eine kulturspezifischere Bewertung ohne Randeffekte wurde das Ranking der Kulturen nur mit den Daten der inneren Probestreifen durchgeführt. Aber auch hier wird im Vergleich der Untersuchungsräume deutlich, dass der Einfluss der Kulturart auf die Besiedelung mit wertgebenden Arten offenkundig nicht dominierend ist. Andere Faktoren wie klimatische Verhältnisse im Untersuchungsjahr, Bewirtschaftsmaßnahmen, unterschiedliches Auflaufen und damit unterschiedlicher Deckungsgrad der Kulturen und weitere Zufallsfaktoren beeinflussen die Artenzusammensetzung deutlich stärker.

Auffallend bei der Miscanthus-Kultur ist, dass sie als einzige solchen Arten einen Lebensraum bietet, die empfindlich auf Störungen reagieren. Dies wird mit dem Kriterium Nutzungsintensität sehr gut gefasst. Es lässt sich deutlich erkennen, dass Miscanthus eine Dauerkultur ist, bei der Bodenbearbeitung und Behandlungsmittel als störende Eingriffe entfallen. Andererseits ist das Kriterium nicht geeignet zwischen Kulturen weiter zu differenzieren, die der regelmäßigen Bodenbearbeitung unterliegen.

5.3.3. Diskussion der naturschutzfachlichen Bewertung

Naturschutzfachliche Bewertung kann sich nicht auf den Vergleich von Artenzahlen oder Rote-Liste-Status beschränken. Dies gilt trotz des Reizes der scheinbaren Objektivität des Kriteriums „Artenzahlen“ und mit geringen Einschränkungen auch des Kriteriums „Rote-Liste-Status“. Schon die eigentlich zwingende Verschneidung der beiden „objektiven“ Kriterien erfordert hochgradig subjektive Entscheidungen zur Abwägung von Gefährdungsstatus gegenüber Artenzahlen – wie viele ungefährdete Arten ist für den Naturschutz eine Art mit Gefährdungsstatus eigentlich wert?

Im vorliegenden Rahmen wurde am Beispiel der Laufkäfer versucht, naturschutzfachliche Bewertungen auf eine breitere Basis zu stellen. Der Rahmen kann auf die anderen hier betrachteten Gruppen übertragen werden. Grundvoraussetzung für die breiter angelegte und hier vorgestellte naturschutzfachliche Bewertung ist die Identifikation relevanter Kriterien und die Zusammenstellung artspezifischer Ausprägungen von Merkmalen mit Bezug zu den entsprechenden Kriterien. Gerade diese Zusammenstellung liefert eine umfassende Informationsbasis für naturschutzfachliche Planungen jenseits der immer subjektiven Verknüpfung mit Bewertungen. Dabei ist die Subjektivität von Bewertungen nicht so sehr in der Skalierung der Bewertungskriterien begründet, als vielmehr in deren Gewichtung – im vorliegenden Fall wurden alle Bewertungskriterien gleich gewichtet, obwohl es sicherlich auch gute Gründe gäbe dem Kriterium „Gefährdungsgrad“ eine höhere Gewichtung zuzuweisen als z.B. dem Kriterium „Habitatspezifität“.

Der Vergleich zeigt eine weitere und eng mit dem Thema Gewichtung zusammenhängende Problematik des Bewertungsverfahrens – die gewählten Kriterien sind nicht wirklich unabhängig. Es gibt häufig einen Zusammenhang zwischen Gefährdungsgrad und Habitatspezifität. Würden die Kriterien einen einheitlichen Sachverhalt Gefährdungsgrad / Habitatspezifität bewerten, dann entspräche die Aufteilung auf zwei Kriterien im vorliegenden Bewertungsverfahren einer doppelten Gewichtung. Entsprechende Probleme wären in weiteren Optimierungsschritten der vorgeschlagenen Bewertungsverfahren mittel- bis langfristig anzugehen – zu optimieren, aber sicherlich nie vollständig zu lösen.

Wichtig ist, dass die in den vorgeschlagenen Bewertungsverfahren ermittelten Ergebnisse nicht mit solchen Bewertungen übereinstimmen, die ausschließlich auf Artenzahlen oder Gefährdungsgraden basieren. Es wird gerade am Beispiel der vergleichsweise artenreichen

Äcker deutlich, dass eine bloße Betrachtung von Artenzahlen keine Aussage über den naturschutzfachlichen Wert der Laufkäferzönosen zulässt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, dass die vorgeschlagenen Bewertungen den Zugang zu unstrittig wichtigen Habitatqualitäten wie „Störungsprägung“ ermöglichen. Auch kann kulturspezifisch der Beitrag einzelner Kriterien zur Gesamtbewertung dargestellt werden (z.B. Sonderstellung des Miscanthus in Bezug auf Störungsprägung). Daraus ergeben sich Möglichkeiten zur Integration verschiedener naturschutzfachlich relevanter Ansprüche von Arten im Landschaftsmaßstab in Form einer geeigneten Zusammenstellung der für die einzelnen Bewertungskriterien jeweils relevanten Kulturen.

Darüber hinaus demonstrieren die Ergebnisse, dass sich die Gruppe der Laufkäfer für die Entwicklung eines standardisierten Bewertungsschemas für „normale“ Anbaukulturen die der jährlichen Bodenbearbeitung unterliegen nur eingeschränkt eignet. Die einzelnen Arten zeigen gegenüber den verschiedenen Anbaukulturen nur geringe Präferenzen, die bestehenden Unterschiede auf den Agrarflächen sind oft durch Unterschiede in der Umgebungsstruktur begründet. Der einzige abgrenzbare Einflussfaktor für den Naturschutzwert der Laufkäfer auf Agrarflächen ist die Flächenstabilität, die durch den Wegfall der Bodenbearbeitung verursacht wird. Dies wurde deutlich am Beispiel der Miscanthus-Kultur. Und auch die Blümmischung im UR Süd weist mit deutlich höheren Arten- und Individuenzahlen im zweiten Untersuchungsjahr in diese Richtung.

Für andere naturschutzfachlich relevante Gruppen wie die Segetaflora ist die Störungsprägung in Form regelmäßiger Bodenbearbeitung ein zwingend erforderlicher und prägender Habitatparameter. Es ergeben sich somit über die Grenzen von Artengruppen hinweg durchaus unterschiedliche Ansprüche an Qualitätsparameter eines Lebensraumtyps. Übersetzt bedeutet dies, dass nur ein breiter taxonomischer Ansatz eine Integration dieser verschiedenen Ansprüche in die naturschutzfachliche Bewertung und damit auch in die im Naturschutz unverzichtbare ganzheitliche Planung und das daraus abzuleitende Management gewährleisten kann.

5.4. Landschaftsebene

5.4.1. Landschaftsvergleich

Aufgrund der unterschiedlichen Lage der einzelnen Untersuchungsflächen zueinander wurden für die Untersuchungsräume im Rahmen des Landschaftsvergleichs unterschiedlich große Gebiete betrachtet, im UR Süd 12.877 ha, im UR Nord 28.033 ha. Die Landschaftsanalyse stützt sich auf die prozentualen Anteile der von bestimmten Strukturen eingenommenen Flächen.

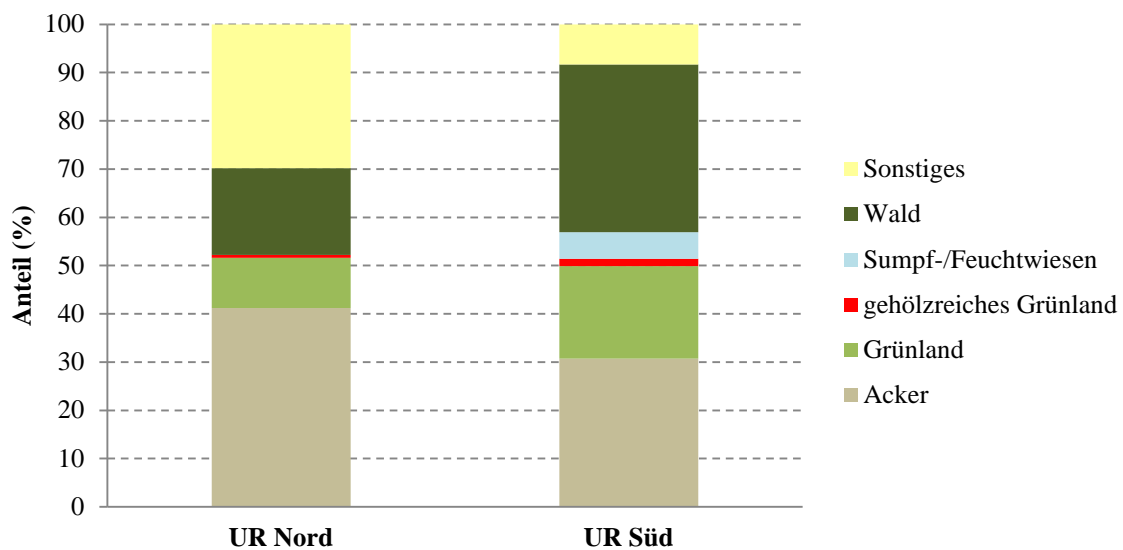


Abbildung 5.23: Flächenanteile der einzelnen Strukturen in UR Nord und UR Süd.

Im UR Nord werden mehr als 40 % der untersuchten Fläche ackerbaulich genutzt. Grünland und Wald machen knapp 30 % Flächenanteil aus. Im Gegensatz dazu sind im UR Süd nur ca. 30 % der Fläche Ackerland. Grünland, Feucht- und Sumpfwiesen sowie Wald nehmen hier mit knapp 60 % den größten Teil der Fläche ein (Abbildung 4.23).

Neben dem höheren Ackeranteil sind zudem die Ackerschläge im UR Nord durchschnittlich mit 10,35 ha etwa doppelt so groß wie im UR Süd mit rund 5,38 ha. Ein ähnlicher Trend zeigt sich bei den Grünland- und Waldflächen. Trotz der flächenmäßig insgesamt größeren Ausdehnung, weisen beide im UR Süd durchschnittlich eine um ca. 1/3 kleinere Fläche auf als im UR Nord. Die Randliniendichte ist im UR Süd mit etwa 300

m/ha um etwa 50 % höher als im UR Nord (198 m/ha). Somit wird die Annahme bestätigt, dass der UR Süd kleinteiliger strukturiert ist als der UR Nord.

Vergleicht man die Patches und ihre Lage im Raum, so zeigen sich zwischen beiden Untersuchungsräumen weitere Unterschiede. Im UR Nord liegt der durchschnittliche minimale Abstand zweier Patches für Ackerflächen bei 0 m. Alle Untersuchungsflächen grenzen zumindest an einer Seite wieder an Ackerflächen. Ackerflächen im UR Nord sind selten ausschließlich von anderen Strukturen wie Grünland oder Wald umgeben. Im UR Süd liegt der minimale Abstand der Energiekulturen zu anderen Ackerflächen bei durchschnittlich 6,8 m. Hier sind Ackerschläge wesentlich häufiger ohne direkte Anbindung an andere Ackerflächen. Ein vergleichbares Bild ergibt die Betrachtung der Distanzen zwischen Grünland-Patches. Im UR Nord beträgt der durchschnittliche Abstand 4,8 m. Im UR Süd liegen die Flächen im Schnitt 16,6 m auseinander. Somit liegen im UR Nord trotz des insgesamt geringeren Flächenanteils auch die Grünlandflächen eher „geklumpt“ in der Landschaft und in direkter Nachbarschaft zu Patches derselben Klasse (Abbildung 4.24).

Durch den höheren Gehölzflächenanteil im UR Süd ist der mittlere Abstand von Gehölzflächen deutlich geringer (3,6 m) als die Distanzen zwischen entsprechenden Patches im UR Nord mit im Schnitt 20,1 m.

Betrachtet man die durchschnittlichen Abstände der verschiedenen Patches zueinander, zeigt sich für den UR Nord, dass Patches von Offenland-Objektklassen (Grünland, Acker, Feucht- und Sumpfwiesen) im engen räumlichen Kontext zueinander stehen und sich daraus ein vergleichsweise großflächiges Landschaftsmosaik ergibt.

Im UR Süd hingegen ist das Offenland durch ein kleinteiligeres Mosaik gegliedert, Flächen der gleichen Klassen sind nicht geclustert. Die Ergebnisse des „Shannon Diversity Index“ als LSM für landschaftliche Vielfalt bekräftigen diese Aussage. Höhere Werte des Index stehen hierbei für eine vielfältigere Landschaft. Die Werte des UR Süd liegen mit 1,4 deutlich über dem Wert für den UR Nord mit 1,0. Der Unterschied in der landschaftlichen Vielfalt spiegelt sich auch in der Verteilung der landwirtschaftlichen Fläche im Raum wieder, gemessen anhand des Shannon Evenness Index. Die Index-Werte für den UR Süd sind mit 0,66 leicht höher als 0,62 für den UR Nord. Die Werte für den UR Nord indizieren auch dort eine noch relativ gute Strukturierung der Landschaft (Abbildung 4.24)



Abbildung 5.24: Landschaftsraum UR Nord. Blick vom Desenberg auf die ackerdominierte Warburger Börde (Foto: M. Lohr, 2011)

5.4.2. Umfeldanalyse

5.4.2.1. *Vergleich der Untersuchungsräume*

Das Umfeld der jeweiligen Kulturen wird im Süden gleichmäßiger durch verschiedene Strukturtypen gekennzeichnet (Grobstrukturen). Mit Ausnahme der Blümmischung dominieren im Norden Ackerflächen das Umfeld der jeweiligen Kulturen. Im Süden ist diese Dominanz der Ackerflächen deutlich weniger ausgeprägt (Abbildung 4.25). Nur im Umfeld von GPS-Kultur und Zuckerrübe 2013 übersteigt im UR Süd der Anteil der Ackerflächen im 500 m Umfeld die 50% Marke (Abbildung 4.25). Grünland nimmt im Süden im Umfeld fast aller Untersuchungsflächen Flächenanteile von 20 % oder mehr ein, im Norden sind hohe Grünlandanteile (etwa 30 %) auf das Umfeld der Rapsfläche 2012 beschränkt (Abbildung 4.25). Wald ist im Süden im Umfeld von allen Untersuchungsflächen vorhanden. Im Norden beschränkt sich der Wald auf das Umfeld von Blümmischung (> 50 % Flächenanteil) und in geringerem Umfang die Flächen Raps 2013 und Zuckerrübe 2013 (Abbildung 4.25). Die Anteile an Verkehrs- sowie Siedlungsflächen im 500 m Umfeld (in "Sonstige" enthalten) sind für beide Untersuchungsräume eher zu

vernachlässigen. Jedoch steigt im UR Süd der Siedlungsanteil bei Flächen im direkten Umfeld der Biogasanlage und dem Weiler Hahnnest (Blümmischung, Zuckerrübe 2012) auf bis zu 13 % an (Abbildung 4.25).

Der Flächenanteil an nicht genutzten Landschaftselementen (Sonderstrukturen) im 500 m Umfeld um die Untersuchungsflächen liegt in beiden Untersuchungsräumen und im Umfeld aller Flächen bei unter 10 %, wobei im UR Süd der Anteil an Strukturelementen (Sonderstrukturen) mit durchschnittlich 6 % ungefähr doppelt so hoch ist als im UR Nord (Abbildung 4.25).

Im UR Süd ist nicht nur der Flächenanteil an Strukturelementen im Vergleich zum UR Nord im Schnitt doppelt so hoch, sondern auch die Anzahl und die Vielfalt der Strukturelemente. Es finden sich hier im 500 m Radius im Durchschnitt um ein Drittel mehr verschiedene Strukturelemente als im UR Nord (Abbildung 4.26). Die Strukturelemente setzen sich im UR Nord hauptsächlich aus linearen Elementen zusammen (Bahn-/Böschungen, Gehölze, Gräben, Grasstreifen und Graswege). Im Vergleich zum Norden fällt im UR Süd das Vorkommen von Streuobstbeständen (rund 15 %) im Umfeld fast aller Untersuchungsflächen auf. Der Anteil an Gräben und Grasstreifen ist dagegen im Vergleich zum UR Nord deutlich herabgesetzt. Die höhere Anzahl an Strukturelementen im UR Süd beschränkt sich nicht nur auf die Betrachtung des 500 m-Umfeld, sondern ist auch im 100 m- und 10 m-Umfeld erkennbar (Tabelle 5.54).



Abbildung 5.25: Flächenanteile der kartierten Strukturarten im 500 m Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten). Sonderstrukturen beinhaltet alle nicht genutzten Landschaftselemente, die Kategorie Sonstige umfasst die Siedlungs- und Verkehrsflächen.

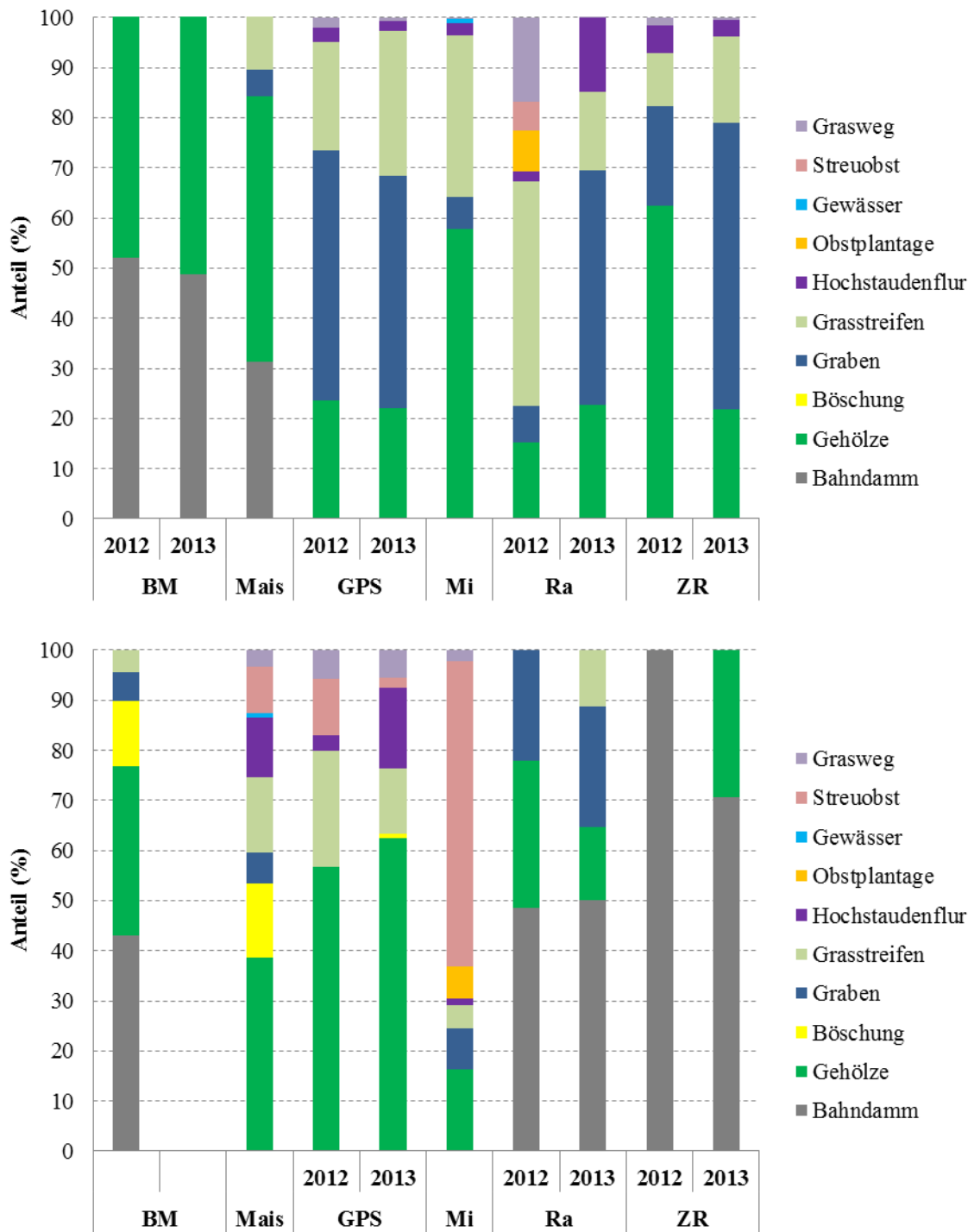


Abbildung 5.26: Flächenanteile der kartierten Strukturelemente im Bezug zur Gesamtfläche der Strukturelemente im 500 m Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Nord (oben) und im UR Süd (unten).

Tabelle 5.54: Zahl der Strukturelemente im Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Süd und UR Nord

	Kultur		Umfeld Radius			
			500 m	100 m außen	10 m außen	
UR Nord	Blühmischung	2012	15	5	2	
		2013	15	7	2	
	Mais		15	6	2	
	GPS	2012	14	6	1	
		2013	11	3	1	
	Miscanthus		15	8	2	
	Raps	2012	17	4	1	
		2013	15	8	6	
	Zückerrübe	2012	16	2	3	
		2013	14	3	3	
	Mittelwert			14,7	5,2	2,3
	UR Süd	Blühmischung		21	14	2
		Mais		18	7	5
		GPS	2012	15	5	4
2013			17	5	2	
Miscanthus			18	10	3	
Raps		2012	18	10	3	
		2013	15	11	2	
Zückerrübe		2012	20	6	4	
		2013	19	12	4	
Mittelwert			17,9	8,9	3,2	

Der kleinräumige Vergleich der Flächen im 100 m Radius um den äußeren Probestreifen differenziert das Umfeld der Flächen wesentlich deutlicher als der großräumige Vergleich. Generell ist der Anteil an Ackerfläche im 100 m Umfeld im Süden geringer als im UR Nord. Während im UR Nord die GPS-Flächen 2012 und 2013, Raps 2012 sowie beide Zuckerrüben-Flächen 2012 und 2013 unmittelbar an Ackerflächen grenzen und somit der Anteil der Ackerflächen im 100 m Umfeld bei nahezu 100 % liegt, trifft dies im UR Süd nur für die GPS-Fläche des Jahres 2013 zu. Grünland dominiert das Umfeld der Probestreifen in der Blühmischung im UR Nord in 2012 und nach Verlegung 2013. Mais und Miscanthus grenzen im Norden ebenfalls an Grünland. Im UR Süd hat das Umfeld von Blühmischung, Mais und Miscanthus sowie Raps im Jahr 2012 einen hohen Grünlandanteil. Waldflächen finden sich im 100 m Umfeld nur bei Blühmischung und

Raps im Jahr 2013 (Abbildung 4.27). Auch der Anteil an Sonderstrukturen ist im 100 m Umfeld im UR Süd wesentlich höher als im UR Nord (Tabelle 5.54).

Der Strukturreichtum im UR Süd spiegelt sich tendenziell auch in den höheren Flächenanteilen mit Blütenpflanzen im Umfeld der beprobten Kulturen. Allerdings ergeben sich in Bezug auf den Faktor Blütenpflanzen im Umfeld erhebliche Schwankungen zwischen den jeweiligen Kulturen (Abbildung 4.28 und Abbildung 4.29). Die Blühanteile schwanken für das Umfeld 10 - 100 m im UR Süd zwischen 10 % mit Blütenpflanzen im Bereich der GPS-Fläche 2013 und Anteilen von bis zu 75 % im Umfeld der Miscanthusfläche. Im UR Nord ist die entsprechende Spanne noch größer (< 5 % im Umfeld der Zuckerrübenflächen und GPS 2012, > 80 % im Umfeld der Blühmischungsfläche 2012) (Abbildung 4.28). Die Deckung mit Blütenpflanzen liegt dabei auf den dazugehörigen Flächen in den meisten Fällen bei maximal 20 %. Eine nennenswerte Ausnahme bilden artenreiche Grünländer und eine Senfeinsaat im Umfeld von Blühmischung, Miscanthus und Mais im UR Nord. Aufgrund früher Mahd wurde bei den entsprechenden Kulturen das potentiell vorhandene und in der Abbildung dargestellte Blühpotential aber nicht realisiert.

Im 10 m Umfeld ergibt sich für den UR Süd beim Bestand an Blütenpflanzen ein sehr einheitliches Bild (Abbildung 4.29). So zeigen i.d.R. etwa 3 - 40 % der Fläche im nahen Umfeld der Kulturen Blühanteile von 1 - 40 %. Differenzierter ist die Situation im UR Nord sowohl in Bezug auf Flächenanteile mit Blütenpflanzen, als auch auf die diesen Flächen zugeordneten Deckungsgrade mit Blüten. Die Flächenanteile schwanken zwischen 0 und 60 %, wobei Deckungen mit Blütenpflanzen von bis zu 80 % im Umfeld der Miscanthus-Fläche erfasst werden konnten. Allerdings kamen, wie bereits oben erwähnt, aufgrund vorzeitiger Mahd die vorhandenen Potentiale in diesem Fall nicht zur Blüte.



Abbildung 5.27: Flächenanteile der kartierten Strukturarten im 100 m Umfeld der Untersuchungsflächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten). Sonderstrukturen beinhaltet alle nicht genutzten Landschaftselemente, die Kategorie Sonstige umfasst die Siedlungs- und Verkehrsflächen.

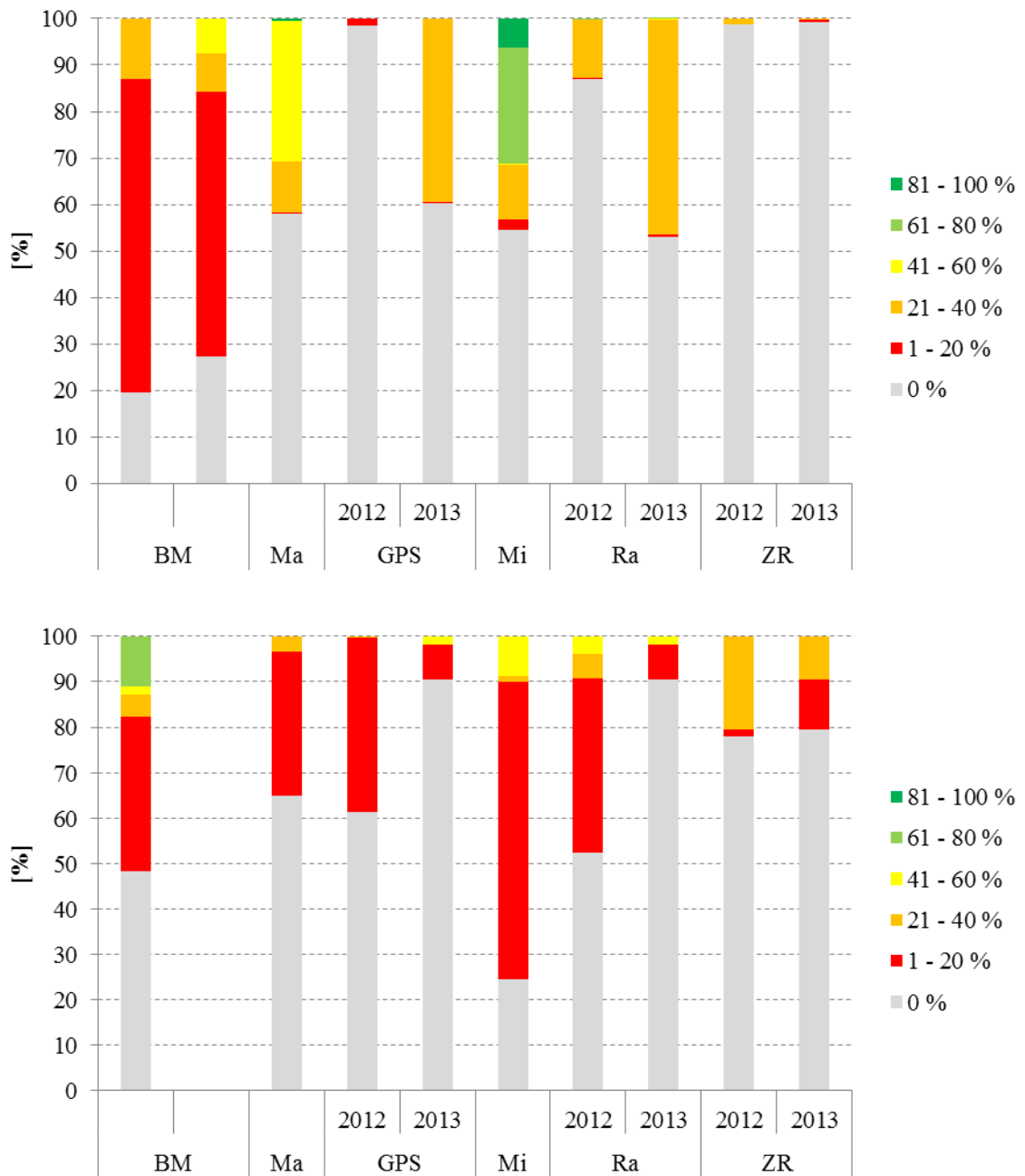


Abbildung 5.28: Anteil der Flächen mit Blühaspekt im 10-100 m Umfeld der untersuchten Kulturen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten). Dargestellt sind 6 Kategorien je nach Deckungsgrad mit Blütenpflanzen.

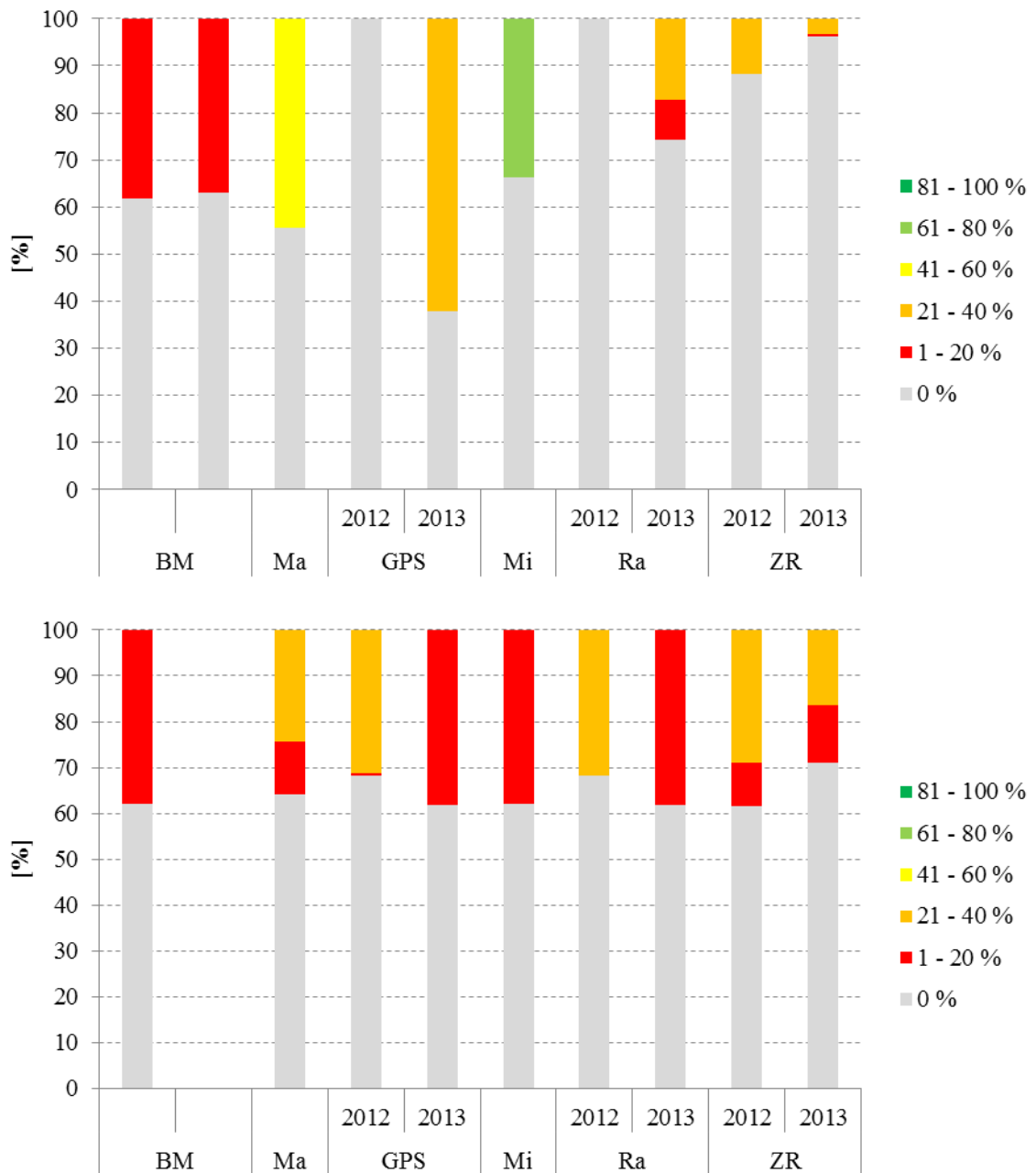


Abbildung 5.29: Anteil der Flächen mit Blühaspekt im 0-10 m Umfeld der untersuchten Kulturen im UR Süd (oben) und UR Nord (unten). Dargestellt sind 6 Kategorien je nach Deckungsgrad mit Blütenpflanzen.

Auch bei der Randliniendichte zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Untersuchungsräumen und Kulturen. Die durchschnittliche Randlinienlänge im 500 m Umfeld im UR Süd beträgt 590,9 m/ha im Vergleich zu 482,7 m / ha im UR Nord (Tabelle 5.55). Die Differenz zwischen maximaler und minimaler Randlinienlänge im 500 m Puffer um die untersuchten Kulturen ist mit ca. 280 m/ha in beiden Untersuchungsräumen etwa gleich groß (Tabelle 5.55). Die höchste Randliniendichte wurde mit im UR Süd mit 695 m/ha im Umfeld der Rapskultur, im UR Nord mit 602 m pro ha im Umfeld der Zuckerrübenfläche ermittelt (Tabelle 5.55).

Tabelle 5.55: Randliniendichte(m/ha) im Umfeld von 500 m und 100 m um die untersuchten Kulturen Farbliche Abstufung vom höchsten Wert (rot) zum niedrigsten Wert (grün).

	UR	BM		Ma	GPS		Mi	Ra		ZR		Mittelwert
		2012	2013		2012	2013		2013	2013	2012	2013	
500 m	Süd	406,3		584,1	620,0	610,3	535,3	695,0	607,3	640,9	618,6	590,9
	Nord	328,7	325,0	537,5	564,3	515,5	545,0	478,8	567,5	362,5	602,2	482,7
100 m	Süd	316,7		190,7	160,1	122,7	223,6	309,8	301,2	206,4	292,8	236,0
	Nord	172,6	184,1	172,4	163,6	143,5	275,3	129,0	219,0	120,0	170,9	175,0

Bei der Betrachtung des 100 m-Umfeldes um die Untersuchungsflächen beträgt die durchschnittliche Randliniendichte für den UR Süd 236,0 m/ha. Sie ist damit im Durchschnitt um 61 m/ha länger als im UR Nord (175,0 m/ha) (Tabelle 5.55). Eine hohe Randliniendichte steht in der Regel für die Kleinteiligkeit einer Landschaft bzw. für eine hohe strukturelle Vielfalt. In dicht besiedelten Landschaftsräumen mit hoher Infrastrukturdichte kann eine hohe Randliniendichte aber auch Zerschneidung (durch lineare Infrastruktur) indizieren. Letztgenannter Sachverhalt kann für beide Untersuchungsräume ausgeschlossen werden.

Die Unterschiede im Strukturierungsgrad der Landschaft zwischen beiden Untersuchungsräumen illustriert Abbildung 4.30 am Beispiel des 500 m-Umfeldes der Kulturen mit der geringsten Randliniendichte in den Untersuchungsräumen Nord (Zuckerrübe) und Süd (Blümmischung). Auf dem ersten Blick sind zwei unterschiedlich strukturierte Landschaften erkennbar. Im UR Nord sind große Schläge und schmale lineare Strukturelemente kennzeichnend. Deutlich ist der hohe Anteil an Ackerflächen (gelb). Die Landschaft im 500 m Umfeld um die Blümmischung im UR Süd hingegen wirkt

kleinteiliger und vielfältig strukturiert. Im UR Süd finden sich deutlich mehr und unterschiedlichere, in Größe und Form stark variierende Landschaftselemente, als im UR Nord. Die Differenz der Randliniendichten zwischen den beiden Kulturen beträgt jedoch nur 43,8 m/ha.

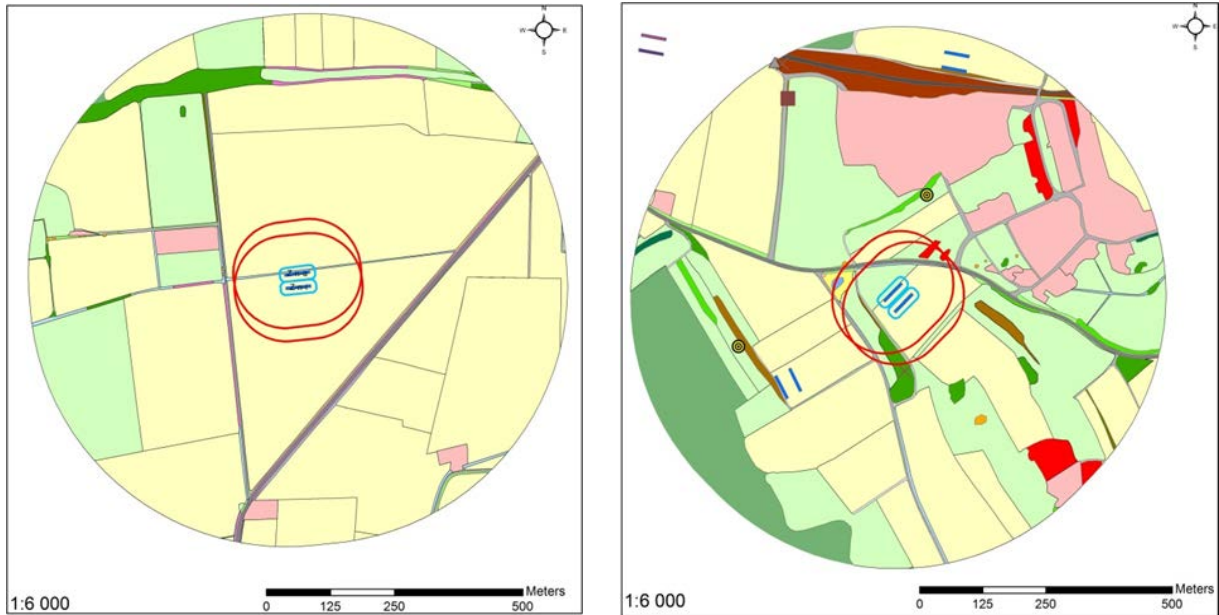


Abbildung 5.30: Vergleich des Struktureichtums beider Untersuchungsräume – links Zuckerrübe im UR Nord, rechts Blümmischung im UR Süd.

5.4.2.2. *Vergleich der Kulturen*

Blühmischung

Durch die Verlegung der Untersuchungsflächen in der Blühmischung im UR Nord von 2012 zu 2013 kam es hinsichtlich des Umfelds der Untersuchungsflächen zu keinen signifikanten Änderungen. Einzig im 100 m Radius verringerte sich der Waldanteil um ca. die Hälfte zugunsten der Strukturelemente Bahndamm und Gehölze. Sonst ist deutlich ersichtlich, dass der Waldanteil im 500 m und der Ackeranteil im 100 m Radius dominiert. Im 10 m Umfeld ist in beiden Untersuchungsräumen Grünland ausgebildet (Abbildung 4.31).

Im Vergleich zum Norden ist das 500 m Umfeld der Blühmischung im UR Süd ausgeglichener. Der Waldanteil tritt deutlich zurück und der größte Teil wird jeweils zu einem Drittel von Acker und Grünland eingenommen. Siedlungs- und Verkehrsflächen sind sowohl im 500 m-Radius, als auch noch im 100 m-Umfeld anzutreffen (Abbildung 4.31). Dies spiegelt die Nähe dieser Fläche zum Ort Hahnnest und der Biogasanlage wieder. Der Anteil an Blütenpflanzen ist im 100 m Umfeld um die Blühmischung im UR Nord deutlich höher als im UR Süd (Abbildung 4.28). Im 10 m Umfeld unterschieden sich die Flächen in beiden Untersuchungsräumen bezüglich des Anteils an Blütenpflanzen dagegen nur wenig (Abbildung 4.29). Der Flächenanteil der Strukturelemente um die Blühmischung ist im UR Süd mit 8 % rund doppelt so hoch wie im UR Nord (Abbildung 4.31). Das Umfeld der Blühmischung im UR Süd ist auch deutlich reichhaltiger an Zahl (Tabelle 5.54) und Vielfalt (Abbildung 4.21) der entsprechenden Strukturelemente.

Die Randlinienlängen im 500 m- und 100 m-Umfeld um die Blühmischung im UR Süd sind im Vergleich zur Blühmischung im UR Nord deutlich höher. Im 100 m-Umfeld sogar fast doppelt so hoch (Tabelle 5.55).

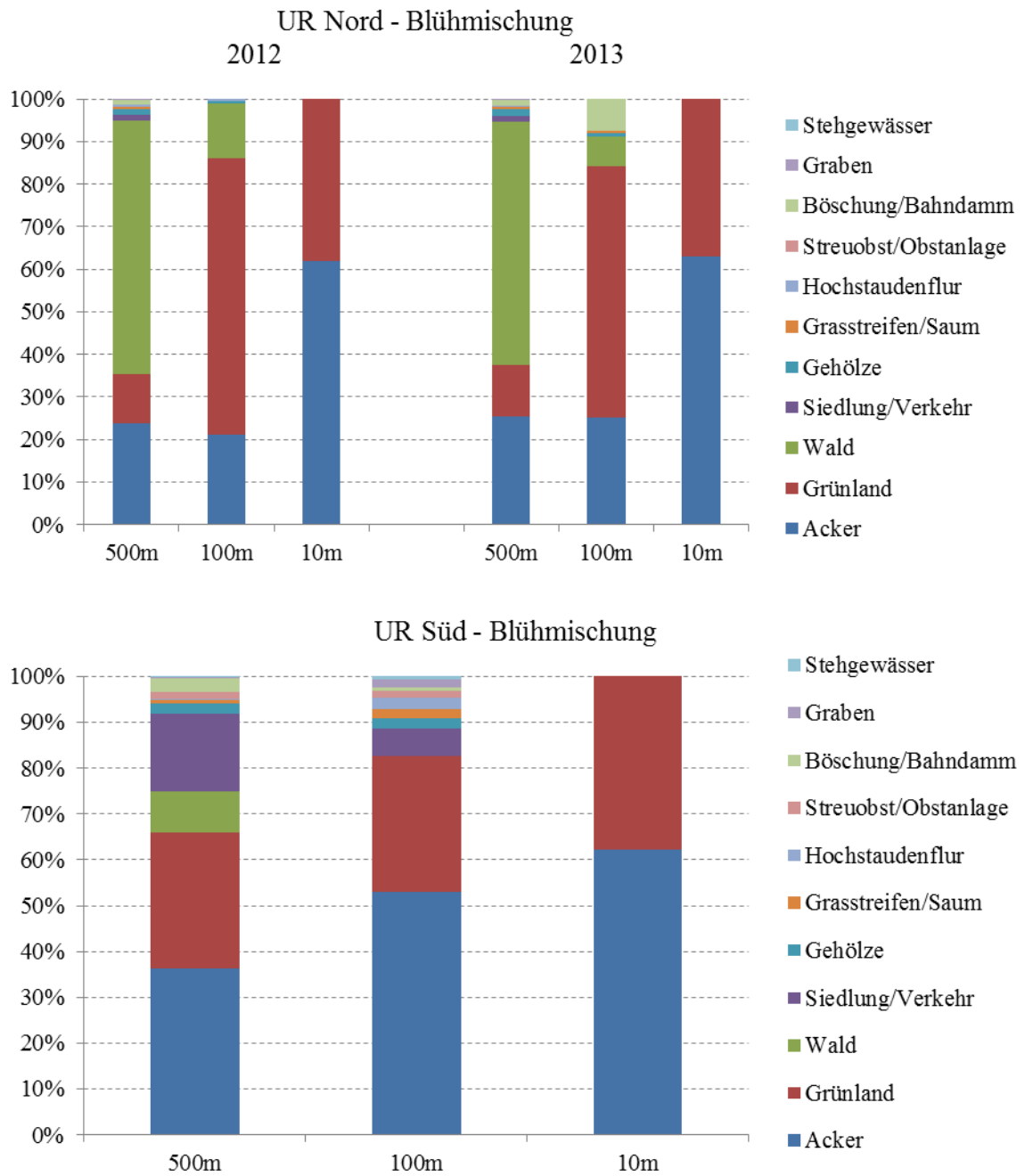


Abbildung 5.31: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Blümmischungen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).

Ganzpflanzensilage (GPS)

Für die Ganzpflanzensilage gehen in beiden Untersuchungsjahren jeweils unterschiedliche Flächen und damit auch Flächenumfelder in die Auswertung ein.

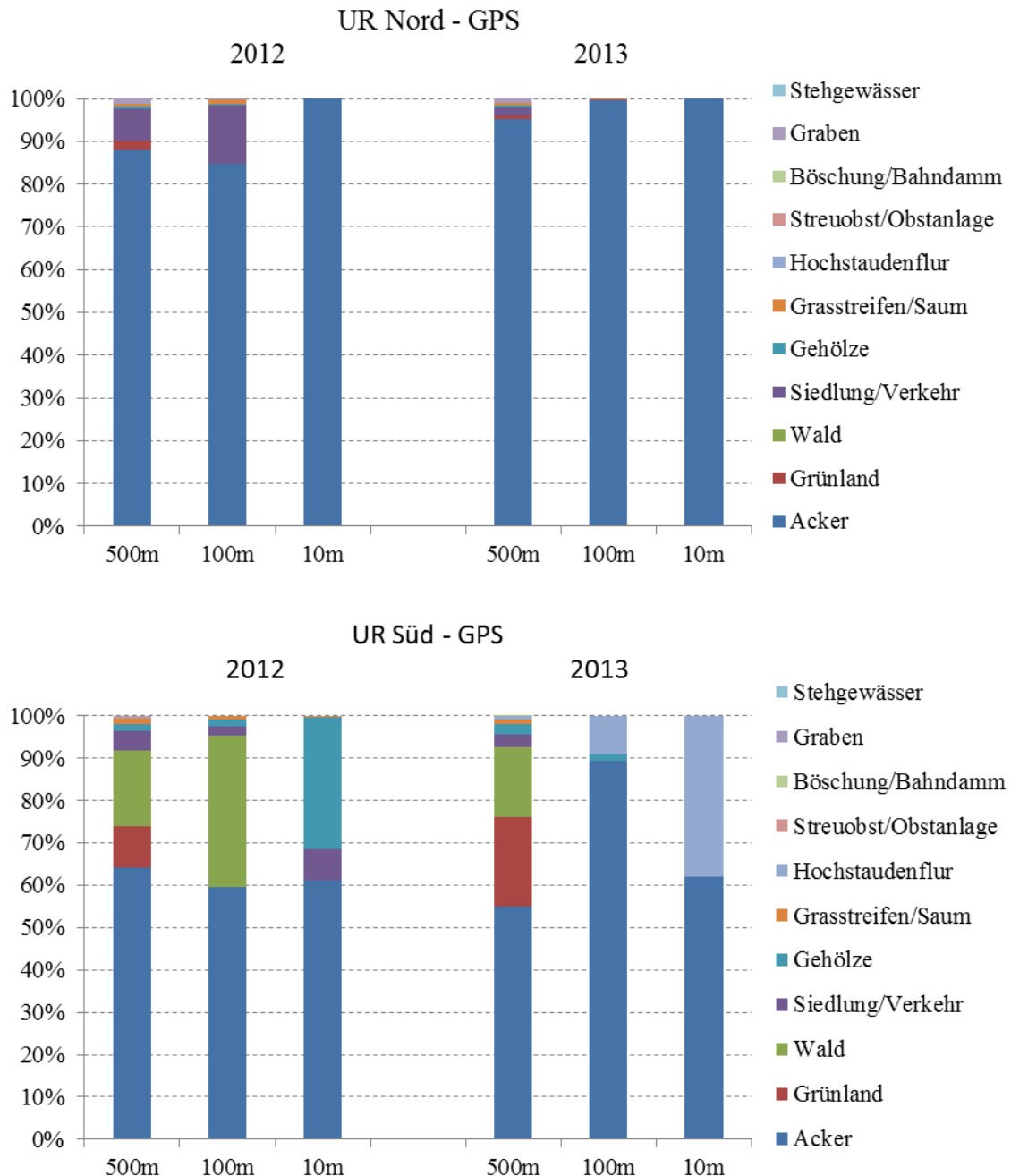


Abbildung 5.32: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der GPS-Flächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).

Das 500 m Umfeld der GPS-Flächen im UR Nord weist mit 88 % für das Jahr 2012 und 95 % in 2013 den höchsten Ackeranteil aller Untersuchungsflächen auf. Der Rest verteilt sich auf Siedlungs- und Verkehrsflächen und einen geringen Anteil an Grünland (Abbildung 4.32). Der Anteil an Strukturelementen liegt für beide Jahre im 500 m Umfeld bei rund 2 % (Abbildung 4.32). Den Hauptteil bilden dabei lineare Strukturen wie Gräben und Grasstreifen. Im Jahr 2013 wird das 100 m Umfeld der GPS-Flächen Nord nur von Ackerflächen gebildet (Abbildung 4.32), im 10 m Umfeld sind sogar in beiden Untersuchungsjahren nur Ackerflächen zu finden.

Auch im UR Süd zeigt das 500 m-Umfeld der GPS-Kulturen den höchsten Ackeranteil aller Untersuchungsflächen (55 % in 2012 bzw. 65 % in 2013). Der Anteil an Wald- und Grünlandflächen ist bei den nur wenigen hundert Meter auseinander liegenden Flächen vergleichbar (Abbildung 4.32). Der Strukturelementanteil ist im 500 m Umfeld mit rund 4 % bei beiden Flächen fast doppelt so hoch wie im UR Nord. Den Großteil der Strukturelemente bilden Feldgehölze und Feldhecken sowie die dazugehörigen Säume (Abbildung 4.32). Deutliche Unterschiede ergeben sich im näheren Umfeld (100 m) der GPS-Flächen im UR Süd. 2012 bildete Wald einen Anteil von über 30 % wohingegen 2013 der Waldanteil unter 1 % lag. Ähnliches zeigt sich im 10 m Radius, wo eine Abnahme bei den Gehölzen von > 30% auf etwa 2 % zu verzeichnen ist (Abbildung 4.32). Deutliche Unterschiede gibt es auch bei der 2013 deutlich stärker ausgeprägten Hochstaudenflur (Abbildung 4.32). Die Zahl der Strukturelemente liegt im 500 m- und 10 m-Umfeld in beiden Untersuchungsjahren im UR Süd höher als im UR Nord. Für das 100 m-Umfeld gilt dies in 2012 nicht (Tabelle 5.54).

Die Blühaspekte sind im UR Süd und UR Nord im 100 m-Radius ähnlich, variieren aber zwischen den Untersuchungsjahren. Einer Deckung von etwa 40 % im UR Süd steht im Jahr 2012 im UR Nord nur etwa 1 % gegenüber. Dieses Verhältnis kehrt sich in 2013 nahezu um (Abbildung 4.28). Die Randliniendichte um die GPS Flächen liegt im UR Nord im Mittel beider Untersuchungsjahre bei etwa 540 m, im UR Süd bei 615 m (Tabelle 5.55). Allerdings unterscheiden sich die Randlinienlängen im 100 m Umfeld um die GPS Kultur in beiden Untersuchungsjahren nur wenig bzw. in 2013 übersteigt hier die Randlinienlänge Nord mit 143,5 m/ha die entsprechenden Werte im Süden (123 m/ha) (Tabelle 5.55).

Mais

Die Umgebung des Mais ist im UR Süd deutlich vielfältiger als im UR Nord. Wald und Böschungen sind im Umfeld der Mais-Kultur nur im UR Süd in nennenswertem Umfang vorhanden (Abbildung 4.33). Im 500 m- und 100 m-Umfeld der Maisflächen wurden im UR Nord und UR Süd mit 15 gegenüber 18 bzw. 6 gegenüber 7 ähnlich viele Strukturelemente gezählt (Tabelle 5.54). Allerdings nehmen die Strukturelemente im Süden deutliche höhere Flächenanteile ein und im Norden wird das 500 m-Umfeld von Ackerflächen mit über 70 % Flächenanteil dominiert (Abbildung 4.33). Im UR Süd sind Ackerflächen, Grünland und zusätzlich Wald im 500 m-Radius um den Probestreifen mit jeweils ungefähr einem Drittel in etwa gleich repräsentiert.

Im näheren Umfeld verteilt sich die Fläche im Norden auf Acker und Grünland, wohingegen im Süden Wald, Gehölze und eine steile Böschung mit artenreicher Vegetation zwischen 10 % (100 m) und rund 35 % (10 m) einnehmen. Die Blühaspekte sind im 10-100 m Umfeld bei den Maisflächen in Nord und Süd ähnlich ausgebildet (28). Auch in unmittelbarer Nachbarschaft zum äußeren Probestreifen (0 - 10 m) bedecken Blühaspekte im UR Nord und im UR Süd etwa 40 % der Fläche (Abbildung 4.29).

Das Umfeld der Maisflächen unterscheidet sich in beiden Untersuchungsräumen nur geringfügig in Bezug auf die Randliniendichte. Diese ist im Süden sowohl im 100 m- als auch im 500 m-Umfeld um etwa 10 % höher als im UR Nord (Tabelle 5.55).

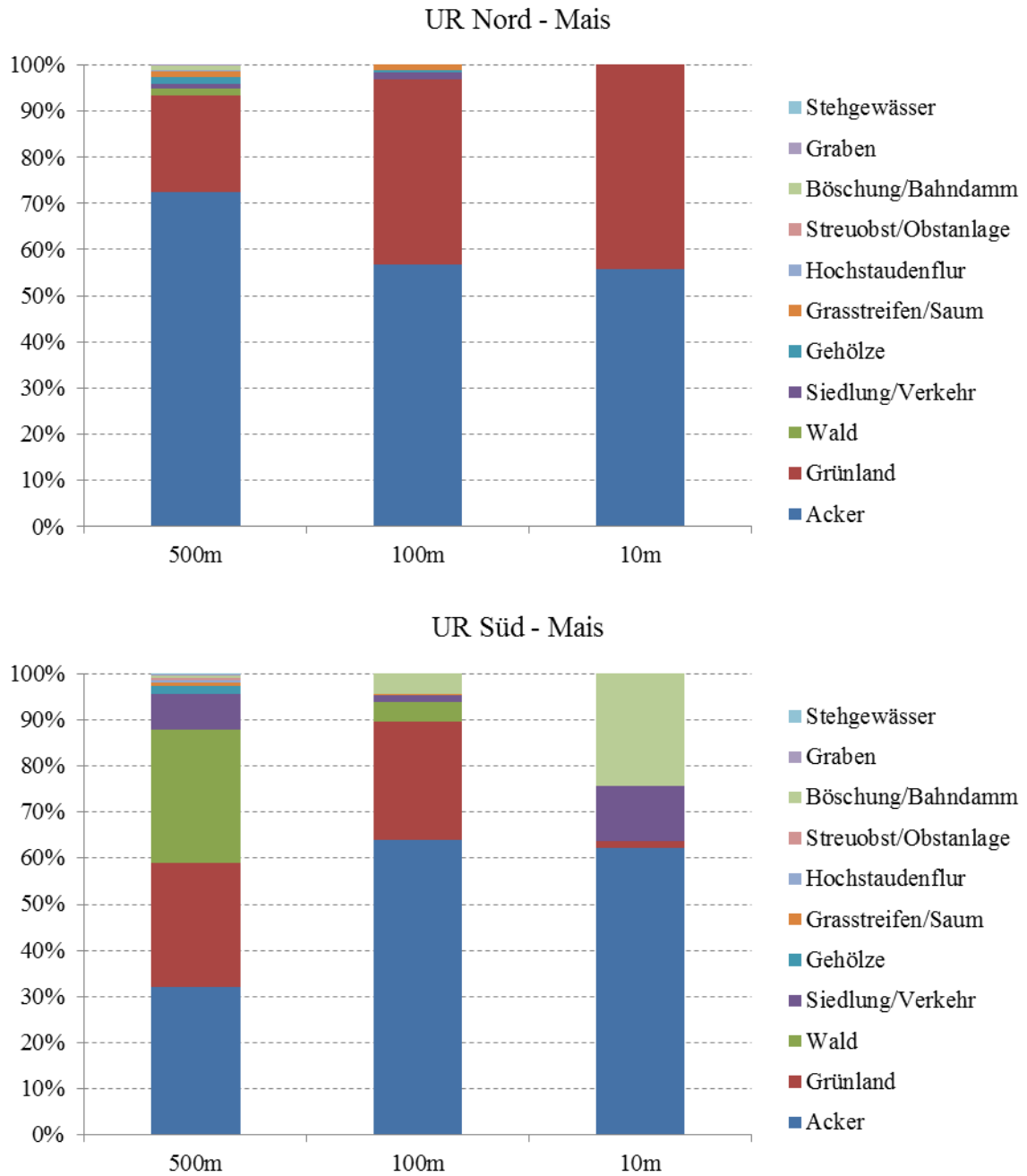


Abbildung 5.33: Flächenanteil der Landschafts- und Strukturelemente im Umfeld der Mais-Flächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).

Miscanthus

Die Zusammensetzung des Umfelds der Miscanthusfläche unterscheidet sich deutlich zwischen den beiden Untersuchungsräumen (Entfernungen 10 m, 100 m und 500 m). Das Gebiet im UR Nord weist im 500 m Radius mit über 80 % einen deutlich höheren Ackeranteil auf, als die Fläche im Süden (25 % Ackeranteil). In beiden Untersuchungsräumen nimmt Grünland im Umfeld um die Miscanthusfläche größere Flächenanteile ein - zwischen 5 - 35 % im UR Nord bzw. 30 - 60 % im UR Süd (Abbildung 4.34).

Die Zahl der Strukturelemente im Umfeld ist im Süden generell höher als im Norden, wobei die Miscanthusfläche im UR Nord insbesondere im 100 m Umfeld mit die höchste Zahl an Strukturelementen aller Flächen im Kreis Höxter aufweist (Tabelle 5.54). Der Flächenanteil von Sonderstrukturen, Wald und Grünland ist im 500 m Umfeld der Miscanthusfläche Süd etwa dreimal so hoch wie im UR Nord (Abbildung 4.34). Besonders zu erwähnen sind im UR Süd die nordwestlich der Miscanthusfläche gelegenen Streuobstbestände mit rund 5 % Flächenanteil im 500 m Radius und ca. 8 % im 100 m Umfeld (Abbildung 4.34).

Einem hohen Anteil an Flächen mit eher geringem Blütenanteil im Süden steht im 100 m Umfeld im UR Nord ein deutlich geringerer Flächenanteil mit aber deutlich höherem Blütenanteil gegenüber (Abbildung 4.28). Im 10 m Umfeld sind die Flächenanteile ähnlich, der Norden behält jedoch die deutlich höheren Dichten an Blütenpflanzen pro Flächeneinheit (Abbildung 4.29).

Im Umfeld der Miscanthusflächen wurde im UR Nord eine im Vergleich zum UR Süd höhere Randliniendichte ermittelt. Deutlichere Unterschiede ergeben sich dabei insbesondere für den 100 m-Bereich mit 224 m/ha im UR Süd im Vergleich zu 275 m/ha im UR Nord (Tabelle 5.55).

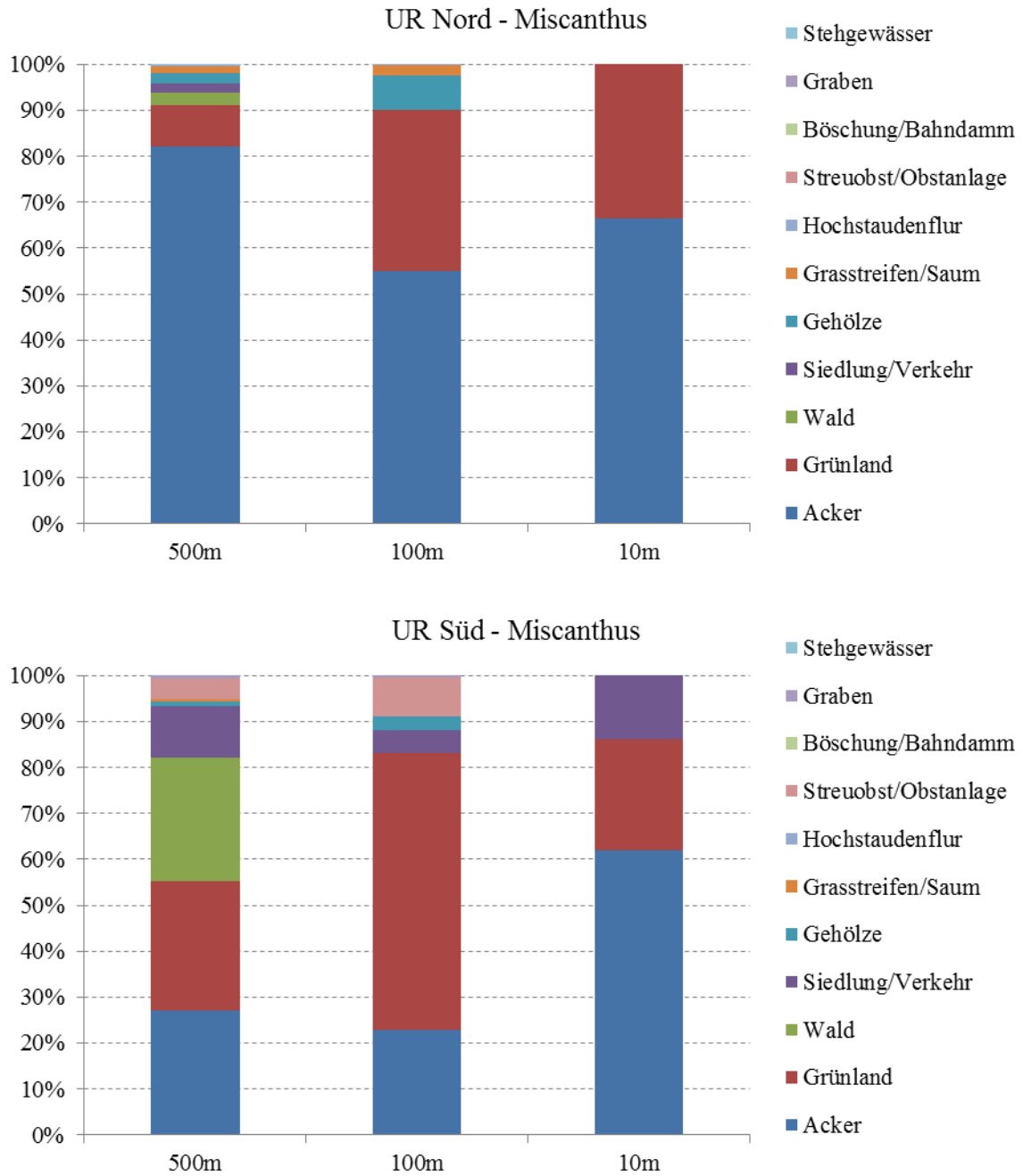


Abbildung 5.34: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Miscanthus-Flächen im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).

Raps

Im UR Nord sind zwischen beiden Untersuchungsjahren deutliche Unterschiede im Umfeld der Rapsflächen in Bezug auf die Zusammensetzung und Ausprägung der Randstrukturen gegeben. Das Umfeld der Fläche von 2012 ist strukturarm und Ackerflächen dominieren. Im darauffolgenden Jahr wird die Nähe zu einem Waldstück deutlich, wobei auch weitere Strukturelemente, insbesondere lineare Elemente wie Böschungen, Gräben und Säume auch im 10 m-Bereich zu finden sind (Abbildung 4.35).

Im UR Süd ist 2012 und 2013 das 500 m Umfeld der Untersuchungsflächen sehr ähnlich. Grünland und Wald belegen zusammen jeweils über zwei Drittel der Gesamtfläche. Als Sonderstruktur findet sich nordwestlich und nördlich der Untersuchungsflächen ein wenig bis ungenutzter Bahnkörper mit dazugehörigem Bahndamm bzw. Geländeeinschnitten. Allein das 10 m Umfeld unterscheidet sich hinsichtlich der Kleinstrukturen zwischen den Untersuchungsjahren. Aber auch hier ist 2012 der in Abbildung 4.35 nicht dargestellte Gehölzanteil am Bahndamm zu beachten, der wenigstens 50 % der Bahndammfläche einnimmt.

Im 100 m-Umfeld der äußeren Untersuchungsflächen ist im Süden 2012 ein relativ großer Flächenanteil mit Blütenpflanzen verfügbar (etwa 50 %), im Jahr 2013 sehr viel weniger (etwa 10 %). Im UR Nord sind die Verhältnisse genau umgekehrt mit hohen Flächenanteilen in 2013 (etwa 50 %) und niedrigen Flächenanteilen in 2012 (etwa 10 %) (Abbildung 4.28). Im 10 m Umfeld fehlen im Norden in 2012 Flächen mit blühender Vegetation gegenüber einem Flächenanteil von etwa 25 % in 2013. Im Süden nehmen Flächen mit Blühaspekt in beiden Jahren 35 - 40 % des 10 m-Umfeldes ein (Abbildung 4.29).

Die Randliniendichte liegt im Umfeld des Raps in beiden Untersuchungsjahren im UR Süd über derjenigen im UR Nord (Tabelle 5.55).

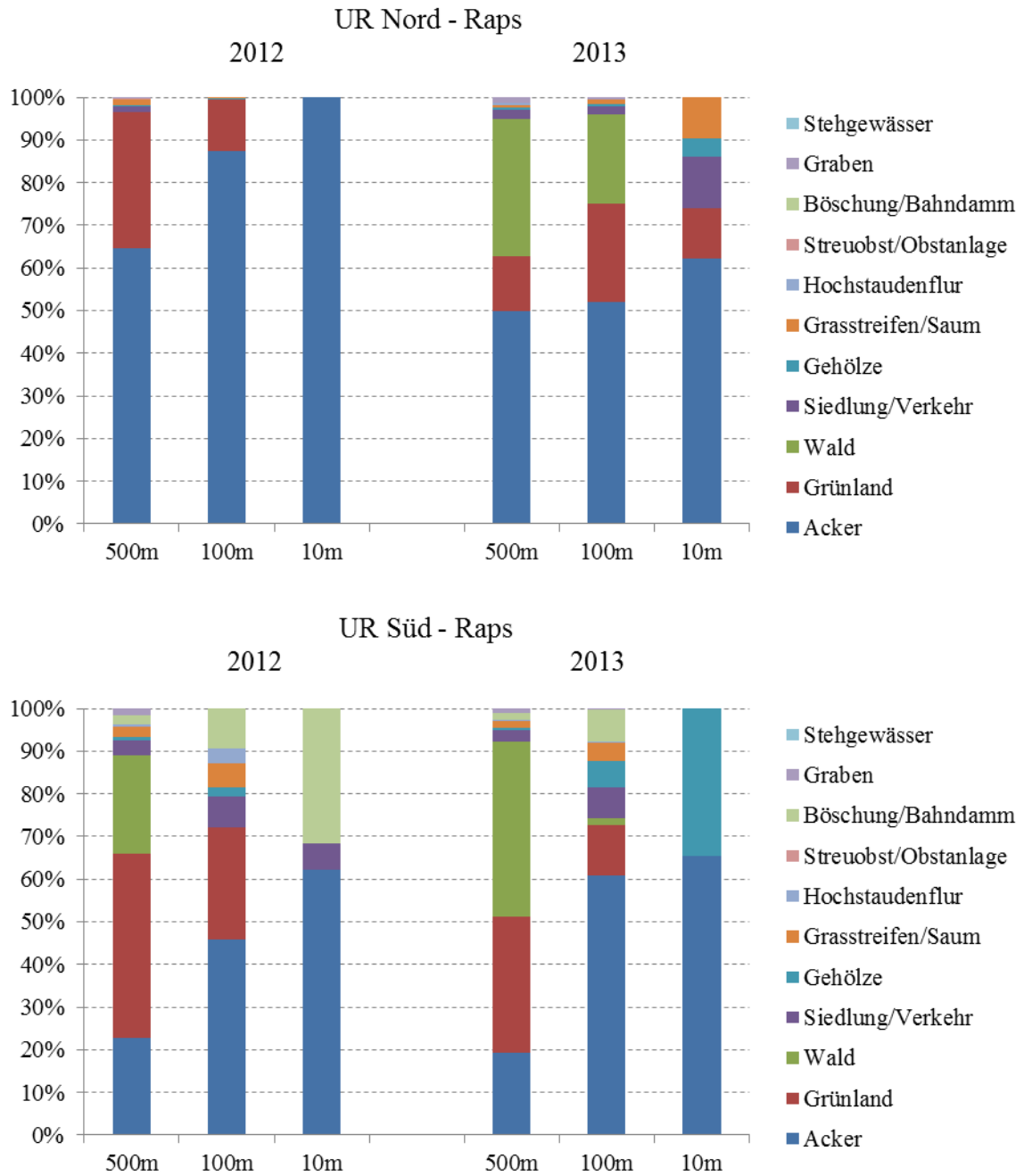


Abbildung 5.35: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Raps-Flächen 2012 und 2013 im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).

Zuckerrübe

Das Umfeld der Zuckerrübenflächen im UR Nord ist deutlich stärker von Äckern geprägt als das entsprechende Umfeld im UR Süd. Der Ackeranteil beträgt im UR Nord im 100 m Umfeld in beiden Jahren 98 %. Im 10 m Umfeld treten neben Ackerflächen nur noch Grasstreifen oder Gräben hervor (Abbildung 4.36).

Im UR Süd ist das 500 m Umfeld um die Zuckerrübenfläche für beide Untersuchungsjahre ähnlich divers wie bei den anderen Süd-Flächen. Grünland, Wald und Sonderstrukturen bedecken mindestens 45 % der umgebenden Fläche (Abbildung 4.36). Zahlreiche Kleinstrukturen sind vorhanden (19 bzw. 20 Kleinstrukturen insgesamt) (Tabelle 5.54). Im näheren Umfeld sind beide Zuckerrübenflächen durch die Nähe zu der eingleisigen Nebenbahnstrecke und der begleitenden Böschung mit Säumen, Stauden und Gehölzen charakterisiert.

Der extrem hohe Ackeranteil im UR Nord im Umfeld der Zuckerrüben-Kultur wird auch an den Blühflächenanteilen deutlich. So sind im 100 m-Umfeld der Zuckerrübenflächen Nord fast keine Blühflächen anzutreffen (Abbildung 4.28), im 10 m Umfeld maximal 10 % im Jahr 2012 (Abbildung 4.29). Dem stehen im UR Süd deutlich höhere Blühflächenanteile gegenüber und zwar 30 - 40 % im 100 m Umfeld (Abbildung 4.28) und immerhin 20 - 25 % im 10 m-Bereich (Abbildung 4.29).

Die Randliniendichte um die Zuckerrübenfläche ist im UR Süd in beiden Jahren sowohl im 500 m als auch im 100 m Puffer höher als im UR Nord. Dies gilt, obwohl das 500 m Umfeld um die Zuckerrübenfläche Nord im Jahr 2013 die höchsten für diesen Untersuchungsraum gemessenen Randliniendichten aufweist (Tabelle 5.55).



Abbildung 5.36: Flächenanteil der Strukturelemente im Umfeld der Zuckerrüben-Flächen 2012 und 2013 im UR Nord (oben) und UR Süd (unten).

5.5. Treibhausgas (THG)-Bilanzierung

Abbildung 4.37 zeigt für das Referenzsystem „Brache“ die Vor- und Nachteile aller Bioenergiepfade gegenüber ihren jeweiligen fossilen Äquivalenzprodukten für die Umweltwirkung Treibhauseffekt, jeweils für Szenario 1 (Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Brandenbrug) und Szenario 2 (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen).

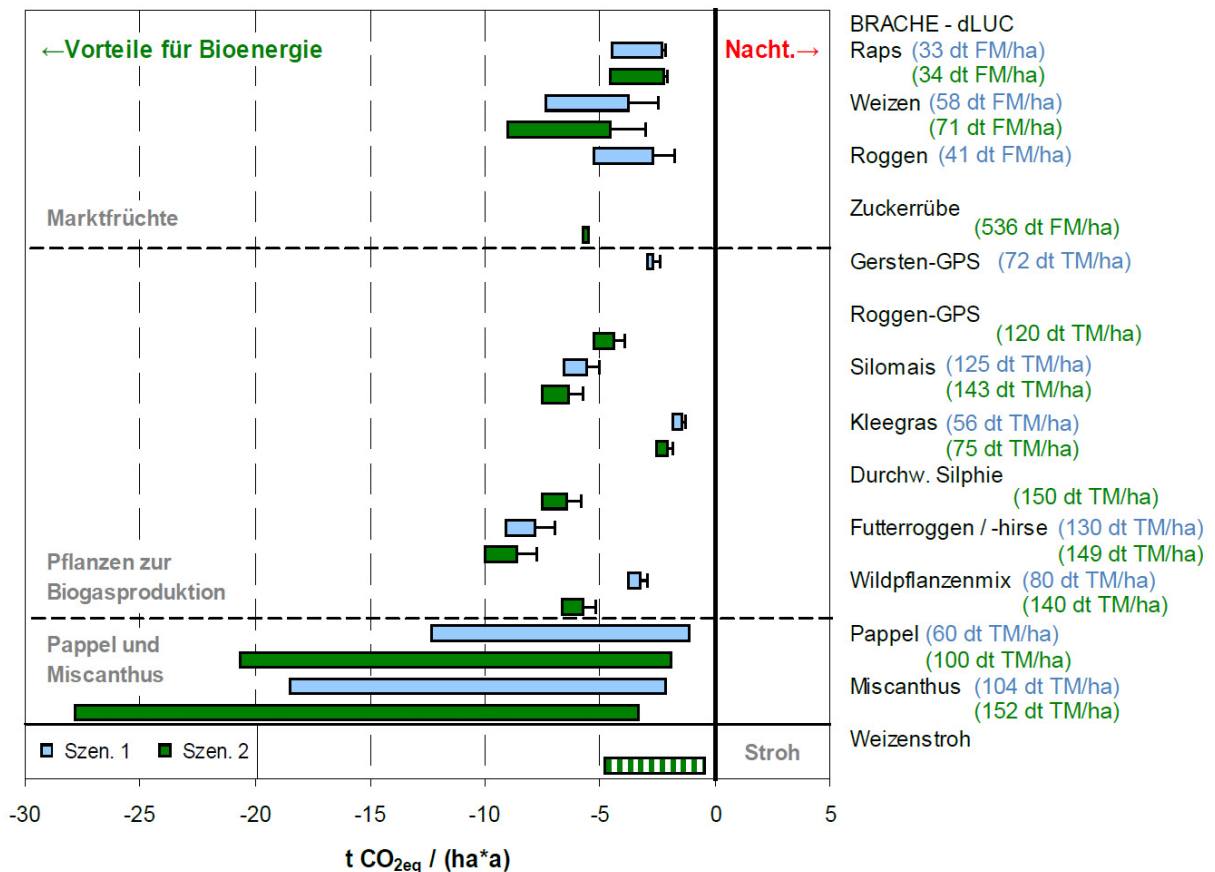


Abbildung 5.37: Ergebnisse der Lebenswegvergleiche für das Referenzsystem „Brache“ (dLUC = direct Land Use Change). Berücksichtigt sind ausschließlich stationäre Nutzungssysteme. In Klammer finden sich die zugrunde gelegten Erträge der Kulturen (blau: Szenario 1, Landkreis Ostprignitz-Ruppin bzw. niedriges Ertragsniveau beim Wildpflanzenmix; grün: Szenario 2, Saale-Holzland-Kreis bzw. hohes Ertragsniveau beim Wildpflanzenmix)

Auszug aus dem Endbericht „Flächeneffektive Bioenergienutzung aus Naturschutzsicht - Bewertung + Empfehlungen zum Schutz biologischer Vielfalt und Klima“ (PETERS et al., 2010): *Die Ergebnisse der Lebenswegvergleiche sind in Form von Bandbreiten dargestellt, die sämtliche Konversionstechnologien und Nutzungen umfassen. Beispielsweise beinhaltet die Bandbreite für Raps sowohl die mobile Nutzung als Pflanzenölkraftstoff, Biodiesel und hydriertes Pflanzenöl (HVO) als auch die stationäre Nutzung zur Strom- und*

Wärmeerzeugung. Der Fehlerbalken zeigt das Ergebnis bei reiner Strom- bzw. Wärmeerzeugung, d.h. ohne Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

- *Sämtliche Bioenergieträger weisen eine positive Treibhausgasbilanz auf.*
- *Die Ergebnisse für Szenario 2 sind dabei aufgrund der höheren Flächenerträge in der Regel besser als für Szenario 1. [...]*
- *Die energetische Nutzung von Marktfrüchten (Raps, Weizen, Roggen und Zuckerrübe) sowie von Pflanzen zur Biogasproduktion führt zu Treibhausgaseinsparungen von bis zu 10 t CO₂-Äquivalenten pro Hektar und Jahr (bei reiner Strom-/Wärmenutzung im Mittel ca. 2,5 - 5 t CO₂eq/(ha*a)).*
- *Dagegen kann mit Pappel und Miscanthus im besten Fall mehr als die doppelte Menge an Treibhausgasen eingespart werden, wenn diese zur stationären Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden.*
- *Aus der energetischen Nutzung von Weizenstroh resultieren Treibhausgaseinsparungen bis zu 5 t CO₂eq/(ha*a) bzw. 1,4 t CO₂eq/ t Stroh (FM), der eigentlich korrekteren Bezugsgröße für einen Reststoff wie Stroh.*

Die zusätzlichen vom ifeu durchgeführten Berechnungen zur mehrjährigen Blümmischung (Wildpflanzenmix) zeigen, dass bei niedrigem Ertragsniveau (Szenario 1) im besten Fall bis zu 4 t CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr an Treibhausgas eingespart werden können und bei hohem Ertragsniveau (Szenario 2) knapp 7 t CO₂eq/(ha*a). Damit lässt sich die mehrjährige Blümmischung in Bezug auf ihre Treibhausgasbilanz im mittleren Bereich aller betrachteten Pflanzen zur Biogasproduktion einordnen.

Wie anhand der Bandbreite der Darstellung in Abbildung 4.37 und den Detailinformationen in Abbildung 4.38 und Abbildung 4.39 zu erkennen ist, wird die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) von Energiepflanzen bei der Lebenswegbetrachtung in viel stärkerem Umfang durch den Nutzungspfad und die Konversionstechnologie bestimmt, als durch die Kulturart selbst. Das größte THG-Einsparpotential wird für alle Kulturen bei stationärer Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) erzielt. Bei der stationären Erzeugung von Strom und Wärme aus Miscanthus lassen sich bei mittlerem Ertragniveau (152 dt FM/ha) bis zu 28 t CO₂eq/(ha*a) gegenüber fossilen Energieträgern unter Berücksichtigung des Referenzsystems Brache – dLUC einsparen. Bei der Erzeugung von Bioethanol aus Miscanthus zur mobilen Nutzung reduziert sich das

THG-Einsparpotential auf 3 t CO_{2eq} / (ha*a) (Abbildung 4.38 Fehler! Verweisquelle

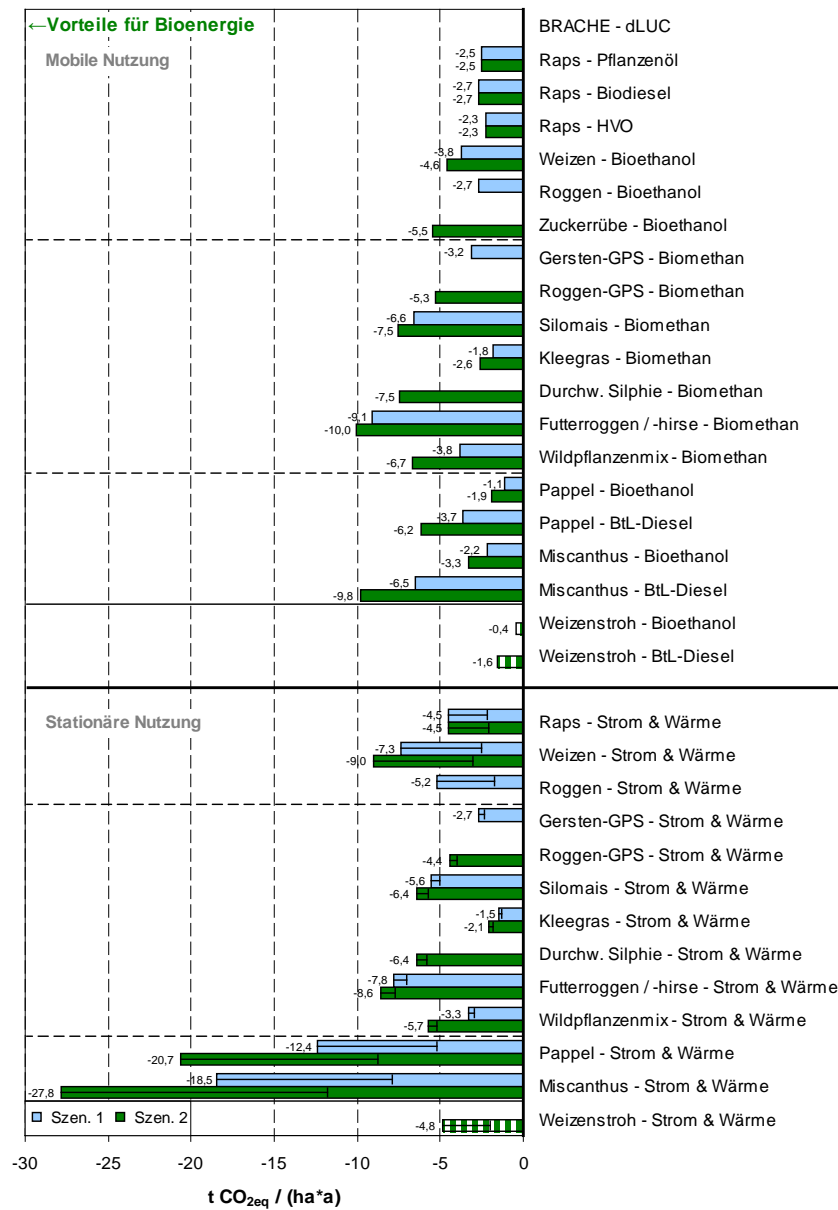


Abbildung 5.38: THG-Bilanzierung – Systemgrenze „Gesamter Lebensweg“

konnte nicht gefunden werden.).

Beim Anbau von Marktfrüchten (Raps/Getreide/Mais/Zuckerrüben) zur mobilen Nutzung in Form flüssiger Treibstoffe können bei mittlerem Ertragsniveau THG-Emissionen in Höhe von 2,5 bis 5 t CO_{2eq}/(ha*a) eingespart werden. Mit stationären KWK-Anlagen lassen sich bei Raps und Getreide in etwa die doppelten Mengen an THG-Emissionen einsparen (4,5 - 9 t CO_{2eq}/(ha*a)) (Abbildung 4.38).

Beim Nutzungspfad Biogas sind die Spannweiten der eingesparten THG-Emissionen zwischen Einfachnutzung (Strom) und optimaler Nutzung in KWK-Anlagen weniger ausgeprägt (ca. 1 - 2 t CO_{2eq}/(ha*a) (Abbildung 4.37).

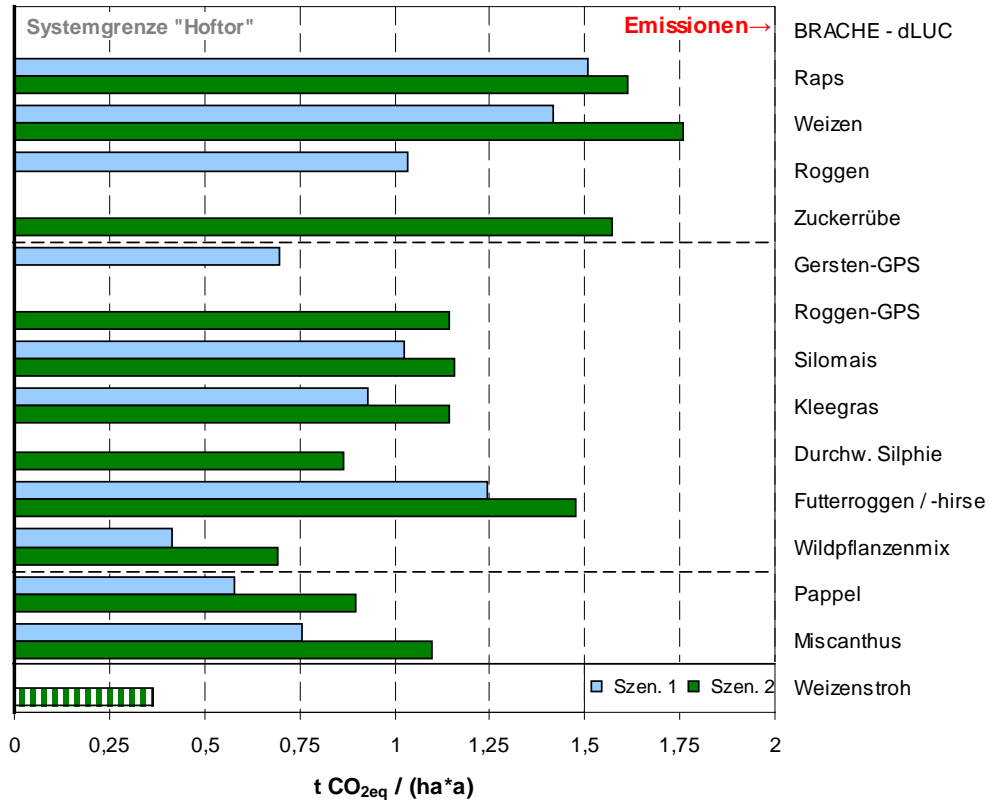


Abbildung 5.39: THG-Bilanzierung – Systemgrenze „Hofator“

In Abbildung 4.39 sind die THG-Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Hofator dargestellt. Die Werte liegen zwischen 0,4 t CO_{2eq}/(ha*a) beim Anbau der mehrjährigen Blümmischung (Wildpflanzenmix) bei niedrigem Ertragsniveau und 1,8 t CO_{2eq}/(ha*a) beim Anbau der Marktfrucht Weizen unter optimalen Bedingungen im Saale-Holzland-Kreis; die Differenz beträgt ca. 1,4 t CO_{2eq}/(ha*a). Betrachtet man nur die Emissionswerte für die Produktion der „Biogaskulturen“, liegt die Differenz bei ca. 1 t CO_{2eq} / (ha*a) (Wildpflanzenmix vs. Zweikulturnutzungssystem).

Vergleicht man diese Differenz mit der Differenz der Biogaskulturen bei der Gesamt-THG-Bilanz unter der Annahme einer reinen Stromnutzung (Fehlerbalken in Abbildung 4.37), dann ist festzustellen, dass die Differenz bei der Gesamtbilanz-Betrachtung

zwischen den Kulturen größer ausfällt: 2 t CO_{2eq}/(ha*a) beim Anbau von Klee gras gegenüber 7,5 t CO_{2eq}/(ha*a) beim Anbau von Futterroggen/-hirse im Zweikultur-nutzungssystem.

Dies zeigt, dass auf Produktionsseite die THG-Emissionen vor allem durch die N-Düngung (Herstellung und Denitrifikation) und Bodenbearbeitung bedingt sind. Die Gesamt-THG-Bilanz wird entscheidend durch die Höhe des Ertrages beeinflusst.

Bei Mais und beim Zweikulturnutzungssystem (Futterroggen/“-hirsen“) bedingt der hohe Ertrag hohe THG-Einsparpotentiale (> 5 t CO_{2eq}/(ha*a)); bei der Blühmischung (Wildpflanzenmix) und bei der Durchwachsenen Silphie nimmt die geringere Bodenbearbeitung und Bewirtschaftungsintensität (reduzierte Düngung und Pflanzenschutz) einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der Emissionswerte. Klee gras schneidet aufgrund eines niederen Ertrages in Kombination mit hohem Maschineneinsatz schlecht ab (ca. 2 t CO_{2eq}/(ha*a)). Bei der mehrjährigen Blühmischung gilt es zu beachten, dass das gewählte Ertragsniveau mit 80 bis 140 dt TM/ha im Vergleich zu den Kulturen des zitierten Projektberichts „Flächeneffektive Bioenergienutzung aus Naturschutzsicht“ zu optimistisch gewählt ist. Ein durchschnittlicher jährlicher Ertrag in Höhe von 140 dt TM/ha muss sich in der Praxis noch beweisen. Ein realistisches Vergleichsniveau der beiden Studien liegt eher bei 80 bis 110 dt TM/ha, so dass die eingesparten THG-Emissionen im Bereich von 4 bis 5,5 t CO_{2eq}/(ha*a) liegen dürften und somit zwischen den Kulturen Klee gras und Mais.

Bei den vom ifeu ermittelten THG-Bilanzen zu den einzelnen Energiekulturen wird davon ausgegangen, dass die Humusbilanz über die Fruchtfolge ausgeglichen ist. Bei der Betrachtung einzelner Kulturarten und Fruchtfolgeglieder kann es jedoch zu einer Humusmehrung oder -zehrung im jeweiligen Anbaujahr kommen. Ein gängiger Ansatz für Humusbilanzen ist die VDLUFA-Methode (VDLUFA, 2004). Als Grundlage für Humusbilanzen dienen Veränderungen der Humus-C-Mengen [Humus-C kg/ha] im Boden beim Anbau einzelner Kulturarten. So kann bei Dauerkulturen (KUP und Miscanthus) von einer jährlichen Humusmehrung in der Größenordnung von 1.000 kg Humus-C/ha und mehr ausgegangen werden (DELLER & MASTEL, 2011; MASTEL, 2011). In einer ähnlichen Größenordnung liegt die nach VDLUFA-Methode berechnete Boden-Humusgehalts-mehrung bei mehrjährigen Kulturen ((Blühmischung und Klee gras), wenn man den Humus-C-Gehalt im Gärrest dem jeweiligen Biogassubstrat gutschreibt.

Eine Humusmehrung von 1.000 kg Humus-C/ha entspricht einer „Strohdüngung“ in Höhe von 10 t FM/ha. Im Umkehrschluss kann im Rahmen der Fruchtfolge pro Anbaujahr einer mehrjährigen Kultur wie Klee gras oder Blü hmischung eine Strohmenge in Höhe von mindestens 10 t bei Getreide zusätzlich abgefahren und energetisch genutzt werden (Abbildung 4.37). Mit der energetischen Nutzung einer Tonne Stroh kann bis zu 1,4 t CO_{2eq} eingespart werden (s.o.). Dieses Einsparpotential muss den mehrjährigen Kulturarten gutgeschrieben werden. In der Summe hätte dies eine jährliche Gutschrift in Höhe von mindestens 14 t CO_{2eq}/(ha*a) für Klee grasanbau und den Anbau von mehrjährigen Blü hmischungen zur Folge. Gleiches gilt für den Anbau von Kurzumtriebs hölzern und Miscanthus. Bei Humuszehrung einer Kulturart müsste ein entsprechender Malus angesetzt werden ((-) 1,4 t CO_{2eq}/100 kg Humus-C). Bei der ökonomischen Betrachtung und der Ermittlung der Netto-Energie-Bilanz je Flächeneinheit müsste analog verfahren werden (Bonus/Malus entsprechend der Humuszehrung/-mehrung).

Auf Basis der ermittelten Ergebnisse und unter Berücksichtigung der Humuskorrektur sind zur Erzeugung von Strom und Wärme angebaute Miscanthus und Kurzumtriebs hölzler zur Einsparung größerer Mengen an Treibhausgasen je Flächeneinheit prädestiniert. Bei den Kulturen zur Nutzung als Biogassubstrat schneiden die ertragsstarken Kulturen Mais und Getreide am besten ab. Unter Berücksichtigung der Humuswirkung würde sich dies jedoch zu Gunsten der mehrjährigen Kulturen Klee gras, Blü hmischung und der Dauerkultur Durchwachsene Silphie verkehren. Zur Absicherung dieser wichtigen Aussage sind jedoch noch weitergehende Untersuchungen und Analysen zur Entwicklung der Bodenhumusgehalte im langjährigen Vergleich notwendig.

5.6. Synthese und Ranking der Kulturen

5.6.1. Einleitung

Zentrales Ziel des Projektes „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ ist die naturschutzfachliche Bewertung verschiedener und gängiger Energiekulturen. Die Auswahl der zu untersuchenden Kulturen erfolgte in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber. Zur möglichen Erfassung und Bewertung von Landschaftseffekten wurden die Untersuchungen in zwei in Bezug auf ihre landschaftliche Heterogenität unterschiedlich ausgeprägten Untersuchungsräumen umgesetzt.

Zur Bewertung von naturschutzfachlichen Effekten wurde ein breites, verschiedene Funktionen im Ökosystem abbildendes Spektrum an Indikatorgruppen ausgewählt. Die Indikatorgruppen wurden mit angepassten und gängigen Feldmethoden erfasst. Die Bewertung erfolgt für die jeweiligen Indikatorgruppen im Vergleich der Kulturen und als kulturspezifische Gesamtbewertung über alle Indikatorgruppen hinweg. Von besonderem Interesse ist dabei die Prüfung der Tauglichkeit einer Bewertung in Relation zu Referenzkulturen, die potentiell geeignet sind aus naturschutzfachlicher Sicht günstige bzw. ungünstige Lebensraumbedingungen zu gewährleisten.

Über die Einzelkultur hinaus zielt das Projekt auf Bewertungen und Empfehlungen im Landschaftsmaßstab. Entsprechende Bewertungen ergeben sich aus der Dokumentation von Umfeldeffekten (vergleich Ackerrand – Ackerinneres) und potentiell aus der Differenzierung der Artengemeinschaften im Vergleich zwischen angenommener Gunstkultur und Ungunstkultur. Die besondere Eignung bestimmter Kulturen für bestimmte Artengruppen ergibt Hinweise für Empfehlungen zur Integration verschiedener Kulturen im Landschaftsmaßstab im Sinne einer Abdeckung verschiedener naturschutzfachlich relevanter Aspekte und Zielgruppen.

Ergänzt wurden die naturschutzfachlich-ökologischen Erfassungen durch Modellierungen zur Wirkung bestimmter Kulturen in Bezug auf die Emission oder Retention von Treibhausgasen sowie ökonomische Betrachtungen zur Wertschöpfung aus bestimmten Kulturen. Eine Reihe von Empfehlungen für den politischen Raum wird aus den im Rahmen des Projektes getätigten Erhebungen und Diskussionen (u.a. Projektworkshop) abgeleitet.

5.6.2. Vergleichbarkeit der Untersuchungsräume

Die Vergleichbarkeit von Einzelkulturen oder Landschaftseffekten zwischen den Untersuchungsräumen wurde durch verschiedene Faktoren eingeschränkt. Dies ist bei großflächig angelegten Untersuchungen (on-farm-research) unter Beteiligung verschiedener landwirtschaftlicher Betriebe in unterschiedlichen Landschaftsräumen unvermeidlich.

Ein Problem war die frostbedingt fehlende oder untypische Auswinterung der GPS-Wintergerste im UR Nord im ersten Untersuchungsjahr. Entsprechende Schäden waren im Süden als Folge von Schneeauflage nicht zu verzeichnen. Darüber hinaus sind speziell für den Miscanthus die Ergebnisse zur Erfassung von Flora und Fauna im UR Nord sehr stark von hohen Staudenanteilen in der Kultur geprägt (positive Effekte auf die Biodiversität – Überschätzung von Biodiversitätseffekten), dagegen mündet der frühe Umbruch der Referenzkultur Blümmischung im Sommer 2014 im UR Nord und die Dominanz von Ampfer in der Blümmischung in beiden Untersuchungsjahren in negativen Effekten in Bezug auf die dort angetroffene biologische Vielfalt (Unterschätzung von Biodiversitätseffekten). Insbesondere für den Miscanthus ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Untersuchungsräumen nicht gegeben. Die Ergebnisse im UR Nord sind untypisch für regulär-wirtschaftlich geführte Kulturen, zeigen aber auch Chancen für die Einbindung von Naturschutzzielen in die Führung von Miscanthus-Kulturen. Auch für die Blümmischung ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aufgrund des Zusammenwirkens der Faktoren Ampfer und vorzeitiger Umbruch nur eingeschränkt gegeben.

Die deutlich höhere Strukturierung der Landschaft im UR Süd kommt insbesondere auch im Vergleich der in beiden Untersuchungsräumen den jeweiligen Kulturen nachgewiesenen Artenzahlen Ausdruck. Sowohl insgesamt als in der Regel auch im Vergleich der Einzelkulturen wurden im UR Süd höhere Artenzahlen nachgewiesen. Der höheren Strukturierungsgrad im Süden überkompensiert mögliche Flächeneffekte, die sich aus dem im Norden größeren Untersuchungsraum ergeben. Die Zahl der potentiell erfassbaren Arten wächst bei gleichartiger Strukturierung mit der Größe des Untersuchungsraumes.

Die Blattkäfer sind die einzige Indikatorgruppe mit einem vergleichsweise hohen Anteil an stenotopen und gefährdeten Arten. Die Blattkäfer sind auch die Gruppe mit einer hohen Bindung an geeignete Nahrungspflanzen und einem ausgeprägten Wirtsfindungsvermögen. Umfelleffekte kommen bei dieser Gruppe damit möglicherweise stärker zum Ausdruck als bei generalistischen Prädatoren. Die deutlich höhere Zahl an naturschutzfachlich besonders relevanten Arten bei den Blattkäfern im UR Süd bestätigt die Relevanz von Landschaftseffekten für die Ausprägung von Artengemeinschaften in landwirtschaftlichen Kulturen.

Umfelleffekte waren zudem klar bestimmend für die gefundenen Vogelmgemeinschaften. Auch bei dieser Gruppe vereinen sich Mobilität mit hohem Findungsvermögen geeigneter Ressourcen. Auch nur temporär verfügbare Angebote an Ressourcen können unter diesen Bedingungen optimal genutzt werden.

5.6.3. Vergleichbarkeit der Untersuchungsflächen innerhalb der Untersuchungsräume

Die in beiden Untersuchungsräumen erfassten Kulturen sind entweder in eine Kulturfolge eingebunden (GPS, Raps, Zuckerrübe) oder mindestens über den Zeitraum von zwei Jahren als Dauerkultur (Blümmischung, Miscanthus) bzw. Kultur am selben Standort (Mais) angelegt. Zu erwarten ist tendenziell eine höhere Diversifizierung der Begleitflora und -fauna in Verbindung zum Standortwechsel. Dies spiegelt sich in den Ergebnissen aber in eher geringem Umfang und begrenzt auf Sonderfälle wieder (Beispiel Umfeld der GPS im UR Süd in beiden Untersuchungsjahren).

Ein speziell für die Bewertung der Blümmischung relevantes Problem ist das späte Auflaufen der Kultur in beiden Untersuchungsräumen. In der Folge bilden die 2012 Beprobungen im Mai und Juni nicht die Kultur, sondern das Fehlen von Bewuchs bzw. noch die Vorläuferkultur ab. Der naturschutzfachliche Wert der Blümmischung wird damit tendenziell unterschätzt. Dies kommt vor allem in den für den UR Süd dokumentierten Ergebnissen im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre und im weitgehenden Fehlen störungsempfindlicher Arten zum Ausdruck (vgl. Tabelle 5.53).

5.6.4. Naturschutzfachliche Effekte der verschiedenen Kulturen

Die im Rahmen der Untersuchungen auf den Ackerstandorten festgestellte Fauna und Flora setzt sich – mit Ausnahme der Blattkäfer – fast ausschließlich aus häufigen und wenig störungsempfindlichen Ubiquisten zusammen. Damit fehlt die Basis für eine klare Differenzierung der Kulturen in Bezug auf deren naturschutzfachliche Wertigkeit. Dies gilt trotz der vergleichsweise geringen Übereinstimmungen bei den Artenspektren in den verschiedenen Kulturen und der daran gekoppelten floristischen und faunistischen Differenzierung zwischen den Kulturen. Verschiedene Energiekulturen schaffen durchaus Vielfalt in der Agrarlandschaft, aber bedrohte Arten werden in den konventionellen Kulturen nur in Ausnahmefällen erfasst. Eine nennenswerte Ausnahme ist der im UR Nord im zwar gebeizten aber sonst nicht mit Insektiziden behandelten Energiemais (Silomais) durchaus auch in höheren Individuenzahlen nachgewiesene *Pterostichus macer*.

Bei den Vögeln wurde zwar eine vergleichsweise hohe Anzahl an Arten der Roten Liste auf den Flächen nachgewiesen. Darunter sind allerdings keine Brutvögel, sondern vielmehr großteils Arten, welche die Äcker zu bestimmten Zeiten zum Nahrungserwerb aufsuchen. So ergibt sich eine deutliche Bindung der Körnerfresser an die jeweilige Nacherntephase. Damit ist die hochmobile Vogelzönose auf den Äckern auch in besonderem Ausmaß von Umfeldeffekten geprägt. Auf der Basis der wenigen Beprobungen und der dadurch geringen Differenzierung zwischen Kulturen sowie der lückenhaften Information zu Verbreitung und Gefährdungsgrad, eignet sich die Regenwurmzönose in den vorliegenden Untersuchungen nicht oder nur sehr eingeschränkt für eine Differenzierung der untersuchten Kulturen in Bezug auf Naturschutzeffekte.

In beiden Untersuchungsräumen ist beim Vergleich der Innenräume die Blümmischung für die Begleitvegetation, die Blattkäfer und die Bienen die attraktivste oder eine der attraktivsten Kulturen. Im UR Süd gilt dies ausdrücklich auch für die Laufkäferzönose und wird bestätigt für die dort ermittelten Artwerte (Tabelle 5.44, Tabelle 5.46) und Kulturwerte (Tabelle 5.53). Die Funktion als Gunstkultur wird damit für die Blümmischung weitgehend bestätigt, allerdings fehlen auch hier weitgehend die naturschutzfachlichen Zielarten bzw. sind diese nur in Einzelexemplaren vorhanden. Nur für die Spinnen nimmt die Blümmischung in beiden Untersuchungsräumen in Bezug auf Artenzahlen eine Mittelstellung ein. Dies ist aufgrund der in der Blümmischung vorhandenen Ressourcenvielfalt überraschend und im Vergleich zu anderen Kulturen möglicherweise

auch eine direkte Folge des späten Auflaufens im ersten Untersuchungsjahr. Gerade für die Spinnen wären bei der Blütmischung weiterführende Untersuchungen in späteren Bestandsphasen erforderlich.

Interessant sind die im Vergleich der Untersuchungsräume höhere Artenzahlen im UR Nord bei Blattkäfern und Wildbienen. Bei den Blattkäfern ist dies vor allem auch der Vornutzung der Blütmischung als Wildacker mit entsprechenden Massenvorkommen im ersten Untersuchungsjahr geschuldet. Darüber hinaus sind die Bienenzönosen im Süden aufgrund von Imkerei im unmittelbaren Umfeld um blütenreiche Flächen sehr stark durch die Präsenz von Honigbienen dominiert, was möglicherweise die geringere Artenzahl bei den Wildbienen erklärt (Konkurrenzeffekte).

Die Blütmischung ist gekennzeichnet durch ein breites Nahrungsspektrum und Strukturen zur Fortpflanzung für Vögel. Dabei ändert sich das Angebot an Nahrung und Strukturen mit dem Alter des Bestandes. Die Vögel sind prädestiniert sich den entsprechenden phänologischen Veränderungen und Veränderungen in Bezug auf das Nahrungsangebot anzupassen. Gerade für die vollständige Abschätzung der Wirkung auf die Vogelwelt wären daher auch Erfassungen in älteren Blütmischungsbeständen erforderlich.

Wichtige Funktionen erfüllt die Blütmischung auch in Bezug auf das Wild. Die Kultur wird vom Rehwild vermutlich ganzjährig und insbesondere während der Kulturphase sehr gut angenommen (Einstand und Futter). Der Feldhase meidet die Blütmischung während der Kulturphase, bevorzugt diese aber während der Stoppelphase, die bei der Blütmischung bis zum Wiederaustrieb im kommenden Frühjahr andauert. Ursache hierfür ist das vielfältige Nahrungsangebot in der Nacherntephase bei der Blütmischung.

Eine eindeutige Sonderstellung hat der Miscanthus, was insbesondere an der unter streng wirtschaftlichen Gesichtspunkten geführten und dichtwüchsigen Kultur im UR Süd zum Ausdruck kommt. Hier nimmt der Miscanthus in Bezug auf Artenreichtum bei allen Artengruppen mit Ausnahme der Wildbienen die letzte Position ein. Damit bestätigen die Untersuchungen die von verschiedenen Autoren geäußerte Vermutung, dass starke Beschattung im Miscanthus zu einer nahezu vollständigen Unterdrückung der Beikrautvegetation führt (Gove, 2006; Turley et al. 2004). Die höheren Ergebnisse bei den Wildbienen im UR Süd resultieren aus Fensterfallenfängen in einem von vergleichsweise artenreichem Grünland geprägten Umfeld. Ähnliche Effekte sind bei den

Herbivorengruppen aufgrund weitgehend fehlender Nahrungsgrundlagen nicht erkennbar. Zu erwähnen ist, dass sich die Dauerkultur *Miscanthus* bei den Laufkäfern im Vorkommen von störungstoleranten Arten niederschlägt. Entsprechend wird der *Miscanthus* im Rahmen der nur für die Laufkäfer umgesetzten erweiterten naturschutzfachlichen Bewertung günstig eingestuft für das Vorkommen von Arten mit geringem Besiedlungsvermögen und Arten, die gegen hohe Nutzungsintensität empfindlich sind (Tabelle 5.44, Tabelle 5.46).

Die verbleibenden Kulturen Mais, GPS, Raps und Zuckerrübe unterschieden sich wenig in Bezug auf die dort nachgewiesenen Artenzahlen und Rote Liste Arten. Der Mais schneidet insbesondere im UR Süd günstig bei der Vegetation und den Blattkäfern ab. Dem stehen mittlere bzw. mit GPS, Raps und Zuckerrübe vergleichbare Artenzahlen bei den Spinnen und Bienen gegenüber. Dagegen bleiben die Artenzahlen bei den Laufkäfern hinter den übrigen Kulturen zurück, wobei die geringsten dokumentierten Artenzahlen im Norden zwei Arten der Roten Liste umfassen (u. a. *Pterostichus macer*). Mais insbesondere in Kombination mit Schwarzbrache und effizienter Behandlung von Beikräutern wird bei großflächigem Anbau vom Feldhasen gemieden.

Der Artenreichtum im Raps ist bei den Laufkäfern und sonst nur bei den Wildbienen im UR Nord höher als in den meisten anderen Kulturen. Bei den Laufkäfern sind hohe Abundanzen eine Folge des geringen Raumwiderstandes am Boden, zumindest im UR Nord kommt das Blütenangebot auch in höheren Artenzahlen bei den Wildbienen in dieser Kultur zum Ausdruck. Im UR Süd wurden zwar hohe Abundanzen der Honigbiene im Raps dokumentiert, aber insgesamt nur wenige Bienenarten nachgewiesen. Dies deutet auf mögliche Konkurrenzphänomene. Für die anderen Indikatorgruppen nimmt die Kultur in Bezug auf Artenzahlen eine Mittelstellung ein. Bei den Spinnen tritt der Artenreichtum im Raps deutlich hinter die übrigen Kulturen zurück, was vermutlich vor allem der intensiven und mehrmaligen Behandlung mit Insektiziden geschuldet ist. Der Raps ist für Spinnen in der Vegetation dadurch eine kaum besiedelbare Kultur, trotz ansonsten eigentlich günstiger Rahmenbedingungen (Blütenbesucher).

Der Zuckerrübe fehlt trotz vergleichsweise weitem Pflanzabstand und Lichtverfügbarkeit eine ausgeprägte Beikrautvegetation. Dies ist dem späten Anbau in Kombination mit mehrfacher Herbizidapplikation in der Auflaufphase (April - Mai) geschuldet und hat Rückwirkungen auf andere Zielgruppen, wie insbesondere die Wildbienen. Relativ gut vertreten sind Blattkäfer und Laufkäfer in den Zuckerrübenkulturen, was bei den ersteren

der Verfügbarkeit von Blattnahrung, bei den letzteren dem geringen Raumwiderstand in der entsprechenden und offenbodigen Kultur geschuldet sein dürfte. Trotz der vielen Laufkäferarten schneidet die Zuckerrübenkultur bei der erweiterten naturschutzfachlichen Bewertung auf der Basis der Laufkäfer in beiden Untersuchungsräumen deutlich schlechter ab als z.B. der Raps (Tabelle 5.53).

Die GPS ist aufgrund der dichten Bestände und der daran gebundenen weitgehenden Unterdrückung sonstiger Vegetation bei den Beikräutern und den herbivoren Blattkäfern besonders artenarm. Die im UR Süd im Innenraum vorhandene Fahrspur verzerrt dieses Bild ein wenig. In Bezug auf Bienen und Laufkäfer nimmt die Kultur eine Mittelstellung ein. Bei den Spinnen ist das Bild etwas günstiger, was auf die Aussaat im Herbst und die daran gekoppelte längere potentielle Kolonisationsphase ohne Insektizidbehandlung gebunden sein dürfte. Aber gerade bei den Spinnen gilt, dass naturschutzfachlich relevante Arten in den Kulturen fehlen.

Auf der Basis der Blütmischung als Gunstkultur und Mais (UR Nord) bzw. GPS (UR Süd) als in Bezug auf die ausgebildeten Artengemeinschaften von der Gunstkultur am weitesten entfernten Kulturen – und ohne Berücksichtigung des Sonderfalles *Miscanthus* – ergibt sich aus Abbildung 4.21 ein für die Untersuchungsräume unterschiedliches Ranking bezüglich der Position von Mais und GPS. Der vergleichsweise hohe naturschutzfachliche Rang von GPS im UR Nord entspricht nicht den verbalen Bewertungen auf der Basis von Artenzahlen (Tabelle 4.41) oder der umfassenderen Naturschutzfachlichen Bewertung für die Laufkäfer (Tabelle 4.53). In beiden Untersuchungsräumen nimmt die GPS in Bezug auf Artenzahlen bei Vegetation, Blattkäfern und Bienen eine hintere, bei Spinnen, Laufkäfern und Regenwürmern höchstens eine mittlere Stellung ein. Die mittlere Stellung bei den vorwiegend bodenlebenden Gruppen entspricht den Erwartungen für eine bereits im September/Oktober des Vorjahres begründete Winterkultur (BOOIJ & NOORLANDER, 1992). Die Behandlungen im Folgejahr nach der Begründung sind Störungen, die dann eine Besiedlung bzw. Nutzung durch an die Vegetation gebundene Indikatorgruppen weitgehend verhindern. Möglicherweise führt die fehlende Besiedlung durch Phytophage auch zu einer Einschränkung von Beutespektren der prädatorischen Laufkäfer und Spinnen und damit zu erhöhter Bewegungsaktivität am Boden. Folge wäre in beiden Gruppen eine Überschätzung der Realdichten auf der Basis der gemessenen Aktivitätsdichten. Zu berücksichtigen ist auch die eingeschränkte Repräsentativität der

Blütmischungsergebnisse aus dem UR Nord (Ampfer, Wechsel der Untersuchungsflächen, vorzeitiger Umbruch), was dort in einer nur bedingten Eignung der Blütmischung als Referenzkultur mündet.

Im UR Süd ergibt sich aus Abbildung 4.21 ein Ranking der Intensivkulturen das den verbalen und aus Tabelle 5.41 getroffenen Einschätzungen entspricht. Die höchste Nähe zur Gunstkultur Blütmischung zeigt der Mais, gefolgt von Raps, Zuckerrübe und GPS. Allerdings sind die Unterschiede zwischen den auf den Rängen 2 - 4 angeordneten Energie-Intensivkulturen in Hinblick auf naturschutzfachliche Wertigkeit (Referenz Blütmischung) eher gering. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass sich gerade für den schnellwüchsigen Mais im Zusammenhang mit Energiekulturen auch Möglichkeiten zur weiteren Optimierung im Hinblick auf naturschutzfachliche Effekte ergeben (Untersaaten, Reduktion oder Verzicht auf chemische Behandlung und insbesondere Insektizide, Zwischenkulturen). Entsprechend hohe Potentiale für Aufwertungen sind wegen des hohen Schädlingsdrucks beim Raps (Insektizide), des späten Auflaufens und damit Unkrautdrucks bei der Zuckerrübe (Herbizide) und des dichten Anbaus bei der GPS nicht oder deutlich weniger gegeben.

Der Miscanthus bringt als einzige Kultur den Aspekt „Stabilität des Lebensraumes“ in das Spektrum der untersuchten Kulturen deutlich ein. Der Miscanthus erfüllt damit eine Voraussetzung für den Mix von Eigenschaften im Landschaftskontext. Störend allerdings gerade beim Miscanthus ist der völlig fehlende „Stabilitätseffekt“ bei allen anderen untersuchten Gruppen, die im Miscanthus nahezu komplett ausfallen. Kurzumtriebsplantagen erscheinen vor diesem Hintergrund als wesentlich geeigneter, um Stabilitätseffekte im Landschaftsmuster darzustellen.

5.6.5. Landschaftseffekte

Unabhängig von der Betrachtung der Einzelkultur ergibt sich auf Landschaftsebene das Ziel der Diversifizierung auch in Hinblick auf Intensivkulturen. Ansatzpunkte zur Erfüllung unterschiedlicher Ökosystemdienstleistungen im Landschaftsmaßstab gibt es zwischen den Intensivkulturen fast nicht. Zwar zeichnet sich der Raps durch eine hohe

Anzahl an Blütenbesuchern aus; es fehlen aber Zielarten des Naturschutzes. Bei Mais, GPS und Zuckerrübe sind entsprechende Differenzierungen nicht erkennbar.

Die Ähnlichkeiten der Artengemeinschaften zwischen den verschiedenen Intensivkulturen sind vergleichsweise gering, eine gewisse Kulturspezifität der jeweiligen von Ubiquisten dominierten Artengemeinschaften kann aus der vergleichsweise hohen Ähnlichkeit der jeweiligen Kulturen im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre konstatiert werden – Ausnahme die in Entwicklung befindliche Blütmischung. Schwierig ist bei den Intensivkulturen immer die Unterscheidung zwischen Bewirtschaftungs bedingten und Kulturart bedingten Effekten. Könnten also ähnliche Effekte bereits durch unterschiedliche Bewirtschaftung derselben Kultur erzielt werden?

Eine Sonderstellung nehmen die Extensivkulturen Blütmischung und Miscanthus ein. Beide Kulturen fördern, beim Miscanthus auf die bodenlebenden Laufkäfer begrenzt, Artengruppen deren Ansprüche in den Intensivkulturen nicht abgedeckt werden können. Beide Kulturen sind damit zur Erreichung entsprechender Effekte basierend auf der gezielten Diversifizierung von Kulturen im Landschaftsmaßstab prinzipiell geeignet, wobei der Miscanthus durch seine extrem schlechten naturschutzfachlichen Bewertungen bei anderen Artengruppen auffällt. Es gibt mit den Kurzumtriebsplantagen hier wesentlich bessere Alternativen für stabile und genutzte Lebensräume in der Kulturlandschaft.

Umfeldeffekte lassen sich für die jeweiligen Artengemeinschaften in der Regel deutlich dokumentieren. Dies kommt in der höheren Differenzierung der verschiedenen Kulturen im Innenraum zum Ausdruck. Wobei zumindest bei den Laufkäfern der Vergleich der ungenutzten Randstrukturen mit dem Acker wesentlich größere Unterschiede aufweist, als der Vergleich Ackerrand und Ackerinnenraum. Umfeldeffekte kommen in den vorliegenden Untersuchungen insbesondere auch in der Zusammensetzung der auf den Flächen dokumentierten Vogelarten zum Ausdruck. Die mobilen Vögel nutzen die Kulturen in Abhängigkeit vom Nahrungsangebot auf den Flächen und Brutmöglichkeiten im Umfeld.

Die Rückwirkung des Umfeldes auf die Artenzusammensetzung in den Kulturen in Kombination mit den in eigentlich allen Gruppen – vielleicht mit Ausnahme der Blattkäfer – in nur sehr geringem Umfang vertretenen Zielarten des Naturschutzes auf den Ackerflächen selbst, fordert eine Erhaltung von Rückzugsräumen als unverzichtbarer

Grundlage für die Erhaltung der biologischen Vielfalt zumindest in konventionellen Agrarlandschaften. Die Ergebnisse stützen diesbezüglich entsprechende Forderungen nach mindestens 7 - 14 % hochwertigen und entsprechend gemanagten ökologischen Vorrangflächen (NEFO, 2012; MEICHTRY-STIER et al., 2014).

5.6.6. Sonstige Umweltwirkungen

Bewässerung spielt bei Energiekulturen keine Rolle. In Bezug auf sonstige Umweltwirkungen sind deshalb Pestizideinsatz, Erosionswirkung sowie Humus- und Treibhausgasbilanzen zu beachten. Mit bis zu sechs Behandlungen stehen Raps und Zuckerrübe zu Buche. Bei der für den Energiesektor angebauten Gersten-GPS kommt es bis zu drei Behandlungsgängen, beim Mais bis zu zwei Behandlungsgängen plus Beizung des Saatguts. In Bezug auf den Einsatz von Pestiziden besonders ungünstig sind Raps mit Mehrfachspritzung von Fungiziden und Insektiziden. Im deutlichen Gegensatz zu den konventionellen Kulturen kommen Pestizide bei Blümmischung und Miscanthus nicht zum Einsatz.

Die Erosionswirkung wird wesentlich durch den Zwischenfruchtanbau und die Bodenbearbeitung geprägt. Ohne Zwischenfruchtanbau ist der Mais aufgrund des hohen Anteils an Offenboden ebenso wie die Zuckerrübe besonders anfällig für die Wirkung von Erosion. Auch dieser Umweltfaktor spielt bei den Dauerkulturen Blümmischung und Miscanthus keine oder höchstens eine sehr untergeordnete Rolle.

Der Humusentzug ist beim Anbau von Silomais mit Entnahme der Ganzpflanzen und bei vergleichsweise wenig Wurzelbiomasse besonders hoch. Auch hier bilden Miscanthus und Blümmischung Gegenpole. Der Miscanthus formt regelrechte Streuschichten, was aber auch wiederum auf eingeschränkten und verlangsamten Abbau von organischem Material bei einer nicht aus dem Naturraum oder der biogeographischen Region entstammenden Art verweist. Die Blümmischung hat das Potential die Humusbilanz des entsprechenden Standortes während der Anbauphase entscheidend zu erhöhen und trägt damit auch wesentlich zur in der Regel nicht bilanzierten Treibhausgasvermeidung bei (vgl. Kap. 4.5).

In Bezug auf die ifeu-Treibhausgasbilanzierung, die den Humusfaktor (Humusbildung) nicht berücksichtigt, schneiden Blümmischungen im Mittelfeld der betrachteten Kulturen

und damit i.d.R. schlechter als Intensivkulturen ab. Beim Mais und bei Zweikulturnutzungssystemen führt der hohe Ertrag zu hohen THG-Einsparpotentialen; bei den Extensivkulturen Blütmischung und Miscanthus werden die Emissionswerte entscheidend durch die geringe Bodenbearbeitung und Bewirtschaftungsintensität geprägt. Eine Sonderstellung hat der Miscanthus aufgrund seiner vergleichsweise hohen Biomasserträge in Kombination mit der geringen Bewirtschaftungsintensität. Hier kann im Idealfall im Vergleich zu Intensivkulturen mehr als die doppelte Menge an Treibhausgasen eingespart werden.

Wird die Humusbildung berücksichtigt, dann verschieben sich auch die Ergebnisse der Treibhausgasbilanzierung deutlich. Die Wirkung der Humusbildung entspricht 10 t/ha Stroh, die einer Getreidefläche an Biomasse für die Humusbildung entzogen werden. Daraus errechnet sich für die Dauerkulturen ein zusätzliches Einsparpotential von 14 t CO_{2eq}/(ha*a). Damit würden sich die im Rahmen der ifeu THG-Bilanzierung errechneten Einspareffekte im Vergleich der ertragsstarken Kulturen Mais und Getreide zugunsten von Humus bildenden Dauerkulturen umkehren.

5.6.7. Ökonomische Betrachtungen

Bei mittlerem Ertragsniveau erreichen die Kulturen Deckungsbeiträge zwischen 456 €/ha (Blütmischung) und 780 €/ha (Mais). Nach Abzug von festen Maschinenkosten, Kosten der Arbeitserledigung (potentielles Einkommen für den Landwirt) und Festkosten verbleibt nach Berücksichtigung von Prämien ein unternehmerischer Gewinn zwischen 100 €/ha (Zuckerrübe) und 227 €/ha (Mais). Steht genügend Ackerfläche zur Verfügung, dann kann in Bezug auf die Arbeitszeitverwertung (Stundenverdienst) eine geringere Flächenproduktivität bei der Blütmischung gegenüber Mais (40 – 50 %) durch Flächenzupacht und Ausdehnung der Anbaufläche der arbeitsextensiven Blütmischung (40 % von Mais) kompensiert werden. Das bedeutet steigende Attraktivität der Blütmischung solange in ausreichendem Umfang Fläche vorhanden ist. Sind Flächen knapp, dann besteht zwangsläufig die Tendenz, das Einkommen pro Flächeneinheit zu maximieren.

Attraktiv sind Dauerkulturen bei Flächenknappheit auch dort, wo aufgrund mehrerer Bewirtschaftungsgänge und langer Fahrt- oder Bearbeitungszeiten viel Arbeitszeit in bestimmte Flächen investiert werden muss (kleine Flächen, hofferne Flächen, Flächen mit ungünstigem Zuschnitt).

5.6.8. Forschungsbedarf

Forschungsbedarf wird bei der Auslotung von Spielräumen und assoziierten Kosten für eine naturschutzkonformere Führung der jeweiligen Kulturen gesehen. Die stauden-geprägte Miscanthus-Kultur im UR Nord liefert dafür ein unmittelbares Beispiel. Gleiches gilt aber für mögliche Untersaaten im Mais, größere Pflanzabstände im Miscanthus, dem Einbringen anderer Arten im Mais und generell der Minimierung des Einsatzes von Behandlungsmitteln in Energiekulturen.

Speziell für die Dauerkulturen und hier insbesondere die Blümmischung fehlen vor dem Hintergrund der in den ersten Jahren angelegten Veränderungen der Vegetationszusammensetzung längere Zeitreihen zur Ermittlung von Gesamteffekten. Die Blümmischung büßt in späteren Jahren an Blühhorizont ein, liefert aber gleichzeitig einen zunehmend stabilen, vielfältigeren und damit besiedlungsfreundlichen Lebensraum für Artengruppen wie Blattkäfer, Spinnen, Laufkäfer und möglicherweise auch Vögel.

Erste Ansätze zur verbesserten naturschutzfachlichen Bewertung in Ackerökosystemen werden im Projekt vorgestellt. Die entsprechenden Ansätze sind bei Bedarf zu modifizieren, unverzichtbar bleibt als Grundlage für eine breitere Bewertungsbasis aber die Entwicklung oder Weiterentwicklung von Datenbanken zur Beschreibung von artspezifischen und naturschutzrelevanten Eigenschaften. Die von der GAC für die Laufkäfer vorgelegte Datenbank hat diesbezüglich durchaus Modellcharakter. Wichtig für eine generalisierbare und weiträumig übertragbare naturschutzfachliche Bewertung ist auch die weitere Prüfung von Möglichkeiten zur Identifikation sogenannter Referenzkulturen. Das in Deutschland inzwischen etablierte System der „Schutzäcker“ bietet hier mögliche allgemeinere Ansatzpunkte.

Ein großes Forschungsfeld bleiben die Landschaftseffekte. Die Annahme einer Abhängigkeit des zönotischen Differenzierungsgrades zwischen Gunst- und Ungunstkultur von der

landschaftlichen Strukturierung (Diversitätspotential der Landschaft) konnte im vorliegenden Fall nicht hinreichend bestätigt werden. Unklar bleibt auch vor dem Hintergrund der "Greening"-Debatte der zur Sicherung der Biodiversität unabdingbare Bedarf an ökologisch wertvollen Vorrangflächen im Gesamtlandschaftsraum.

6. Empfehlungen

Im Rahmen des projektbegleitenden Workshops beim Bundesamt für Naturschutz in Leipzig am 08.01.2014 wurde in der Arbeitsgruppe „Politischer Raum – GAP, Förderprogramme“ von den Teilnehmern folgende Fragestellung bearbeitet: *„Welche Maßnahmen eignen sich aus Sicht des Naturschutzes zur Verbesserung der Artenvielfalt in Agrarlandschaften beim Anbau von Energiepflanzen und wie kann dies über Fördermaßnahmen beeinflusst /gesteuert werden?“*.

Aufgrund der zeitlichen Begrenzung der Arbeitsgruppensitzung wurde schwerpunktmäßig die zu diesem Zeitpunkt anstehende Novellierung des EEG (Erneuerbares Energien Gesetz) – Änderung von Eckpunkten und Teilbereichen – besprochen; zum EEG selbst beschränkte sich die Diskussion auf die Erzeugung von Strom mittels Biogas- und Biomethananlagen. Zu diesem Zeitpunkt lag der Gesetzentwurf der Bundesregierung zur Änderung des EEG noch nicht vor. Die Diskussion über die anstehenden Änderungen der Neuausrichtung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union (EU) in 2015 wurde aufgrund der begrenzten Zeit zurückgestellt bzw. nur in Teilen angesprochen. Dies war auch der Tatsache geschuldet, dass die Weichen bei der Neuausrichtung der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik bzgl. der 1. Säule, einheitliche Flächenprämie und Nachweis ökologischer Vorrangflächen, zum Zeitpunkt des Workshops bereits weitestgehend gestellt waren.

Im Folgenden werden die in der Arbeitsgruppensitzung formulierten Inhalte *kursiv* dargestellt und soweit nötig, von den Projektnehmern erläutert und basierend auf den Projektergebnissen, durch weitere Punkte ergänzt. Dies betrifft vor allem mögliche Maßnahmen der 1. und 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik und Vorschläge zum Fachrecht.

Aus der 1. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) gewährt die EU landwirtschaftlichen Betrieben eine weitgehend einheitliche Flächenprämie. Die Zahlung der Flächenprämie ist an die Einhaltung ökologischer Mindeststandards gekoppelt. Dazu zählt u.a. die Ausweisung von sogenannten ökologischen Vorrangflächen. Sonstige Mindeststandards ergeben sich aus dem EU-Recht (Einhaltung der europäischen Naturschutzrichtlinien) oder sind überwiegend im Fachrecht niedergeschrieben. Die Prämie dient als Ausgleich von Nachteilen im internationalen Wettbewerb, die Mindeststandards sind EU-

weit verbindlich, die Finanzierung der 1. Säule der GAP erfolgt zu 100 % über EU-Haushaltsmittel (MLR, 2014).

Bei den Maßnahmen der 2. Säule der gemeinsamen Agrarpolitik handelt es sich um freiwillige Leistungen der Landwirte für die Umwelt (Agrarumweltmaßnahmen), die in Deutschland auf Grundlage eines „EU-Maßnahmenkatalogs“ von den Bundesländern festgelegt und von der EU in Teilen kofinanziert werden. Der Umfang der angebotenen Maßnahmen hängt u.a. von der Finanzkraft der einzelnen Bundesländer ab. Die Höhe der Ausgleichsleistung dient zum Ausgleich des Mehraufwandes oder reduzierter Erlöse aufgrund von Nutzungsbeschränkungen (MLR, 2014).

Von der Arbeitsgruppe wurde bzgl. der GAP eine Umschichtung der Fördermittel von der 1. in die 2. Säule zur verstärkten Förderung von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) gefordert. Die für Umschichtungen von der 1. in die 2. Säule (Modulation) eingeräumten Spielräume sind auszuschöpfen. Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf gezielte Naturschutzmaßnahmen zu legen (u.a. Vertragsnaturschutz), die z.B. in Baden-Württemberg über die Landschaftspflegeleitlinie gefördert werden.

6.1. Energiepflanzen zur Biogasgewinnung: Weiterer Ausbau und Flächenbindung der Biogasproduktion

- Die Fehlentwicklung der letzten Jahre beim Ausbau der Biogasanlagen (v.a. im EEG 2009) sollte nicht dazu führen, dass ein weiterer Ausbau der Biogasproduktion in der Landwirtschaft flächendeckend ausgeschlossen wird.
- Wie im Koalitionsvertrag vereinbart, sollten verstärkt Rest- und Abfallstoffe zum Einsatz kommen. Aber Biogas aus Reststoffen ist derzeit zu teuer. Reine Gülleanlagen sind ökonomisch in der Regel nicht tragfähig. Die Förderung kleiner, güllegeführter Anlagen sollte fortgesetzt bzw. weiter ausgebaut werden. Die rechtlichen Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass Reststoffe nur in einem eng begrenzten Rahmen durch Anbaubiomasse substituier werden können.

Biogasanlagen sind bestens geeignet feuchte Biomassen in einen speicherbaren und regelbaren Energieträger (Methan) umzuwandeln und können in Regionen mit wenigen Raufutterfressern (Ackerbauregionen) zur Verwertung von Restgrünland und

biodiversitätssteigernden Futterpflanzen beitragen. Tierarme „Biobetriebe“ und konventionelle Ackerbaubetriebe können z.B. Klee gras oder mehrjährige Blümmischungen über Biogas einer weiteren energetischen Verwertung zuführen, ohne dabei die Anbauintensität zu erhöhen. Zusätzlich können diese Anlagen mit Gülle, Landschaftspflegematerial oder Schnittgut von extensiv genutztem Grünland sowie Rest- und Abfallstoffen ergänzt werden.

Der erstmals im EEG 2012 eingeschlagene Weg der vorzüglicheren Förderung kleiner, güllegeführter Anlagen sollte beibehalten bzw. ausgebaut werden. Die weitere Entwicklung der Anlagentechnik bzgl. güllegeführter Anlagen muss beobachtet werden; sollte sich kein wirtschaftlicher Betrieb einschließlich der Berücksichtigung sinnvoller Wärmekonzepte abbilden lassen, sollte weiter über eine erhöhte Förderung von aus Naturschutzsicht erwünschten Kulturarten im Sinne der Einsatzstoffvergütungskategorie II des zum Zeitpunkt des Workshops gültigen EEG 2012 bzw. der entsprechenden Biomasse-Verordnung (Biomasse-V) nachgedacht werden (s.u.). Ebenso sollten die Obergrenzen für bestimmte Einsatzstoffe erweitert werden, z.B. der vollständige Verzicht auf eine Vergütung nach Einsatzstoffvergütungskategorie I nach Biomasse-V bei den „Grandes Cultures“ Weizen, Raps, Mais und Wintergerste.

- *Bei Biogasanlagen (incl. Biomethananlagen) muss unterschieden werden zwischen Bestandsanlagen und Anlagenneubau (Neuanlagen nach EEG 2012).*
- *Der Zubau an Biogas-Neuanlagen und der Ausbau bestehender Anlagen (Altanlagen) sollte an die „Futter-Fläche“ gekoppelt und begrenzt werden: regionale GV-Obergrenze von max. 2 GV / ha LF; bei entsprechender Anrechnung / Berücksichtigung der Gesamtfeuerungsleistung einer Biogasanlage.*

Biogas-/Biomethananlagen und Wiederkäuer konkurrieren in Futterbauregionen um den knappen Produktionsfaktor Futterfläche; dies geht in der Regel mit einer Intensivierung der Produktion einher: wenn möglich, wird Grünland in Ackerland umgebrochen, extensive Futterpflanzen werden durch die ertragsstärkeren Futterpflanzen Mais und Getreide-GPS sowie durch Mehrkulturnutzungssysteme ersetzt. Das Ertragsniveau und die Bewirtschaftungsintensität steigen an, mit in der Regel negativen Auswirkungen auf die Umwelt. Die Kulturartenvielfalt nimmt ab. Flächenknappheit wird durch erhöhten Kraftfutterzukauf kompensiert mit der Folge erhöhter Nährstoffimporte in die Region und in die Herkunftsregion ausgelagerten Sozial- und Umweltschäden. Ein verstärkter Import

von Eiweißfuttermitteln führt zu Nährstoffüberschüssen bei Stickstoff und Phosphor. Dieser Sachzusammenhang ist auch in „Veredlungsregionen“ gegeben, wenn aufgrund von Flächenbelegung durch Biogassubstratproduktion verstärkt Futtermittel importiert werden müssen. Flächenknappheit führt in diesen Regionen zusätzlich zu überdurchschnittlich hohen Pachtpreisen.

Um dieser Entwicklung und einer weiteren Intensivierung der Bewirtschaftung von Acker- und Grünland entgegenzuwirken ist es zwingend geboten, den weiteren Ausbau der Biogas- / Biomethanproduktion (Anlagenneubau und -Erweiterung) sowohl bei der Genehmigung als auch im weiteren Betrieb an die Anbaufläche zu koppeln. Die Gesamtfeuerungswärmeleistung aus dem Anbau und Vergärung von Nachwachsenden Rohstoffen (Anbau-Biomasse) muss entsprechend dem durchschnittlichen Ertragspotential in Großvieheinheiten (GV) umgerechnet werden. In der Summe sollte der durchschnittliche GV-Besatz incl. äquivalenter Biomasseanteile 2 GV / ha LF nicht überschreiten, um negative Auswirkungen auf die Umwelt zu verhindern und Wettbewerbsverzerrungen auszuschließen.

Die berücksichtigungsfähige Betriebsfläche sollte in einem räumlich-funktionalen Zusammenhang zur Produktionsstätte stehen (z.B. max. Radius von 10 km oder Begrenzung auf angrenzende Gemarkungen) und über die Gesamtbetriebszeit nachzuweisen sein. Diese Voraussetzung würde über die bisherigen Anforderungen nach § 35 BauGB (Baugesetzbuch) hinausgehen und sollte im überarbeiteten EEG als Voraussetzung einer Vergütung festgesetzt werden.

Gleiches gilt für die Agrarumweltprogramme der Bundesländer. Grundvoraussetzung für die Teilnahme an diesen Programmen, als auch für die spezielle Förderung extensiver Tierhaltungs- und extensiver Flächenbewirtschaftungsverfahren, sollte die Einhaltung von Tierobergrenzen incl. der Berücksichtigung der installierten Leistung einer Biogas- / Biomethananlage je Flächeneinheit sein.

6.2. Maßnahmen zur Erhöhung der Artenvielfalt und Reduktion negativer

Umweltwirkungen bei Bestandsanlagen

- *Bestandsanlagen sind nach der aktuellen Rechtsprechung geschützt (Bestandschutz) und dürfen bestehende Leistung bei garantierter Einspeisevergütung über den Restförderzeitraum auch ausbauen → Betreiber von Bestandsanlagen sind zur Änderung der Substratzusammensetzung bzw. Einspeisemodalitäten nur zu gewinnen, wenn sich ein Umstieg in ein neues EEG rechnet → bessere Förderbedingungen, um einen Umstieg attraktiv zu gestalten sind i.d.R. mit höheren Kosten verbunden.*
- *Eine Entspannung bzgl. Substratbedarf, Flächeninanspruchnahme und Bewirtschaftungsintensität könnte bei Bestandsanlagen durch Anreizprogramme zur verstärkten Flexibilisierung der Strom- bzw. Gaseinspeisung erreicht werden → Die Flexibilitätsprämie, Stromvermarktung, Gaseinspeisung und der Ausbau der dezentralen Kraft-Wärmekopplung muss weiter vorangetrieben werden.*
- *Negative Auswirkungen auf die Umwelt bei Bestandsanlagen müssen über das Fachrecht eingefangen werden: Novellierung der Düngeverordnung mit Anrechnung von Gärresten auf die max. Obergrenze für organische Düngemittel, die Kontrolle der betrieblichen Nährstoff- und Humusbilanzen. Die ausgeglichene Humusbilanz aller Substratlieferanten sollte durch den Anlagenbetreiber nachzuweisen sein.*
- *Die Verbrennung von Gärresten sollte verboten werden (wertvolles Düngemittel).*

Bestandsanlagen sind im EEG bzgl. Vergütung und Substratzusammensetzung über eine Laufzeit von 20 Jahren festgeschrieben und garantiert. Die nachträgliche Förderung von aus Naturschutzsicht vorzüglicheren Einsatzstoffen / Kulturpflanzen über das EEG ist nur über Anreizprogramme möglich. Eine Möglichkeit besteht in der Förderung einer stärkeren Flexibilisierung der Gaseinspeisung mit entsprechender Reduktion der Bemessungsleistung, so dass der Substratbedarf je Anlage und Jahr reduziert wird. Dies würde Kapazitäten für den Anbau und Einsatz extensiverer Substrate (z.B. mehrjährige Blümmischung) ohne negative Auswirkungen auf den Pachtmarkt schaffen. Durch eine flexiblere Einspeisung könnte die Stromeinspeisung zu Zeiten einer besseren Vergütung erfolgen, so dass nicht mit Mehrbelastungen für die EEG-Umlage zu rechnen wäre. Die

Einspeisemodalitäten der flexiblen Einspeisung müssten so gestaltet sein, dass diese auch von Betreibern kleinerer und mittlerer Anlagen in Anspruch genommen werden können („Verwaltungsaufwand“).

Im Rahmen der Novellierung der Düngeverordnung (DüngeV) ist es zwingend geboten, Gärreste allen weiteren organischen Düngemitteln gleichzusetzen. Eine ausgeglichene Humus- und Nährstoffbilanz aller Substratlieferanten sollte durch den Anlagenbetreiber nachzuweisen sein.

Im Zuge einer nachhaltigen Landwirtschaft sollte die Verbrennung von Gärresten verboten werden, sofern diese nicht unter Abfallrecht fallen.

6.3. Maßnahmen zur Erhöhung der Artenvielfalt und Reduktion negativer

Umweltwirkungen bei Anlagenneubau und Anlagenerweiterung

- *Das EEG ist nicht geeignet, flächenbezogene Maßnahmen zu regeln: das EEG sollte sich auf die Zusammensetzung der Einsatzstoffe und deren Vergütung konzentrieren. Durch den Substratmix kann indirekt auf die Fruchtfolge Einfluss genommen werden. Die Fruchtfolgediversifizierung muss über das Agrarförderrecht geregelt / gefördert werden (1. und 2. Säule (AUM)).*

- *Das EEG sollte so gestaltet sein, dass der Anbau der Hauptkulturarten Mais, Weizen und Raps („Grandes Cultures“) zur energetischen Nutzung nicht weiter erhöht wird*
 - *für die Haupt-Kulturarten sollte bzgl. Biogas nur eine Grundvergütung gewährt werden; die anteilige Einsatzmenge der Hauptkulturarten in der Biogasanlage sollte noch stärker begrenzt werden und eine Bonusförderung sollte nur für z. B. Zwischenfrüchte, Dauerkulturen, mehrjährige Arten, Gräser, Wildpflanzen-Mischungen, Getreide-Leguminosen-Gemenge (z. B. Wickroggen) gewährt werden.*

- *Aus Nachhaltigkeitsgründen und zur Verbesserung der Artenvielfalt in Agrarlandschaften sollten folgende Kulturarten mit besonderem Naturschutzwert oder Umweltwert (z. B. Verhinderung der Nitratauswaschung) sowie Reststoffe/ Nebenprodukte im EEG finanziell stärker gefördert werden (höhere Vergütung in Einsatzstoffvergütungsklassen/Bonusförderung):*
 - *Leguminosen und Leguminosen-Nichtleguminosen-Gemenge (incl. Klee-gras), evtl. Leguminosenanteil einführen,*
 - *Blühmischungen (ein-, über- und mehrjährig),*
 - *Dauerkulturen (bei Ausschluss invasiver Arten),*
 - *Extensiv bewirtschaftetes Dauer-Grünland (traditionelle Heuwiesen),*
 - *Zwischenfrüchte (Sommer- und Winterzwischenfrucht),*
 - *alle Reststoffe vom Acker (auch Rübenblatt), bei nachgewiesener Gärrestverwertung (keine Verbrennung!) und ausgeglichener Nährstoff- und Humusbilanz,*
 - *Landschaftspflegematerial (incl. Biomasse aus der Pflege von Gewässer-randstreifen) und*
 - *Gülle.*

Eine Fruchtfolgediversifizierung kann über das EEG nur begrenzt erreicht werden. Eine Differenzierung der Vergütungssätze kann jedoch indirekt den Anbau der Kulturpflanzen beeinflussen. Auf eine über die Grundvergütung hinausgehende Vergütung der Hauptkulturarten Weizen, Mais, Gerste und Raps sollte verzichtet und deren Einsatz am Gesamtsubstratmix zusätzlich begrenzt werden (max. 50 %). Für aus Naturschutzsicht besonders erwünschte Grünland-Lebensraumtypen sollten Mindestanteile festgelegt bzw. auf die Rest- und Abfallstoff-Quote angerechnet werden; eine Bonusvergütung entsprechend der bisherigen Einsatzstoffvergütungsklassen sollte für diese Substrate, entsprechend ihrer Wirtschaftlichkeit beim Anbau und bei der Vergärung in der Biogasanlage, beibehalten werden. Eine Anrechnung von Grünland mit reduzierten Bewirtschaftungsauflagen (z.B. 2-3-schürig) sollte auch möglich sein. Tierbesatzobergrenzen (incl. Biogasanlagenäquivalent (s.o.)) und bestehende Grünland-Extensivierungsprogramme dürfen nicht konterkariert werden.

6.4. Ergänzende Vorschläge zur Verbesserung der Artenvielfalt und Reduzierung negativer Umweltbeeinträchtigungen in Agrarlandschaften basierend auf den Projekt-Ergebnissen:

Vielfältige Lebensräume für Flora und Fauna in Agrarlandschaften können nur mit einer entsprechenden Vielfalt an Kulturpflanzen und Anbausystemen erreicht werden. Es gibt aus Naturschutzsicht nicht „die“ optimale Kulturpflanze, nur die Vielzahl an Kulturpflanzen bringt Vielfalt hervor. Monokulturen bzw. einheitliche Bewirtschaftungsabläufe können keine Vielfalt hervorbringen. Die Kulturartenvielfalt kann neben den bereits dargestellten Maßnahmen im EEG vor allem durch entsprechende Mindeststandards und spezielle Fördermaßnahmen im Rahmen der 1. und 2. Säule der gemeinsamen EU-Agrarpolitik erreicht werden:

- Weiterer Ausbau der einzelbetrieblichen „Kulturartenanteile“ über die Vorgaben der EU im Rahmen der GAP hinaus; mind. 3-5 Kulturarten im Gesamtbetrieb mit max. 50 % einer Kulturart und mind. 10 % seltene Kulturarten als Standard in der 1. Säule. Zur Entlohnung höherer Anforderungen sind über die Mindeststandards hinausgehende Regelungen über spezielle Agrarumweltprogramme (2. Säule) auszugleichen.

- Begrenzung der allgemeinen Flächenprämie auf die Schlaggröße, z.B. bis max. 5 ha. Neben der Festlegung einzelbetrieblicher Kulturartenanteile muss auch auf deren räumliche Verteilung Einfluss genommen werden. Durch die Begrenzung der Schlaggröße steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die verschiedenen Kulturarten räumlich gleichmäßig über die Betriebsfläche verteilt werden. Um Betriebsteilungen und einer einheitlichen Gewannebewirtschaftung vorzubeugen, sind immer dann Ackerrandstreifen zu fordern, wenn sich die angebaute Kulturart nicht vom Nachbarschlag unterscheidet. Die Nachbarkultur bzw. der Ackerrandstreifen hat eine Mindestbreite bzw. –größe zu erbringen; die Ackerrandstreifen sind als ökologische Vorrangflächen anzuerkennen. Die Begrenzung der Gewährung von Ausgleichsleistungen auf die Schlaggröße sollte zukünftig als Mindeststandard im Rahmen der 1. Säule der GAP erfolgen, da große Schläge bereits Kostenvorteile gegenüber kleineren Schlägen haben und somit im Wettbewerb bevorzugt gegenüber kleinstrukturierten Agrarlandschaften sind. Übergangsweise sollten kleinstrukturierte Landschaften eine Grundförderung analog der Förderung benachteiligter Gebiete im Rahmen der 2. Säule erhalten.
- Einbeziehung und Anerkennung der Erhaltung und Pflege weiterer Biotoptypen wie nasse Senken, trockene Kuppen, als Teilflächen in landwirtschaftlich genutzten Schlägen mit reduzierter Bewirtschaftungsintensität (Düngung und Pflanzenschutz) als ökologische Vorrangflächen. Eine Teilflächenbewirtschaftung mittels Smart Farming erleichtert die praktische Umsetzung; die Bewirtschaftungsintensität auf den Teilflächen sollte an den erwünschten Zielorganismen ausgerichtet werden.
- Über Agrarumweltmaßnahmen sollten weitergehende Anforderungen wie Erhalt und Neu-Anlage von Strukturelementen, Maßnahmen zur Verbesserung eines Biotopverbunds und Ackerrandstreifen verstärkt entlohnt/gefördert werden.
- Auch die Anlage streifenförmiger bzw. kleinflächiger Anlagen von Miscanthus und Kurzumtriebshölzer (Kleinflächen-KUP) zur dezentralen Nutzung mittels emissionsarmer Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Nahwärmenetzen sollten verstärkt gefördert werden. Neben naturschutzfachlichen Vorteilen lassen sich mit diesen Kulturen die höchsten Treibhausgaseinsparpotentiale erzielen.
- Zur Erhöhung der Stickstoffnutzungseffizienz sollte in der EU über die Einführung einer EU-weiten Stickstoffsteuer nachgedacht werden. Die N-Nutzungseffizienz

liegt in Deutschland bei 42 % mit entsprechenden negativen Auswirkungen auf Artenvielfalt, Boden, Wasser, Luft und Klima.

Höhere Preise für stickstoffhaltige Mineraldünger bewirken einen sparsameren Umgang mit Mineraldünger, die Intensität des Einsatzes von Mineraldünger sinkt aufgrund des Grenzkostenprinzips. Folge ist ein effizienterer Einsatz betriebseigener organischer Düngemittel (Gülle, Gärreste, Festmist). Der Anbau von Leguminosen wird betriebswirtschaftlich attraktiver. Die Mehrkosten würden nachhaltig eine allgemeine Flächenprämie über die erste Säule rechtfertigen.

7. Literatur

- AMIET, F.; HERRMANN, M.; MÜLLER, A. & R. NEUMEYER (2004): Fauna Helvetica 9, Apidae 4: Anthidium, Chelostoma, Coelioxys, Dioxys, Heriades, Lithurgus, Megachile, Osmia, Stelis. Schweizerische Entomologische Gesellschaft.
- AMIET, F.; HERRMANN, M.; MÜLLER, A. & R. NEUMEYER (2007): Fauna Helvetica 20, Apidae 5: Ammobatis, Ammobatoides, Anthophora, Biastis, Ceratina, Dasypoda, Epeloides, Epeolus, Eucera, Macropis, Melecta, Melitta, Nomada, Pasitis, Tetralonia, Thyreus, Xylocopa. Schweizerische Entomologische Gesellschaft.
- AMIET, F. (1996): Insecta Helvetica, Fauna Band 12: Hymenoptera: Apidae 1. Teil: Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen Apis, Bombus, Psithyrus. hrsg. von der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft
- BÀRBERI, P., SILVESTRI, N. & E. BONARI (1997): Weed communities of winter wheat as influenced by input level and rotation. *Weed Research*, 37(5), 301-313.
- BASTIAN, O. & K. F. SCHREIBER (Hrsg., 1994): Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. G. Fischer-Verlag Jena / Stuttgart, 1994, 502 S
- BAUFELD, P. (2014): Westlicher Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*) – Aktuelle Situation und Hintergründe. – Julius Kühn-Institut, Braunschweig. Online im Internet (01.03.2014), <www.pflanzengesundheit.jki.bund.de>
- BELLAMY, P. E., CROXTON, P. J., HEARD, M. S., HINSLEY, S. A., HULMES, L., HULMES, S., NUTTALL, P., PYWELL, R. F. & P. ROTHERY (2009): The impact of growing miscanthus for biomass on farmland bird populations. *Biomass and Bioenergy*, 33(2), 191-199.
- BERNARDY, P. & DZIEWIATY, K. (2005): Zur Problematik des Anbaus nachwachsender Rohstoffe und dem Erhalt einer artenreichen Ackerlandschaft - Literaturrecherche als Vorbereitung zur Einrichtung eines Arbeitskreises, 1-35. www.wendland-elbetal.de/download.php?id=633026,265,3, Zugriff am 28.03.2012.
- BLICK, T., PFIFFNER, L. & L. HENRYK (2000): Epigäische Spinnen auf Äckern der Nordwest-Schweiz im mitteleuropäischen Vergleich (Arachnida: Araneae). Zugriff am 03.04.13 auf: http://www.callistus.de/pdf_theo/Blick_47_Acker_CH_CEurope.pdf
- BLICK T., R. BOSMANS, J. BUCHAR, P. GAJDOS, A.HÄNGGI, P. VAN HELSDINGEN, V.RUCICKA, W.STAREGA & K. THALER (2004): Checkliste der Spinnen Mitteleuropas (Arachnida: Araneae). Version 1. Dezember 2004. – Internet: http://www.arages.de/files/checklist2004_araneae.pdf (aufgerufen am 10.12.2013)
- BÖRNER, M. (2007): Endbericht zum Projekt: „Lebensraum Brache“ – wildtierfreundliche Maßnahmen im Agrarbereich, 1-84. http://www.lebensraum-brache.de/_downloads/service/downloads/eigene/2007_Endbericht_Lebensraum_Brache.pdf, Zugriff am 30.03.2012.
- BOOIJ, C. J. H. & J. NOORLANDER (1992): Farming systems and insect predators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40(1-4), 125-135.

- BREUNIG, TH. & S. DEMUTH (1999): Rote Liste der Farn - und Samenpflanzen Baden – Württembergs. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) <http://www.ifo.baden-wuerttemberg.de/lfu> , Zugriff am 21.02.2013.
- BUCHHOLZ S., V. HARTMANN & M. KREUELS (2010): Rote Liste und Artenverzeichnis der Webspinnen - Araneae - in Nordrhein-Westfalen. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen 3. Fassung (Kurzfassung), Stand August 2010. 25 S.
- BURTON, N. H. K., WATTS, P. W., CRICK, H. Q. P. & P. J. EDWARDS (1999): The effects of preharvesting operations on reed buntings *Emberiza schoeniclus* nesting in oilseed rape *Brassica napus*. *Bird Study*, 46, 369-372.
- DATHE, H. (1980). Die Arten der Gattung *Hylaeus* F. in Europa (Hymenoptera, Apidae). *Mitt. zool. Mus. Berlin*, Band 56, Heft 2, S. 207 - 294.
- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS (2002): Sugar beet and the environment in the UK - report by the united kingdom in accordance with article 47(3) of council regulation 1260/2001 on the environmental situation of agricultural production in the sugar sector. <http://www.britishsugarcouk.hosting.mmtnew-media.com/IsolatedStorage/94175874-67b5-4c33-9f38-380233f14049/ContentAssets/Documents/Our%20Responsibilities/Environment/report.pdf>, Zugriff am 09.03.2012.
- DEGENBECK, M., VOLLRATH, B., FRANK, R., KUHN, W. & K. MARZINI (2005): Mit Biotopverbund in die Kulturlandschaft des neuen Jahrtausends - Lebensraumgestaltung mit Pflanzen aus definierter regionaler Herkunft. http://www.lebensraum-brache.de/ftp_downloads/Endbericht_Biotopverbund.pdf, Zugriff am 09.03.2012.
- DELLER, B. & K. MASTEL (2011): Humusanreicherung unter Kulturen nachwachsender Rohstoffe. *Landinfo* 3: 38-41.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE (2010). Ackerwildkräuter schützen und fördern – Perspektiven einer langfristigen Finanzierung und Bewirtschaftung. *DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“*, Heft 18 (2.1.3).
- DIERSCHKE, W. (1994): Pflanzensoziologie. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. 683 S.
- DIN ISO 11268-2. (2000-03): Bodenbeschaffenheit - Wirkung von Schadstoffen auf Regenwürmer (*Eisenia Fetida*) - Teil 2: Bestimmung der Wirkung auf die Reproduktionsleistung (ISO 11268-2:1998)
- DÜCKER, A., SCHMÜSER, H., HEUBEL, K., BORCHERDING, R., HEUBEL, V., MÜLLER-REICH, C., PAHNKE, K., GIENAPP, P., NÖTZOLD, R. & V. NÖTZOLD (2006): Bestimmungsschlüssel für alle Gattungen und die wichtigsten Arten der Laufkäfer (Carabidae) mit Angaben zu Verbreitung, Ökologie und Gefährdung. Deutscher Jugendring für Naturbeobachtung (Hrsg).
- DYLEWSKA, M. (1987): Die Gattung *Andrena* Fabricius (Andrenidae, Apidae) in Nord- und Mitteleuropa. *Act. Zool. Cracov.* 30, 12, Krakow. S. 359 - 708.
- DZIEWIATY, K., BERNARDY, P., MAIERHOF, J., JANSEN, S. & L. WELLMANN (2007): Auswirkungen zunehmender Biomassenutzung (EEG) auf die Artenvielfalt - Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für den Schutz der Vögel der Agrarlandschaft - Endbe-

- richt. http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/endbericht_biomasse_vogelschutz.pdf, Zugriff am 30.03.2012.
- EBNER, P. A. W. (1969): Die Bienen des Genus *Halictus* Latr. s.l. im Großraum Linz (Hymenoptera, Apidae). Systematik, Biogeographie, Ökologie und Biologie mit Berücksichtigung aller bisher aus Mitteleuropa bekannten Arten, Teil 1. Nat. IB. Linz, S. 133 - 183.
- EHRMANN, O. & U. BABEL (1991): Quantitative Regenwurmerfassung - ein Methodenvergleich. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, **66**: 475 - 478.
- ELSEN, T. VAN & H. LORITZ (2013): Vielfalt aus der Samentüte? *Naturschutz und Landschaftsplanung*, **45**: 155-160.
- ELFVING, R. (1960): Die Hummeln und Schmarotzer Hummeln Finnlands. *Societas Pro Fauna Et Flora Fennica. Fauna Fennica* 10, Helsingfors.
- FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (2010). Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen - Ergebnisse des Verbundprojektes "Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands, EVA I". http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_335-eva_2010.pdf, Zugriff am 28.03.2012.
- FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (2014a): Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe, <http://mediathek.fnr.de/grafiken/anbauflache-fur-nachwachsende-rohstoffe-2013-grafik.html>, Zugriff am 18.08.2014.
- FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (2014b): Energiepflanzen. <http://energiepflanzen.fnr.de/pflanzen/einjaehrige/raps/>, Zugriff am 18.08.2014
- FOELIX R.F. (1992): *Biology of Spiders*. Oxford Thieme. 2. Auflage, 330 S.
- FORMAN, R. (1995): *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, 632 Seiten.
- FREUDE, H., HARDE, K.W. & G.A. LOHSE (1966): Die Käfer Mitteleuropas. Band 9: Cerambycidae, Chrysomelidae. Goecke & Evers, Krefeld, 299 S.
- FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER (2004): Die Käfer Mitteleuropas. Band 2: Carabidae. Müller-Motzfeld, G. [Hrsg.] Spektrum Verlag, Heidelberg, 521 S.
- FRITSCH, U. W. & K. WIEGMANN (2008): Treibhausgasbilanzen und kumulierter Primärenergieverbrauch von Bioenergie-Konversionspfaden unter Berücksichtigung möglicher Landnutzungsänderungen. Berlin, 82 S.
- GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE CARABIDOLOGIE (Hrsg.) (2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. *Angewandte Carabidologie, Supplement V*, 45 S.
- GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I; WINFREE, R; AIZEN, M.A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C. ET AL. (2013): Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey-bee abundance. *Science* 339:1608-1611.

- GEISER, R. (1998): Rote Liste der Käfer (Coleoptera). In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 168-230.
- GERMAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES LEOPOLDINA (2012): Bioenergy – chances and limits. Halle (Saale), 118 S.
- GERHARDS, R., DIETERICH, M. & M. SCHUMACHER (2013): Rückgang von Ackerunkräutern in Baden-Württemberg – ein Vergleich von vegetationskundlichen Erhebungen in den Jahren 1948/49, 1975-1978 und 2011 im Raum Mehrstetten – Empfehlungen für Landwirtschaft und Naturschutz.- *Gesunde Pflanzen*, 65: 151-160.
- GILLINGS, S. & R. J. FULLER (2001): Habitat selection by skylarks *Alauda arvensis* wintering in Britain in 1997/98. *Bird Study*, 48: 293-307.
- GLAUERT, T. & A. HOFFMANN (2012): Zuckerrüben ergänzen den Substratmix. *Biogas Journal*, Sonderheft: 50-53
- GREEN, R. E.; OSBORNE, P. E. & E. J. SEARS (1994): The distribution of passerine birds in hedgerows during the breeding season in relation to characteristics of the hedgerow and adjacent farmland. *Journal of Applied Ecology*, 31, 677-692.
- GRIMM, U. (1985); Die Gnaphosidae Mitteleuropas (Arachnida, Araneae). *Abh. Naturwiss. Verein Hamburg*, 26: 1-318.
- GROH, K.; ASSMUTH, W. & W. TANKE (1981): Einfluss von Pflanzenschutzmaßnahmen auf die Arthropodenfauna in Zuckerrübenfeldern. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 199-210.
- GRUAR, D.; BARRITT, D. & W. J. PEACH (2006): Summer utilization of oilseed rape by reed buntings *Emberiza schoeniclus* and other farmland birds. *Bird Study*, 53, 47-54.
- HAUGHTON, A.J., BELL, J.R., BOATMAN N.D. & WILCOX, A. (1999): The Effects of different rates of the herbicide glyphosate on spiders in arable field margins. *Journal of Arachnology* 27: 249-254.
- HAUSBERG, M. (2013): Artendiversität und Aktivitätsdichte der Laufkäfer (Carabidae) verschiedener Bioenergiekulturen und ihrer Randstrukturen. Masterarbeit, Universität Hohenheim, 120 S.
- HAB, A.; BRAUNER, O. & U. SCHULZ (2012): Diversity, distribution and abundance of honeybees (*Apis mellifera*) and wild bees (Apidae) in a willow short-rotation coppice. *Mitt. der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, Band 18, S. 147 - 151.
- HEIMER, S. & W. NENTWIG (1991): Spinnen Mitteleuropas. Verlag Paul Parey. 543 S.
- HELSDINGEN, P.J. VAN (1982): *Eperigone trilobata* revealed as a trans-American species. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 5: 393-396.
- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. – Diss. Naturw. Fak. Universität Kiel.

- HEYDEMANN, B.. (1964): Die Carabiden der Kulturbiotop von Binnenland und Nordseeküste - ein ökologischer Vergleich (Coleoptera, Carabidae). *Zoologischer Anzeiger*, **172**: 49-86.
- HENDERSON, I. G., COOPER, J., FULLER, R. J. & J. VICKERY (2000): The relative abundance of birds on set-aside and neighbouring fields in summer. *Journal of Applied Ecology*, **37**: 335-347.
- HERBST, H. (2007): Verwendbarkeit von Landschaftsstrukturmaßen als Bewertungsinstrument in der Landschaftsrahmenplanung. Das Beispiel Landschaftsrahmenplan Haveland.- Diplomarbeit am Fachgebiet für Geoinformationsverarbeitung der TU Berlin. 63 S.
- HERZOG, F., BALÀCS, K., DENIS, P., FRIEDEL, J., GEIJZENDORFFER, I., JEANNERET, P., KAINZ, M. & P. POINTEREAU (2012): Biodiversity indicators for European farming systems. Forschungsanstalt Agroscope, Reckenholz, 101 S.
- HÖLZINGER, J., BAUER, H.-G., BERTHOLD, P., BOSCHERT, M. & U. MAHLER (2007): Rote Liste und kommentiertes Verzeichnis der Brutvögel Baden-Württembergs. Greiserdruck Rastatt, 176 Seiten.
- HOLZNER, W. & J. GLAUNINGER (2005): Ackerunkräuter – Bestimmung, Biologie, Landwirtschaftliche Bedeutung. Stocker Verlag, Graz, 264 S.
- HOPE, A. & B. JOHNSON (2003): English nature discussion paper on biofuels. 23 S. http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.biomatnet.org/ContentPages/12936472.pdf, Zugriff am 30.03.2012.
- KANNENWISCHER, N. (2013): Vegetationskundliche Untersuchung ausgewählter Miscanthusbestände und Kurzumtriebsplantagen in Baden-Württemberg. Abschlussbericht LTZ Augustenberg, Rheinstetten-Forchheim, 21 S.
- KATTER, R., MOSER, B., TRINKAUS, P., UNTERSWEG, T. & C. WUTZEL (1993). Kreislaufwirtschaft im Energiegrasanbau. Endbericht, Joanneum Research, Graz.
- KINSER, A. (2011): Die nächtliche Habitatnutzung von Feldhasen (*Lepus europaeus*) in drei unterschiedlichen Habitaten. Dissertation, Technische Universität Dresden, 148 S.
- KLEIN, A.-M., VAISSIÈRE, B., CANE, J., STEFFAN-DEWENTER, I., SUNNINGHAM, S., KREMEN, C. & T. TSCHARNTKE (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B*, **274** :303-313.
- KOCH, K. (1992): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 13. Goecke & Evers, Krefeld, 392 S.
- KOCH, W. (1980): Die Segetalflora in Abhängigkeit von Bewirtschaftungsmaßnahmen. *Daten und Dokumente zum Umweltschutz* **30**: 43 – 60.
- KORNATZ, P. (2013): Ökonomie des Energiepflanzenanbaus. Seiten 67-71 in FNR (Hrsg.): Energiepflanzen für Biogasanlagen. Druckerei Weidner, Rostock, 76 S.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & I. VOLLMER (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28, S. 21-187.

- KRATOCHWIL, A. & A. SCHWABE (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. Ulmer Verlag, Stuttgart, 756 S.
- KRUG, A. & K. HÜBNER, K. (2011). Lebensräume der Kleinsäuger in einer Agrarlandschaft mit Grünroggen- und Maisanbau zur Biogaserzeugung. *Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft*, 2: 181-192.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2006): KTBL-Datensammlung. Energiepflanzen. Darmstadt, 372 S.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2009): Faustzahlen Biogas. Darmstadt, 2. Aufl., 236 S.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2012a): KTBL-Datensammlung. Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/2013. Darmstadt, 23. Aufl., 824 S.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2012b): Anbau und thermische Nutzung von Miscanthus. KTBL-Heft 95, 52 S.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2012c): Anbau und thermische Nutzung von Miscanthus. KTBL-Heft 95, 52 S.
- LANDESANSTALT FÜR ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT UND DER LÄNDLICHEN RÄUME (2013a): Kalkulationsdaten Futterbau. URL: <http://www.landwirtschaft-bw.info/pb/MLR.LEL,Lde/Startseite>
- LANDESANSTALT FÜR ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT UND DER LÄNDLICHEN RÄUME (2013b): Kalkulationsdaten Marktfrüchte. URL: <http://www.landwirtschaft-bw.info/pb/MLR.LEL,Lde/Startseite>
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND MESSUNGEN BADEN-WÜRTTEMBERG (2014): Brutvogelmonitoring. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/30183/>, letzter Zugriff am 16.11.2014.
- LAND USE CONSULTANTS (2007): Bioenergy: Environmental impact and best practice - final report. http://www.wcl.org.uk/docs/Bioenergy_Final_Report_01Jan07.pdf, Zugriff am 28.03.2012.
- LANG, S. & D. TIEDE, D. (2003): vLATE Extension für ArcGIS - vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse, ESRI Anwenderkonferenz 2003 Innsbruck. CDROM
- LANGER, U, K. KUHN, T. WENIGER & E. NEUBERT (2012): http://www.lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Dateien/Regenwurmerfassung_Endbericht.pdf
- LEHMITZ, R., RÖMBKE, J., GRAEFE, U., BEYLICH, A. & KRÜCK, S. (2014): Rote Liste und Gesamtartenliste der Regenwürmer (Lumbricidae et Criodrilidae) Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 70(4): (Submitted for publication)
- LE PERU, B. (2011): The spiders of Europe, a synthesis of data: Atypidae to Theridiidae. *Mémoires de la Société Linéenne de Lyon*, 2, 523 S.

- LINDEROTH, P. (2005): Das Rehwild *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758) - In: BRAUN, MONIKA & DIETERLEN, FRITZ (Hrsg.): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band 2, Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 704 S.
- LOEFFEL, K. & W. NENTWIG (1997): Ökologische Beurteilung des Anbaus von Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*) anhand faunistischer Untersuchungen. Verlag Agrarökologie, Bern/Hannover, 133 S.
- LINDROTH, C. H. (1945): Die Fennoskandischen Carabidae - Eine tiergeographische Studie, Bd.1: Spezieller Teil. *Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets Samhälles Handlingar Ser. B*, **4**(3): 1-179.
- LUICK, R., BERNARDY, P., DZIEWIATY, K. & SCHÜMANN, K. (2011): "Superstar" Energiemais - Auswirkungen auf die Biodiversität am Beispiel der Feldvogelarten. S. 131-135 in: SCHNEIDER, M., FINK-KEBLER, A. & F. STODIECK (Hrsg.): Der kristische Agrarbericht. ABL-Verlag, München, 288 S.
- LUTZE, G., WIELAND, R. & A. SCHULTZ (1999): Habitatmodelle für Tiere und Pflanzen - Instrumente zur integrativen Abbildung und Analyse von Lebensraumsprüchen mit direktem Bezug zur Landschaftsstruktur und zur Landnutzung. Seiten 223-236 in BLASCHKE, T. (Hrsg.): Umweltmonitoring und Umweltmodellierung - GIS und Fernerkundung als Werkzeuge einer nachhaltigen Entwicklung. Wichmann Verlag, Heidelberg, 278 S.
- MANSOUR, F. & W. NENTWIG (1988): Effects of agrochemical residues on four spider taxa: Laboratory methods for pesticide tests with web-building spiders. *Phytoparasitica* **16**: 317-325
- MASON, C. F. & S. M. MACDONALD (2000): Influence of landscape and land-use on the distribution of breeding birds in farmland in eastern england. *Journal of Zoology*, **251**: 339-348.
- MASTEL, K. (2011): Bioenergie aus Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus - ist das nachhaltig? *Landinfo* **5**: 28-32.
- MAUSS, V. (1990): Bestimmungsschlüssel für die Hummeln der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg: DJN Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung. 50 S.
- MC CUNE, B. & J. B. GRACE (2002): Analysis of Ecological communities. MJM Software Design, Gledon Beach, OR, 300 S.
- MEICHTRY-STIER, K., JENNY, M., ZELLWEGE-FISCHER, J & S. BIRRER (2014): Impact of landscape improvement by agri-environment scheme options on densities of characteristic farmland bird species and brownhare (*Lepus europaeus*). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **189**: 101-109.
- MEIER, D. (2011): Wildpflanzen statt Mais? – *Energie aus pflanzen*, **5**: 14-17. http://www.saaten-zeller.de/rel/images/Energie_aus_Wildpflanzen_energiepflanzen.pdf, Zugriff am 28.03.2012.
- MEISEL, S. (1959): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 98 Detmold. Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Selbstverlag der Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen, 40 S. + Karte.

- MEYER, S., VAN ELSSEN, T., GOTTWALD, F., HOTZE, C. & S. WEHKE (2010): Monitoring Konzept für die Entwicklung der Vegetation von Schutzäckern. www.schutzaecker.de/files/files/?837&de, Zugriff am 30.03.2012.
- MEYER, S., K. WESCHE, B. KRAUSE & C. LEUSCHER (2013): Veränderungen in der Segetalflora in den letzten Jahrzehnten und mögliche Konsequenzen für Agrarvögel. Seiten 64-78 in HOFFMANN, J. (Hrsg.): Tagungsband Fachgespräch „Agrarvögel – ökologische Bewertungsgrundlage für Biodiversitätsziele in Ackerbaugebieten“, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg.
- MITSCHEKE, A., SUDFELDT, C., HEIDRICH-RISKE, H. & R. DRÖSCHMEISTER (2005): Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. *Vogelwelt*, **126**: 127-140.
- MINISTERIUM LÄNDLICHER RAUM (2014): Erläuterungen und Ausfüllhinweise zum Gemeinsamen Antrag. https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/mlr/GA/GA_014_extern/Allgemein/Merkblaetter/2_Erlaeuterungen_GA_14.01.2014.pdf?attachment=true, Zugriff am 22.12.2014.
- MOOG, O. (1995): Fauna aquatica austriaca.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- MÜCK, J. (2013): Nutzung von Energiekulturen (Blühmischung & Mais) durch Europäischen Feldhasen (*Lepus europaeus*) und Reh (*Capreolus capreolus*). Masterarbeit Universität Hohenheim.
- MÜLLER, A.; KREBS, A. & F. AMIET (1997): Bienen. Mitteleuropäische Gattungen, Lebensweise, Beobachtung. Natur Buch Verlag. 384 S.
- NÄHRIG D. & K.H. HARMS (2003): Rote Listen und Checklisten der Spinnentiere Baden-Württembergs. Naturschutz Praxis, Artenschutz 7. LUBW, Greiserdruck, Rastat, 203 S.
- NENTWIG W., BLICK, T., GLOOR, D., HÄNGGI, A. & C. KROPF (2013): Araneae, Spinnen Europas (Bestimmungsschlüssel). Universität Bern, <http://araneae.unibe.ch>, letzter Zugriff am 12.12.2013.
- NETZWERK FORUM FÜR BIODIVERSITÄTSFORSCHUNG (2012): Scientific arguments for a biodiversity richer Common Agriculture Policy, Fact Sheet June 2012, <http://www.biodiversity.de/images/stories/Downloads/agrar/Biodiversity%20community%20on%2014%20the%20CAP-Reform%20June%202012.pdf>. Aufgerufen am 02.12.2014.
- NEUMANN, H., LOGES, R. & F. TAUBE, F. (2009): Ausdehnung der Maisanbaufläche infolge des "Biogas-Booms" - ein Risiko für Feldvögel? *Berichte über Landwirtschaft*, **87**(1): 65-86.
- NYFFELER, M. & R. G. BREENE (1992): Dominant insectivorous polyphagous predators in winter wheat: high colonization power, spatial dispersion patterns, and probable importance of the soil surface spiders (Araneae). *Dtsch. Entomol. Z.*, **39**: 177–188.
- PEGEL, M. (1986): Der Feldhase (*Lepus europaeus* PALLAS) im Beziehungsgefüge seiner Um- und Mitweltfaktoren. Systematische Untersuchungen über die Existenz- und

Gefährdungskriterien einheimischer Wildtiere (Teil 1). Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie und Jagdwissenschaft an der Justus-Liebig-Universität Gießen, Heft 16, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

- PETERS, W., HAGEN, Z., SCHICKETANZ, S., VETTER, A., BECK, J., GÖDEKE, K., REINHARDT, G., RETTENMAIER, N. & S. GÄRTNER (2010): Flächeneffektive Bioenergienutzung aus Naturschutzsicht. Bewertung und Empfehlung zum Schutz von biologischer Vielfalt und Klima. Endbericht zum F + E Vorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (FKZ 3508 83 0300). [http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/ Standpunkte/08-humusbilanzierung.pdf](http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/08-humusbilanzierung.pdf).
- PFISTER, H.P., KOHLI, L., KÄSTLI, P. & S. BIRRER (2002): Feldhase – Schlussbericht 1991 – 2000. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Schriftenreihe Umwelt Nr. 334 – Wildtiere, Bern, 150 S.
- PLATEN R., M. MORITZ & B. BROEN VON (1991): Liste der Webspinnen- und Weberknechtarten (Arachn.: Araneida, Opilionida) des Berliner Raumes und ihre Auswertung für Naturschutzzwecke (Rote Liste). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* 6: 169-205.
- POULSEN, J. G., SOTHERTON, N. W. & N. L. AEBISCHER (1998): Comparative nesting and feeding ecology of skylarks *Alauda arvensis* on arable farmland in southern England with special reference to set-aside. *Journal of Applied Ecology*, **35**: 131-147.
- POLLARD, E. & J. RELTON (1970): Hedges. V. A study of small mammals in hedges and cultivated fields. *Journal of Applied Ecology*, **7**: 549-557.
- RAABE, U., BÜSCHER, D., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖTTE, R., HAEUPLER, H., JAGEL, A., KAPLAN, K., KEIL, P., KULBROCK, P., LOOS, G. H., NEIKES, N., SCHUMACHER, W., SUMSER, H. & H. VANBERG (2010): Rote Liste und Artenverzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen - Pteridophyta et Spermatophyta - in Nordrhein-Westfalen. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 4. Fassung. 80 S.
- RATHS, U. & U. RIECKEN, U. (1999): Laufkäfer im Drachenfelsler Ländchen - Tierwelt in der Zivilisationslandschaft, Teil III. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 59, Bonn-Bad Godesberg, 156 S.
- REINHARDT, G., SCHEURLLEN, K., BEMMANN, A., KELLER, T., RODE, M., SCHMIDT, C., THIELE, M., WERNER, A. & C. WETTSTEIN, C. (2004). Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien. http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/natur-schutz-aspekte_ee.pdf, Zugriff am 28.03.2012.
- RIECKEN, U. (1992): Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen. Grundlagen und Anwendung. Schriftenreihe für Landespflege und Naturschutz 36, Bonn-BadGodesberg, 187 S.
- RIECKEN, U. (2000): Raumeinbindung und Habitatnutzung epigäischer Arthropoden unter den Bedingungen der Kulturlandschaft. Tierwelt in der Zivilisationslandschaft –Teil IV. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 61, Bonn-Bad Godesberg. 196 S.
- ROBERTS, M. J. (1996) *Spiders of Britain and Northern Europe*. Harper Collins Pub. Ltd., 383 S.

- RÜHMKORF, H. & M. REICH (2010): Nutzung der Agrarlandschaft durch die Vogelwelt im Winter unter besonderer Berücksichtigung des Maisanbaus. Seiten 127-150 in REICH, M. & RÜTER, S. (Hrsg.): Energiepflanzenanbau und Naturschutz. *Umwelt und Raum*, Band 1. Cuvillier Verlag, Göttingen. S. 127-150.
- SAGE, R. B., CUNNINGHAM, M. & N. BOATMAN (2006): Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. *Ibis*, **148**: 184-197.
- SAGE, R. B., CUNNINGHAM, M., HAUGHTON, A. J., MALLOTT, M. D., BOHAN, D. A., RICHE, A. & A. KARP (2010): The environmental impacts of biomass crops: Use by birds of miscanthus in summer and winter in southwestern England. *Ibis*, **152**: 487-499.
- SAURE, C.; JÖRNS, S. & G. BERGER (2013): Beitrag zur Stechimmenfauna von Sachsen-Anhalt – Teil 2: Bienen im Agrarland nördlich von Köthen (Hymenoptera: Aculeata, Apiformes). *European Journal of Horticultural Science*, Heft 02/2013, Bd. 123.
- SCHEUCHL, E. (2000): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band 1: Anthophoridae. 2. erw. Aufl., 158 S.
- SCHEUCHL, E. (2006): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band 2: Megachilidae - Melittidae. 192 S.
- SCHMID-EGGER C. & E. SCHEUCHL (1997): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs unter Berücksichtigung der Arten der Schweiz, Band 3: Andrenidae. Eigenverlag, Velden/Vils, 1997.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1930): Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. Mit Einschluss von England, Südschweiz, Südtirol und Ungarn. Verlag Gustav Fischer. Jena, 1062 S.
- SCHNEIDER, C., SUKOPP, H. & U. SUKOPP (1994): Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalpflanzen. Anhang Schriftenreihe Vegetationskunde, **26**: 348-356.
- SCHÖLLER, M. (1996): Ökologie mitteleuropäischer Blattkäfer, Samenkäfer und Breitrüssler (Coleoptera: Chrysomelidae einschließlich Bruchinae, Anthribidae). – In: BRANDSTETTER, C.M. & A. KAPP: Die Käfer von Vorarlberg und Liechtenstein Bd. 11: 1-65.
- SCHÖNE, F., OPPERMAN, R., GELHAUSEN, J., DZIEWIATY, K. & P. BERNARDY (2013): Naturverträgliche Nutzung ökologischer Vorrangflächen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, **45**: 133-139.
- SCHRÖPFER, R. & H. NYENHUIS (1982): Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Populationsdichte des Feldhasen (*Lepus europeus* Pallas 1778). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, **28**: 213-231
- SCHUMACHER, W. (1980): Schutz und Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. *Natur und Landschaft*, **55**: 447-453.

- SCHUMACHER, W. & H.-P. SCHICK (1998): Rückgang von Pflanzen der Äcker und Weinberge – Ursachen und Handlungsbedarf. Münster-Hiltrup (Landwirtschaftsverlag). *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, **29**: 49-57.
- SEMERE, T. & F. M. SLATER (2005): The effects of energy grass plantations on biodiversity - final report. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.berr.gov.uk/files/file15013.pdf>, Zugriff am 19.03.2012.
- SEMERE, T. & F.M. SLATER (2007a): Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus×giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass and Bioenergy*, **31**: 20-29.
- SEMERE, T. & F. M. SLATER (2007b): Invertebrate populations in miscanthus (*Miscanthus×giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass and Bioenergy*, **31(1)**: 30-39.
- SMISSEN, J. VAN DER (2010): Beitrag zur Determination der *Andrena-ovatula*-Gruppe aus Bilanz aus 20 Jahren entomologischer Aktivität. Verh. Ver. Naturs. Heimatforschung, Hamburg, Band 43.
- STAUDT, A. [Koord.] (2014): Nachweiskarten der Spinnentiere Deutschlands. AraGes e.V. (Stand 15.10.2014).
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2013): Flächenbelegung von Ernährungsgütern. Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 24 Seiten, https://www.destatis.de/DE/Publikationen/ma-tisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/FachberichtFlaechenbelegung5385101109004.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff am 18.08.2014
- STEINER, N. & W. KÖHLER (2001): Effects of landscape pattern on species richness - a modeling approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **98**: 353-361.
- STUBBE, C. (2008): Rehwild. Biologie, Ökologie, Hege und Jagd (5. Auflage). Franck-Kosmos Verlag, Stuttgart, 398 S.
- SUDMANN, S. R., GRÜNEBERG, C., HEGEMANN, A., HERHAUS, F., MÖLLE, J., NOTTMEYER-LINDEN, K., SCHUBERT, W., VON DEWITZ, W., JÖBGES, M. & J. WEISS (2008): Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten Nordrhein-Westfalens, 5. Fassung, Dezember 2008. – *Charadrius* **44**: 137–230.
- SÜDBECK, P., BAUER, H.-G., BOSCHERT, M., BOYE, P. & W. KNIEF (2007): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands – 4. Fassung 30. November 2007, fehlerkorrigierter Text vom 06.11.2008. *Ber. Vogelschutz* **44**: 23-81.
- SUSTERA O. 1958. Bestimmungstabelle der Tschechoslowakischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* Latr. Entomologische Abteilung des Nationalmuseums, Praha.
- SYMONDSON, W. O. C., GLEN, D. M., WILTSHIRE, C. W., LANGDON, C. J. & J. E. LIDDELL (1996): Effects of cultivation techniques and methods of straw disposal on predation by *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) upon slugs (gastropoda: Pulmonata) in an arable field. *Journal of Applied Ecology*, **33**: 741-753.
- SZYZSKO, J. (1990): Planning of prophylaxis in threatened pine forest biocenoses based on an analysis oft he fauna of epigeic Carabidae. Warsaw University Press, Warsaw, 96 S..

- TILLMANN, J. E. & A. KRUG (2010): Maisäcker als Lebensraum für die Tierwelt der Agrarlandschaft. *Energiepflanzenanbau und Naturschutz*, **1**: 91-114.
- TILLMANN, J. E. (2011): Bewertung von Maisäckern als Lebensraum für die Tierwelt der Agrarlandschaft mit Hilfe von Fotofallen - In: REICH, MICHAEL & RÜTER, STEFAN (Hrsg.): Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft, Umwelt und Raum Band 2, Schriftenreihe Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- TILLMANN, J. E. & U. VOIGT (2011): Zur ökologischen Bedeutung der Feldfrucht Mais für den Feldhasen - In: REICH, MICHAEL & RÜTER, STEFAN (Hrsg.): Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft, Umwelt und Raum Band 2, Schriftenreihe Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover, Cuvillier Verlag, Göttingen
- TRAUTNER, J. (2003): Biodiversitätsaspekte in der UVP mit Schwerpunkt auf der Komponente „Artenvielfalt“. UVP-Report 17(3+4): 155-163.
- TRAUTNER, J. & K. GEIGENMÜLLER (1987): Sandlaufkäfer, Laufkäfer. Illustrierter Schlüssel zu den Cincindeliden und Carabiden Europas. Margraf Verlag, Gaimersheim, 488 S.
- TRAUTNER, J., BRÄUNICKE, M., KIECHLE, J., KRAMER, M., RIETZE, J., SCHANOWSKI, A. & K. WOLF-SCHWENNINGER (2005): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer Baden-Württembergs. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz [Hrsg.] - 3. Fassung von Oktober 2005 http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18031/rote_liste_laufkaefer.pdf?command=downloadContent&filename=rote_liste_laufkaefer.pdf, Zugang am 30.01.2013
- TUCKER, G. M. (1992): Effects of agricultural practices on field use by invertebrate-feeding birds in winter. *Journal of Applied Ecology*, **29**: 779-790.
- TURLEY, D. B., MCKAY, H. & N. BOATMAN (2004): Environmental impacts of cereal and oilseed rape cropping in the UK and assessment of the potential impact arising from cultivation for liquid biofuel production. http://www.hgca.com/publications/documents/cropresearch/RR54_Abstract_Revised_July_08.pdf, Zugriff am 20.03.2012.
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Bodenbiologische Bewertung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) anhand von Lumbriciden. Umweltbundesamt Dessau, Texte 34/07, 159 S.
- UMWELTBUNDESAMT (2013a): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen. Umweltbundesamt Dessau, http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/globale_landflaechen_biomasse_bf_klein.pdf, Zugriff am 18.08.2014.
- UMWELTBUNDESAMT (2013b): Biogaserzeugung und -nutzung: Ökologische Leitplanken für die Zukunft. Vorschläge der Kommission Landwirtschaft beim Umweltbundesamt (KLU). UBA Position November 2013.
- VARIS, A. L., HOLOPAINEN, J. K. & M. KOPONEN (1984): Abundance and seasonal occurrence of adult carabidae (Coleoptera) in abbalge, Sugar Beet and Timothys fields in southern Finland. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, **98**: 62-73.

- VOLLRATH, B. & W. KUHN (2010). Wildpflanzen für Biogas - die Zukunft? *Veitshöchheimer Berichte*, **141**: 33-39.
- VOLLRATH, B. (2012): Für die Biogasgewinnung optimierte Wildpflanzenmischungen. In: FNR (Hrsg.): *Energiepflanzen für Biogasanlagen - Bayern*. 113 S.
- VOLLRATH, B. & K. MASTEL (2013): Wildpflanzenmischungen. Seiten 40-41 in FNR (Hrsg.): *Energiepflanzen für Biogasanlagen*. Druckerei Weidner, Rostock, 76 S.
- VON HAGEN, E. (1994): *Hummeln bestimmen, ansiedeln, vermehren, schützen*. 4. bearb. u. erg. Aufl., Natur Buch Verlag. 320 S.
- VON RAESFELD, F., NEUHAUS, A. & K. SCHAICH (1985): *Das Rehwild – Naturgeschichte, Hege und Jagd* (9. Auflage). Paul Parey, Hamburg und Berlin, 453 S.
- WALZ, U. (2004): Landschaftsstrukturmaße – Indizes, Begriffe, Methoden. In: WALZ, U. LUTZE, A. SCHULTZ & SYRBE R.U (Hrsg.): *Landschaftsstruktur im Kontext von naturräumlicher Vorprägung und Nutzung – Datengrundlagen, Methoden und Anwendungen*. IÖR-Schriftenreihe, Dresden, Bd. 43, S. 15-27.
- WALZ, U. (2006): Landschaftsstruktur – zwischen Theorie und Praxis. In: KLEINSCHMIDT, B. und WALZ, U. (Hrsg.) 2006: *Landschaftsstrukturmaße in der Umweltplanung - Beiträge zum Workshop der IALE-AG Strukturmaße*. TU Berlin 19: 4-17.
- WARCHALOWSKI, A. 2003: *Chrysomelidae. The leaf-beetles of Europe and the Mediterranean are*. Warschau, 600 S.
- WARNECKE, K. (1992): Die westpaläarktischen Arten der Bienenhaltung Sphecodes LATR. (Hymenoptera, Apidae, Halictinae) aus: Für Bayern, bzw. Süddeutschland neue Bienenarten (Hymenoptera, Apidae). 52. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg. 9-64.
- WEIS, G. (1997): *Anlage und Pflege von Wildäsungsflächen. Ein Leitfaden für die Revierpraxis*, Nimrod-Verlag, Suderburg, 320 S.
- WESTRICH, P. (1990): *Die Wildbienen Baden-Württembergs. Spezieller Teil: Die Gattungen und Arten*. 2. verbes. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, 436 S.
- WIEHLE, H. (1965): Die Clubonia-Arten Deutschlands, ihre natürliche Gruppierung und die Einheitlichkeit im Bau ihrer Vulva (Arachnida, Araneae). *Senckenbergiana Biologica*, **46**: 471-505.
- WINKLER, F. (2013): *Regenwurmpopulationen und Bodenbiologie von Ackerstandorten mit Energiekultursystemen*. Diplomarbeit, Universität Hohenheim, 77 S.
- WILMANN, O. (2002): *Ökologische Pflanzensoziologie. Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas*. 6. Aufl. Ulmer Verlag, Stuttgart, 405 S.
- WILSON, J. D., TAYLOR, R. & L. B. MUIRHEAD (1996): Field use by farmland birds in winter: An analysis of field type preferences using resampling methods. *Bird Study*, **43**: 320-332.
- WILSON, J. D., EVANS, A. D. & P. V. GRICE (2009): *Bird conservation and agriculture*. Cambridge University Press, Cambridge (UK), 394 S.

- WORLD SPIDER CATALOG (2014). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online auf <http://wsc.nmbe.ch>, version {15.5}, Zugriff am 15.10.2014
- WRBKA, T., Peterseil, J. Kiss, A., Schmitzberger, I., Szerencsits, E., Thurner, B., Schneider, W., Suppan, F., Beissmann, H., Hengsberger, R. & G. Tutsch (2003): Landschaftsökologische Strukturmerkmale als Indikatoren der Nachhaltigkeit (Spatial Indicators für Land use sustainability). Institut für Ökologie und Naturschutz der Universität Wien, Endbericht zum Forschungsprojekt SINUS. 318 Seiten.
- ZEILER, H. (2009): Rehe im Wald. Österreichischer Jagd- u. Fischerei-Vlg., Wien, 303 S.
- ZELLER, J. (2011). Biogas I – Saatgutmischung zur Biogasproduktion. <http://www.saatenzeller.de/rel/template3.php?de,tn,nav,sn99,0107,1,0212,L0101,rce>, Zugriff am 28.03.2012.
- ZÖRNER, H. (1996): Der Feldhase. 2. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 172 S.

Anhang

Tabelle A 1: Bewirtschaftungsdaten UR Süd 2012 (Abk. für Behandlung: BB = Bodenbearbeitung)

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel / Gerät	Schadorganismus
Mais	31.01.12	Bodenbearbeitung	Grubber	
	20.03.12	Bodenbearbeitung	Pflug	
	22.03.12	Bodenbearbeitung	Scheibenegge	
	26.04.12	Bodenbearbeitung	Scheibenegge	
	28.04.12	Aussaat		
	28.04.12	Düngung	Diammonphosphat (DAP)	
	14.05.12	Düngung	Schwefelsaures Ammoniak (SSA)	
	16.06.12	Pflanzenschutz	Arrat + Dash	Unkräuter
01.10.12	Ernte			
Gerste-GPS + Weidelgras	30.09.11	Bodenbearbeitung	Grubber	
	01.10.11	Aussaat (W-Gerste)		
	25.10.11	Düngung	Gärrest	
	28.10.11	Pflanzenschutz	Stomp SC/Arelon TOP/ Karate+Zeon Technolc	Unkräuter/saugende Insekten, Blattläuse
	07.03.12	Düngung	Gärrest	
	09.03.12	Düngung	Kalkammonsalpeter (KAS)	
	10.04.12	Aussaat (Weidelgras)		
	12.04.12	Düngung	Kalkammonsalpeter (KAS)	
	26.04.12	Pflanzenschutz	Medax Top (Halmfes- tigung)/ Input/Tomigan 180	Halmbruchkrankheit, Septoria, Netz- fleckenkrankheit / Unkraut
	02.05.12	Pflanzenschutz	Medax Top (Halmfestigung)	
	07.05.12	Düngung	Kalkammonsalpeter (KAS)	
	24.05.12	Pflanzenschutz	Gladio	Blatt- und Spelzen- bräune, Septoria- Blattdürre, Blattfleckenkrankheit, Netzfleckenkrankheit
	26.06.12	Ernte (W-Gerste)		
	30.07.12	Bodenbearbeitung	Scheibenegge	
	31.07.12	Aussaat (Weidelgras)		
05.09.12	Düngung	Kalkammonsalpeter (KAS)		
02.10.12	Ernte (Weidelgras)			
Raps	Spätsommer 2011	Bodenbearbeitung	Grubber	
	23.08.11	Aussaat		
	02.03.12	Düngung	Kalkammonsalpeter (KAS)	
	15.03.12	Düngung	Gärrest	
	17.03.12	Pflanzenschutz	ZG-OptiSpur (Spuren- Dünger) / Trebon 30 EC	Rapsglanzkäfer, Ge- fleckter Kohltriebrüss- ler, / Kohlschotenrüss- ler
	02.04.12	Pflanzenschutz	Mavrik + Zitronensäure	Rapsglanzkäfer
	10.04.12	Düngung	Kalkammonsalpeter (KAS)	
	20.04.12	Pflanzenschutz	Mospilan SG	Rapsglanzkäfer

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel / Gerät	Schadorganismus
	08.05.12	Pflanzenschutz	Cantus Gold	Weißstängeligkeit, Rapsschwärze, Wurzelhals- u. Stängelfäule
	01.08.12	Ernte		
Zuckerrübe	27.03.12	Düngung	Gärrest	
	27.03.12	Bodenbearbeitung	Scheibenegge	
	28.03.12	Walzen		
	28.03.12	Aussaat		
	10.04.12	Düngung	Kalkammonsalpeter (KAS)	
	14.04.12	Pflanzenschutz	Goltix Super/Powertin Plus/ Oleo FC	Unkräuter
	25.04.12	Pflanzenschutz	Goltix Super/Powertin Plus/ Oleo FC	Unkräuter
	07.05.12	Pflanzenschutz	Goltix Super/Powertin Plus/ Oleo FC	Unkräuter
	21.08.12	Pflanzenschutz	Harvesan	Blattfäule
02.11.12	Ernte			
Blümmischung	20.03.12	Bodenbearbeitung	Pflug	
	27.04.12	Bodenbearbeitung	Scheibenegge	
	28.04.12	Aussaat		
	28.04.12	Walzen		
	02.10.12	Ernte		
Miscanthus	09.05.12	Düngung	Entec	

Tabelle A 2: Bewirtschaftungsdaten UR Nord 2012 (Abk. für Behandlung: BB = Bodenbearbeitung)

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel / Gerät	Schadorganismus
Mais	01.11.11	Bodenbearbeitung	Pflug	
	27.03.12	Düngung	Gärrest	
	28.03.12	Bodenbearbeitung	Federzinkenegge	
	28.04.12	Aussaat		
	28.04.12	Düngung	Diammonphosphat (DAP)	
	29.05.12	Pflanzenschutz	Mais Ter - Gardobuc	Schadpflanzen und Unkräuter
	31.05.12	Düngung	Gärrest	
	07.10.12	Ernte		
Gerste-GPS + Weidelgras	Herbst 11	Bodenbearbeitung	Grubber	
	01.09.12	Düngung	Gärrest	
	20.09.11	Bodenbearbeitung mit Aussat (W-Gerste)	Kreiselegge mit aufgesetzter Sämaschine	
	15.03.12	Pflanzenschutz	Axial 50 + Primus	Unkräuter
	17.03.12	Düngung	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL)	
	07.04.12	Düngung	Schwefelsaures Ammoniak (SSA)	
	09.04.12	Düngung	Gärrest	
	23.04.12	Aussaat (Weidelgras)		
	26.04.12	Pflanzenschutz	Adexar	pilzliche Schaderreger
	20.05.12	Pflanzenschutz	Taspa + Karate	pilzliche Schaderreger
	03.07.12	Ernte (W-Gerste)		
Raps	Herbst 2011	Bodenbearbeitung	Grubber	
	08.09.11	Düngung	Gärrest	
	20.09.11	Bodenbearbeitung mit Aussaat	Kreiselegge mit aufgesetzter Sämaschine	
	30.09.11	Pflanzenschutz	Butisan Top	Unkräuter
	31.03.12	Düngung	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL)	
	07.04.12	Düngung	Schwefelsaures Ammoniak (SSA)	
	09.04.12	Düngung	Gärrest	
	04.05.12	Pflanzenschutz	Karate Zeon	Rapsglanzkäfer, Großer Rapsstängel-Rüssler, Gefleckter Kohltriebrüssler, Kohlschotenrüssler, Raps-Erdfloh, Kohlschotenmücke
	25.05.12	Pflanzenschutz	Karate Zeon	
	26.07.12	Ernte		
Zuckerrübe	Herbst 11	Bodenbearbeitung	Pflug	
	25.03.12	Düngung	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL)	
	25.03.12	Bodenbearbeitung	Garegge	

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel / Gerät	Schadorganismus
	31.03.12	Aussaat		
	21.04.12	Pflanzenschutz	Goltix	Unkräuter
	05.05.12	Pflanzenschutz	Goltix + Betanal maxxPro + Debut	Unkräuter
	15.05.12	Pflanzenschutz	Goltix + Betanal maxxPro + Debut	Unkräuter
	26.05.12	Pflanzenschutz	Goltix + Betanal maxxPro + Debut	Unkräuter
	30.05.12	Düngung	Blattdünger B + S	
	14.07.12	Düngung	Blattdünger B + S	
	14.07.12	Pflanzenschutz	Juwel	Cercospora, Echter Mehltau, Rübengraß
	06.11.12	Ernte		
Blühmischung	April 12	Bodenbearbeitung		
	April 12	Aussaat		
	28.06.12	Düngung		
	16.11.12	Ernte		
Miscanthus	Mai 12	Düngung	Pferdemist + Kali	

Tabelle A 3: Bewirtschaftungsdaten UR Süd 2013

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel	Schadorganismus
Mais	25.04.13	Bodenbearbeitung	Grubber	
	26.04.13	Düngung	Gärrest	
	30.04.13	Bodenbearbeitung	Egge	
	01.05.13	Düngung	Harnstoff	
	01.05.13	Aussaat		
	17.06.13	Pflanzenschutz	Arrat + Dash / Kelvin	Unkräuter / Ungräser, Unkäter
	05.07.13	Düngung	Gärrest	
	09.10.13	Ernte		
GPS + Weidelgras	20.08.12	Düngung	Gärrest	
	20.08.12	Bodenbearbeitung	Egge	
	11.09.12	Bodenbearbeitung	Grubber	
	20.09.12	Bodenbearbeitung	Egge	
	21.09.12	Aussaat (W-Gerste)		
	04.10.12	Pflanzenschutz	Herold SC / Lentipur 700 / Sumicidin Alpha EC	Unkräuter, Ungräser / Blattläuse, beißende Insekten
	18.10.12	Düngung	Gärrest	
	22.03.13	Düngung	Gärrest	
	15.04.13	Düngung	Kalkammonsalpeter KAS)	
	06.05.13	Pflanzenschutz	Input / Medax Top	Braunrost, Septoria, Netzfleckenkrankheit / Halmfestigung
	14.05.13	Pflanzenschutz	Input / Medax Top	
	15.05.13	Düngung	KAS	
	18.07.13	Ernte (W-Gerste)		
	01.08.13	Bodenbearbeitung	Grubber	
	01.08.13	Bodenbearbeitung	Egge	
	02.08.13	Aussaat (Weidelgras)		
	07.08.13	Düngung	KAS	
09.09.13	Düngung	Gärrest		
12.10.13	Ernte (Weidelgras)			
Raps	Sommer 2013	Bodenbearbeitung	Pflug	
	05.08.13	Pflanzenschutz	Metarex	Schnecken
	28.08.12	Düngung	Gülle	
	29.08.12	Bodenbearbeitung mit Aussaat	Egge mit Aussat	
	20.09.12	Pflanzenschutz	Rapsan 500 / Agil	Unkräuter, Ungräser
	20.10.12	Pflanzenschutz	Tilmor / Bulldock	Phoma, Winterhärte
	23.03.13	Düngung	Gülle / Ammon- sulfatsalpeter (ASS)	
	15.04.13	Pflanzenschutz	Karate Zeon	beißende Insekten
	25.04.13	Düngung	15-15-15 / KAS	
	03.05.13	Pflanzenschutz	Fastac SC / Tilmor	beißende Insekten, Kohlschotenmücke / Phoma, Standfestigkeit
	16.05.13	Pflanzenschutz	Biscaya	beißende Insekten

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel	Schadorganismus
	08.06.13	Pflanzenschutz	Cantus Gold / Biscaya	Sklerotinia, Phoma, Alternaria / beißende Insekten
	19.08.13	Ernte		
Zuckerrübe	07.03.13	Düngung	Gärrest	
	16.04.13	Bodenbearbeitung	Grubber	
	17.04.13	Bodenbearbeitung	Egge	
	18.04.13	Aussaat		
	30.04.13	Düngung	Harnstoff	
	01.05.13	Pflanzenschutz	Goltix Super / Powertin Plus /Oleo FC	Unkräuter
	13.05.13	Pflanzenschutz	Goltix Super / Powertin Plus /Oleo FC / Agil-S	Unkräuter / Ausfallgetreide
	17.06.2013	Pflanzenschutz	Goltix Super / Powertin Plus /Oleo FC	Unkräuter
	19.06.13	Düngung	KAS	
	06.07.13	Pflanzenschutz	Spyrale / Bulldock	Cercospora beticola, Ramularia-Blattflecken, Echter Mehltau / saugende Insekten
	31.07.13	Pflanzenschutz	Juwel / Ortiva / Bulldock	Cercospora beticola, Echter Mehltau, Rübennrost / Cercospora beticola/saugende Insekten
	26.10.13	Ernte		
Blühmischung	18.10.12	Düngung	Gärrest	
	06.03.13	Düngung	Gärrest	
	07.08.13	Ernte		
Miscanthus	06.05.13	Ernte		

Tabelle A 4: Bewirtschaftungsdaten UR Nord 2013

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel	Schadorganismus
Mais	10.11.12	Bodenbearbeitung	Pflug	
	24.04.13	Düngung	Gärrest	
	25.04.13	Bodenbearbeitung	Egge	
	02.05.13	Düngung	Diammonphosphat (DAP)	
	02.05.13	Aussaat		
	10.06.13	Pflanzenschutz	Milagro Forte Extra + Peak / Calaris	Schadpflanzen und Unkräuter
	12.06.13	Düngung	Ammoniumnitrat- Harnstoff-Lösung (AHL)	
	15.10.13	Ernte		
GPS + Weidelgras	Herbst 12	Bodenbearbeitung	Pflug+Packer	
	Herbst 12	Bodenbearbeitung mit Aussaat (W-Gerste)	Kreiselegge mit komb. Aussaat	
	Herbst 12	Walzen		
	Herbst 12	Pflanzenschutz	Picono / Axial	Ungräser, Unkräuter
	Frühjahr 13	Düngung	AHL, Gärrest, Schwefel- saures Ammoniak (SSA)	
	Frühjahr 13	Pflanzenschutz	Starane / Adexar	Unkräuter / pilzliche Schaderreger
		Ernte (W-Gerste)		
		Bodenbearbeitung	Grubber	
		Bodenbearbeitung mit Aussaat (W-Gerste)	Kreiselegge mit komb. Aussaat	
		Walze		
		Düngung	AHL	
	Ernte (Weidelgras)			
Raps		Bodenbearbeitung	Pflug+Packer	
		Bodenbearbeitung	Egge	
		Bodenbearbeitung mit Aussaat (W-Gerste)	Kreiselegge mit komb. Aussaat	
		Walze		
		Düngung	AHL SSA Gärrest Bor	
		Pflanzenschutz	Butisan Top / Karate	Ungräser, Unkräuter / beißende Insekten
		Ernte		
Zuckerrübe		Bodenbearbeitung	Grubber	
		Bodenbearbeitung		
		Aussaat	Saatbett-Kombination	
		Walze		
		Düngung	AHL; SSA; Bor	
		Pflanzenschutz	Goltix; Goltix / Betanal / Debut Goltix / Betanal / Debut Goltix / Betanal / Debut	Unkräuter

Kultur	Datum	Behandlung	Mittel	Schadorganismus
		Ernte		
Blühmischung	April 13	Düngung	KAS	
	15.08.13	Ernte		
Miscanthus		Ernte ausgefallen		

Tabelle A 5: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung sowie Gewinnbeitrag nach Prämie bei **niedrigem** Ertragsniveau; Werte in €/ha, sofern nicht anders angegeben; rundungsbedingte Abweichungen sind möglich.

Fruchtart	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Leistung:						
<i>Ertrag (dt FM/ha)</i>	250	400	303	100	30	550
<i>Ertrag (dt TM/ha)</i>	80	120	100			
<i>Methanertrag (m³/ha)</i>	1.619	3.341	2.750			
Gesamterlös	534	1.102	908	700	1.050	1.650
variable Kosten:						
Saatgut		178	85		77	232
Anteilige Etablierungs- und Rekultivierungskosten (Vollkosten incl. Zinsansatz)	124			209		
Düngung (Entzug * Preis abzgl. Gärrestrücklieferung)	29	82	59	93	189	268
Pflanzenschutz		71	38		212	228
Hagelversicherung	6	17	14		57	21
variable Maschinenkosten (eigene Maschinen)	80	184	148	118	122	320
Zinsansatz var. Kosten	2	9	6	1	15	21
Gesamt variable Kosten	241	541	350	421	672	1.090
Deckungsbeitrag	293	561	558	279	378	560
Feste Maschinenkosten	111	227	155	170	154	296
<i>Arbeitszeit (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>5,1</i>	<i>10,4</i>	<i>8,7</i>	<i>5,9</i>	<i>7,0</i>	<i>13,5</i>
Lohnansatz (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten)	76	156	131	89	106	202
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	106	178	272	20	118	62
Festkosten (nach gek. Prämien)	30	80	80	30	80	80
Kalk. Gewinnbeitrag nach Prämie	76	98	192	-10	38	-18
<i>Arbeitszeit (alle Arbeiten in Eigenmech.; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>6,1</i>	<i>10,4</i>	<i>8,7</i>	<i>6,7</i>	<i>7,0</i>	<i>13,5</i>
Lohnansatz (alle Arbeiten in Eigenmech.; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten)	91	156	131	100	106	202
<i>Arbeitszeit (ohne typ. Lohnarbeiten; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>2,1</i>	<i>5,4</i>	<i>5,3</i>	<i>2,1</i>	<i>5,5</i>	<i>7,3</i>
Lohnansatz (ohne typ. Lohnarbeiten; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten)	32	82	79	32	82	109

Tabelle A 6: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeits erledigungskostenfreie Leistung sowie Gewinnbeitrag nach Prämie bei **hohem** Ertragsniveau; Werte in €/ha, sofern nicht anders angegeben; rundungsbedingte Abweichungen sind möglich.

Fruchtart	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Leistung:						
<i>Ertrag (dt FM/ha)</i>	438	600	424	200	50	750
<i>Ertrag (dt TM/ha)</i>	140	180	140			
<i>Methanertrag (m³/ha)</i>	2.834	5.011	3.851			
Gesamterlös	935	1.654	1.271	1.400	1.750	2.250
variable Kosten:						
Saatgut		178	85		77	232
Anteilige Etablierungs- und Rekultivierungskosten (Vollkosten incl. Zinsansatz)	142			209		
Düngung (Entzug * Preis abzgl. Gärrestrücklieferung)	50	123	83	166	302	358
Pflanzenschutz		71	77		231	268
Hagelversicherung	11	26	20		95	28
variable Maschinenkosten (eigene Maschinen)	117	254	231	193	176	420
Zinsansatz var. Kosten	3	11	8	1	21	26
Gesamt variable Kosten	323	663	504	569	902	1.332
Deckungsbeitrag	612	991	767	831	848	918
Feste Maschinenkosten	147	281	227	240	199	357
<i>Arbeitszeit (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>7,0</i>	<i>12,4</i>	<i>10,6</i>	<i>9,5</i>	<i>7,5</i>	<i>16,4</i>
Lohnansatz (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten)	105	187	159	143	113	246
Direkt- und arbeits erledigungskostenfreie Leistung	360	523	381	448	536	315
Festkosten (nach gek. Prämien)	130	180	180	130	180	180
Kalk. Gewinnbeitrag nach Prämie	230	343	201	318	356	135
<i>Arbeitszeit (alle Arbeiten in Eigenmech.; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>7,9</i>	<i>12,4</i>	<i>10,6</i>	<i>10,3</i>	<i>7,5</i>	<i>16,4</i>
Lohnansatz (alle Arbeiten in Eigenmech.; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten)	119	187	159	155	113	246
<i>Arbeitszeit (ohne typ. Lohnarbeiten; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>2,4</i>	<i>5,8</i>	<i>5,6</i>	<i>2,8</i>	<i>5,8</i>	<i>8,0</i>
Lohnansatz (ohne typ. Lohnarbeiten; incl. Anlagenerstellung und allg. Arbeiten)	36	87	84	41	88	120

Tabelle A 7: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2012 (UR Süd).

Fruchtart	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Leistung:						
Ertrag (dt FM/ha)	150	650	440	150	40	950
Ertrag (dt TM/ha)	37	164	158			
Methanertrag (m ³ /ha)	837	5.202	4.951			
Gesamterlös	276	1.717	1.634	1.050	1.400	2.850
variable Kosten:						
Saatgut		187	51		88	232
Anteilige Etablierungs- und Rekultivierungskosten (Vollkosten incl. Zinsansatz)	146			240		
Düngung (Entzug * Preis abzgl. Gärrestrücklieferung)	17	133	86	101	246	448
Pflanzenschutz		17	218		126	250
Hagelversicherung	3	27	18		76	36
variable Maschinenkosten (eigene Maschinen)	29	115	72	3	80	95
Lohnmaschinen/-arbeiten (Ernte/Transport)	220	624	392	440	158	743
Sonst. var. Kosten				50		
Zinsansatz var. Kosten	5	18	14	2	18	36
Gesamt variable Kosten	420	1.121	851	836	792	1.840
Deckungsbeitrag	-144	596	783	214	608	1.010
Feste Maschinenkosten	31	74	47	3	58	78
<i>Arbeitszeit (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>3,4</i>	<i>6,7</i>	<i>4,4</i>	<i>0,9</i>	<i>5,2</i>	<i>5,4</i>
Lohnansatz (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten)	51	100	66	13	79	81
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	-226	422	670	198	471	851
Festkosten (nach gek. Prämien)	120	120	120	120	120	120
Kalk. Gewinnbeitrag nach Prämie	-346	302	550	78	351	731

Tabelle A 8: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blühmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2012 (UR Nord).

Fruchtart	BM**	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Leistung:						
Ertrag (dt FM/ha)		531	311	125	46	934
Ertrag (dt TM/ha)		172	88			
Methanertrag (m ³ /ha)		5.443	2.756			
Gesamterlös		1.796	910	875	1.610	2.802
variable Kosten:						
Saatgut		145	82		88	232
Anteilige Etablierungs- und Rekultivierungskosten (Vollkosten incl. Zinsansatz)				240		
Düngung (Entzug * Preis abzgl. Gärrestrücklieferung)		109	61	96	279	440
Pflanzenschutz		79	245		96	342
Hagelversicherung		28	10		87	35
variable Maschinenkosten (eigene Maschinen)		76	99	3	104	110
Lohnmaschinen/-arbeiten (Ernte/Transport)		581	367	440	160	743
Sonst. var. Kosten				50		
Zinsansatz var. Kosten		17	14	2	19	38
Gesamt variable Kosten		1.035	878	831	833	1.940
Deckungsbeitrag		761	32	44	777	862
Feste Maschinenkosten		63	58	3	63	88
<i>Arbeitszeit (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten) in h/ha</i>		<i>4,4</i>	<i>5,7</i>	<i>0,9</i>	<i>6,2</i>	<i>7,2</i>
Lohnansatz (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten)		65	86	13	93	108
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung		633	-112	28	621	666
Festkosten (nach gek. Prämien)		120	120	120	120	120
Kalk. Gewinnbeitrag nach Prämie		513	-232	-92	501	546

** aufgrund fehlender betrieblicher Daten war keine Berechnung möglich

Tabelle A 9: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2013 (UR Süd).

Fruchtart	BM	Ma	GPS	Mi	Ra	ZR
Leistung:						
<i>Ertrag (dt FM/ha)</i>	330	500	350	120	32	910
<i>Ertrag (dt TM/ha)</i>	86	120	119			
<i>Methanertrag (m³/ha)</i>	1.931	3.796	3.719			
Gesamterlös	637	1.253	1.227	840	1.120	2.730
variable Kosten:						
Saatgut		178	87		88	232
Anteilige Etablierungs- und Rekultivierungskosten (Vollkosten incl. Zinsansatz)	146			240		
Düngung (Entzug * Preis abzgl. Gärrestrücklieferung)	38	113	68	85	200	430
Pflanzenschutz		45	178		396	510
Hagelversicherung	8	19	13		61	34
variable Maschinenkosten (eigene Maschinen)	29	72	72	3	109	92
Lohnmaschinen/-arbeiten (Ernte/Transport)	274	584	371	440	155	743
Sonst. var. Kosten				50		
Zinsansatz var. Kosten	6	17	13	2	24	41
Gesamt variable Kosten	501	1.028	802	820	1.033	2.082
Deckungsbeitrag	136	225	425	20	87	648
Feste Maschinenkosten	31	53	47	3	83	79
<i>Arbeitszeit (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>3,4</i>	<i>4,3</i>	<i>4,4</i>	<i>0,9</i>	<i>7,2</i>	<i>5,2</i>
Lohnansatz (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten)	51	65	66	13	108	78
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	54	107	312	4	-104	491
Festkosten (nach gek. Prämien)	130	130	130	130	130	130
Kalk. Gewinnbeitrag nach Prämie	-76	-23	182	-126	-234	361

Tabelle A 10: Berechnungen zu Leistung, variable und feste Kosten, Deckungsbeitrag, direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung und Gewinnbeitrag nach Prämie für mehrjährige Blütmischung, Mais, Gersten-GPS, Miscanthus, Raps und Zuckerrübe in 2013 (UR Nord).

Fruchtart	BM	Ma	GPS	Mi**	Ra	ZR
Leistung:						
Ertrag (dt FM/ha)	208	400	187		38	591
Ertrag (dt TM/ha)	58	132	81			
Methanertrag (m ³ /ha)	1.310	4.188	2.544			
Gesamterlös	432	1.382	840		1.330	1.772
variable Kosten:						
Saatgut		162	82		88	232
Anteilige Etablierungs- und Rekultivierungskosten (Vollkosten incl. Zinsansatz)	145					
Düngung (Entzug * Preis abzgl. Gärrestrücklieferung)	24	82	37		234	286
Pflanzenschutz		98	224		379	351
Hagelversicherung	5	21	9		72	22
variable Maschinenkosten (eigene Maschinen)	29	81	104		111	88
Lohnmaschinen/-arbeiten (Ernte/Transport)	237	545	326		157	743
Sonst. var. Kosten						
Zinsansatz var. Kosten	5	16	13		24	34
Gesamt variable Kosten	445	1.005	795		1.065	1.756
Deckungsbeitrag	-13	377	45		265	16
Feste Maschinenkosten	31	63	71		79	81
<i>Arbeitszeit (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten) in h/ha</i>	<i>3,4</i>	<i>4,4</i>	<i>6,2</i>		<i>7,0</i>	<i>6,3</i>
Lohnansatz (ohne Anlagenerstellung; incl. allg. Arbeiten)	51	65	93		105	94
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	-95	249	-119		81	-159
Festkosten (nach gek. Prämien)	130	130	130		130	130
Kalk. Gewinnbeitrag nach Prämie	-225	119	-249		-49	-289

** aufgrund fehlender betrieblicher Daten war keine Berechnung möglich

Tabelle A 11: Zusammensetzung des Saatguts der Blütmischung „Biogas 1“ – Originalmischung wurde leicht modifiziert zur Anpassung an die Untersuchungsräume Nord und Süd.

wissenschaftlicher Name	deutscher Artname
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille
<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß
<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume
<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte
<i>Dipsacus fullonum</i>	Wilde Karde
<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Buchweizen
<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel
<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume
<i>Inula helenium</i>	Echter Alant
<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve
<i>Malva verticillata</i>	Quirlmalve
<i>Medicago sativa</i>	Luzerne
<i>Melilotus alba</i>	Weißer Steinklee
<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Espарsette
<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke
<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke
<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn

Tabelle A 12: Laufkäferfänge der Jahre 2012 & 2013 im UR Süd - Gesamtartenliste und Vorkommen in den einzelnen Kulturen und Probestreifen (a = außen, i = innen)

Arten im UR Süd	BM		Ma		GPS		Mi		Ra		ZR		Σ
	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	
<i>Abax ovalis</i>									3		2	1	6
<i>Abax parallelipedus</i>			1	1	1		16	9	9	1	3	1	42
<i>Agonum muelleri</i>	10	46	20	39	14	23	2	3	10	49	25	37	278
<i>Agonum sexpunctatum</i>		3								1			4
<i>Agonum viduum</i>					1								1
<i>Amara aenea</i>	37	15	2	2	1								57
<i>Amara aulica</i>									1				1
<i>Amara bifrons</i>	2												2
<i>Amara communis</i>	11	1											12
<i>Amara consularis</i>	1										2	1	4
<i>Amara familiaris</i>	2	1	1		1		1						6
<i>Amara lunicollis</i>	6												6
<i>Amara ovata</i>			2	2									4
<i>Amara plebeja</i>	14		5	2	2	1		1	1	2	2	1	31
<i>Amara similata</i>	13	41	9	9			1		359	758	4	1	1195
<i>Anchomenus dorsalis</i>	34	36	43	45	10	23	2	1	133	246	18	8	599
<i>Anisodactylus binotatus</i>	34	14	5		1	2	1	3	6	12		2	80
<i>Asaphidion flavipes</i>	1		1				1		1				4
<i>Asaphidion pallipes</i>	1		1		2	1							5
<i>Badister lacertosus</i>							1						1
<i>Badister sodalis</i>								3					3
<i>Bembidion lampros</i>	18	14	4	5	83	142	15	4	74	17	12	7	395
<i>Bembidion obtusum</i>									1	10			11
<i>Bembidion properans</i>	7		2		6	15	3		6			4	43
<i>Bembidion quatrimalculatum</i>	4	9	34	11	26	13			15		10	9	131
<i>Bembidion tetracolum</i>					1				3		4		8
<i>Brachinus explodens</i>	1												1
<i>Bradycellus verbasci</i>		1											1
<i>Calathus fuscipes</i>	5	10			2	8					3		28
<i>Carabus auratus</i>			1										1
<i>Carabus auronitens</i>					10	6			2	1		1	20
<i>Carabus coriaceus</i>					3				3	1	1	1	9
<i>Carabus granulatus</i>	1	3	1		2		5	19	1	5			37
<i>Carabus monilis</i>		1					3	2					6
<i>Carabus nemoralis</i>									1				1
<i>Carabus violaceus</i>	1		2	1	1		2	1	1	3	9	5	26
<i>Clivina fossor</i>			3	6	1		3	4	2	1	6	3	29
<i>Cychrus caraboides</i>	1						1	1	1		1	1	6
<i>Diachromus germanus</i>	1				2	1	2						6
<i>Dyschirius globosus</i>			1					1					2
<i>Dyschirius intermedius</i>							1						1
<i>Elaphrus cupreus</i>					2						1		3

Arten im UR Süd	BM		Ma		GPS		Mi		Ra		ZR		Σ
	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	
<i>Epaphius secalis</i>			7				5	14					26
<i>Harpalus affinis</i>	15	3	4			1					5	6	34
<i>Harpalus distinguendus</i>	8	2									1		11
<i>Harpalus latus</i>	1	1											2
<i>Harpalus luteicornis</i>	1												1
<i>Harpalus rubripes</i>		1	1	1									3
<i>Harpalus rufipes</i>	34	7	16	22	3	2	2		3	32	148	33	302
<i>Harpalus signaticornis</i>	3	38								1			42
<i>Leistus ferrugineus</i>					1				2		2		5
<i>Limodromus assimilis</i>	1	2	12	8	46	81	1		47	115			313
<i>Loricera pilicornis</i>	11	13	7	4	8	19			16	20	3	2	103
<i>Molops elatus</i>						1							1
<i>Nebria brevicollis</i>	52	36	23	7	2	11	1		38	5	1	1	177
<i>Notiophilus aestuans</i>					1						2		3
<i>Notiophilus biguttatus</i>		3	2						6		4		15
<i>Notiophilus palustris</i>					2		1	2					5
<i>Ophonus puncticollis</i>		1											1
<i>Paratachys bistriatus</i>							2	1					3
<i>Poecilus cupreus</i>	11	43	14	16	3	1			6	30	8	13	145
<i>Poecilus versicolor</i>	114	163	12		1	7	6	1		2	1		307
<i>Pterostichus anthracinus</i>			1							1	1		3
<i>Pterostichus burmeisteri</i>									1	2			3
<i>Pterostichus melanarius</i>	37	104	66	75	18	25	3	1	63	74	221	421	1108
<i>Pterostichus niger</i>	1		1		5	4				4	9	4	28
<i>Pterostichus strenuus</i>	3					4	30	29	3	1	1	2	73
<i>Pterostichus vernalis</i>	3	4	2		1	3	3		4	4	2	1	27
<i>Stenolophus teutonius</i>	1	1	1	1	1								5
<i>Stomis pumicatus</i>		1	2			1		1		1			6
<i>Synuchus vivalis</i>	1		2		3	3	1	3			1	1	15
<i>Trechoblemus micros</i>											2		2
<i>Trechus quadristriatus</i>	10	16	16	13	132	183			170	64	74	66	744
<i>Trichotichnus laevicollis</i>									1			1	2
<i>Trichotichnus nitens</i>	1								1				2
Gesamtindividuenzahl	513	634	321	276	392	588	115	104	994	1463	589	634	6623
Gesamtartenzahl	41	32	33	24	31	31	28	21	35	29	34	28	75

Tabelle A 13: Liste der nachgewiesenen Laufkäferarten im UR Süd, mit Angaben zu Gefährdungsstatus, Ökologie und Vorkommen

Legende:

- 1: Gefährdungsgrad: Einstufung nach der Roten Liste Baden-Württemberg (TRAUTNER ET AL. 2005)
 2: Naturräumliche Spezifität: Anzahl besiedelter Großnaturräume nach GAC (2009),
 3a/b: Seltenheit anhand Verbreitung (3a) und räumlicher Dichte (3b) nach GAC (2009) in fünf Klassen
 4a/b: Toleranz gegenüber Nutzungsintensität anhand Besiedlungsvermögen (4a) ausgedrückt durch Flugfähigkeit (Flugtypen: b: brachypter, m: makropter, d: dimorph); sowie anhand Störungsempfindlichkeit (4b) ausgedrückt durch durchschnittliche Körpergröße (mm): nach FREUDE ET AL. (2004)
 5: Habitatspezifität: Einstufung der Schwerpunkt- und Hauptvorkommen im Naturraum Alpenvorland nach GAC (2009), Schwerpunkt vorkommen sind fettgedruckt

Nachgewiesene Arten im UR Süd	Gefährdungsgrad	Naturräumliche Spezifität	Seltenheit		Nutzungsintensität		Habitatspezifität
	1	2	3 a Verbreitung	3 b Räumliche Dichte	4a Besiedlungsvermögen	4b Störungsempfindlichkeit	5
<i>Abax ovalis</i>	*	7	2	3	b	13	6
<i>Abax parallelepipedus</i>	*	7	1	1	b	19.5	6
<i>Agonum muelleri</i>	*	8	1	2	m	8	9
<i>Agonum sexpunctatum</i>	*	7	1	2	m	8.25	8.1 9.7 6.5
<i>Agonum viduum</i>	*	8	1	3	m	8.25	4.4
<i>Amara aenea</i>	*	8	1	2	m	7.5	9.7 9.5 7 9 6.5
<i>Amara aulica</i>	*	8	1	3	m	12.75	9.5 9 4.4 4.5 4.6
<i>Amara bifrons</i>	*	7	2	4	m	6.5	9 7
<i>Amara communis</i>	*	8	1	1	m	7	9.5
<i>Amara consularis</i>	V	7	3	4	m	8.5	9.2 9.1 9.7 7.2
<i>Amara familiaris</i>	*	8	1	2	m	6.5	9
<i>Amara lunicollis</i>	*	8	1	2	m	7.5	9.5
<i>Amara ovata</i>	*	7	1	2	m	8.5	9
<i>Amara plebeja</i>	*	8	1	3	m	7	9 4.6
<i>Amara similata</i>	*	8	1	2	m	8.75	9
<i>Anchomenus dorsalis</i>	*	7	1	2	m	6.8	9.1 9.2 9.7
<i>Anisodactylus binotatus</i>	*	8	1	2	m	11	9
<i>Asaphidion flavipes</i>	*	8	2	4	m	4.4	9
<i>Asaphidion pallipes</i>	3	8	2	3	m	4.85	3.3 8.1
<i>Badister lacertosus</i>	*	6	1	3	m	6.6	5 6.3 6.5 4.4 4.5 4.6
<i>Badister sodalis</i>	*	7	1	2	b	4.25	5.2 5.1 4.4 4.5 7.2
<i>Bembidion lampros</i>	*	8	1	1	d	3.4	e
<i>Bembidion obtusum</i>	*	6	2	4	d	3.7	9
<i>Bembidion properans</i>	*	8	1	1	d	3.95	e
<i>Bembidion quatrimalaculatum</i>	*	8	1	2	m	3.05	e
<i>Bembidion tetracolum</i>	*	8	1	2	d	5.6	4.0 3 9 5.2
<i>Brachinus explodens</i>	*	5	4	3	d	6	9.2 7
<i>Bradycellus verbasci</i>	*	7	4	5	m	4.95	9.7 6.5 7
<i>Calathus fuscipes</i>	*	8	1	2	b	12.25	9 7 6.5

Nachgewiesene Arten im UR Süd	Gefähr-	Natur-	Seltenheit		Nutzungsintensität		Habitatspezifität
	dungsgrad	räumliche	3 a	3 b	4a	4b	5
	1	Spezifität	Ver- breitung	Räumliche Dichte	Besiedlungs- vermögen	Störungs- empfindlichkeit	
<i>Carabus auratus</i>	*	8	3	3	b	23.5	9
<i>Carabus auronitens</i>	*	7	2	2	b	26	6.2 6.1
<i>Carabus coriaceus</i>	*	7	1	1	b	37	6
<i>Carabus granulatus</i>	*	8	1	1	d	19.5	5 4 9
<i>Carabus monilis</i>	*	5	3	4	b	24.5	9 5.2
<i>Carabus nemoralis</i>	*	8	1	1	b	23	6 5.2
<i>Carabus violaceus</i>	*	7	3	3	b	30	6
<i>Clivina fossor</i>	*	8	1	1	m	6.25	e
<i>Cychrus caraboides</i>	*	7	1	3	b	17	6 5
<i>Diachromus germanus</i>	*	6	3	5	m	8.45	9.5
<i>Dyschirius globosus</i>	*	8	1	1	d	2.75	e
<i>Dyschirius intermedius</i>	3	7	3	4	m	3.15	8.1 3.3 9.7
<i>Elaphrus cupreus</i>	*	8	1	3	m	8	4.0 4.4 5
<i>Epaphius secalis</i>	*	7	1	3	b	3.5	5 4
<i>Harpalus affinis</i>	*	7	1	2	m	10.5	9
<i>Harpalus distinguendus</i>	*	6	2	3	m	9.55	9.7 9
<i>Harpalus latus</i>	*	8	1	1	m	9.5	6 9
<i>Harpalus luteicornis</i>	V	5	3	4	m	6.75	9.5 6
<i>Harpalus rubripes</i>	*	7	2	3	m	10	9
<i>Harpalus rufipes</i>	*	7	1	2	m	13.5	9.1 9.2 9.7
<i>Harpalus signaticornis</i>	*	7	3	4	m	6.5	9
<i>Leistus ferrugineus</i>	*	7	1	2	b	6.95	e
<i>Limodromus assimilis</i>	*	8	1	2	m	12	5.2 5.1 6
<i>Loricera pilicornis</i>	*	8	1	1	m	7.5	e
<i>Molops elatus</i>	*	5	3	4	b	15	6 7.2
<i>Nebria brevicollis</i>	*	8	1	1	m	12	e
<i>Notiophilus aestuans</i>	*	7	3	4	d	4.5	9 8.1
<i>Notiophilus biguttatus</i>	*	8	1	2	d	4.5	6
<i>Notiophilus palustris</i>	*	8	1	1	d	4.75	e
<i>Ophonus puncticollis</i>	V	5	4	5	m	8.25	7.2
<i>Paratachys bistratus</i>	*	5	3	4	m	2.2	9 4 3
<i>Poecilus cupreus</i>	*	8	1	2	m	11	9
<i>Poecilus versicolor</i>	*	8	1	2	m	9.75	9.5 9.7 4.6
<i>Pterostichus anthracinus</i>	*	8	2	3	d	10.75	9.5 5 4
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	*	5	2	3	b	13.25	6.2 6.3 6.4
<i>Pterostichus melanarius</i>	*	8	1	2	d	15	e
<i>Pterostichus niger</i>	*	8	1	2	m	18	6 5 9
<i>Pterostichus strenuus</i>	*	8	1	2	d	6	e
<i>Pterostichus vernalis</i>	*	8	1	2	d	6.85	9.5 9
<i>Stenolophus teutonius</i>	*	6	2	2	m	6.25	8.1 3.3 4.0

Nachgewiesene Arten im UR Süd	Gefähr- dungsgrad	Natur- räumliche Spezifität	Seltenheit		Nutzungsintensität		Habitatspezifität
	1	2	3 a Ver- breitung	3 b Räumliche Dichte	4a Besiedlungs- vermögen	4b Störungs- empfindlichkeit	5
<i>Stomis pumicatus</i>	*	6	1	2	b	7.4	e
<i>Synuchus vivalis</i>	*	7	1	2	d	7.4	9 6.5
<i>Trechoblemus micros</i>	*	7	2	4	m	4.5	8.2
<i>Trechus quadristriatus</i>	*	7	1	2	m	4	e
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	*	7	2	3	m	7.25	6
<i>Trichotichnus nitens</i>	*	6	3	3	m	8.25	6

Tabelle A 14: Bewertungszahlen und Artwert in den fünf Kriterien für die naturschutzfachliche Bewertung der einzelnen Laufkäferarten im UR Süd.

Nachgewiesene Arten im Untersuchungsraum Süd	1 Gefährdungs- grad	2 Naturräuml. Spezifität	3 Seltenheit	4 Nutzungs- intensität	5 Habitat- spezifität	Artwert (Mittelwert a. d. 5. Krit)
<i>Abax ovalis</i>	1	1	2.5	3.5	3	2.2
<i>Abax parallelepipedus</i>	1	1	1.0	4.5	3	2.1
<i>Agonum muelleri</i>	1	1	1.5	1.0	2	1.3
<i>Agonum sexpunctatum</i>	1	1	1.5	1.0	4	1.7
<i>Agonum viduum</i>	1	1	2.0	1.0	5	2.0
<i>Amara aenea</i>	1	1	1.5	1.0	1	1.1
<i>Amara aulica</i>	1	1	2.0	1.5	1	1.3
<i>Amara bifrons</i>	1	1	3.0	1.0	1	1.4
<i>Amara communis</i>	1	1	1.0	1.0	5	1.8
<i>Amara consularis</i>	2	1	3.5	1.0	3	2.1
<i>Amara familiaris</i>	1	1	1.5	1.0	2	1.4
<i>Amara lunicollis</i>	1	1	1.5	1.0	5	1.9
<i>Amara ovata</i>	1	1	1.5	1.0	2	1.3
<i>Amara plebeja</i>	1	1	2.0	1.0	1	1.2
<i>Amara similata</i>	1	1	1.5	1.0	2	1.3
<i>Anchomenus dorsalis</i>	1	1	1.5	1.0	4	1.7
<i>Anisodactylus binotatus</i>	1	1	1.5	1.5	2	1.4
<i>Asaphidion flavipes</i>	1	1	3.0	1.0	2	1.6
<i>Asaphidion pallipes</i>	3	1	2.5	1.0	4	2.3
<i>Badister lacertosus</i>	1	2	2.0	1.0	2	1.6
<i>Badister sodalis</i>	1	1	1.5	3.0	3	1.9
<i>Bembidion lampros</i>	1	1	1.0	2.0	1	1.2
<i>Bembidion obtusum</i>	1	2	3.0	2.0	2	2.0
<i>Bembidion properans</i>	1	1	1.0	2.0	1	1.2
<i>Bembidion quatrimalaculatum</i>	1	1	1.5	1.0	1	1.1
<i>Bembidion tetracolum</i>	1	1	1.5	2.0	1	1.3
<i>Brachinus eximius</i>	1	2	3.5	2.0	3	2.3
<i>Brachinus crepitans</i>	1	1	4.5	1.0	3	2.1
<i>Calathus fuscipes</i>	1	1	1.5	3.5	1	1.6
<i>Carabus auratus</i>	1	1	3.0	5.0	2	2.4
<i>Carabus auronitens</i>	1	1	2.0	5.0	4	2.6
<i>Carabus coriaceus</i>	1	1	1.0	5.0	3	2.2
<i>Carabus granulatus</i>	1	1	1.0	3.5	1	1.5
<i>Carabus monilis</i>	1	2	3.5	5.0	1	2.5
<i>Carabus nemoralis</i>	1	1	1.0	5.0	2	2.0
<i>Carabus violaceus</i>	1	1	3.0	5.0	3	2.6
<i>Clivina fossor</i>	1	1	1.0	1.0	1	1.0
<i>Cychrus caraboides</i>	1	1	2.0	4.0	2	2.0
<i>Diachromus germanus</i>	1	2	4.0	1.0	5	2.6
<i>Dyschirius globosus</i>	1	1	1.0	2.0	1	1.2
<i>Dyschirius intermedius</i>	3	1	3.5	1.0	4	2.5

Nachgewiesene Arten im Untersuchungsraum Süd	1 Gefährdungs- grad	2 Naturräuml. Spezifität	3 Seltenheit	4 Nutzungs- intensität	5 Habitat- spezifität	Artwert (Mittelwert a. d. 5. Krit)
<i>Elaphrus cupreus</i>	1	1	2.0	1.0	3	1.6
<i>Epaphius secalis</i>	1	1	2.0	3.0	1	1.6
<i>Harpalus affinis</i>	1	1	1.5	1.5	2	1.4
<i>Harpalus distinguendus</i>	1	2	2.5	1.0	2	1.7
<i>Harpalus latus</i>	1	1	1.0	1.0	1	1.0
<i>Harpalus luteicornis</i>	2	3	3.5	1.0	2	2.3
<i>Harpalus rubripes</i>	1	1	2.5	1.5	2	1.6
<i>Harpalus rufipes</i>	1	1	1.5	1.0	4	1.7
<i>Harpalus signaticornis</i>	1	1	3.5	1.0	2	1.7
<i>Leistus ferrugineus</i>	1	1	1.5	3.0	1	1.5
<i>Limodromus assimilis</i>	1	1	1.5	1.5	2	1.4
<i>Loricera pilicornis</i>	1	1	1.0	1.0	1	1.0
<i>Molops elatus</i>	1	2	3.5	4.0	2	2.5
<i>Nebria brevicollis</i>	1	1	1.0	1.5	1	1.1
<i>Notiophilus aestuans</i>	1	1	3.5	2.0	1	1.7
<i>Notiophilus biguttatus</i>	1	1	1.5	2.0	3	1.7
<i>Notiophilus palustris</i>	1	1	1.0	2.0	1	1.2
<i>Ophonus puncticollis</i>	2	2	4.5	1.0	5	2.9
<i>Paratachys bistriatus</i>	1	2	3.5	1.0	1	1.7
<i>Poecilus cupreus</i>	1	1	1.5	1.5	2	1.4
<i>Poecilus versicolor</i>	1	1	1.5	1.0	4	1.7
<i>Pterostichus anthracinus</i>	1	1	2.5	2.5	1	1.6
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	1	2	2.5	3.5	4	2.6
<i>Pterostichus melanarius</i>	1	1	1.5	3.0	1	1.5
<i>Pterostichus niger</i>	1	1	1.5	2.5	1	1.4
<i>Pterostichus strenuus</i>	1	1	1.5	2.0	1	1.3
<i>Pterostichus vernalis</i>	1	1	1.5	2.0	2	1.5
<i>Stenolophus teutonius</i>	1	2	2.0	1.0	4	2.0
<i>Stomis pumicatus</i>	1	2	1.5	3.0	1	1.7
<i>Synuchus vivalis</i>	1	1	1.5	2.0	1	1.3
<i>Trechoblemus micros</i>	1	1	3.0	1.0	5	2.2
<i>Trechus quadristriatus</i>	1	1	1.5	1.0	1	1.1
<i>Trichotichmus laevicollis</i>	1	1	2.5	1.0	3	1.7
<i>Trichotichmus nitens</i>	1	2	3.0	1.0	3	2.0

Tabelle A 15: Laufkäferfänge der Jahre 2012 & 2013 im UR Nord - Gesamtartenliste und Vorkommen in den einzelnen Kulturen und Probestreifen (a = außen, i = innen)

Arten im UR Nord	BM		Ma		GPS		Mi		Ra		ZR		Σ
	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	
<i>Abax ovalis</i>							2		3	1			6
<i>Abax parallelepipedus</i>	1	1					2		2	2			8
<i>Abax parallelus</i>									1				1
<i>Acupalpus meridianus</i>	1		2							1	1		5
<i>Acupalpus parvulus</i>							1						1
<i>Agonum muelleri</i>	3	11			13	11	1		2	2	9	8	60
<i>Agonum sexpunctatum</i>									1				1
<i>Agonum viduum</i>		1											1
<i>Amara aenea</i>		1	3		4		20	4	10	15	1	1	59
<i>Amara aulica</i>	2					2							4
<i>Amara communis</i>	1				3		1						5
<i>Amara familiaris</i>			1	1		1			3	6		2	14
<i>Amara lunicollis</i>						1							1
<i>Amara ovata</i>	1	1					4	1	9	19			35
<i>Amara plebeja</i>		3	2		3	2	1	2	2		1	1	17
<i>Amara similata</i>	1		1		1	1	7	3	205	227	13	2	461
<i>Anchomenus dorsalis</i>	9	3	1	1	39	15	1		196	90	11	8	373
<i>Anisodactylus binotatus</i>	1						2	1	2				6
<i>Asaphidion flavipes</i>	1	1	1		5	1			3	1	2		14
<i>Badister bullatus</i>								1		1			2
<i>Bembidion fluviatile</i>					1	1							2
<i>Bembidion guttula</i>							1					1	2
<i>Bembidion lampros</i>	4		17	19	2		11	5	14	1	13	4	90
<i>Bembidion lunulatum</i>								1					1
<i>Bembidion obtusum</i>			5	2			1		1	5	9	1	24
<i>Bembidion properans</i>			1	1					1		8	4	14
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>		2	3	6	567	1139			3	4	12	15	1750
<i>Bembidion tetracolum</i>					3	3					9	4	18
<i>Brachinus crepitans</i>			88	22					3	1			114
<i>Bradycellus verbasci</i>		6										1	7
<i>Calathus fuscipes</i>			6	1	23	19			27	10	1	2	89
<i>Calathus melanocephalus</i>					5						3	4	12
<i>Carabus auratus</i>			1	1	5	7	23	13	19	8	1	2	80
<i>Carabus convexus</i>									9	1			10
<i>Carabus coriaceus</i>								1				1	2
<i>Carabus granulatus</i>	15	15	1		3	6	3	3		4		2	52
<i>Carabus nemoralis</i>	2	2	5	1	3		17	13	4	1	1		49
<i>Cicindela campestris</i>		1											1
<i>Clivina collaris</i>				1				2		1			4
<i>Clivina fossor</i>	2	2	4				1	3	1	1	2	5	21
<i>Dyschirius globosus</i>				1									1
<i>Epaphius secalis</i>	6	2					1						9

Arten im UR Nord	BM		Ma		GPS		Mi		Ra		ZR		Σ
	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	a	i	
<i>Harpalus affinis</i>	1	1	99	51	4	3	7	2	83	85	37	11	383
<i>Harpalus latus</i>		1				1	1		2	1			6
<i>Harpalus rubripes</i>									1	1			2
<i>Harpalus rufipes</i>	50	84	42	28	136	95	11	19	99	165	45	47	824
<i>Harpalus signaticornis</i>											1		1
<i>Leistus ferrugineus</i>							1	3					4
<i>Limodromus assimilis</i>	1	3				1	1		2				8
<i>Loricera pilicornis</i>	3	6	1		30	24		1	44	41	1	5	155
<i>Microlestes maurus</i>			4		1								5
<i>Nebria brevicollis</i>	2		1		3	4		2	13	5	10	2	42
<i>Nebria salina</i>			2		15	13		1	78	60	73	13	255
<i>Notiophilus biguttatus</i>			1	4		2			5		3	3	18
<i>Notiophilus palustris</i>					1				2	3			6
<i>Ophonus azureus</i>											1		1
<i>Ophonus laticollis</i>									1				1
<i>Ophonus puncticeps</i>											2		2
<i>Ophonus puncticollis</i>			1										1
<i>Ophonus rufibarbis</i>									1				1
<i>Poecilus cupreus</i>	216	188	44	37	56	16	19	16	243	192	22	24	1071
<i>Poecilus versicolor</i>	1				4		19	6	2	2	1	2	37
<i>Pterostichus cristatus</i>							1						1
<i>Pterostichus macer</i>			8	10									18
<i>Pterostichus madidus</i>												1	1
<i>Pterostichus melanarius</i>	57	58	168	198	327	307	44	46	577	939	856	1190	4766
<i>Pterostichus niger</i>	5	2			20	9	3	2	2	13	35	70	160
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>									1				1
<i>Pterostichus strenuus</i>		1					2	2	1	1	1		8
<i>Pterostichus vernalis</i>	1	1			4	2	11	7	3	4			32
<i>Stomis pumicatus</i>											1		1
<i>Synchus vivalis</i>	1		1	1		1					3	3	9
<i>Thalassophilus longicornis</i>												1	1
<i>Trechus quadristriatus</i>	3	9	8	11	30	22		2	22	34	52	49	242
<i>Trichocellus placidus</i>								1					1
<i>Zabrus tenebrioides</i>									1				1
Gesamtindividuenzahl	390	405	518	399	1308	1708	219	163	1705	1947	1241	1487	11491
Gesamtartenzahl	27	26	28	22	29	28	31	28	44	37	34	33	76

Tabelle A 16: Liste der nachgewiesenen Laufkäferarten im UR Nord, mit Angaben zu Gefährdungsstatus, Ökologie und Vorkommen.

Legende:

- 1: Gefährdungsgrad: Einstufung nach der Roten Liste für NRW (HANNING & KAISER, 2011)
 2: Naturräumliche Spezifität: Anzahl besiedelter Großnaturräume nach GAC (2009),
 3a/b: Seltenheit anhand Verbreitung (3a) und räumlicher Dichte (3b) nach GAC (2009) in fünf Klassen
 4a/b: Toleranz gegenüber Nutzungsintensität anhand Besiedlungsvermögen (4a) ausgedrückt durch Flugfähigkeit (Flugtypen: b: brachypter, m: makropter, d: dimorph); sowie anhand Störungsempfindlichkeit (4b) ausgedrückt durch durchschnittliche Körpergröße (mm): nach FREUDE ET AL. (2004)
 5: Habitatspezifität: Einstufung der Schwerpunkt- und Hauptvorkommen im Naturraum westliche Mittelgebirge nach GAC (2009), Schwerpunktvorkommen sind fettgedruckt

Nachgewiesene Arten im UR Nord	Gefährdungsgrad	Naturräumliche Spezifität	Seltenheit		Nutzungsintensität		Habitatspezifität
	1	2	3 a Verbreitung	3 b Räumliche Dichte	4a Besiedlungsvermögen	4b Störungsempfindlichkeit	5
<i>Abax ovalis</i>	*	7	1	2	b	13	6.3 , 6.2, 6.4
<i>Abax parallelepipedus</i>	*	7	1	1	b	19.5	6, 7
<i>Abax parallelus</i>	*	7	1	3	b	15	6.2, 6.3, 6.4
<i>Acupalpus meridianus</i>	*	7	4	3	m	3.5	9.2, 9.7
<i>Acupalpus parvulus</i>	*	7	4	3	m	3.5	4
<i>Agonum muelleri</i>	*	8	2	3	m	8	3.3, 4.6, 9.2, 9.5
<i>Agonum sexpunctatum</i>	*	7	2	3	m	8.25	8.1, 9.2, 9.7
<i>Agonum viduum</i>	*	8	2	3	m	8.25	4, 5
<i>Amara aenea</i>	*	8	1	2	m	7.5	7, 8.1, 9, 6.5
<i>Amara aulica</i>	*	8	1	3	m	12.75	9.4, 9.5, 9.6, 9.8
<i>Amara communis</i>	*	8	1	2	m	7	4.6, 9
<i>Amara familiaris</i>	*	8	1	2	m	6.5	9, 7
<i>Amara lunicollis</i>	*	8	2	2	m	7.5	9, 4.6
<i>Amara ovata</i>	*	7	2	3	m	8.5	9
<i>Amara plebeja</i>	*	8	1	2	m	7	4.6, 9.2, 9.7, 9.5
<i>Amara similata</i>	*	8	2	2	m	8.75	9.5, 9.7, 9.8, 9.2
<i>Anchomenus dorsalis</i>	*	7	2	2	m	6.8	9.2, 9.4
<i>Anisodactylus binotatus</i>	*	8	2	2	m	11	e
<i>Asaphidion flavipes</i>	*	8	2	3	m	4.4	3.3, 4.0, 9.2, 8.1
<i>Badister bullatus</i>	*	8	2	3	m	5.65	7.2, 9.2, 9.5, 9.7, 9.8
<i>Bembidion fluviatile</i>	3	6	4	5	m	5.75	3.1, 3.3
<i>Bembidion guttula</i>	*	7	2	4	d	3.3	4.6
<i>Bembidion lampros</i>	*	8	1	1	d	3.4	e
<i>Bembidion lunulatum</i>	*	7	2	3	m	3.65	x
<i>Bembidion obtusum</i>	*	6	2	3	d	3.7	9
<i>Bembidion properans</i>	*	8	2	2	d	3.95	e
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	*	8	1	3	m	3.05	e
<i>Bembidion tetracolum</i>	*	8	1	2	d	5.6	e
<i>Brachinus crepitans</i>	*	6	3	3	m	8.25	7.2, 7.3, 9.4, 9.2, 9.7
<i>Bradycellus verbasci</i>	*	7	3	4	m	4.95	8.1, 9.7, 9.8

Nachgewiesene Arten im UR Nord	Gefähr- dungsgrad	Natur- räumliche Spezifität	Seltenheit		Nutzungsintensität		Habitatspezifität
	1	2	3 a	3 b	4a	4b	5
			Ver- breitung	Räumliche Dichte	Besiedlungs- vermögen	Störungs- empfindlichkeit	
<i>Calathus fuscipes</i>	*	8	1	2	b	12.25	7, 9
<i>Calathus melanocephalus</i>	*	8	2	2	d	7.5	7, 9
<i>Carabus auratus</i>	*	8	2	3	b	23.5	9, 7.2
<i>Carabus convexus</i>	3	7	2	4	b	17	7, 6.5
<i>Carabus coriaceus</i>	*	7	1	1	b	37	6, 9.5
<i>Carabus granulatus</i>	*	8	1	1	d	19.5	4, 5, 9
<i>Carabus nemoralis</i>	*	8	1	1	b	23	6, 9.5
<i>Cicindela campestris</i>	V	7	1	2	m	10.25	8.1, 6.5, 7, 9.7
<i>Clivina collaris</i>	*	8	3	3	m	5.25	3.2, 3.3, 3.4, 4
<i>Clivina fossor</i>	*	8	1	2	m	6.25	e
<i>Dyschirius globosus</i>	*	8	1	1	d	2.75	e
<i>Epaphius secalis</i>	*	7	2	2	b	3.5	4, 5
<i>Harpalus affinis</i>	*	7	1	2	m	10.5	7, 8, 9
<i>Harpalus latus</i>	*	8	1	2	m	9.5	e
<i>Harpalus rubripes</i>	*	7	1	2	m	10	7, 8, 9
<i>Harpalus rufipes</i>	*	7	1	2	m	13.5	9.1, 9.2
<i>Harpalus signaticornis</i>	2	7	3	4	m	6.5	7.2, 9.7, 9.8
<i>Leistus ferrugineus</i>	*	7	1	2	b	6.95	6, 9.5, 9.8
<i>Limodromus assimilis</i>	*	8	1	1	m	12	5, 6
<i>Loricera pilicornis</i>	*	8	1	2	m	7.5	e
<i>Microlestes maurus</i>	3	7	2	4	d	2.55	7.2, 8.1, 9
<i>Nebria brevicollis</i>	*	8	1	1	m	12	6, 4.0, 4.4, 4.5
<i>Nebria salina</i>	*	6	1	2	m	11	7, 8.1, 9
<i>Notiophilus biguttatus</i>	*	8	1	1	d	4.5	6
<i>Notiophilus palustris</i>	*	8	1	2	d	4.75	7.2, 7.3, 8.1, 9
<i>Ophonus azureus</i>	V	5	2	4	d	7.5	7.2, 9.2, 9.4, 9.7
<i>Ophonus laticollis</i>	3	7	3	4	m	9.75	4.5, 7.2, 9.8
<i>Ophonus puncticeps</i>	*	7	2	2	m	8.25	7.2, 9.7, 9.8
<i>Ophonus puncticollis</i>	3	5	3	5	m	8.25	7.2
<i>Ophonus rufibarbis</i>	*	7	2	3	m	8	9
<i>Poecilus cupreus</i>	*	8	1	2	m	11	9, 7
<i>Poecilus versicolor</i>	*	8	1	2	m	9.75	9.5, 4.6, 9.6
<i>Pterostichus cristatus</i>	*	4	2	3	b	14.5	6.2, 6.3, 6.4
<i>Pterostichus macer</i>	1	7	3	4	m	13.5	7.3, 9.2
<i>Pterostichus madidus</i>	*	5	1	3	b	15.5	6, 9
<i>Pterostichus melanarius</i>	*	8	1	1	d	15	e
<i>Pterostichus niger</i>	*	8	1	1	m	18	6, 5
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	*	7	1	1	m	10.5	6
<i>Pterostichus strenuus</i>	*	8	1	1	d	6	4.0, 4.4, 4.5, 4.6, 5, 9
<i>Pterostichus vernalis</i>	*	8	2	3	d	6.85	4.6, 4.4, 4.5, 4.6

Nachgewiesene Arten im UR Nord	Gefähr- dungsgrad 1	Natur- räumliche Spezifität 2	Seltenheit		Nutzungsintensität		Habitatspezifität 5
			3 a Ver- breitung	3 b Räumliche Dichte	4a Besiedlungs- vermögen	4b Störungs- empfindlichkeit	
<i>Stomis pumicatus</i>	*	6	2	2	b	7.4	4.6, 9
<i>Synchus vivalis</i>	*	7	2	2	d	7.4	4.6, 9.2, 9.5, 9.8
<i>Thalassophilus longicornis</i>	I	7	4	5	m	3	3.1
<i>Trechus quadristriatus</i>	*	7	1	2	m	4	e
<i>Trichocellus placidus</i>	*	7	3	4	m	4.6	4.0, 4.3, 4.4, 4.5, 5.1
<i>Zabrus tenebrioides</i>	V	6	3	3	m	15	9.2, 9.8

Tabelle A 17: Bewertungszahlen und Artwert in den fünf Kriterien für die naturschutzfachliche Bewertung der einzelnen Laufkäferarten im Untersuchungsraum Nord.

Nachgewiesene Arten im Untersuchungsraum Nord	1 Gefährdungs- grad	2 Naturräuml. Spezifität	3 Seltenheit	4 Nutzungs- intensität	5 Habitat- spezifität	Artwert (Mittelwert a. d. 5. Krit)
<i>Abax ovalis</i>	1	1	1.5	3.5	4	2.2
<i>Abax parallelepipedus</i>	1	1	1	4.5	2	1.9
<i>Abax parallelus</i>	1	1	2	4	4	2.4
<i>Acupalpus meridianus</i>	1	1	3.5	1	4	2.1
<i>Acupalpus parvulus</i>	1	1	3.5	1	2	1.7
<i>Agonum muelleri</i>	1	1	2.5	1	3	1.7
<i>Agonum sexpunctatum</i>	1	1	2.5	1	4	1.9
<i>Agonum viduum</i>	1	1	2.5	1	2	1.5
<i>Amara aenea</i>	1	1	1.5	1	1	1.1
<i>Amara aulica</i>	1	1	2	1.5	3	1.7
<i>Amara communis</i>	1	1	1.5	1	2	1.3
<i>Amara familiaris</i>	1	1	1.5	1	1	1.1
<i>Amara lunicollis</i>	1	1	2	1	2	1.4
<i>Amara ovata</i>	1	1	2.5	1	2	1.5
<i>Amara plebeja</i>	1	1	1.5	1	3	1.5
<i>Amara similata</i>	1	1	2	1	3	1.6
<i>Anchomenus dorsalis</i>	1	1	2	1	4	1.8
<i>Anisodactylus binotatus</i>	1	1	2	1.5	1	1.3
<i>Asaphidion flavipes</i>	1	1	2.5	1	3	1.7
<i>Badister bullatus</i>	1	1	2.5	1	3	1.7
<i>Bembidion fluviatile</i>	3	2	4.5	1	4	2.9
<i>Bembidion guttula</i>	1	1	3	2	5	2.4
<i>Bembidion lampros</i>	1	1	1	2	1	1.2
<i>Bembidion lunulatum</i>	1	1	2.5	1	-	1.4
<i>Bembidion obtusum</i>	1	2	2.5	2	2	1.9
<i>Bembidion properans</i>	1	1	2	2	1	1.4
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	1	1	2	1	1	1.2
<i>Bembidion tetracolum</i>	1	1	1.5	2	1	1.3
<i>Brachinus crepitans</i>	1	2	3	1	3	2.0
<i>Bradycellus verbasci</i>	1	1	3.5	1	4	2.1
<i>Calathus fuscipes</i>	1	1	1.5	3.5	1	1.6
<i>Calathus melanocephalus</i>	1	1	2	2	1	1.4
<i>Carabus auratus</i>	1	1	2.5	5	2	2.3
<i>Carabus convexus</i>	3	1	3	4	3	2.8
<i>Carabus coriaceus</i>	1	1	1	5	2	2.0
<i>Carabus granulatus</i>	1	1	1	3.5	1	1.5
<i>Carabus nemoralis</i>	1	1	1	5	2	2.0
<i>Cicindela campestris</i>	2	1	1.5	1.5	2	1.6
<i>Clivina collaris</i>	1	1	3	1	1	1.4
<i>Clivina fossor</i>	1	1	1.5	1	1	1.1
<i>Dyschirius globosus</i>	1	1	1	2	1	1.2

Nachgewiesene Arten im Untersuchungsraum Nord	1 Gefährdungs- grad	2 Naturräuml. Spezifität	3 Seltenheit	4 Nutzungs- intensität	5 Habitat- spezifität	Artwert (Mittelwert a. d. 5. Krit)
<i>Epaphius secalis</i>	1	1	2	3	2	1.8
<i>Harpalus affinis</i>	1	1	1.5	1.5	1	1.2
<i>Harpalus latus</i>	1	1	1.5	1	1	1.1
<i>Harpalus rubripes</i>	1	1	1.5	1	1	1.1
<i>Harpalus rufipes</i>	1	1	1.5	1.5	4	1.8
<i>Harpalus signaticornis</i>	4	1	3.5	1	4	2.7
<i>Leistus ferrugineus</i>	1	1	1.5	3	2	1.7
<i>Limodromus assimilis</i>	1	1	1	1.5	2	1.3
<i>Loricera pilicornis</i>	1	1	1.5	1	1	1.1
<i>Microlestes maurus</i>	3	1	3	2	1	2.0
<i>Nebria brevicollis</i>	1	1	1	1.5	2	1.3
<i>Nebria salina</i>	1	2	1.5	1.5	1	1.4
<i>Notiophilus biguttatus</i>	1	1	1	2	3	1.6
<i>Notiophilus palustris</i>	1	1	1.5	2	1	1.3
<i>Ophonus azureus</i>	2	2	3	2	3	2.4
<i>Ophonus laticollis</i>	3	1	3.5	1	4	2.5
<i>Ophonus puncticeps</i>	1	1	2	1	4	1.8
<i>Ophonus puncticollis</i>	3	2	4	1	5	3.0
<i>Ophonus rufibarbis</i>	1	1	2.5	1	2	1.5
<i>Poecilus cupreus</i>	1	1	1.5	1.5	1	1.2
<i>Poecilus versicolor</i>	1	1	1.5	1	4	1.7
<i>Pterostichus cristatus</i>	1	3	2.5	3.5	4	2.8
<i>Pterostichus macer</i>	5	1	3.5	1.5	4	3.0
<i>Pterostichus madidus</i>	1	2	2	4	1	2.0
<i>Pterostichus melanarius</i>	1	1	1	3	1	1.4
<i>Pterostichus niger</i>	1	1	1	2.5	2	1.5
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	1	1	1	1.5	3	1.5
<i>Pterostichus strenuus</i>	1	1	1	2	1	1.2
<i>Pterostichus vernalis</i>	1	1	2.5	2	3	1.9
<i>Stomis pumicatus</i>	1	2	2	3	2	2.0
<i>Synchus vivalis</i>	1	1	2	2	3	1.8
<i>Thalassophilus longicornis</i>	5	1	4.5	1	5	3.3
<i>Trechus quadristriatus</i>	1	1	1.5	1	1	1.1
<i>Trichocellus placidus</i>	1	1	3.5	1	3	1.9
<i>Zabrus tenebrioides</i>	2	2	3	2	4	2.6