

**Schlussbericht zum  
Forschungsvorhaben Nr. 22005308 (08NR053)**

**Energetische Verwertung  
von kräuterreichen Ansaaten in der  
Agrarlandschaft und im Siedlungsbereich –  
eine ökologische und wirtschaftliche Alternative  
bei der Biogasproduktion**

**Projektlaufzeit**

**01.07.2008 - 31.12.2011**

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMELV für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Gefördert durch:



Bundesministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Zuwendungsempfänger**

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau  
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim  
Tel. 09 31/9801-(0), Fax 0931 / 9801-100  
E-Mail: [poststelle@lwg.bayern.de](mailto:poststelle@lwg.bayern.de)

**Projektpartner**

Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (DVL)  
Deutsche Wildtier Stiftung (DeWiSt)  
Internationaler Rat zur Erhaltung des Wildes und der Jagd (CIC)  
Saaten Zeller  
Bayerischer Jagdverband (BJV)

Veitshöchheim, 22. Oktober 2012

**Autoren des Berichtes:**

Dr. Birgit Vollrath

unter Mitwirkung von:

Antje Werner

Martin Degenbeck

Dr. Ingrid Illies

Joachim Zeller

Kornelia Marzini

## Inhaltsverzeichnis

I.	Kurzfassung .....	7
1.	Aufgabenstellung .....	7
2.	Vorarbeiten der LWG .....	7
3.	Das Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ im Überblick.....	8
4.	Projektpartner .....	9
5.	Vorgehensweise .....	10
6.	Bisherige Ergebnisse .....	11
7.	Bewertung.....	12
8.	Ausblick .....	13
II.	Fachlicher Teil.....	14
1.	Problemstellung .....	14
2.	Ziele .....	16
3.	Wissenschaftlich-technische Versuche zur Entwicklung von Saatmischungen	17
3.1	Bearbeiter und Organisatorisches .....	17
3.2	Konzeptionelle Erwägungen und Gegenstand der Versuchsanstellungen .	18
3.2.1	Sichtung von Pflanzenarten zur Biogasgewinnung.....	19
3.2.2	Überregionale Versuche zur Pflanzenauswahl .....	22
3.2.3	Anlage von Praxisflächen/Modellhafte Umsetzung.....	27
3.3	Methoden.....	30
3.3.1	Versuchsaufbau.....	30
3.3.2	Standorte .....	36
3.3.3	Klimatische Bedingungen im Untersuchungszeitraum.....	40
3.3.4	Saatgutbereitstellung .....	43

3.3.5	Vorgehen bei der Bestandsgründung .....	54
3.3.6	Feldaufgang.....	56
3.3.7	Beschreibung von Struktur und Entwicklungszustand der Pflanzenbestände .....	57
3.3.8	Probeernte .....	57
3.3.9	Laboruntersuchungen .....	59
3.3.10	Statistische Auswertung.....	60
3.4	Ergebnisse der Anbauversuche.....	61
3.4.1	Keimfähigkeit und Feldaufgang der im Saatgut enthaltenen Arten .....	61
3.4.2	Saatstärke und Feldaufgang der Versuchsmischungen .....	64
3.4.3	Saatgutproduktion.....	68
3.4.4	Reinbestände: Entwicklung, Biomasseertrag und Methanausbeute einzelner Pflanzenarten .....	72
3.4.5	Mischansaat: Entwicklung, Methanausbeute und Biomasseertrag ....	79
3.4.5.1.	Entwicklung und Erscheinungsbild der Mischansaat.....	79
3.4.5.2.	Trockensubstanzgehalte und Erntetermin.....	100
3.4.5.3.	Höhe und Dichte des Pflanzenaufwuchses.....	104
3.4.5.4.	Biomasseertrag .....	110
3.4.5.5.	Methanausbeute und Ligningehalt .....	114
3.4.5.6.	Methanhektarertrag .....	117
3.4.5.7.	Aufsummierte Biomasseerträge und orientierende Hochrechnungen über eine fünfjährige Nutzungsdauer .....	120
3.4.6	Pilotstudie zur Wirtschaftlichkeit des Wildpflanzenanbaus.....	125
3.4.6.1.	Hintergrund und einfließende Daten .....	125
3.4.6.2.	Ergebnisse .....	128
3.4.6.3.	Schlussfolgerungen.....	133
3.4.7	Modellhafte Umsetzung .....	134
3.4.7.1.	Zusammensetzung der Praxistestmischung .....	135
3.4.7.2.	Erste Erfahrungen bei der Umsetzung durch Praxispartner .....	138
3.4.7.3.	Schlussfolgerungen.....	144
3.5	Zusammenfassung der wissenschaftlich-technischen Versuche .....	146



---

4.	Ökologische Begleituntersuchungen.....	149
4.1	Bearbeiter und Organisatorisches .....	149
4.2	Untersuchungsanlass .....	149
4.3	Faunistische Untersuchungen zum Arteninventar auf den Versuchsstandorten.....	151
4.3.1	Untersuchungsgebiet und Probeflächen.....	151
4.3.2	Klimatische Bedingungen in den Untersuchungsjahren.....	154
4.3.3	Material und Methoden .....	154
4.3.4	Ergebnisse.....	158
4.3.4.1.	Spinnen.....	159
4.3.4.2.	Laufkäfer.....	163
4.3.4.3.	Wanzen.....	165
4.3.4.4.	Ameisen.....	166
4.3.4.5.	Tagfalter.....	166
4.3.4.6.	Heuschrecken.....	169
4.3.4.7.	Stängelbewohnende Arthropoden.....	169
4.3.4.8.	Vögel.....	170
4.3.4.9.	Fledermäuse.....	172
4.4	Untersuchungen zu blütenbesuchenden Insekten.....	173
4.4.1	Material und Methode .....	173
4.4.2	Ergebnisse.....	179
4.4.3	Diskussion .....	185
4.5	Zusammenfassung der faunistischen Begleituntersuchungen.....	186
5.	Öffentlichkeitsarbeit .....	189
5.1	Fachpublikationen .....	189
5.2	Fachvorträge .....	190
5.3	Fachsymposium .....	191
5.4	Führungen .....	191
5.5	Projekthomepage .....	192
5.6	Pressemitteilungen.....	192

5.7	Pressekonferenzen.....	192
5.8	Ausstellungen, DLG-Feldtage.....	193
5.9	Projektflyer.....	195
5.10	Poster, Roll-Ups .....	195
6.	Projektkosten .....	196
7.	Literatur.....	198
8.	Abkürzungsverzeichnis.....	199
III.	Anlagen.....	201
1.	Berichtsblatt .....	201
2.	Praxisratgeber.....	201
3.	Erntempfehlungen.....	201
4.	Erhebungsbogen.....	201

# I. Kurzfassung

## 1. Aufgabenstellung

Seit einigen Jahren ist eine starke Zunahme der Biogasanlagen in Deutschland zu beobachten, resultierend aus der politisch gewollten Förderung der erneuerbaren Energien und damit des Energiepflanzenanbaus. Nach einer Phase der Mengenreduktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse durch Flächenstilllegung ist damit nun ein Intensivierungsschub in der Landwirtschaft verbunden, einher gehend mit der Zunahme des Flächenanteils ertragreicher Energiepflanzen, vor allem Mais, und einer Abnahme der Strukturvielfalt in der Feldflur.

Darunter leiden die Wildtiere der Agrarlandschaft wie z.B. Feldhase und Rebhuhn ebenso wie zahlreiche andere Vogelarten und Insekten. Ein besonderes Problem für die Honigbiene ist der Mangel an Blütentracht im Sommer. Schließlich sind großflächige Monokulturen dem Image der Landwirtschaft in der Bevölkerung eher abträglich.

Es ist deshalb nach Kompromisslösungen zu suchen, die einerseits eine ökonomische Biogasproduktion ermöglichen, andererseits den Tieren der Agrarlandschaft noch attraktive Lebensräume bieten und außerdem zu einem positiven Image des Energiewirts beitragen.

## 2. Vorarbeiten der LWG

Seit Ende der 90er Jahre arbeitet die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim (LWG) an der Entwicklung von „wildtierfreundlichen“ artenreichen Saadmischungen aus ein- und mehrjährigen Wild- und Kulturpflanzenarten. Für verschiedene Zwecke wurden im Rahmen mehrerer drittmittelfinanzierter Forschungsvorhaben Saadmischungen zusammengestellt, aus pflanzenbaulicher und ökologischer Sicht erprobt bzw. bewertet und laufend weiterentwickelt. Die verbreitetste Mischung ist „Lebensraum 1“; diese wurde 2010 allein in Bayern auf rund 10.000 ha angesät, dank der Förderung durch das Bayerische Kulturlandschaftsprogramm. Bekannt ist weiterhin die „Veitshöchheimer Bienenweide“.

Von Anfang an arbeitet die LWG dabei mit dem Wildpflanzenproduzenten Saaten Zeller zusammen, weil sich nur Mischungen am Markt durchsetzen können, deren Arten sich gut kultivieren lassen und das zu moderaten Preisen; teure Spezialmischungen eignen sich eher für Ausgleichsflächen nach dem Bundesnaturschutzgesetz.

Im Wesentlichen wurden diese vornehmlich nach ökologischen Kriterien konzipierten „Blümmischungen“ auf vorübergehend stillgelegten Ackerflächen angesät. Sie enthalten allerdings zahlreiche Arten, welche ein hohes Biomassepotenzial aufweisen. So entstand der Gedanke, die Blümmischungen in Richtung Biogasnutzung weiterzuentwickeln; ein Ansatz, den bisher keine Forschungseinrichtung verfolgt hat.

### **3. Das Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ im Überblick**

Das Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ wird seit Juli 2008 vom BMELV aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert, Projektträger ist die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Die Projektleitung liegt bei der LWG.

Seit 2011 fördert auch das Bayerische Landwirtschaftsministerium (BayStMELF) die Forschungsarbeiten der LWG zur Thematik:

- Ringversuch zusammen mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und dem Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) an 8 Standorten mit der Biogas-Testmischung zur Optimierung der Kulturführung und zur Prüfung der Siliereigenschaften (2011-2013)
- Wildbiologische Begleituntersuchungen (Feldhase, Rebhuhn, Reh u.a.) an 3 Standorten, 2 im Landkreis Würzburg, 1 im Landkreis Straubing-Bogen (2011-2013).

Das Ziel des Projektes ist es nicht, eine ökonomisch gleichwertige Alternative zum Mais zu entwickeln. Es geht vielmehr darum, für verschiedene Standorte Ergänzungen zu den Hauptenergiekulturen anbieten zu können, also um einen Kompromiss zwischen Ökonomie und Ökologie bei der Energiepflanzenproduktion für die Biogasnutzung.

## 4. Projektpartner

Seitens der LWG sind das Sachgebiet L 1 Landschaftspflege und Landschaftsentwicklung sowie das Fachzentrum Bienen beteiligt. Für die Saatgutproduktion ist als langjähriger Kooperationspartner der LWG Saaten Zeller zuständig.

Am Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ wirkten maßgeblich folgende Projektpartner aus dem Netzwerk Lebensraum Brache mit (siehe hierzu auch [www.lebensraum-brache.de](http://www.lebensraum-brache.de)):

- Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL)
- Deutsche Wildtier Stiftung (DeWiSt)
- Internationaler Rat zur Erhaltung des Wildes und der Jagd (CIC)
- Bayerischer Jagdverband (BJV).

Beim von der DBU geförderten Bundesprojekt mit dem Kurztitel „Lebensraum Brache“ (2003-2007), bei dem es um wildtierfreundliche Gestaltungen von Stilllegungsflächen ging und bei dem Öffentlichkeitsarbeit und Beratung eine große Rolle spielten, haben diese Partner bereits erfolgreich mit der LWG zusammengearbeitet.

Die faunistischen Begleituntersuchungen oblagen dem Landesbund für Vogelschutz (LBV, Vögel und Fledermäuse) sowie der Ökologischen Arbeitsgemeinschaft Würzburg (ÖAW, Spinnen, Insekten, Laufkäfer und andere Kleintiere). Hinzu kamen bienenkundliche Tastversuche durch das Fachzentrum Bienen der LWG.

Gärversuche und Lignintests wurden 2009 von gewitra in Bonn und ab 2010 vom Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) bei Bad Hersfeld durchgeführt.

## 5. Vorgehensweise

Zunächst erfolgte eine Vorauswahl von Arten mit hohem Biomassepotential. Zur Vermeidung von Auswilderungen bzw. Einkreuzungen wurde diese Liste mit Vertretern des floristischen Artenschutzes unter Beteiligung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) diskutiert und abgestimmt. Dann wurden daraus passende Mischungen zusammengestellt aus Arten, welche sich voraussichtlich gut kultivieren lassen. Zum Schutz der Wildtiere ist ein möglichst später Erntetermin wünschenswert.

Es verblieben letztendlich ca. 40 Arten, die in verschiedenen Varianten an zunächst 4 Standorten in Unterfranken und Niedersachsen im Parzellenversuch getestet werden. Weitere ca. 40 Arten, über deren Eignung noch Unklarheiten bestanden, befinden sich in der Artensichtung an der LWG und bei Saaten Zeller; sie werden weiter beobachtet und untersucht.

Die Mischungen bestehen jeweils aus ca. 10-19 Arten. Es wurden zum einen Mischungen mit nur heimischen Stauden entwickelt, zum anderen Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum, also auch mit fremdländischen Arten. In beiden Fällen testet die LWG Varianten für trockenere und frische Standorte, welche anhand der gewonnenen Ergebnisse laufend weiterentwickelt werden. Auch die Bestandsgründung als Maisuntersaat befindet sich in der Erprobung. Mit dem Erntematerial wurden Gärversuche (Batchtests) durchgeführt, um den Methanertrag zu ermitteln und diesen mit Mais vergleichen zu können.

Um Erfahrungen im praktischen Umgang mit den Biogasmischungen zu sammeln bis hin zu Verwertungsversuchen in Biogasanlagen, wurden bereits 2009 erste Praxisflächen mit einer Testmischung angelegt, welche von Landwirten mit Standardtechnik bewirtschaftet werden. 2010 wurden die Praxisflächen auf 25 ha und 2011 auf 200 ha erweitert. Für 2012 sind bereits rund 700 ha bundesweit angesät worden. Derzeit sind ca. 80 Landwirte aus 12 Bundesländern beteiligt. Für die Praxisversuche wird bislang nur eine Mischung mit heimischen Stauden verwendet.

## 6. Bisherige Ergebnisse

Bei artenreichen Mischungen galt es zunächst, einen geeigneten Erntezeitpunkt zu finden. Die laufenden TM-Bestimmungen ergaben, dass im ersten Standjahr am besten ab Ende August bis Ende September geerntet wird, im zweiten und dritten Standjahr bei den Mischungen mit heimischen Stauden ab Mitte Juli bis August, bei jenen mit erweitertem Herkunftsspektrum ab Ende August bis Anfang Oktober.

Die Biomasseerträge streuten im ersten Standjahr stärker, bei den Mischungen mit heimischen Stauden lagen sie meist zwischen 4 und 9 t Trockenmasse pro ha. Ab dem zweiten Standjahr wurden regelmäßig zwischen 8 und 15 t Trockenmasse pro ha erzielt. Die Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum lagen im ersten Standjahr deutlich vor und ab dem zweiten Standjahr hinter den Mischungen mit heimischen Stauden. Die Methanausbeute der Wildpflanzen pro kg Trockenmasse lag etwas unter dem Niveau von Silomais.

Bei den Praxisversuchen kam es manchmal noch zu technischen Schwierigkeiten im Umgang mit dem inhomogenen Erntegut; der Großteil der Landwirte kam jedoch gut mit den Energiepflanzenmischungen zurecht, sofern die Anbauempfehlungen der LWG genau beachtet worden sind. Die Hinweise der Praktiker werden zur Optimierung der Mischungen herangezogen.

Bei allen untersuchten Tierartengruppen konnte gezeigt werden, dass die Testflächen eine höhere Arten- und Individuenzahl aufwiesen als die benachbarten Maisflächen. Die Anzahl gefährdeter Arten war ebenfalls deutlich höher. Honigbienen und andere Blütenbesucher nutzten die Testflächen als wichtige Nektar- und Pollenquelle bis in den Spätsommer, wenn im Umfeld fast nichts mehr blüht.

## 7. Bewertung

In Bezug auf den Ertrag liegen alle Energiepflanzenmischungen deutlich hinter dem Silomais. Momentan liegt das Ertragsniveau etwa bei 50-60% des Maisertrags. Dies war auf Grund der noch kurzen Entwicklungsdauer des völlig neuartigen Anbausystems nicht anders zu erwarten. Wir sehen aber noch erhebliche Potentiale der Ertragssteigerung in den nächsten Jahren.

Das wirtschaftliche Ergebnis kann dagegen nah an den Silomais heranreichen, weil bei einmaliger Ansaat und einer Standzeit von etwa 5 Jahren Arbeitsgänge und Produktionsmittel (nur mäßige Düngung, kein Pflanzenschutz) eingespart werden können; dies allerdings nur bei geringen Flächennutzungskosten, da für die gleiche Energiemenge mehr Fläche benötigt wird.

Bemerkenswert war, dass selbst Bestände, die sich im ersten Jahr schlecht entwickelten bzw. verunkrautet waren, im zweiten Jahr dennoch gute Erträge lieferten. Dies ist den sehr konkurrenzstarken Wildstauden zu verdanken, die sich im ersten Jahr im Unterwuchs etabliert haben. Ebenso haben sich Maisuntersaaten trotz anfänglicher Bedenken im zweiten und dritten Standjahr gut entwickelt.

Ein wichtiges Argument für die Energiepflanzenmischungen ist die ganzjährige Bodenbedeckung und der damit verbundene Erosionsschutz, der besonders in Hanglagen oder an Oberflächengewässern im Hinblick auf eine nachhaltige Landwirtschaft unabdingbar ist.

Die ökologischen Vorteile liegen auf der Hand: durch die Strukturvielfalt bieten die Energiepflanzenmischungen vielen Tierarten Lebensraum. Nicht nur Jäger begrüßen folglich derartig begrünte Flächen; auch die Imker schätzen sie als Nektar- und Pollenquelle für die Honigbienen im trachtarmen Sommer. Zu guter Letzt ist damit ein enormer Imagegewinn für den Energiewirt in der Bevölkerung verbunden, da die Bestände attraktiver aussehen als Standardkulturen.



## 8. Ausblick

Bisher liegen erst Ergebnisse aus drei Standjahren vor, und das bei einer voraussichtlichen Standzeit von fünf Jahren. Wenngleich die bisherigen Ergebnisse sehr zuversichtlich stimmen, besteht nach wie vor noch großer Forschungsbedarf. Etwa 15 Arten so zu kombinieren, dass sie bei gemeinsamer Ernte zu hohen Methanhektarerträgen führen, dennoch eine hohe Strukturvielfalt für die Tiere bieten, ist eine große Herausforderung, die es zu meistern gilt. Die Saatmischungen werden laufend optimiert, ebenso das Anbausystem insgesamt (Kulturführung, Düngung etc.).

Im Zuge des Klimawandels ist künftig mit zunehmenden Wetterextremen zu rechnen. Damit kommt voraussichtlich eine artenreiche Mischung besser zurecht als eine Monokultur, was sich bei der extremen Frühjahrstrockenheit 2011 eindrucksvoll zeigte; die Energiepflanzenmischungen im zweiten und dritten Standjahr entwickelten sich sehr gut.

Die Kombination von Wildpflanzenarten bietet ein großes Potential für Saatmischungen verschiedenster Ausprägung an verschiedensten Standorten. Bislang befinden sich schließlich erst wenige Grundvarianten im Test.

Auch im Hinblick auf die neuen Anforderungen des Bundesnaturschutzgesetzes, Ausgleichsmaßnahmen verstärkt in die landwirtschaftliche Produktion zu integrieren, bieten Energiepflanzenmischungen ein großes Entwicklungspotential.

Das aus Mitteln des BMELV geförderte Bundesprojekt geht nun in die zweite Projektphase (bis Februar 2015). Auch die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und das Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) sind daran beteiligt, ebenso das Bundessortenamt und die Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Bis dahin kann das Anbausystem voraussichtlich zur Praxisreife geführt werden. Von der Biogas-Testmischung mit heimischen Wildpflanzen bot Saaten Zeller 2012 erstmals auf dem freien Markt Saatgut an. Bei den Varianten mit fremdländischen Stauden besteht dagegen noch Forschungsbedarf.

## II. Fachlicher Teil

### 1. Problemstellung

Der Ersatz endlicher Rohstoffe durch erneuerbare gilt als ein Kernelement gesellschaftlicher Neuorientierung in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung. Die Nutzung von Biomasse als Energieträger wird zunehmend als wertvolle Möglichkeit gesehen, die konventionelle Energieversorgung auf Basis fossiler Ressourcen in Richtung nachhaltiger Energiesysteme weiterzuentwickeln. Sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene verstärken sich die Anstrengungen, durch den Einsatz von Bioenergie die Treibhausgasemissionen und die Abhängigkeit von fossilen Energieimporten wie Erdöl zu senken.

In diesem Zusammenhang kann Biogas einen hohen Beitrag leisten. Durch den verstärkten Einsatz dafür eigens angebaute Energiepflanzen kommt es jedoch zunehmend zu Diskrepanzen zwischen dem Umwelt- und Naturschutz und der Landwirtschaft. Der mit dem Energiepflanzenanbau verbundene erhebliche Flächenanspruch geht mit einer Intensivierung der Landwirtschaft einher. Durch die Konzentrierung auf wenige Kulturpflanzen, meistens Mais, entstehen im Umfeld von Biogasanlagen häufig durch ausgedehnte Monokulturen geprägte Agrarlandschaften, die nur wenigen Tier- und Pflanzenarten geeignete Lebensräume bieten (Reich et al. 2009). Weitere ökologische Risiken liegen im hohen Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln, die zur Nitratauswaschung in das Grundwasser und zur verstärkten Freisetzung von klimawirksamen Gasen (Lachgas) führen können. Daneben sind nachteilige Auswirkungen auf die Humusbilanz und die Gefahr von Bodenerosion zu nennen. Mit dem gestiegenen Flächenbedarf wächst die Gefahr, dass auch Grünland, Marginalflächen, Feuchtgebiete und andere ökologisch wertvolle Flächen umgebrochen und genutzt werden. Auf diese Weise gehen gleichzeitig wichtige Kohlendioxid-Speicher verloren.

Die starke Zunahme der Maisanbaufläche im Umfeld der Biogasanlagen ist mit gravierenden Veränderungen in der Kulturlandschaft verbunden. Die Vereinheitlichung des Landschaftsbildes kann sich auf Tourismus und die Naherholung negativ auswirken und führt bei der Bevölkerung zu einer sinkenden Akzeptanz für diese Art der

Energieerzeugung (Schüpfbach et al. 2008). Für viele Tierarten bedeutet die Verarmung an Frucht- und Strukturarten in den betroffenen Ackerbaugebieten den Verlust von Lebensraum und Nahrungsquellen. So können beispielsweise Honigbienen nicht mehr genügend Pollenvorräte für den Winter sammeln, da es nach der Rapsblüte kaum mehr Trachtpflanzen gibt. Um nachteilige Entwicklungen zu vermeiden, müssen deshalb entstehende Konflikte zwischen Naturschutz, landwirtschaftlicher Produktion und Naherholung frühzeitig einer einvernehmlichen Lösung zugeführt werden.

Bisherige Forschungsarbeiten zur Entwicklung neuer, ertragsstarker Anbaumethoden zur Energiegewinnung basieren meist auf bekannten landwirtschaftlichen Nutz- und Kulturpflanzen. Diese wurden bereits über Jahrtausende für die menschliche und tierische Ernährung kultiviert und durch Auslese und Züchtung fortlaufend hinsichtlich Qualität, Ertragssicherheit und Leistung optimiert. Neben Mais werden bevorzugt andere einjährige Kulturpflanzen wie Raps und Getreide oder Kombinationen mehrerer Kulturen zum Energiepflanzenanbau erprobt. Einjährige Kulturpflanzen müssen jährlich neu mit mehr oder weniger intensiver vorausgehender Bodenvorbereitung angesät werden. Um ihr Ertragspotential auszuschöpfen, sind eine Beikrautregulierung und eine ausreichende Düngung notwendig.

Zur möglichst effizienten Bodennutzung hat sich in besseren Ackerbaugebieten auch das sogenannte Zweikultur-Nutzungssystem entwickelt, bei dem innerhalb eines Jahres zwei Kulturen angebaut werden. Dies erfordert sogar zweimal jährlich eine Ansaat mit einhergehenden Maßnahmen wie Bodenvorbereitung, Düngung sowie Pflanzenschutz und ist mit einem erheblichen Wasserbedarf verbunden. Mehrjährige landwirtschaftliche Kulturpflanzen wie Gräser und einige Kleearten können ihre Ertragsleistung wiederum meist nur über einen mehrmaligen Schnitt erbringen, wodurch die Biomasseproduktion erheblich verteuert wird. Die Zweikulturnutzung und häufige Schnitttermine führen im Übrigen zu beträchtlichen Verlusten bei Vögeln und anderen Wildtieren.

## 2. Ziele

Mehrjährige Erntebestände ohne jährliche Bodenbearbeitung gewährleisten eine ganzjährig geschlossene Bodendeckung. Dies wirkt sich positiv auf die Habitatfunktionen aus und vermindert die Gefahr von Erosion und Nitratauswaschung ins Grundwasser. Von besonderem ökologischem Vorteil ist es, wenn zudem ein frühzeitiger oder häufiger Eingriff durch die Ernte vermieden und der Einsatz von Dünger minimiert werden kann.

In vorangegangenen Projekten der LWG wurde die Aufwertung des Lebensraums durch gezielte Begrünung von Brache- und Stilllegungsflächen mit wildartenreichen Ansaaten erforscht. Dabei entwickelte Saatgutmischungen zeigten, dass durch eine abgestimmte Kombination ein-, zwei- und mehrjähriger Wild- und Kulturarten auf einfache und kostengünstige Weise über mehrere Jahre stabile, artenreiche Bestände geschaffen werden können. Die Projektflächen wurden nicht gedüngt und es wurden keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt, das heißt, die Stickstoffversorgung erfolgte ausschließlich über den durch die Bodenbearbeitung vor der Saat mineralisierten und den durch die beigemischten Leguminosen im Laufe der Vegetationsperiode fixierten atmosphärischen Stickstoff. Einige Pflanzenarten haben sich in den Mischungen mit sehr hohem, jährlich wiederkehrendem Biomasseaufwuchs hervorgetan und Anlass für eine nähere Betrachtung gegeben.

Zentrales Ziel des Projektes ist es, für die Praxis Strategien zu entwickeln, um Mischansaat mit Wildpflanzen als ökologisch wertvolle, aber auch ökonomisch tragfähige Alternative bei der Biomasseerzeugung für die Biogasgewinnung zu nutzen. Dazu ist es notwendig, alle wesentlichen Produktionsschritte (wie Aussaat, Ernte, Logistik, Silierfähigkeit und die energetische Verwertung) für eine Verfahrensentwicklung zu untersuchen. Während bei den meisten Arten mit dem gewählten Ansatz und dem Ziel „Biogasproduktion“ absolutes Neuland beschritten wird, liegen für andere bereits Erfahrungen vor, beispielsweise hinsichtlich Saatgutproduktion und Bestandsetablierung im landwirtschaftlichen Betrieb.

Blüten- und strukturreiche Bestände aus Wildpflanzen eignen sich besonders gut als Lebensraum für Tiere. Wesentliches Projektziel ist es, dabei Arten zu selektieren und als Saatgutmischungen auszubringen, die bei ihrer ökonomischen Nutzung gleichzei-

tig attraktive und vielfältige Lebensräume in der Feldflur schaffen. Der ökologische Wert dieses Anbausystems als Alternative zum konventionellen Energiepflanzenanbau wird dabei mit faunistischen Begleituntersuchungen geprüft. Sie beschäftigen sich mit dem Arteninventar der Flächen und der Nutzung der verwendeten Blütenpflanzen als Nahrungsquelle für Bienen und andere Blüten- und Nektarsammler.

### **3. Wissenschaftlich-technische Versuche zur Entwicklung von Saatmischungen**

#### **3.1 Bearbeiter und Organisatorisches**

Für Koordination, Planung, Durchführung und Auswertung der wissenschaftlich-technischen Versuche war die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) verantwortlich. Artenauswahl, Entwicklung der Saatgutmischungen und praktische Versuchsdurchführung an den Standorten Miltenberg und Dorsten erfolgte hierbei in Kooperation mit der Firma Saaten Zeller. Das Saatgut der heimischen Wildpflanzenarten wurde überwiegend von der Firma Saaten Zeller gewonnen (Kapitel 3.3.4) und für das Projekt zur Verfügung gestellt. Dort nicht verfügbare Arten wurden bei anderen Anbietern/Saatgutproduzenten bezogen.

Folgende Bearbeiter waren für den Bereich wissenschaftlich-technische Versuche zuständig:

Dr. Birgit Vollrath (wissenschaftliche Leitung), Antje Werner, Dominik Kretzer und Werner Kuhn — Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

Joachim Zeller, Stefan Zeller, Kornelia Marzini, Adalbert Bund bis 01/2010, Andreas Mandelkau ab 01/2010, sowie, ab 2010, Dr. Walter Bleeker – Firma Saaten Zeller

Die meisten Untersuchungen wurden im Rahmen einer überregionalen Versuchsanordnung an Standorten in Unterfranken (Bayern) und im nordwestdeutschen Tiefland (Niedersachsen) durchgeführt, 2010 wurde zusätzlich eine Fläche im Übergang vom südlichen zum nördlichen Ruhrgebiet (Nordrhein-Westfalen) angelegt.

Die ökologischen Begleituntersuchungen werden in Kapitel 4 vorgestellt. Sie wurden, nach Vorgaben der LWG, als Aufträge an die Ökologische Arbeitsgemeinschaft Würzburg (ÖAW) und den Landesbund für Vogelschutz (LBV) vergeben. Des Weiteren wurde eine Zusammenarbeit mit dem Fachzentrum Bienen der LWG (Dr. Ingrid Illies) initiiert, das eine erste begleitende Untersuchung zur Attraktivität der Arten und Mischungen für Honigbienen durchgeführt hat.

### **3.2 Konzeptionelle Erwägungen und Gegenstand der Versuchsanstellungen**

Ziel der wissenschaftlich-technischen Versuche war es letztendlich, wildartenreiche Mischansaaten als wirtschaftlich interessante Alternative zum Anbau herkömmlicher Energiepflanzen weiter zu entwickeln. Zur Erreichung dieses Ziels sind mehrere Versuchsbausteine notwendig, die sich gegenseitig ergänzen und aufeinander aufbauen. Am Anfang stand die Sichtung und Prüfung zur Biogasgewinnung geeigneter Pflanzenarten (Kapitel 3.2.1). Aus den Arten wurden Mischungen zusammengestellt, die zunächst in kleinflächigen Parzellenversuchen untersucht und optimiert wurden. Bei der Prüfung der Einzelarten und Mischungen wurden bereits erste regionale Unterschiede (Standortbedingungen, maschinelle Ausstattung) berücksichtigt (überregionale Versuchsanordnungen, Kapitel 3.2.2 und Kapitel 3.2.3). Für die eingesetzten Wildarten, für welche noch nicht geeignetes Saatgut in ausreichende Menge zur Verfügung steht, wurde eine Vermehrung aufgebaut und/oder das Saatgut durch Ausleseverfahren optimiert (Kapitel 3.4.3). Der letzte Schritt war die modellhafte Umsetzung, bei welcher in Zusammenarbeit mit Praxisbetrieben großflächige Ansaaten und die Verwertung des Erntematerials in Biogasanlagen erfolgte (Kapitel 3.4.7). Im Folgenden werden konzeptionelle Erwägungen zur Versuchsplanung erläutert und Inhalte der einzelnen Versuchsbausteine vorgestellt.

### 3.2.1 Sichtung von Pflanzenarten zur Biogasgewinnung

Im Vorfeld des Versuches wurden zunächst möglichst viele Pflanzenarten zusammengestellt, die aufgrund ihrer Größe und Wuchsform einen hohen Ertrag an Biomasse erwarten lassen. Einige wesentliche Kriterien bei der Artenauswahl waren hierbei ein möglichst dicker, markiger Stängel, ein hoher Wuchs (>1,50m), viel Blattmasse sowie der Blütezeitraum ca. von Juli bis September.

Bei ein- und zweijährigen Arten wurde zusätzlich eine schlanke, hohe Wuchsform als Vorteil gesehen, um den Lichteinfall auf den Boden nicht zu stark zu beeinträchtigen und dadurch die Entwicklung der Stauden negativ zu beeinflussen.



**Bild 1: (oben)**

Markiger Stängel von *Malva verticillata*

**Bild 2: (rechts)**

Größe von *Inula helenium*



Bei der Pflanzenauswahl wurden sowohl heimische Arten als auch gebietsfremde Arten, z. B. der amerikanischen Prärie, berücksichtigt. Der Auswahl heimischer Arten liegen unter anderem Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten der LWG zugrunde (beispielsweise hinsichtlich der Eignung zur Freilandaussaat in Saatgutmischungen), bei den gebietsfremden Arten konnte zum Teil auf die langjährigen Erfahrungen im Bereich der Pflanzenanzucht für den Schau- und Sichtungsgarten der

LWG sowie diverse Versuche zur Pflanzenverwendung zurückgegriffen werden. Des Weiteren wurden einige Botanische Gärten (u.a. Würzburg und der Sichtungsgarten Herrmannshof in Weinheim) aufgesucht sowie Recherchen in Saatgutkatalogen und im Internet durchgeführt.

Falls ersichtlich, wurden bereits bei diesem ersten Schritt Arten ausgeschlossen, welche frühzeitig stark lignifizieren, da bei hohen Ligningehalten der Biomasse verminderte Methanausbeuten bei der Vergärung zu erwarten sind (Druckprüfung der Stängel bzw. Erfahrungswerte). Weitere Ausschlusskriterien waren: allergene Eigenschaften, praktische Schwierigkeiten hinsichtlich Saatgutvermehrung oder Aussaat, geringe Standfestigkeit und hoher Nährstoffbedarf.

Von den anfangs insgesamt 241 Pflanzenarten wurden in Form eines Auswahlverfahrens diejenigen Arten eliminiert, welche zur Vermeidung von Florenverfälschung oder einer genetischen Verfremdung der Wildflora nicht in den Versuch aufgenommen werden. Projektziel ist letztendlich die Schaffung großflächiger Ansaatflächen mit den am besten zur Biogasgewinnung geeigneten Saatgutmischungen. Damit verbundene Risiken sollten minimiert werden indem Arten mit einem bekanntermaßen hohen Gefährdungspotential für die heimische Flora nicht verwendet werden sollten.

Hierbei wurden zwei grundsätzlich mögliche Ansätze verfolgt:

- 1) Durch ausschließliche Verwendung heimischer Arten regionaler Herkünfte wird die Einbringung fremder Arten von vornherein ausgeschlossen. Wenn das Saatgut regionaler Herkünfte bereits verfügbar ist, wird dieses verwendet.
- 2) Bei Verwendung im Gebiet fremder Arten werden keine Arten verwendet, die bekanntermaßen zur Auswilderung neigen oder bereits als invasive Neophyten in Erscheinung getreten sind. Ebenso werden Arten herausgenommen, die mit der regionalen Wildflora näher verwandt sind, um die Gefahr der Einkreuzung zu minimieren.

Zur Bewertung der fremden Arten hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Berücksichtigt wurde unter anderem eine Vorwarnliste des Landesbundes für Vogelschutz (LBV 2008) sowie dessen „Schwarze



Liste“ (LBV 2008). Sie beinhalten Arten mit neophytischem Potential und wurden vom LBV in Zusammenarbeit mit botanischen Experten erarbeitet: Die Vorwarnliste enthält Arten, die in Bayern aktuell noch nicht oder nur ganz selten vorkommen, in den Nachbarländern oder –staaten aber schon problematisch sind. Die „Schwarze Liste“ zeigt jene Arten, welche in Bayern aktuell schon als Problemart identifiziert sind. Beide Listen enthalten eine Einschätzung des Invasions- und Verdrängungspotenzials.

Außerdem wurden die Pflanzen nach Schmitz et al. 2008 auf ihre Neigung zur Hybridisierung mit heimischen Pflanzenarten geprüft. Begleitend zu den Untersuchungen fand eine Umgebungssichtung der Versuchsflächen statt, um etwaige Auswildierungsprozesse festzustellen und gegebenenfalls rechtzeitig geeignete Maßnahmen treffen zu können.

Des Weiteren wurde (im November 2008) ein Treffen mit Wissenschaftlern und Fachleuten aus den Bereichen floristischer Artenschutz und Invasionsbiologie initiiert. Dadurch ergab sich die Gelegenheit, das Wissen weiterer Fachleute bezüglich kritischer Arten zu integrieren. Diskussionsbedarf ergab sich hierbei vor allem in den Bereichen Ausbreitungsbiologie – z. B. Schaffung eines großen Samenreservoirs, Remontation, Verbringung der Samen durch Vögel. Dieser Personenkreis bekam die Ursprungsliste der Pflanzenrecherche zur kritischen Durchsicht, so dass deren Bedenken ebenfalls berücksichtigt werden konnten.

Zudem wurde die Artenliste durch das Fachzentrum Bienen (LWG) geprüft. Es zeigte sich, dass sich ein hoher Anteil der aufgenommenen Arten als Bientrachtepflanzen eignet.

Von den nach dem Ausschlussverfahren verbliebenen 86 Pflanzenarten wurden im Jahr 2009 zunächst 44 Arten in überregional angelegte Versuche aufgenommen (Kapitel 3.2.2, Überregionale Versuche zur Pflanzenauswahl und Optimierung des Erntetermins).

Für die verbleibenden 42 Arten stand im Frühjahr 2009 entweder noch nicht Saatgut in genügender Menge zur Verfügung oder es lagen noch keine ausreichenden Informationen hinsichtlich ihrer Eignung zur Freilandaussaat und Saatgutvermehrung vor. Auch (derzeit noch) sehr hohe Saatgutkosten waren teilweise ausschlaggebend, bei

einigen Arten zunächst auf die Aufnahme in einen groß angelegten Versuch zu verzichten. Diese Arten wurden zunächst an einem Standort (Würzburg in Unterfranken) in Kleinversuchen gesichtet (Kapitel 3.3.1). Nach Etablierung der Samenvermehrung können die Saatgutkosten erfahrungsgemäß häufig deutlich gesenkt werden, so dass eine spätere Aufnahme der betreffenden Arten in die Saatgutmischungen zur Biogasgewinnung durchaus sinnvoll sein kann.

Für die Versuchsansaat in den Jahren 2010 und 2011 wurde das Artenspektrum erweitert. So wurden einige zusätzliche Arten in die Sichtungversuche aufgenommen. Einige der Arten, die sich seit 2009 in der Sichtung befinden und sich durch hohe Biomassezuwächse auszeichneten, wurden in die überregionalen Versuchsansaat aufgenommen. Dabei konnte teilweise bereits auf selbst gewonnenes Saatgut zurückgegriffen werden. Von den Arten, für die im Ansaatjahr 2009 trotz ausreichender Keimfähigkeit (unter Laborbedingungen) kein Feldaufgang festgestellt werden konnte, wurden einige nicht mehr in das Versuchsprogramm aufgenommen und somit nicht weiter untersucht.

### **3.2.2 Überregionale Versuche zur Pflanzenauswahl**

Zur Auswahl der ertragreichsten Pflanzenarten, die sich als funktioneller Baustein von Saatgutmischungen zur Biogasgewinnung eignen, wurden die einzelnen bei der Sichtung selektierten Arten im April 2009 und 2010 getrennt auf vier Ackerstandorten in Bayern und Niedersachsen ausgesät und untersucht. Damit erfolgt die erste Artauswahl für die Biogasgewinnung auf der Basis von Daten aus zwei Regionen, die sich stark hinsichtlich standörtlicher Bedingungen unterscheiden und beide eine hohe Dichte an Biogasanlagen aufweisen (zu den Standorten vgl. Kapitel 3.3.2). Im Jahr 2010 wurde eine weitere Versuchsanlage in Nordrhein-Westfalen aufgebaut. 2011 kam noch ein Standort in Kooperation mit der Universität Osnabrück bei Wallenhorst hinzu.

Neben der Artauswahl ist die Ermittlung des Zeitraums, in dem die einzelnen Arten geerntet werden sollten, wesentlicher Bestandteil der Versuchsreihe. Einerseits ist der optimale Erntetermin festzustellen. Aber auch Aussagen über die Auswirkungen bei Abweichung von diesem Termin sind wichtig, da die einzelnen Arten letztendlich in Mischungen ausgebracht werden sollen und so die bestandsbildenden Komponenten-

ten des jeweiligen Standjahres gemeinsam geerntet werden müssen. Die Arten sind deshalb so miteinander zu kombinieren, dass ein Erntetermin zu möglichst hohen Erträgen führt. Wichtigste Größe ist neben dem TM-Ertrag die Methanausbeute, die bei starker Lignineinlagerung abnimmt. Die dominierenden Arten werden hierbei in stärkerem Maße berücksichtigt. Bei der Wahl des Erntetermins ist neben der Erzielung hoher Methanerträge auch die Einhaltung von bestimmten Trockenmassegehalten im Pflanzenmaterial (TM-Gehalt) wichtig. Diese sind für den Transport und die Silierung des Erntematerials notwendig. Als ideal gelten Werte zwischen 25% bis 33% TM, jedoch sind Abweichungen für die einzelnen Arten in beide Richtungen unproblematisch, sofern sie in der Mischung so kombiniert werden, dass der TM-Gehalt des gehäckselten Erntematerials in diesem Bereich liegt. Des Weiteren sind spätere Erntetermine aus ökologischen Gründen vorzuziehen (siehe Punkt 3 und 4)

Die Versuchsreihe mit Reinansaatn gliedert sich in vier Einzelversuche, die sich bezüglich Lebensdauer und Herkunft der untersuchten Arten unterscheiden (vgl. Punkte 1 bis 4). Um den spezifischen Anforderungen an die vier Artengruppen Rechnung zu tragen, unterscheidet sich die Versuchsdurchführung bei den einzelnen Versuchen in einigen Punkten:

### **1) Einjährige Arten**

Zur Etablierung mehrjähriger Bestände müssen sich bereits im ersten Standjahr nach Aussaat zwei- und mehrjährige Stauden unter den stark wachsenden einjährigen Arten entwickeln können. Voraussetzung dafür ist, dass durch eine geeignete Zusammenstellung und Saatstärke der annuellen Arten im ersten Jahr lockere, lichtdurchlässige Bestände gebildet werden. Um die Eignung der einjährigen Arten als Deckfrucht für die Staudenetablierung in Abhängigkeit von der Pflanzendichte zu untersuchen wurden einjährige Arten auf zwei Teilparzellen in unterschiedlicher Saatstärke ausgebracht und die Staudenentwicklung durch Untersaat mit zwei Teststaudenarten (*Centaurea jacea* und *Salvia pratensis*) geprüft.

## **2) Zweijährige Arten**

Wegen der im Freiland stark variierenden Rate von Feldaufgang und Pflanzenetablierung wurde das Saatgut der zweijährigen Arten ebenfalls in zwei unterschiedlichen Saatstärken auf zwei benachbarten Teilparzellen ausgebracht.

## **3) Heimische perenne Wildarten**

Bei mehrjährigen Arten sind Feldaufgang und Pflanzenetablierungsrate, in Abhängigkeit von den jeweiligen Witterungsbedingungen, erfahrungsgemäß häufig sehr gering. Um eine möglichst sichere Bestandsetablierung zu gewährleisten, wurde eine vergleichsweise hohe Saatstärke gewählt. Aus der Gruppe der heimischen Wildstauden sollten diejenigen gefiltert werden, welche bei einer möglichst späten Ernte einen hohen Methanertrag erwarten lassen. Der Anbau ertragreicher heimischer Wildpflanzen hat ersten Untersuchungen zur Folge den Nachteil, dass die meisten dieser Pflanzenarten bereits im Frühsommer vermehrt Lignin einlagern und der TM-Gehalt der Pflanzen stark ansteigt. Dadurch führte bei vielen Arten nur eine sehr frühzeitige Ernte zu einer ausreichend hohen Biogasausbeute. Um eine Ernte nach den Setz- und Aufzuchtzeiten von Wildtieren zu ermöglichen, sollten Arten selektiert werden, die nicht frühzeitig lignifizieren.

## **4) Traditionelle Heilpflanzen und Wildpflanzen fremder Florenreiche**

Neben Wildpflanzen anderer Florenreiche, die nicht an die klimatischen Bedingungen angepasst sind und noch nie in ackerbaulicher Kultur vermehrt wurden (vgl. Kapitel 3.3.4(3)) wurden hier auch Heilpflanzen einbezogen, die bereits an die klimatischen Bedingungen Deutschlands adaptiert sind und aus einer gewissen Anbautradition stammen (Kapitel 3.3.4(2)). Wie auch bei den heimischen Wildstauden sollten auch bei dieser Artengruppe diejenigen gefiltert werden, welche bei einer möglichst späten Ernte einen hohen Methanertrag erwarten lassen. Da viele nicht heimische Staudenarten, beispielsweise der nordamerikanischen Prärie, im Vergleich zu heimischen Wildarten eine stark verzögerte phänologische Entwicklung zeigen, ist bei einigen dieser Arten voraussichtlich eine wesentlich spätere Biomassernte möglich. Dies kann sich positiv auf Lebensbedingungen verschiedener Wildtiere auswirken und führt zu einer längeren Blühperiode. Anders als bei gebietsheimischen Wildstauden muss jedoch besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, eine Ausbreitung der untersuchten Pflanzenarten durch Verbringung von Samen in die Umgebung des

Versuchsstandorts auszuschließen. Auch können bei Arten fremder Herkunft keine evolutionären Anpassungsprozesse mit der heimischen Fauna stattgefunden haben. Es besteht hier somit kein Risiko, dass die Ernte für (auf bestimmte Wirtspflanzen) spezialisierte Tierarten als Ökofalle wirkt.

Aus den Arten, die in den überregionalen Versuch gelangten, wurden Saatgutmischungen zusammengestellt, die unterschiedliche Zielvorgaben und Nutzungskonzepte verfolgen sowie an unterschiedliche Standortbedingungen angepasst sind. Ziel dieses Versuchsbausteins war es, die Artenzusammensetzung und Saatstärke der verschiedenen Mischungen zu optimieren. Die Bestandsgründung erfolgte im Allgemeinen als Direktsaat im Frühjahr, jedoch wurde in einem Nebenversuch bereits auch die Aussaat in junge Maisbestände getestet. Um die Entwicklung der Bestände zu dokumentieren, wurden regelmäßige Vegetationsaufnahmen und Bonituren der Versuchspartellen durchgeführt. Probeernten, bei denen die Biomasseanteile der einzelnen angesäten Arten getrennt ermittelt wurden, bildeten eine wichtige Grundlage zur Optimierung der Artenzusammensetzung. Neben dem Biomasseertrag wurde die Methanausbeute des Erntematerials bestimmt, so dass der Methanhektarertrag der Mischungen für die einzelnen Standjahre berechnet werden kann (Kapitel 3.4.5.6).

Es wurden fünf Artkombinationen zusammengestellt, die sich (1) hinsichtlich der Ansprüche an die Wasserverfügbarkeit unterscheiden und (2) zwei verschiedene Zielrichtungen verfolgen, um unterschiedlichen Einsatzbereichen in der späteren Praxis gerecht zu werden.

### **(1) Ansprüche an die Wasserverfügbarkeit**

Hohe Biomassezuwächse sind nur durch Pflanzen möglich, die gut an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst sind. Beispielsweise können sich Pflanzen mit einem hohen Wasserbedarf auf trockenen Standorten nicht oder nur schlecht entwickeln und werden gegebenenfalls von konkurrenzstärkeren Pflanzen überwachsen. Sind in einer Saatgutmischung ausreichend gut angepasste Arten vorhanden, führt die Beimischung für den Standort ungeeigneter Arten nicht zwingend zur Ertragsminderung. Sie ist jedoch mit unnötigen Saatgutkosten verbunden. Aus diesem Grund wurden bereits 2009 zwischen Mischungen speziell für trockene Standorte sowie Mischungen für mäßig frische Standorte unterschieden. Eine feinere Unter-

gliederung in Mischungen zur Anpassung an weitere Standortfaktoren erschien hingegen in dieser Projektphase noch nicht als sinnvoll. Eine Ausnahme stellt die kalkliebende „Ebensträußige Margerite“ (*Tanacetum corymbosum*) dar, die auf den sauren Böden Niedersachsens nicht verwendet wurde.

## **(2) Pflanzenherkunft**

In einigen Mischungen werden bei den Stauden ausschließlich heimische Pflanzenarten einbezogen (Mischungen mit heimischen Stauden). Dazu gehört auch die von Praxisbetrieben erprobte Praxistestmischung (Px), die ausschließlich Arten erhält, die in dem jeweiligen Ansaatjahr bereits in größeren Mengen verfügbar waren. Um eine genetische Verfremdung der Wildflora auszuschließen und die ökologischen Vorteile bei der Verwendung von Wildpflanzen voll auszuschöpfen wurden teilweise bereits regionale Herkünfte verwendet. Dadurch könnten sich auch Einsatzbereiche im Naturschutz oder auf Ausgleichs- und Ersatzflächen eröffnen. Um ausgewogene, ertragsstarke Bestände zu erhalten, eine wichtige Vorbedingung der praktischen Umsetzbarkeit im großen Maßstab, wurde bei den kurzlebigen einjährigen Arten hingegen auf eine strenge Einhaltung der Herkunftsvorgabe verzichtet.

Andere Mischungen sind in stärkerem Maße auf hohe Erträge ausgelegt, um als Nutzungsalternative auf reinen Produktionsflächen zu dienen. Bei diesen Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum wurde das Artenspektrums auf Arten fremder Florenreiche und traditionelle Heilpflanzen ausgeweitet. Dadurch ergaben sich zusätzliche Möglichkeiten zur Optimierung der Biomasseerträge. Zudem zeigten sich bei einigen dieser Arten andere Vorzüge als bei heimischen Pflanzen, die ebenfalls geprüft und gegebenenfalls später genutzt werden sollen (vgl. Kapitel 3.2.2, 4).

## **(3) Variation der Gesamtsaatstärke ein- und zweijähriger Arten**

Allen Mischungen gemeinsam ist das Konzept einer einmaligen Aussaat mit einer mehrjährigen Nutzung der Bestände zur Biomassegewinnung, die über eine jährliche Ernte erfolgen soll. Voraussetzung hierfür ist eine ausgewogene Zusammensetzung der Mischungsbestandteile, insbesondere der Anteile ein-, zwei- und mehrjähriger Arten. Die ersten Festlegungen basierten auf den Erfahrungen mit zwei Testmischungen und vorangegangenen Projekten. Da sich bei den Testmischungen, die im Frühjahr 2008 auf Praxisflächen ausgebracht wurden zeigte, dass die relativ hohe

Saatstärke bei den einjährigen Arten (ca. 50 Samen pro m<sup>2</sup>) bereits zu einer Unterdrückung der Staudenentwicklung führte, wurde bei dieser Mischung für die Ansaat in 2009 der Anteil der einjährigen Arten reduziert. Bei den Mischungen für den Parzellenversuch wurde in den Jahren 2009 und 2010 jeweils eine zweite Mischungsvariante mit verminderter Saatstärke bei den kurzlebigen Arten untersucht.

### **3.2.3 Anlage von Praxisflächen/Modellhafte Umsetzung**

Ein wichtiger Schritt bei der Integrierung des neuen Anbauverfahrens in die deutschlandweite Energieproduktion ist die Überprüfung der in Parzellenversuchen und im Labormaßstab gewonnenen Ergebnisse unter Praxisbedingungen. Um die Nutzung von Flächen, die bisher zum konventionellen Energiepflanzenanbau verwendet wurden, auf mehrjährige Mischansaat umzustellen, muss die vorliegende Technik genutzt und die Verwertung des Pflanzenmaterials in den Produktionsablauf der Biogasanlage integriert werden können. Dabei ist das Verfahren an die regionalen Bedingungen anzupassen, wobei beispielweise abweichende Erntetermine und Lagermöglichkeiten zu berücksichtigen sind. Durch die Anlage von Praxisflächen kann ein wesentlich größeres Standortspektrum abgedeckt werden als durch die aufwändigen Parzellenversuche.

Für erste Umsetzungsversuche wurden bereits seit 2008 Ackerstandorte mit Testmischungen zur Biomasseproduktion angesät. Hierbei wurde mit den örtlichen Landwirten zusammengearbeitet. Diese Testmischungen wurden von einjährigen Kulturen wie Malven und Sonnenblumen dominiert und enthielten überwiegend Arten, für die bereits praktische Erfahrungen in der Direktsaat vorliegen (zur Artenzusammensetzung vgl. Kapitel 3.3.5). In den Mischungen werden Arten verwendet, die aufgrund ihrer pflanzenbaulichen Eigenschaften (hoher Etablierungserfolg und Massenwüchsigkeit) eine gute Eignung zur Biomasseproduktion erwarten lassen. Da die Anlage der ersten Praxisflächen vor Beginn der Versuchsreihe erfolgte, konnten bei der Artenzusammenstellung zunächst nur Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten (u. a. „Lebensraum Brache“ und „Mit Biotopverbund in die Kulturlandschaft des neuen Jahrtausends...“) zu Grunde gelegt werden. In den folgenden Jahren flossen kontinuierlich praktische Erfahrungen bei der Anlage und Nutzung der Bestände und aktuelle Versuchsergebnisse zur Weiterentwicklung der Biogasmischungen ein.

Im Jahr 2009 stand bei der Anlage von Praxisflächen die Bereitstellung von Versuchsflächen für die faunistischen Begleituntersuchungen (Kapitel 4) im Vordergrund. Damit dabei Pflanzenbestände unterschiedlicher Standdauer in möglichst einheitlichem Umfeld miteinander verglichen werden können, konzentrierten sich die Neuansaat auf den Landkreis Würzburg, in dem bereits mehrere ältere Versuchsflächen zur Verfügung standen.



**Bild 3:**

---

Die Ernte der 2009 mit der Biogas 1-Mischung angesäten Fläche neben dem Versuchsstandort Güntersleben bei Würzburg, (08. September 2009 Quelle: A. Seidemann)



Im Jahr 2010 wurden umfangreiche Neuansaaten auf Ackerstandorten umgesetzt. Wegen der begrenzten Saatgutverfügbarkeit konnten nicht alle Anfragen von Landwirten bedient werden, deswegen wurde mit Blick auf eine zweite geplante Projektphase deutschlandweit nach folgenden Kriterien Regionen bzw. Flächen ausgewählt:

- Deutschlandweite Verteilung mit Abdeckung möglichst unterschiedlicher Standortbedingungen (z. B. Bodenzahl, Klima)
- Lage im Einzugsbereich einer Biogasanlage, die für Verwertungsversuche zur Verfügung steht
- Lage in einer Region mit starker Dominanz einer einzelnen konventionellen Energiepflanze (meist Mais)
- Flächenbetreuung durch einen Landwirt mit Bereitschaft zur Zusammenarbeit und Dokumentation

Für 2011 sind Ansaaten in zusätzliche Regionen erfolgt, diese ebenfalls zunächst auf kleineren Flächen. In einigen dieser Regionen ist geplant, großflächige Praxisversuche aufzubauen, sobald ausreichend Saatgut zur Verfügung steht (in einer zweiten Projektphase ab 2012). Durch die vorgezogene Ansaat auf kleineren Praxisflächen der Region ergibt sich der Vorteil, dass die Bestandsentwicklung bereits vor dem großflächigem Anbau erprobt werden kann und sich durch den zeitlichen Vorsprung frühzeitig erste Informationen zur Abschätzung der Bestandsentwicklung in den Folgejahren ableiten lassen und erste Erfahrungen zur praktischen Umsetzung gewonnen werden.

### 3.3 Methoden

#### 3.3.1 Versuchsaufbau

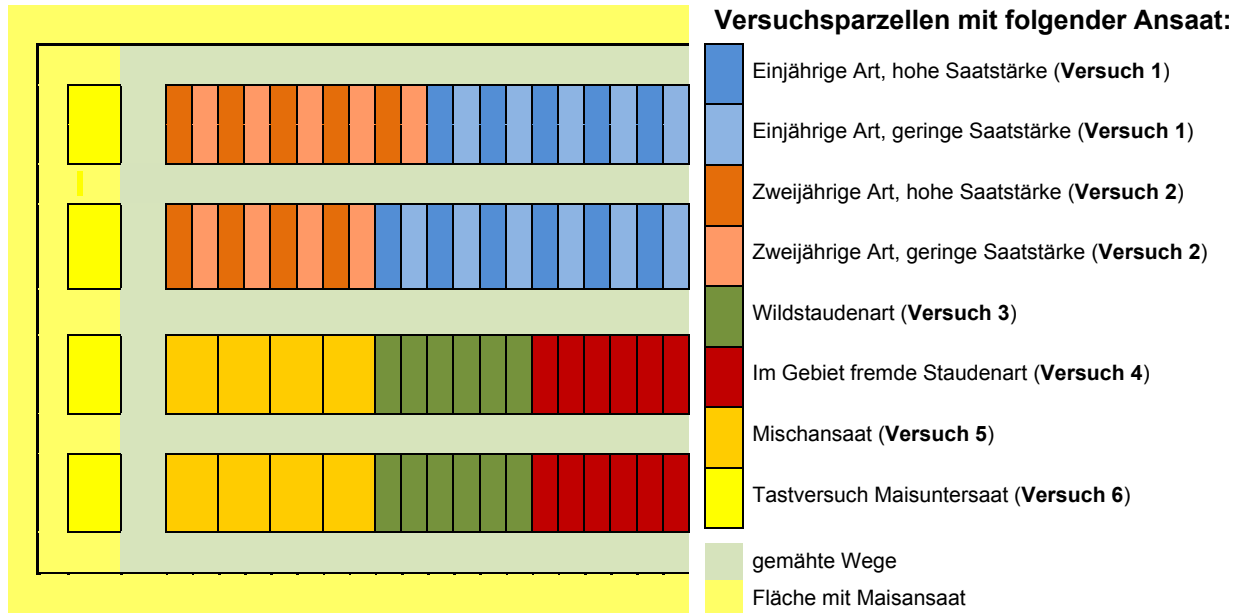
Die Versuche zur Artensichtung wurden am Standort Würzburg angelegt. Daneben wurden in den Jahren 2008 und 2009 Jungpflanzen zur ersten Prüfung von Wildpflanzen fremder Naturräume aufgepflanzt (Bild 4). Die bei den Ansaaten ausgebrachten Arten wurden entsprechend ihrer Lebensdauer und Herkunft einzelnen Teilversuchen zugeordnet (Einjährige Arten, zweijährige Arten heimische Staudenarten, fremdländische Staudenarten, vgl. Abb. 1). Alle Teilversuche sind randomisierte Blockanlagen mit zwei Wiederholungen. Die Saatstärke wurde wie bei den überregionalen Versuchen beschrieben festgelegt.



**Bild 4:**

Versuchspflanzungen bei Würzburg dienen der ersten Prüfung von Wildpflanzenarten fremder Naturräume (Aufnahme vom 25.08.2009, Standort Güntersleben bei Würzburg)

Die überregionalen Parzellenversuche wurden im April 2009 und 2010 auf insgesamt fünf Ackerstandorten in Bayern (Standorte Würzburg und Miltenberg in Unterfranken), Niedersachsen (Standort Oldenburg und Saterland im Nordwestdeutschen Tiefland), und Nordrhein-Westfalen (Standort Dorsten ab 2010) ausgesät und untersucht. Die im Jahr 2009 aufgebauten Versuchsanlagen umfassen ca. 0,5 Hektar pro Standort mit Rein- und Mischansaat. Die Größe der einzelnen Parzellen beträgt 2m x 6m (Reinansaat) bzw. 4m x 6m (Mischansaat). Im Jahr 2010 wurde eine etwas kompaktere Anlage (ca. 0,3 Hektar) mit kleineren Parzellen für die Reinansaat (2m x 4m an den Standorten Oldenburg, Würzburg und Dorsten bzw. an den Standorten Miltenberg und Saterland nur 1m x 2m, ausschließlich zur Beobachtung des Feldaufgangs) und größeren Parzellen für die Mischansaat (4m x 8m) gewählt. Im Jahr 2011 kam ein Standort bei Osnabrück hinzu an dem auf 0,25 ha ausschließlich Mischansaat erfolgten. Die Parzellengröße wurde dort mit 10m x 6m etwa doppelt so groß wie im Vorjahr gewählt.



**Abb. 1:**

Schematische Darstellung der Anordnung der Parzellen einer Wiederholung der Versuche 1 bis 6 am Beispiel von Block 1 des Standorts Oldenburg (Block B1, Ansaat 2009).

Bei den Reinansaaten des überregionalen Versuchs wurden entsprechend der Lebensdauer und Herkunft vier Einzelversuche unterschieden (Abb. 1). Die ein- und zweijährigen Arten wurden dabei im Jahr 2009 jeweils in zwei unterschiedlichen Saatstärken ausgebracht (10 bzw. 30 keimfähige Samen/m<sup>2</sup>; bei unbekannter Keimrate wurde eine Keimrate von 90% angenommen). Bei den Stauden wurde die Saatstärke mit 90 keimfähige Samen/m<sup>2</sup> festgelegt (bei unbekannter Keimrate wurde eine Keimrate von 80% angenommen). Bei den einjährigen Arten wurden zwei Teststauden als Untersaat beigemischt (*Centaurea jacea* und *Salvia pratensis*, vgl. Kapitel 3.2.2). Ab 2010 erfolgten die Reinansaaten nur in der höheren Saatstärke und ohne Beimischung von Teststauden. Die einzelnen Versuche wurden als randomisierte Blockanlagen mit jeweils zwei Wiederholungen pro Standort und Ansaatjahr angelegt.

Bei den Mischansaaten des überregionalen Versuchs (Versuch 5) wurden folgende **Artkombinationen** unterschieden:

- (1) Versuchsmischung mit heimischen Wildstaudenarten für trockene Standorte (H/t) (ökologische Ausrichtung)
- (2) Versuchsmischung mit heimischen Wildstaudenarten für mäßig frische Standorte (H/f) (ökologische Ausrichtung)
- (3) Versuchsmischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für trockene Standorte (E/t), (mit Stauden der amerikanischen Prärie, ökonomische Ausrichtung)
- (4) Versuchsmischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für mäßig frische Standorte (E/f), (mit Stauden der amerikanischen Prärie, ökonomische Ausrichtung)

Teilweise wurde die Praxistestmischung (Px), die für den Einsatz auf größeren Praxisflächen konzipiert war, zusätzlich in die Parzellenversuche integriert. Sie enthielt wie Mischung (1) heimische Wildstaudenarten (ökologische Ausrichtung, für trockene Standorte), jedoch wurden hier ausschließlich Arten einbezogen, für die bereits größere Saatgutmengen verfügbar waren. Bei den Ansaaten ab 2011 kam eine zusätzliche Artkombination hinzu (Px/V), die als Weiterentwicklung der Praxistestmischung mit ökologischer Zielrichtung konzipiert wurde.

Tab. 1:

	Praxismischung				Mischung mit heimischen Stauden für trockene Standorte (t)			Mischung mit heimischen Stauden für feuchte Standorte (f)			Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für trockene Standorte(t)			Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für feuchte Standorte(f)		
	'08	'09	'10	'11	'09	'10	'11	'09	'10	'11	'09	'10	'11	'09	'10	'11
<b>Einjährige Arten</b>																
<i>Malva verticillata</i> var. <i>crispa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x
<i>Malva mauritiana</i>	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x
<i>Atriplex hortensis</i>							x	x	x	x				x	x	x
<i>Lavatera trimestris</i>					x	x	x				x	x	x			
<i>Helianthus annuus</i>	x	x						x	x							
<i>Helianthus annuus</i> <i>Uniflorus</i>			x											x	x	
<i>Helianthus annuus</i> 'Herbstschönheit'				x			x			x						
<i>Cannabis sativa</i>					x	x	x									
<i>Cosmea bipinnatus</i>											x	x	x			
<i>Thitonia rotundifolia</i>											x	x	x			
<i>Guizotia abyssinica</i>												x	x			x
<i>Vicia sativa</i>	x	x														
<i>Pisum sativum</i> var. <i>saccharatum</i>								x						x		
<i>Amaranthus hypochondriatus</i>															x	x
<i>Fagopyron esculentum</i>				x												
<i>Chenopodium spec.</i>						x										
<i>Phytolacca americana</i>														x		
<i>Nicandra physalodes</i>												x				
<b>Zweijährige Arten</b>																
<i>Melilotus albus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Melilotus officinalis</i>				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cichorium intybus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
<i>Malva sylvestris</i>	x	x	x	x	x	x	x									
<i>Echium vulgare</i>				x	x	x	x						x			x
<i>Oenothera biennis</i>					x	x	x				x	x	x			
<i>Reseda luteola</i>				x			x			x						x
<i>Foeniculum vulgare</i>				x							x	x	x			
<i>Rudbeckia triloba</i>															x	x
<i>Daucus carota</i>				x												
<i>Dipsacus sylvestris</i>				x												
<i>Verbascum thapsus</i>				x												
<i>Brassica oleracea</i> 'Ostfr. Palme'								x								
<i>Raphanus caudatus</i>														x		
<i>Gaura longifolia</i>															x	



	Praxismischung				Mischung mit heimischen Stauden für trockene Standorte (t)			Mischung mit heimischen Stauden für feuchte Standorte (f)			Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für trockene Standorte(t)			Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für feuchte Standorte(f)		
	'08	'09	'10	'11	'09	'10	'11	'09	'10	'11	'09	'10	'11	'09	'10	'11
<b>Heimische Stauden</b>																
<i>Artemisa vulgaris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
<i>Inula helenium</i>	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x
<i>Centaurea nigra var gigantea</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	x						
<i>Medicago sativa</i>	x	x	x	x	x	x	x									
<i>Tanacetum vulgare</i>	x	x	x	x	x	x	x									
<i>Malva alcea</i>						x	x		x	x						
<i>Althaea officinalis</i>									x	x			x			x
<i>Tanacetum corymbosum</i>	x	x			x	x										
<i>Centaurea jacea ssp angustifolia</i>	x	x			x											
<i>Medicago falcata</i>																
<i>Epilobium hirsutum</i>																
<i>Eupatorium cannabinum</i>																
<i>Filipendula ulmaria</i>																
<i>Lythrum salicaria</i>																
<i>Scrophularia nodosa</i>																
<i>Solidago virgaurea</i>																
<i>Anthemis tinctoria</i>																
<i>Onobrychis viciifolia</i>																
<i>Silene alba</i>																
<i>Silene dioica</i>																
<b>Stauden mit erweitertem Herkunftsspektrum</b>																
<i>Rudbeckia maxima</i>																
<i>Galega officinalis</i>																
<i>Coreopsis tripteris</i>																
<i>Sida hermaphrodita</i>																
<i>Helenium autumnale</i>																
<i>Ligularia stenocephala</i>																
<i>Silphium perfoliatum</i>																
<i>Vernonia gigantea</i>																
<i>Baptisia australis</i>																
<i>Datisca cannabina</i>																
<i>Solidago rigida</i>																
<i>Vernonia noveboracensis 'Mamuth'</i>																
<b>Anzahl einjähriger Arten</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Anzahl zweijähriger Arten</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Anzahl Stauden</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

Artenzusammensetzung der Praxistestmischung und der Versuchsmischungen für die Ansaaten in den Jahren 2009, 2010 und 2011.

Weil sich bei Vorversuchen gezeigt hat, dass bei einer zu hohen Dichte der kurzlebigen Arten die Staudenetablierung unterdrückt werden kann, wurde auch bei den Versuchsmischungen bis zur Ansaat 2010 zwischen zwei Varianten der Saatstärken unterschieden:

**Saatstärke** der ein- bis zweijährigen Arten:

(1) Reguläre Saatstärke der ein- bis zweijährigen Arten

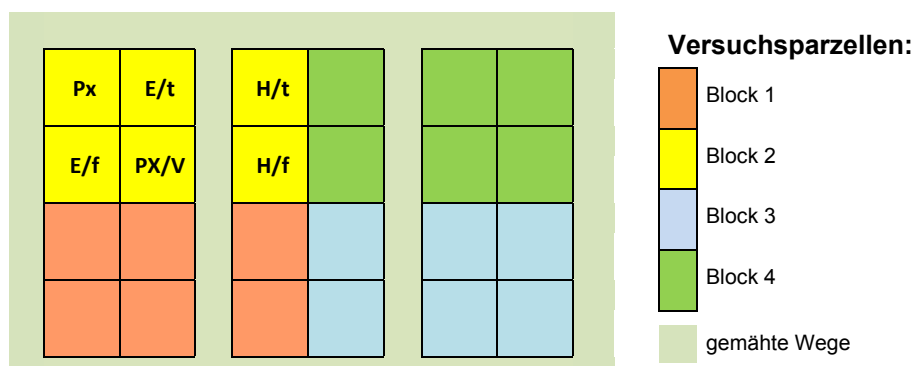
(ca. 50 Samen/m<sup>2</sup>, vgl. Kapitel 3.4.2)

(2) Um 66% reduzierte Saatstärke der ein- bis zweijährigen Arten

An jedem Standort und in jedem Ansaatjahr wurden somit die Versuchsmischungen in zwei Wiederholungen mit jeweils zwei Saatstärkenvarianten angelegt. Daraus ergeben sich pro Standort und Ansaatjahr vier Parzellen derselben Artkombination.

Auf den Standorten Oldenburg, Güntersleben und Miltenberg wurde zusätzlich eine neue Variante der Bestandsetablierung getestet, bei der die Wildpflanzenmischungen (1) bis (4) in junge Maisbestände gesät werden (Versuch 6, Maisuntersaat). Dabei wurden die vier Versuchsmischungen ohne die ansonsten enthaltenen einjährigen Arten verwendet. Diese Ansaaten erfolgten zunächst jeweils in zweifacher Wiederholung, wobei nähere Untersuchungen nur an Varianten bzw. Parzellen erfolgten, die sich im weiteren Verlauf zufriedenstellend entwickelten.

Seit 2011 wird mit einem vereinfachten Versuchsplan gearbeitet. Die Anzahl der Varianten wurde reduziert, indem nur noch Mischungen in einer Saatstärke und in Direktsaat ausgesät wurden. Die Anzahl der Wiederholungen wurde auf 4 erhöht.



**Abb. 2:**

Schematische Darstellung der Anordnung der Parzellen einer Wiederholung am Beispiel des Standorts Wallenhorst (Ansaat 2011). Die Buchstaben stehen für die verschiedenen Mischungsvarianten und sind für jeden Standort separat randomisiert worden.

### 3.3.2 Standorte

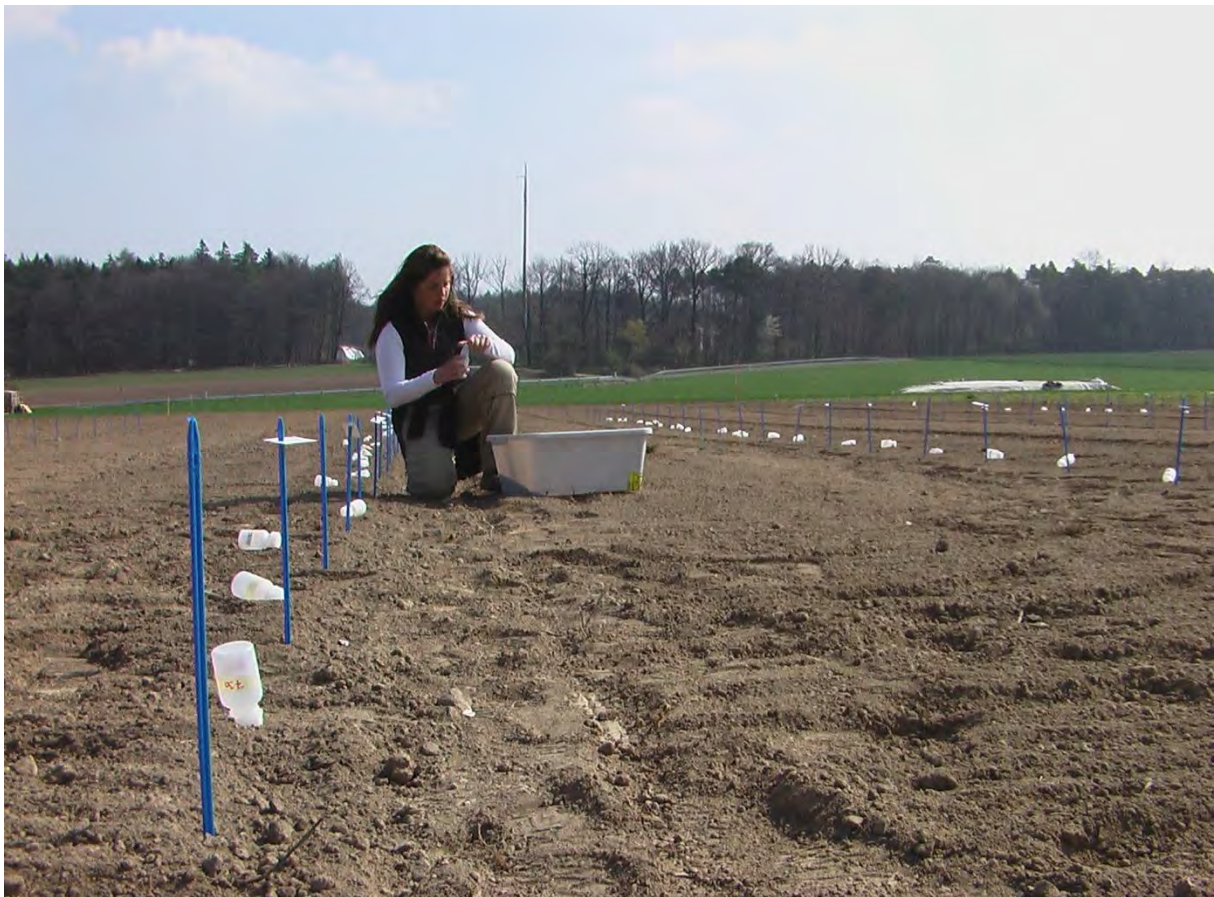
Die Versuche zur **Artensichtung** wurden auf einem Standort bei Würzburg (Gemarkung Güntersleben) angelegt. Die **überregionalen Versuche** umfassen insgesamt fünf Standorte. Die Standorte „Würzburg“ und „Miltenberg“ befinden sich ebenfalls in Unterfranken (Gemarkung Güntersleben sowie Gemarkung Guggenberg), die beiden anderen Standorte „Oldenburg“ und „Saterland“ im Nordwestdeutschen Tiefland Niedersachsens nahe Oldenburg (Standort „Oldenburg“ in der Gemarkung Bad Zwischenahn und Standort „Saterland“ etwa 50 km nordwestlich von Oldenburg in der Gemarkung Strücklingen). Hinzu kommt im Jahr 2010 der Standort „Dorsten“ in Nordrhein-Westfalen und ab 2011 der Standort „Wallenhorst“ bei Osnabrück in Niedersachsen. Alle Flächen befanden sich vor der Versuchsanlage in gutem ackerbaulichem Zustand.

Die Standorte für die Anlage von **Praxisflächen** lagen im Jahr 2008 in den Gemarkungen Aiterhofen, Germaringen, Pulling bei Freising, Bubach bei Schwandorf und Gauaschach bei Obersfeld (alle Bayern). Des Weiteren wurde für die Faunistischen Untersuchungen eine Altfläche aus vorangegangenen Projekten mit Ansaat 2008 verwendet. Im Jahr 2009 wurden weitere Standorte der Gemarkung Güntersleben sowie im Landkreis Main-Spessart, im Main-Tauber-Kreis, im Ostallgäu, in Landkreis Donau-Ries und im Landkreis Straubing angelegt. 2010 wurde die Praxismischung außerdem auf Flächen in den Landkreisen Ansbach und Kitzingen (Bayern), Hochtaunuskreis (Hessen), Uckermark (Brandenburg), Ücker-Randow (Mecklenburg-Vorpommern), Gifhorn und Hildesheim (Niedersachsen), sowie eine einjährige Mischung als Randstreifensaat zum Mais in den Landkreisen Würzburg, Dachau und Donau-Ries (alle Bayern) und im Landkreis Münster (Nordrhein-Westfalen) angesät (vgl. Abb.3). Auf den Praxisflächen wurden teilweise faunistische Begleituntersuchungen durchgeführt (Kapitel 4). Im Jahr 2011 erfolgten Ansaaten auf Ackerflächen einer Größe von insgesamt 200 Hektar, verteilt über ganz Deutschland.

Im Folgenden werden die einzelnen Standorte für die Versuchsansaat bis einschließlich 2011 genauer beschrieben. Eine zusammenfassende Darstellung der Klima- und Witterungsdaten findet sich im folgenden Kapitel.



Standort Würzburg: Der etwa 10 km nördlich von Würzburg bei Güntersleben gelegene Standort gehört dem Naturraum „Wern-Lauer-Platten“ an, einer großflächigen Muschelkalkebene, der Bestandteil der naturräumlichen Haupteinheit „Mainfränkische Platten“ ist. Beim Boden handelt es sich um Braunlehmrendzina, den typischen, leicht kalkhaltigen Boden des Naturraums mit bis zu 80 Bodenpunkten. Der auf etwa 280 m ü. NN gelegene Standort gehört zu einem Trockengebiet mit geringen Niederschlägen (etwa 577mm) und einer relativ hohen Temperatur (mittlere Jahrestemperatur von rund 9,4°C, Daten der Station Würzburg).



**Bild 5:**

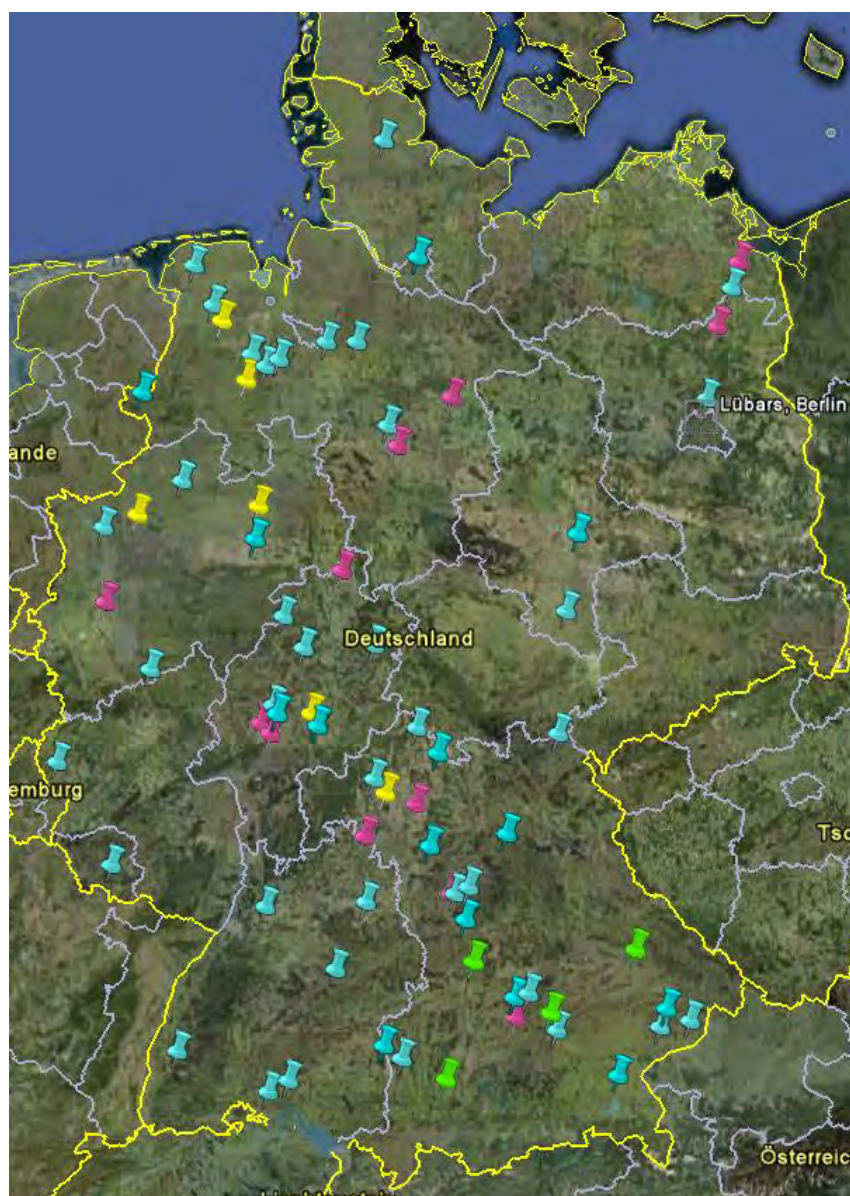
Ansaat am Standort Miltenberg, Gemarkung Guggenberg (Ansaat 2010)

Standort Miltenberg: Der Standort Miltenberg befindet sich ca. 10 km nordöstlich von Miltenberg bei Guggenberg. Er liegt auf etwa 350m ü. NN. Die langjährige Durchschnittstemperatur ist mit 8,1°C niedriger, die mittlere jährliche Niederschlagssumme (803mm) hingegen deutlich höher als beim erstgenannten Standort (Daten der Station Buchen). Die Bodenart ist Lehm, der Bodentyp Parabraunerde.

Standort Oldenburg und Standort Saterland: Die beiden nur wenige Meter über NN gelegenen Standorte Niedersachsens (Gemarkung Bad Zwischenahn, Lkr. Ammerland bzw. Gemarkung Strücklingen, Lkr. Cloppenburg) befinden sich im nordwestdeutschen Tiefland etwa 5 bzw. 50 km westlich von Oldenburg und unterscheiden sich nur wenig hinsichtlich Boden und Klima. Sie sind geprägt durch schwach saure und leicht humose Sandböden mit Bodenwerten zwischen 20 und 25 Bodenpunkten. Die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei etwa 9,2°C, die mittlere Jahresniederschlagssumme im Bereich zwischen 672 und 774 mm (Daten der Station Bremen und der Station Emden). Die Anbauschwerpunkte der Region liegen im Mais-, Grünland- und Wintergetreideanbau. Auch die Versuchsstandorte wurden in den Vorjahren zum Maisanbau genutzt, in direkter Umgebung der Versuchsflächen wird im Jahr der Bestandsgründung ebenfalls Mais gesät. Am Standort Oldenburg erfolgte wegen des sehr niedrigen pH-Werts der Bodenlösung (ca. pH 4,7; Daten von April 2008 der LUFA Nord-West in Hameln) im Vorfeld eine Kalkung der Versuchsfläche.

Standort Wallenhorst: Beim Standort handelt es sich um die Fläche 2,28 ha große Fläche „Im Berge“ bei Wallenhorst. Es handelt sich um eine Fläche des Versuchsbetriebs Waldhof, der von der Universität Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur (AuL), bewirtschaftet wird. Sie liegt 10km nördlich von Osnabrück auf 90m ü. NN. Die vorherrschende Bodenart ist sandiger bis toniger Lehm vom Bodentyp Braunerde-Pelosol mit Bodenwerten von etwa 50 Bodenpunkten. Die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei etwa 9,1°C, die mittlere Jahresniederschlagssumme bei 760 mm (Auskunft der Fakultät AuL). Die Bewirtschaftung an diesem Standort läuft über die Universität Osnabrück als Ökobetrieb.

Standort Dorsten: Der Standort liegt südöstlich von Dorsten im Übergang vom südlichen Münsterland zum nördlichen Ruhrgebiet in der Gemarkung "In den Eckern" am Polsumer Weg. Die vorherrschende Bodenart ist Podsol Braunerde, meist tiefreichend humos mit Bodenwerten am Standort von etwa 40 Bodenpunkten. Es dominieren lehmig-sandige bis schluffig-sandige Böden. Die Gemarkung liegt 33m über NN in direkter Nachbarschaft zu einem landwirtschaftlichen Betrieb mit eigener Biogasanlage. Die Durchschnittstemperatur beträgt 9,6°C. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag liegt bei 788mm/Jahr.



**Abb. 3:**

Lage der Flächen für Anbauversuche in den Jahren 2009 bis 2011

gelb: Parzellenversuche

grün: Praxisflächen 2009

rosa: Praxisflächen 2010

blau: Praxisflächen 2011

### **3.3.3 Klimatische Bedingungen im Untersuchungszeitraum**

An allen Standorten waren in den Jahren 2009 und 2011 die Temperaturen im Jahresmittel etwas höher und im Jahr 2010 etwas niedriger als das langjährige Mittel. Dabei waren an den Bayerischen Standorten Würzburg und Miltenberg in allen Versuchsjahren durchschnittliche bis hohe Niederschlagssummen zu verzeichnen.

An den Standorten im nordwestdeutschen Tiefland Niedersachsens waren demgegenüber im gesamten Zeitraum die jährliche Niederschlagssummen außergewöhnlich niedrig – sie lagen in allen drei Jahren nur etwa halb so hoch wie im langjährigen Mittel. Dies gilt auch für den Standort Wallenhorst im Jahr 2011, in dem die ersten Ansaaten dort erfolgten (Niederschlagssummen von 498mm gegenüber 760mm im langjährigen Mittel. Die mittleren Jahrestemperaturen waren etwas höher als der langjährige Vergleichswert (10,2°C gegenüber 9,1°C)).

Im jahreszeitlichen Verlauf (Abb. 6-8) wird erkennbar, dass im Jahr 2009 die geringen Niederschläge besonders die Monate April und Mai betreffen, an denen gleichzeitig die Temperaturen sehr hoch waren. Die schlechte Wasserversorgung in der frühen Entwicklungsphase der Neuansaat verschärfte sich in den Jahren 2010 und 2011, in dem die trockene Phase noch länger anhielt und bis in den Frühsommer (Juni) Niederschläge fast vollständig ausblieben. Vor allem am Standort Oldenburg herrschten gerade in der sensiblen Zeit kurz nach der Keimung der Versuchsansaat außerordentlich aride Bedingungen. Dies wird in Abb. 5 ersichtlich, in der die Temperaturmittelwerte und Niederschlagssummen für die Monate März bis Juni dargestellt werden. Auffällig ist hier insbesondere die geringe Niederschlagssumme im Frühjahr 2010. Es ist anzunehmen, dass in Oldenburg die geringe Etablierungsrate einjähriger Pflanzen mit der Frühsommertrockenheit in Zusammenhang stehen (vgl. hierzu Kapitel 3.4.2 und 3.4.5.1). Aber auch in Würzburg waren in allen bisherigen Versuchsjahren die Niederschläge während der frühen Etablierungsphase ungewöhnlich niedrig, für Miltenberg trifft dies nur für das Jahr 2011 zu.



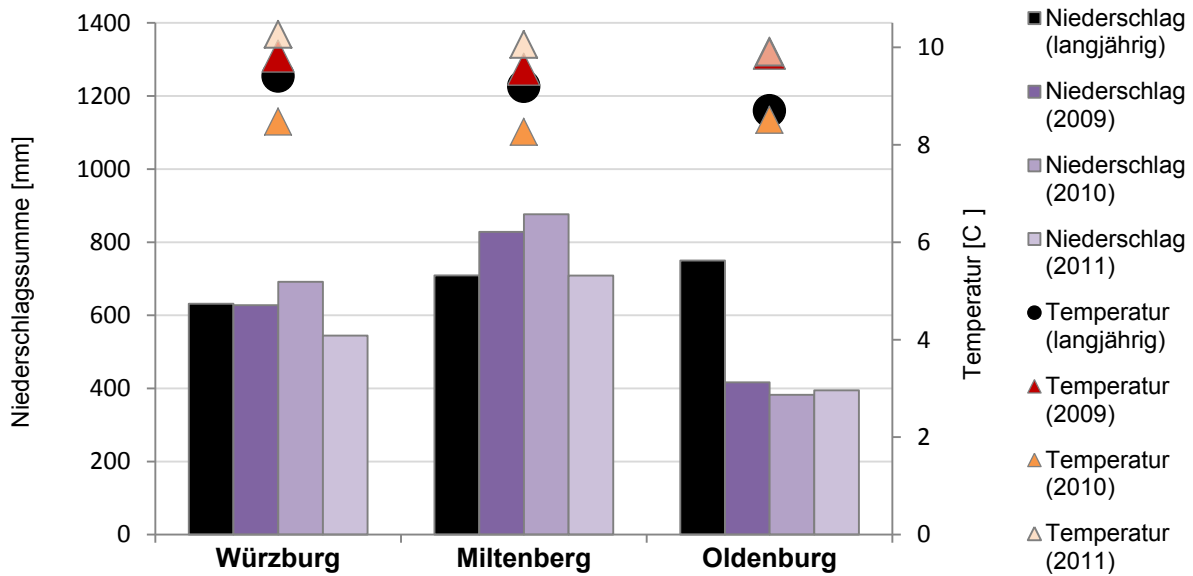


Abb. 4:

**Jährliche Niederschlagssumme** (blaue Säulen) und **mittlere Jahrestemperatur** (Dreiecke) an den Standorten bei Oldenburg, Würzburg und Miltenberg in den Jahren 2009 bis 2011. Das langjährige Mittel wird jeweils schwarz dargestellt (Säulen bzw. Kreise). Daten der Klimastationen Veitshöchheim und Heppdiel sowie der Uni Oldenburg (Quelle: Agrarmeteorologische Daten, Station Veitshöchheim, Heppdiel. - Internet: <http://www.lfl.bayern.de/agm/start.ph>, Uni Oldenburg, <http://www.uni-oldenburg.de/dezernat4/wetter/>)

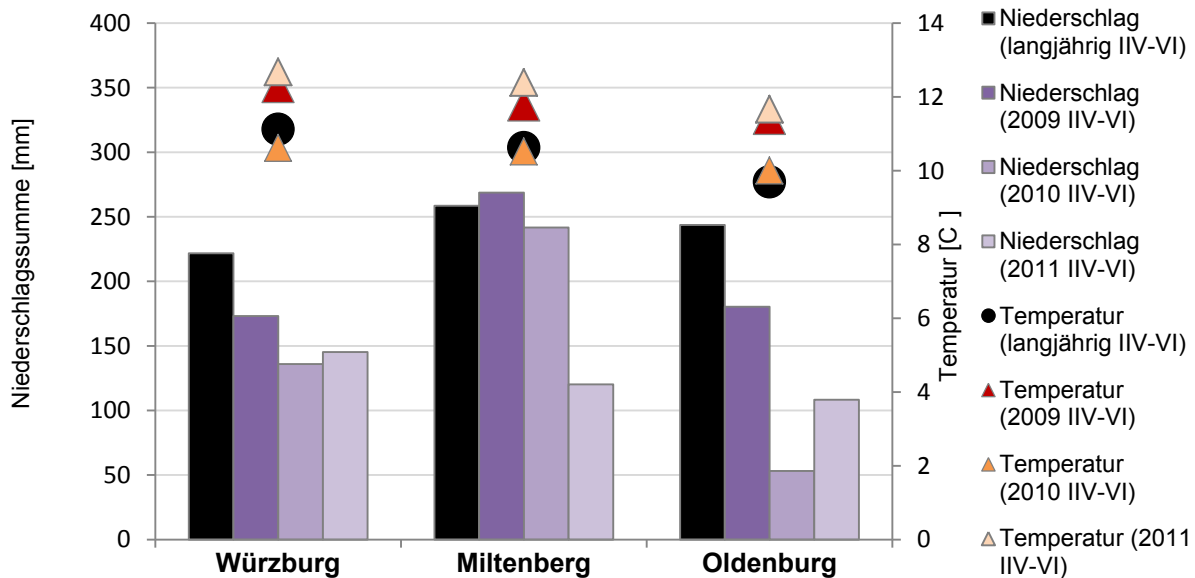
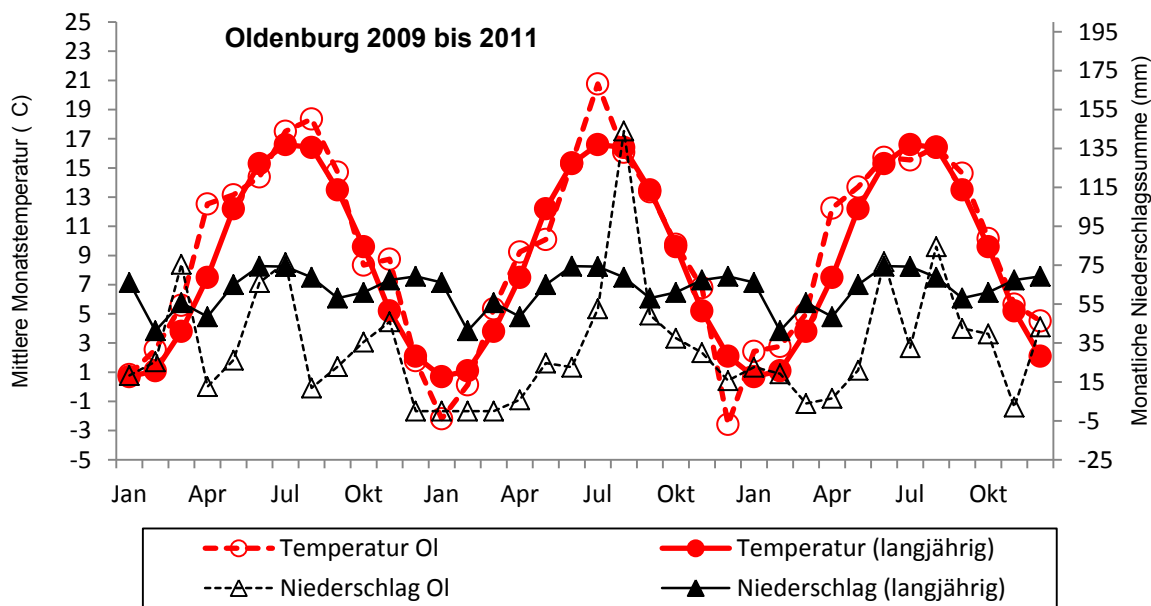


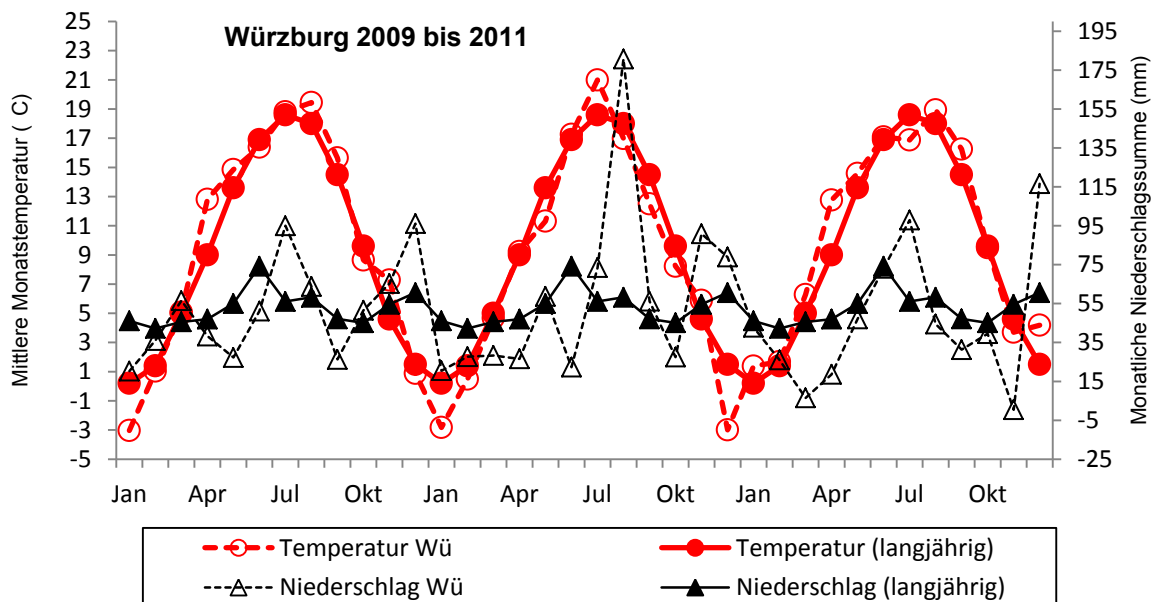
Abb. 5:

**Niederschlagssumme** (blaue Säulen) und mittlere Temperatur (Dreiecke) der **Monate März bis Juni** an den Standorten bei Oldenburg, Würzburg und Miltenberg in den Jahren 2009 bis 2011. Das langjährige Mittel wird jeweils schwarz dargestellt (Säulen bzw. Kreise). Daten der Klimastationen Veitshöchheim und Heppdiel sowie der Uni Oldenburg (Quelle: Agrarmeteorologische Daten, Station Veitshöchheim, Heppdiel. - Internet: <http://www.lfl.bayern.de/agm/start.ph>, Uni Oldenburg, <http://www.uni-oldenburg.de/dezernat4/wetter/>)



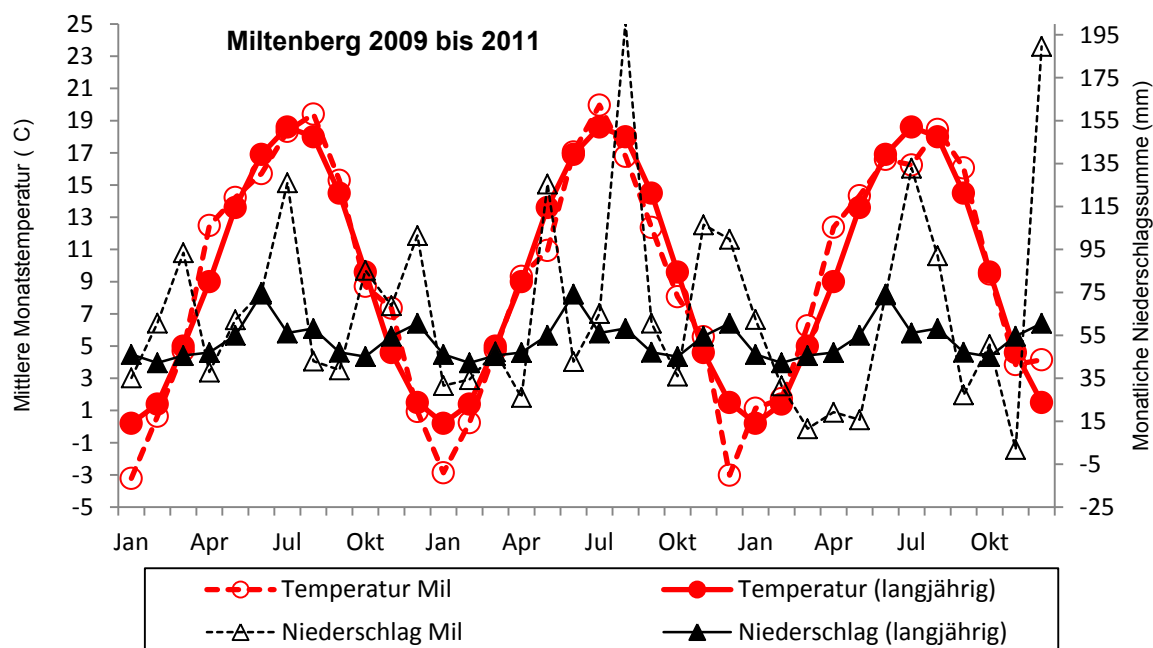
**Abb. 6:**

Monatliche Niederschlagssumme (schwarze Dreiecke) und mittlere Jahrestemperatur (rote Punkte) in der Nähe der Standorte bei Oldenburg in den Jahren 2009 bis 2011. Zum Vergleich wird das langjährige Mittel (offene Symbole) dargestellt. (Quelle Uni Oldenburg, <http://www.uni-oldenburg.de/dezernat4/wetter/>, Deutscher Wetterdienst)



**Abb. 7:**

Monatliche Niederschlagssumme (schwarze Dreiecke) und mittlere Jahrestemperatur (rote Punkte) in der Nähe der Standorte bei Würzburg in den Jahren 2009 bis 2011. Zum Vergleich wird das langjährige Mittel (offene Symbole) dargestellt. (Quelle Agrarmeteorologische Station Veitshöchheim der LfL, Deutscher Wetterdienst)



**Abb. 8:**

Monatliche Niederschlagssumme (schwarze Dreiecke) und mittlere Jahrestemperatur (rote Punkte) in der Nähe der Standorte bei Miltenberg in den Jahren 2009 bis 2011. Zum Vergleich wird das langjährige Mittel (offene Symbole) dargestellt. (Quelle Agrarmeteorologische Station Heppdiel der LfL, Deutscher Wetterdienst)

### 3.3.4 Saatgutbereitstellung

Um für die ökologisch ausgerichteten Mischungen regionales Wildartensaatgut zur Verfügung zu stellen, muss getrennt für die einzelnen Herkunftsgebiete Saatgut gesammelt, gereinigt und vermehrt werden. Der Aufbau der Saatgutvermehrung ist deshalb eng mit der Entwicklung der Biogasmischungen verbunden. Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Kultur und Saatgutproduktion der nach aktuellem Projektstand als vielversprechend eingestuft Arten eingegangen.

#### ▪ Saatgutvermehrung und Sortensichtung

Grundsätzlich werden die Erntemengen aus den Wildbeständen (Basissaatgut) auf landwirtschaftlichen Flächen vermehrt, um ausreichende Saatgutmengen für die weitere Verwertung zu erhalten. Dazu wurde nach geeigneten Vermehrungsbetrieben in den dazugehörigen Naturräumen gesucht und erste Prüfungen vorgenommen.

Auf Grundlage der Erfahrungen von vorangegangenen Projekten, welche die Etablierung von Wildsaatgutmischungen auf landwirtschaftlichen Flächen zum Inhalt hatten,

wurden besonders wüchsige Wildpflanzenarten ermittelt und in die Sichtung genommen. Dies betrifft hinsichtlich der Zielsetzung des Projektes die Arten *Inula helenium* und *Centaurea nigra*.

- **Saatgutsammlung aus Wildbeständen**

Die Gewinnung des heimischen Saatguts erfolgte durch Sammlung aus Wildbeständen. Im Rahmen des Projektes wurde Basissaatgut für 18 Arten aus verschiedenen Herkunftsgebieten gesammelt.

Für die Versuchsfelder Miltenberg und Würzburg stammt das Saatgut aus den Naturräumen Spessart/Odenwald und Mainfränkische Platten.

Für den Standort Oldenburg stammt das Saatgut aus Wildsammlungen in Ostfriesland.

Das Saatgut wurde zur Weitervermehrung auf Kleinparzellen in der jeweiligen Herkunftsregion ausgesät. Bei Arten, von welchen wenig Saatgut vorhanden war, wurden Jungpflanzen angezogen und ausgepflanzt, (siehe auch Saatgutvermehrung).

- **Saatgutbereitstellung**

Seit 2009 wird eine Vorauswahl von Arten zur Saatgutbereitstellung vermehrt und ihre Anbaueignung geprüft. Die Schnittmenge aus Arten mit guten Anbaueigenschaften und guten Ergebnissen aus den Untersuchungen der LWG hinsichtlich Massenzüchtbarkeit, Silierfähigkeit, Gäreigenschaften und Methanausbeute, wird in die Vermehrung zur Bereitstellung von Handelssaatgut gehen. Die Vorauswahlliste lässt sich nach 3 Kategorien differenzieren:

- (1) Heimische Arten aus Wildsammlung mit regionalem Bezug
- (2) Heilpflanzen, die bereits an die klimatischen Bedingungen Deutschlands adaptiert sind und aus einer gewissen Anbautradition stammen.
- (3) Wildpflanzen anderer Florenreiche, die nicht an die klimatischen Bedingungen angepasst sind und noch nie in ackerbaulicher Kultur vermehrt wurden.



### **(1) Heimische Arten aus Wildsammlung mit regionalem Bezug**

Die Produktpalette umfasst Arten unterschiedlicher Standortansprüche und Entwicklungsmodalitäten. Beim Anbau und Pflege der Wildarten sind die unterschiedlichen Bedürfnisse zu berücksichtigen, um einen optimalen Fruchtansatz zu erzielen:

#### ***Tanacetum vulgare*, Rainfarn:**

Die anpassungsfähige, mehrjährige Staude erreicht auf den Vermehrungsflächen eine Höhe bis 160 cm. Für gute Samenerträge ist ein nährstoffreicher Standort mit humosen Anteilen auf sandigem Lehm zu bevorzugen. Als Kalt- und Wärmekeimer ist eine zeitige Aussaat im Frühjahr durchzuführen, sobald die Böden frostfrei sind. Bei der Keimung dieser Art ist das Alter des Saatguts wichtig. Frisches Saatgut keimt zu 30 % innerhalb 2 Wochen. Abgelagertes Saatgut zu 45 % in 5 -10 Tagen. Bei der Aussaat ist unbedingt auf eine Ablage auf der Bodenoberfläche zu achten. Die Samenreife erfolgt im September. Die Ernte wird mit dem Mähdrescher durchgeführt.

#### ***Silene dioica*, Rote Lichtnelke:**

Die mehrjährige Staude erreicht eine Höhe bis 80 cm. Die Vermehrung dieser Pflanze erfolgt auf frischen Standorten mit guter Nährstoffversorgung in Direktsaat. Es werden keine besonderen Ansprüche an die Sätechnik gestellt.

#### ***Artemisia vulgaris*, Beifuß:**

Auf guten Standorten werden bei der mehrjährigen Staude Höhen bis 2 m erreicht. Als Wärme- und Lichtkeimer benötigt sie einen Aussaatzeitpunkt ab Mai. Das Korn muss auf die Bodenoberfläche abgelegt werden. Auf feines Saatbett ist dabei zu achten. An den Boden werden keine besonderen Ansprüche gestellt. Er sollte aber gut durchlüftet sein. Die Keimung erfolgt mitunter sehr verzögert, das Saatgut kann bis zu einem Jahr überliegen. Beifuß ist ein Spätblüher, der erst ab September zur Samenreife gelangt.

***Centaurea nigra ssp. gigantea*, Schwarze Flockenblume:**

*Centaurea nigra* steht bereits seit über fünf Jahren in der Sichtung. Eine Auslese von geeigneten Individuen hat inzwischen stattgefunden. Entsprechendes Saatgut wurde der LWG für die Projektdurchführung zur Verfügung gestellt. Hierbei handelt es sich um die Auslese *Centaurea nigra ssp. gigantea*. Diese Auslese der mehrjährigen, krautigen Staude erreicht eine Höhe bis 180 cm. Die viel versprechende Pflanze wird züchterisch bearbeitet. Die ersten Kultivare stehen auf dem Standort Guggenberg zur Sichtung.

***Malva alcea*, Rosenmalve:**

Die mehrjährige, relativ anspruchslose Art wird auf frischem, nährstoffreichem Standort vermehrt. Sie erreicht hier eine Höhe bis zu 120 cm. An die Sätechnik werden keine besonderen Ansprüche gestellt. Für den Wärmekeimer ist ein Saatzeitpunkt ab Mai zu bevorzugen. Die Samenreife erfolgt recht einheitlich ab August.

***Onobrychis viciifolia*, Esparsette:**

Der ausdauernde Schmetterlingsblütler wird bis 100 cm hoch. Ideale Vermehrungsstandorte sind tiefgründige, durchlässige und kalkhaltige Böden. Die Aussaat erfolgt ab Mai, in gut vorbereitetem Boden. Die optimale Saattiefe beträgt 2 – 3 cm.

***Silene alba*, Weiße Lichtnelke:**

Für den Anbau der zweijährigen Art sind auch etwas trockenere, kalkhaltige Böden ausreichend. Wichtig ist eine gute Nährstoffversorgung. Die Aussaat beginnt ab Mai auf feines Saatbett. Sie erreicht eine Höhe bis 100 cm. Sie blüht und fruchtet gleichzeitig, entsprechend ist die Samenreife sehr uneinheitlich. Ein später Erntetermin ab August ist vorzuziehen, da die Kapseln das Saatgut relativ lang halten können.

***Cichorium intybus*, Wegwarte:**

Auf guten Standorten erreicht die zweijährige Art eine Höhe bis 140 cm. Die Aussaat erfolgt ab Ende April in feines Saatbett. Das Saatgut sollte leicht abgedeckt werden. Frische durchlässige Böden sind zu bevorzugen. An die Düngung werden keine besonderen Ansprüche gestellt. Die Keimung vollzieht sich innerhalb 3 Wochen. Mit einer Samenernte ist im August des Folgejahres zu rechnen. Die Reifung des Samens erfolgt sehr unregelmäßig.

***Daucus carota*, Wilde Möhre:**

*Daucus carota* erreicht eine Höhe bis 100 cm und ist eine 2-jährige Pflanze. Die Aussaat erfolgt ab April auf das feine Saatbett. Sie keimt sehr unterschiedlich. Innerhalb von 10 Tagen keimt 25 % des Saatguts, der Rest innerhalb von 100 Tagen. Die anpassungsfähige Pflanze sollte auf nährstoffreichen, durchlässigen Lehmböden kultiviert werden. An die Düngung stellt sie keine besonderen Ansprüche.

***Dipsacus fullonum*, Wilde Karde:**

*Dipsacus fullonum* erreicht eine Höhe von bis zu 2 m und ist eine 2-jährige Pflanze. Der Anbau erfolgt im zeitigen Frühjahr. Das Saatgut wird flach in feines Saatbett gesät, wobei abgelagertes Saatgut verwendet werden sollte, da es eine höhere Keimrate (40 % innerhalb von 8 Tagen) als frisches Saatgut besitzt. An die Düngung werden keine besonderen Ansprüche gestellt. Bei dem Spätblüher werden die Samen ab September reif. Der Drusch erfolgt mit dem Mähdrescher.

### ***Melilotus alba*, Weißer Steinklee:**

*Melilotus albus* erreicht eine Höhe von bis zu 250 cm. Als weitere Erfolg versprechende Art zeigte sich *Melilotus albus*. Bei dieser Art wurde während der Vegetationsperiode 2009 mit der Auslese auf Spätreife und Massenwüchsigkeit begonnen.

Bei der anspruchslosen ein- bis zweijährige Pflanze ist auch ein Anbau auf ärmeren Böden möglich. Der Anbau erfolgt ab April, die Saattiefe sollte bei 1 – 2 cm liegen. Die Düngung erfolgt mit Phosphat und Kalium. Die Stickstoffselbstversorgung ist ausreichend.

### ***Echium vulgare*, Natternkopf:**

*Echium vulgare* erreicht eine Höhe von 160 cm und ist eine 2-jährige Pflanze. Natternkopf kann auch auf flachgründigen Böden kultiviert werden, wenn diese warm und durchlässig sind. Auf eine gute Stickstoffversorgung ist zu achten. Die Aussaat mit frischem Saatgut beginnt ab April auf feines Saatbett. Der Samen reift ab August. Die Ernte erfolgt mit dem Mähdrescher.

### ***Anthemis tinctoria*, Färberkamille:**

*Anthemis tinctoria* erreicht eine Höhe von bis zu 80 cm und hat eine Standzeit von 2-3 Jahren. Die Aussaat beginnt ab März/April in gut vorbereitetes Saatbett, das vor und nach der Saat gewalzt werden muss. Die Ablage des Saatkorns erfolgt so flach wie möglich. Die Keimung dauert 2-3 Wochen. Die robuste und anpassungsfähige Pflanze ist auch auf flachgründigen Böden anbaufähig, dazu sollte der Standort kalkreich und warm sein. Auf staunassen Böden werden nur ungenügend Fruchtstände gebildet. Das gleiche gilt für stickstoffhaltige Böden, deshalb ist eine Stickstoffdüngung zu unterlassen. Bei niedriger Mineralversorgung des Bodens sind 50 – 60 kg /ha K und 10 – 15 kg /ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ausreichend. Die Ernte der Samen erfolgt mit dem Mähdrescher.

***Verbascum thapsus*, Kleinblütige Königskerze:**

Die kleinblütige Königskerze erreicht eine Höhe bis 250 cm. Die zweijährige Art fruchtet im 2. Standjahr. Das sehr feine Saatgut wird ab Mai so flach wie möglich in ein feines Saatbett gesät. Frische nährstoffreiche Böden sind vorteilhaft. Die Keimung erfolgt innerhalb von 4 Wochen. Die Düngung kann relativ niedrig bemessen werden, 40 – 60 kg /ha N, 50 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 100 kg/ha K<sub>2</sub>O sind ausreichend. Die Samen reifen gleichmäßig im September. Die Bestände sind durch Mehltau, Wollblumenmotte und Wollblumenrüssler gefährdet, so dass rechtzeitig auf Pflanzenschutz zu achten ist.

Bei den zwei- und mehrjährigen Arten ist ein Saatgutertrag erst ab dem 2. Standjahr zu erwarten.

Einige viel versprechenden Arten werden von der Firma Saaten Zeller schon züchterisch bearbeitet, wobei die ersten Kreuzungen 2009 stattfanden und daraus entstandenes Pflanzenmaterial 2010 in den Zuchtgarten gebracht wurde.

Ziel der Züchtung soll ein stärkeres Massenwachstum, eine spätere und gleichmäßige Abreife sein.



**Bild 6:**

Bestand von *Centaurea nigra* (Gruppe 1)



**Bild 7:**

Selektionsfläche mit *Inula helenium* (Gruppe 2)

## (2) Heilpflanzen ohne regionalen Bezug:

### ***Malva verticillata*, Quirlmalve:**

*Malva verticillata* erreicht eine Höhe von 180 cm. Aus der Parzellensichtung mehrerer Herkünfte wird momentan *Malva verticillata* ssp. *crispa* ausgelesen und vielversprechende Genotypen zur Weitervermehrung selektiert. Für die Kulturpflanze wurden fünf Parzellen zur Sortensichtung eingerichtet, um einen geeigneten Wuchstyp für die weitere Verwendung im Projekt zu ermitteln.

Die Aussaat der einjährigen, aus China stammenden Art erfolgt ab März. Das Saatgut wird in 1-2 cm Tiefe abgelegt. An die Sätechnik werden keine besonderen Ansprüche gestellt. Lockere, gut erwärmbare, mittelmittlere Standorte sind zur Saatguterzeugung optimal. Der Bedarf an Grundnährstoffen ist mittelhoch.

***Althaea officinalis*, Eibisch:**

Die mehrjährige, bis 180 cm hohe Pflanze, benötigt tiefgründige, humose Sandböden mit mäßiger Feuchtigkeit. Die Aussaat erfolgt in Direktsaat im April. Die Aussaatstärke beträgt 4-5 kg/ha, das Saatgut wird ca. 1 cm tief abgelegt. Eine Aussaat Anfang August führt zu höheren Erträgen im Folgejahr und ist daher zu bevorzugen. Bei Kahlfrösten ist mit hohen Auswinterungsschäden zu rechnen. Der Eibisch ist besonders anfällig für Rostpilze und Malvenblattflöhe.

***Inula helenium*, Alant:**

*Inula helenium* erreicht eine Höhe von bis zu 220 cm. Für *Inula helenium* stehen derzeit 40.000 Pflanzen in der Anzucht. Aus diesen werden besonders wüchsige Individuen selektiert, weitervermehrt und anschließend im Projekt eingesetzt. Kriterien hierfür sind: mehrstängelig, horstig aufrecht wachsend und später blühend.

Für den Anbau der mehrjährigen Staude werden tiefgründige, humose, wasserhaltende Böden benötigt. Der Boden muss frei von Wurzelunkräutern sein. Eine Direktsaat ab Anfang August ist möglich, jedoch muss mit Unkrautproblemen gerechnet werden, da *Inula helenium* sich im Jugendstadium sehr langsam entwickelt. Eine bessere Alternative ist die Pflanzung von Jungpflanzen. Die Anzucht dauert 4-6 Wochen. Ein Pflanztermin ab Ende April ist zu bevorzugen. Der Reihenabstand beträgt 60 – 70 cm, der Pflanzabstand in der Reihe 30 – 40 cm.

*Inula* benötigt ca. 140 kg/ha N in zwei Gaben.

### ***Oenothera biennis*, Nachtkerze:**

*Oenothera biennis* erreicht eine Höhe von 200 cm. Die Nachtkerze kann in ein- und zweijähriger landwirtschaftlicher Kultur angebaut werden. Bei einjährigem Anbau erfolgt die Aussaat in der ersten Aprilhälfte, bei zweijähriger Kulturdauer werden die feinen Samen im Hochsommer flach gesät. Die Nährstoffansprüche der Nachtkerze sind gering. Krankheiten (*Septoria*, Falscher Mehltau) und Schädlinge (Nachtkerzenlaus, Erdfloh, Vogelfraß an Samenkapseln) können die Ernte jedoch beeinträchtigen.

Wie für viele züchterisch wenig bearbeitete Pflanzen typisch, reifen die Samen ungleichmäßig ab. Sind drei Viertel der Kapseln braun gefärbt, wird mit dem Mähdröschler geerntet.

### **(3) Wildpflanzen anderer Florenreiche**

- **Aufbereitung von Saatgut**

Für die Aufbereitung des Saatguts der Fremdherkünfte überwiegend aus Botanischen Gärten wurden Samenstände von 19 Arten im Auftrag der LWG gereinigt und Rückstellproben, soweit ausreichendes Saatgut gewonnen werden konnte, in das Kühllager gegeben. Aus dem Saatgut wurden durch die LWG Jungpflanzen angezogen und bereits 2008 zur Sichtung ausgepflanzt.

Im Februar 2010 wurde Saatgut von 26 Arten, die aus der Sichtungsarbeit der LWG als vermehrungswürdig eingestuft wurden, gereinigt und zur Wiederausbringung der LWG bereitgestellt. Aus diesen Saaten werden ebenfalls Jungpflanzen angezogen und zur Sichtung aufgefällt. Ein Teil wird (je nach Verfügbarkeit) direkt im Freiland angesät, um Aussagen über das Keimverhalten im Freiland zu treffen.



▪ **Anbauversuch von Arten aus verschiedenen Florenreichen**

Folgende Pflanzenarten werden derzeit im feldmäßigen Anbau getestet:

- *Datisca cannabina*, Scheinhanf:
- *Gaura biennis*: Zweijährige Präriekerze
- *Helenium autumnale*: Sonnenbraut
- *Sida hermaphrodita*: Riesenmalve
- *Silphium perfoliatum*: Becherpflanze
- *Solidago jejungii*
- *Solidago rigida*: Steife Goldrute
- *Rudbeckia maxima*: Riesen Sonnenhut
- *Rudbeckia triloba*: Braunäugige Susanne
- *Vernonia gigantea*: Riesen Scheinaster

Der Anbau erfolgte in 2 Varianten:

- Direktsaat
- Voranzucht und Pflanzung

▪ **Vorbereitung der Versuchsfelder am Standort Miltenberg**

In Fortführung der Sichtungsarbeiten wurden für 2010 weitere 3000 m<sup>2</sup> in der KW 17 im Sichtungsgarten Guggenberg angelegt sowie die Versuchsfelder aus dem Jahr 2009 weiterhin betreut. Im Frühjahr 2011 wurden die neuen Flächen für die Versuchsansaat 2011 vorbereitet und über das Jahr betreut.

### **3.3.5 Vorgehen bei der Bestandsgründung**

#### Direktsaat

Bei Standorten mit mittleren bis schweren Böden (Würzburg, Miltenberg, Dorsten) erfolgte die Bereitung eines feinkrümeligen Saatbetts mittels Grubber und Kreiselegge nach guter fachlicher Praxis. Die Sämaschine wurde dabei so eingestellt, dass das Saatgut oberflächlich auf dem Boden zu liegen kam. Nach der Aussaat wurden die Flächen mit einer Camebridge-Walze verfestigt, um einen guten Anschluss der Samen an die Bodenkrume zu gewährleisten.

Die Flächen auf Standorten mit sehr leichten, sandigen Böden (Oldenburg, Saterland) wurden kurz vor der Saat oberflächlich gepflügt und gegrubbert, ein Arbeitsgang mit Kreiselegge war auf den leichten Sandböden nicht erforderlich. Bei der Aussaat im Jahr 2009 musste das Verfahren modifiziert werden. Wegen der trockenen Witterungsbedingungen war die Bodenstruktur extrem locker. Um zu verhindern, dass das Saatgut der Lichtkeimer zu tief eingebracht wird und somit ein Auflaufen der Samen verhindert wird, wurde auf ein Walzen nach Ausbringung des Saatguts verzichtet. Ein leichtes Andrücken erfolgte jedoch durch den Nachläufer der Parzellensämaschine. Die zur Ansaat im Jahr 2009 verwendete Parzellensämaschine weist neun Ausläufe auf einer Arbeitsbreite von 1,88 m auf. Dies entspricht einem Abstand der Reihen von etwa 22cm.

Da sich zeigte, dass die Saatgutausbringung bei einigen Sämereien nicht gleichmäßig erfolgte, wurde im Jahr 2010 bei allen Parzellenversuchen eine Aussaat von Hand durchgeführt (nach Beimengung von Getreideschrot). Wie im Vorjahr herrschten trockene Witterungsbedingungen. Deshalb wurden die leichten, sehr lockeren Böden auf den Standorten im Nordwestdeutschen Tiefland bereits im Vorfeld mit einer Walze verfestigt und nach der Ansaat, wie auf den übrigen Standorten, nochmals gewalzt (unter Verwendung einer Glattwalze).

**Bild 8:**

Parzellensämaschine

Um die Stickstoffverfügbarkeit im Versuch kontrollieren zu können, wurde auf allen Standorten nicht mit Gülle oder Gärresten gedüngt, sondern jeweils Anfang Juni mit Kalkammonsalpeter, bzw. am Standort Würzburg mit Harnstoff. Zur Festlegung der Düngermenge wurden die im Frühjahr ermittelten Gehalte des Bodens an austauschbaren Ammonium- und Nitrat-Ionen in der Bodenlösung zugrunde gelegt. Die Menge des ausgebrachten Stickstoffs wurde so gewählt, dass auf allen Versuchstandorten in der oberen Bodenschicht (0-30cm Tiefe) 100kg pflanzenverfügbarer Stickstoff pro Hektar vorlagen.

#### Ansaattermine bei der Direktsaat

Die Bestandsgründung der Versuche zur Artensichtung in Güntersleben erfolgte Anfang Mai 2009 und Anfang Mai 2010 durch Direktsaat von Hand. Bei der überregionalen Versuchsanordnung wurde auf den bayerischen Standorten im Jahr 2009 am 20. und 21. 4. gesät, bei den niedersächsischen Standorten konnte wegen der höheren Bodenfeuchte die Aussaat erst eine Woche später am 27. und 28.4. 2009 erfolgen. Die Ansaattermine im Jahr 2010 lagen am 19. und 26.4. (in Bayern), 3. und 4. 5. (in Niedersachsen) sowie am 10.5. (in Nordrhein-Westfalen) und 2011 in Unterfranken am 8.4. und in Niedersachsen am 5. bis 7.4.2011.

### Bestandsgründung als Maisuntersaat

Die Maisuntersaaten konnten nicht nach Plan umgesetzt werden und sind deshalb nur als Tastversuch zu werten. Sie erfolgten in Maisbestände, die an die Versuchsfelder mit Direktsaat angrenzen. Im ersten Standjahr wurden von Landwirten oder Lohnunternehmern Mais gesät und geerntet, wobei wie auf benachbarten Mais-Praxisflächen vorgegangen wurde. Die Ansaat der Wildpflanzenmischung erfolgte in den jungen Maisbeständen von Hand. Geplant war, dass die Anlage der Maiskulturen von den Landwirten nach regional üblicher Methode durchgeführt wird, jedoch ohne den Einsatz bodenwirksamer Herbizide. Die Mischansaat sollte dann ca. im 8-Blatt-Stadium der Maispflanzen erfolgen. Am Standort Saterland entwickelte sich in den Maisbeständen eine hohe Spontanvegetation – wahrscheinlich war die Herbizidbehandlung wegen dem zu späten Anwendungstermin (18.06.2009) nicht mehr ausreichend wirksam. Am Standort Oldenburg wurden 2009 ungeplant bodenwirksame Herbizide eingesetzt. Um die Entwicklung der zwei- bis mehrjährigen Wildarten nicht zu gefährden, erfolgte die Untersaat dort erst nach einer Wartezeit von ca. 4 Wochen nach Bearbeitung der oberen Bodenschicht mit einem Krail. Die Maispflanzen waren zu diesem Zeitpunkt bereits etwa 2m groß, wodurch die Etablierung der Wildpflanzen vorrausichtlich erschwert war. Die zweiten Ansaaten (2010) wurden an den niedersächsischen Standorten im Frühjahr 2011 im Zuge der Ackerbestellung umgepflügt, so dass diese Versuche nicht untersucht werden konnten.

### **3.3.6 Feldaufgang**

Zur Ermittlung des Feldaufgangs der einzelnen Arten wurde im Jahr 2009 auf definierten Teilstücken der Reinansaatparzellen einer Größe von 1m x 2m die Anzahl der Keimlinge gezählt. Die Zählungen erfolgten an drei Terminen im Zeitraum zwischen 2 und 6 Wochen nach Ansaat. Bei ein- und zweijährigen Arten wurden die Zählungen jeweils nur auf der Teilparzelle mit der höheren Saatstärke durchgeführt.

### **3.3.7 Beschreibung von Struktur und Entwicklungszustand der Pflanzenbestände**

Die Bestände auf den Mischparzellen wurden regelmäßig fotografiert und beschrieben, um ihre Entwicklung zu dokumentieren. Eine umfangreiche Bonitur erfolgte regelmäßig direkt vor der Probeernte (Kapitel 3.3.8). Sie umfasst Angaben zum Entwicklungszustand der Pflanzen und zur Struktur des Bestands. Des Weiteren wurde die Höhe der Hauptschicht und der Überhälter ermittelt und, in Anlehnung an Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, J. 1964), die prozentuale Deckung der einzelnen Arten geschätzt. Diese Angaben erfolgten zusätzlich aufgeschlüsselt für die Gruppen „gesäte Arten“, „spontane Kräuter“ und „spontane Gräser“. Zur Beschreibung des Entwicklungszustands der angesäten Pflanzen wurde der BBCH-Wert der einzelnen Pflanzenarten (Meyer, U. 2001) angegeben. Bewertet wurde nur der Entwicklungszustand zwischen BBCH 31 (Triebentwicklung 1-Knoten-Stadium) und BBCH 69 (Ende der Blüte, Fruchtansatz sichtbar). Spätere Entwicklungsstufen wurden zusammengefasst. Durch die Erfassung des BBCH sollte festgehalten werden, ob im Erntematerial bereits reife Samen vorliegen. Eine Ernte nach BBCH 69 war nicht vorgesehen. Dadurch soll von vornherein ausgeschlossen werden, dass in der späteren Praxis Samen durch eine Gärrestaubsbringung, wie sie üblicherweise zur Düngung durchgeführt wird, ungeplant auf die Flächen gelangen können.

### **3.3.8 Probeernte**

Auf den Parzellen der überregionalen Versuchsanstellung erfolgten erste Probeerntes bei TM-Gehalten ab 25%. Bei den Mischansaaten wurden alle Parzellen beprobt, bei den Reinansaaten erfolgte die Ernte nur in dem jeweiligen Ertragsjahr der Art und nur für Parzellen mit einer prozentualen Deckung von mindestens 50% durch die gesäte Art. Bei ein- und zweijährigen Arten handelte es sich dabei ausschließlich um Teilparzellen mit der höheren Saatstärke.

Zur Eingrenzung des Erntetermins wurde im Zeitraum vor der voraussichtlichen Ernte in etwa zweiwöchigen Abständen von zwei bis drei Pflanzen der einzelnen Arten der TM-Gehalten bestimmt. Dabei wurden Pflanzen außerhalb des Bereichs für die Probenernte entnommen, die hinsichtlich Größe und Entwicklungszustand mit dem dominierenden Anteil der Pflanzen der jeweiligen Art übereinstimmen. Bei den

Mischansaaten wurden zur Festlegung des Erntetermins die TM-Gehalte der dominierenden Einzelarten zugrunde gelegt.

Bei Versuchsvarianten, bei denen der TM-Gehalt bei der ersten Probeernte im Mittel noch unter 27% lag, wurde meist einige Wochen später auf einer benachbarten Teilfläche eine weitere Ernte durchgeführt. In der Auswertung wurde für die einzelnen Standjahre dann der jeweils günstigere Zeitpunkt ermittelt. Auswahlkriterium war dabei der höhere Methanhektarertrag (Mittelwerte der einzelnen Versuchsvarianten). In der weiteren Auswertung wurden nur die Daten dieser Zeitpunkte verwendet.

Die Probenernten erfolgten als Kernbeerntung in definierten Teilflächen der Parzellen. Die Teilflächen von zwei (bei den Reinansaaten) bzw. vier Quadratmetern (bei den Mischansaaten) wurden direkt vor der Ernte mit 2m langen Stäben markiert. Im markierten Bereich wurden alle Pflanzen etwa 15 cm über dem Boden abgeschnitten. Die Erträge wurden getrennt für die gesäten Arten und die spontanen Arten bestimmt.

Bei den Ansaaten im Jahr 2009 wurden zusätzlich auch die einzelnen gesäten Arten getrennt gewogen (nur an den Standorten Oldenburg, Güntersleben und Miltenberg). Für weitere Analysen wurde das Erntematerial gehäckselt, wobei überwiegend zwischen 0,5 und 1cm lange Teilstücke entstanden. Bei einem Teil der Parzellen wurde das frische, gehäckselte Erntematerial sofort auf 4°C gekühlt und anschließend zur Untersuchung von Methanausbeute und Ligningehalt an das Labor Gewitra in Bonn bzw. ab 2010 an das Labor des Landesbetriebes Hessisches Landeslabors (LHL) Eichhof geschickt. Die Analysen erfolgten dabei getrennt für die gesäten und spontanen Arten. Bei der Berechnung der Methanausbeute der Gesamtmischung flossen die Ergebnisse dieser beiden Artengruppen anteilig ein. Zur Bestimmung des TM-Gehalten wurde eine Teilmenge des frischen, gehäckselten Erntematerials gewogen und getrocknet (Kapitel 3.3.9). Bei den getrennt gewogenen Arten erfolgte eine zusätzliche Trockenmassebestimmung an Parallelproben ganzer Pflanzen. Dieses Vorgehen ermöglichte orientierende Hochrechnungen zu den Artanteilen in der Frisch- und Trockenmasse der Flächenernte.

### 3.3.9 Laboruntersuchungen

#### Keimtest

Damit Aussagen über das Keimverhalten der ausgewählten Arten getroffen werden können, wurden Ende Februar 2009 und ab Mai 2010 Keimtests durchgeführt. Für die Keimtests wurden von jeder Art drei mal 100 Samen abgezählt und zur Bestimmung des Tausendkorngewichts gewogen. Da es sich bei einigen Arten um wenig bekannte Pflanzen handelt, wurden alle Samenproben fotografiert, um sie später in einer Mischung wieder zu identifizieren. Danach wurden die Proben im Gewächshaus bei 18°C und konstanter Wasserversorgung über Ebbe/Flutische ausgesät. Als Ansaatsubstrat wurde leicht aufgedüngtes Substrat vom Typ „Presstopf“ der Fa. Patzer verwendet. Die Aussaatschalen wurden vorher sterilisiert, um etwaige Pilzinfektionen auszuschließen. Das Auflaufergebnis wurde täglich protokolliert. Die Daten dienen unter anderem als Grundlage zur Ermittlung der Saatstärke für die Versuchflächen.

#### Trockenmassegehalt des Pflanzenmaterials

Bei der Probeernte erfolgte die TM-Bestimmung an Teilproben des gehäckselten und durchmischten Erntematerials, bei der Ermittlung des Erntetermins an den ganzen Pflanzen. Die Pflanzenproben wurden direkt nach den Probenahmen bzw. nach dem Häckseln gewogen und später bei 103°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen.

#### Analysen von Pflanzenmaterial und Bodenproben

Auf allen Standorten wurden im Frühjahr 2009 und 2010 Bodenproben entnommen (jeweils Mischproben der einzelnen Blöcke in 0-30cm, 30-60cm und 60-90cm Tiefe) und der Gehalt an austauschbaren Ammonium- und Nitrat-Ionen ermittelt und der pH-Wert in der Bodenlösung bestimmt. Die Analysen dienen unter anderem der Festlegung der Düngermenge. Sie erfolgten durch das hausinterne Labor der LWG, Sachgebiet Analytik.

Zur Ermittlung von Methanausbeute und Ligningehalt wurde gehäckseltes und bei –16°C eingefrorenes Pflanzenmaterial der Standorte Oldenburg und Güntersleben an das Labor Gewitra in Bonn (Daten von 2009) bzw. des LHL Eichhof (2010) geschickt. Für die Bestimmung der Methanausbeute wurde ein Batch-Tests nach VDI-Richtlinie

4630 durchgeführt. Der Batchtest erfolgte in dreifacher Wiederholung nach Durchschnittswert über die Messperiode bei 35-tägiger Verweilzeit im Fermenter. Die Gasausbeute wurde auf die organische Trockensubstanz bezogen, die an einer Teilprobe des durchmischten Pflanzenmaterials ermittelt wurde.

### 3.3.10 Statistische Auswertung

Im Allgemeinen wurde der Mittelwert und die Standardabweichung für die einzelnen Versuchsvarianten und Standjahre berechnet und graphisch dargestellt. Bei dem Versuch zur überregionalen Mischungsentwicklung wurde für wiederholungsscharf erhobene Merkmale zusätzlich eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit den Hauptfaktoren „Standort“ (4 Stufen), „Artkombination“ (4 Stufen), und „Saatstärke“ (2 Stufen) sowie den Wechselwirkungen „Artkombination\*Standort“ und „Saatstärke\*Standort“ gerechnet. Die Daten wurden zur Einhaltung der Voraussetzungen (Homoskedastizität und Normalverteilung) folgendermaßen transformiert:

$$x = \log(x+1) \quad (\text{Trockenmasseertrag [t/ha], Bestandeshöhe [cm]})$$

$$y = \arcsin \frac{\overline{x}}{100} \quad (\text{Trockenmassegehalt [%], Deckung durch spontane Arten [%]})$$

Bei der Varianzanalyse konnte für den Faktor „Saatstärke“ in nur einem Fall ein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden (für das Merkmal „projektive Deckung der spontanen Arten“ im 1. Standjahr, vgl. Kapitel 3.4.5.1). Deshalb wurden die Daten der beiden Saatstärke-Varianten zur besseren Übersichtlichkeit für die graphische Darstellung zusammengefasst.

Das Signifikanzniveau der Faktoren „Standort“ und „Artkombination“ wird in den Graphiken angegeben ( $p < 0,05$  (\*),  $p < 0,01$  (\*\*),  $p < 0,001$  (\*\*\*) bzw. nicht signifikant (n.s.)). Für diese Faktoren wurden außerdem getestet, ob Unterschiede zwischen den einzelnen Stufen bestehen (Test nach Tukey-Kramer,  $p < 0,05$ ). Signifikante Unterschiede zwischen den Stufen werden durch unterschiedliche Großbuchstaben symbolisiert.



## 3.4 Ergebnisse der Anbauversuche

### 3.4.1 Keimfähigkeit und Feldaufgang der im Saatgut enthaltenen Arten

Im **Keimversuch unter kontrollierten Bedingungen** zeigte sich eine immense Variation der Keimraten. Sogar innerhalb der einzelnen Arten wurden je nach Ansaatjahr oder Saatgutcharge größere Unterschiede festgestellt. Die höchsten Keimraten wurden erwartungsgemäß bei den einjährigen Arten erreicht, jedoch auch einige gebietsfremde Stauden zeigten ein gutes Keimergebnis von 80 bis 90%. Bei allen vier Artengruppen (einjährige Arten, zweijährige Arten, heimische Wildstaudenarten und Wildstaudenarten fremder Florenreiche), wies der überwiegende Anteil der Arten Keimraten von mindestens 20% auf. Sehr niedrige Keimraten von weniger als 20% wurden fast ausschließlich bei Stauden ermittelt. Insbesondere bei einigen heimischen Wildstaudenarten wurde im ersten Versuchsjahr (2009) eine sehr schlechte Keimfähigkeit festgestellt, die meist mit einer langen Keimdauer verbunden war. Bei den Arten dieser Gruppe handelt es sich häufig um besonders feine Sämereien mit geringem Tausendkorngewicht. In den folgenden Versuchsjahren (2010 bis 2011) lag das Keimergebnis bei den meisten der betreffenden Arten deutlich höher, gleichzeitig nahm auch die Keimdauer ab.

Eine Ursache dafür könnte in einem verbesserten Verfahren bei der Saatgutproduktion liegen, beispielsweise in der Optimierung des Erntezeitpunkts bei der Saatgutgewinnung. Geringe Keimraten unter Laborbedingungen könnten auch durch die Neigung zum Überliegen bei vielen heimischen Wildstaudenarten bedingt sein. In vorangegangener Projekten der LWG wurde festgestellt, dass bestimmte Arten auch noch ein bis drei Jahren nach der Saat erstmalig auf Freilandflächen nachweisbar sein können (Quelle: Flyer; Wer Vielfalt sät..., Lebensraum Brache, 2007).

Die noch starken Schwankungen der Keimfähigkeit innerhalb der Staudenarten unterstreichen die große Bedeutung der Keimtests für die Kontrolle der Anzahl keimfähiger Samen pro Fläche bei der Ansaat. Für die Versuchsmischungen wurde deshalb zunächst für die einzelnen Arten die gewünschte Anzahl keimfähiger Samen pro Fläche festgelegt und daraus die dafür erforderlichen Saatgutmengen berechnet. Gerin-

ge Keimraten wurden somit für den Versuch durch entsprechend erhöhte Saatstärken der betreffenden Arten ausgeglichen.



**Bild 9:**

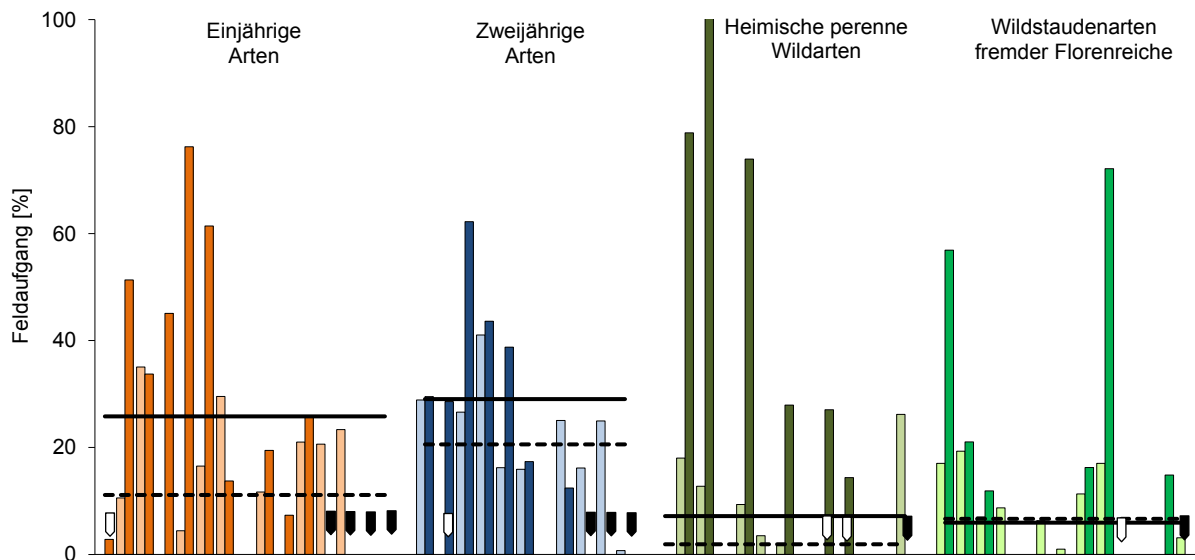
Keimlinge von *Lavatera trimestris*



**Bild 10:**

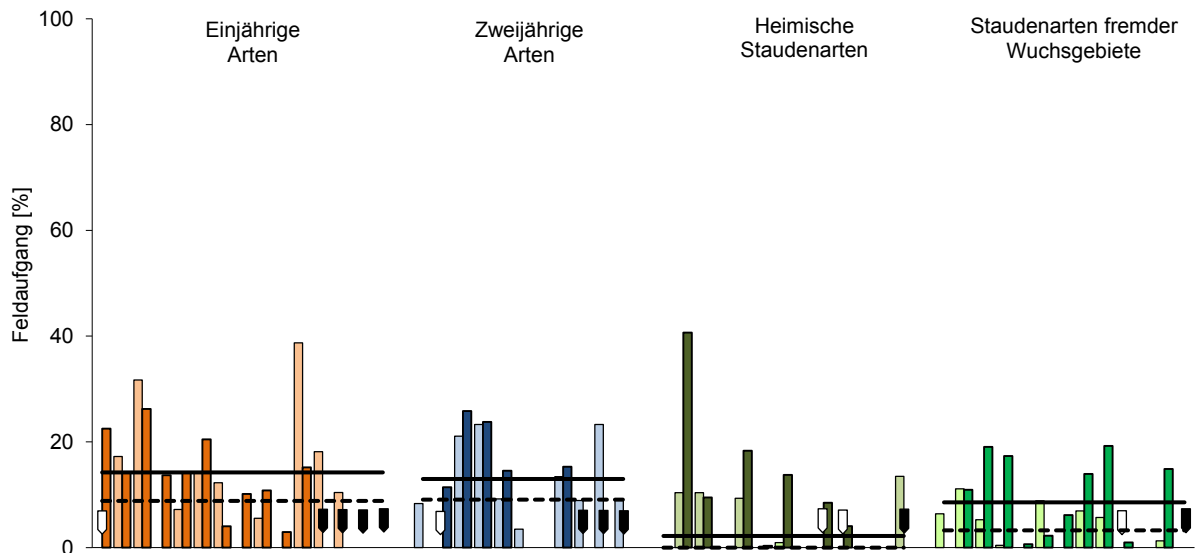
Saatgut von *Centaurea scabiosa*

**Bei der Freilandaussaat des überregionalen Parzellenversuchs** bestätigte sich das grundsätzliche Ergebnis höherer Keimlingszahlen in der Gruppe der ein- und zweijährigen Arten. Für fast alle Arten dieser Gruppen konnte ein Feldaufgang festgestellt werden (Abb. 9 und 10). Bei einigen Staudenarten mit höheren Ansprüchen an die Wasserversorgung (z. B. *Epilobium hirsutum*) wurden an keinem Standort Keimlinge oder Jungpflanzen gefunden, obwohl sie unter Laborbedingungen ein gutes Keimergebnis zeigten. Vermutlich konnten sie sich infolge der sehr trockenen Witterungsbedingungen im Frühsommer nicht im Freiland etablieren. Die Keimlingszählungen führten in beiden Untersuchungsjahren am Standort bei Würzburg zu höheren Werten als am Standort bei Oldenburg (vgl. Abb. 9 und 10). Gleichzeitig waren die im Freiland festgestellten Keimlingszahlen im Frühsommer 2010 fast durchwegs höher als im Vorjahr (2009). Dies gilt auch für den Standort bei Oldenburg) obwohl dort während der frühen Etablierungsphase im Frühjahr 2010 extrem aride Bedingungen herrschten (vgl. Kapitel 3.3.3). Ein abweichendes Ergebnis erhält man, wenn man die Samen der in den Versuchsmischungen enthaltenen Mengen betrachtet. Hier wurde – in Übereinstimmung mit der geringen Pflanzendichte im späteren Verlauf der Vegetationsperiode – ein geringerer Feldaufgang für die einjährigen Arten berechnet (Kapitel 3.3.6).



**Abb. 9:**

**Mittlerer Feldaufgang** bei den Reinansaatensorten des Standorts bei **Würzburg** (Franken) im Jahr 2009 (helle Säulen) und im Jahr 2010 (kräftig gefärbte Säulen), berechnet als prozentualer Anteil der ausgebrachten Samen. Verschiedene Farbtöne repräsentieren ein- (orange), zwei- (blau) und mehrjährigen Arten heimischer (gelbgrün) und fremdländischer Herkunft (olivgrün). Die Linien markieren den Median für die Arten innerhalb der Gruppen im Jahr 2009 (gestrichelte Linien) und im Jahr 2010 (durchgezogene Linien). Die Pfeile kennzeichnen Fehlwerte, die durch die von 2009 nach 2010 geänderte Artenzusammensetzung bedingt sind (schwarz: verworfene Art, weiß: erst ab 2010 verwendete Art).



**Abb. 10:**

**Mittlerer Feldaufgang** bei den Reinansaatensorten des Standorts bei **Oldenburg** (Nordwestdeutsches Tiefland) im Jahr 2009 (helle Säulen) und im Jahr 2010 (kräftig gefärbte Säulen), berechnet als prozentualer Anteil der ausgebrachten Samen. Zur Sortierung der Arten und zur näheren Erläuterung siehe Abb. 9.

### 3.4.2 Saatstärke und Feldaufgang der Versuchsmischungen

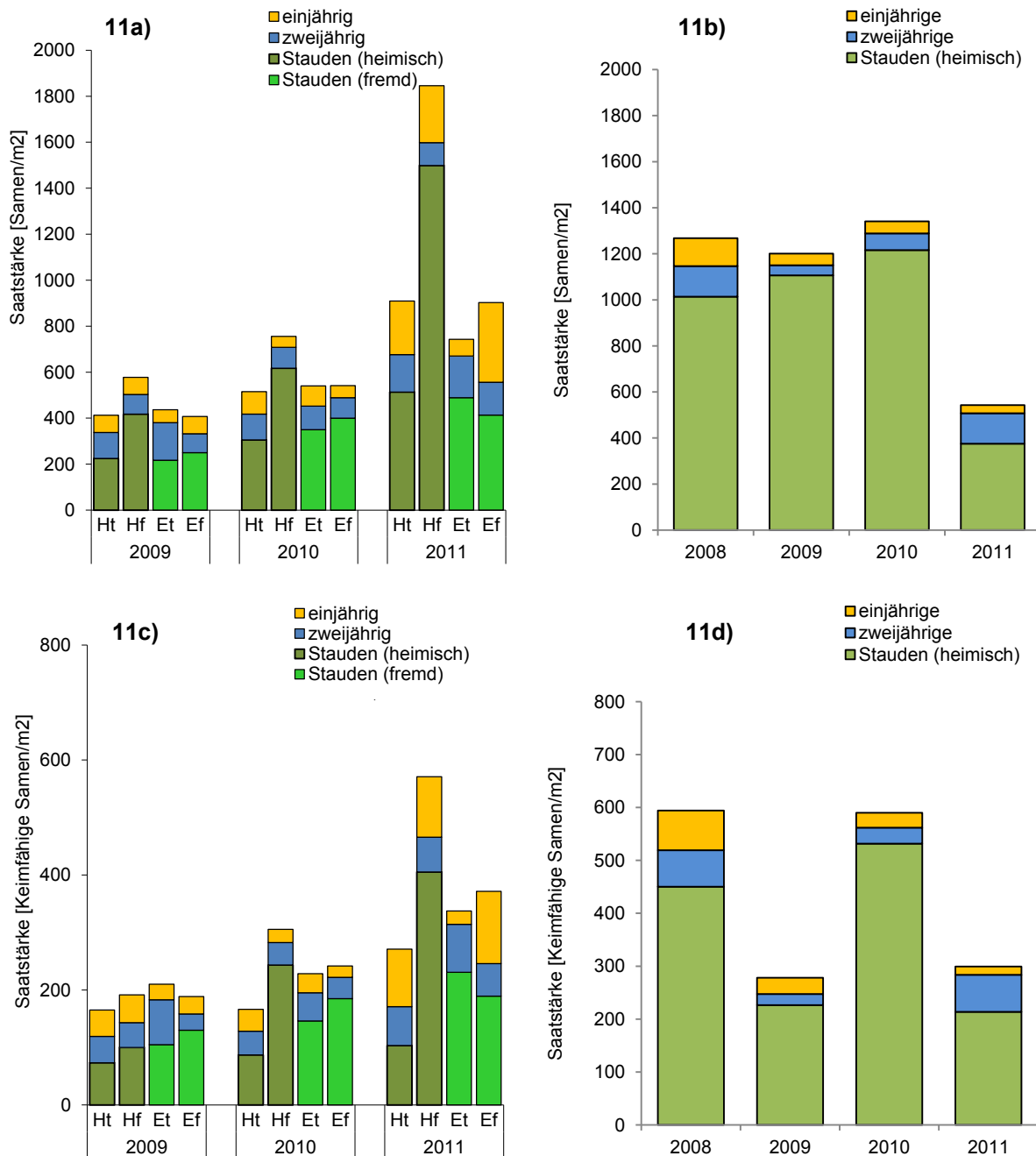
Wegen der (noch) starken Variation der Keimraten vieler in den Mischungen verwendeten Wildpflanzenarten ist es aussagekräftiger, bei der Saatstärke nicht die Gesamtzahl der Samen zu betrachten (Abb. 11a und 11b), sondern auch die Keimfähigkeit der entsprechenden Saatgutchargen zu berücksichtigen. Deshalb wurde die Saatstärke der einzelnen Versuchsmischungen auch auf die keimfähigen Samen bezogen berechnet (Abb. 11c und 11d). Zusätzlich wurde der Feldaufgang geschätzt, indem die Keimlingszählungen aus den Reinansaatens zugrunde gelegt und entsprechend der Artanteile im Saatgut gewichtet wurden (Abb. 12). In den Abb. werden jeweils die Saatstärke und der Feldaufgang der Praxistestmischungen und der Versuchsmischungen mit regulärer Saatstärke gezeigt, die Daten für die Mischungsvarianten mit reduzierter Saatstärke und für die Maisuntersaat können daraus direkt abgeleitet werden (um 66% reduzierte Saatstärke der ein- und zweijährigen Arten bzw. ohne einjährige Arten, vgl. Kapitel 3.3.1(2)).

Bei den ersten Ansaaten im Jahr 2009 lag bei den Mischungen die Saatstärke der ein- und zweijährigen Arten bei bis zu 50 keimfähigen Samen pro m<sup>2</sup>, bei den Stauden bei maximal 170 keimfähigen Samen pro m<sup>2</sup>. Teilweise wurde auch eine geringere Saatstärke gewählt, beispielsweise, wenn Arten mit erfahrungsgemäß gutem Feldaufgang (z. B. bei den einjährigen Arten der Praxistestmischung) oder mit sehr breitem Habitus enthalten waren (z. B. *Cosmea bipinnata* in Mischung H/t), die sich nicht in zu großer Dichte etablieren sollten. Arten mit eher schlechtem Feldaufgang, geringer Etablierungsrate oder schmaler Wuchsform führten dagegen zu höheren Saatstärken. Für die erste Festlegung der Anteile in den Versuchsmischungen wurden die Erfahrungen mit verschiedenen wildartenreichen Saatgutmischungen zugrunde gelegt, die in vorhergehenden Projekten der LWG gewonnen wurden (u. a. „Mit Biotopverbund in die Kulturlandschaft des 2. Jahrtausend...“, Abschlussbericht, LWG 2005). Auch bereits vorliegende Analysen zur Methanausbeute wurden berücksichtigt.

Bei der Praxistestmischung konnte bei der Festlegung der Saatstärke für 2009 bereits auf erste Erfahrungen bei Ansaatversuchen unter Praxisbedingungen zurückgegriffen werden, die im Jahr 2008 erfolgten (Abb. 11d, links). Auf diesen Versuchsfeldern entwickelten sich häufig extrem dichte, einjährige Bestände, unter denen sich –

trotz der hohen Saatstärke dieser Artengruppe - kaum Stauden etablierten. Deshalb wurde bei dieser Mischung ab 2009 eine deutlich niedrigere Saatstärke der ein- und zweijährigen Arten gewählt als bei den Erstansäen.

Die Artenzusammensetzung und Artanteile bei den einzelnen Mischungen wurden in den folgenden Aussaatjahren modifiziert, um Etablierungserfolg, Biomasse- und Methanertrag zu optimieren (vgl. Kapitel 3.4.4). Bei der Aussaat im Jahr 2010 betrafen die Veränderungen überwiegend einjährige Arten, weil zu diesem Zeitpunkt nur für diese Artengruppe umfangreiche Ergebnisse vorlagen. Auch wurde in 2010 und nochmals 2011 die Saatstärke der Stauden etwas erhöht. Die hohe Saatstärke bei der Praxismischung in 2010 sind durch die starke Zunahme der Keimfähigkeit von *Artemisia vulgaris* bedingt, deren Keimergebnis wegen der späten Lieferung und der langen Keimdauer bei der Ansaat noch nicht vorlag. Weil bei den Ansaaten 2010 die Pflanzendichte der einjährigen Bestände sehr gering war, wurde auch die Saatstärke einiger einjährigen Arten etwas nach oben korrigiert.

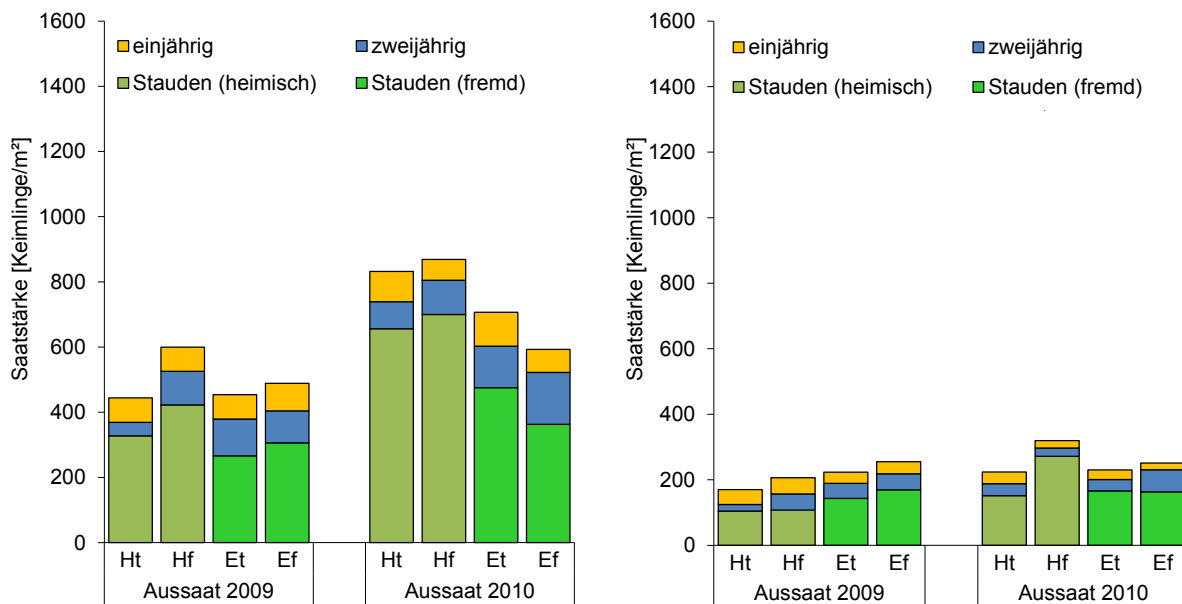


**Abb. 11 a bis d:**

**Saatsstärke der Versuchsmischungen** (Abb. 11a&c) und der **Praxismischungen** (Abb. 11b&d) berechnet als Anzahl der **Samen pro m<sup>2</sup>**. (Abb. 11a&b) und als Anzahl der **keimfähigen Samen pro m<sup>2</sup>**. (Abb. 11c&d)

Die Saatsstärken werden jeweils für die erste (2009), zweite (2010) und dritte Versuchsanlage (2011) dargestellt, bei der Praxismischung (Abb. 11b und d) wird zusätzlich die Ausgangsmischung von 2008 gezeigt

Bei den Berechnungen des **Feldaufgangs** der einzelnen Mischungen bestätigt sich das grundsätzliche Ergebnis höherer Keimlingszahlen am Standort Würzburg und allgemein höheren Werten für die zweite Ansaat im Jahr 2010 (vgl. Kapitel 3.4.2; für 2011 nicht bestimmt). Für den Standort Oldenburg unterschieden sich die Ergebnisse bei den Artengruppen: Bei den Stauden war die Anzahl der Keimlinge ebenfalls im Jahr 2010 höher, während sie bei den einjährigen Arten gegenüber dem Vorjahr abnahm. Die nach der Aussaat im Jahr 2010 sehr niedrigen Keimlingszahlen einjähriger Arten ist vermutlich eine der Ursachen für die weitere Entwicklung der betreffenden Versuchsflächen bei Oldenburg, auf denen im ersten Standjahr (2010) nur sehr lückige Bestände aufwuchsen. Hinzu kommt vermutlich, dass ein Teil der Samen zunächst keimte und erst später (nach den Zählungen zum Feldaufgang) bei den extrem trockenen Witterungsbedingungen im Frühsommer vertrocknete. Wie aufgrund des guten Feldaufgangs der Stauden zu erwarten, bildeten sich in den folgenden Standjahren dagegen dichte Bestände aus.



**Abb. 12 a und b:**

**Feldaufgang am Standort Würzburg (15a) und Oldenburg (15b) nach Aussaat der Saatgutmischungen bei der ersten (2009, links) und der zweiten Versuchsanlage (2010, rechts), berechnet als aufgelaufene Samen pro m<sup>2</sup>. Nähere Erläuterung siehe Text.**

### 3.4.3 Saatgutproduktion

Für die wildartenreichen Mischansaaten steht Saatgut in ausreichenden Mengen für größere Parzellen- und Praxisversuche oder eine großflächigere Umsetzung zur Verfügung.

Von folgenden Arten wird 2013 ein Stamm zum Sortenschutz angemeldet:

- *Tanacetum vulgare*
- *Centaurea nigra*
- *Inula helenium*

Die erste Sichtung dieses Pflanzenmaterials erfolgte in 2011.

Folgende Arten wurden aus dem Anbau genommen:

- *Datisca cannabina*; sehr frostempfindlich
- *Gaura biennis*; keine Abreife in unserer Klimazone
- *Solidago jejungii*; möglicherweise invasiv
- *Solidago rigida*; möglicherweise invasiv
- *Rudbeckia maxima*; geringer Biomasseproduktion, Saatgut reift in unserer Klimazone nicht ab.
- *Rudbeckia triloba*; möglicherweise invasiv

Die nachfolgenden Arten werden weiter getestet:

*Sida hermaphrodita*; Saatgutproduktion möglich, guter Biomasseproduzent, möglicherweise invasiv.

- *Silphium perfoliatum*; Saatgutgewinnung möglich, mit hohem Aufwand verbunden.
- *Vernonia gigantea*; wird züchterisch auf gleichmäßige Abreife bearbeitet. Guter Biomasseproduzent. Saatgutproduktion ist möglich. Möglicherweise invasiv

Erste ausgelesene Stämme von *Melilotus alba* wurden in 2011 in Phöben beernten.



### Direktsaat:

Eine Direktsaat ist in Reinkultur ist bedingt nicht zu empfehlen, da viele Arten eine langsame Keimung und Jugendentwicklung aufweisen und dem Unkrautdruck im feldmäßigen Anbau nicht gewachsen sind. Einige Arten hatten zwar einen hervorragenden Feldaufgang. Weil zu befürchten war, dass sie bei zu später Ernte und damit verbundener Samenreife invasiv werden könnten, wurden sie aus der Produktion genommen.

- *Silene dioica:*

Die besten Keimergebnisse sind bei der Frühjahrsaussaat zwischen März und Mai zu erwarten. Unter guten Bedingungen keimen 50 % der Samen bereits nach 3 Tagen, weitere 40 % innerhalb einer Woche. Eine Aussaat im Zeitraum August-September birgt im Anbaugebiet Guggenberg und Güntersleben die Gefahr einer verzögerten Keimrate durch mangelnde Niederschläge. Die Ernte der reifen Samenkapseln erfolgte per Drusch ab Mitte Juli.

- *Artemisia vulgaris*

Falls im September kühle und feuchte Witterungsverhältnisse vorliegen, wie im Herbst 2010, besteht ein hohes Risiko, dass das Saatgut nicht genügend ausreift, was Keimraten unter 30 % zur Folge haben kann.

- *Centaurea nigra ssp. gigantea*

Der optimale Saatzeitpunkt liegt im Mai, auf frischen, gut durchlüftetem Boden. Eine gute Bodenvorbereitung ist äußerst wichtig. Das Saatbett muss feinkrümelig sein. Das Saatgut keimt vollständig innerhalb eines Monats. Die spätblühende Art gelangt zur Samenreife ab August im 2. Standjahr. Die Samenreife erfolgt sehr unregelmäßig und kann sich über einen längeren Zeitraum bis zu einem Monat erstrecken. Regelmäßige Kontrollen der reifenden Bestände sind äußerst wichtig, um den optimalen Erntezeitpunkt zu ermitteln. Die Ernte erfolgt per Drusch mit dem Mähdrescher.

- *Malva alcea*

Sie ist anfällig für den Malvenrost. Zur Vermeidung erheblicher Ertragseinbußen sind beim Auftreten des Malvenrosts und des Malvenerdflohs Pflanzenschutzmaßnahmen nötig.

- *Onobrychis viciifolia*

Die verwendete, einschnittige Varietät „*communis*“ gelangt erst im 2. Standjahr zu Blüte. Die Samenreife erfolgt einheitlich ab Mitte Juli und wird per Drusch durchgeführt. Die Esparsette stellt keine hohen Ansprüche an den Pflanzenschutz. Auf den Vermehrungsflächen zeigt sie sich konkurrenzstark und gesund.

- *Daucus carota*

Krankheiten und Schädlinge wurden nicht beobachtet. Die Samenreife erfolgt recht einheitlich ab September.

- *Dipsacus fullonum, Echium vulgare, Anthemis tinctoria, Inula helenium*

Krankheiten und Schädlingen wurden keine beobachtet.

- *Melilotus alba*

Während der Trockenperiode im Juli 2010 konnte keine Wuchsdepression beobachtet werden. Die Pflanze ist robust und gesund. Hin und wieder tritt eine geringe Neigung zu Mehltau auf, die aber nicht ertragsmindernd ist.

- *Malva verticillata*

Es besteht die Gefahr, dass wie 2010 beobachtet, die Bestände durch eine zu kurze Vegetationsperiode nicht angemessen ausreifen, was schlechte Keimraten zur Folge hat. Die Ernte der Samenstände wird per Mähdrescher durchgeführt.

### Voranzucht und Pflanzung:

Die Voranzucht im Herbst 2009 und Auspflanzung ab April 2010 war erfolgreicher. Trotzdem verläuft die Jugendentwicklung sehr langsam. Die Kulturen konnten nur unter erheblichen Pflegeaufwand geführt werden. *Sida hermaphrodita*, *Silphium perfoliatum* und *Vernonia gigantea* wurden beerntet. Die Saatgutqualitäten auf unserem Standort 400 m über NN führten zu einer späten Abreife und eine Beerntung zum Teil erst Anfang November.

Bei den nicht heimischen Arten zeigt sich in den Vermehrungsbeständen eine gute Winterfestigkeit, allerdings war 2010 die Abreife auf unserem Standort Guggenberg nicht befriedigend.

Hier muss nach Standorten mit einer deutlich längeren Vegetationszeit gesucht werden.

Durch die Biologen der Firma Saaten-Zeller wurden die heimischen Arten in verschiedenen Regionen besammelt. 2010 erfolgte dies vorrangig im Ostdeutschen Tiefland, da hier einige Arten vermutlich auf Grund der Boden- und Klimaverhältnisse nach unserer Wahrnehmung andere Wurzelsysteme als in Süddeutschland ausbilden.

Hierzu wurden 2011 auch genetische Untersuchungen durchgeführt. In einem Kooperationsprojekt mit der Universität Osnabrück und Saaten-Zeller konnte gezeigt werden, dass molekulare Marker für die Chargenrückverfolgung von Wildpflanzensaatgut genutzt werden können. In dem vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung geförderten Projekt wurden in einem Feldversuch von Schafgarbe Individuen aus drei unterschiedlichen Ursprungsregionen mit DNA Fingerprinting untersucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass sich etwa 80 % der Schafgarbe-Individuen allein mittels ihrer genetischen Muster der korrekten Ursprungsregion zuordnen lassen.

#### **3.4.4 Reinbestände: Entwicklung, Biomasseertrag und Methanausbeute einzelner Pflanzenarten**

Bei den zur Biogasgewinnung untersuchten Pflanzen handelt es sich überwiegend um hochwüchsige Arten, weshalb sich aus den Reinansaat - entsprechend der Entwicklungszeiten der Arten - im ersten oder zweiten Standjahr hohe Bestände entwickelten. Dichte und Höhe des Pflanzenbewuchses variierte in Abhängigkeit von Feldaufgang und Habitus der Arten. Auf Flächen, auf denen die gesäten Arten in geringer Anzahl aufliefen oder wegen ihrer Wuchsform keine geschlossene Pflanzendecke bildeten, entwickelten sich verstärkt spontane Beikräuter.

Bei den Reinansaat einjähriger Arten im Jahr 2009 wurden die Wildstauden *Salvia pratensis* und *Centaurea jacea* (vgl. Kapitel 3.2.2, 1)) beigemischt, um zu untersuchen, ob die Staudenetablierung von den einjährigen Arten bei den vorliegenden Saatstärken negativ beeinflusst wird. Die Teststauden zeigten in fast allen Reinbeständen hohe Etablierungsraten. Weder in Abhängigkeit von der Art, noch in Abhängigkeit von der Saatstärke der einjährigen Pflanzenarten waren deutliche Unterschiede erkennbar. Eine Ausnahme stellen die teilweise sehr dichten Reinansaat von *Cosmea bipinnata* dar, in denen am Standort Würzburg der Etablierungserfolg beider Teststauden erniedrigt war. Da auch in den Mischungen, welche *Cosmea bipinnata* enthalten, teilweise sehr hohe Deckungswerte durch diese Art zu verzeichnen waren, wurde deren Saatstärke bei der Ansaat im Jahr 2010 herabgesetzt, um negative Auswirkungen auf die Staudenentwicklung zu vermeiden.

Die Reinansaat der zwei- und mehrjährigen Arten, die im ersten Standjahr überwiegend noch niedrig blieben, wurden im ersten Standjahr teilweise von höherer Spontanvegetation überwachsen (es wurde kein Schröpfschnitt oder sonstige Pflege durchgeführt). Geschlossene Bestände mit hohen Deckungswerten für die angesäten Arten wurden für diese Arten erst im zweiten Standjahr (2010) und nur bei einigen, zumeist konkurrenzstarken Arten gebildet. Durchwegs hohe Werte für die projektive Deckung wurden bei den heimischen Arten *Echium vulgare*, *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, *Centaurea nigra* und *Centaurea jacea* erreicht (Bild 11a bis 11d).





**Bild 11a bis d:**

Die zweijährige Art *Echium vulgare* (Bild 13b, Aufnahmen am Standort Würzburg vom 7.7.2010) und die heimische Staude *Tanacetum vulgare* (13a, gelb, Aufnahme am Standort Oldenburg vom 17.08.2010) sowie die heimischen Stauden *Artemisia vulgaris* (13c, Aufnahmen am Standort Würzburg vom 7.7.2010) und *Centaurea nigra* (13d, Aufnahme am Standort Oldenburg vom 19.07.2010) erreichten in Reinansaatens sehr hohe Trockenmasseerträge





Auch an den einzelnen Standorten unterschieden sich Pflanzenhöhe und -dichte der einzelnen Arten. Am Standort bei Oldenburg wurden viele der einjährigen Reinansaatensorten sehr stark durch Rehwild verbissen (Bild 15b). Dadurch erreichten einige Bestände nur eine geringe Höhe von weniger als einem Meter (Bild 15a). In den Mischansaatensorten war der Verbiss weniger offensichtlich, da entstehende Lücken durch andere Arten ausgefüllt wurden (vgl. Kapitel 3.4.5.1). Bei den zwei- und mehrjährigen Arten war der Verbiss im Allgemeinen gering.



**Bild 12:**

---

Einjährige Bestände von *Cosmea bipinnata* (im Hintergrund, rosa), *Helianthus annuus* var. *Uniflorus* (rechts im Bild) und *Tithonia rotundifolia* (vorne, orange) am Standort Würzburg (Ansaat 2009). Diese Arten erreichten in den Reinansaatensorten sehr hohe Flächenerträge ( Aufnahme vom 1.10.2009)



**Bild 13a und b:**

*Malva sylvestris* (15a links) und *Atriplex hortensis* (15 rechts) mit starkem Verbiss (Reinansaat 2009 am Standort Oldenburg, Aufnahme vom 28.07.2009)

Im Rahmen des überregionalen Parzellenversuchs erfolgten systematische Flächen-ernten zur Ermittlung des **Biomasseertrags**. Nachdem sehr lückige Bestände oder Bestände mit hohem Anteil spontaner Arten wenig über das Ertragspotential der angesäten Art aussagen können, werden hier nur Daten von Flächen vorgestellt, in denen die jeweilige gesäte Art eine projektive Deckung von mindestens 50% aufweist. Dieser Wert wurde bisher für ein-, zwei- und mehrjährigen Pflanzenarten heimischer Herkunft erreicht (vgl. Abb. 13; bei den Stauden fremder Herkunft war die Deckung auch im zweiten Standjahr noch zu gering). Die höchsten Trockenmassezuwächse einjähriger Pflanzenarten lagen bei 22 t/ha (*Cosmea bipinnata*, am Standort bei Würzburg). Bei den zweijährigen Arten wurde ein Höchstwert von 15 t/ha (*Echium vulgare*) und bei heimischen Stauden von 17 t/ha (*Tanacetum vulgare*, jeweils linke Säulen der Artengruppe bei Abb. 13) erreicht. Auf einem Ackerstandort wurde bei einer heimischen Staudenart im dritten Standjahr sogar ein Flächenertrag von 36 t/ha ermittelt (bei *Artemisia vulgaris*, Standort bei Würzburg, Daten aus 2009).



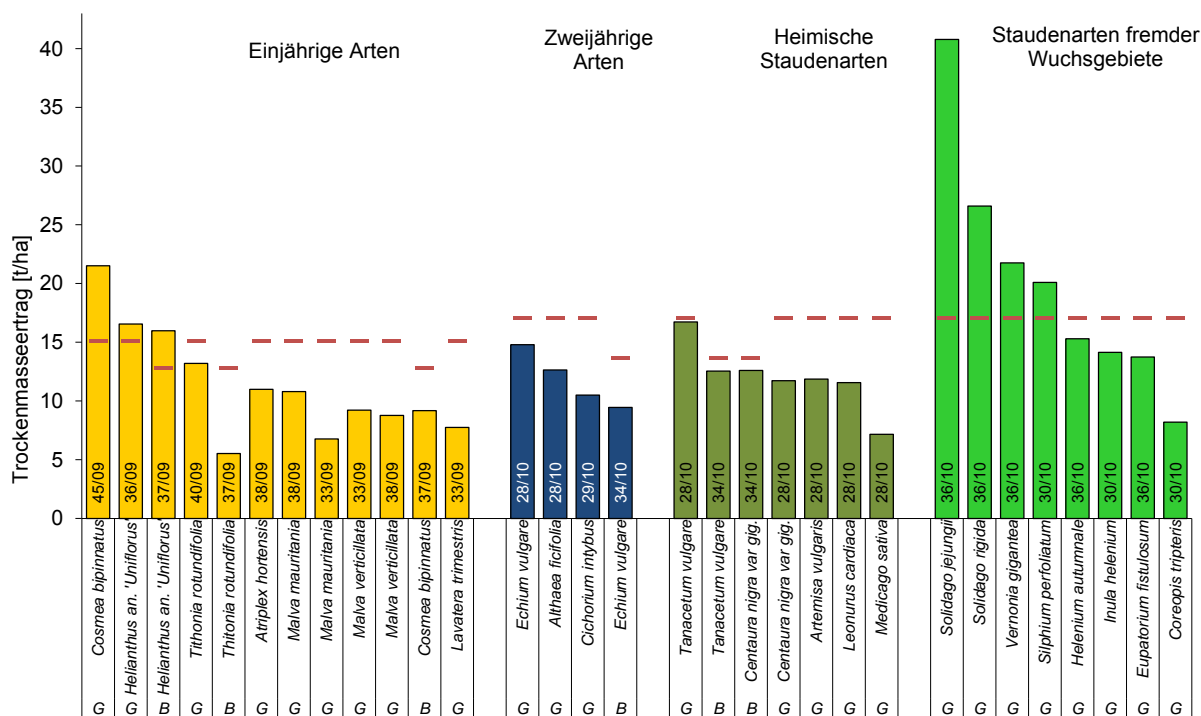


Abb. 13:

Biomasseerträge (in [t/ha]) von verschiedenen Arten der Mischungen an den Standorten Würzburg (G) und Oldenburg (B). Die Pflanzenbestände der ein-, zwei- und mehrjährigen Arten heimischer Herkunft wurden 2009 durch Freilandaussaat gegründet (2009), die Stauden fremder Wuchsgebiete wurden gepflanzt (2008). Die projektive Deckung der angesäten bzw. gepflanzten Arten beträgt mind. 50%. Striche erlauben den Vergleich mit Silomaiserträgen von Praxisbetrieben der Region. Der Termin der Probeernte ist angegeben (Kalenderwoche/Jahr an der Basis der Säulen).

Daneben wurden 2010 für einige Stauden fremder Naturräume Probeernten in den gepflanzten Sichtungsbeständen bei Würzburg durchgeführt, die sich im dritten Standjahr befanden. Im Gegensatz zu den Aussaatparzellen der überregionalen Versuchsanordnung werden diese Staudenpflanzungen jährlich gehackt, so dass sie weitestgehend frei von Beikräutern sind. Unter diesen Bedingungen wurden bei vier Arten Trockenmasseerträge zwischen 17 und 41 t/ha ermittelt (Abb. 13, Arten auf der rechten Seite). Wengleich diese Werte nur auf kleinen Teilflächen (0,5 bis 2 m<sup>2</sup>) und unter völlig anderen Wuchsbedingungen als in den Mischsaaten ermittelt wurden, zeigen sie doch das große Wachstumspotential der Staudenarten auf, die bereits in den Versuchsmischungen verwendet wurden oder sich - beispielsweise wegen noch nicht ausreichender Saatgutmengen - zunächst in der Sichtung befinden.





**Bild 14a und b:**

*Silphium perfoliatum* (16a, links) *Inula helenium* (16 b, rechts), Aufnahmen aus der Sichtungspflanzung am Standort Würzburg vom 22.07.2010

Für die Festlegung des Erntetermins der Reinbestände war (wie auch bei den Mischansaat) der Trockenmassegehalt der oberirdischen Pflanzenteile wichtigstes Kriterium. Der **Trockenmassegehalt** der einzelnen Arten stieg im Verlauf der Vegetationsperiode erwartungsgemäß an (Abb. 14, für die Arten der Praxistestmischung). Dabei lagen die TM-Werte der heimischen Wildstauden am höchsten (grün), die der einjährigen Arten am niedrigsten (gelb/orange). Die zweijährigen Arten nahmen eine Mittelstellung ein (blau). Viele der untersuchten heimischen Wildstauden hatten bereits im Juli einen gut zum Transport und zur Silierung geeigneten Trockensubstanzgehalt von über 28% erreicht, so dass die erste Flächenernte bei diesen Arten meist zu diesem Zeitpunkt durchgeführt wurde. Bei den einjährigen Arten wurden im Allgemeinen erst deutlich später entsprechende TM-Gehalte festgestellt, woraus sich spätere Erntetermine ab Mitte August ergeben.

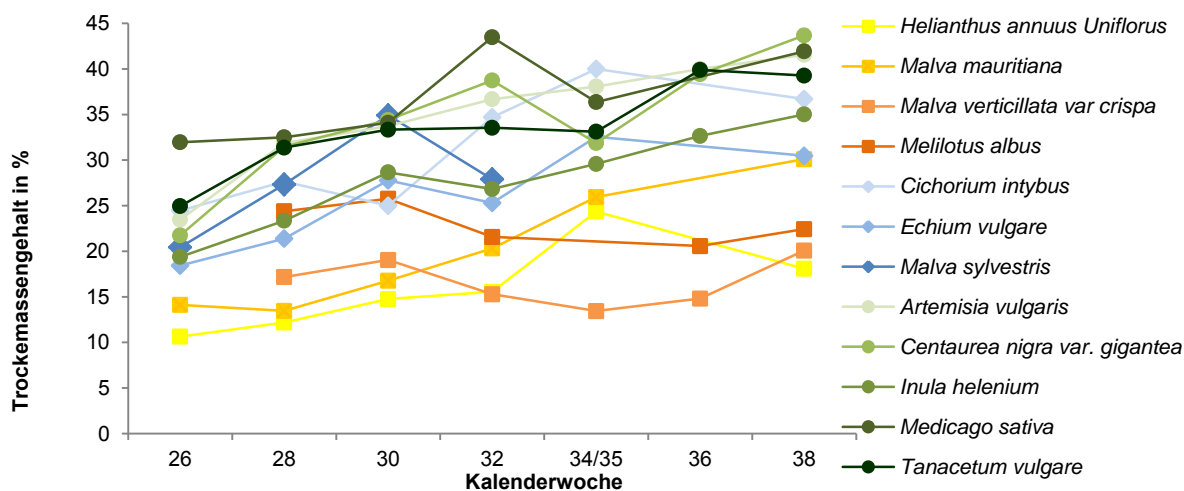


Abb. 14:

Entwicklung der TM-Gehalte bei den Arten der Praxistestmischung (Px/10) im zeitlichen Verlauf während der Vegetationsperiode. Die Daten wurden in den Jahren 2009 (bei den einjährigen Arten) und 2010 (bei den zwei- und mehrjährigen Arten) auf den im Jahr 2009 angelegten Parzellenversuchen des Standorts bei Würzburg erhoben.

Von einem Teil der Proben wurde die Methanausbeute ermittelt. In Abb. 15 werden die Ergebnisse dargestellt, wobei ausschließlich Proben mit TM-Gehalten zwischen 19 und 33% TM berücksichtigt werden. Die Methanausbeuten des Pflanzenmaterials sind bemerkenswert: Sowohl in der Gruppe der ein- und zweijährigen Arten, als auch unter den heimischen und fremden Wildstaudenarten wurden vielfach Werte in dem für Silomais typischen Bereich erreicht. Teilweise wurden sogar höhere Methanausbeuten erzielt als bei Maispflanzen der Versuchsstandorte.

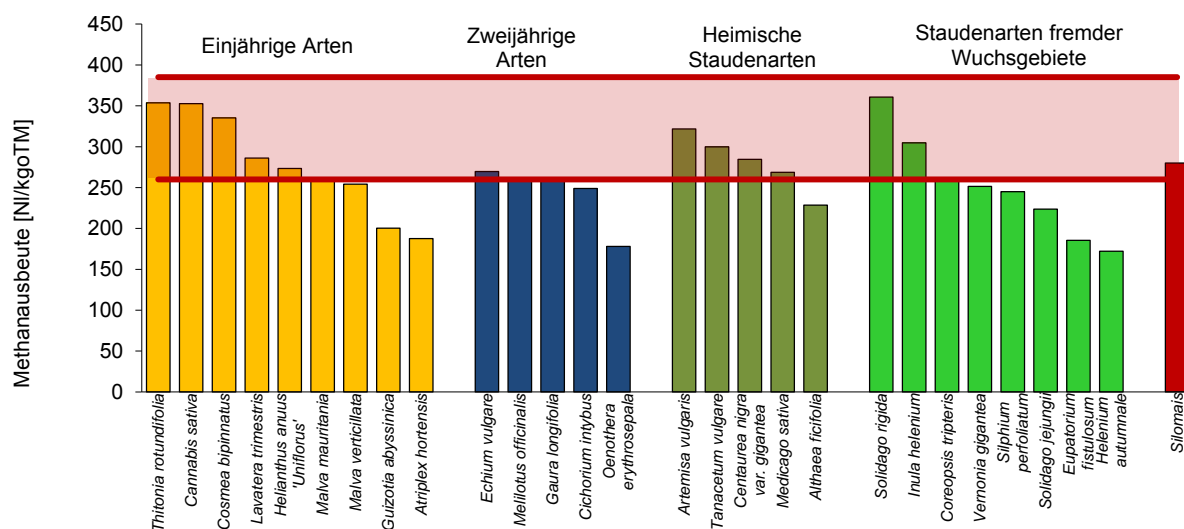


Abb. 15:

Methanausbeute (in [NI/kg oTM]) von Pflanzenarten der untersuchten Mischungen im ersten Standjahr. Die Proben stammen aus Ansaaten oder Pflanzungen verschiedener Standorte nahe Würzburg. Zum Vergleich wird der Wert für Mais dargestellt, der nach derselben Methode ermittelt wurde. Der in der Literatur für Silomais angegebene Bereich ist rot markiert (Handreichung Biogas 2005). Nähere Erläuterung siehe Text.

### 3.4.5 Mischansaaten: Entwicklung, Methanausbeute und Biomasseertrag

#### 3.4.5.1. Entwicklung und Erscheinungsbild der Mischansaaten

##### Erstes Standjahr

Auf den Versuchsfeldern der überregionalen Parzellenversuche entwickelten sich nach Ansaat im Jahr 2009 **im ersten Standjahr** bis zum Sommer hohe und meist blütenreiche Pflanzenbestände, die wie erwartet von einjährigen Arten dominiert wurden.



**Bild 15:**

Ansicht der Mischparzellen am Standort Würzburg, im Hintergrund die Parzellen mit Maisuntersaat

Eine Ausnahme stellen die Standorte Saterland und Dorsten dar, bei denen aufgrund starker Spontanvegetation (überwiegend durch *Chenopodium album*) im ersten Standjahr jeweils ein Schröpfungsschnitt durchgeführt wurde (keine Ertragsbestimmungen). Ursache dafür ist vermutlich ein extrem hohes Samenpotential im Boden. Die übrigen Standorte zeigten bis in den September hinein attraktive Blüten.

Der starke Verbissdruck am Standort Oldenburg, der bei einigen Reinbeständen zum fast vollständigen Ertragsausfall führte (vgl. Kapitel 3.4.4, Bild 13a und 13b), war bei



den Mischansaaten kaum erkennbar, da entstehende Lücken im Bestand offensichtlich durch andere Pflanzen ausgefüllt wurden. Dies wird am Beispiel der Gartenmelde (*Atriplex hortensis*) deutlich, die am Standort Oldenburg stark verbissenen wurde, so dass sie in den Mischbeständen fast ausschließlich als niedrige Pflanzen im Unterstand zu finden war. An den bayerischen Standorten gehörte diese Art dagegen zu den Hauptmassebildnern. Andere zur Äsung genutzten Arten, wie beispielweise verschiedene Malvenarten, wurden in gemischten Beständen deutlich weniger verbissen. Bei der zweiten Versuchsansaat im Jahr 2010 zeigte sich, dass auf Standorten mit leichten Böden der Feldaufgang der einjährigen Arten stark erniedrigt war (vgl. Kapitel 3.4.2) und sich im Verlauf des Sommers nur lückige Bestände ausbildeten (Bild 17). Dies geht vermutlich auf mehrere ungünstige Faktoren zurück. So traten in den für die Bestandsetablierung entscheidenden Wochen nach der Aussaat in dieser Region extrem aride Witterungsbedingungen auf die zu einem verminderten Feldaufgang (Kap. 3.4.2, Abb. 12) und vermutlich zum Vertrocknen junger Keimlinge geführt haben. Des Weiteren ließen sich in den Wochen nach der Aussaat häufig größere Taubenschwärme auf den Versuchsansaaten nieder, so dass Verluste von Samen und Keimlingen durch Taubenfraß anzunehmen sind. Im späteren Verlauf der Bestandsentwicklung waren zudem Verbisschäden durch Hasen und Rehwild festzustellen. Bei Begehung des Standorts Oldenburg wurde beobachtet, dass sich in der Versuchsanlage, die von großen Maismonokulturen umgeben ist, vermehrt Wildtiere aufhalten und sich der Verbiss stark auf die Jungansaaten konzentriert.



**Bild 16:**

Erscheinungsbild eines Pflanzenbestands etwa zwei Monate nach der Ansaat der Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für mäßig frische Standorte mit blühender *Malva mauretanica* (Standort Würzburg, Ansaat 2009, Aufnahme vom 16.06.2009).

Das Erscheinungsbild der Bestände wurde durch den Blütenflor geprägt, der bei den vier Artkombinationen der Mischungen unterschiedlich war. Bei fast allen Mischungen zeigten sich bereits im Juni die rosa bis violetten Blüten verschiedener Malvenarten (z. B. Bild 20). Bei den Mischungen mit Stauden fremder Herkünfte dominierte bei der Artkombination für trockene Standorte (Artkombination E/t) später sehr stark *Cosmea bipinnata* mit weißen bis rosa Blüten (vgl. z. B. Bild 18), während die übrigen einjährigen Arten der Mischung nur vereinzelt in Erscheinung traten. Um eine höhere Vielfalt zu erzielen und eine Unterdrückung der Stauden zu vermeiden, wurde in den Folgesaaten die Saatstärke dieser Art reduziert. In der Folge entstanden im Jahr 2010 bunte Blühmischungen, deren Erscheinungsbild verstärkt durch weitere Blütenpflanzen wie *Thitonia rotundifolia* und *Lavatera trimestris* bereichert wurde (vgl. Bild 18).



**Bild 17:**

An den Standorten im Nordwestdeutschen Tiefland blieben die Bestände der Ansaat 2010 im ersten Standjahr niedrig und lückig (Oldenburg, Aufnahme vom 19.8.2010)

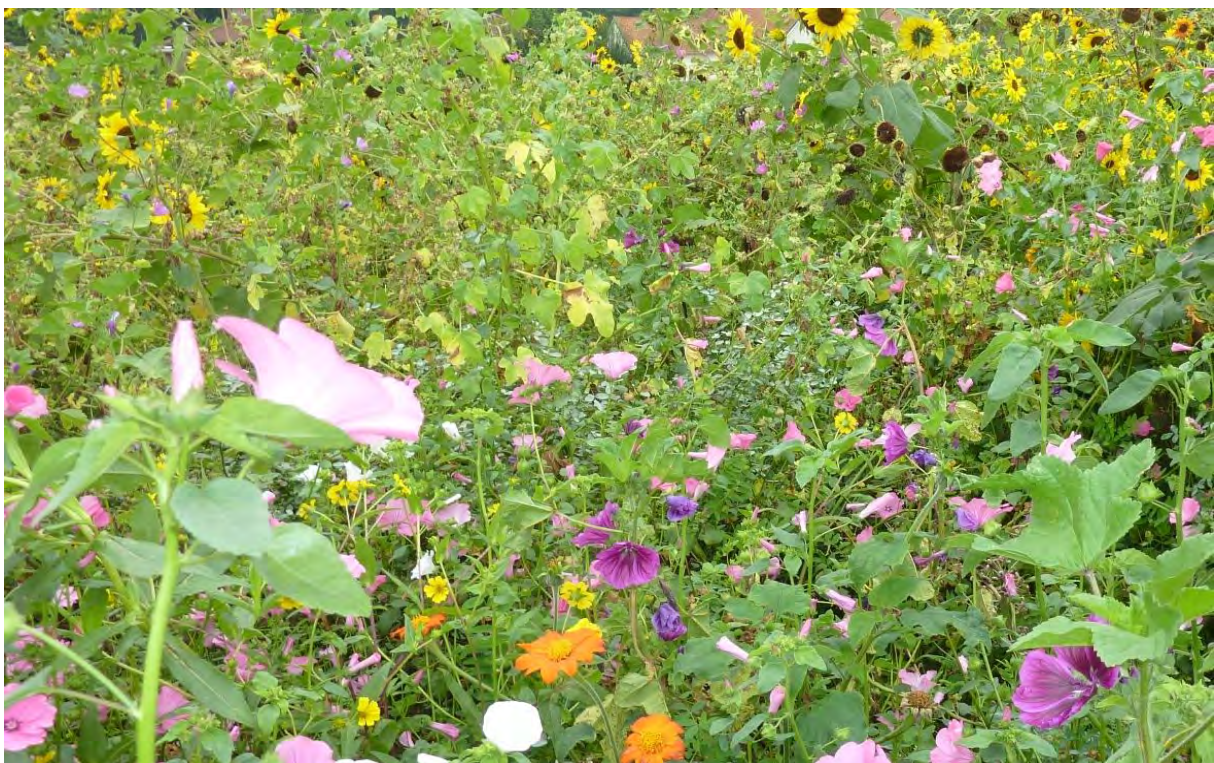
Bei den Ansaaten im Jahr 2011 kam *Guizotia abyssinica* hinzu (Bild 20). Bei der für frische Standorte konzipierten Artenmischung mit erweitertem Herkunftsspektrum (Artkombination E/f) dominierten bei den Ansaaten 2009 und 2010 die großen gefüllten gelben Blüten von *Helianthus annuus* Uniflorus, daneben bildete bei den Ansaaten in Unterfranken *Atriplex hortensis* größere Anteile. Wesentlich vielfältigere Pflanzenbestände entstanden bei den Ansaaten ab 2011, die anstelle *Helianthus annuus* Uniflorus größere Anteile von *Guizotia abyssinica* enthielten. *Atriplex hortensis* wurde ab 2010 nur noch in geringerer Saatstärke beigemischt, weil diese Art zum Erntetermin bereits vertrocknet war und eine niedrige Methanausbeute aufwies (vgl. Kapitel 3.4.4).





**Bild 18:**

Erscheinungsbild der Mischung E/t am Standort Würzburg im ersten Standjahr. Hier blühen die einjährigen Arten *Cosmea bipinnata*, *Lavatera trimestris* (beide rosa) und *Tithonia rotundifolia* (orange). Das Saatgut enthielt neben ein- und zweijährigen Arten auch Stauden fremder Herkünfte (Standort Würzburg, Ansaat 2010, Aufnahme vom 20.09.2010).



**Bild 19:**

Erscheinungsbild von Ansaaten am Standort Osnabrück, 1. SJ. In der Mischung E/t (vorne im Bild) wird der farbenfrohe Blühaspekt durch *Lavatera trimestris* (rosablühend), *Malva mauretania* (violett), *Tithonia rotundifolia* (orange) und *Guizotia abyssinica* (gelb) gebildet, im Hintergrund blüht unter anderem *Helianthus annuus* ‚Herbstschönheit‘ einer ökologisch ausgerichteten Mischungsvariante (Ansaat 2011, Aufnahme vom 04.10.2011).





**Bild 20:**

Erscheinungsbild der Mischung E/f im ersten Standjahr mit *Helianthus annuus* ‚Herbstschönheit‘, *Malva mauretanica*, *Atriplex hortensis* und *Guizotia abyssinica* (Standort Osnabrück, Ansaat 2011, Aufnahme vom 04.10.2011).

In den stärker ökologisch ausgerichteten Versuchsmischungen mit heimischen Staudenarten war der Blütenflor im ersten Standjahr bei den ersten Ansaaten weniger auffällig als bei den Mischungen ökonomischer Ausrichtung. So enthielt die Variante für trockene Standorte als einjährige Art *Cannabis sativa*, daneben bei den ersten Ansaaten höhere Anteile von *Malva verticillata*, beides Arten mit unscheinbaren Blüten. Aspekt bildend war hier in den ersten Ansaatjahren ausschließlich *Lavatera trimestris* mit rosa bis weißen Blüten. Bei der Ansaat 2011 wurde die Mischung für ein attraktiveres Erscheinungsbild durch eine bunte Sonnenblumen-Sortenmischung ergänzt, die mehrere, kleinere Blütenköpfe in gelber bis dunkelroter Färbung ausbildet (*Helianthus annuus* ‚Herbstschönheit‘, Bild 22). Die Bestände waren in ihrer Struktur fast immer lockerer als bei den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum.



Deshalb entwickelten sich an einigen Standorten vermehrt Arten der Segetalflora, die ebenfalls zu einer größeren Arten- und Blütenvielfalt beitragen (z. B. *Papaver rhoeas*, Abb. 21b).

Die Artkombination für frische Standorte enthielt in den Ansaaten 2009 und 2010 eine einblütige, großkörnige Öl-Sonnenblumensorte mit relativ großen Blütenköpfen, daneben *Malva verticillata* und *Atriplex hortensis*. Da sich die Sonnenblumensorte, (vermutlich infolge der bei der oberflächlichen Samenablage schlechten Bodenbindung) nur unregelmäßig etablierte, wurde sie durch die Sortenmischung ‚Herbstschönheit‘ mit kleineren Samen ersetzt. Dadurch wurde ein attraktiveres Erscheinungsbild und gleichmäßigere Bestandsdichte erzielt.



**Bild 21 a und b:**

In dieser ökologisch ausgerichteten Mischung für trockene Standorte ist *Cannabis sativa* enthalten (Mischung H/t, Standort Osnabrück, Ansaat 2011). Farbige Blühaspekte entstanden ab Juni durch *Lavatera trimestris* (in der Mischung enthalten) und die Segetalart *Papaver rhoeas* (Bild a, Aufnahme vom 18.07.2011). *Helianthus annuus* ‚Herbstschönheit‘ blühte dagegen erst ab September (Bild b, Aufnahme vom 04.10.2011).





**Bild 22:**

*Helianthus annuus* ‚Herbstschönheit‘ am Standort Osnabrück (Ansaat 2011, Aufnahme vom 11.08.2011)

Im Gegensatz zu den einjährigen Arten blieben die meisten zwei- und mehrjährigen Arten der Saatgutmischungen im ersten Standjahr niedrig, entwickelten noch kaum Blüten und trugen zumeist noch nicht wesentlich zur Ertragsbildung bei (vgl. Kapitel 3.4.5.6). Wie nach der ersten Ernte deutlich erkennbar, etablierten sie sich im Jahr der Ansaat zunächst als niedrige Pflanzen im Unterstand der höheren Pflanzen. Dies trifft auch für die als Untersaat in Maisbestände eingebrachten zwei- bis mehrjährigen Pflanzenarten zu (Bild 23).



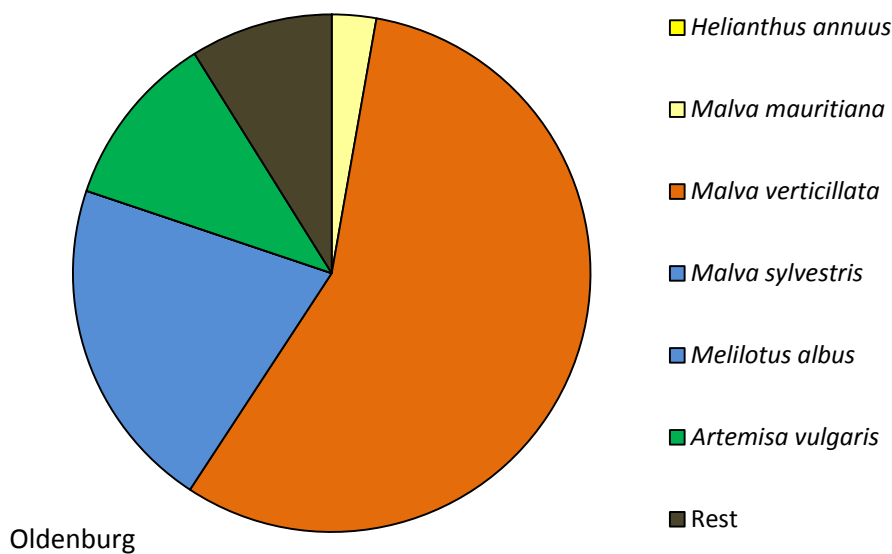
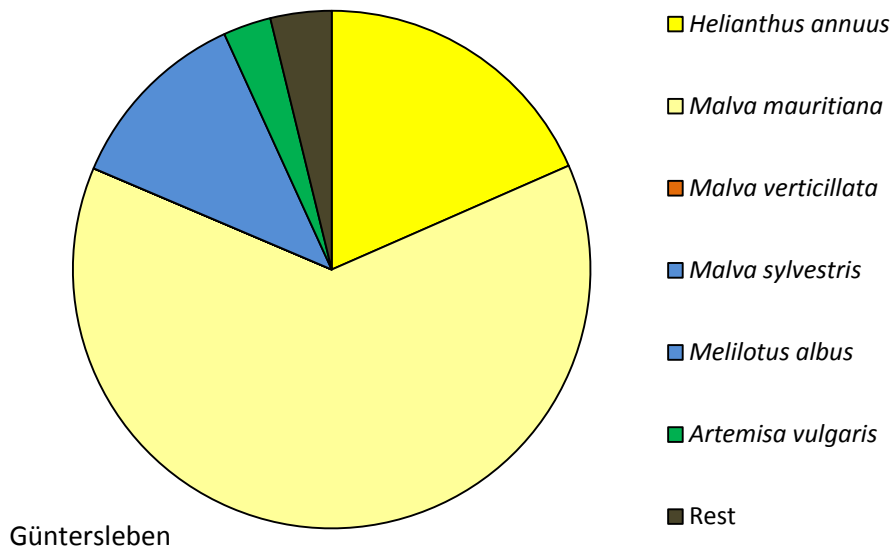
**Bild 23:**

Nach der Maisernte traten zweijährige Arten und Wildpflanzen zu Tage, die sich als Untersaat in den Maisbeständen etabliert haben.

Eine Ausnahme stellen die beiden Steinkleearten (*Melilotus albus* und *M. officinalis*) die häufiger bereits im ersten Jahr zur Blüte kamen und größere Massenanteile bildeten. Diese mit variierender Saatstärke in allen Versuchsmischungen enthaltenen Arten entwickelten sich verstärkt in einjährigen Beständen mit einer eher lockeren Struktur. Ansonsten noch blütenarme Pflanzenbestände wurden dadurch wesentlich bereichert.

Wichtige Grundlage bei der Optimierung der Saatgutzusammensetzung ist die Kenntnis über die Artenzusammensetzung des Erntematerials und die Methanausbeute der dominierenden Bestandteile zum jeweiligen Erntetermin. Deshalb wurden bei den im Jahr 2009 gegründeten Beständen die Anteile der einzelnen gesäten Arten teilweise auch separat bestimmt. Die Auswertung war eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung der verschiedenen Mischungen. In den Abb. 16 bis 18 wird am Beispiel der Praxistestmischung anhand der Artenzusammensetzung des Erntematerials die Abfolge der Bestandsbildenden Arten in den ersten drei Standjahren und die Vorgehensweise bei der Mischungsoptimierung veranschaulicht.

Bei der ersten Ansaat dieser Mischung am Standort Güntersleben im Jahr 2009 wurde im ersten Standjahr 93% der Biomasse aus einjährigen Arten (gelbe bis orange Farbtöne in Abb. 16a und b) gebildet, wobei die Mauretanische Malve (*Malva mauretanica*) und die Sonnenblume (*Helianthus annuus*) die größten Ertragsanteile bildeten. Daneben trug der weiße Steinklee (*Melilotus albus*) zum Biomasseertrag bei. Am Standort Oldenburg fehlte die Sonnenblume fast vollständig und *Malva mauretanica* war nur vereinzelt vorzufinden. Hier bildete die Quilmalve (*Malva verticillata*) fast zwei Drittel der Biomasse. Als zweite ertragsbildende Art war *Malva sylvestris* mit auffälligen Blüten vorzufinden.



**Abb. 16 a und b:**

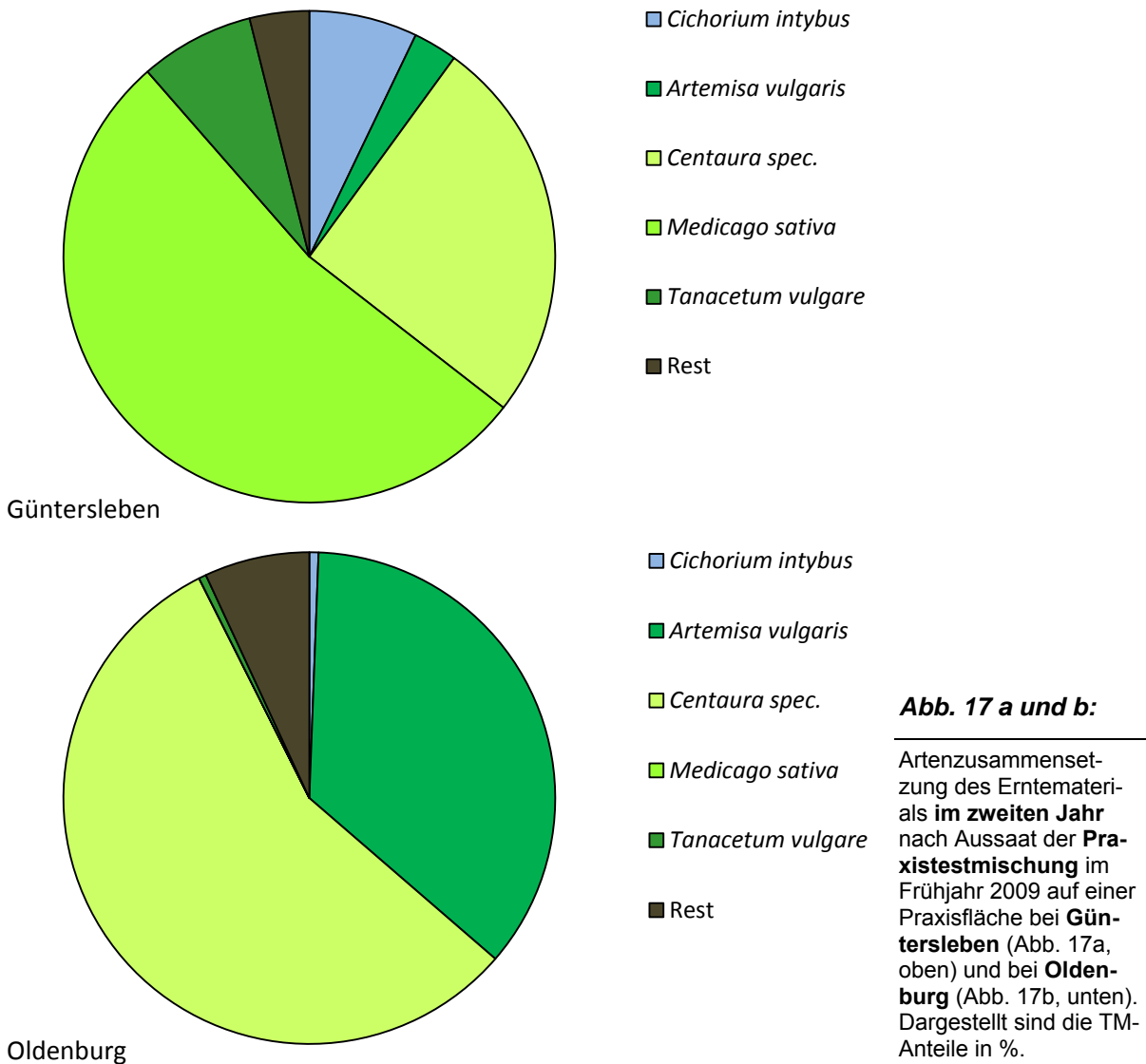
Artenzusammensetzung des Erntematerials im **ersten Jahr** nach Aussaat der **Praxistestmischung** im Frühjahr 2009 auf einer Praxisfläche bei **Güntersleben** (Abb. 16a, oben) und bei **Oldenburg** (Abb. 16b, unten). Dargestellt sind die TM-Anteile in %.

Weil *Malva verticillata* bei der Ernte überwiegend abgereift war und in Labortests vergleichsweise niedrige Methanausbeuten erzielte, wurde ihr Anteil in der Saatmischung bei den Folgeansaat erniedrigt zu Gunsten später blühender (und gleichzeitig attraktiverer) Malvenarten wie *Malva mauritanica* und *Malva sylvestris*.

### Folgende Standjahre

Ab dem zweiten Standjahr waren die einjährigen Arten aufgrund ihrer Lebensdauer nicht mehr zu finden. Der neue Pflanzenaufwuchs aus zweijährigen und mehrjährigen Arten sorgte für ein völlig anderes Erscheinungsbild als im ersten Standjahr (Bild 24 und 25).

Die Mischungen ökologischer Ausrichtung bildeten dabei sehr dichte Bestände aus, die sich überwiegend aus heimischen Staudenarten zusammensetzte. Die einjährigen Beikräuter wurden dabei fast vollständig zurückgedrängt, und zwar unabhängig davon, ob im Vorjahr ein Schröpfschnitt durchgeführt wurde (wie am Standort Saterland) oder nicht (wie am Standort Oldenburg). Viele der heimischen Staudenarten fielen weniger durch die Größe ihrer Blüten, sondern durch eine Vielzahl kleinerer Blüten auf (z. B. bei *Tanacetum vulgare*, gelb oder verschiedene Flockenblumenarten, *Centaurea spec.*). Als strukturgebende Art mit unscheinbaren Blüten bildete die heimische Staudenart *Artemisia vulgaris* größere Anteile. Dies trifft auch für die Praxistestmischung am Standort Oldenburg zu (38% der TM), am Standort Güntersleben waren die Anteile dieser Art zum gezeigten früheren Erntetermin noch gering und erfuhr erst im späteren Verlauf der Vegetationsperiode vermehrte Zuwächse. Dort trug dagegen *Medicago sativa*, der sich auf den schwach sauren Böden der Standort Oldenburg und Saterland nur schlecht entwickelte, wesentlich zum Ertrag bei (55% der TM, Abb. 17b). Für zwei Flockenblumenarten (*Centaurea nigra* und *C. jacea*), die bei der Praxistestmischung ebenfalls regelmäßig größere Anteile der Biomasse bildeten, wurden dagegen am Standort Oldenburg sehr große Zuwächse festgestellt.



Neben den Stauden entwickelten sich im zweiten Standjahr einige zweijährige Arten wie *Echium vulgare* und – häufiger an den unterfränkischen Standorten - *Cichorium intybus* (beide blaublühend, z. B. in Bild 27a und b). Sie wurden, wie auch viele der Staudenarten, intensiv von Blütenbesuchern befliegen. *Melilotus spec.* fehlte dagegen bei den ersten Ansaaten in 2009 auf fast allen Standorten in den zweijährigen Beständen oder war nur in geringer Deckung vorhanden. Weil der Steinklee in den spät gesäten Flächen dagegen mit hoher Frequenz im 2. Standjahr auftrat, ist zu vermuten, dass in den Saatgutmischungen aus 2009 einjährige Varietäten dieser Arten enthalten waren.





**Bild 24:**

Paxistestmischung am Standort Güntersleben im zweiten Standjahr mit Blüten von *Cichorium intybus*, *Centaurea jacea* und *Tanacetum vulgare*. Die Blüten von *Centaurea nigra* sind noch geschlossen (Ansaat 2009, Aufnahme 16.07.2010)



**Bild 25:**

Der Pflanzenbestand aus Abb. 24(oben) vier Wochen später. Bei den Überhäktern handelt es sich um *Artemisia vulgaris* (Praxistestmischung, Ansaat 2009, Aufnahme vom 09.08.2010)

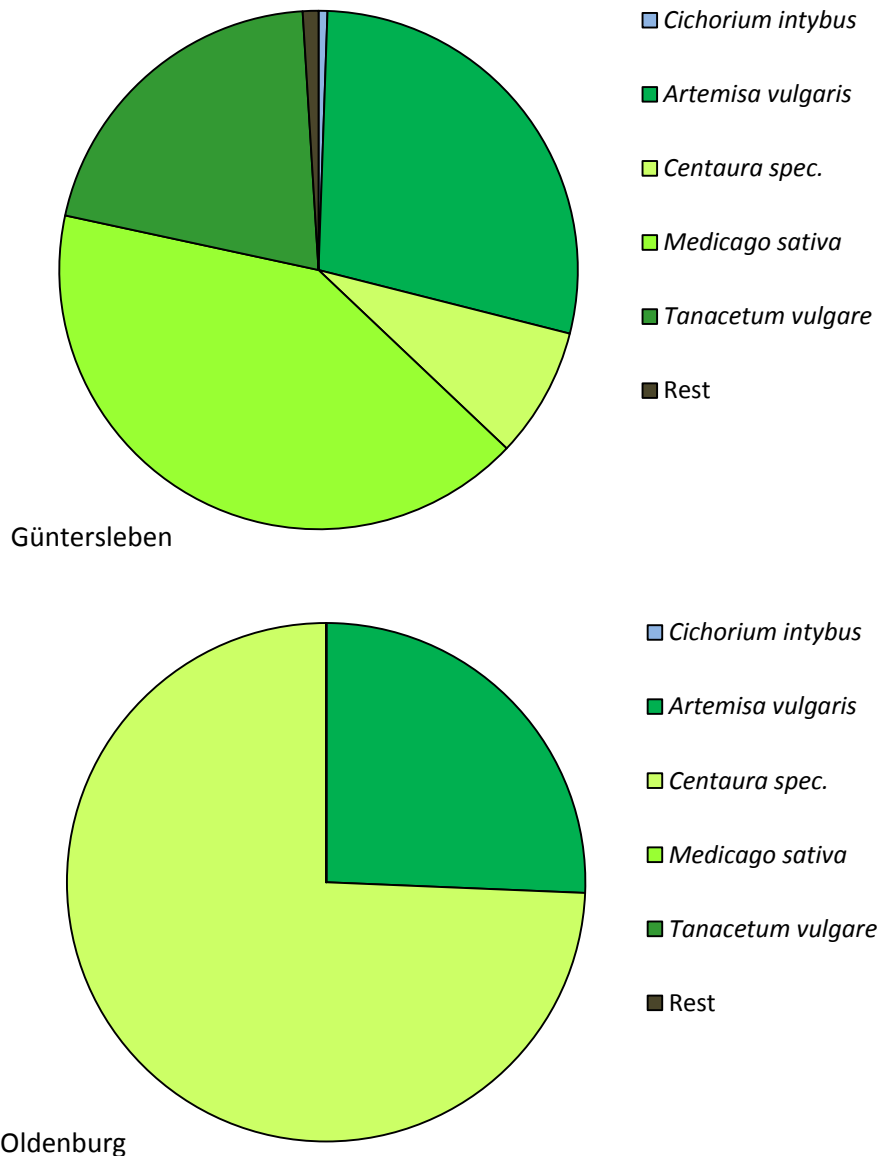
Bei der Folgeansaat im Jahr 2010 wurde der Anteil von *Medicago sativa* in der Saatmischung erniedrigt, weil die Pflanzenbestände bei einer starken Mächtigkeit dieser Art dazu tendierten, ins Lager zu gehen, wodurch die Ernte erschwert war (z. B. am Standort Güntersleben). Auch war die Methanausbeute dieser Art eher etwas niedriger. Eine weitere Veränderung betrifft den Anteil von *Centaurea jacea*. Sie kam zu früh zur Blüte und war zum Erntetermin bereits stärker lignifiziert. Zur Optimierung des Methanhektarertrags wurde deshalb bei der Ansaat 2010 ausschließlich die später reifende und höher wüchsige Art *Centaurea nigra* verwendet, deren Saatstärke entsprechend erhöht wurde.

In den für frische Standorte konzipierten Versuchsmischungen waren *Epilobium hirsutum*, *Eupatorium cannabinum*, *Filipendula ulmaria* und *Lythrum salicaria* mit höheren Ansprüchen an die Wasserversorgung enthalten. Sie konnten sich auf keinem der Standorte etablieren. In der Folge dominierte häufig *Centaurea nigra*.

Die Mischungen mit heimischen Stauden wurden im zweiten Standjahr vergleichsweise früh geerntet (ab Mitte Juli, vgl. Kapitel 3.4.5.4). Dadurch entstand bis zum Herbst ein erneuter bis zu 80cm hoher Pflanzenauswuchs, der teilweise nochmals zur Blüte kam (Bild 28) und bis in den Winter den Boden bedeckte.

**Ab dem dritten Standjahr** waren die zweijährigen Arten aufgrund ihrer Lebensdauer nur noch vereinzelt vorzufinden und trugen kaum noch zum Ertrag bei (Abb.18a und b, blau). Der Anteil spontaner Arten war bei den Mischungen mit heimischen Stauden weiterhin meist gering.



**Abb. 18 a und b:**

Artenzusammensetzung des Erntematerials **im dritten Jahr** nach Aussaat der **Praxistestmischung** im Frühjahr 2009 auf einer Praxisfläche bei **Güntersleben** (Abb. 18a, oben) und bei **Oldenburg** (Abb. 18b, unten). Dargestellt sind die TM-Anteile in %.

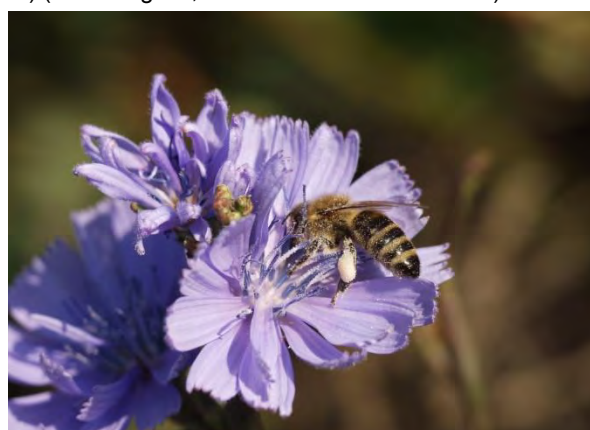
Bei den Stauden war teilweise eine deutliche Verschiebung der relativen Masseanteile der einzelnen Arten festzustellen. Bei der Praxistestmischung in Güntersleben nahm der Anteil der Flockenblumen zugunsten von *Artemisia vulgaris* und *Tanacetum vulgare* ab. Als Aspekt bildende Art dominierte der Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), der jetzt stärker entwickelt war als im Vorjahr und ebenfalls hohe Anteile an der Biomasse bildete. Am Standort Oldenburg war eine entgegengesetzte Entwicklung zu beobachten. Hier dominierte jetzt deutlich *Centaurea nigra* mit drei Viertel in der Biomasse, das übrige Viertel wurde durch *Artemisia vulgaris* gebildet, der gegenüber dem Vorjahr etwas zurücktrat.

Weil einige Bestände aufgrund der ab dem 3. Standjahr fehlenden zweijährigen Arten vergleichsweise blütenarm waren, wurden ab der Aussaat im Jahr 2011 zusätzliche Staudenarten für mehr Blüten und mehr Vielfalt in die Mischung aufgenommen (vgl. Tab. 1)



**Bild 26:**

Mischung mit heimischen Arten für trockene Standorte im 2. Standjahr am Standort Oldenburg mit *Tanacetum vulgare* (gelb), *Centaurea jacea* (blau) *Echium vulgare* (blau) (Mischung H/t, Aufnahme vom 16.07.2010)



**Bild 27 a und b:**

Wie am Beispiel der zweijährigen Arten *Echium vulgare* (a) und *Cichorium intybus* zu sehen, werden viele heimischen Wildpflanzenarten der Mischungen von nektar- oder pollensammelnden Insekten angefliegen.





**Bild 28:**

Bereits vier Wochen nach der Ernte hat sich wieder ein dichter Pflanzenbewuchs gebildet (Mischung H/t, Standort Saterland, Aufnahme vom 15.08.2011). Er bietet im Winter Deckung für die heimische Fauna und Schutz vor Erosion.

Die Stauden der Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum waren erwartungsgemäß wesentlich langsamer in ihrer Entwicklung. Sie blieben bis zum Vegetationsende meist niedrig. Infolgedessen kamen hier häufig auch im zweiten Standjahr spontane Arten zur Entwicklung, die teilweise auffällig blühten (z. B. *Matricaria inodora* mit weißen Blüten, in Bild 31 im Hintergrund). Vor allem am Standort Oldenburg blieben die Pflanzenbestände der ersten Versuchsansaat in 2009 bis zur Ernte lückig, so dass die Biomasseerträge hinter den Erwartungen zurückblieben (Kapitel 3.4.5.7). Später wanderten verstärkt Beikräuter aus dem Umfeld ein. Am Standort Saterland kam in einigen Parzellen *Inula helenium* zur Dominanz, der zu höheren Biomassezuwächsen führte.

Um eine bessere Etablierung der Stauden der Amerikanischen Prärie zu erzielen und gleichzeitig die durch die langsame Entwicklung der Stauden bedingte Ertragslücke dieser Mischungen zu schließen, wurde bei den Ansaaten ab 2010 der Anteil zweijähriger Arten erhöht. Während vorher als zweijährige Art noch überwiegend



*Oenothera biennis* vorzufinden war (Bild 29), dominierten jetzt verschiedene Steinkleearten (Bild 30), die zu wesentlich höheren Erträgen führten.



**Bild 29:**

Bild Mischung mit Stauden fremder Naturräume im zweiten Standjahr am Standort Saterland (Ansaat 2009, Aufnahme vom 19.8.2010)



**Bild. 30:**

Ökonomische ausgerichtete Mischung im 2. Standjahr, Güntersleben, Ansaat 2010 mit stark dominierend weißen und gelben Steinklee





**Bild 31:**

Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für frische Standorte (E/f) im 2. Standjahr am Standort Würzburg (Aufnahme vom 13.07.2010). Es dominieren die Stauden *Sida hermaphrodita*, *Inula helenium* und die zweijährige Art *Melilotus officinalis*. Daneben bildete *Matricaria inodoro*, die sich spontan entwickelt hat, größere Anteile der Biomasse.

Bei der Bestandsgründung als Maisuntersaat variierte der Etablierungserfolg der Stauden stark zwischen den Standorten. Positive Ergebnisse wurden trotz des späten Aussaattermins am Standort Oldenburg (Bild 32) sowie am Standort Saterland erzielt. Die Maisuntersaaten waren im Jahr nach der Maisernte noch relativ locker und gegenüber den korrespondierenden Direktsaatvarianten in ihrer Entwicklung leicht verzögert. Im darauffolgenden Jahr (2011) bestanden diese Unterschiede nicht



mehr. Vorteile bei dieser Form der Bestandsgründung zeigten sich auch für einige Staudenarten der amerikanischen Prärie, bei denen der Etablierungserfolg als Maisuntersaat deutlich besser als bei den Direktsaatvarianten war (z. B. *Helenium autumnale*, *Coreopsis tripteris*, *Vernonia gigantea*, Bild 32, rechte Seite).



**Bild 32:**

Als Maisuntersaat gegründete Wildpflanzenbestände am Standort Oldenburg im 3. Standjahr. Links befindet sich die Mischung H/f mit *Centaurea nigra* (blaublühend), in der Mischung E/f rechts dominiert *Helenium autumnale* (gelbblühend) (Ausnahme 17.08. 2011)

Der Blühzeitraum und Erntetermin dieser Stauden lag wesentlich später als bei den heimischen Arten (etwa zur Maisernte, vgl. Kapitel 3.4.4). Somit standen bis zum frühen Herbst Nahrungsquellen für Bienen und andere blütenbesuchende Insekten zur Verfügung. (Bild 33a und b).



**Bild 33 a und b:**

Auch viele der nichtheimischen Staudenarten in den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum wurden von Blütenbesuchern als Nahrungsquelle genutzt, wie hier die Heilpflanze *Inula helenium* (a) und die amerikanische Präriestaude *Helenium autumnale* (b) von Schmetterlingen

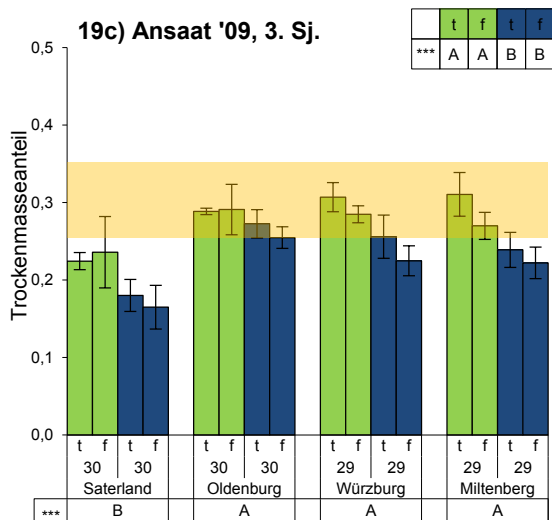
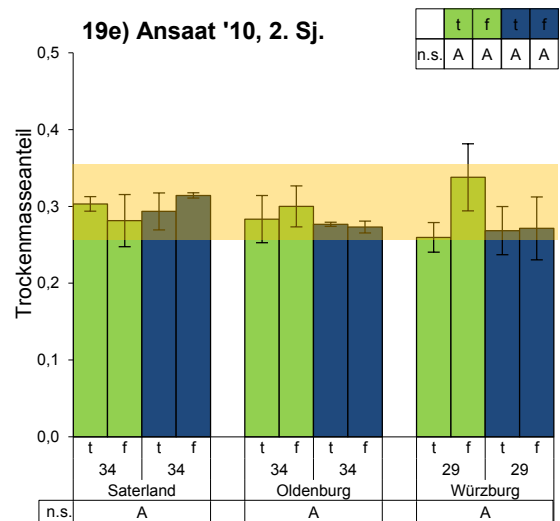
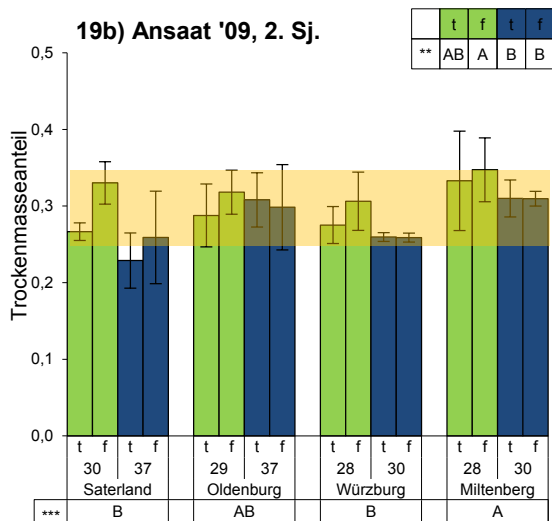
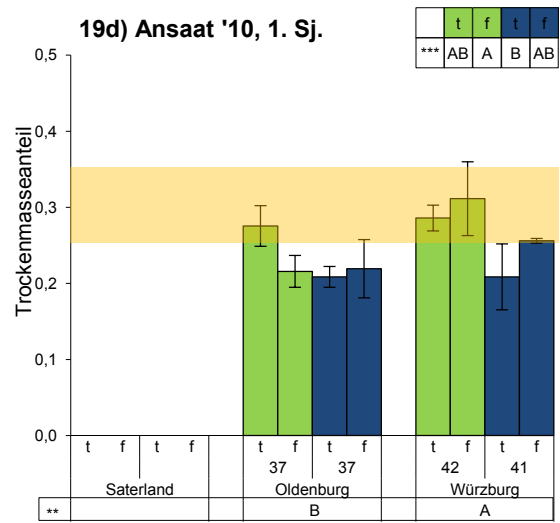
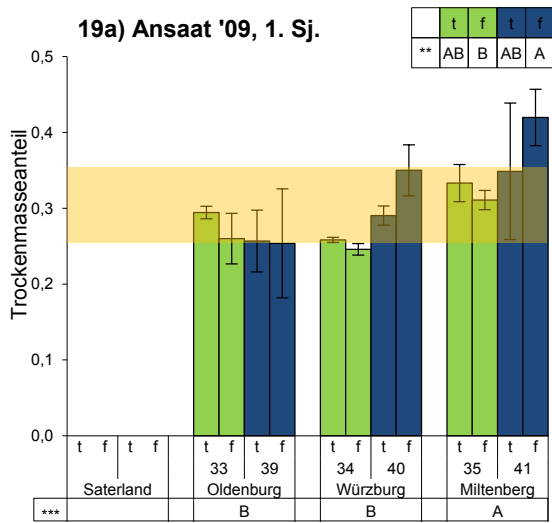
### 3.4.5.2. Trockensubstanzgehalte und Erntetermin

Wichtiger Gegenstand des Projekts ist die Optimierung der Erntetermine für die einzelnen Saatgutmischungen. Neben einer Maximierung des Methanhektarertrags (vgl. Kapitel 3.4.5.6) sind bei der Terminierung der Ernte möglichst optimale Trockenmassegehalte des Pflanzenmaterials das wichtigste Kriterium. Sie sind für einen wirtschaftlichen Transport und eine unproblematische, verlustarme Konservierung und Lagerung der Biomasse eine wesentliche Voraussetzung. Die Trockenmassegehalte des Erntematerials sind in den Abb. 19a bis e dargestellt. Bei mehreren in einem Jahr durchgeführten Probeernten wurde in den Abbildungen der jeweils günstigere Erntetermin zugrunde gelegt. Auswahlkriterien waren dabei möglichst hohe Methanhektarerträge bei ausreichend hohen TM-Gehalten von über 25%.

Im **ersten Standjahr** besaßen die ersten Saatgutmischungen ab August die für Transport und Silierung günstigen Trockensubstanzgehalte. Bei den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum war der Zeitpunkt meist später. Auch verzeichneten die meisten dieser Bestände häufig noch bis in den Spätsommer hinein große Biomassezuwächse (besonders deutlich auf den Standorten Würzburg und Miltenberg, nicht dargestellt). Wegen dieser späten starken Zuwächse und dem langsamen Anstieg der Trockenmasse-Gehalte war bei diesen Mischungen eine Ernte im Zeitraum Ende September bis Mitte Oktober am günstigsten (vgl. Abb. 19 a und d, blaue Säulen). Bei den Mischungen mit heimischen Stauden wurde wegen der frühen Abreife der meisten ertragsbildenden Arten dagegen spätestens Anfang September geerntet (Abb. 19 a und d, grüne Säulen und Abb. 20a und b).



## Versuchsmischungen

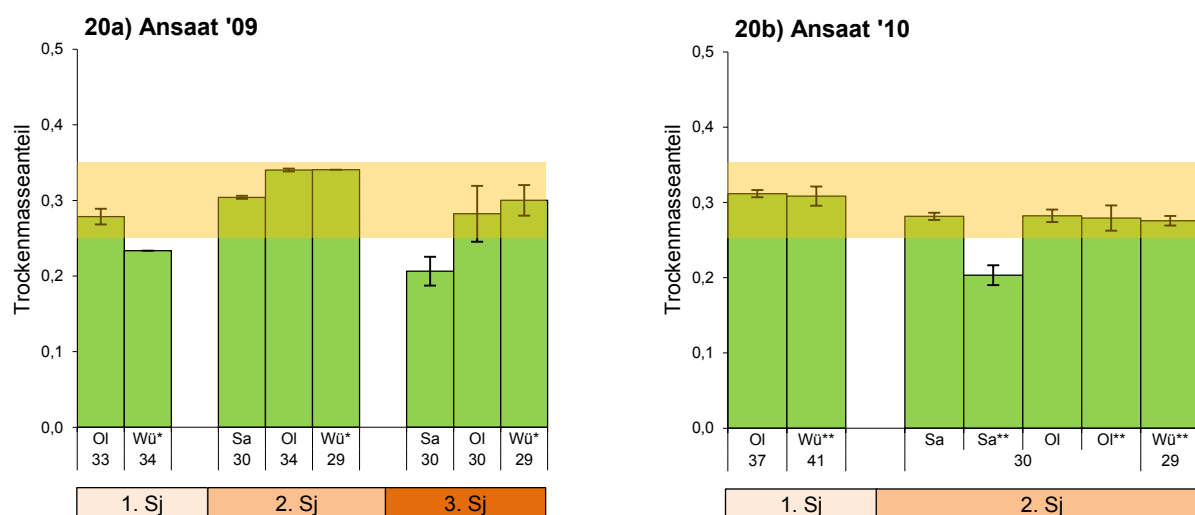


**Abb. 19 a bis e:**

**TM-Anteil im Erntematerial** nach Ansaat verschiedener Artkombinationen an den Versuchsstandorten. Die grünen Säulen repräsentieren Mischungen mit ausschließlich heimischen Stauden, die blauen Säulen Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum. Sie wurden jeweils für trockene (t) bzw. mäßig frische Standorte (f) konzipiert. Unterhalb der Horizontalachse ist die Kalenderwoche angegeben, in der die Ernte erfolgte. Der angestrebte Bereich von 25% bis 35% TM ist gelb markiert. Nähere Erläuterung s. Text. Zur Statistik vgl. Kapitel 3.3.11.

Bei den Ansaaten ab 2011 verschob sich der Erntetermin jedoch auch hier etwas nach hinten, weil die Sonnenblume durch eine spätreifende Sortenmischung ersetzt wurde (*Helianthus annuus* ‚Herbstschönheit‘).

### Praxistestmischung

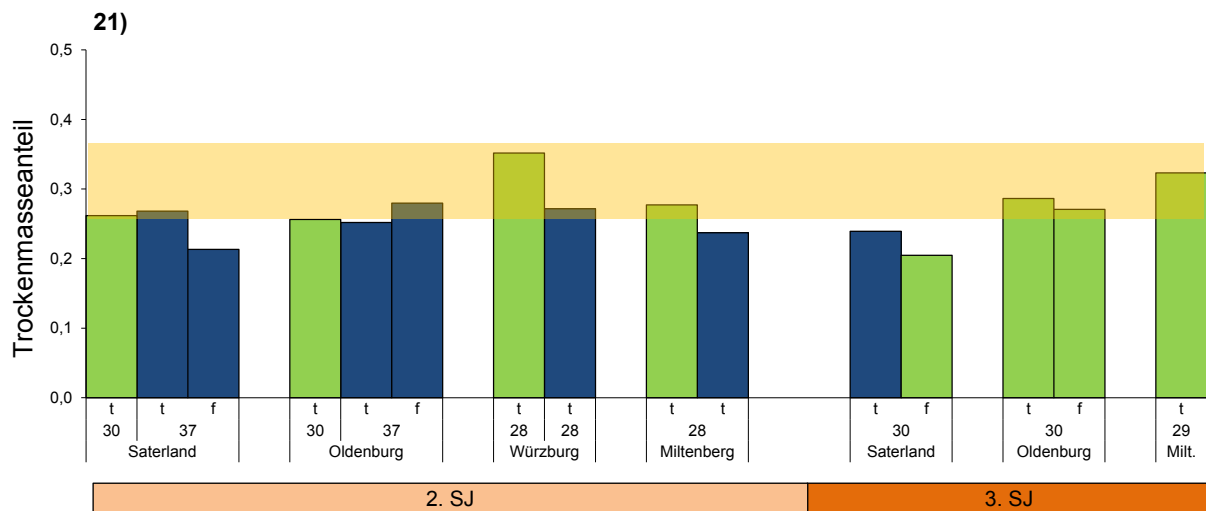


**Abb. 20 a und b:**

**TM-Anteil im Erntematerial** nach Ansaat der **Praxistestmischung** im Jahr 2009 (a) und 2010 (b) in den bisherigen Standjahren (\*Einzelwerte einer größeren Praxisfläche, \*\*Herstellung der Mischung durch LWG aus Einzelkomponenten). Unterhalb der Horizontalachse ist die Kalenderwoche angegeben, in der die Ernte erfolgte. Der angestrebte Bereich von 25% bis 35% TM ist gelb markiert. Nähere Erläuterung s. Text.

Durch die ab dem **zweiten Standjahr** bestandsbildenden Stauden mit abweichenden Entwicklungszeiten veränderten sich die Erntetermine. Meist war eine frühere Ernte als im Vorjahr günstiger, weil einige Arten im Spätsommer stärker lignifizierten und infolgedessen die Methanausbeute abnahm. So wurden bei den Mischungen mit heimischen Stauden zwischen Mitte Juli und Mitte August die höchsten Methanhektarerträge des Erntematerials erzielt (Abb. 19 b, c und f sowie Abb. 20). Die TM-Gehalte lagen zu dem Zeitpunkt bereits über 30%. Die Stauden der amerikanischen Prärie erreichten erst ab Mitte September die geforderten Trockenmassegehalte. Eine frühere Ernte (ebenfalls ab Mitte Juli) ergab sich hier jedoch teilweise durch die ab dem 2. Standjahr verstärkte Entwicklung von Beikräutern (vgl. *Matricaria inodoro*, Kapitel 3.4.5.1), die häufig über 50% der geernteten Biomasse ausmachten und wesentlich früher abreiften.

## Maisuntersaat



**Abb. 21:**

**TM-Anteil im Erntematerial** nach Ansaat verschiedener Artkombinationen. Die Bestandsgründung im Jahr 2009 erfolgte als Maisuntersaat (1. Standjahr, nicht dargestellt). Die grünen Säulen repräsentieren Mischungen mit ausschließlich heimischen Stauden, die blauen Säulen Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum. Sie wurden jeweils für trockene (t) bzw. mäßig frische Standorte (f) konzipiert. Unterhalb der Horizontalachse ist die Kalenderwoche angegeben, in der die Ernte erfolgte. Der angestrebte Bereich von 25% bis 35% TM ist gelb markiert. Nähere Erläuterung s. Text.

Die **Mais-Untersaatparzellen** wurden im Jahr der Ansaat zum regional üblichen Erntetermin für Silomais geerntet (nicht dargestellt). Weil die gesäten Wildpflanzenarten zu diesem Zeitpunkt noch nicht ertragsbildend waren, bestand die Biomasse überwiegend aus Maispflanzen mit Trockenmassegehalten um 33%. Die Wildpflanzenbestände des zweiten Standjahrs zeigten eine gegenüber der korrespondierenden Direktsaat-Variante etwas verzögerte Entwicklung (vgl. Kapitel 3.2.2). Bei der zeitgleichen Ernte waren die TM-Gehalte des Erntematerials folglich etwas niedriger (Abb. 21).

Insgesamt ergaben die Untersuchungen zur Entwicklung des Trockenmassegehalts, dass bei keiner der geprüften Versuchsmischungen und in keinem der drei bisherigen Standjahre eine Ernte vor Mitte Juli angezeigt war. Eine Ernte während der Setz-, Brut- und Aufzuchtzeiten der meisten Wildtiere und Vögel kann somit bei dem Einsatz der Saatgutmischungen zur Biogasgewinnung vermieden werden.

### 3.4.5.3. Höhe und Dichte des Pflanzenaufwuchses

Die Pflanzenbestände, die sich nach Aussaat der wildpflanzenreichen Mischungen entwickelten, waren zum Zeitpunkt der Ernte meist niedriger und gleichzeitig dichter als benachbarte Maiskulturen.

**Im ersten Standjahr** unterschied sich die Bestandsstruktur vor allem in Abhängigkeit von dem Ansaatjahr (2009 bzw. 2010).

Bei der Ansaat 2009 war die Hauptschicht der Mischbestände meist zwischen 170 und 200 cm hoch mit Überhältern einer Höhe von bis zu 240 cm (Abb. 22 a). Ein Extremwert von über 3m Höhe am Standort Oldenburg geht auf hohe Einzelpflanzen von *Cannabis sativa* zurück, die in den Saatgutmischungen mit heimischen Stauden für trockene Standorte (H/t) enthalten waren. Die auf spontane Arten zurückgehende projektive Deckung spiegelt primär den unterschiedlichen Beikrautdruck der Standorte wider. Sie war am Standort bei Würzburg mit Werten von etwa 5% wesentlich niedriger als an den übrigen Standorten (in Saterland wurde aufgrund des flächigen Aufkommens gemulcht, vgl. Kapitel 3.4.5.1).

Nach der Ansaat im Jahr 2010 (Abb. 22 d) blieben die Bestände (vermutlich wegen der extremen Frühjahrstrockenheit, vgl. Kapitel 3.3.3) niedriger als bei den Ansaaten des Vorjahrs. Wegen der nur lückigen Etablierung der gesäten einjährigen Arten und ihres geringen Wachstums bildeten diese an dem Standort Oldenburg keine geschlossene Schicht, sondern die Überhälter eines überwiegend sehr niedrigen Pflanzenbewuchses mit geringer Gesamtdeckung. Bei den niedrigen Pflanzenarten handelt es sich hier überwiegend um gesäte Stauden sowie um Arten der Segetalflora mit nur kurzer Lebensdauer (z. B. *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album* und *Atriplex spec.* ). An den Standorten Unterfrankens war die projektive Gesamtdeckung wegen der größeren Dichte an einjährigen gesäten Pflanzen wesentlich höher (projektive Deckung zwischen 80 und 100%, Abb. 23 a, Linien) und der Anteil spontaner Arten wie schon bei den Ansaaten des Vorjahrs sehr gering.

Versuchsmischungen

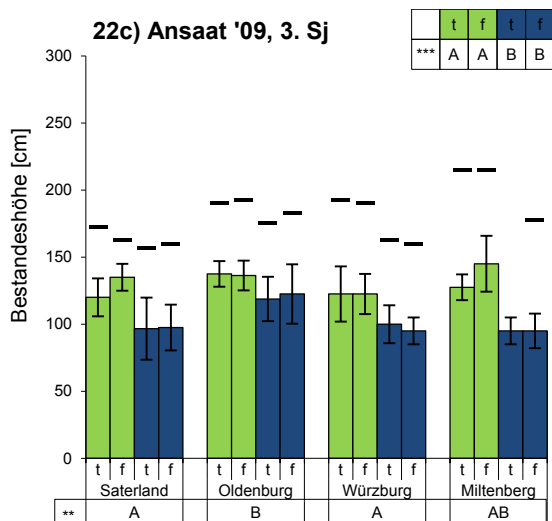
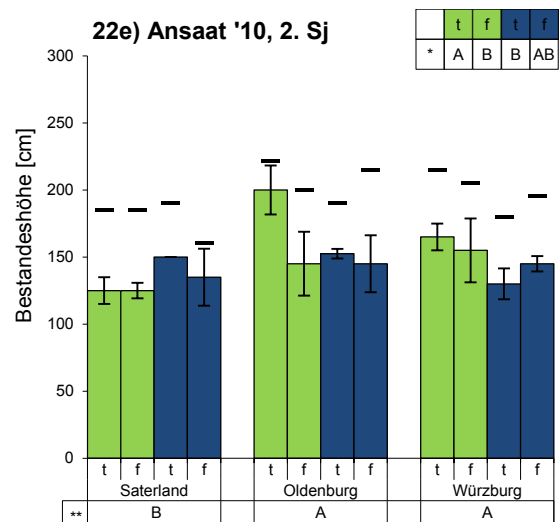
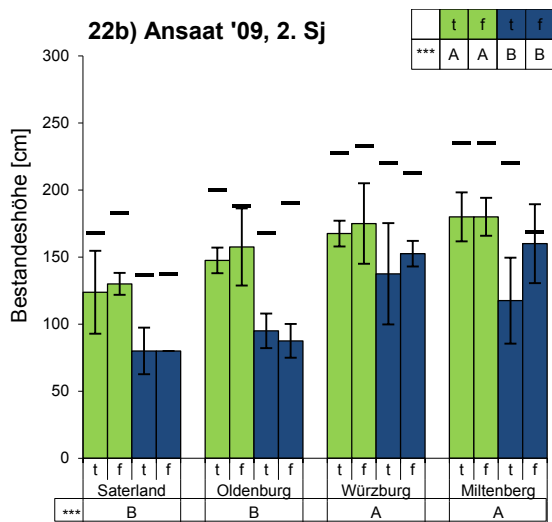
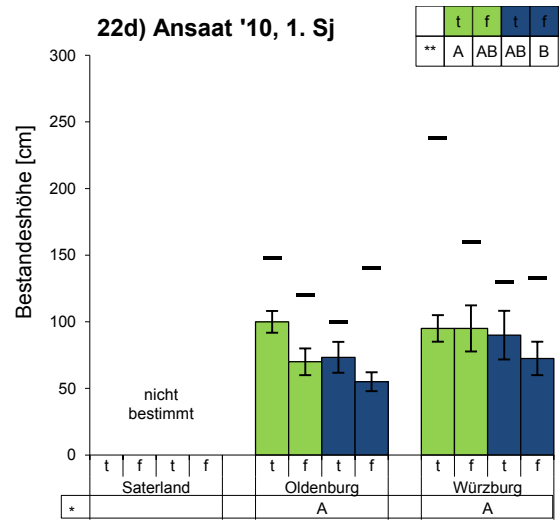
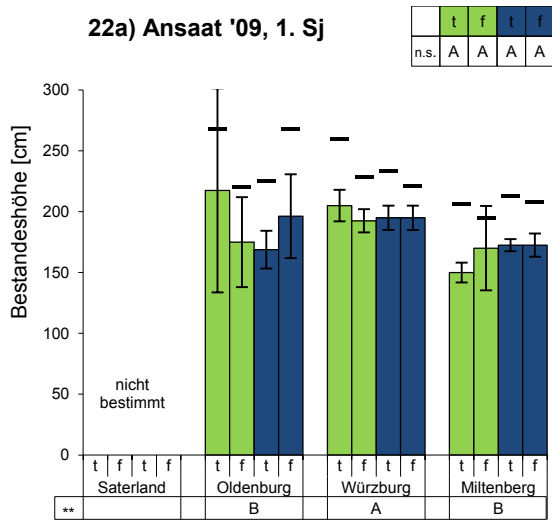
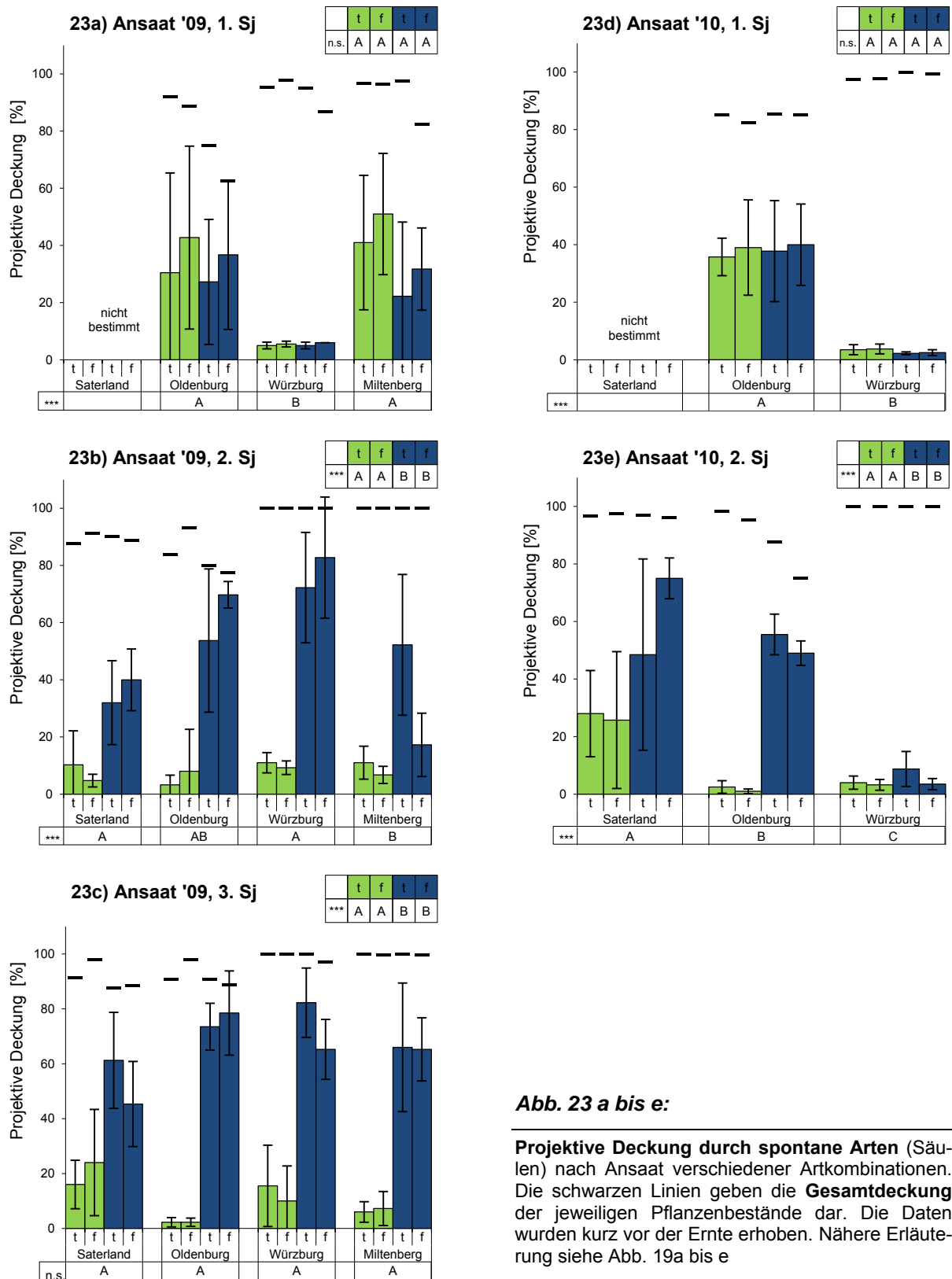


Abb. 22 a bis e:

Höhe von Hauptschicht (Säulen) und Überhältern (Linien) kurz vor der Ernte. Die Pflanzenbestände entwickelten sich nach Ansaat verschiedener Artkombinationen. Nähere Erläuterung siehe Abb. 19a bis e



**Abb. 23 a bis e:**

**Projektive Deckung durch spontane Arten (Säulen)** nach Ansaat verschiedener Artkombinationen. Die schwarzen Linien geben die **Gesamtdeckung** der jeweiligen Pflanzenbestände dar. Die Daten wurden kurz vor der Ernte erhoben. Nähere Erläuterung siehe Abb. 19a bis e

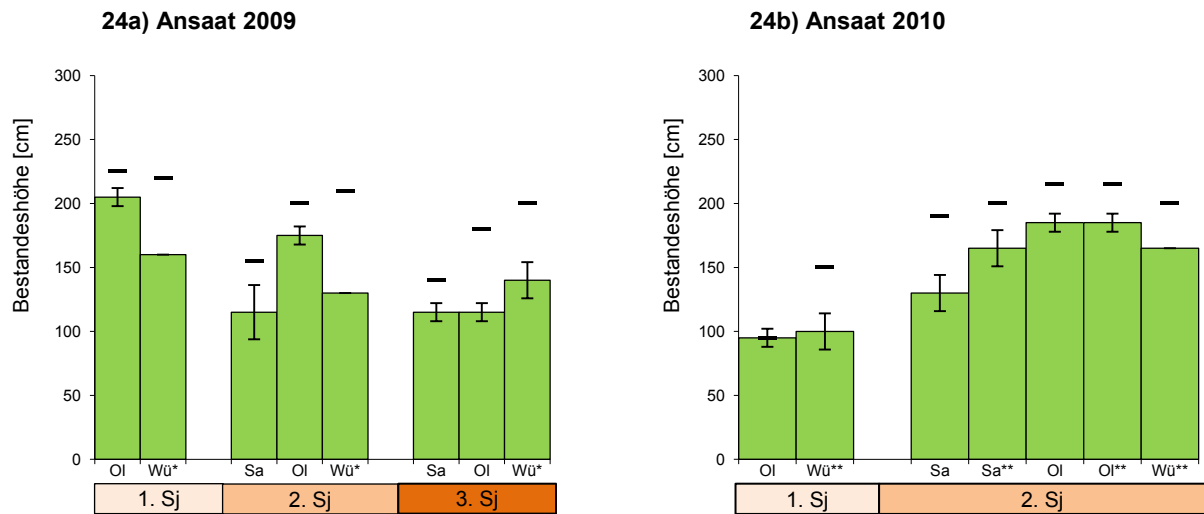
Teilweise entwickelten sich bei den Mischungsvarianten mit höherer Saatstärke (bei den ein- bis zweijährigen Arten) weniger Beikräuter, was sich in geringeren Anteilen

dieser Arten im Erntematerial sowie in signifikant erniedrigten Werten für die projektive Deckung zeigte (an den Standorten Miltenberg und Oldenburg bei den in 2009 gesäten Mischungen mit heimischen Stauden, nicht dargestellt). Die bessere Unkrautunterdrückung wirkte sich jedoch nicht nachweisbar auf die Biomasseerträge aus. Ein Einfluss auf die projektive Deckung oder Biomasseerträge der nachfolgenden Standjahre wurde ebenfalls nicht festgestellt.

**Im zweiten Standjahr** waren die im Jahr 2009 gesäten Bestände meist etwas niedriger als die einjährigen Bestände des Vorjahrs. Wie bereits in Kapitel 3.4.5.1 beschrieben, bestanden jetzt große Unterschiede zwischen den Mischungen der beiden Ausrichtungen: bei den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum blieben die Bestände an den Standorten im Nordwestdeutschen Tiefland bis zur Ernte im September lückig und niedrig. Die Pflanzen der Hauptschicht erreichten meist nur eine Höhe von 80 bis 120cm. In Unterfranken entwickelten sich zwar sehr dichte, etwas höhere Bestände, die Hauptmassebilder waren jedoch hier spontane Kräuter (vgl. Abb. 23 b und d, blaue Säulen; z.B. *Lactuca serriola*, *Matricaria inodora*). Grund ist wahrscheinlich die sehr langsame Entwicklung der in den Mischungen dominierenden Staudenarten fremder Florenreiche (vgl. Punkt 1). Bei den Ansaaten im Jahr 2010 wurden die beiden Steinkleearten (vgl. Bild 30) verstärkt beigemischt um die Ertragslücke im zweiten Standjahr zu schließen. Diese waren ab dem zweiten Standjahr bestandsbildend mit einem ca. 150cm hohen Pflanzenbewuchs.

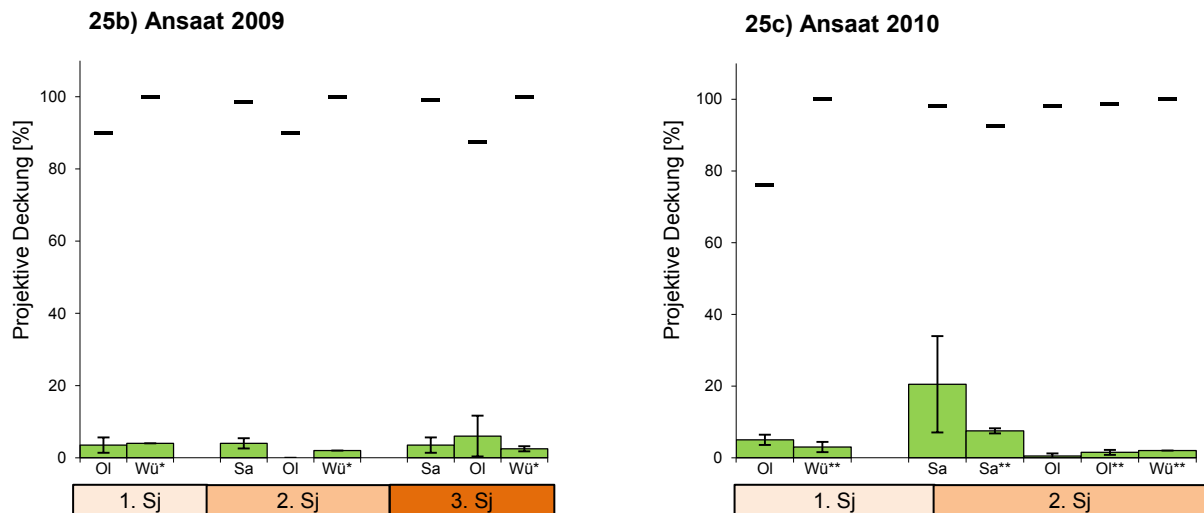
Ein ganz anderes Erscheinungsbild zeigten die Mischungen mit heimischen Stauden. Einige der heimischen Wildstauden dieser Mischungen zeichneten sich durch eine hohe Konkurrenzkraft und ein sehr frühes und schnelles Wachstum aus. Sie bildeten frühzeitig dichte Bestände, in denen kaum spontane Arten zu finden waren (vgl. Abb. 23 b und e, grüne Säulen sowie Abb. 24 b Praxismischungen). Die größte Wuchshöhe erreichte meist *Artemisia vulgaris*, die in allen Mischungen dieser Gruppe enthalten war. Sie führte bei den Ansaaten 2009 an den unterfränkischen Standorten zu Bestandeshöhen zwischen 170 bis 200cm (Überhälter: 230cm). Bei den Ansaaten im Jahr 2010 waren die Bestände des zweiten Standjahrs meist etwas niedriger. Auch in diesem Ansaatjahr große Wuchshöhen wurden nur am Standort Oldenburg bei Mischungen mit dominierendem Beifuß (H/t und Praxismischung) erreicht (Abb. 22 e, grüne Säulen und 24 b.).

**Praxistestmischung**



**Abb. 24:**

**Höhe von Hauptschicht (Säulen) und Überhältern (Linien) kurz vor der Ernte nach Aussaat der Praxistestmischung.** Nähere Erläuterung s. Abb. 20.



**Abb. 25:**

**Projektive Deckung durch spontane Arten (Säulen) nach Ansaat der Praxismischung.** Die schwarzen Linien geben die **Gesamtdeckung** der jeweiligen Pflanzenbestände dar. Die Daten wurden kurz vor der Ernte erhoben. Nähere Erläuterung siehe Abb. 20.



## Maisuntersaat

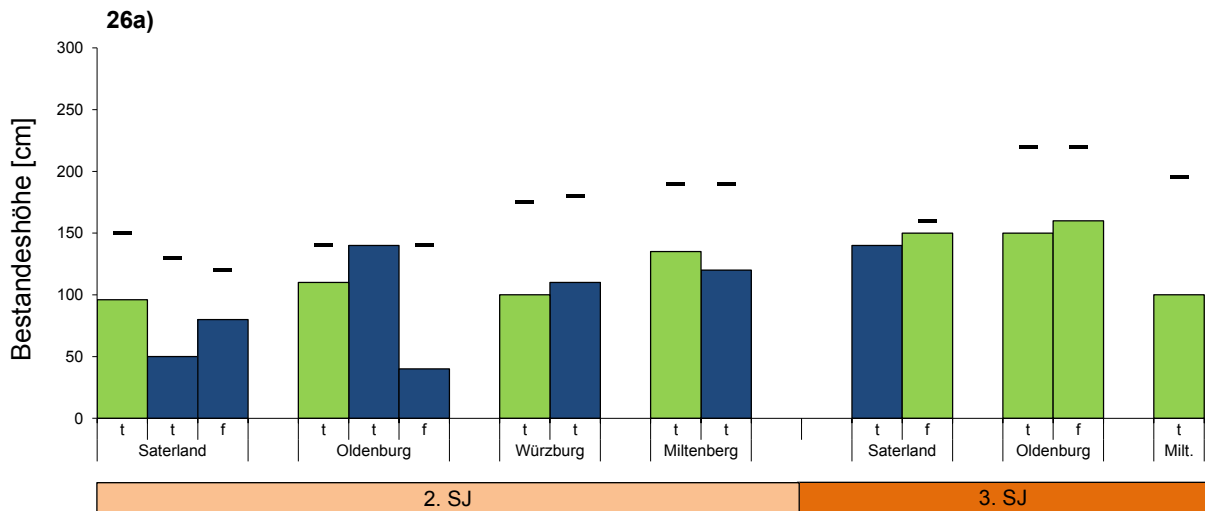


Abb. 26:

**Höhe von Hauptschicht (Säulen) und Überhältern (Linien)** kurz vor der Ernte. Die Pflanzenbestände entwickelten sich nach Ansaat verschiedener Artkombinationen in junge Maiskulturen im Jahr. Nähere Erläuterung siehe Abb. 21.

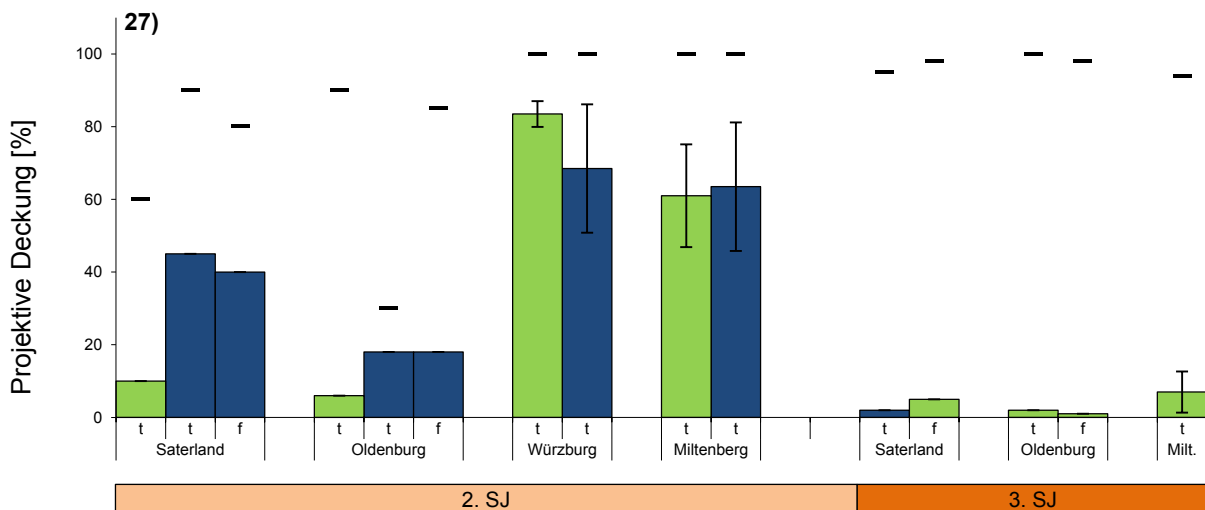


Abb. 27:

**Projektive Deckung durch spontane Arten (Säulen)** nach Ansaat verschiedener Artkombinationen in junge Maiskulturen im Jahr 2009. Die schwarzen Linien geben die **Gesamtdeckung** der jeweiligen Pflanzenbestände dar. Die Daten wurden kurz vor der Ernte erhoben. Nähere Erläuterung siehe Abb. 21.

Bei den als **Mais-Untersaat** gegründeten Wildpflanzenbeständen kam es im zweiten Standjahr häufig zu einer starken Beikrautentwicklung, während die gesäten Arten überwiegend klein blieben, so dass viele der Varianten als ungeeignet beurteilt und nicht weiter untersucht wurden (linke Seite der Abb. 27; vgl. hierzu Kapitel 3.4.5.7). Im folgenden Jahr entwickelten sich einige der Bestände dann wider Erwarten gut. Insbesondere bei den Mischungen mit heimischen Stauden der niedersächsischen Standorte waren die Beikräuter fast vollständig verschwunden und die Deckung durch die gesäten Arten hoch (rechte Seite der Abb. 27). Auch die Pflanzenhöhe (Abb. 26) und Biomasseerträge (Abb. 28) nahmen im folgenden Standjahr deutlich zu und erreichten teilweise ähnlich hohe Werte wie bei den korrespondierenden Direktsaatvarianten.

#### **3.4.5.4. Biomasseertrag**

Die Biomasseerträge der Versuchsmischungen nach Ansaat in den Jahren 2009 und 2010 gehen aus Abb. 28 a bis e hervor.

Im ersten Standjahr lagen sie bei den Mischungen mit heimischen Stauden bei rund 8t/ha (Abb. 28 a und d, grüne Säulen), bei den Ansaaten 2010 wegen der schlechten Etablierung einjähriger Arten erwartungsgemäß niedriger (Abb. 28 d). Bis zum 2. Standjahr verzeichneten die Mischungen mit heimischen Stauden deutliche Ertragssteigerungen (Abb. 28 b und e). Wie anhand der regelmäßig hohen Anteile im Erntematerial ersichtlich (Abb. 31), gehen die Ertragssteigerungen auf enorme Zuwächse bei vielen der gesäten heimischen Staudenarten zurück. Die höchsten Biomasseerträge lagen im Bereich zwischen 12 und 14 t/ha und erreichen damit zwischen 70 und 80% des Ertragswerts von Silomais (Vergleichswert von Praxisbetrieben der Region). Selbst bei den ariden Witterungsbedingungen in 2011 (2. Standjahr der Ansaat 2010, Abb. 28 e und 3. Standjahr der Ansaat 2009, Abb. 28 b) wurden regelmäßig hohe Biomasseerträge (meist zwischen 8 und 15 t/ha) erzielt. Die Erträge der Praxismischung (Abb. 29 a und b) lagen im Allgemeinen in einer ähnlichen Höhe wie bei den anderen Mischungen mit heimischen Stauden.

Bei den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum wurden bei der Erstansaat im Jahr 2009 teilweise beachtliche Biomassezuwächse erzielt, einige höher als Silomaiserträge von Praxisbetrieben der jeweiligen Region (bis zu 19 t/ha). Im darauffolgenden Jahr folgte dagegen ein Einbruch der Erträge (3 bis 7t/ha), weil die Stauden der amerikanischen Prärie im Gegensatz zu den heimischen Stauden klein blieben und sich nur in einer vergleichsweise geringen Anzahl etabliert hatten. Die geringen Zuwächse der Stauden waren auch für die Ansaat 2010 festzustellen. Gründe liegen vermutlich zum Teil in den ungünstigen Etablierungsbedingungen, die durch die extrem dichten Struktur der einjährigen Bestände (bei der Ansaat 2009) bzw. die sehr ariden Witterungsbedingungen kurz nach der Ansaat (v. a. im Ansaatjahr 2010, vgl. Kapitel 3.3.3) bedingt waren. Hinzu kommt, dass die Stauden der amerikanischen Prärie im zweiten Standjahr voraussichtlich noch nicht ihr Wachstumspotential ausgeschöpft haben. Dies ist aus der gärtnerischen Verwendung bekannt. Aus diesem Grund wurde bei den Ansaaten ab 2010 die Saatstärke der zweijährigen Arten *Melilotus officinalis* und *M. albus* erhöht. Am Standort Würzburg, an denen sich die beiden Steinkleearten daraufhin besonders üppig entwickelten, wurden dadurch im zweiten Standjahr Trockenmasseerträge von knapp 10 t/ha erzielt. Das Ertragspotential der verwendeten fremdländischen Stauden innerhalb der Mischungen wird sich jedoch erst im folgenden Standjahr (2012) zeigen, wenn auch die zweijährigen Arten aufgrund ihrer Lebensdauer verschwunden sind.

Die als Maisuntersaat etablierten Bestände waren in ihrer Entwicklung gegenüber den korrespondierenden Direktsaat-Parzellen verzögert. Einige dieser Ansaatflächen erreichten jedoch trotzdem, je nach Kulturführung und Standort, bis zum Spätsommer noch relativ hohe Erträge von etwa 7t TM/ha. Im darauffolgenden Jahr (3. Standjahr) war keine Entwicklungsverzögerung mehr feststellbar und die Erträge erhöhten sich auf Werte um 10t/ha (Mischungen mit heimischen Stauden, Abb. 30, rechte Seite). Die Mais-Untersaatparzellen erzielten damit ein ähnliches Niveau wie bei Direktsaat.

Versuchsmischungen

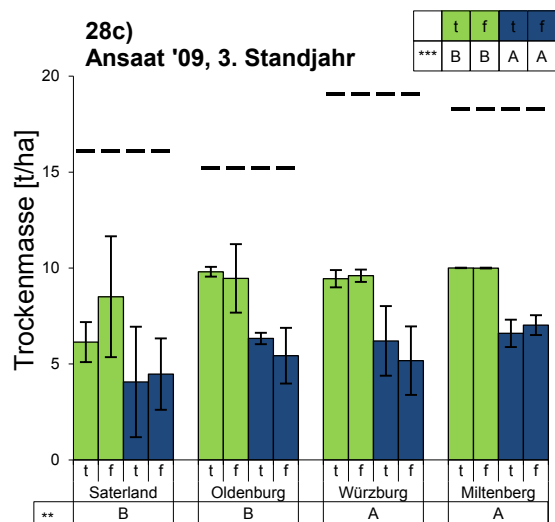
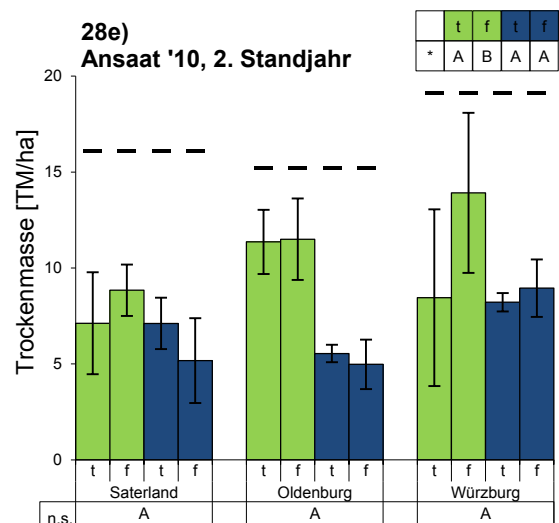
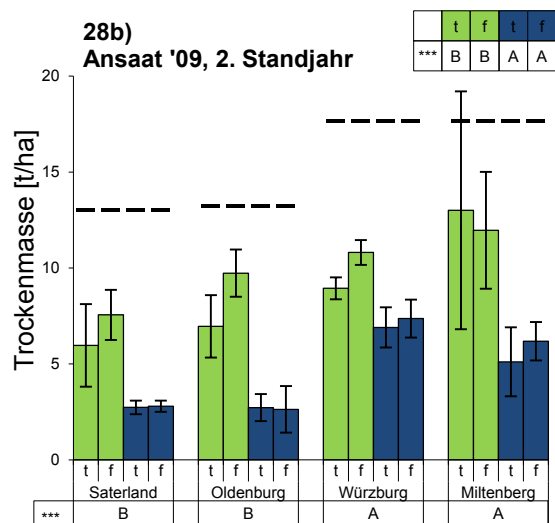
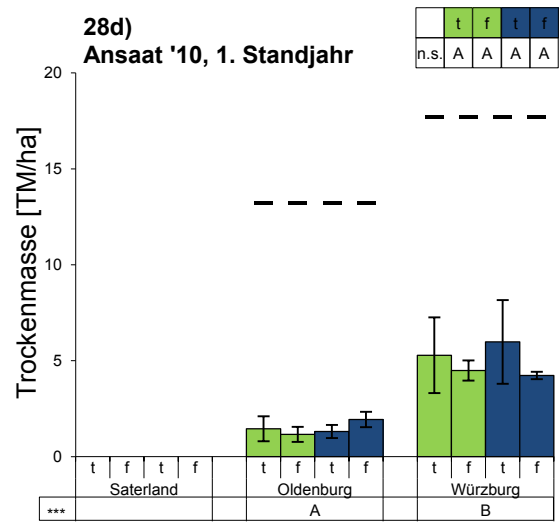
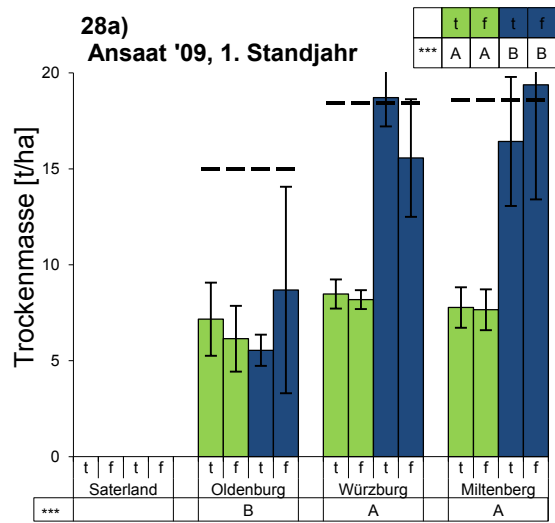


Abb. 28 a bis e:

**Trockenmasseerträge** nach Ansaat verschiedener Artkombinationen. Zum Vergleich wurden die Silomaisserträge von Praxisbetrieben des jeweiligen Landkreises aufgetragen (Datenquelle: für Saterland und Oldenburg: Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen, für Würzburg und Miltenberg: [www.statistikdaten.bayern.de](http://www.statistikdaten.bayern.de)). Nähere Erläuterung siehe Abb. 19.

### Praxistestmischung

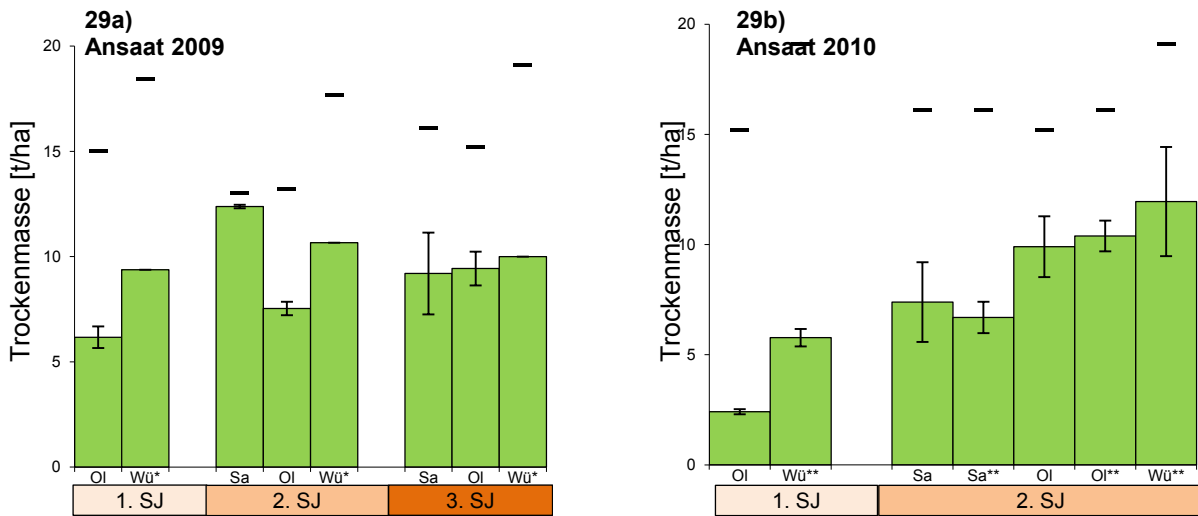


Abb. 29 a und b:

**Trockenmasseerträge** nach Ansaat der Praxistestmischung. Zum Vergleich wurden die Silomaisserträge von Praxisbetrieben des jeweiligen Landkreises aufgetragen (Quelle siehe Abb. 19a bis e). Nähere Erläuterung siehe Abb. 20.

### Maisuntersaat

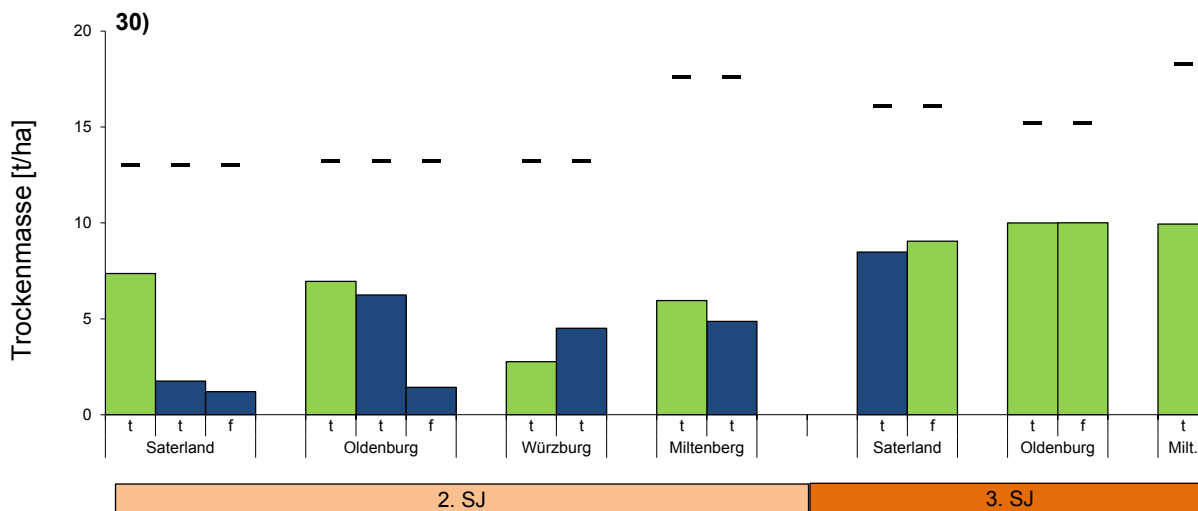


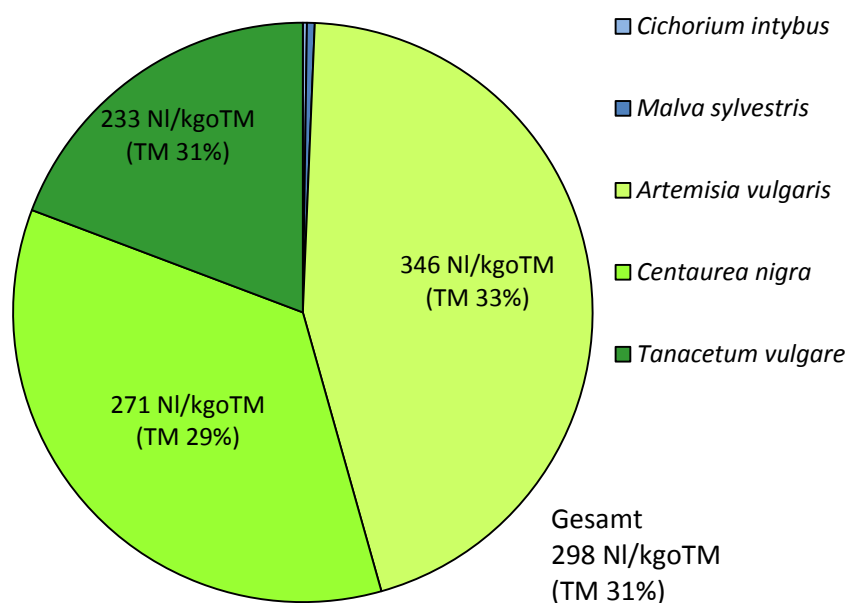
Abb. 30:

**Trockenmasseerträge** nach Ansaat verschiedener Artkombinationen in junge Maisbestände im Jahr 2009. Zum Vergleich wurden die Silomaisserträge von Praxisbetrieben des jeweiligen Landkreises aufgetragen (Quelle: siehe Abb. 19a bis e). Nähere Erläuterung siehe Abb. 21.

### 3.4.5.5. Methanausbeute und Ligningehalt

Die Erhöhung der Methanausbeute durch eine optimierte Artenzusammensetzung ist wesentlicher Ansatzpunkt bei der Weiterentwicklung der Mischungen. Die Artenzusammensetzung des Erntematerials und der Reifezustand der enthaltenen Arten variierten je nach Mischung, Standjahr, Standort und Erntetermin, so dass auch die Methanausbeute von diesen Faktoren abhängig ist. Wegen der Vielzahl von Einflussfaktoren kann nur eine Betrachtung der Einzelarten im Erntematerial Aufschluss über deren Einflussnahme auf die Methanausbeute der Gesamtmischung geben. Bei der ersten Artenzusammenstellung der Mischungen für die Ansaat im Jahr 2009 lagen erst wenige und noch nicht systematisch erhobene Labordaten zur Methanausbeute vor. Bei den 2009 und 2010 gegründeten Beständen erfolgte dann teilweise eine separate Bestimmung der Anteile der einzelnen Arten und der Methanausbeute der einzelnen Fraktionen. Ein Beispiel für das Ergebnis dieser Untersuchungen wird in Abb. 31 gezeigt.

#### Praxistestmischung



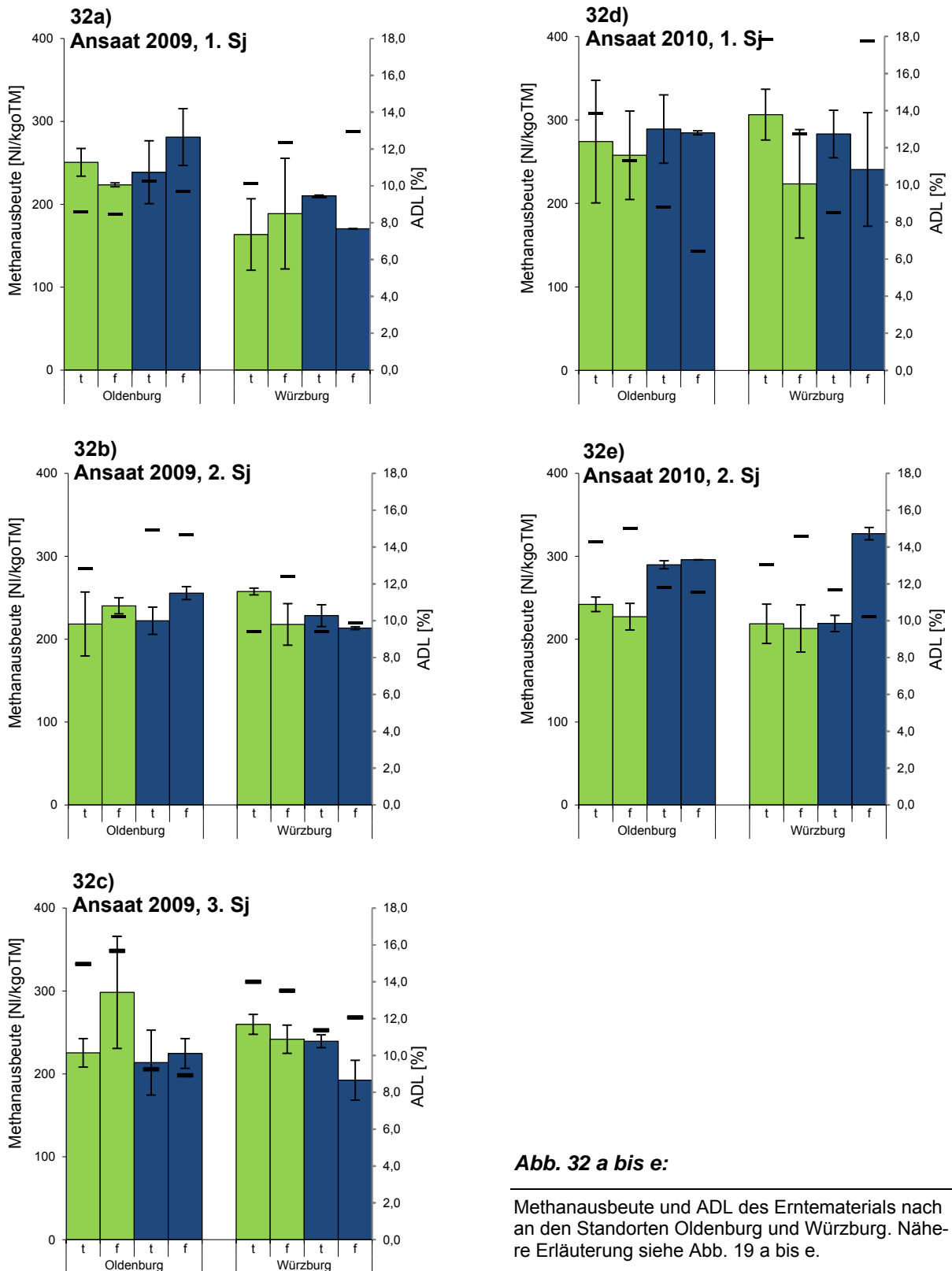
Oldenburg, Praxistestmischung, Ansaat

**Abb. 31:**

Anteile der ertragsbildenden Arten im Erntematerial des 2. Standjahrs nach Aussaat der Praxistestmischung. Für die drei Hauptarten (Einzelanalysen) sowie für die Gesamtmischung (berechnet) werden Methanausbeute und TM-Gehalte angegeben. Der Ertrag lag bei 10,9 t/ha (Standort Oldenburg Ansaat 2010, Erntetermin: 19.7.2011).



## Versuchsmischungen



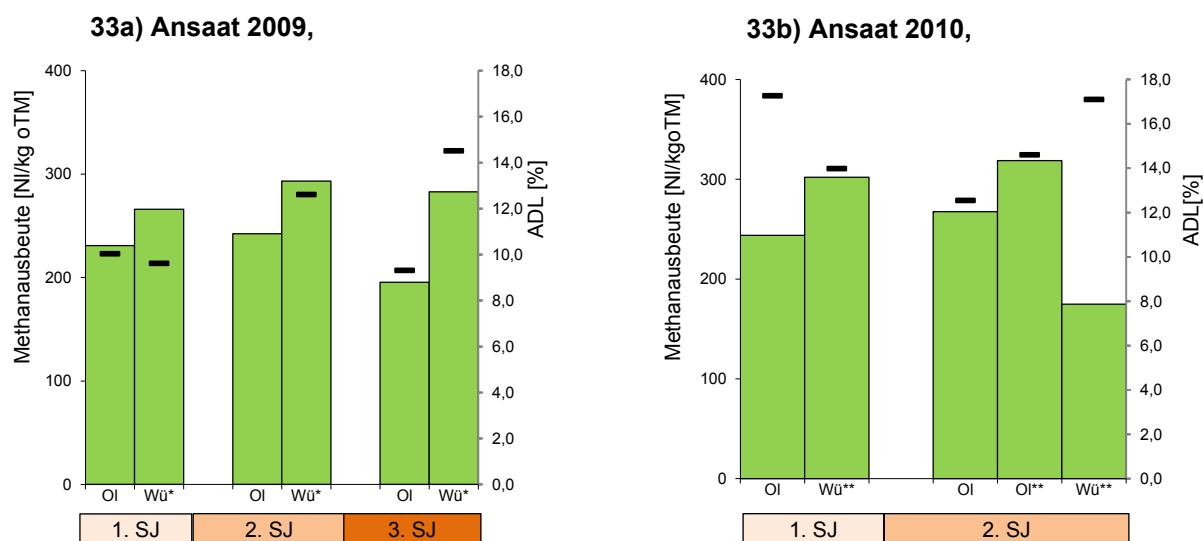
**Abb. 32 a bis e:**

Methanausbeute und ADL des Erntematerials nach an den Standorten Oldenburg und Würzburg. Nähere Erläuterung siehe Abb. 19 a bis e.

In den Abb. 32 a bis e ist die Methanausbeute der Gesamtmischungen zum optimalen Erntetermin dargestellt. Bei den ersten Ansaaten im Jahr 2009 wurden im ersten Standjahr für den Standort Würzburg bei allen Mischungen noch sehr niedrige Methanausbeuten um 200 NI/kg oTM ermittelt (Abb. 32 a, rechte Seite), am Standort Oldenburg lagen sie mit etwa 250 NI/kg oTM wesentlich höher (Abb. 32 a, linke Seite). Bei den späteren Ansaaten wurden mit Werten um 300 NI/kg oTM überwiegend höhere Methanausbeuten im ersten Standjahr ermittelt (Abb. 32 d), wobei die Veränderungen am Standort bei Würzburg besonders deutlich waren. Wie die ADL-Werte zeigen (Linien in Abb. 32a bis e), besteht dabei kein direkt ersichtlicher Zusammenhang zwischen Methanausbeute und Ligningehalt der Proben. Ursache für die höheren Methanausbeuten der Ansaaten 2010 könnten in der bereits verbesserten Mischungszusammensetzung sowie in dem unterschiedlichen Reifezustand der in dem Erntematerial dominierenden Pflanzenarten liegen (vgl. hierzu auch Abb. 19 a und d). Im zweiten Standjahr bestanden ebenfalls Unterschiede zwischen den beiden Ansaatterminen, jedoch sind die Veränderungen bei den Mischungen nicht einheitlich (Abb. 32 b und e). Die zwei- und mehrjährigen Arten konnten bei der Mischungsoptimierung erst bei der Ansaat 2011 verstärkt berücksichtigt werden (weil Untersuchungen zur Methanausbeute der Stauden sinnvollerweise nicht vor dem 2. Standjahr der Erstansaaten stattfinden können). Die Ergebnisse zur Methanausbeute dieser Arten bei der optimierten Mischungszusammensetzung werden im Jahr 2012 (2. Standjahr dieser Versuchsansaaten) erwartet.

Bei der Praxismischung wurden bei der Aussaat 2010 im 2. Standjahr Methanausbeuten von 268 und 320 NI/kg oTM im Vergleich zu 315 NI/kg oTM bei Silomais ermittelt (Mittelwert von benachbarten Maisbeständen, nach gleicher Methode bestimmt). Daneben wurde ein sehr niedriger Wert bestimmt. Abgesehen davon lag die Methanausbeute der WPM für Praxisflächen somit in ähnlicher Größenordnung oder um höchstens 15% niedriger liegen als bei Silomais (Abb. 33. Rechts). Zur Absicherung sind jedoch weitere Analyseergebnisse, auch von Praxisflächen, erforderlich.

## Praxistestmischung



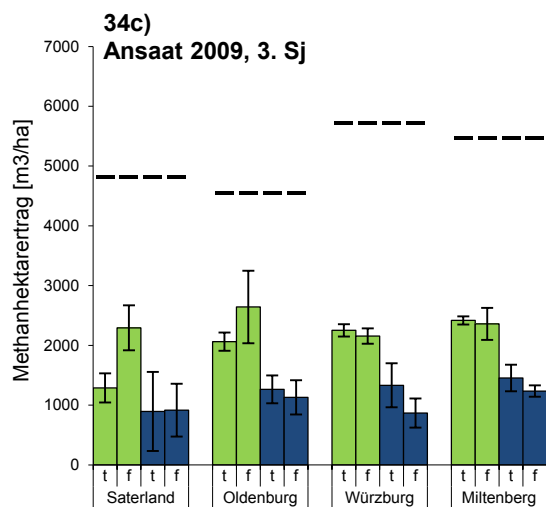
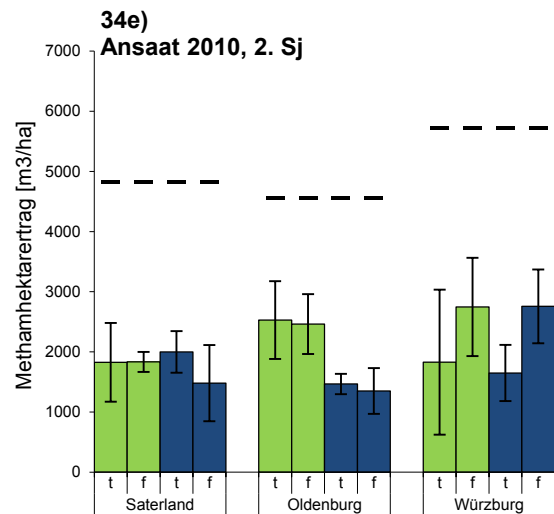
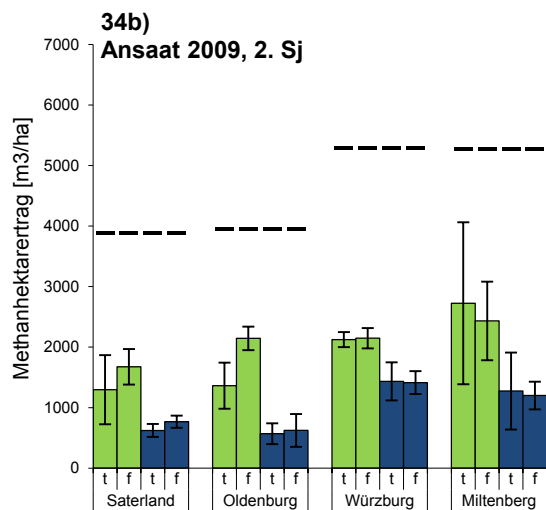
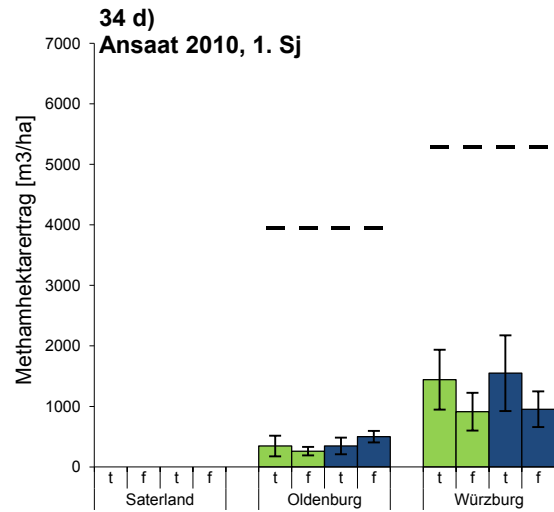
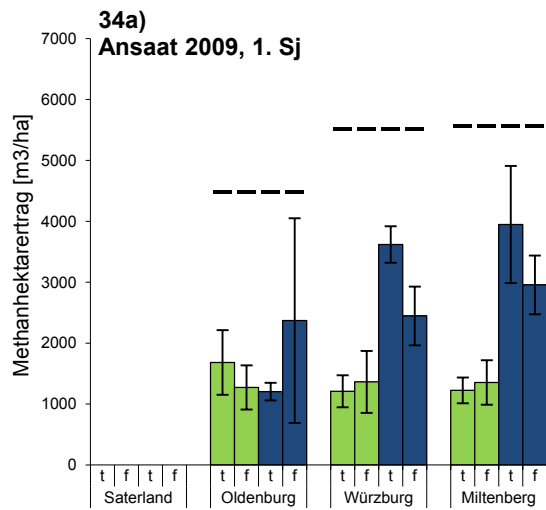
**Abb. 33 a und b:**

Methanausbeute nach Ansaat der Praxistestmischung im Jahr 2009 (a) und 2010 (b). Dargestellt sind die Daten zu den bisher vorliegenden Standjahren. Nähere Erläuterung siehe Abb. 20.

### 3.4.5.6. Methanhektarertrag

Die Erzielung eines möglichst hohen Methanhektarertrags ist wesentlicher Ansatzpunkt bei der ökonomischen Optimierung der Biogasmischungen. Er kann anhand der vorliegenden Daten zu Trockenmasseertrag und Methanausbeute hochgerechnet werden. Nachdem für die Standorte Saterland und Miltenberg keine eigenen Batchtests gemacht wurden, fließen hier bei der Hochrechnung die Daten des anderen Standorts der Region ein (von Oldenburg für Saterland bzw. Würzburg für Miltenberg).

Versuchsmischungen



**Abb. 34 a bis e:**

Orientierende Hochrechnung zu den Methanhektarerträgen nach Ansaat verschiedener Mischungen (Säulen) und von Silomais (Linien), berechnet als Methangehalt in der Trockenmasse des Erntematerials von einem Hektar Anbaufläche (ohne Silierverluste). Den Berechnungen liegen die Daten aus Abb. TM a bis e und Methan a bis e zugrunde. Für die Wildpflanzenmischungen der Standorte Saterland und Miltenberg wurden für die Methanausbeute die Daten der Standorte Oldenburg bzw. Würzburg herangezogen.

### Praxistestmischung

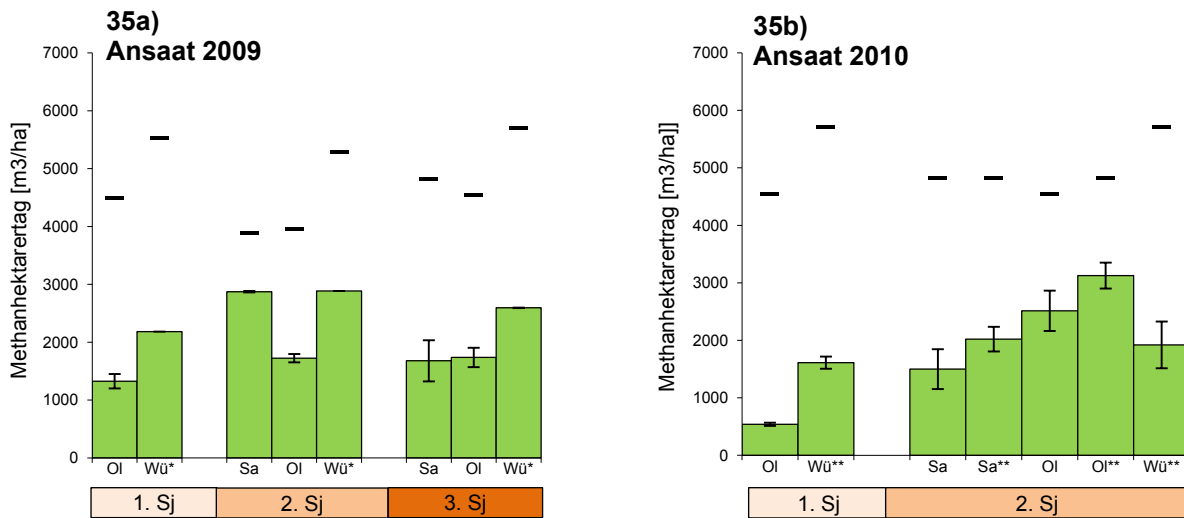


Abb. 35 a und b:

Orientierende Hochrechnung zu den Methanhektarerträgen nach Ansaat der Praxistestmischung (Säulen) und von Silomais (Linien) im Jahr 2009 (a) und 2010 (b), berechnet als Methangehalt in der Trockenmasse des Erntematerials von einem Hektar Anbaufläche (ohne Siliverluste). Nähere Erläuterung siehe Abb. 20.

### Maisuntersaat

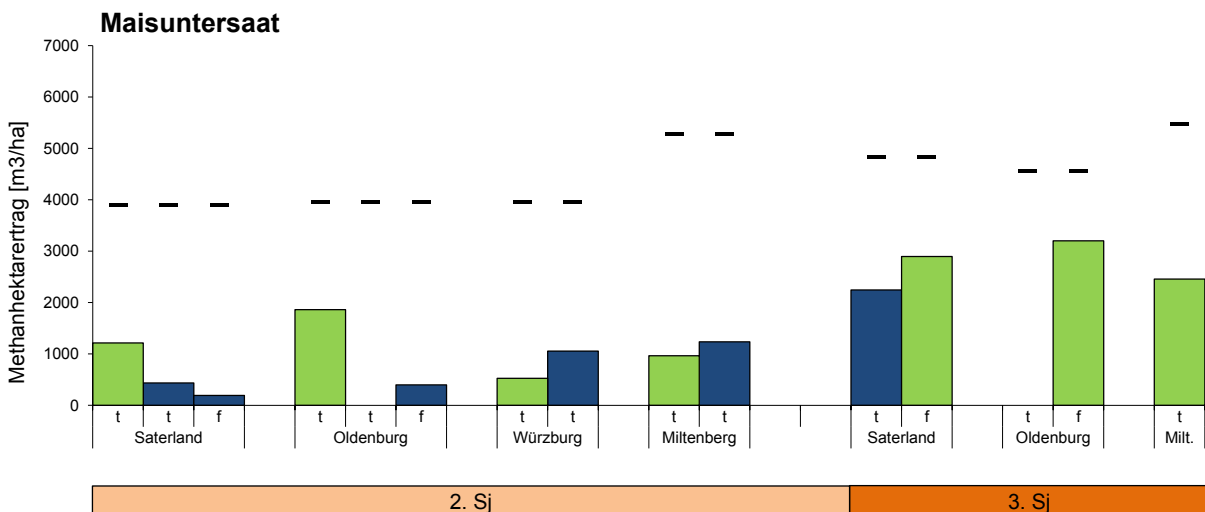


Abb. 36:

Orientierende Hochrechnung zu den Methanhektarerträgen nach Ansaat verschiedener Artkombinationen in junge Maisbestände im Jahr 2009 (Säulen). Zum Vergleich wurden die Daten für Silomais aufgetragen (Linien). Nähere Erläuterung siehe Abb. 21.

Weil die Methanausbeute des Pflanzenmaterials meist niedriger lag als bei Silomais (Kapitel 3.4.5.5) ergibt sich für die flächenbezogenen Methanerträge bei den Wildpflanzenbeständen ein etwas schlechteres Ergebnis mit größeren Ertragsdifferenzen zum Silomais als bei den Trockenmasseerträgen (vgl. Abb. 28). Sehr hohe Werte um 3000 m<sup>3</sup>/ha ergaben sich, trotz der nicht planmäßigen Vorgehensweise bei der Aussaat (Kapitel 3.3.5), für das dritte Standjahr bei den Einzelbestimmungen zur Maisunter Saat (Abb. 36). Bei dieser Variante der Bestandsgründung ist von Vorteil ist, dass im ersten Standjahr der WPM noch Mais geerntet werden kann. Im folgenden Jahr kommen dann wie bei der Direktsaat bereits Wildpflanzen zur Entwicklung. Das bei den Mischungen mit heimischen Stauden meist weniger ertragsstarke Standjahr der Direktsaat-Variante fällt damit weg. Ziel der weiteren Entwicklungsarbeit ist es, die Vorgehensweise bei der Bestandsgründung z. B. hinsichtlich Aussattermin und Pflanzenschutzmittel so zu optimieren, dass gleichmäßige Erträge über alle Standjahre erzielt werden. Dadurch sind insbesondere auf Standorten Vorteile zu erwarten, bei der eine Direktsaat aufgrund von hohem Beikrautdruck schwierig ist. Hier könnten Ertragsausfälle im ersten Standjahr durch einen erforderlichen Schröpfungsschnitt vermieden werden (vgl. Kapitel 3.4.5.1), indem die Aussaat der Wildpflanzenmischung in Mais (oder andere Kulturen) erfolgt. Dieser Ansatz ist Gegenstand der aktuellen 2. Projektphase.

#### **3.4.5.7. Aufsummierte Biomasseerträge und orientierende Hochrechnungen über eine fünfjährige Nutzungsdauer**

Für eine Bewertung der ökonomischen Leistungsfähigkeit mehrjähriger Wildpflanzenansaat sind letztendlich die Biomasse- und Methanerträge über die gesamte Nutzungsdauer entscheidend. Die Ertragshöhe im ersten Standjahr kann sich unmittelbar auf die folgenden Standjahre auswirken, beispielweise wenn in sehr dichten Pflanzenbeständen die Etablierung der Stauden erschwert wird (vgl. Kapitel 3.3.7). Aus diesem Grund wurden die einzelnen Standjahre nicht nur separat betrachtet, sondern zusätzlich die aufsummierten Ertragswerte der einzelnen Parzellen über die bisher vorliegenden drei (Ansaat 2009) bzw. zwei Standjahre (Ansaat 2010) betrachtet und orientierende Hochrechnungen über die gesamte vorgesehene Nutzungsdauer von fünf Jahren vorgenommen.



Die **Aufsummierung über die bisherige Standdauer** wird in Abb. 37a und b sowie in Abb. 38 gezeigt (jeweils farbige Säulen). Insgesamt wurden auf den fruchtbaren Böden der bayerischen Standorte Miltenberg und Würzburg (Bodenzahlen zwischen 60 und 80) höhere Gesamterträge bestimmt als auf den leichten, sandigen Böden des Standorts Oldenburg in Niedersachsen (Bodenzahlen von ca. 30). Dieses Ergebnis stimmt mit den Maiserträgen von Praxisbetrieben der Regionen überein.

Bei den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum lagen die bisher vorliegenden Erträge über drei Standjahre (blaue Säulen in Abb. 37a) in Niedersachsen allgemein deutlich niedriger als bei den Mischungen mit heimischen Stauden. In Unterfranken bewegten sie sich, infolge der teilweise enormen Zuwächse im ersten Standjahr, dagegen bis zum dritten Standjahr zunächst noch in ähnlicher Höhe. Die aufsummierten Gesamterträge differierten dabei nur wenig zwischen den Mischungsvarianten dieser Gruppe.

Geringe Unterschiede zwischen den Mischungsvarianten wurden auch innerhalb der Versuchsmischungen mit heimischen Stauden festgestellt, zu der auch die Praxis-testmischung gehört. Bei den ertragreichsten Mischungen dieser Gruppe lagen die über drei Standjahre erzielten Trockenmasseerträge zwischen 25 t/ha am Standort Oldenburg und rund 30t/ha an den unterfränkischen Standorten Würzburg und Miltenberg (Abb. 37a, grüne Säulen). Am Standort Saterland betrug der höchste Biomassezuwachs 22 t TM/ha (nur zwei Nutzungsjahre). Die genannten Werte entsprechen Biomassezuwächsen von 54% (Würzburg), 57% (Oldenburg) und 59% (Miltenberg) der regionalen Erträge bei intensivem Silomaisanbau (Mittlere Werte von Praxisbetrieben der jeweiligen Landkreise (Quelle siehe Abb. 19). Am Standort Saterland (mit Ertragsausfall im ersten Standjahr) lag der relative Ertragswert mit 50% etwas niedriger.

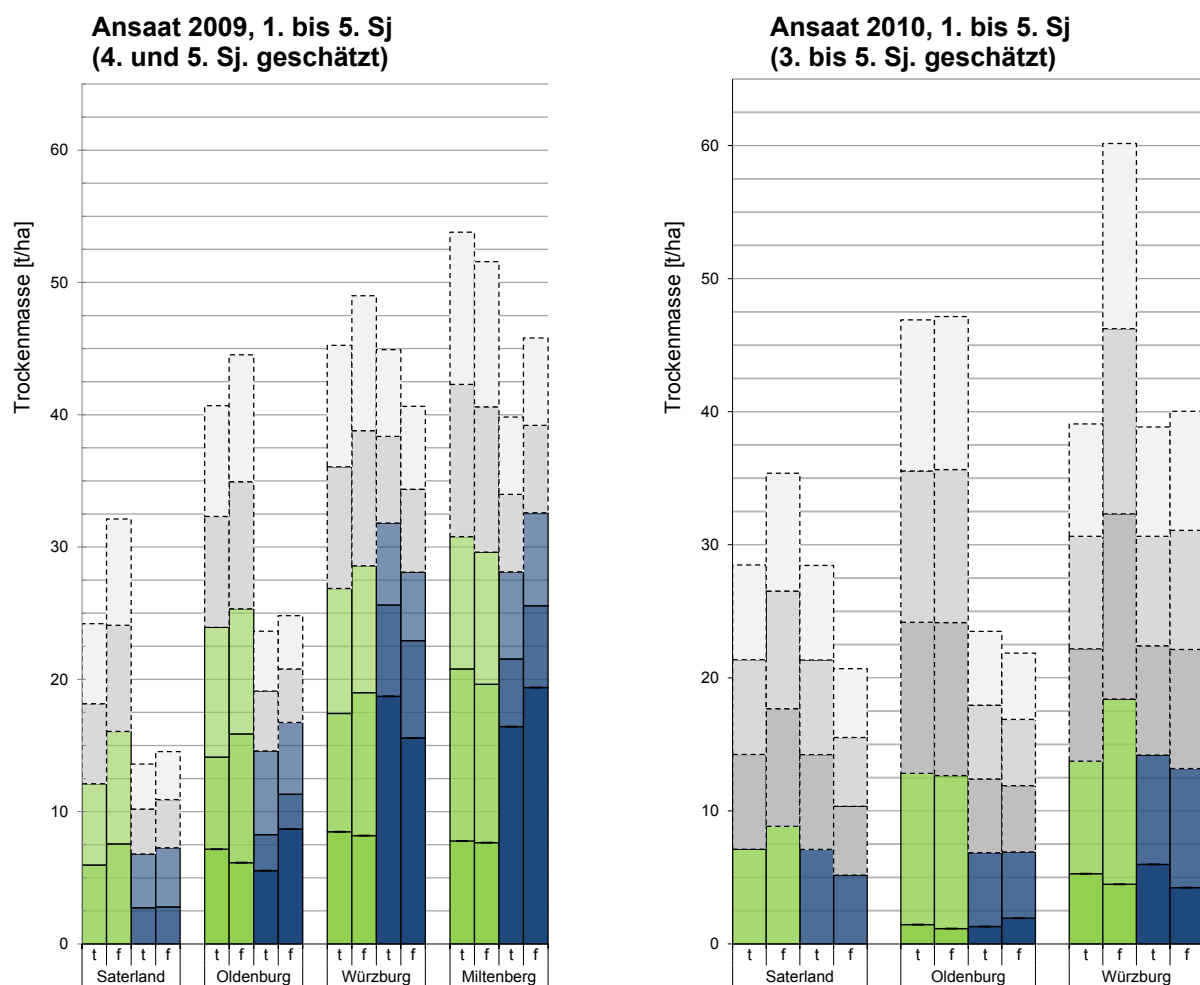
Für eine erste Beurteilung der Erträge über die gesamte Standdauer wurden die Erträge für die noch nicht vorliegenden Standjahre der vorgesehenen **fünfjährigen Nutzungsdauer** geschätzt. Nachdem die Erträge ab dem 2. Standjahr vor allem von der erfolgreichen Etablierung der Stauden abhängig waren und deshalb im dritten Standjahr fast konstant blieben, wurde dafür unterstellt, dass dieses Ertragsniveau auch in den letzten Nutzungsjahren bestehen bleibt. Die sich daraus ergebenden Erträge wurden in den Abb. 37 a und b durch gestrichelte Linien dargestellt.

Bei den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum lagen die Schätzwerte für eine fünfjährige Nutzungsdauer (vgl. gestrichelte Linien) meist deutlich niedriger als bei den anderen Mischungen, weil hier wegen dem Ertragseinbruch im zweiten Standjahr auch für die letzten Standjahre nur geringe Zuwächse angenommen wurden. Ursache war die bei den betreffenden Versuchsvarianten unzureichende Staudenetablierung (vgl. Kapitel 3.4.2). Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Beispielsweise sind zur Verbesserung der Staudenetablierung weitere Versuchsvarianten mit veränderter Artenzusammensetzung und/oder Kulturführung zu prüfen.

Bei den Mischungen mit heimischen Stauden führte die Schätzung über einen fünfjährigen Nutzungszeitraum zu hohen Trockenmasseerträgen von bis zu 47 (Oldenburg), 53 (Miltenberg) und 60 t/ha (Würzburg) (vgl. Abb. 37a und 38, gestrichelte Linien). Am Standort Saterland lag der höchste Wert bei 43 t/ha in vier Jahren (bei der Praxistestmischung, Abb.38). Dies entspricht mittleren Erträgen von 9,4 (Oldenburg), 10,6 (Miltenberg) und 12,0 t/ha (Würzburg), am Standort Saterland liegt der Schätzwert für die vier Jahren mit Ertragsbestimmungen bei 10,8 t/ha oder bezogen auf 5 Jahre bei 8,6 t/ha. Bei dieser Hochrechnung aller fünf Nutzungsjahre ergibt sich für die Wildpflanzenmischungen beim Vergleich mit Silomais ein etwas besseres Ergebnis als bei Betrachtung der bisher vorliegenden 2 bis 3 Nutzungsjahre. Es beruht auf den hohen Erträgen ab dem zweiten Standjahr, die durch die heimischen Stauden bedingt sind und sich bei längerer Nutzungsdauer stärker auf den mittleren jährlichen Ertrag auswirken. Bei den ertragreichsten Mischungen der Standorte Oldenburg, Würzburg und Miltenberg betrug der über die gesamte Nutzungsdauer geschätzte Biomassezuwachs der besten Versuchsmischungen zwischen 63 und 65% des Vergleichswerts für regionale Silomais-Erträge, und am Standort Saterland 58% (mit Ertragsausfall im 1. Standjahr).

Diese relativen Ertragswerte sind durchaus bemerkenswert, wenn man berücksichtigt, dass Silomais derzeit als ertragsstärkste Energiepflanze gilt und sein Anbau mit einem wesentlich höheren Arbeits-, Maschinen- und Materialaufwand (und damit auch Energieaufwand) verbunden ist als bei der hier untersuchten extensiven Form der Biomasseproduktion mit mehrjährigen Mischansaat. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Hochrechnungen und Schätzungen für die Wildpflanzenmischungen auf ersten Versuchs- und Praxisflächen beruhen, die seit Projektbeginn durch Direkt-

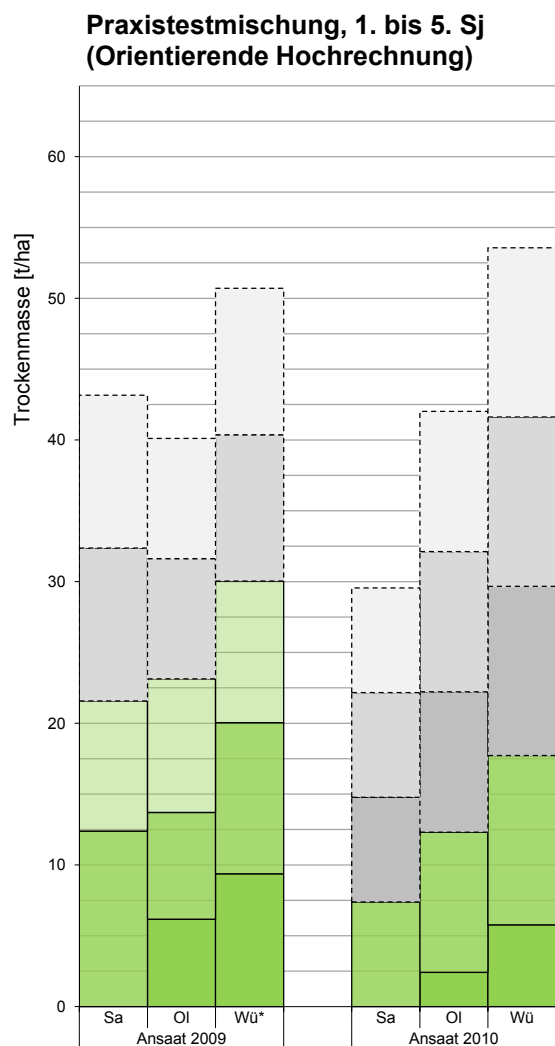
saat gegründet wurden. Ertragsbestimmungen der Folgeansaat mit verbesserten Mischungen zeigten bereits das hohe Entwicklungspotential gegenüber diesen ersten Versuchsansaat. Die ersten Ergebnisse zur Mais-Untersaat weisen darauf hin, dass andere Formen der Bestandsgründung zu höheren Erträgen führen können, weil dadurch Mindererträge oder Ertragsausfälle im Jahr der Bestandsetablierung (vgl. Kapitel 3.3.5) vermieden werden. Es wird deshalb erwartet, dass die späteren Versuchsansaat mit optimierter Mischungszusammensetzung und Kulturführung zu noch höheren Erträgen führen werden.



**Abb. 37 a und b:**

**Aufsummierte Biomasseerträge** bei einer fünfjährigen Nutzung von verschiedener Wildpflanzenmischungen. Die Ertragsdaten basieren auf Probeernten (farbige Säulen) bzw. auf Schätzungen (gestrichelte weiße und graue Säulen). Den Berechnungen liegen die Daten aus Abb. 28a bis e zugrunde. Nähere Erläuterung siehe Text und Abb. 19.

## Praxistestmischung



**Abb. 38:**

**Aufsummierte Biomasseerträge**  
bei einer fünfjährigen Nutzung der Praxistestmischung nach Aussaat im Jahr 2009 (linke Seite) bzw. 2010 (rechte Seite).

Nähere Erläuterung siehe Text und Abb. 20.

### **3.4.6 Pilotstudie zur Wirtschaftlichkeit des Wildpflanzenanbaus**

#### **3.4.6.1. Hintergrund und einfließende Daten**

Die in der Entwicklung am weitesten fortgeschrittene Praxistestmischung ausschließlich mit heimischen Wildstauden wurde deutschlandweit auf knapp 1000 ha Praxisflächen angesät (Stand 2012). Der große ökologische Wert dieses Anbausystems beruht auf der Mehrjährigkeit und der hohen Artenvielfalt, jedoch stellt sich die Frage, ob die Wildpflanzenmischungen auch aus ökonomischer Sicht eine Alternative zu herkömmlichen Energiepflanzenkulturen darstellen.

Bei der ökonomischen Betrachtung sind zunächst die Anbau- und Erlöskosten zu betrachten. Verminderte Verkaufserlöse entstehen durch niedrigere Erträge oder eine geringere Methanausbeute der Wildpflanzen. Den verminderten Erlösen stehen Einsparungen durch den geringeren Bewirtschaftungsaufwand bei den Wildpflanzenkulturen gegenüber. Daneben ist zu berücksichtigen, ob nach der Umstellung auf Wildpflanzenanbau auf einem Teil der Flächen noch ausreichende Substratmengen für Biogasanlagen zur Verfügung stehen. Zu Zusatzkosten kann es deshalb kommen, wenn Mindererträge zur Auslastung der Biogasanlage durch den Zukauf von Substrat kompensiert werden oder die Anbaufläche vergrößert werden muss.

Wegen der Neuartigkeit des Ansatzes, Wildpflanzenmischungen zur Biogasgewinnung anzubauen, fehlt derzeit noch die Grundlage für fundierte wirtschaftliche Betrachtungen. So liegen bislang keine Daten über die vollständige vorgesehene Standdauer von fünf Jahren vor. Hinzu kommt, dass sich die eingesetzten Mischungen noch in der Entwicklung befinden und noch grundsätzliche Fragen zur Mischungszusammensetzung und zur Kulturführung zu klären sind.



**Bild 34:**

Auf dieser blütenreichen Praxisfläche im zweiten Standjahr dominieren verschiedene Steinkleearten (Emtinghausen, 3.7.2012)

Mit der vorliegenden ersten Berechnung zur Wirtschaftlichkeit des Wildpflanzenanbaus zur Biogasgewinnung wird der immer drängenderen Nachfrage aus Praxis und Politik Rechnung getragen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Kulturführung nach guter fachlicher Praxis entsprechend der derzeitigen Empfehlung erfolgt. Die Werte beziehen sich auf die Region Unterfranken, da hier das bislang umfangreichste Datenmaterial zum Ertragspotential zur Verfügung steht. Es stammt von ersten Versuchs- und Praxisflächen, die seit Projektbeginn durch Direktsaat gegründet wurden. Weil Ertragsbestimmungen der Folgeansaat mit verbesserten Mischungen bereits das hohe Entwicklungspotential gegenüber diesen ersten Versuchsmischungen aufzeigen handelt es sich dabei um eher konservative Schätzungen. Zum Vergleich wurden deshalb Hochrechnungen aufgeführt, die von Ertragssteigerungen von 10% bzw. 20% ausgehen.

Bei der Wildpflanzenmischung streuten die Erträge im ersten Standjahr stark in Abhängigkeit der jeweiligen Witterungsbedingungen. Für das erste Standjahr fließt des-



halb der Ertragswert für die Praxistestmischung bei der Versuchsansaat 2010 ein (5,8 t/ha, s. Tab. 2), der in etwa mit dem derzeitigen Mittelwert von Praxisflächen übereinstimmt (6,7 t/ha, vgl. Abb. 47 im folgenden Kapitel). Ab dem 2. Standjahr wurden für die Region Unterfranken Erträge von einer Praxisfläche bei Güntersleben zugrunde gelegt, die im zweiten und dritten Standjahr im Mittel 10,3 t/ha erzielte. Nachdem die Erträge ab dem 2. Standjahr bisher meist fast konstant blieben, wird für die Hochrechnung dieses Ertragsniveau auch in den letzten beiden Nutzungsjahren (4. und 5. Standjahr) unterstellt (vgl. Kapitel 3.4.5.7). Bei der Folgeansaat in Güntersleben im Jahr 2010 wurde für das 2. Standjahr ein höherer Ertrag von 11,2 t/ha bestimmt. Dieser Wert entspricht in etwa der Ertragssteigerung von 10%, mit der zum Vergleich gerechnet wird.

Im deutschlandweiten Vergleich (auf Basis aller bisher verfügbaren Daten) liegen die für die WPM einfließenden Erträge im mittleren Ertragsniveau der WPM. So wurden bei den Versuchsansaat mit heimischen Stauden ab dem zweiten Standjahr meist Erträge zwischen 8 und 15 t/ha und bei Praxisflächen zwischen 6 und 19 t/ha festgestellt (vgl. Abb. 19, 20 und 47).

Als Referenzfrucht wurde wegen seiner hohen Wettbewerbsfähigkeit Silomais gewählt. Wegen der noch lückigen Datenlage der Wildpflanzenmischung ist die Größe der Vergleichsregion noch nicht näher definiert. Hier wurde für Silomais mit Vergleichsdaten von Unterfranken gerechnet. Sie liegen beim Mais mit 16,2 t/ha ebenfalls auf mittlerem Ertragsniveau.

Kultur	Ertrag [dt TM/ha]	TM-Gehalt [%]	Methanausbeute [NI/oTM]
WPM im 1. Standjahr	58	31	302
WPM im 2. bis 5. Standjahr	103	32	291
Silomais	162	33	338

**Tab.2:**

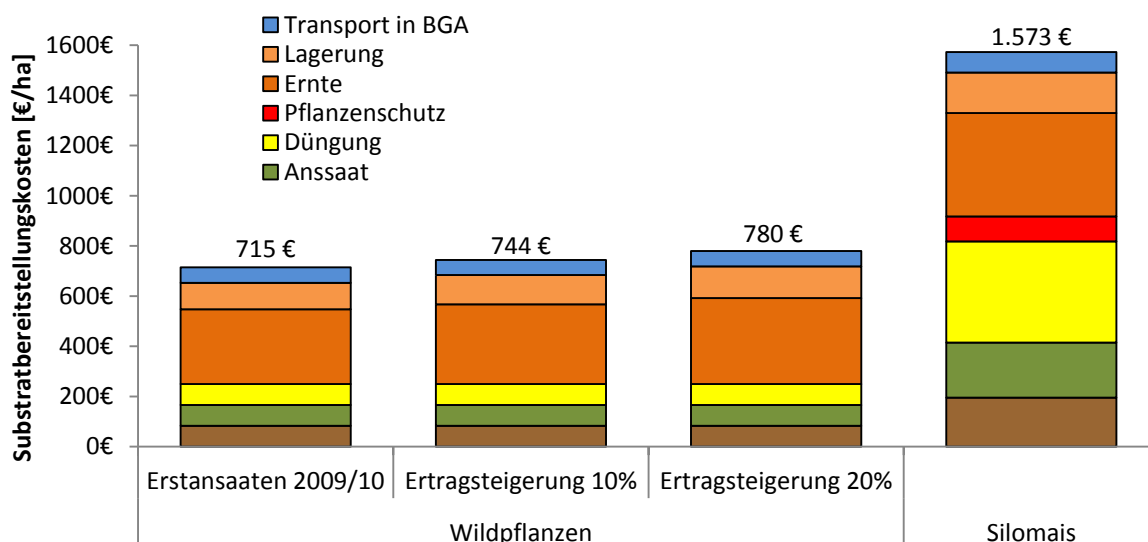
Bei den Kostenrechnungen zugrunde gelegte Daten zu Ertrag, Trockenmassegehalt und Methanausbeute des Erntematerials (WPM = Wildpflanzenmischung)

### 3.4.6.2. Ergebnisse

Die Kostenrechnungen erfolgten nach KTBL (KTBL, Betriebsplanung Landwirtschaft, 2010/11). Flächennutzungskosten wurden zunächst nicht einbezogen, weil sie regional stark differieren und, bei flächenbezogenen Kostenberechnungen, von der gewählten Kultur unabhängig sind.

Als Anbauverfahren wurde bei Silomais ein regionaltypisches, nicht wendendes Anbauverfahren unterstellt. Es beinhaltet eine jährliche Bestellung mit optimaler Kulturführung in Bezug auf Pflanzenschutz und Düngung. Diese Voraussetzungen führen hier zu **Substratbereitstellungskosten** von 1.573 € (Abb. 39 re. Säule) pro Hektar Anbaufläche.

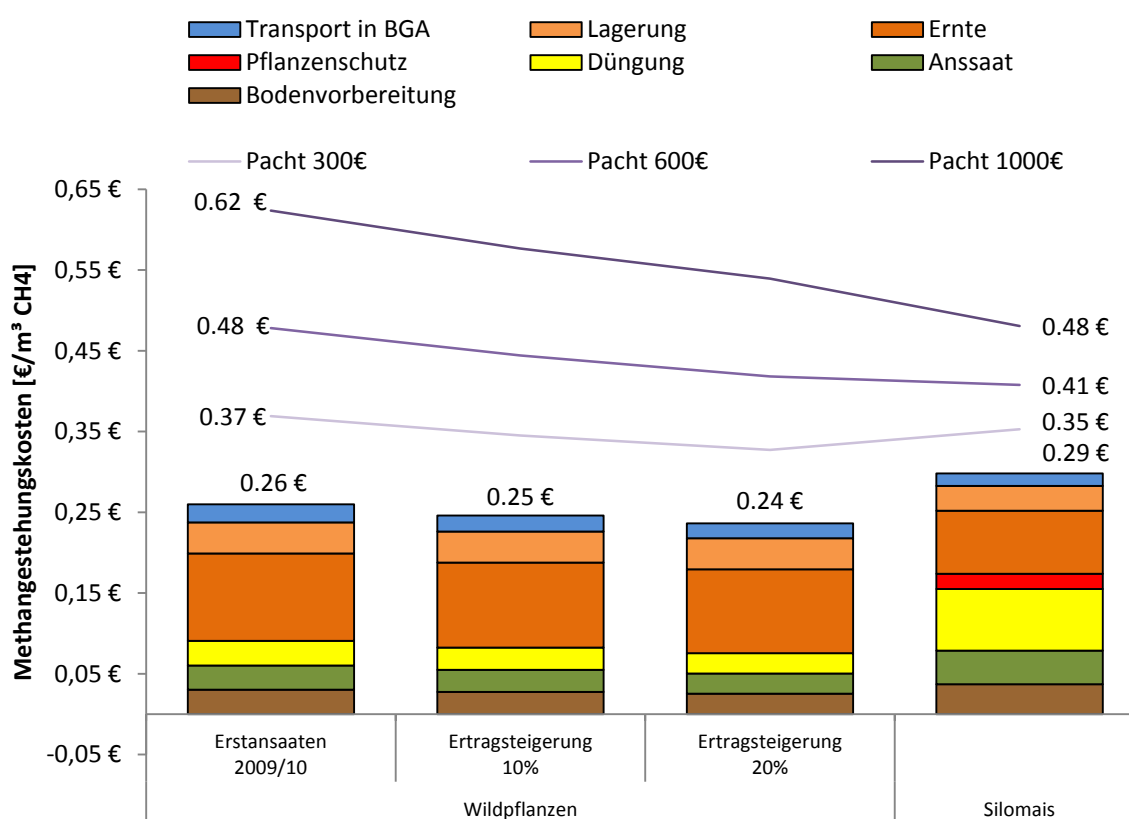
Bei der Wildpflanzenmischung (kurz WPM) wurde das Anbauverfahren entsprechend der Anforderungen an diese Kultur reduziert. So sind Arbeitsschritte, die wegen der Mehrjährigkeit der Kultur nur alle fünf Jahre erfolgen (Bodenvorbereitung und Ansaat) für die auf ein Jahr bezogene Berechnung anteilig berücksichtigt. Weitere Einsparungen ergeben sich durch den Wegfall von Pflanzenschutzbehandlungen und den geringeren Düngerbedarf. Insgesamt führen die Annahmen zu Substratbereitstellungskosten von rund 715 € pro Hektar Anbaufläche. Sie liegen damit nur etwa halb so hoch wie beim Silomais.



**Abb. 39:**

**Substratbereitstellungskosten** (über den Säulen aufgetragen) von Silomais und Wildpflanzenmischungen unterschiedlicher Ertragshöhe aufgegliedert nach Arbeitsschritten. Für die WPM wurde zusätzlich mit um 10% bzw. 20% gesteigerten Ertragswerten gerechnet (nach KTBL, Flächengröße: 2 ha; Hof-Feld-Entfernung: 5 km, ohne Flächennutzungskosten).

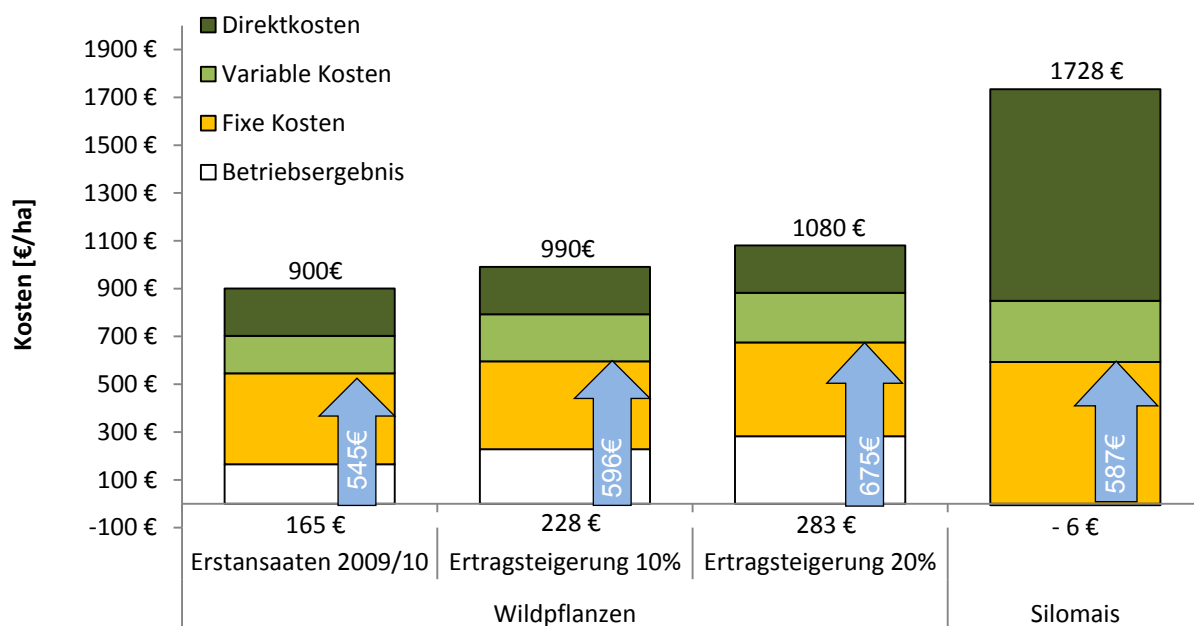
Fließen die Biomasse- und Energieerträge der WPM im Vergleich zu Silomais ein, indem man die Kosten auf die Methanmenge bezieht, die aus dem Erntematerial gewonnen werden kann, erhält man bei allen Kulturen ähnliche Werte (Abb. 40). In dieser Berechnung der **Methangestehungskosten** sind allerdings die Flächennutzungskosten noch nicht berücksichtigt. Sie sind, bezogen auf ein Kubikmeter Methan, bei Kulturen mit geringeren Flächenerträgen höher. Bei der ertragsschwächeren WPM führt dies bereits bei einem Pachtpreis von 300 €/ha, zu höheren Methangestehungskosten (um 7% höher als bei Silomais), bei den ertragsstärkeren Varianten liegen sie noch geringfügig höher. (Abb. 40, untere Linie). Bei höheren Flächennutzungskosten bestehen größere Unterschiede. So liegen bei dem Rechenbeispiel mit Pachtkosten von 1000 €/ha (Abb. 40, oberste Linie) die Methangestehungskosten der WPM um 12 bis 30% höher.



**Abb. 40:**

**Methangestehungskosten** von Silomais und Wildpflanzenmischungen unterschiedlicher Ertragshöhe. Als Säulen wurden die einzelnen Kostengruppen ohne Flächennutzungskosten aufgetragen. Die Linien über den Säulen geben die Methangestehungskosten bei angenommenen Pachtkosten von 300, 600 und 1000 €/ha an. Nähere Erläuterung siehe Abb. 39 und Text.

Für die Berechnung des **Deckungsbeitrags** wurde ein Substraterlös von 40 €/t Silomais zugrunde gelegt (mündl. Auskunft Fachverband Biogas, 2012). Bei der WPM wird wegen der um 13% geringeren Methanausbeute ein Erlös von 34,70 €/t angesetzt. Hieraus ergibt sich für Silomais ein Umsatzerlös von 1728 €/ha, bei den WPM liegt er bei 900 €/ha. Dies ergibt nach Abzug der variablen Kosten einen Deckungsbeitrag beim Silomais von 587 €/ha im Vergleich zu der WPM von 545 €/ha. (Abb. 41)



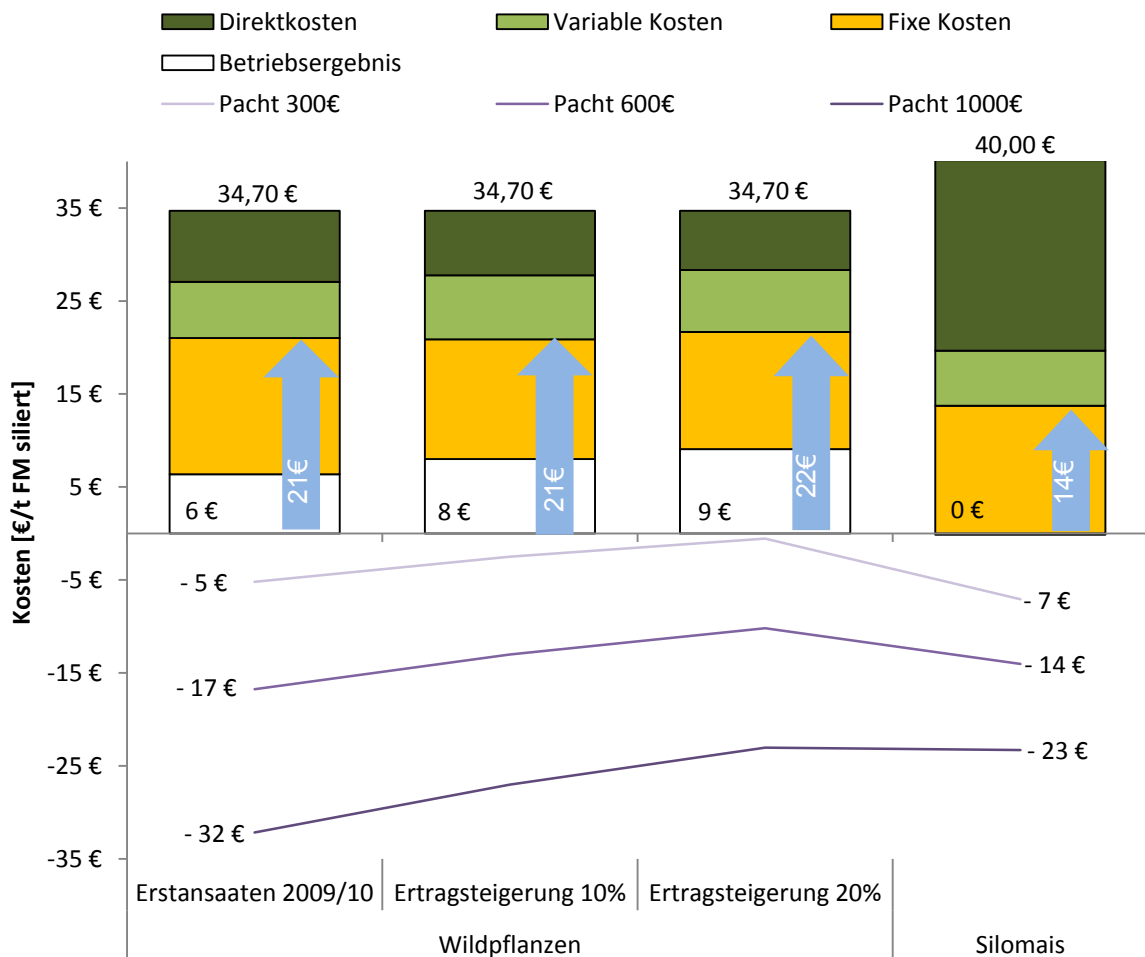
**Abb. 41:**

**Direktkosten, variable und fixe Kosten** von Silomais und Wildpflanzenmischungen unterschiedlicher Ertragshöhe. Die blauen Pfeile markieren den jeweiligen **Deckungsbeitrag**. Der Verkaufserlös ist oberhalb und das Betriebsergebnis unterhalb der Säulen angegeben. Nähere Erläuterung siehe Text und Abb. 39 ein (ohne Berücksichtigung von Pachtkosten, Flächenprämien und höheren Vergütungssätzen bei den WPM im aktuellen EEG)

Nach Abzug der fixen Kosten erreicht man beim Silomais ein Betriebsergebnis von -6 €/ha (Abb. 41), bei den WPM erhält man dagegen positive Betriebsergebnisse zwischen 165 und 283 €, je nach Ertragshöhe (ohne Flächennutzungskosten, Flächenprämien und höheren Vergütungssätzen bei den WPM im aktuellen EEG).

Bezieht man die Kosten auf eine Tonne silierte Frischmasse, erhält man bei den WPM ebenfalls bessere Betriebsergebnisse von fast einheitlich 21 €/(t FM siliert), gegenüber 14 €/(t FM siliert) beim Silomais (Abb. 42). Dabei sind noch nicht die Flächennutzungskosten berücksichtigt, die wegen der geringeren Flächenerträge bei

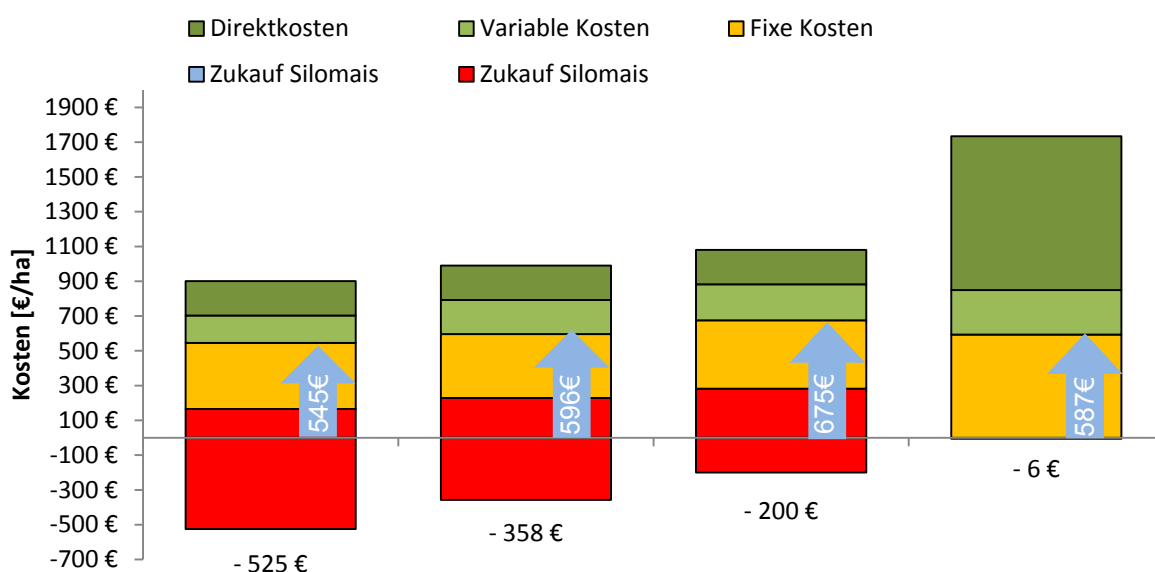
WPM höher sind. Bei niedrigen Pachtkosten von 300 €/ha sind die Betriebsergebnisse bei allen drei betrachteten Ertragsstärken der WPM immer noch geringfügig besser als bei Silomais (obere Linie in Abb. 42). Bei Pachtkosten von 600 €/ha kehrt sich das Verhältnis zunächst für die WPM-Variante mit den geringsten angenommenen Flächenerträgen um. Bei einem sehr hohen Pachtpreis von 1000 €/ha ist das Betriebsergebnis bei der WPM schlechter. Sie erzielt in diesem Rechenbeispiel nur unter der Annahme einer Ertragssteigerung von 20% einen mit Silomais vergleichbaren Deckungsbeitrag.



**Abb. 42:**

**Direktkosten, variable und fixe Kosten** von Silomais und Wildpflanzenmischungen unterschiedlicher Ertragshöhe bezogen auf eine Tonne silierte Frischmasse. Die blauen Pfeile markieren den jeweiligen **Deckungsbeitrag**. Der Verkaufserlös ist oberhalb der Säulen und das Betriebsergebnis (ohne Flächennutzungskosten) an der Basis der Säulen angegeben. Die Linien unterhalb der Säulen geben das Betriebsergebnis bei angenommenen Pachtkosten von 300 (oben), 600 (Mitte) und 1000 Euro/ha an (unten). Nähere Erläuterung siehe Text und Abb. 39 ein (ohne Berücksichtigung von Flächenprämien und höheren Vergütungssätzen bei den WPM im aktuellen EEG)

Unberücksichtigt ist hierbei, dass durch eine (teilweise) Umstellung von Silomais auf WPM auf der bisherigen Bewirtschaftungsfläche nicht mehr ausreichend Substrat zur Auslastung der Biogasanlage produziert werden kann. Eine Möglichkeit, die fehlenden Substratmengen auszugleichen, ist die Bewirtschaftung von zusätzlichen Flächen. Alternativ kann Substrat zugekauft werden.



**Abb. 43:**

Kosten beim Anbau von Silomais und Wildpflanzenmischungen unterschiedlicher Ertragshöhe bei Zukauf von Silomais zum Ausgleich der Mindererträge bei den WPM. Nähere Erläuterung siehe Abb. 41 und Text.

Bei der in Abb. 43 vorgestellten Kostenrechnung wird davon ausgegangen, dass der geringere erzielte Biomasseertrag der Wildpflanzen durch Zukauf von Silomais ausgeglichen wird. Dadurch ergeben sich bei der WPM, je nach Ertragsniveau der WPM, Zusatzkosten zwischen 482 und 690 €/ha und folglich negative Betriebsergebnisse zwischen -200 und -525 €/ha.

Um wirtschaftliche Nachteile durch die Umstellung auf den Anbau von Wildpflanzen vollständig zu kompensieren müsste man somit bei dieser Beispielrechnung, je nach Ertrag, eine Förderung zwischen 194 und 519 €/ha vorsehen. Ein vollständiger Ausgleich wird in der Praxis aufgrund der anderen Vorteile des Wildpflanzenanbaus je-



doch sicher nicht erforderlich sein. So ist bei dem Anbau von Wildpflanzen in Kombination mit der Kompensation von Mindererträgen allein durch Substratzukauf von einer hohen Arbeitersparnis auszugehen. Die ökologischen Vorteile, die Auswirkungen auf das Landschaftsbild und der damit verbundene Imagegewinn bilden ebenfalls Anreize, auch bei geringerer Förderung auf einem Teil der Fläche Wildpflanzen anzubauen.

### **3.4.6.3. Schlussfolgerungen**

Im Gegensatz zu den gängigen Energiepflanzen steht der Anbau von Wildpflanzenmischungen zur Biogasgewinnung noch am Anfang. Viele Fragen sind noch offen, beispielsweise zur optimalen Kulturführung, auch ist die Mischungsentwicklung noch nicht abgeschlossen. Ertragsbestimmungen liegen bisher nur für drei der vorgesehenen fünf Standjahre und wenige Standorte vor. Die wirtschaftlichen Betrachtungen sind deshalb als orientierende Hochrechnungen zu verstehen, die Tendenzen aufzeigen sollen. Aktuell wird durch jährliche, bundesweite Neuansaat eine umfangreiche Datengrundlage zur Ertragshöhe von WPM im Vergleich zu Silomais geschaffen, welche neben der Direktsaat auch andere Verfahren der Bestandsgründung einschließt. Dies erfolgt in einer zweiten Projektphase bis 2015 (Förderung: BMELV, LWG in Kooperation mit LfL, BSA, LWK, TFZ und Saaten Zeller), in der auch differenzierte ökonomische Betrachtungen vorgesehen sind.

Die Pilotstudie zur Ökonomie belegt, dass angesichts steigender Pachtpreise der Wildpflanzenanbau auf ertragreichen Standorten wirtschaftlich nicht mit Silomais oder anderen intensiven landwirtschaftlichen Kulturen konkurrieren kann. Bemerkenswert ist jedoch, dass in den Hochrechnungen für geringe Flächenkosten bei den WPM teilweise sogar etwas bessere Betriebsergebnisse erhalten wurden als bei Silomais. Es ist anzunehmen, dass das Ertragsverhältnis zwischen Wildpflanzen- und Maiskultur und damit das relative Betriebsergebnis der beiden Kulturen in starkem Maße von den Standortbedingungen abhängig ist. Ökonomische Vorteile sind insbesondere in Grenzertragslagen denkbar, wenn die Flächenkosten gering sind und Wildpflanzenarten mit spezifischer Standortanpassung akzeptable Erträge bei geringem Aufwand erzielen.

Bei der ökonomischen Bewertung darf nicht außer Acht gelassen werden, dass längerfristige wirtschaftliche Vorteile im Rahmen dieser Studie nicht einfließen können. So sind beispielsweise positive Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit durch einen verbesserten Bodenschutz und eine stärkere Humusbindung im Boden anzunehmen, die bisher noch nicht näher untersucht wurden und nicht monetär erfasst werden können.

Wenngleich die Erträge erwartungsgemäß geringer sind als beim Silomais, können die Wildpflanzenbestände durch ihre doppelte Funktion, Naturschutz und Biomasseproduktion, dazu beitragen, Flächenkonkurrenzen zu entschärfen. Sie bieten die Möglichkeit, nachteiligen Veränderungen durch die zunehmende Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion zu begegnen, zusätzliche struktur- und blütenreiche Lebensräume für die heimische Tier- und Pflanzenwelt in die Agrarlandschaft zu bringen und können damit wesentlich zum Imagegewinn der Biogasproduktion beitragen.

### **3.4.7 Modellhafte Umsetzung**

Ein wichtiger Schritt bei der Integrierung des neuen Anbauverfahrens in die deutschlandweite Energieproduktion ist die Überprüfung der in Parzellenversuchen und im Labormaßstab gewonnenen Ergebnisse unter Praxisbedingungen. Um die Nutzung von Flächen, die bisher zum konventionellen Energiepflanzenanbau verwendet wurden, auf mehrjährige Mischansaaten umzustellen, muss die vorliegende Technik genutzt und die Verwertung des Pflanzenmaterials in den Produktionsablauf der Biogasanlage integriert werden können. Dabei ist das Verfahren an die regionalen Bedingungen anzupassen, wobei beispielsweise von den bisherigen Kulturen abweichende Erntetermine und Lagermöglichkeiten zu berücksichtigen sind. Durch die Anlage von Praxisflächen kann ein wesentlich größeres Standortsspektrum abgedeckt werden als durch die aufwändigen Parzellenversuche.

### 3.4.7.1. Zusammensetzung der Praxistestmischung

Für viele Arten der Versuchsmischungen waren noch keine großen Saatgutmengen verfügbar oder die Saatgutkosten noch sehr hoch. Auch lagen zu Projektbeginn für viele in den Mischungen verwendeten Arten noch keine Erfahrungen bei der Direktsaat in Mischungen vor. Deshalb wurde bei den Praxisversuchen mit einer speziellen Testmischung gearbeitet. Sie war bei den ersten Versuchsansaaten in 2008 und 2009 wesentlich artenärmer als die Versuchsmischungen (vgl. Kapitel 3.3.1, Tab. 1). Um sie zu optimieren und ihre ökologische Wertigkeit zu erhöhen wurde sie unter Berücksichtigung aller vorliegenden Ergebnisse und Erfahrungen durch weitere Arten ergänzt. Ab 2011 wurde den Landwirten eine Versuchsmischung mit 25 Arten zur Praxiserprobung bereitgestellt. Sie enthält doppelt so viele Pflanzenarten wie die 2009 verwendete Praxismischung.

Die Veränderungen der Artenzusammensetzung der Praxismischung im Verlauf der bisher dreijährigen Projektlaufzeit werden in den Abb. 44 bis 46 durch die Darstellung der Gewichtsprozent der jeweiligen Arten gezeigt. Auffällig ist dabei eine kontinuierliche Erhöhung des Anteils einjähriger Arten (von 18,4 Gew% auf 42,4 Gew%) und zweijähriger Arten (von 10,5 Gew% auf 31,2 Gew%) zu Lasten des Anteils mehrjähriger Stauden (von 71 Gew% auf 26,4 Gew%). Auch die Anteile der einzelnen Arten wurden verändert. Wichtige Entwicklungsschritte werden in Kapitel 3.4.5.1 näher erläutert. Hier soll deshalb nur auf zwei Veränderungen eingegangen werden, die sich unmittelbar auf die praktische Handhabung auswirkten:

Die Saatluzerne (*Medicago sativa*) war in den ersten Ansaaten im Jahr 2009 in großen Anteilen enthalten. Sie entwickelte sich auf einigen Standorten besonders stark und der Bestand tendierte dann etwas zum Lager. Weil die die Ernte dadurch erschwert war wurde der Anteil von *Medicago sativa* bei den späteren Ansaaten auf ein Achtel reduziert.

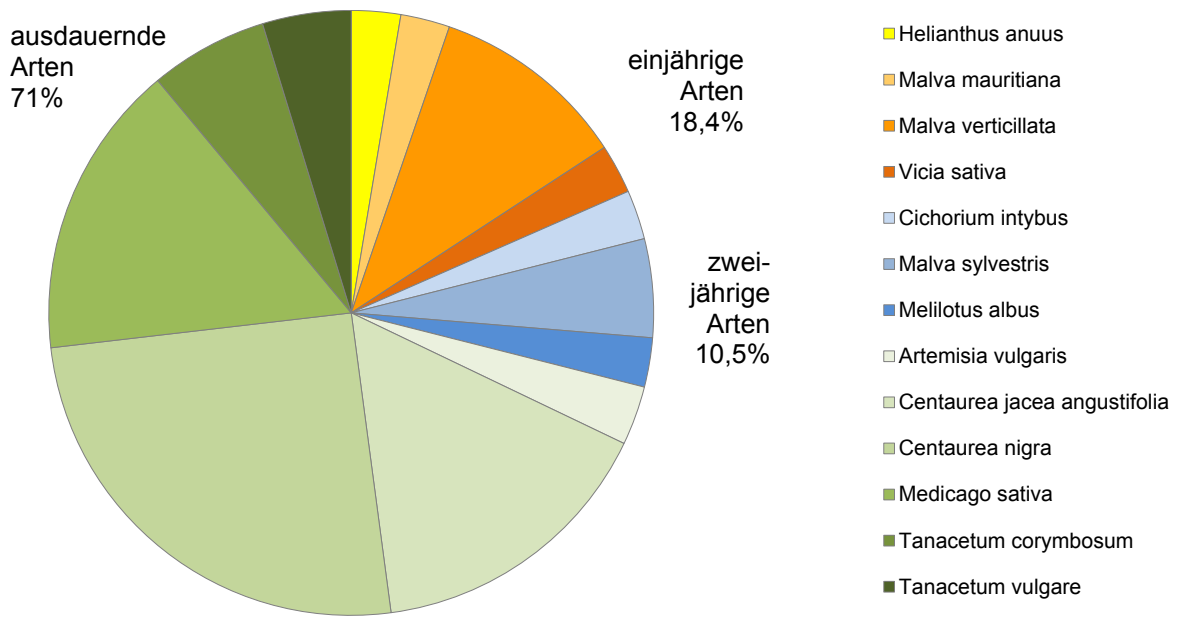


**Bild 35:**

Bis August entwickelten sich bei der diesjährigen Ansaat häufig extrem hohe Bestände von über 3m Höhe

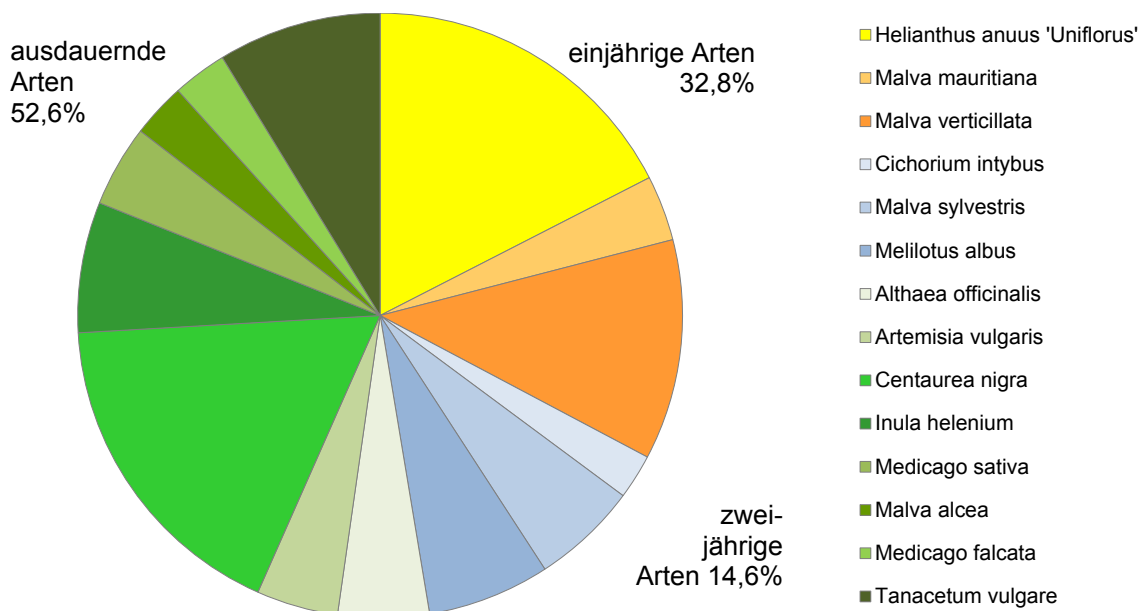
(Praxisfläche bei Straubing am 10.08.2011).

Eine weitere Veränderung betrifft die Sonnenblume (*Helianthus annuus*). Die bei den ersten Ansaaten verwendete Ölsonnenblumensorte mit großen Samen konnte sich an einigen Standorten nur lückig etablieren. Um einen besseren Bodenanschluss bei der „Oben-auf-Saat“ zu ermöglichen und eine höhere Pflanzendichte zu erzielen, wurde sie in der Saatmischung 2011 durch die kleinsamige Sortenmischung ‚Herbstschönheit‘ ersetzt und die Sonnenblumen-Saatstärke erhöht. Die mehrköpfigen Sonnenblumen liefen bei den Ansaaten 2011 in wesentlich größerer Pflanzendichte auf und erreichten bis zum Spätsommer teilweise extreme Höhen von bis zu 3,5m. Als dominierende ertragsbildende Art im ersten Standjahr bestimmte Ihre Abreife den Erntetermin, der sich dadurch gegenüber früheren Ansaaten nach hinten verschob.



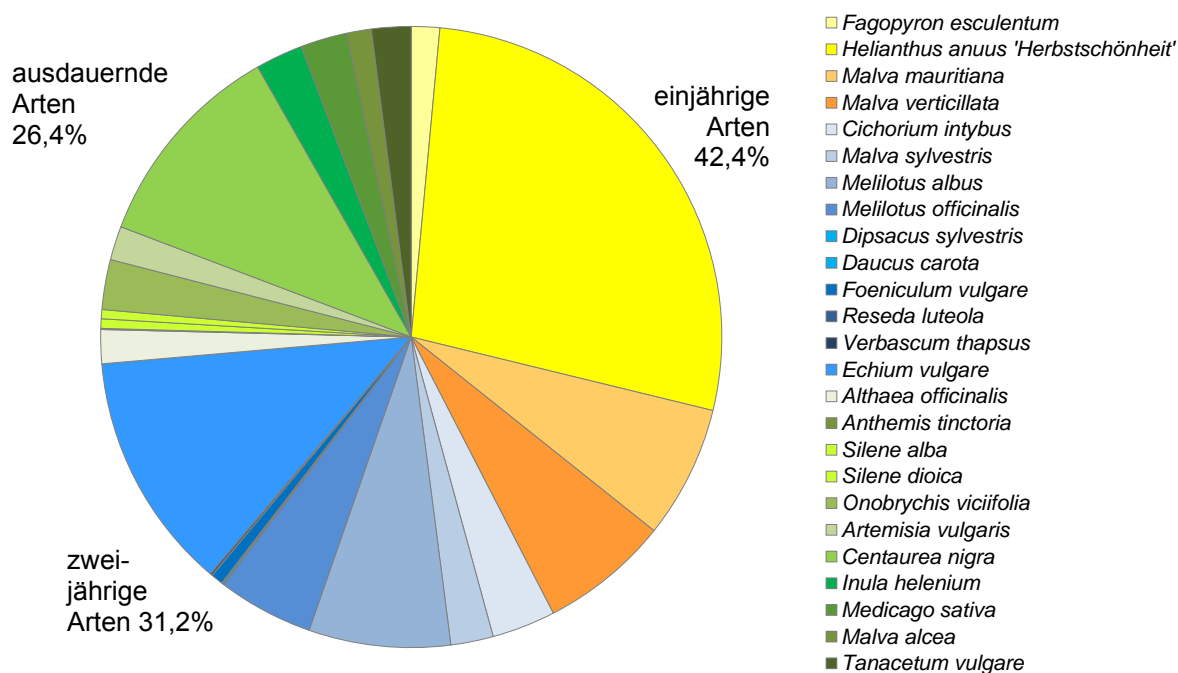
**Abb. 44:**

Praxismischung 2009



**Abb. 45:**

Praxismischung 2010

**Abb. 46:**

Praxismischung 2011

### 3.4.7.2. Erste Erfahrungen bei der Umsetzung durch Praxispartner

Im Versuchszeitraum von 2009 bis 2011 wurden bei insgesamt 71 Landwirten über ganz Deutschland verteilt (in 12 Bundesländern) Praxisflächen mit einer Gesamtfläche von rund 230 ha angesät. Die Größe der Einzelflächen lag dabei meist zwischen 1 und 5 ha. Einen Überblick über die räumliche Verteilung und die Veränderung der Anbaufläche im Verlauf der drei Projektjahre findet sich in Kapitel 3.3.2, Abb. 3. Schwerpunkte der Verteilung befinden sich aufgrund der Nähe zu den Arbeitsorten der Projektbearbeiter in Bayern und Niedersachsen. Mit dem Saatgut ging den Landwirten der Praxisratgeber der LWG zu, der über die genaue Vorgehensweise bei Ansaat, Düngung und Ernte informiert (siehe Anlage). Dieser wird jährlich anhand der gewonnenen Ergebnisse aktualisiert. Desweiteren wurde kurz vor den beiden Ernteterminen jeweils eine Rundmail mit Empfehlungen zur Feststellung der Erntereife verschickt (siehe Anlagen). Der später versandte Erhebungsbogen wurde bewusst einfach aufgebaut, um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu erreichen. Weiterführende Fragen wurden in persönlichen Gesprächen behandelt.



Die meisten Erhebungsbögen beziehen sich auf das erste Standjahr, von 7 Betrieben konnten erste Erfahrungswerte aus dem 2. Standjahr der Testmischung ausgewertet werden.



**Bild 36:**

Auflaufergebnis einer Praxisfläche bei Straubing. Die Aufnahme entstand vier Wochen nach Aussaat der Praxistestmischung (Aufnahme vom 6.6.11).



**Bild 37:**

Im Unterstand der einjährigen Arten finden sich verschiedenen Staudenarten, die im kommenden Vegetationsjahr ertragsbildend sein werden (Praxisfläche bei Kirchlinteln nahe Verden, Aufnahme vom 19.7.11).

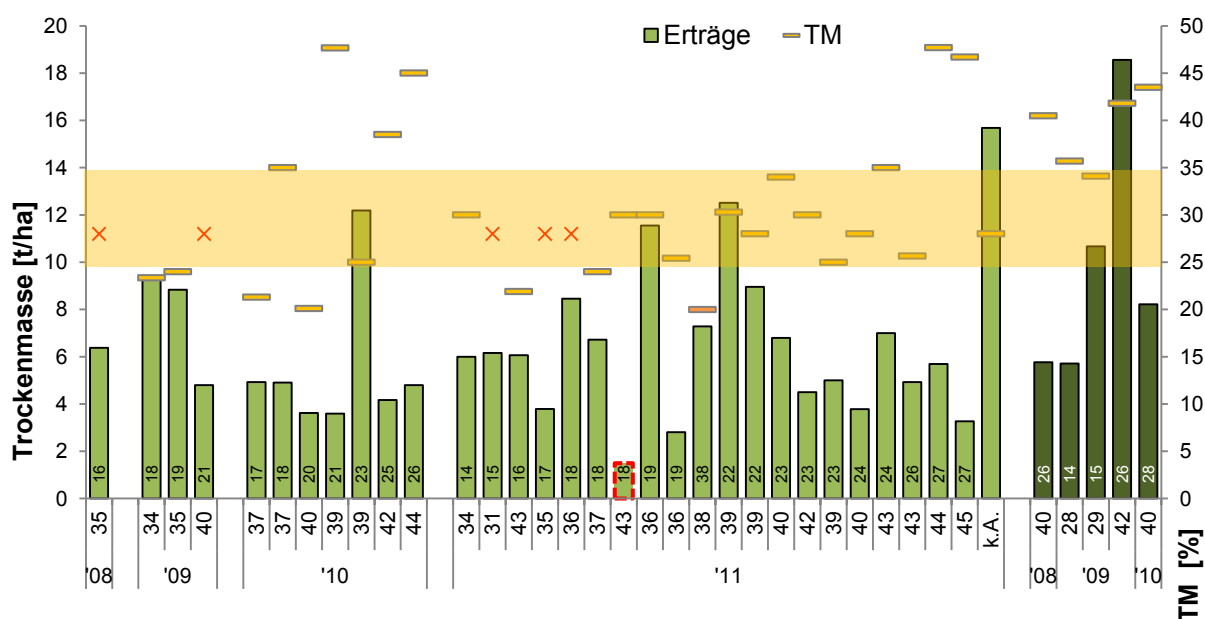
Der Rücklauf der Erhebungsbögen ergab folgende Ergebnisse:

Die Landwirte kamen im Wesentlichen gut mit dem neuartigen Anbausystem zurecht, sofern sie sich an die schriftlich übermittelten Anbauempfehlungen der LWG gehalten haben (siehe Anlage). Die Ansaat erfolgte mit der vor Ort verfügbaren Technik, in den meisten Fällen mit Säkombinationen, einige wenige Landwirte verwendeten einen Schneckenkornstreuer. Unsicherheiten bestanden bei einigen Landwirten in Bezug auf die Ablagetiefe bei der Aussaat. Eine zu tiefe Ablage kann erfahrungsgemäß zu einer verbesserten Entwicklung der einjährigen Arten führen, während die für die weitere Bestandsentwicklung wichtigen Stauden bei Bodenüberdeckung der Samen nicht keimen (Lichtkeimer).

Die Düngemenge entsprach häufig nicht den Empfehlungen und variierte von 0 – 200 kg N/ha.

Die Bestandsentwicklung war in den meisten Fällen erfolgreich (Bild 36). An einigen Standorten war die Entwicklung wegen fehlender Niederschläge im Frühjahr verzögert, ein Schröpfschnitt zur Beikrautunterdrückung war jedoch nur in Einzelfällen erforderlich.

Die meisten Erhebungsbögen zum ersten Standjahr beziehen sich auf das letzte erfasste Aussaatjahr 2011, in dem die meisten Neuansaatenerfolgten. Sie erzielten **im ersten** Standjahr meist einen Ertrag zwischen 4 und 13 t/ha, wobei ein Höchstwert von 16 t/ha festgestellt wurde. Im Durchschnitt lag der Ertrag bei 6,7 t/ha. Bei sehr geringen Erträgen waren häufig Hinweise zu den Ursachen zu finden. So führte in einigen Fällen eine Trockenperiode nach der Ansaat zum verspäteten Auflaufen der Saat und in der Folge zu einer verstärkten Beikrautentwicklung. Ein Minderertrag von 1,5 t/ha ist auf einen sehr späten Ansaattermin (Mitte Juni) zurückzuführen (rot gestrichelt in Abb. 47). Insgesamt konnte bei den vorliegenden Erhebungsbögen kein klarer Zusammenhang zwischen Ertragsleistung der Mischungen und Bodengüte, Bodenart oder Düngung hergestellt werden. Gerade bei Böden mit hoher Bodenzahl traten extreme Schwankungen auf.



**Abb. 47:**

Auswertung der Erhebungsbögen: Biomasseerträge (Säulen) und Trockenmassegehalte (Linien) des Erntematerials bei Wildpflanzenbeständen in ersten (hellgrün) und zweiten Standjahr (dunkelgrün). Unterhalb der Säulen ist der Erntetermin (Kalenderwoche, Jahr) angegeben. Im Sockel steht die Standzeit [in Wochen] bis zur Ernte (1. Standjahr: Ansaat bis Ernte; 2. Standjahr: Vegetationszeit bis Ernte). Die Daten sind jeweils in Reihenfolge aufsteigender Standzeit angeordnet. Der nach derzeitiger Anbauempfehlung optimale Bereich des TM-Gehalts ist gelb markiert. Nähere Erläuterung siehe Text. (x: keine Angabe zum Trockenmassegehalt; Ertragsberechnung erfolgte unter der Annahme eines TM-Gehalts von 28%)

Die Ansaaten von 2011 wurden im Zeitraum von 14 bis 27 Wochen nach der Aussaat geerntet. Günstige Erntetermine mit TM-Gehalten zwischen 25 % und 35 % wurden überwiegend nach einer Standzeit zwischen 16 bis 26 Wochen und in einem Zeitfenster von Anfang September bis Anfang Oktober festgestellt. Eine spätere Ernte nach 26 Wochen Standzeit oder nach Mitte Oktober führte häufig zu sehr hohen TM-Gehalt des Erntematerials. Bei den einjährigen Beständen älterer Ansaaten war der optimale Erntetermin früher, häufig wurden hier bereits Ende September zu hohe TM-Gehalte festgestellt.

Hohe TM-Gehalte gingen mit einer erhöhten Lignineinlagerung einher (vgl. Kap. 3.4.5.5). Aus der starken Verholzung der Pflanzenstängel ergaben sich häufig Probleme bei der Ernte, auch ist von einer verminderten Methanausbeute auszugehen. Bei einer sehr frühen Ernte vor der 16. Woche Standzeit wies das Erntematerials geringe TM-Gehalt unter dem Grenzwert von 25% auf. Über Probleme bei der Silierung wurde jedoch nicht berichtet. Die Silagen waren selbst bei geringen TM-Gehalten stabil. Dieses Ergebnis wurde mittlerweile in Laborversuchen im Rahmen des Ring-

versuches in Bayern bestätigt, die zeigen, dass selbst bei sehr geringen TM-Gehalt der Siliererfolg der einjährigen Pflanzenbestände gut ist.

Bei der Umsetzung der Ernte im ersten Standjahr wird auf 64 % der abgegebenen Bögen von Problemen berichtet, die in erster Linie auf die fehlende Standfestigkeit der Sonnenblumen zurückzuführen sind. Die fehlende Standfestigkeit beruht wohl auf überhöhten Düngergaben, da Lagerprobleme in erster Linie auf Böden mit hoher Bodenzahl auftraten. Die üblicherweise eingesetzten Maishäcksler verstopfen durch die im Lager befindlichen Sonnenblumen. Hier scheinen GPS-Häcksler grundsätzlich besser geeignet zu sein bzw. ein Häcksler mit einem reihenunabhängigen Mais-Gebiss. War diese Technik nicht verfügbar, wurden stark lagernde Bestände zur Ernte zunächst auf Schwad gelegt und anschließend mit einem Häcksler mit Pick-Up aufgenommen.

Die meisten Landwirte konnten die Wildpflanzenbestände im ersten Standjahr zeitgleich zum Mais ernten. Dadurch konnte ein separater Ernteeinsatz bei der WPM vermieden werden, was bei dem noch geringem Flächenumfang dieser Kultur günstig war.

Im **zweiten Standjahr** schwankten die Ernteerträge zwischen 6 t TM/ha und 19 t TM/ha. Auch hier ist kein Zusammenhang zu Bodengüte, Bodenart und Düngung erkennbar.

Wie die Erhebungsbögen zeigen, wurden bereits Mitte Juli nach einer relativ kurzen Vegetationszeit von 16 Wochen sehr hohe TM-Gehalte von 35 % erreicht. Die Ernte erfolgte häufig nicht, wie nach den Empfehlungen der LWG, im Zeitraum zwischen Mitte Juli und August, sondern erst im Oktober (Standzeit 26 bis 28 Wochen). Der Grund lag wohl darin, dass die Wildpflanzenkulturen im zweiten Standjahr ebenfalls oft zeitgleich mit Silomais geerntet wurden, weil ein zusätzlicher Ernteeinsatz auf den meist eher kleinen Flächen als zu aufwändig eingeschätzt wurde. Das Pflanzenmaterial wies zum späten Erntetermin bereits extrem hohe TM-Gehalten von über 40% auf. Dementsprechend berichten die Landwirte von Problemen bei der Ernte durch die bereits stark verholzten Stängel.





**Bild 38:**

Ernte einer im 2. Standjahr befindlichen Praxisfläche bei Straubing (Aiterhofen, Bild vom 05.08.2011, Quelle: A. Griesbauer).



**Bild 39:**

Teilweise geerntete Praxisfläche im 2. Standjahr am 5.8.2011. Die Bestände bestanden überwiegend aus verschiedenen heimischen Wildstaudenarten. Sie bildeten wenige Wochen nach der Ernte wieder einen geschlossenen Pflanzenbewuchs (Aiterhofen, Bild vom 05.08.2011. Quelle: A. Griesbauer).

### 3.4.7.3. Schlussfolgerungen

Beim Wildpflanzenanbau handelt es sich um ein neuartiges Anbausystem, das eine von den meisten herkömmlichen landwirtschaftlichen Kulturen abweichende Kulturführung erfordert. Dadurch bedingt traten bei den Landwirten immer wieder Unsicherheiten auf, beispielsweise hinsichtlich der richtigen Düngung, Erntezeitpunkt oder -technik. Auch war es für manche Landwirte schwierig, die gewohnte Vorgehensweise zu verlassen. So wurde beispielsweise das Saatgut in einigen Fällen zu tief abgelegt. Viele der aufgetretenen Schwierigkeiten beruhen auf der noch fehlenden Erfahrung in der praktischen Umsetzung und können durch Korrekturen bei der Kulturführung behoben werden. Ernteprobleme durch hohe, lagernde Sonnenblumen auf nährstoffreichen Böden beispielsweise lassen sich voraussichtlich durch eine geringere N-Düngung auf diesen Standorten und leicht vorgezogene Erntetermine vermeiden. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Daneben stellt die Mischungsentwicklung, die bei weitem noch nicht abgeschlossen ist, einen wichtigen Ansatzpunkt bei der Optimierung der praktischen Handhabbarkeit dar. Es ist nicht anders zu erwarten, dass Erfahrungen für die einzelnen Anbauregionen und Betriebe nach und nach erst gewonnen werden, sich die Landwirte auf die besondere Kulturführung erst einstellen, und Fehler Schritt für Schritt korrigiert werden müssen. Aus diesem Grund kommt neben der Forschung einer guten Betreuung der Landwirte und geeigneten Beratungsunterlagen eine wichtige Bedeutung zu. Sie müssen sich an den Erfahrungen bei der praktischen Umsetzung orientieren und fortlaufend aktualisiert werden, indem neue Erkenntnisse eingearbeitet werden.

Eine wichtige Rolle bei der praktischen Umsetzung spielte der Erntetermin. In vielen Fällen wurde nicht zum richtigen Zeitpunkt geerntet um einen zusätzlichen Ernteeinsatz für die meist noch kleinen Ansaatflächen zu vermeiden. So wurde teilweise auch im zweiten Standjahr, in dem eine wesentlich frühere Ernte erforderlich ist, zeitgleich zum Silomais geerntet, um eine zusätzliche Anfahrt der Erntemaschinen und damit zusätzliche Kosten zu vermeiden. Die im Moment noch als nachteilig empfundene Tatsache einer früheren Ernte könnte sich durch eine Entzerrung der Erntetermine, eine bessere Verfügbarkeit von Erntemaschinen und Reduktion von Spitzenbelastungen durch enge Erntefenster auch als Vorteil entwickeln, vor allem wenn der Flächenumfang beim Wildpflanzenanbau zunimmt. Bei einer eher frühen Ernte deutlich



vor Mais bestehen auch ökologische Vorteile, weil die Wildpflanzenbestände zur Ernte der Hauptkultur wieder aufgewachsen sind und damit Tieren Lebensraum und Deckung bieten können, wenn die Agrarlandschaft schlagartig einen großen Teil ihrer Strukturen verliert. Eine Weiterführung der ökonomischen Mischungsoptimierung, vor allem durch Steigerung der Biomasseerträge, könnte zu einer besseren Akzeptanz einer vorgezogenen ersten Ernte beitragen.

Weil bisherige Erfahrungen zeigen, dass eine zeitgleiche Ernte mit Silomais die Bereitschaft der Landwirte erhöht, Wildpflanzen zumindest in geringerem Umfang anzubauen, sollte die Gleichschaltung der Erntetermine mit Silomais (oder anderen Energiepflanzenkulturen) als weitere Zielrichtung verfolgt werden. Dies könnte durch spezielle Mischungen mit abweichender Erntereife erreicht werden. Ein später Erntetermin bietet insbesondere dann Vorteile, wenn Wildpflanzen streifenförmig am Rand von Silomais angebaut wird und gemeinsam mit diesem geerntet und siliert werden kann. Späten Ernteterminen ab dem zweiten Standjahr steht der Vegetationsrhythmus der bisher getesteten heimischen Wildpflanzenarten entgegen, die viel früher im Jahr zum Abschluss gelangen als der fremdländische Mais. Wie die Ergebnisse der Parzellenversuche zeigen, könnten sie sich dagegen durch Mischungen mit Wildstauden der amerikanischen Prärie realisieren lassen. Bis diese bisher nur im Versuch stehenden Mischungen in der Praxis erprobt werden können besteht derzeit noch erheblicher Forschungsbedarf.

### **3.5 Zusammenfassung der wissenschaftlich-technischen Versuche**

Der verstärkte Anbau von Energiepflanzen führt vor allem im Umfeld von Biogasanlagen zu tiefgreifenden Veränderungen in der Agrarlandschaft. Die starke Zunahme der Maisanbaufläche, Verengung der Fruchtfolgen und allgemeine Nutzungsintensivierung sind mit vielfältigen ökologischen Risiken verbunden. Im Rahmen des Projekts „Energie aus Wildpflanzen“ werden mehrjährige, wildartenreiche Saatmischungen zur Biogasgewinnung entwickelt, die sich zur Direktsaat eignen und als eine extensive Produktionsform in Ergänzung zu Silomais und anderen intensiven Energiepflanzenkulturen angebaut werden können. Ziel ist es, die Agrarlandschaft durch vielfältige blüten- und strukturreiche Pflanzenbestände zu bereichern und das auf wenige Kulturpflanzen beschränkte Artenspektrum zum Biomasseanbau zu erweitern. Durch das neue Anbausystem sollen zusätzliche wertvolle Lebensräume, Nahrungsquellen und Rückzugsräume für die heimische Fauna geschaffen sowie eine ökonomische, nachhaltige Anbaualternative für Grenzertragslagen oder gefährdete Ackerstandorte bereitgestellt werden.

Wuchsstarke, spätblühende Kultur- und Wildarten heimischer und fremder Herkunft wurden in einer Vorauswahlliste gesammelt und mit Vertretern des floristischen Artenschutzes abgestimmt, um Risiken einer Florenverfälschung durch Auswilderungen bzw. Einkreuzungen bei einem späteren großflächigen Anbau zu minimieren. 40 der ausgewählten Arten wurden im Frühjahr 2009 und 2010 in verschiedenen Mischungsvarianten und in Reinansaat auf vier Standorten in Unterfranken und im Nordwestdeutschen Tiefland in Parzellenversuchen ausgesät. 2011 kam ein fünfter Standort in Niedersachsen hinzu. Weitere 40 Arten mit unsicherer Anbaueignung wurden zunächst in Sichtungspflanzungen und -ansaat näher geprüft. Bei zwei der Mischungen aus 10 bis 19 Arten wurden nur Stauden heimischer Herkunft verwendet, bei zwei weiteren auch Stauden fremder Florenreiche. Je eine Artkombination ist auf trockene und eine auf mäßig-frische Standorte abgestimmt. Die Mischungen wurden jeweils in zwei Saatstärkevarianten in Direktsaat erprobt, als dritte Variante kommt die Bestandsgründung als Maisuntersaat hinzu. Die Untersuchungen umfassen unter anderem Probeernten zu variierenden Terminen mit Bestimmungen von Ertrag, Methanausbeute und TM-Gehalt des Erntematerials, teilweise auch getrennt

nach Arten. Um Erfahrungen im praktischen Umgang mit dem neuen Anbausystem zu sammeln, wurde eine zunächst artenärmere Biogasmischung in Zusammenarbeit mit Landwirten und Biogasanlagenbetreibern erprobt.

Probeernteten in **Reinbeständen** zeigten das große Wachstumspotenzial der selektierten Arten. Sie erreichten bei optimalem Erntetermin vielfach hohe Methanausbeuten, häufig in dem für Silomais typischen Bereich.

Die **Versuchsmischungen** entwickelten sich zu etwa 1,50 bis 2,40m hohen, dichten und meist blütenreichen Pflanzenbeständen. Ausnahmen bestanden im ersten Standjahr bei sehr hohem Unkrautdruck (Standort Saterland) oder bei extrem ariden Bedingungen in Verbindung mit sehr leichten Böden (Standort Oldenburg, Ansaat 2010). Ab dem zweiten Jahr entwickelten sich bei den Mischungen mit heimischen Stauden in allen Parzellen dichte Bestände, die kaum noch Beikräuter enthielten, bei den Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum war die Beikrautentwicklung dagegen teilweise stark. Bei einigen Versuchsvarianten war auch die Etablierung der Wildpflanzenmischungen über eine Untersaat in Maisbeständen zufriedenstellend.

Die laufenden Bestimmungen des TM-Gehalts ergaben geeignete Erntetermine zwischen Mitte Juli und Anfang Oktober. Sie lagen somit außerhalb der Setz-, Brut- und Aufzuchtzeiten der meisten Wildtiere und Vögel. Im ersten Standjahr wurde meist im September geerntet. Ab dem zweiten Standjahr lag der Erntetermin bei den Mischungen mit heimischen Stauden (inklusive Praxistestmischung) zwischen Mitte Juli und Ende August, bei jenen mit erweitertem Herkunftsspektrum zwischen Ende August und Anfang Oktober.

Im Ansaatjahr schwankten die Erträge noch stark in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen. Bei den Mischungen, die auch Stauden fremder Florenreiche enthielten, wurden im ersten Standjahr teilweise sehr hohe Erträge erzielt, in einigen Fällen höher als bei Silomais. Im zweiten Standjahr waren dagegen die Mischungen mit heimischen Stauden ertragreicher. Sie erzielten dabei regelmäßig zwischen 8 und 15 t TM pro ha, wobei die Erträge auf den fruchtbaren Böden der bayerischen Standorte Miltenberg und Würzburg (Bodenzahlen zwischen 60 und 80) höher waren als auf den leichten, sandigen Böden der niedersächsischen Standorte (Bodenzahlen unter 30). Bei den ertragreichsten Mischungsvarianten der Standorte wurden über

die bisher dreijährige Standzeit der Erstansaat Gesamtenergieerträge von rund 25 t/ha am Standort Oldenburg und rund 30t/ha an den unterfränkischen Standorten erzielt. Dies entspricht Biomassezuwächsen zwischen 54% und 59% der regionalen Erträge bei intensivem Silomaisanbau. Bei den Ertragsbestimmungen der Folgesaaten mit verbesserten Mischungen zeigte sich das hohe Entwicklungspotential der Mischungen. Dies wurde auch in Bezug auf die Methanausbeute deutlich, die in den Erstansaat bei den Wildpflanzenmischungen noch wesentlich niedriger als bei Silomais war. Bei der Praxistestmischung der Ansaat 2010 war der Unterschied zu Silomais dagegen meist gering.

Bundesweit wurden von Landwirten in den Jahren 2009 bis 2011 rund 230 ha **Praxisflächen** mit der Testmischung angesät. Sie kamen im Wesentlichen gut mit dem neuartigen Anbausystem zurecht, insofern sie sich an die schriftlich übermittelten Anbauempfehlungen der LWG gehalten haben. Die Konservierung des Erntematerials als Silage war problemlos möglich, die Verwertung konnte mit der vorhandenen Technik erfolgen. Bei verspäteter Ernte und extrem hohen, lagernden Sonnenblumen im ersten Standjahr kam es teilweise zu technischen Schwierigkeiten bei der Ernte. Die Hinweise der Praktiker werden zur Optimierung der Mischungen und Kulturführung herangezogen.

Die Pilotstudie zur **Ökonomie** belegt, dass das extensive Anbausystem angesichts steigender Pachtpreise auf ertragreichen Standorten wirtschaftlich nicht mit Silomais oder anderen intensiven landwirtschaftlichen Kulturen konkurrieren kann. Bemerkenswert ist jedoch, dass in den Hochrechnungen für geringe Flächenkosten bei den WPM teilweise sogar etwas bessere Betriebsergebnisse erhalten wurden als bei Silomais. Es ist anzunehmen, dass das Ertragsverhältnis zwischen Wildpflanzen- und Maiskultur und damit das relative Betriebsergebnis der beiden Kulturen in starkem Maße von den Standortbedingungen abhängig ist. Ökonomische Vorteile sind insbesondere in Grenzertragslagen denkbar, wenn die Flächenkosten gering sind und Wildpflanzenarten mit spezifischer Standortanpassung akzeptable Erträge bei geringem Aufwand erzielen.

## **4. Ökologische Begleituntersuchungen**

### **4.1 Bearbeiter und Organisatorisches**

Für die Koordination und inhaltliche Festlegung der faunistischen Begleituntersuchungen ist die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) verantwortlich (Wissenschaftliche Leitung: Dr. Birgit Vollrath). Die Planung erfolgte dabei in Zusammenarbeit mit der Ökologischen Arbeitsgemeinschaft Würzburg (ÖAW, Kapitel 4.3.4.1 - 4.3.4.7) und dem Landesbund für Vogelschutz (LBV, Kapitel 4.3.4.8 - 4.3.4.9), die mit der praktischen Umsetzung der Untersuchungen betraut waren. Die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse basieren auf den dabei erarbeiteten Teilberichten. Die Bienenuntersuchungen wurden von Dr. Ingrid Illies (Fachzentrum Bienen, LWG) eigenverantwortlich geplant, ausgeführt und für den Zwischenbericht dargestellt (Kapitel 4.4)

### **4.2 Untersuchungsanlass**

Der verstärkte Anbau nachwachsender Rohstoffe, vor allem von Mais, führt insbesondere im Umfeld von Biogasanlagen zu gravierenden Veränderungen in der Kulturlandschaft (siehe Problemstellung, Kapitel 1). Für viele Tierarten bedeutet die Verarmung an Frucht- und Strukturarten in den betroffenen Ackerbaugebieten den Verlust von Lebensraum und Nahrungsquellen. Aus der zunehmenden Monopolisierung in der Landwirtschaft zu Gunsten einer ökonomischen Biogasproduktion (insbesondere Mais) nimmt die Vielfalt an Ökosystemen, Pflanzen und Tieren ab.

Wichtige Indikatorgruppen für den Rückgang der Biodiversität sind Schmetterlinge und andere Nektar- und Pollensammler, denen infolge der landwirtschaftlichen Nutzungsintensivierung zum Teil mit hohem Pestizideinsatz nicht mehr ausreichend Blütenpflanzen zur Verfügung stehen. Bei den Honigbienen wirkt sich das unzureichende Pollenangebot auf die Fähigkeit zur Überwinterung aus. Auch bei Vögeln der Agrarlandschaft und Fledermäusen wird für die Abnahme der Artenvielfalt und der Bestandsgrößen der Verlust an Nahrungshabitaten verantwortlich gemacht. Daneben

sind fehlende geeignete Brutgebiete bzw. Quartiere und fehlende Rückzugsmöglichkeiten (Deckung) zu nennen.

Mit den faunistischen Begleituntersuchungen sollten ökologische Aspekte näher geprüft werden, die mit der Nutzung von artenreichen Ansaaten als Alternative zum konventionellen Energiepflanzenanbau verbunden sind. Um die Tauglichkeit der Wildpflanzen-Ansaaten als Lebensraum für Tiere näher zu betrachten, wurden auf ausgewählten Probeflächen des Projekts das Arteninventar verschiedener Tiergruppen ermittelt. Schwerpunktmäßig werden dabei bodenbürtige Arthropoden (Spinnen und Laufkäfer) aus Bodenfallen erfasst. Ergänzend wurden Tagfalter, Heuschrecken (nur 2009) und Säugetiere bearbeitet und einige weitere Tiergruppen aus Bodenfallenbeifängen berücksichtigt (Ameisen, Wanzen).

Pflanzenstängel und andere überirdische Pflanzenteile werden von einer Vielzahl von Tieren als Lebensraum genutzt. Bei der Ernte werden diese Lebensräume beseitigt und die vorhandenen Tiere z. T. getötet. Um abschätzen zu können, in welchem Umfang stängelbewohnende Tierarten die Biogasansaaten nutzen und inwieweit naturschutzrelevante Arten betroffen sind, wurden hierzu Pflanzenstängel auf das Vorhandensein von Arthropoden geprüft. Des Weiteren wird die Nutzung einer Ansaatfläche als Nahrungs- und Bruthabitat für Vögel untersucht.

Die Aufzeichnung von Fledermausrufen gibt Aufschluss über deren jagdlicher Aktivität über der Fläche. Das Vorkommen naturschutzrelevanter Arten liefert dabei wichtige Hinweise auf die Wertigkeit der untersuchten Standorte bzw. Nutzungsformen aus der Sicht des Arten- und Naturschutzes.

In den bienenkundlichen Untersuchungen wird die Eignung der in den Wildpflanzenmischungen verwendeten Arten als Trachtpflanzen für Bienen und andere Nektar- und Pollensammler näher betrachtet.



## 4.3 Faunistische Untersuchungen zum Arteninventar auf den Versuchsstandorten

### 4.3.1 Untersuchungsgebiet und Probeflächen

Die Untersuchungen zur Erfassung von **epigäischen und stängelbewohnenden Arthropoden, Tagfaltern und Heuschrecken** fanden in der Gemeinde Güntersleben (Standort Würzburg) im Bereich der Flurlage „Roter Rain“ statt. Allgemeine Angaben zum Untersuchungsgebiet finden sich in Kapitel 3.3.2 (Standort „Würzburg“). Die Probeflächen (**A bis J**, vgl. Tab. 3) **und die Kontrollflächen (M1, M2 und M3)** liegen nördlich von Güntersleben auf einer Kuppe, umgeben von Ackerland. Alle Flächen befinden sich in unmittelbarer Nähe zueinander und damit in einem weitgehend übereinstimmenden Umfeld. Die einzelnen Standorte unterscheiden sich hinsichtlich Bodengüte und Ansaatzjahr, so dass der Einfluss dieser Faktoren auf das Arteninventar untersucht werden kann.

Nachdem im Jahr 2009 noch keine mit Biogas eingesäte Fläche im 3. Standjahr zur Verfügung stand, wurde zunächst auf Reinsaaten heimischer Wildarten zurückgegriffen, die im Rahmen eines anderen Projekts angelegt wurden (Fläche B). Die Bodenfallen wurden hier im Grenzbereich von zwei Flächen aufgestellt, die mit zwei in den Mischungen verwendeten Staudenarten eingesät worden waren. Diese Fläche wurde im Jahr 2010 durch die Fläche C ersetzt, die 2008 mit einer Biogasmischung angesät wurde. Zusätzlich wurden Pflanzungen untersucht, die im Rahmen der Sichtung fremdländischer Arten angelegt wurden (Fläche A im Jahr 2009, vgl. auch Kapitel 3.3.1). Anstelle dieser Fläche wurde 2010 die Fläche F beprobt, auf der sich Reinsaaten verschiedener Arten der Mischungen mit erweitertem Herkunftsspektrum befinden. Daraus ergeben sich erste Hinweise, ob sich auch Bestände mit Arten fremder Naturräume als Lebensraum für verschiedene Tiergruppen eignen. Die Fläche D wurde im Frühjahr 2010 umgebrochen und deswegen durch die Fläche G ersetzt. In 2011 standen für das 2. und 3. Standjahr Flächen zur Verfügung, die bereits in den Vorjahren untersucht wurden (Flächen E, G und H), so dass hier eine Zeitreihe über 3 bzw. 2 Standjahren vorliegt. Zum Vergleich wurden wieder zwei neu angesäte

Flächen (Flächen I und J) und ein Maisfläche (M3) in die Untersuchung aufgenommen. In Tabelle 3 werden die Probeflächen kurz beschrieben.

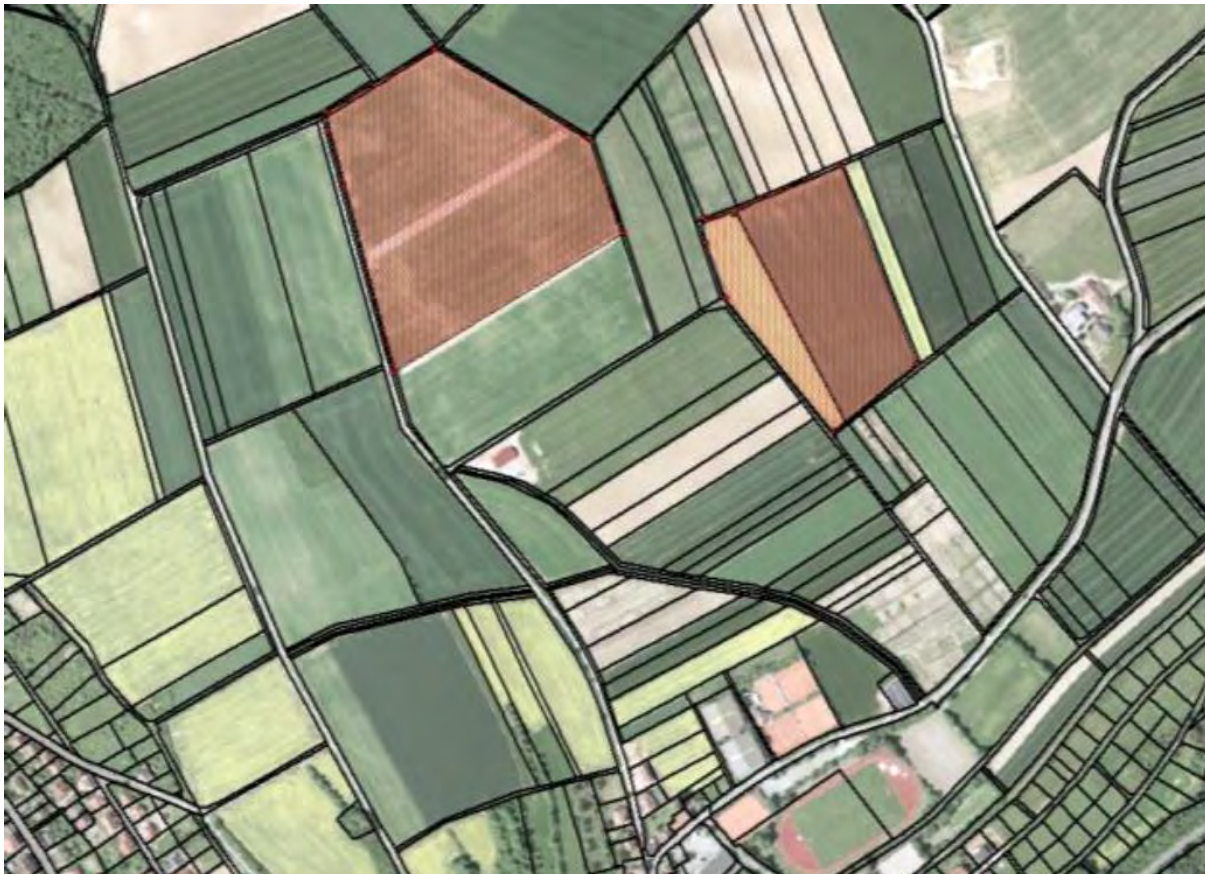
Probefläche Nr.	Fläche	Bezeichnung
<b>A</b>	0,14 ha	Fläche mit Pflanzungen gebietsfremder Pflanzenarten Pflanzung 2008, hohe Bodengüte (+)
<b>B</b>	0,27 ha	Einzelsaaten von <i>Centaurea nigra</i> und <i>Tanacetum vulgare</i> Ansaat 2007, geringe Bodengüte (-)
<b>C</b>	0,05 ha	Biogasmischung Ansaat 2008, geringe Bodengüte (-)
<b>D</b>	0,07 ha	Biogasmischung, Ansaat 2009, geringe Bodengüte (-)
<b>E</b>	0,13 ha	Biogasmischung, Ansaat 2009, hohe Bodengüte (+)
<b>M</b>	1,4 ha	Maisacker Ansaat 2009, hohe Bodengüte (+)
<b>F</b>	0,1 ha	Sichtungsfläche mit Einzelsaaten gebietsfremder Arten Ansaat 2009, hohe Bodengüte (+)
<b>G</b>	0,15 ha	Biogasmischung Ansaat 2009, geringe Bodengüte (-)
<b>H</b>	0,05 ha	Biogasmischung Ansaat 2010, hohe Bodengüte (+)
<b>M2</b>	0,6 ha	Maisacker, Ansaat 2010, hohe Bodengüte (+)
<b>I</b>	0,38 ha	Biogasmischung Ansaat 2011, hohe Bodengüte (+)
<b>J</b>	0,6 ha	Biogasmischung Ansaat 2011, geringe Bodengüte (-)
<b>M3</b>	0,05 ha	Maisacker Ansaat 2011, hohe Bodengüte (+)

**Tab. 3:**

Probeflächen zur Untersuchung von epigäischen Arthropoden, Tagfaltern und Heuschrecken

Die Erfassung der **Vögel** erfolgte 2009 auf einer Praxisfläche westlich von Gauaschach im Landkreis Bad Kissingen. Sie wurde 2008 mit einer Biogasmischung gesät und im Herbst geerntet. Auf einer Seite wird die Fläche durch ein Heckenstück begrenzt, die anderen Seiten gehen in Ackerland über. Da diese Fläche im Herbst 2009 umgebrochen wurde, stand sie für Untersuchungen im Folgejahr nicht zur Verfügung. Deshalb wurden eine (2010) bzw. ab 2011 zwei Probeflächen in Güntersleben verwendet (Abb. 49).

Die für die **Fledermauserfassung** relevante Probefläche liegt nördlich von Güntersleben im Landkreis Würzburg. Sie wurde ab 2007 bis dato jährlich mit verschiedenen, teilweise zur Biogasgewinnung geeigneten Mischungen angesät. Teilflächen wurden jährlich im Herbst gemulcht. In näherer Entfernung zu den Flächen befindet sich ein Mischwald (siehe Bild 40)



**Bild 40:**

Probeflächen (rote Schraffur): Fledermauserfassung am Standort Würzburg

### 4.3.2 Klimatische Bedingungen in den Untersuchungsjahren

Auf die klimatischen Bedingungen im Untersuchungsgebiet und Witterung im Untersuchungszeitraum wird ausführlich in Kapitel 3.3.3 eingegangen. Im Vergleich zum langjährigen Mittel wies das Jahr 2009 einen weitgehend durchschnittlichen Klimaverlauf auf. Die Temperaturen entsprachen sowohl im Jahresmittel als auch im Jahresverlauf den langjährigen Mittelwerten (vgl. Kap.3.3.3). Im Jahr 2010 war der Temperaturverlauf durch kalte Wintermonate und überdurchschnittliche Juni- und Julitemperaturen sowie kühle Monate Mai, August und September gekennzeichnet. Die Niederschlagsmenge lag deutlich über dem langjährigen Mittel, was hauptsächlich auf starke Niederschläge im Mai und vor allem im August zurückzuführen war. Das letzte Untersuchungsjahr (2011) wies im Vergleich mit dem langjährigen Mittel sehr hohe Temperaturen im April sowie einen sehr kühlen Juli auf. In Bezug auf die Bodenfallenfänge bedeutet dies, dass die Bedingungen vor Beginn der Fangperiode für die wechselwarmen Tiere günstig war, der Juli dagegen ungünstig. Das Frühjahr (März, April) war ungewöhnlich trocken, während im Juni und Juli sehr hohe Niederschläge auftraten.

### 4.3.3 Material und Methoden

Zur **Untersuchung bodenbewohnender Gliederfüßler** wurden **Bodenfallen** eingesetzt. Diese ökologische Standardmethode ist weitgehend unempfindlich gegenüber Störungen und widrigen Witterungseinflüssen. Die Methode eignet sich daher gut zur Erfassung laufaktiver Tiere der Bodenschicht und der unteren Krautschicht, wobei vor allem bei der qualitativen Erfassung des Artenbestandes eines Untersuchungsgebietes gute Ergebnisse erzielt werden (ADIS 1979, MÜHLENBERG 1989, TRETZEL 1955). Mit Bodenfallen werden hauptsächlich laufaktive Individuen erfasst, so dass wenig mobile Arten bzw. Entwicklungsstadien in der Regel unterrepräsentiert sind („Aktivitätsdichten“).

Als Bodenfallen wurden Fanggefäße (8 cm Öffnungsdurchmesser, 9,5 cm Tiefe) so eingegraben, dass ihre Oberkante bündig mit der Bodenoberfläche abschloss. Fangflüssigkeit war eine 4%ige Formalinlösung (zur Fixierung und Konservierung der hin-

eingefallenen Tiere), der ein Detergenz zur Verringerung der Oberflächenspannung beigegeben war, damit auch kleine Tiere schnell versanken. Im Untersuchungsgebiet wurden in allen drei Untersuchungsjahren auf 6 Probeflächen (siehe Tabelle 2) je 4 Fallen ausgebracht, insgesamt **24** Bodenfallen. Die Fallen im Jahr 2009 waren im Zeitraum vom 14. Mai bis 8. Oktober 2009 sowie 17./21. Mai bis 4. Oktober fängig. Die Fallen auf der Probefläche E wurde am 2.9 abgebaut, da die Fläche abgeerntet wurde. Auf der Probefläche G waren die Fallen vom 11.-23.6 nicht fängig, da die Fläche in dieser Zeit bearbeitet wurde. Zum direkten Vergleich der Probeflächen wurde im Jahr **2009** der Fangzeitraum von 14. Mai bis 9. September (118 Fallentage) berücksichtigt. Im Jahr **2010** waren die Fallen vom 17./21. Mai bis 2. September und im Jahr **2011** vom 24. Mai bis 9. September fängig.

Mit den Bodenfallen wurden die bodenbürtigen Gliederfüßler aus den Gruppen der **Spinnen** (*Araneae*) und **Laufkäfer** (*Carabidae*) eingehend untersucht. Sie eignen sich besonders gut zur Beurteilung und Bewertung der meisten terrestrischen Lebensräume (RIECKEN 1992, 2000): Unterschiedliche Habitate besitzen in der Regel charakteristisch zusammengesetzte, meist arten- und individuenreiche Artengemeinschaften, wobei das Vorhandensein bzw. das Fehlen standorttypischer Arten Hinweise auf Zustand und Ausprägung des untersuchten Lebensraumes gibt. Die im Gebiet nachgewiesenen Spinnenarten wurden entsprechend ihrer bevorzugten Lebensräume und Habitate den vier „Ökotypen“ xerothermophil, mesophil, hygrophil und Offenlandarten zugeordnet. Bei den Laufkäfern wird zwischen xerothermophilen, eurytopen sowie agrobionten und agrophilen Arten, Offenland-, Wald- und Gebüscharten unterschieden (zur Nomenklatur und näheren Erläuterung siehe Schriften des ÖAW). Die Anteile dieser Artengruppen am Artenspektrum an den einzelnen Fallenstandorten werden zur Charakterisierung der Artengemeinschaften an den Fallenstandorten herangezogen. Insbesondere bei den Laufkäferarten sind einige besonders eng an bestimmte Habitattypen gebunden (=stenöke Arten). Das Vorkommen dieser Charakterarten ermöglicht Rückschlüsse auf den Zustand des untersuchten Lebensraumes. Zusätzlich zu den intensiver bearbeiteten Tiergruppen wurden auch die **Wanzen und Ameisen** berücksichtigt, die bei den Untersuchungen als Beifänge in den Bodenfallen erfasst wurden.

Zur Erfassung der **Tagfalterfauna** der Probeflächen wurde eine modifizierte Transektmethode angewandt. Dabei wurden die Flächen im Jahr **2009** an sieben jährlichen Begehungsterminen, **2010** an 8 und **2011** wieder an 7 Terminen bei günstigen Witterungsbedingungen abgelaufen und alle Tagfalter registriert, die in einem Zeitraum von ca. 20min auf den Flächen beobachtet wurden. Individuen, bei denen eine Artbestimmung nicht per Sichtbeobachtung möglich war, wurden gefangen, bestimmt und anschließend wieder freigelassen. Dabei wurden die Bestimmungszeiten bei der Dauer der Begehungen nicht berücksichtigt, so dass die Begehungsdauer auf allen Flächen an allen Terminen vergleichbar war.

Die **Heuschreckenfauna** wurde **2009** an 5 Terminen zwischen Anfang Juli und Anfang September ermittelt, indem die Flächen begangen und dabei akustischen Hinweise sowie Sichtbeobachtungen registriert wurden. Zusätzlich wurden die Beifänge in den Bodenfallen berücksichtigt. Die Angaben zur Gefährdung der Arten in Deutschland folgen der Roten Liste Deutschlands (BfN 1998). Ab **2010** wurden diese aufgrund der geringen Aussagekraft nicht mehr untersucht.

Zur Bestimmung der **stängelbewohnenden Arthropoden** wurden die Pflanzen am Boden abgeschnitten und in einen Plastiksack gesteckt. Im Labor wurden die Stängel mit einem Messer geöffnet und auf das Vorhandensein von Insekten hin untersucht. Arthropoden, die sich auf den Pflanzen aufgehalten hatten oder die Stängel während des Transports verlassen hatten, wurden aus den Plastiksäcken abgesammelt und ebenfalls berücksichtigt. Diese Untersuchung wurde nur **2010** an 2 Terminen (22. Juli, 2. September 2010) auf den Probeflächen E und G (Biogasansaat 2. Jahr) durchgeführt.

Als Wert bestimmende Kriterien bei der Bewertung der Probeflächen aus Sicht des Arten- und Naturschutzes werden die Artendiversität, der Anteil besonders naturschutzrelevanter Arten (Rote Liste) sowie die Ausprägung der Artengemeinschaften (standortgemäße Zusammensetzung, Vorkommen bzw. Fehlen charakteristischer Arten) verwendet. Bei der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse werden einfache ökologische Kenngrößen wie Artenzahl, Abundanz oder die Dominanzstruktur verwendet (MÜHLENBERG 1989).



Als qualitatives Maß zur Beschreibung der Ähnlichkeit zwischen Artengemeinschaften einzelner Fallenstandorte bzw. ganzer Untersuchungsflächen wird der Artidentitätsindex nach Sørensen (SQ) eingesetzt (MÜHLENBERG 1989). Er gibt ein grobes Maß für die Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung ohne Berücksichtigung der Abundanzverhältnisse. Als quantitatives Maß beim Vergleich der Probeflächen wird die Renkonensche Zahl als Maßzahl für die Übereinstimmung in den Dominanzverhältnissen zweier Artengemeinschaften angewandt (MÜHLENBERG 1989):

Erfassungen der vorkommenden **Brutvögel und Nahrungsgäste** auf der relevanten Projektfläche (siehe Kapitel 4.3.4.8) erfolgten an vier jährlichen Terminen bei günstigen Witterungsbedingungen (**2009**: 19.4., 17.5., 11.6. und 26.7.; **2010**: 2.5., 16.5., 3.6. und 25.7.; **2011**: 12.6., 26.6., 13.7. und 30.7.). Durch die zeitliche Spannweite kann eine ausreichende Registrierung aller relevanten Arten unter Einbezug von Zweitbruten in einem optimalen Erfassungszeitraum der jeweiligen Art gewährleistet werden.

Bei der Einstufung der Arten wurden folgende Kategorien unterschieden:

**B** Brutvogel: Eine Art wird als Brutvogel gewertet bei direktem Brutnachweis (Nestfund, Futtereintrag, Jungvögel) oder bei Beobachtung revieranzeigender Verhaltensweisen

**B?** Wahrscheinliche Brutvogelart: Arten, die im Gebiet zur Brutzeit beobachtet werden, jedoch ohne direkte Hinweise auf Brutverhalten, wenn die Lebensraumsprüche der Art mit den Standortgegebenheiten übereinstimmen

**NG** Nahrungsgast: Im Gebiet nachgewiesene Arten, bei denen eine Brut im Gebiet nicht mit ausreichender Sicherheit bestätigt werden kann oder Habitatvoraussetzungen fehlen

**D** Beobachtung außerhalb der Brutzeit

Erfassungen der auf der Projektfläche (vgl. Kapitel 4.3.1) vorkommenden **Fledermäuse** erfolgten in den Jahren **2009** und **2010** an acht Terminen im Zeitraum zwischen 18.06. und 28.08.2009 bzw. 2010 zwischen 17.5. und 21.8.2010 und **2011** an 7 Terminen (zwischen 13.5. und 14.9.2011) bei günstigen Witterungsbedingungen. Dabei wurde eine Horchbox (batcorder) der Firma ecoobs eingesetzt, mit der detektierte Fledermauslaute als Tonsequenz digital gespeichert werden. Durch die zentrale Position des batcorders auf der Projektfläche und den technisch bedingten Erfassungsbereich von ca. 20 m können alle erfassten Fledermausrufe auch direkt der Projektfläche zugeordnet werden. Die speziell für *Apple-Computer* entwickelten und

hier angewendeten Programme *bcAdmin* und *bcDiscriminator* der Firma ecoobs ermöglichten die Verwaltung von Rufsequenzen, die automatische Auswertung und die Bestimmung auf Artniveau.

Die Statusangaben zu den Fledermäusen wurden wie folgt differenziert:

**Jagdrevier / Jagdflüge:**

Bereiche mit regelmäßig festzustellendem Jagdverhalten werden als Jagdrevier bezeichnet. Jagdflüge wurden dann angenommen, wenn sich die Tiere längere Zeit mit typischem Jagdverhalten im selben Bereich aufhielten. **Anzahl der Rufe über 5**

**Transferflüge:**

Schnelle Überflüge (kurz Registrierung) ohne Wiederkehr der Tiere wurden als Hinweis auf Transferflüge gewertet. Während der Transferflüge jagen die Tiere aber auch, so dass die Unterscheidung im Einzelfall schwierig oder gar unmöglich ist. **Anzahl der Rufe größer/gleich 5**

#### **4.3.4 Ergebnisse**

Auf den Probeflächen zur Untersuchung epigäischer Arthropoden, Tagfalter und Heuschrecken waren die Artenzahlen insgesamt im Jahr 2009 am höchsten und 2011 die niedrigsten. Eine Ursache für die niedrigen Fangzahlen im letzten Untersuchungsjahr liegt vermutlich in den außergewöhnlich niedrigen Temperaturen während der Fangperiode, die für die wechselwarmen Tiere ungünstig sind. Sie betrifft die mit Wildpflanzenmischung angesäten Flächen und die Maisvergleichsfläche gleichermaßen. Auch unter den naturschutzrelevanten Arten bestehen diese Unterschiede zwischen den Untersuchungsjahren. Insgesamt wurden zwischen **16** und **26** besonders naturschutzrelevante Arten gefunden, die in der bayerischen oder deutschen Roten Liste in eine der Gefährdungskategorien eingestuft sind (Kategorien 1-3, G, R). Zwischen **13** bis **16** weitere Arten werden in den Vorwarnlisten geführt.

	2009	2010	2011
Artenzahl, gesamt	256	227	166
Arten der Roten Liste	26 (7,8%)	24 (10,6%)	16 (10,6%)
Vorwarnliste	16 (6,3%)	13 (2,7%)	15 (5,7%)
Laufkäfer	56 / 10198	45 / 5100	56 / 6002
Spinnen	81 / 5.853	79 / 8321	66 / 4552
Ameisen	10 / 815	13 / 725	3 / 243
Wanzen	31 / 166	45 / 85	7 / 65
Heuschrecken	3 / 39	nicht untersucht	nicht untersucht
Weitere Tiergruppen	27 / 1075	27 / 503	16 / 993

**Tab 4:**

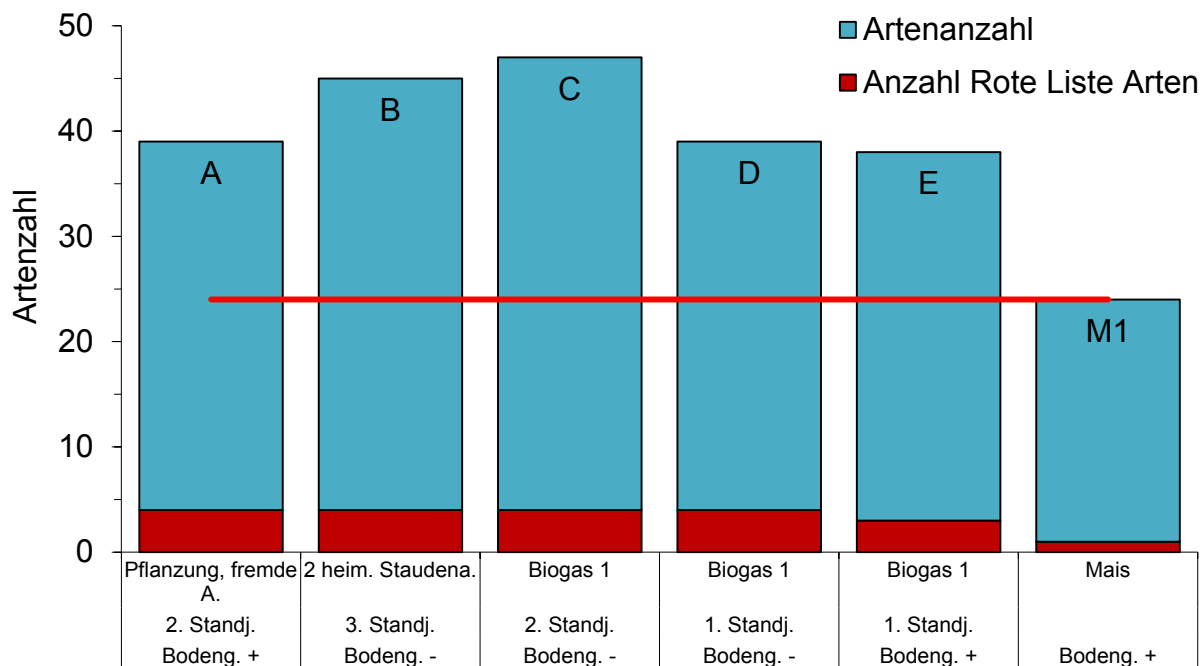
Gesamtartenzahlen, Anzahl der Rote-Liste-Arten und Arten- und Individuenzahlen der Bodenfallenfänge bei den Untersuchungen 2009-2011

#### 4.3.4.1. Spinnen

Insgesamt konnten in den Bodenfallen 81 (**2009**), 79 (**2010**) und 66 Spinnenarten (**2011**) pro Jahr nachgewiesen werden. Bei den häufigsten Spinnenarten, die auf den Probeflächen nachgewiesen wurden, handelt sich hauptsächlich um typische Arten der offenen Kulturlandschaft, darunter viele Arten, die als ausgesprochen agrophil oder agrobiont gelten können. Häufige Arten waren in allen Jahren die Wolfspinne *Pardosa agrestis* sowie die Baldachinspinnen *Oedothorax apicatus* und *Erigone dentipalpis*. Diese Arten sind (neben einigen weiteren) aufgrund ihrer hohen Mobilität und schnellen Fortpflanzung in der Lage, Äcker und andere intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen zu besiedeln. Besonders hoch ist ihr Anteil auf der Maisfläche und in Wildpflanzenansaat im ersten Standjahr.

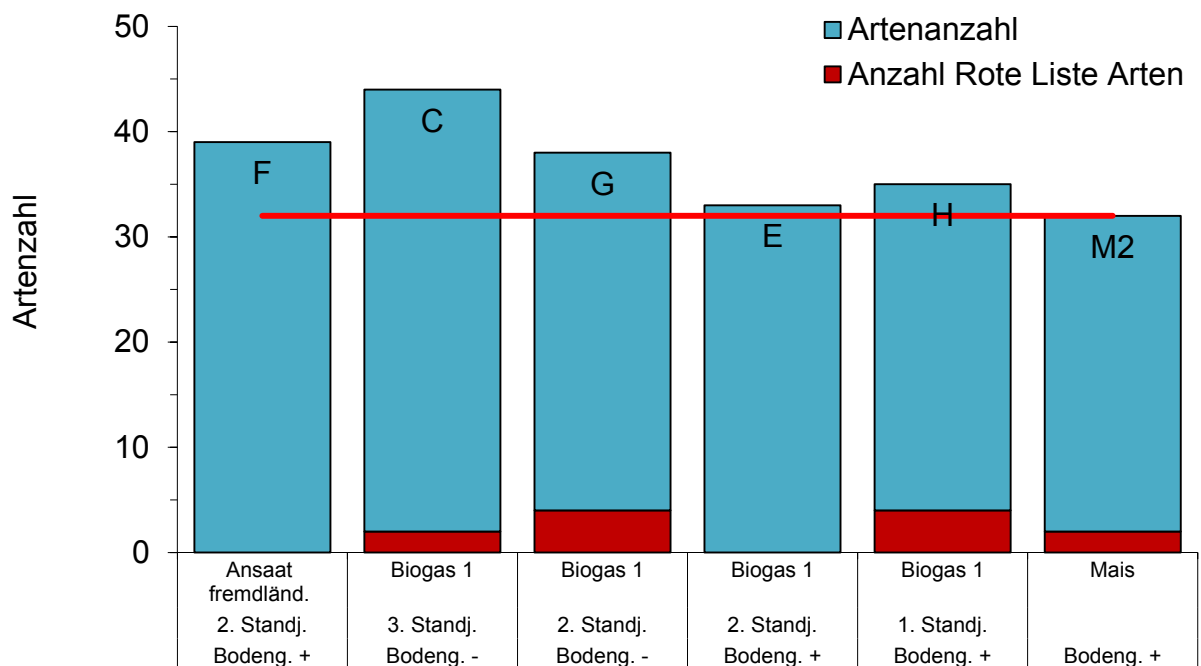
Auf den Probeflächen wurden **2009** insgesamt **9** Spinnenarten (11% der Arten) und **2010** **8** Spinnenarten (10% der Arten) und **2011** **5** Spinnenarten (8% der Arten) nachgewiesen (vgl. Abb. 48 und 49), die in der bayerischen oder deutschen **Roten Liste** in eine der Gefährdungskategorien eingestuft sind und damit aus naturschutzfachlicher Sicht besonders relevant sind. Die auf den Probeflächen nachgewiesenen Rote-Liste-Arten können fast alle als xerothermophile Arten charakterisiert werden,

die bevorzugt offene bis teilweise beschattete trocken-warme Standorte besiedeln. Bemerkenswert ist dabei in beiden Jahren insbesondere der Fang der Plattbauchspinne (*Gnaphosidae*) *Haplodrassus minor*, zu deren Ökologie und Verbreitung nur wenig bekannt ist. Sie wurde in allen drei Untersuchungsjahren gefunden.



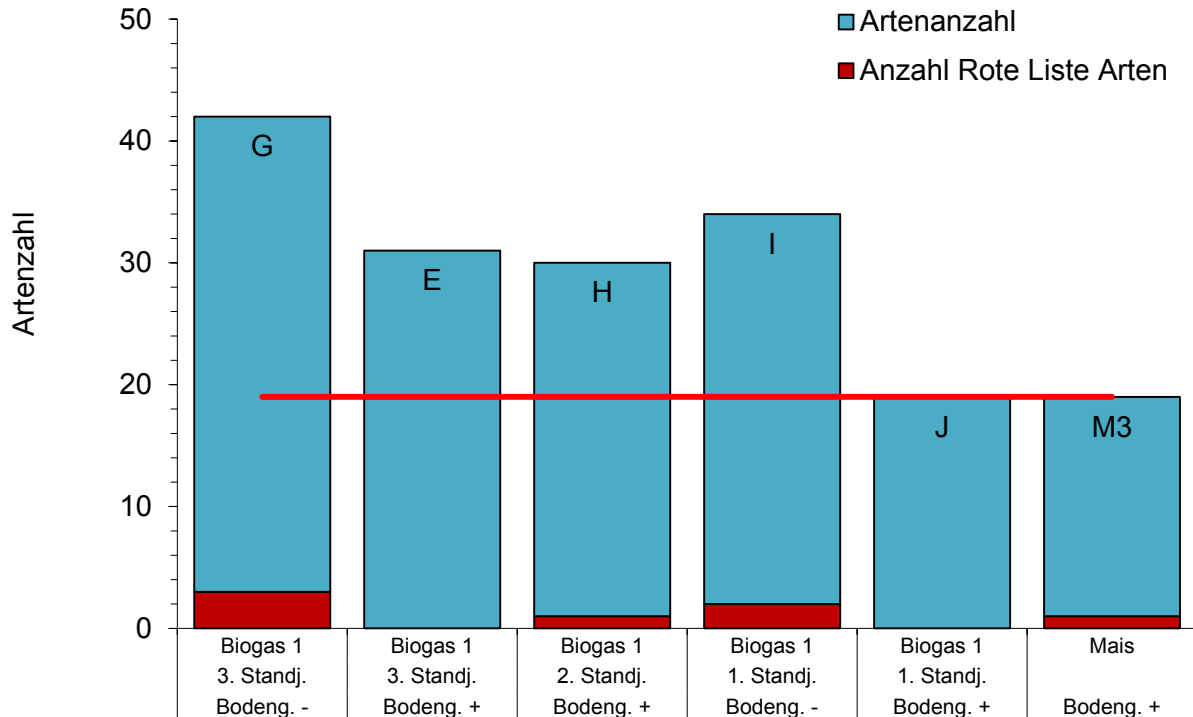
**Abb. 48:**

Spinnen – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2009



**Abb. 49:**

Spinnen – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2010

**Abb. 50:**

Spinnen – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2011

Beim Vergleich der Probeflächen im **Jahr 2009** hinsichtlich Artenzahl (Abb. 48) und Standortpräferenzen der nachgewiesenen Arten lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

- Im Maisacker sind Artenzahl (2009, 23 Arten) und Anzahl naturschutzrelevanter Arten (1 Art) niedrig. Die Artengemeinschaft weist einen sehr hohen Arten- und insbesondere Individuenanteil typischer Ackerarten auf (2009, 95% der Individuen) auf,
- Auf den frisch mit der wildartenreichen Mischung angesäten Flächen E und D ist die Artenzahl (38-39 Arten) sowie die Anzahl besonders naturschutzrelevanter Arten (3-4 Arten) relativ hoch. Der Anteil typischer Ackerarten (90-94% der Individuen) ist ebenfalls relativ hoch,
- Die bereits in den Vorjahren angelegten Probeflächen A, B und C sind gekennzeichnet durch hohe Artenzahlen (39-46 Arten) und einen relativ hohen

Anteil naturschutzrelevanter Arten (jeweils 4 Arten). Der Anteil typischer Ackerarten (67-70% der Individuen) ist niedrig.

Auch beim Vergleich der Arten- und Dominanzidentitäten zeigen sich hohe Ähnlichkeitswerte zwischen den Standorten A, B und C. Geringe Ähnlichkeiten zwischen den Standorten D und E weisen darauf hin, dass bei der Besiedlung der Ansaatflächen im ersten Jahr möglicherweise Zufalls- oder Nachbarschaftseffekte eine größere Rolle spielen.

Die Artengemeinschaft des Maisackers weist geringe Ähnlichkeiten zu den Gemeinschaften der anderen Flächen auf.

Im **Jahr 2010** wurde die artenreichsten Spinnengemeinschaften auf den „alten“ Ansaatflächen C und G (45 bzw. 48 Arten, Abb. 2) sowie der Sichtungsfäche F (40 Arten) festgestellt (siehe Abb. 42)

- die Ansaatfläche E und der Maisacker wiesen die niedrigsten Artenzahlen auf (33 Arten)
- Auf den Probeflächen wurden insgesamt 6 Spinnenarten (incl. Handfang, 8% der Arten) nachgewiesen, die in der bayerischen oder deutschen Roten Liste in eine der Gefährdungskategorien eingestuft sind. Diese Arten wurden auf den Ansaatflächen C, G und H sowie auf dem Maisacker gefunden, sie können als xerothermophile Arten charakterisiert werden, die bevorzugt offene bis nur teilweise beschattete, trocken-warme Standorte besiedeln.

Im letzten Untersuchungsjahr **2011** bestätigen sich die in den Vorjahren gefundenen Ergebnisse mit einer geringeren Artenzahl auf der Maisfläche. Die Unterschiede zwischen den Flächen sind trotz der in diesem Untersuchungsjahr insgesamt niedrigeren Artenzahlen besonders auffällig. So wurden auf den Wildpflanzenflächen ab dem 2. Standjahr regelmäßig fast doppelt so viele Arten gefunden wie auf der Maisfläche. Die artenreichsten Spinnengemeinschaften wurden auf der Ansaatfläche im 3. Standjahr mit geringer Bodengüte (G) gefunden sowie auf der angrenzenden neu angesäten Fläche (I). Bei der anderen Fläche im ersten Standjahr (J) bestehen diese Unterschiede zur Maiskultur dagegen (noch) nicht. Insgesamt wurden 5 Spinnenarten (wie im Vorjahr 8% der Arten) nachgewiesen, die in der bayerischen oder deutschen Roten Liste in eine der Gefährdungskategorien eingestuft sind.

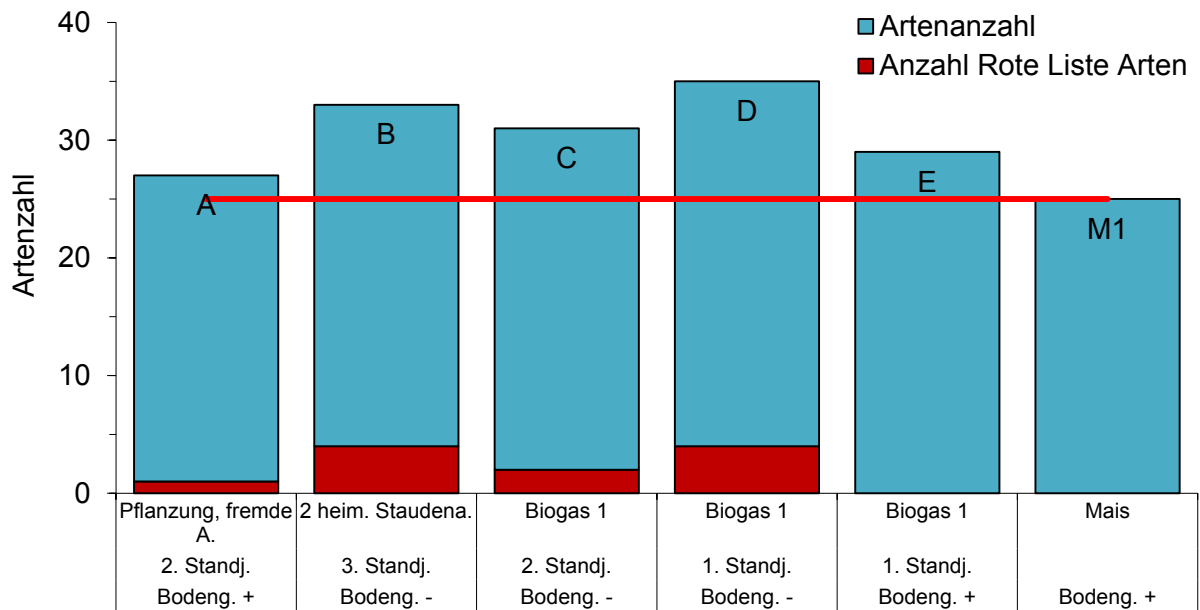


#### 4.3.4.2. Laufkäfer

Bei den häufigsten der insgesamt **56** Laufkäferarten in den Jahren **2009** und **2010** sowie der **49** Arten in **2011** handelt es sich meist um eurytope Arten oder Offenlandarten, wobei die meisten Arten Verbreitungsschwerpunkte auf Ackerstandorten besitzen. Die Arten mit den größten Individuenanteilen am Gesamtfang waren im Jahr 2009 die eurytope Art *Pterostichus melanarius* (22,9 % aller Individuen) sowie die Offenlandarten *Anchomenus dorsalis* (9,8 %) und *Harpalus rufipes* (6,8 %), die auch in den folgenden Untersuchungsjahren große Aktivitätsdichten aufwiesen. Diese Arten traten auf allen Probeflächen in hohen Individuenzahlen auf. Die häufigste Art in den Jahren 2010 und 2011 war dagegen die thermophile Art Großer Bombardierkäfer *Brachinus crepitans* (35% bzw. 38% aller Individuen) vor allem auf den trockenen Ansaatflächen auf der Hügelkuppe (G und J) gefunden wurde. Sie besiedelt bevorzugt Offenlandstandorte wie Steppenheiden und Magerrasen, sowie in Kalkgebieten auch Felder und Weinberge.

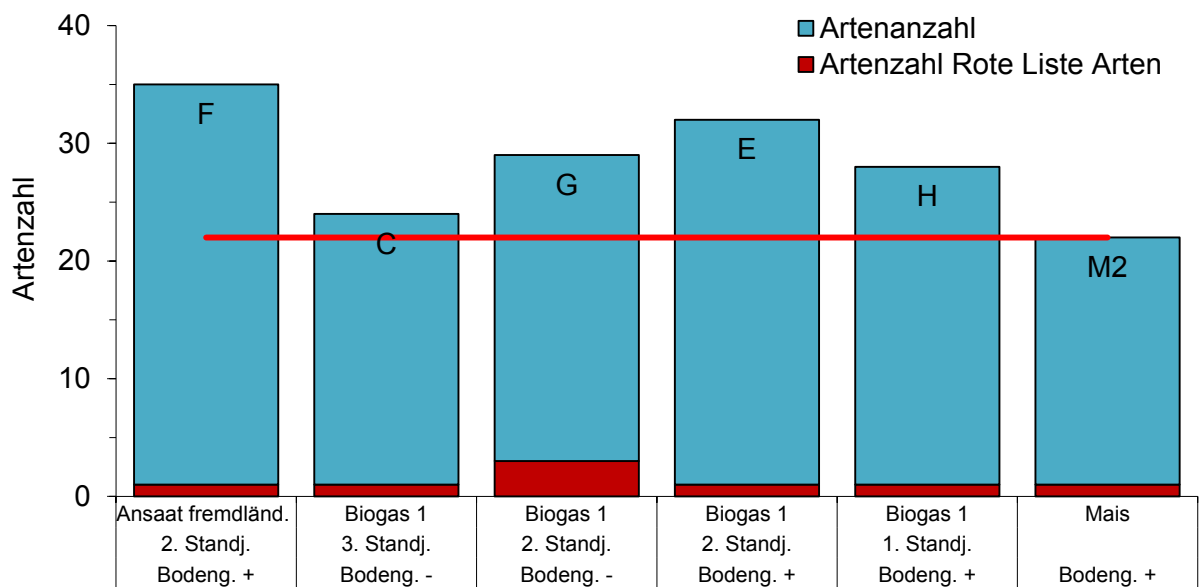
Unter den nachgewiesenen Arten wurden in allen Jahren jeweils **5** Arten gefunden (9% bzw. 10% der Arten), die in der bayerischen oder der deutschen **Roten Liste** in eine der Gefährdungskategorien eingestuft sind, weitere Arten sind in der Vorwarnliste genannt. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen für Spinnen handelt es sich auch bei den gefährdeten Laufkäfern um Offenlandarten, die trocken-warme, wenig beschattete Standorte bevorzugen. Sie treten auf den Probeflächen meist nur in geringer Individuenzahl auf (0,5-3,0% der Individuen). Wie für die Spinnen wurde auch für die Laufkäfer die geringste Artenzahl auf dem Maisacker festgestellt. Hier konnten im Gegensatz zu fast allen anderen Flächen nur in Jahr 2010 eine Rote-Liste-Art und in den übrigen Jahren keine Arten der Roten Liste nachgewiesen werden.

Auffallend ist die große Anzahl von Laufkäferarten, die auf allen oder fast allen Probeflächen gefunden wurden. Unterschiede zwischen den Probeflächen zeigen sich vor allem beim Vergleich der Dominanzverhältnisse. So weist die Artengemeinschaft des Maisackers nur geringe Ähnlichkeiten zu den anderen Probeflächen auf (z. B. 2009, 12,5-41,2%). Ausnahmen stellen teilweise die erst frisch mit der Biogasmischung angesäten Flächen dar.



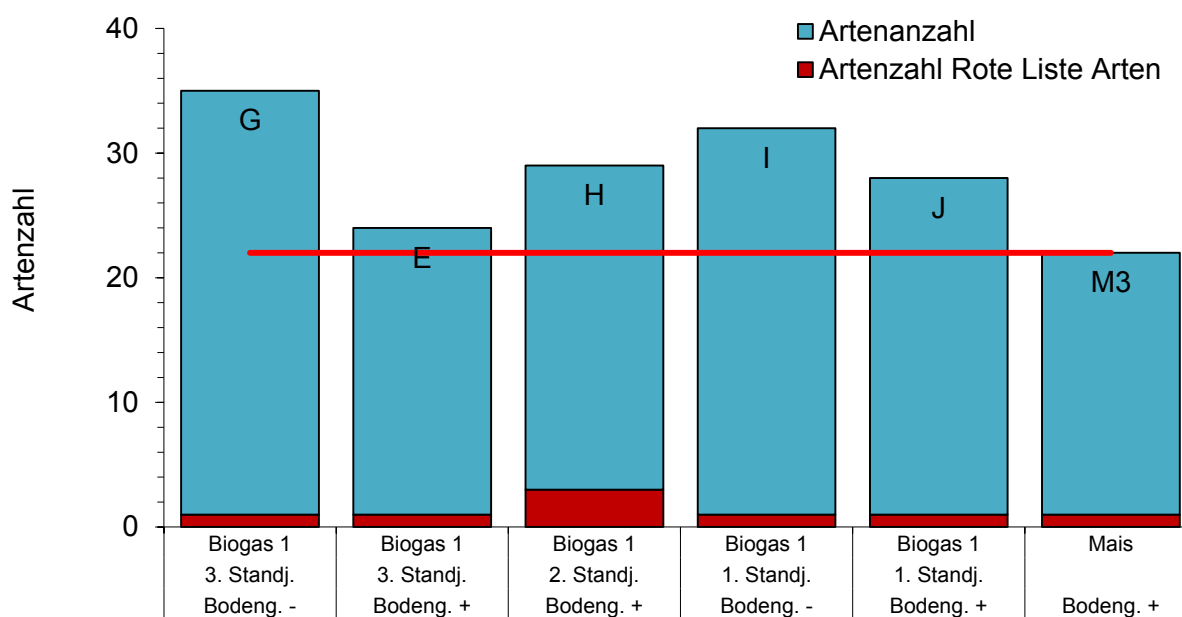
**Abb. 51:**

Laufkäfer – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2009



**Abb. 52:**

Laufkäfer – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2010

**Abb. 53:**

Laufkäfer – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2011

#### 4.3.4.3. Wanzen

Insgesamt wurden **2009 31** und im Jahr **2010 27** Wanzenarten (166 bzw. 85 Individuen) gefunden, im Untersuchungsjahr **2011** konnten nur vergleichsweise wenige Arten dieser Tiergruppe nachgewiesen werden (7 Arten, 65 Individuen). In allen Jahren waren die Artenzahlen auf dem Maisacker jeweils am niedrigsten. Im Jahr 2011 wurde dort keine einzige Wanze gefunden, Rote-Liste-Arten fehlten dort auch in den ersten beiden Jahren vollständig. Die drei mit „Biogas 1“ eingesäten Flächen B, C, D wiesen 2009 die größten Artenzahlen auf, gefährdete Arten wurden dabei auf zwei dieser Flächen (B, C), sowie der ältesten Probefläche (E, im 3. Standjahr) nachgewiesen. Als Besonderheit wurde auf letztgenannter Fläche die sehr seltene Erdwanze (Cydnidae) *Geotomus elongatus* gefunden, die in der bayerischen Roten Liste als „ausgestorben oder verschollen“ eingestuft ist (Kategorie 0), in der deutschen Roten Liste wird sie als „vom Aussterben bedroht“ (Kategorie 1) geführt. Im Jahr 2010 konnten die größten Artenzahlen auf den Flächen G, Biogasmischung und F, Sichtungsansaat mit gebietsfremden Arten nachgewiesen werden. Der größte Anteil an

Rote Liste Arten (5 Arten) konnte ebenso auf der Fläche G festgestellt werden. Hier wurde ebenfalls die Erdwanze (Cydnidae) *Geotomus elongatus* gefangen. Häufigste Art im letzten Untersuchungsjahr (2011) war *Sehirus luctuosus*, die an trockenwarmen Offenlandstandorten lebt. Wirtspflanzen sind vor allem Boraginaceen. Diese Art wird in Bayern als gefährdet eingestuft (RL 3). Sie wurde auf den Flächen G und (3. Standjahr) und H (2. Standjahr) gefunden, wobei letztgenannte Fläche gleichzeitig die in diesem Jahr höchsten Artenzahlen aufwies (6 Arten).

#### 4.3.4.4. Ameisen

Die meisten der in **2009** nachgewiesenen **10** Ameisenarten (815 Individuen) wurden auf den Probeflächen A und E gefunden (jeweils 6 Arten). Im Jahr **2010** konnten **13** Arten (725 Individuen) nachgewiesen werden. Hier waren die meisten Arten auf den Flächen H und F (6-7 Arten). Die anderen Flächen wiesen nur artenarme Ameisengemeinschaften (1-3 Arten in 2009 bzw 3-4 in 2010). Auffällig sind wiederum die im Jahr **2011** geringeren Arten- und Individuenzahlen (4 Arten, 243 Individuen). Häufigste Art war in allen Jahren *Lasius niger*, eine der wenigen Ameisenarten, die weitgehend unempfindlich gegenüber anthropogenen Störungen ist, wie sie auf landwirtschaftlich genutzten Standorten auftreten (Bodenverdichtung, Düngung, Mahd). Die Art wurde als einzige Art in allen Jahren und an allen Standorten gefunden.

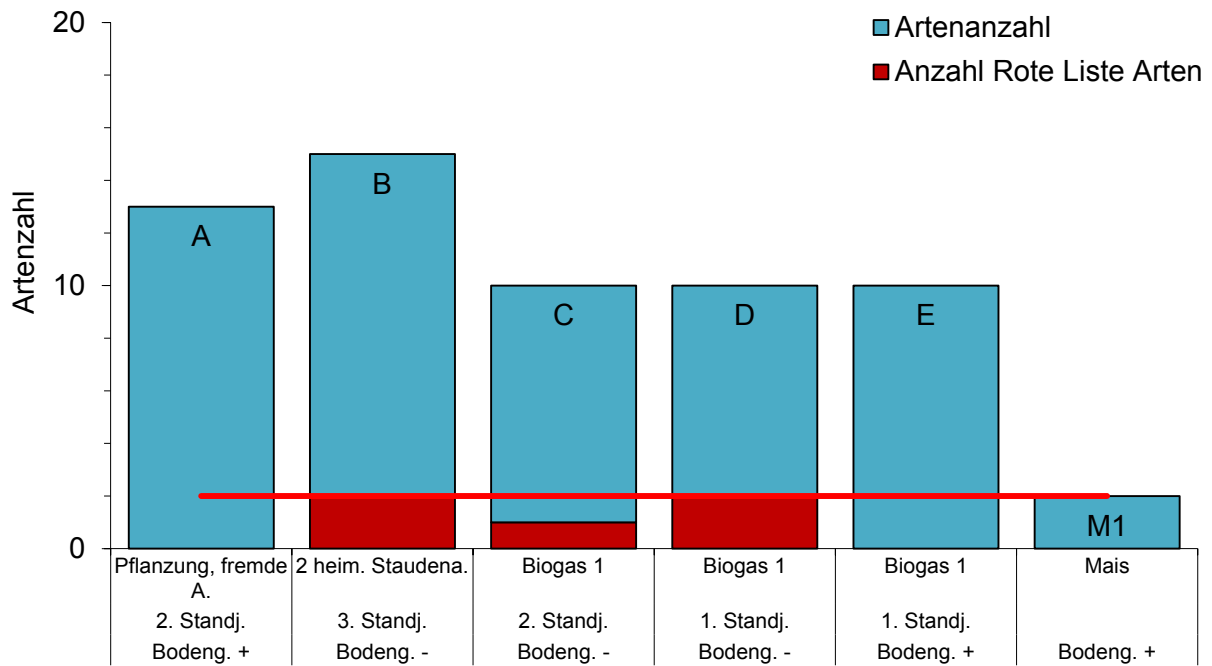
#### 4.3.4.5. Tagfalter

Bei den Begehungen wurden auf den Probeflächen im Jahr **2009** insgesamt **18** Tagfalter-Arten beobachtet, in den Jahren **2010** und **2011** wurden **15** bzw. 16 Tagfalterarten sowie jeweils eine Widderchen-Art (vgl. Abb. 54 und 56) aufgenommen. Häufigste Art war 2009 der Distelfalter (*Vanessa cardui*), ein Wanderfalter, der im Jahr 2009 aufgrund eines Masseneinflugs allgemein in sehr hohen Individuenzahlen auftrat. Daneben war noch der Kleine Kohlweißling (*Pieris rapae*) an allen Standorten außer dem Maisacker sehr häufig. Diese Schmetterlingsart war in den Jahren 2010 und 2011 insgesamt am häufigsten.

Unter den Arten wurden in allen drei Untersuchungsjahren jeweils 2 bis 3 Arten gefunden, die in der deutschen oder der bayerischen **Roten Liste** in eine der Gefähr-

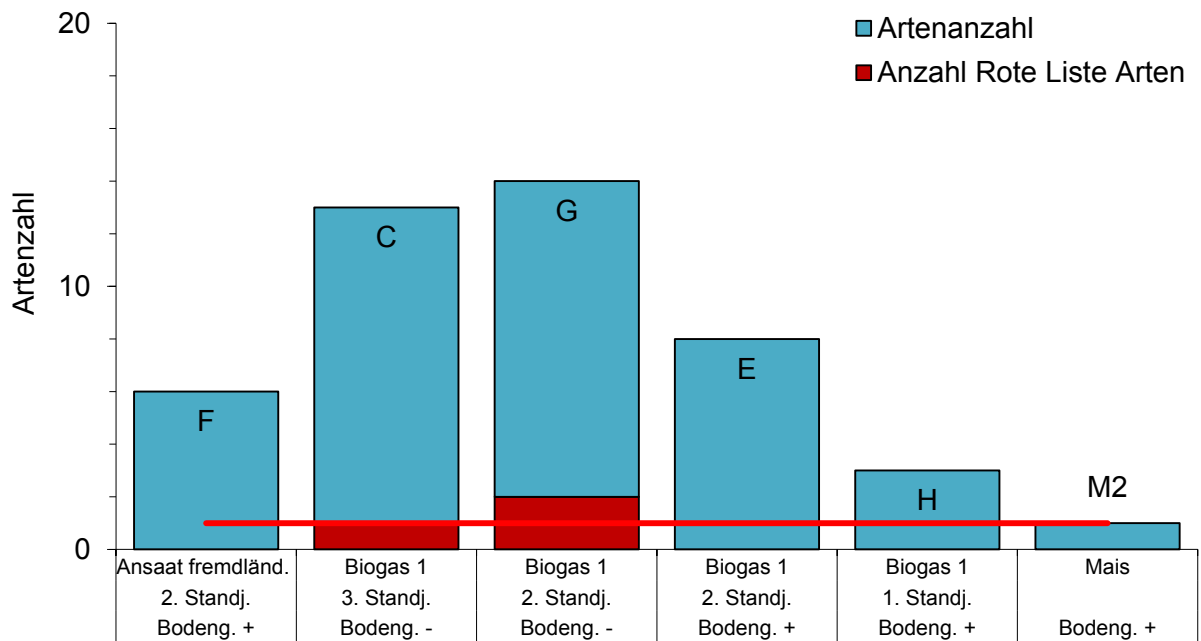
dungskategorien eingestuft sind. Im Jahr 2009 handelte es sich um den Magerrasen-Perlmutterfalter (*Boloria dia*) und dem Kronwickenbläuling (*Plebeius argyrognomonidas*). Beide Arten besiedeln als Lebensraum weitgehend offene trocken-warme Standorte wie Trocken- und Halbtrockenrasen, Säume, Trockengebüsche, Heiden und Brachen. Zwei weitere Arten werden in der Vorwarnliste der Roten Liste geführt. Im Jahr 2010 konnten mit dem Kleinen (*Arícia agestis*) und Großen Sonnenröschen-Bläuling (*A. artaxerxes*) sowie dem Argus- (*Plebeius argus*) und Kronwickenbläuling (*P. argyrognomon*) ebenfalls Roten-Liste-Arten nachgewiesen werden. Bei diesen Arten handelt es sich jeweils um Artenpaare, die aufgrund der großen Ähnlichkeit nicht (immer) unterschieden werden können und daher im Rahmen der Untersuchungen zusammengefasst werden. Der Sonnenröschen-Bläuling (*Arícia agestis* oder *A. artaxerxes*) wurde auch 2011 gefunden, daneben erstmals der Malven-Dickkopffalter *Carcharodes alceae*. Dabei handelt es sich um eine thermophile Art, deren Fraßpflanzen der Raupe verschiedene Malvengewächse sind. Dementsprechend wurde sie auf den neugesäten Flächen I und J gefunden, auf denen unter anderem *M. verticillata* und *M. mauretanica* wuchsen. Auf einer älteren Ansaatfläche (G, 3. Standjahr, geringe Bodengüte) wurde ein Exemplar des Heidegrünwidderchens (*Rhagades pruni*) festgestellt, eine ebenfalls geschützte Art, sowie der Große Perlmutter-Falter (*Argynnis aglaja*), der sich in der Vorwarnliste befindet.

Die Ansaatprobenflächen, vor allem die blütenreichen Flächen, waren in allen Jahren deutlich artenreicher als der Maisacker. Dort konnten insgesamt nur ein bis zwei kommune Kohlweißling-Arten (*Pieris brassicae*, *P. rapae*) nachgewiesen werden und im Jahr 2009 der in diesem Jahr massenhaft auftretende Distelfalter (*Vanessa cardui*).



**Abb. 54:**

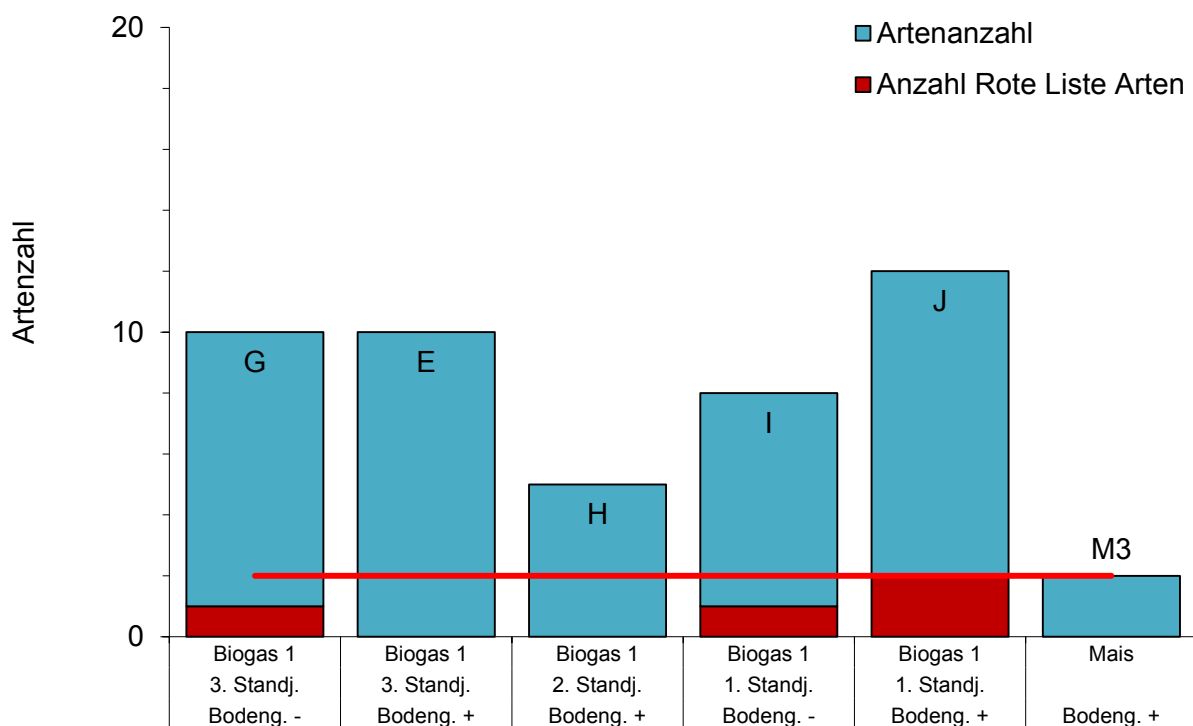
Tagfalter – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2009



**Abb. 55:**

Tagfalter – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2010





**Abb. 56:**

Tagfalter – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen im Jahr 2011

#### 4.3.4.6. Heuschrecken

Heuschrecken wurden nur im Jahr **2009** untersucht. Insgesamt konnten **8** Heuschreckenarten nachgewiesen werden. Häufigste Art war der Nachtigall-Grashüpfer (*Chorthippus biguttulus*), der an allen Ansaatstandorten gefunden wurde. Besonders naturschutzrelevante Arten wurden nicht erfasst. Wie bei fast allen untersuchten Tiergruppen wurden auch bei den Heuschrecken die größten Artenzahlen im Bereich der trockeneren Probeflächen B, C und D festgestellt.

#### 4.3.4.7. Stängelbewohnende Arthropoden

Es wurden in und an den untersuchten 106 Pflanzen insgesamt 290 Individuen festgestellt, darunter Adulte von mindestens **38** Arten. Artenreichste Gruppen waren

Rüsselkäfer (Curculionidae, 9 Arten) und Wanzen (9 Arten). Desweiteren wurden auch 2 besonders naturschutzrelevante Arten gefunden: die Krabbenspinne *Synaema globosum*, welche in Blüten auf ihre Beute lauert, und die Ameise *Myrmecina graminicola*.

Häufig waren Larven von Blindwanzen (wahrscheinlich *Lygus gemellatus*, von dem auch Adulte gefangen wurden), der commune und weit verbreitete Rüsselkäfer *Sitona lineatus*, juvenile Kugelspinnen sowie der Ohrenkneifer *Forficula auricularia*. Die meisten anderen Arten wurden nur als Einzeltiere oder in geringer Anzahl festgestellt.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren in einem Teil der Stängel leere Puparien, Fraßspuren und Kot vorhanden (12%), was darauf hinweist dass hier Insekten ihre Larvalentwicklung durchgeführt haben.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass durch das Abernten der untersuchten Biogas-Ansaaten nur relativ wenige Tiere (<3 Individuen/untersuchtem Stängel) von häufigen und weit verbreiteten Arten betroffen sind. Zumindest ein Teil der stängelbewohnenden Arten kann seine Entwicklung vor der Ernte abschließen.

Die Gefahr, dass die Ansaaten als „ökologische Fallen“ wirken, ist als gering einzustufen.

#### 4.3.4.8. Vögel

Insgesamt wurden **2009 30** verschiedene Vogelarten, davon **15 Rote Liste** Arten, auf der Fläche festgestellt, **2010** waren es **24** verschiedene Vogelarten, davon **10 Rote Liste Arten**, die entweder als Nahrungsgäste oder als direkte Brutvögel auf der relevante Fläche anzutreffen waren. Im Jahr **2011** erfolgten die ersten Begehungen später als in den Vorjahren (ab 12.06.11 gegenüber 12.4.09 bzw. 2.5.2010), was vermutlich eine der Ursachen für die in diesem Jahr geringeren festgestellten Artenzahlen ist (10 Arten, davon 4 Rote-Liste-Arten). Im Jahr 2009 ist die **starke Feldlerchenpopulation** auf der kräuterreichen Ansaatfläche bei Gauaschach besonders bemerkenswert. Die untersuchten Flächen haben eine eindeutige Magnetwirkung auf Nahrungsgäste.

Vogelart	Wissenschaftlicher Name	RL B	RL D	02.05.10	16.05.10	12.06.11	26.06.11	13.07.11	30.07.11	2011
				19.04.09	17.05.09	03.06.10			25.07.10	2010
						11.06.09			26.07.09	(2009)
Bachstelze	<i>M. alba</i>			2	2*	1	1	*	1	NG NG (NG)
Baumpieper	<i>A. trivialis</i>	3	V			1	1			NG
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>			1						NG
Bluthänfling	<i>C. cannabina</i>	3	V	*	*	*			7	(NG)
Braunkehlchen	<i>Saxicola dacotiae</i>	2	3		1					NG
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>			*	*	*				(NG Rand.)
Diestelfink	<i>Card. carduelis</i>								*	NG
Dohle	<i>Corvus monedula</i>	V								NG
Dorngrasmücke	<i>S. communis</i>			1	2, 2	1, 2, 2	2	2	*	NG B (NG)
Eichelhäher	<i>G. glandarius</i>			*	*					
Elster	<i>Pica pica</i>			*	*	*				(NG Rand.)
Fasan	<i>P. olchicus</i>			1	1					NG B?
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	3	V	2, 4	1, 6	3, 4, 4	3	4, *	2, 1, 14	B B (B)
Feldsperling	<i>P. montanus</i>		V	*	*	*				(NG)
Felsentaube	<i>Columba livia f. d.</i>			*	*	*			*	(NG Rand.)
Goldammer	<i>E. citrinella</i>	V		4, 4	2, 3, *	2, 2, *	2	2, *	3, 2, *	NG NG (NG)
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>				*					
Grünfink	<i>Carduelis chloris</i>			1	2					NG
Grünling	<i>Carduelis chloris</i>				*					
Grünspecht	<i>P. viridis</i>				*					(NG Rand.)
Hohltaube	<i>C. oenas</i>									
Kernbeißer	<i>Coccothraustes</i>			*	*	*				(NG)
Kohlmeise	<i>P. major</i>			*					*	NG (NG)
Kolkrabe	<i>C. corax</i>								*	
Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>		V		*					
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	V	V	13	*	*				NG (NG)
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>			*, *	*, *	*, *			*, *	NG (NG)
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbica</i>	V	V	*	1, *	*			*, *	NG (NG)
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>			2						B?
Pirol	<i>Oriolus oriolus</i>		V			*				(im Umfeld)
Rabenkrähe	<i>C. corone</i>			2	3	*				NG (NG Rand.)
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>	V	V	*	3, *	2, *			*	NG (NG)
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	3	2			1				(B?)
Ringeltaube	<i>C. palumbus</i>			1, *	5, *	1, 4, *	*		*	NG Überfl. (NG Rand)
Rohrweihe	<i>C. aeruginosus</i>	3				*				(NG)
Rotmilan	<i>M. milvus</i>	2			*	*			*	Überfliegend (NG)
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	V			4, 2	4			(1juv)	NG (B)
Sperber	<i>A. nisus</i>					*				(NG)
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>			2, *	2, *	*			*	NG (NG)
Stieglitz	<i>C. carduelis</i>				*	*				(NG)
Stockente	<i>A. platyrhynchos</i>				*					
Sumpfrohrsänger	<i>A. palustris</i>				1	1, 1, *	1			B B? (NG)
Türkentaube	<i>Strept. decaocto</i>		V		*	2				Überfliegend (NG Rand)
Turmfalke	<i>F. tinnunculus</i>			*	*	*			*	NG Jagend (NG)
Turteltaube	<i>S. turtur</i>		3			*			*	(NG Rand.)
Wacholderdrossel	<i>T. pilaris</i>			*	*	*	*			(NG Rand)
Wachtel	<i>Coturnix coturnix</i>						1			NG
Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	3	V			*				NG Randbereiche
Wiesenpieper	<i>A. pratensis</i>		V	*						D

Tab. 5:

Ergebnistabelle Vogelerfassung 2009 bis 2011 (im Umfeld überfliegend mit \*)

#### 4.3.4.9. Fledermäuse

Die jagdliche Aktivität kann anhand der Verweildauer auf der untersuchten Fläche artspezifisch ermittelt werden. Insgesamt konnten in den Jahren **2009** und **2011** **7** Fledermausarten und im Jahr **2010** **9** Fledermausarten (Brandt- oder Bartfledermaus nicht unterscheidbar) mit jagdlicher Zuordnung eindeutig nachgewiesen werden. Alle nachgewiesenen Arten sind Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie.

	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	RLD	RL Bayern SL	FFH- RL	Status 2009	Status 2010	Status 2011
1	Fransenfledermaus	<i>Myotis nattereri</i>	3	3	IV	wiederholt jagend	wiederholt jagend	wiederholt jagend
2	Großes Mausohr	<i>Myotis myotis</i>	3	V	IV	wiederholt jagend	wiederholt jagend	wiederholt jagend
3	Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-	-	IV	wiederholt jagend	wiederholt jagend	wiederholt jagend
4	Rauhautfledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i>	G	3	IV		wiederholt jagend	
5	Mopsfledermaus	<i>Barbastella barbastellus</i>	1	2	IV	jagend	Transferflug jagend	jagend
6	Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i>	-	-	IV		wiederholt jagend	wiederholt jagend
7	Brandt- oder Bartfledermaus	nicht unterscheidbar				wiederholt jagend	wiederholt jagend	wiederholt jagend
8	Breitflügelfledermaus	<i>Eptesicus serotinus</i>	V	3	IV	wiederholt jagend	wiederholt jagend	
9	Großer Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i>	3	3	IV	jagend		
10	Bechsteinfledermaus	<i>Myotis bechsteini</i>	3	3	IV		jagend	jagend

**Tab. 6:**

Übersichtstabelle Fledermauserfassung 2009, 2010 und 2011,(LBV)

## 4.4 Untersuchungen zu blütenbesuchenden Insekten

(Dr. Ingrid Illies)

Viele der ausgewählten Pflanzen sind Blütenpflanzen, die Pollen und Nektar produzieren. Nektar als zuckerhaltiges Sekret dient blütenbesuchenden Insekten als Energiequelle, der Pollen wird für die Eiweißversorgung genutzt. Honigbienen, aber auch die mehr als 500 einheimischen Wildbienenarten nutzen Nektar und Pollen als Nahrungsquellen. Veränderungen in der Kulturlandschaft haben dazu geführt, dass eine kontinuierliche Versorgung der Honigbienenvölker mit Bienenweide (Trachtpflanzen, die Nektar und Pollen bieten) vom Frühjahr bis zum Spätsommer nicht mehr möglich ist. Vielerorts ist das „Trachtfießband“ Ende Juni bereits erloschen.

Der Anbau von Blütenpflanzen, die nach der Blüte für die Energiegewinnung genutzt werden, könnte hier eine wichtige Lücke schließen. Spätblühende Trachten mit viel Pollen ermöglichen den Bienen, gut versorgte Winterbienen aufzuziehen, die entscheidend die Überwinterungsfähigkeit eines Bienenvolkes beeinflussen.

Die Attraktivität einer Blütenpflanze als Trachtpflanze für Honigbienen hängt in erster Linie von der Menge des angebotenen Nektars und Pollens ab. Aber es spielen auch der Blütenduft und der Blütenbau eine Rolle, ob eine Blüte intensiv befliegen wird. Im Rahmen dieses Projektes wurde an einem Standort der Beflug der ausgewählten Pflanzen beobachtet und der Eintrag an Pollen erfasst. Ziel war es, die Attraktivität der Pflanzen bzw. der ausgewählten Mischungen für Honigbienen zu bewerten.

### 4.4.1 Material und Methode

An dem Standort Würzburg (Gemarkung Güntersleben) des überregionalen Versuchs (vgl. Kapitel 3.3.2) wurden vor Beginn der Blüte im Juli 2009 zwei Bienenvölker der Rasse *Carnica* aufgestellt. Die Völker wurden als Ableger im Mai mit Geschwisterköniginnen gebildet und belagerten 6 bis 8 Waben. Als Vergleichsgruppe

dienten am Lehrbienenstand der LWG in Veitshöchheim zwei Völker aus der gleichen Völkergruppe.

Am Ende der Blüte wurde die Einwinterungsstärke der Völker erfasst sowie Futter und Bienenbrot entnommen. Als Bienenbrot wird in Waben eingelagerter Pollen bezeichnet. Der Pollen wird beim Sammeln von den Bienen an den Hinterbeinen als Pollenhöschen getragen. Diese Pollenhöschen werden im Volk abgestreift und in Wabenzellen abgelegt. Arbeiterinnen drücken diesen Pollen fest und überziehen ihn mit einer dünnen Honigschicht, so ist der Pollen für mehrere Monate haltbar.

Aus den entnommenen Wabenstücken mit Bienenbrot wurde der Pollen ausgelöst. 20 g des ausgelösten Pollens wurden gemischt und das Pollenspektrum lichtmikroskopisch ausgewertet. Die mikroskopischen Untersuchungen wurden im Honiglabor des Fachzentrums Analytik durchgeführt.

Neben dem Bienenbrot wurde auch der Polleneintrag über Pollenfallen bestimmt. An jeweils einem Bienenvolk je Standort wurde eine Pollenfalle (Standardfalle der Fa. Holtermann, siehe Bild 41) vorgebaut. Pollenfallen verfügen über ein Lochblech am Flugloch, das von den Bienen beim Betreten des Bienenstocks passiert werden muss. Pollensammlerinnen streifen beim Passieren der Pollenfalle ihr Pollenhöschen ab, das dann in eine Auffangwanne fällt.



**Bild 41:**

Pollenfalle mit halbausgezogenem Lochblech. Die abgestreiften Pollenhöschen fallen in die weiße Wanne.

Die Pollenfallen wurden zu vier verschiedenen Zeitpunkten jeweils für zwei Tage eingesetzt. Die Fallen wurden immer abends eingerichtet und abends entleert. Ein längerer Einsatz von Pollenfallen, z. B. ein kontinuierliches Sammeln über die gesamte Blüte der Flächen war nicht möglich. Pollenfallen können nur über kurze Zeiträume eingesetzt werden, da der Pollenentzug bei Dauereinsatz für die Völker zu groß ist. Zudem beginnen die Sammlerinnen nach wenigen Tagen, sehr kleine Höschen zu sammeln, die durch die Falle gebracht werden können.





**Bild 42:**

Farbfractionen einer Pollenprobe  
vom Standort Veitshöchheim (2009)

Das Gewicht des geernteten Pollens wurde vor und nach der Trocknung bestimmt. Anschließend wurden 10 g Pollen nach Farben sortiert (siehe Bild 42) und der Gewichtsanteil der einzelnen Farbfractionen bestimmt. Aus den Farbfractionen wurden jeweils 20 Pollenhöschen lichtmikroskopisch untersucht und der Anteil verschiedener Familien und Arten in Prozent ermittelt.

Der Bflug der Flächen wurde über Beobachtungen von Quadratmeterbereichen in den Parzellen erfasst. In einem Quadratmeter wurde der Bflug durch Honigbienen, Hummeln und anderen blütenbesuchenden Insekten (Wildbienen, Schwebfliegen, Schmetterlinge) in einer Minute bestimmt. Es wurden nur Tiere gezählt, die Kontakt mit Blüten hatten. Dabei wurde bei Honigbienen und Hummeln zwischen Pollen- und Nektarsammlerinnen unterschieden. Tiere, die entweder sichtbar mit Pollen eingestäubt waren (siehe Bild 43) oder Pollenhöschen trugen, wurden als Pollensammlerinnen eingestuft, alle anderen als Nektarsammlerin (siehe Bild 44). Diese Unterteilung entfällt bei der Gruppe „andere blütenbesuchende Insekten“, da hier keine klare Unterscheidung möglich ist.

**Bild 43:**

eingestäubte Pollensammlerin

**Bild 44:**

Nektarsammlerin mit ausgestrecktem Rüssel

Um zu überprüfen, ob die beobachtete Fläche von den aufgestellten Bienenvölkern genutzt wird, wurden im August an insgesamt 7 Tagen die Fluglöcher morgens verschlossen. Im Laufe des Vormittags wurden an verschiedenen Parzellen mindestens fünf Beflugbeobachtungen wie oben beschrieben vorgenommen. Das Flugloch wurde dann geöffnet und der Beflug nachmittags an den gleichen Punkten erneut erfasst. Die Beobachtung erfolgte an den 7 Tagen an unterschiedlichen Parzellen, da einige Pflanzenarten bzw. Mischungen schon abgeblüht waren, andere noch in voller Blüte standen. Da aber morgens und nachmittags die gleichen Standorte zur Beobachtung genutzt wurden, ist ein Vergleich innerhalb eines Tages als verbundene Stichprobe möglich.

Im Jahr 2010 wurden jeweils 7 Ableger und 7 Kunstschwärme (16.07.2010) an der Versuchsfläche in Schwarzenau (siehe Kap. 3.3.2) und am Kontrollstandort in Zell aufgestellt.



**Bild 45:**

Bildung der 14 Kunstschwärme am 15. Juli 2010. Die Kunstschwärme wurden aus Wirtschaftsvölkern des Fachzentrums Bienen mit Geschwisterköniginnen aus 2010 gebildet.



**Bild 46:**

Kunstschwarm von 2 kg mit ca. 20.000 Bienen. Die Königin befindet sich in einem Zusetzkäfig innerhalb der Bienentraube.

Die Volkentwicklung wurde über Populationsschätzungen erfasst. Dies erfolgte mit der Liebefelder Methode (Imdorf et al. 1987), bei der jede Wabe gezogen wird und die mit Bienen und Brut besetzte Wabenfläche geschätzt wird.

Die erste Schätzung fand am 29.07.2010 statt, die zweite am 14.09.2010. Die Völker am Standort Schwarzenau wurden Mitte September nach Zell gebracht. Dort hat die



gesamte Völkergruppe überwintert und wird voraussichtlich Anfang März ausgewintert. Die letzte Populationsschätzung, die Rückschlüsse auf die Überwinterung ermöglicht, findet im März 2011 statt.

#### 4.4.2 Ergebnisse

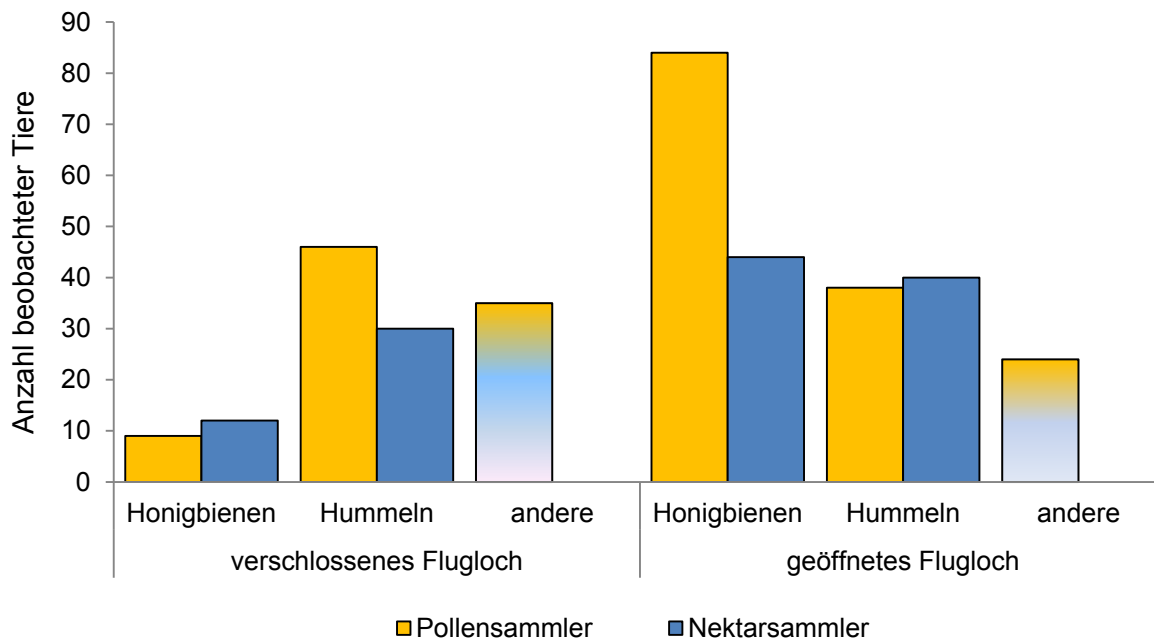
##### ▪ Beobachtungen zum Blütenbesuch

Die Flächen am Standort Würzburg wurden im Jahr **2009** intensiv von blütenbesuchenden Insekten befliegen. Es konnten viele Honigbienen und Hummeln beobachtet werden. Bei den beobachteten Hummeln handelte es sich häufig um die Dunkle Erdhummel (*Bombus terrestris*, Bild 47) oder die Gartenhummel (*Bombus hortorum*). Es wurden ebenfalls Sammlerinnen der Steinhummel (*Bombus lapidarius*) und der Wiesenhummel (*Bombus pratorum*) registriert. Detaillierte Angaben zum Vorkommen einzelner Arten sind nicht möglich, da die Artbestimmung bei Hummeln im Feld oft schwierig ist.



**Bild 47:**

Dunkle Erdhummel

**Abb. 57:**

Anzahl sammelnder Honigbienen, Hummeln und anderer blütenbesuchender Insekten bei verschlossenem und geöffnetem Flugloch. Dargestellt sind die Summen aller Daten (5 Beobachtungspunkte) der sieben Beobachtungstage; Standort Würzburg (2009).

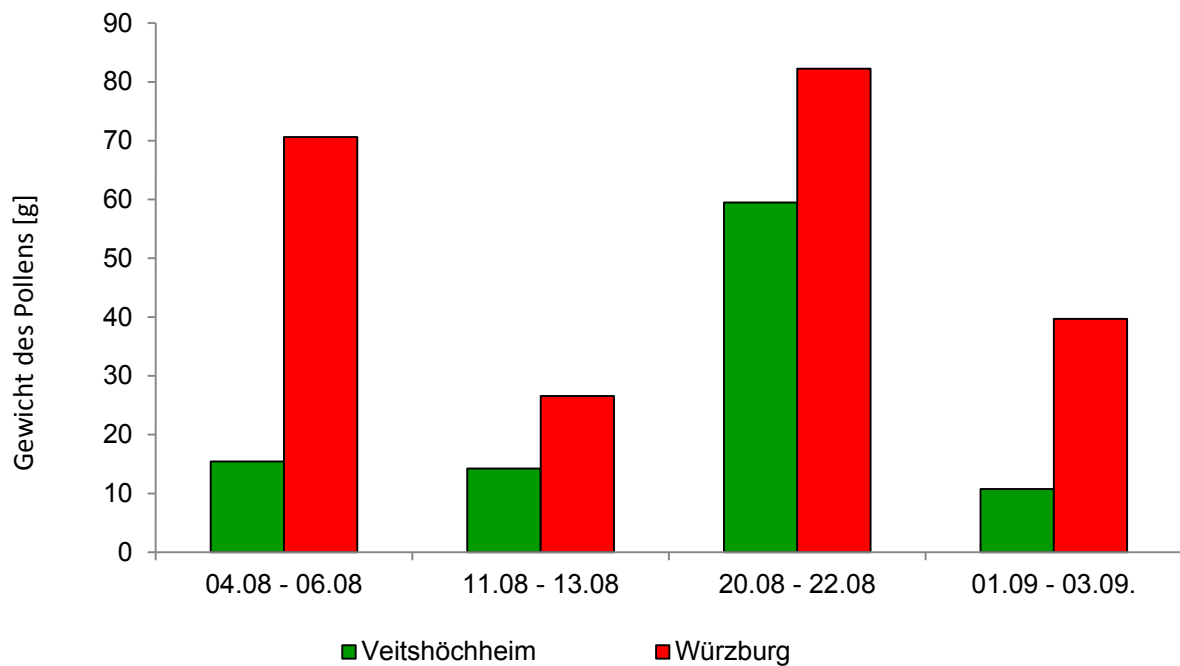
Die Daten zum Beflug sind in Abb. 57 zusammengefasst. Der Beflug durch Honigbienen ist bei geöffnetem Flugloch höher als bei verschlossenem Flugloch. Dies deutet daraufhin, dass die Tiere aus den aufgestellten Völkern auf der Fläche gesammelt haben. Die Sammlerinnen, die bereits bei verschlossenem Flugloch auf der Fläche beobachtet wurden, sind entweder bereits vor dem Verschließen des Fluglochs ausgeflogen oder stammen von anderen Völkern im Umkreis. Auffällig ist der hohe Anteil von Pollensammlerinnen bei den Honigbienen, während das Verhältnis bei den Hummeln fast ausgeglichen ist. Viele der ausgewählten Pflanzen sind gute Pollenspender. Eine Ausnahme ist die Sonnenblume *Helianthus annuus uniflorus* (siehe Bild 48). Hier wurden keine Honigbienen und Hummeln beobachtet.

**Bild 48:**

*Helianthus annuus uniflorus*  
am Standort Würzburg (2009)

### ▪ Eintrag in die Pollenfallen

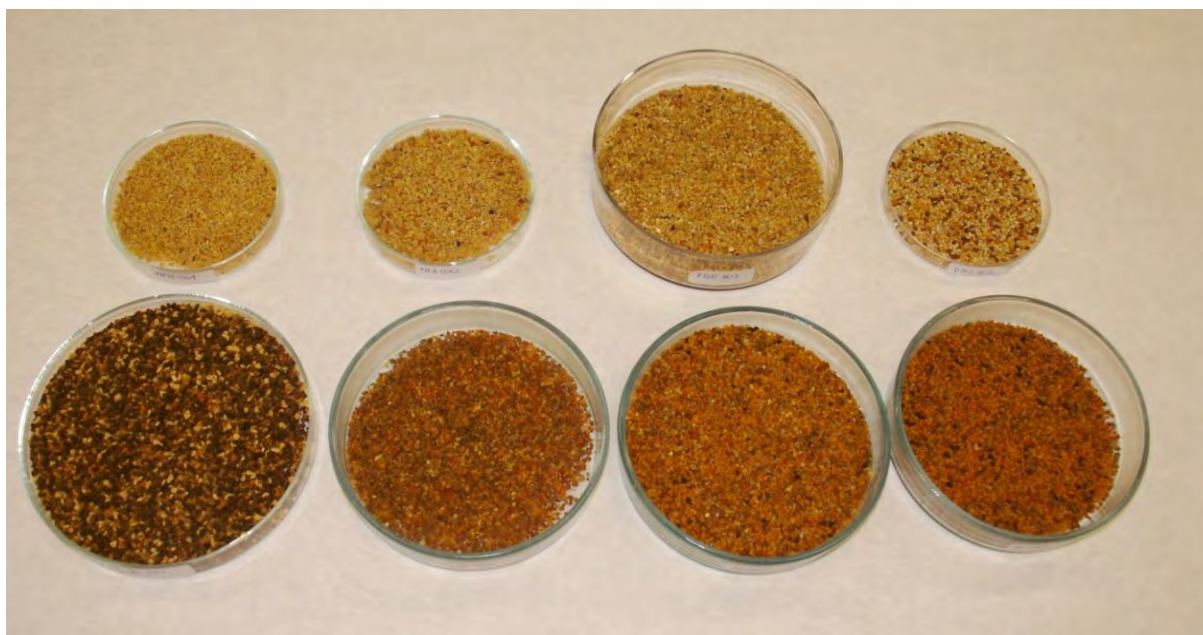
Der Eintrag in die Pollenfallen war am Standort Würzburg im Jahr 2009 zu jedem Termin deutlich höher als am Standort Veitshöchheim (siehe Abb. 58). Das Trockengewicht des Pollens war für jeden Standort und Termin etwa 10 Prozent geringer als das Frischgewicht, was den Erfahrungswerten aus anderen Versuchen entspricht.



**Abb. 58:**

Trockengewicht des gesammelten Pollens

Deutliche Unterschiede zeigen sich auch im Pollenspektrum der beiden Standorte, was bereits im Farbspektrum der gesammelten Höschen erkennbar wird (siehe Bild 49).



**Bild 49:**

Pollenproben aus den Pollenfallen am Standort Veitshöchheim (oben) und Würzburg (unten) (2009).

Bei den Pollenanalysen wurden am Standort Würzburg (2009) mit Ausnahme der ersten Probe in allen Proben ein großer Anteil an Pollen des *Taraxacum*-Typus (Löwenzahn-Typus) gefunden. Dies ist für den Untersuchungszeitraum sehr ungewöhnlich. Weitere Trachten mit größeren Anteilen sind Inkarnatklee, Weißklee, Rotklee, Esparsette, Melde und Scharfgarbe. Am Standort Veitshöchheim überwiegt an den ersten Terminen Mais, Ende August Holunder. Dieser Polleneintrag ist für August ungewöhnlich, da die Maisblüte in der Regel Ende Juli abgeschlossen ist. Auch der hohe Anteil von Holunder und Nachtkerze ist ungewöhnlich. Aus diesen Proben werden zur Zeit Dauerpräparate erstellt und mit Referenzmaterial verglichen.



### ▪ **Untersuchungen des Bienenbrots**

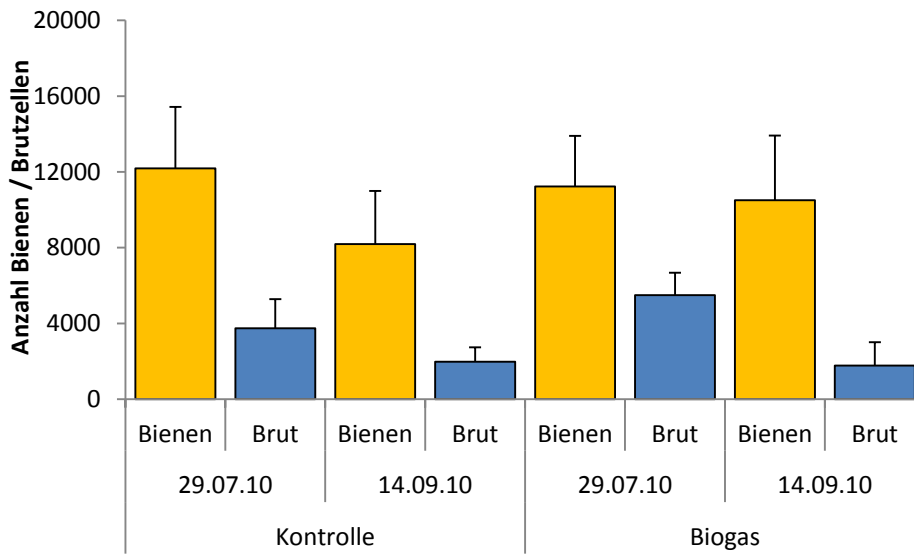
Die beiden Völker am Standort Veitshöchheim (2009) wiesen im Bienenbrot sehr unterschiedliche Pollen auf. Während im Volk 67 Kerbel, Weißklee, Mais, Senf und Rauhblattgewächse gleichmäßig vertreten sind, wurde im zweiten Volk neben Pollen des *Helianthus*-Typs ein nicht bestimmbarer Pollen mit einem Anteil von fast 70 Prozent registriert. Diese Probe wird erneut untersucht. Es ist denkbar, dass es sich um einen „exotischen“ Pollen handelt, der aus dem Bestimmungsschlüssel der mitteleuropäischen Pollen herausfällt.

Auch die Bienenbrotproben aus den Völkern am Standort Würzburg (2009) sind sehr unterschiedlich. Die Probe aus Volk 183 enthielt fast ausschließlich Inkarnatklee. Im Gegensatz dazu war im Bienenbrot von Volk 157 eine Vielzahl verschiedener Pollen vertreten.

Die Bienenbrotproben wurden Mitte September entnommen. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch die Volksstärke der Völker erfasst. Die Völker am Standort Würzburg belagerten zu diesem Zeitpunkt 10 und 12 Waben mit 4 und 5 Brutwaben, die Völker an der LWG in Veitshöchheim 6 Waben mit lediglich 2 Brutwaben.

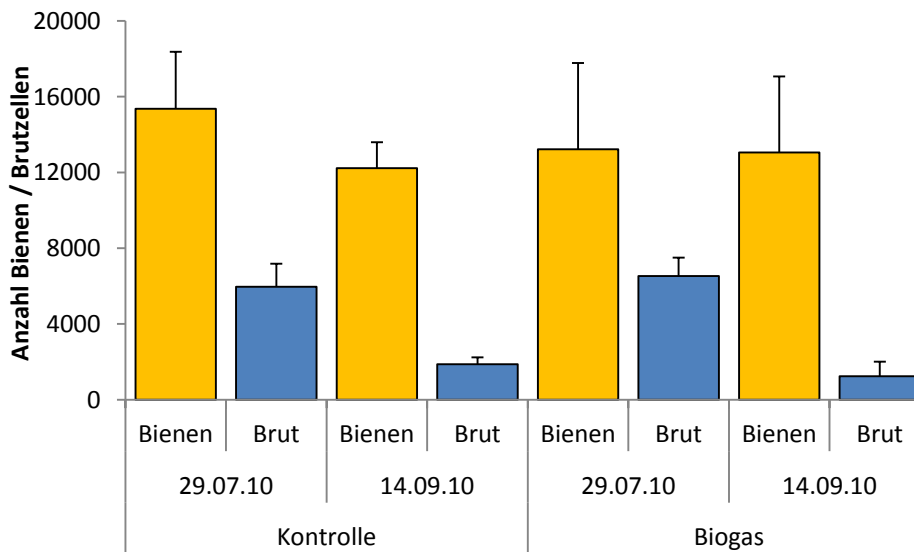
### ▪ **Ergebnisse der Populationsschätzung**

Die Kunstschwarmgruppen haben im Jahr 2010 an beiden Standorten Schwarzenau und Zell zunächst viel Bienenmasse verloren. In den ersten 14 Tagen hat die Bienenzahl in beiden Gruppen um fast 8.000 Tiere abgenommen. Dies ist aber normal, da der Ausbau der Mittelwände zu Waben und der Aufbau des neuen Brutnestes die Bienen stark beansprucht. Erst nach drei Wochen schlüpfen junge Bienen, da die Entwicklungszeit der Bienen vom Ei bis zum Schlupf 21 Tage beträgt. Bemerkenswert ist, dass in Schwarzenau die Kuntschwärme zunächst im Mittel fast 2000 Brutzellen mehr aufgezogen haben als am Kontrollstandort. Dies macht sich auch in der Bienenzahl bemerkbar, die Mitte September erfasst wurde. An der Kontrollfläche waren die Völker etwas schwächer als an der Fläche in Schwarzenau (siehe Abb. 59).



**Abb. 59:**

Populationsentwicklung der Kunstschwärme am Kontroll- und Versuchsstandort von Juli bis September 2010



**Abb. 60:**

Populationsentwicklung der Ableger am Kontroll- und Versuchsstandort von Juli bis September 2010

Die Ableger waren an beide Standorten etwa gleich stark, die Bienenzahl betrug im Mittel zwischen 13.000 und 16.000 Tieren. Bis zum Zeitpunkt der zweiten Populationsschätzung am 14.09. 2010 konnte zwischen den Gruppen kein Unterschied festgestellt werden. Beide Ablegergruppen erreichten mit mehr als 12.000 Bienen eine gute Überwinterungsstärke im September.

### 4.4.3 Diskussion

Die vorliegenden Daten für das Jahr 2009 zeigen, dass Honigbienen die Fläche mit den ausgewählten Pflanzen intensiv befliegen. Auch Hummeln nutzen die Fläche, um Pollen und Nektar zu sammeln. Der Polleneintrag in der Pollenfalle am Standort Würzburg ist deutlich höher als am Vergleichsstandort in Veitshöchheim.

Die Bestimmung der Pollen aus den Pollenfallen weist für den Zeitraum auf eine ungewöhnliche Zusammensetzung der eingetragenen Pollen hin, einige Pollen (Bienenbrot VHH, Volk 173) konnten nicht bestimmt werden. Die fraglichen Proben werden zur Zeit mit Referenzmaterial verglichen.

Denkbar ist, dass die Tiere am Standort Würzburg Pollen außerhalb der Fläche gesammelt haben und dies das Ergebnis beeinflusst. Es ist aber auch nicht auszuschließen, dass bestimmte Arten nicht in der Pollenfalle zu erfassen sind, da kleine Pollenhöschen gebildet werden, die von den Tieren durch die Falle gebracht werden können.

Der hohe Anteil von Pollensammlerinnen zeigt deutlich, dass ein großer Pollenbedarf im Spätsommer zur Aufzucht von Winterbienen vorliegt. Pollen sammelnde Arbeiterinnen wurden insbesondere auf den verschiedenen Malvenarten und der Sonnenblume beobachtet. Stichprobenartig wurde auch die Nektarverfügbarkeit einzelner Pflanzenarten überprüft. Hier konnte nur bei *Malva verticillata* mit feinen Kapillaren 1 bis 3 µl Nektar je Blüte abgenommen werden. Als Ursache für die allgemein geringe Nektarverfügbarkeit sind Standortfaktoren wie z. B. die Bodenfeuchte denkbar.

Die bessere Volksentwicklung am Standort Würzburg kann sicher auch auf die gute Versorgung mit Pollen und Nektar zurückgeführt werden. Eine weitergehende Interpretation ist bei der geringen Stichprobe nicht möglich.

Die vorliegenden Daten zum Polleneintrag mittels Pollenfalle stammen von einem Volk und die Daten zum Bienenbrot von zwei Völkern je Standort. Bienenvölker nutzen individuell sehr unterschiedliche Sammelradien, die nicht vorhersehbar und planbar sind. Für eine weiterführende Bewertung einzelner Mischungen wäre die Aufstellung und Beprobung mehrerer Völker an einer größeren Fläche erforderlich.

Eine abschließende Bewertung der Volksentwicklung im Jahr 2010 ist erst mit der Auswinterung Anfang März 2011 möglich. Alle Völker haben sich gut entwickelt und haben eine ausreichende Einwinterungsstärke erreicht.

Die Kunstschwärme wurden bei der Bildung und die Ableger vor der Aufstellung Ende Juli in Schwarzenau und am Kontrollstandort gegen die Varroa-Milbe behandelt. Befallskontrollen Ende August zeigten aber einen erhöhten Befall in Schwarzenau, der auf eine Reinvansion von Milben aus Bienenvölkern der Umgebung schließen lässt. Aus diesem Grunde wurden alle Völker in Schwarzenau nochmals behandelt. Effekte des erhöhten Befalls und der Behandlung sind bei der Interpretation der Daten nach der Auswinterung zu beachten.

Im November konnte bei den Völkern bereits die Winterbehandlung durchgeführt werden, bei der Oxalsäure zum Einsatz kam (Oxovar<sup>®</sup>).

#### **4.5 Zusammenfassung der faunistischen Begleituntersuchungen**

Die faunistischen Untersuchungen im Rahmen des Projekts belegen den hohen ökologischen Wert des Anbausystems. So wurden auf den untersuchten wildartenreichen Ansaatflächen bei Würzburg bei fast allen Tiergruppen deutlich höhere Artenzahlen festgestellt als auf dem Vergleichsstandort Maisacker.

Tiergruppe	Ansaatflächen			Vergleichsfläche (Mais)			
	Artenzahl	Individuenzahl	Arten der Roten Liste	Artenzahl	Individuenzahl	Arten der Roten Liste	
Spinnen	2011	19-42	565 - 1165	0 - 3	19	412	1
	2010	33 - 45	937 - 2631	0 - 4	33	444	2
	2009	39 - 48	754 - 1479	3 - 4	23	552	1
Laufkäfer	2011	19-35	205 - 2265	1 - 3	18	484	1
	2010	28 - 36	276 - 1363	1 - 3	25	681	3
	2009	27 - 35	531 - 3217	0 - 4	25	1407	0
Wanzen	2011	1-6	2 - 35	0 - 1	0	0	0
	2010	5 - 14	8 - 35	0 - 7	1	1	0
	2009	5 - 18	7 - 85	0 - 1	2	2	0
Ameisen	2011	1-3	0	0	2	23	1
	2010	3 - 7	3 - 7	0 - 2	4	4	1
	2009	1 - 6	n.b.	0 - 1	2	n.b.	0
Tagfalter	2011	5-12	n.b.	0 - 2	2	0	0
	2010	3 - 8	3 - 14	0 - 2	1	1	0
	2009	10 - 15	n.b.	0 - 2	2	n.b.	0
Heuschrecken	2009	2 - 6		0	1	0	

**Tabelle 7:**

Arten- und Individuenzahlen sowie Anzahl naturschutzrelevanter Arten auf den Probeflächen 2009, 2010 und 2011 Werte von 2009 in Klammern

Die Artengemeinschaften der Ansaatflächen waren geprägt von einem hohen Anteil typischer Arten der offenen Kulturlandschaft, darunter viele ausgesprochen agrobionte oder agrophile Arten. Daneben traten jedoch insbesondere auf den trockeneren Standorten auch xerothermophile Arten auf. Zu dieser Gruppe gehören auch die meisten der nachgewiesenen besonders naturschutzrelevanten Arten (Rote-Liste-Arten). Im Vergleich dazu war die Artengemeinschaft des untersuchten Maisackers bei allen Tiergruppen deutlich artenärmer und es dominieren ausschließlich typische

Ackerarten. Die Anzahl naturschutzrelevante Arten war meist geringer bzw. fehlten fast vollständig.

Die Untersuchung zur Nutzung der Pflanzenstängel als Lebensraum ergab keine Hinweise, dass die Pflanzen der Ansaatflächen als „ökologische Fallen“ wirken, d. h. dass beim Abernten eine (unverhältnismäßig) große Anzahl von stängelbewohnenden Tieren getötet wird.

Hohe Artenzahlen zeigten sich auch bei den Vogelerfassungen auf der Untersuchungsfläche bei Gauaschach und bei Güntersleben, vor allem in den Jahren 2009 und 2010. Hier wurden insgesamt 30 bzw. 24 verschiedene Vogelarten, davon 15 bzw. 24 Rote Liste Arten festgestellt, die entweder als Nahrungsgäste oder als direkte Brutvögel auf der relevante Fläche anzutreffen waren. Des Weiteren konnten im Jahren 2009 und 2011 7 Fledermausarten und im Jahr 2010 9 Fledermausarten (Brandt- oder Bartfledermaus nicht unterscheidbar) mit wiederkehrender jagdlicher Nutzung eindeutig nachgewiesen werden.

Die bienenkundlichen Untersuchungen belegen die gute Eignung der meisten heimischen und auch der fremdländischen Arten als Trachtpflanzen.

## 5. Öffentlichkeitsarbeit

Die wissenschaftlich-technischen Untersuchungen wurden von einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit begleitet, an der sämtliche Projektpartner beteiligt waren, wobei die Federführung bei DVL und DeWiSt lag. Mit einem Operationsplan (OP) wurden die Aktivitäten geplant und koordiniert.

### 5.1 Fachpublikationen

Bis Ende 2011 wurden in folgenden Veröffentlichungen erste Projektergebnisse vorgestellt:

Kuhn, W. (2009): Biogas aus Wildpflanzen – Auf der Suche nach der richtigen Mischung – Jagd in Bayern 10/2009, S. 16.

Rösen, P., von Münchhausen, H. (2009): Biogas aus Wildpflanzen? – Pirsch 20/2009, S. 16-17.

Vollrath, B., Kuhn, W. (2010): Wildpflanzen für Biogas - Die Zukunft? - In: 42. Landespflegeetage Veitshöchheim, Tagungsband II, Veitshöchheimer Berichte 141, S. 33-39.

Vollrath, B., Kuhn, W., Werner, A. (2010): „Wild“ statt „mono“ – neue Wege für die Biogaserzeugung. LandInForm 1/2010, S. 42-43.

Vollrath, B., Werner, A., Kuhn, W., Degenbeck, M. (2010): Energetische Verwertung von kräuterreichen Ansaaten – eine ökologische und wirtschaftliche Alternative bei der Biogasproduktion - Versuche in der Landespflege 2009, S.47-48.

Kuhn, W., Vollrath, B. (2010): Neophyten als Energiepflanzen - Chancen und Risiken. In: Gülzower Fachgespräche, Band 34: 2. Symposium Energiepflanzen 17./19.11. 2009, S. 211-220.

Vollrath, B., Kuhn, W., Werner, A. (2010): „Wild statt Mono“- neue Wege für die Biogaserzeugung. LandInForm, Heft 1, DVS-Verlag (Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume), Bonn, S. 42-43



Vollrath, B., Kuhn, W. (2010): Neu: Wildpflanzen geben Biogas; in: „Energiepflanzen. Die Auswahl wird größer“, BIOGAS Journal, Sonderheft Energiepflanzen, Fachverband Biogas e. V., Freising, S. 30-33.

Vollrath, B., Kuhn, W. (2010): Projekt Wildpflanzen; joule, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, S. 58-60.

Vollrath, B. (2010): Bunt statt Mono! Projekt: Sind Blütenpflanzen als Energielieferanten geeignet? - ADIZ/die biene/Imkerfreund, Heft 8, S. 23.

Kuhn, W., Vollrath, B. (2010): Neue Wege in der Biomasseproduktion – Eine Chance fürs Niederwild - Wild und Hund, Heft 14, S. 38-42.

Vollrath, B., Werner, A. (2011): Anders Biogas(en) - „Biogas spezial“, Verlagsbeilage dlz / joule, Hannover, S. 28-31.

Vollrath, B. (2011): Energie aus Wildpflanzen – ein neues Anbausystem schafft Vielfalt - In: Tagungsband zur 20. Biogas Jahrestagung und Fachmesse, 11.01.-13.02.2011, Nürnberg, Fachverband Biogas e. V., Freising, S. 129-134.

Vollrath, B. (2011): Potentiale von Wildpflanzenmischungen für eine nachhaltige Biomasseproduktion – Landinfo 5/2011, S. 33-37.

Vollrath, B., Werner, A. (2011): Wildpflanzenmischungen zur Biogasgewinnung. – KTBL-Schrift 488 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, S. 209-217.

## **5.2 Fachvorträge**

Im Rahmen unterschiedlichster Fachveranstaltungen haben alle Projektpartner das Projekt bundesweit publik gemacht, so z.B. beim 2. und 3. Symposium Energiepflanzen von BMELV und FNR 2009 und 2011 in Berlin. Durch die breite Vernetzung der Projektpartner konnte so das Projekt unterschiedlichsten Akteuren, vom Wissenschaftler bis zum Praktiker vor Ort vorgestellt werden.

Dr. Birgit Vollrath hat in zahlreichen wissenschaftlichen Vorträgen, teilweise zusammen mit Werner Kuhn, die Forschungsergebnisse vorgestellt. Dr. Ingrid Illies referierte zu den bienenkundlichen Untersuchungen der LWG.

In zahlreichen Fachvorträgen informierte Werner Kuhn Jäger, Jagdgenossenschaften, Landwirte und Naturschutzverbände über das Projekt und die Vorzüge in der Praxis. Auf die Information der Praktiker wurde bereits in dieser Projektphase besonderer Wert gelegt.

Auch die anderen Projektpartner hielten 2010 einzelne Fachvorträge zum Projekt. Die Nachfrage überstieg die Möglichkeiten des Projektteams.

Für Vorträge, die im Rahmen des Projektes gehalten werden, ist eine einheitliche Power-Point-Vorlage für die Präsentation erster Ergebnisse der Anbauversuche erstellt worden, die je nach aktuellem Kenntnisstand erweitert wurden.

### **5.3 Fachsymposium**

Unter Federführung des DVL hat das Projektteam am 12.4.2011 in Berlin ein Fachsymposium durchgeführt, um die (Zwischen-) Ergebnisse des Forschungsvorhabens vorzustellen und von verschiedenen Seiten zu beleuchten. Mit knapp 100 Teilnehmern war die Veranstaltung sehr erfolgreich.

### **5.4 Führungen**

In zahlreichen Führungen zeigten vor allem Werner Kuhn und Antje Werner sowie in Norddeutschland Dr. Birgit Vollrath interessierten Besuchergruppen die Versuchsflächen und erläuterten den Teilnehmern die Projektinhalte. Gerade Praktiker wollen die Bestände erst vor Ort sehen bzw. mit allen Sinnen wahrnehmen, bevor sie derartige Mischungen auf ihren Feldern ansäen. Die Resonanz war durchwegs sehr gut.

An den Praxisflächen wurden 2011 Schilder angebracht, die den Besuchern auch außerhalb von Führungen Grundinformationen zum Forschungsvorhaben bieten. Die Gestaltung wurde federführend von Antje Werner übernommen.

## 5.5 Projekthomepage

Seit August 2008 ist das Vorhaben über eine Projekthomepage im Internet präsent ([www.lebensraum-brache.de](http://www.lebensraum-brache.de)), welche regelmäßig durch die Deutsche Wildtier Stiftung (Patrick Rösen) aktualisiert wird. Zusätzlich wurde das Projekt auf die Homepages der beteiligten Projektpartner in einer einheitlichen Außendarstellung implementiert.

## 5.6 Pressemitteilungen

Im Rahmen des Projektes wurden acht Pressemitteilungen herausgegeben, überwiegend unter der Federführung von Patrick Rösen (DeWiSt) und Christof Thoss (DVL). Ziel war es, über das Projekt zu informieren und das Vorhaben von verschiedenen Seiten zu beleuchten. Die Pressemitteilungen sind auf [www.lebensraum-brache.de](http://www.lebensraum-brache.de) und auf den Homepages der Projektpartner veröffentlicht. Darüber hinaus wurde der Projektstart über den DVL-Rundbrief bundesweit beworben.

## 5.7 Pressekonferenzen

Im Rahmen einer jährlichen Pressekonferenz an wechselnden Orten sollten die Versuchsergebnisse der Öffentlichkeit vorgestellt werden, nämlich dort, wo die Parzellenversuche durchgeführt werden. Dazu wurde jeweils auch eine Pressemitteilung herausgegeben.

Am 4. August 2009 haben die Partner im Netzwerk Lebensraum Brache in Veitshöchheim zu einer Presseveranstaltung und anschließender Besichtigung der Versuchsflächen geladen. Der Erfolg dieser Veranstaltung durch zwei Fernsehbeiträge (TV-Touring Würzburg und Bayerischer Rundfunk) und einen Radiobeitrag (BR 5) war für das Projektteam eine Bestätigung der bisherigen Arbeit.

Am 22. Juni 2010 fand beim Projektpartner Saaten Zeller an seinem Firmensitz in Riedern (Lkr. Miltenberg) eine Presseveranstaltung statt. Neben dem Fachinput

durch die LWG gab es eine Führung durch die Saatgutaufbereitungsanlage und den vor Ort liegenden Versuchsflächen und Spenderflächen von Saatgut.

Am 5. Juli 2011 schließlich wurden die Parzellenversuche in Oldenburg bei einer Pressekonferenz vorgestellt.

Die Resonanz auf diese Veranstaltungen war sehr gut, es resultierten daraus Beiträge in Rundfunk und Fernsehen sowie in Printmedien.



**Bild 50:**

---

Führung über die Versuchsflächen am Standort Miltenberg im Rahmen der Pressekonferenz am 22.6.2010

## **5.8 Ausstellungen, DLG-Feldtage**

Auf der Messe „Jagen und Fischen“ in München (1.-5.4.2009) präsentierte der Projektpartner Bayerischer Jagdverband (BJV) das Projekt unter dem Kurztitel „Energie aus Wildpflanzen“ mit Hilfe von zwei Plakaten.

Vom 15. - 17.06.2010 konnte sich das Projekt mit einem eigenen Messestand und vor Ort angelegten Schauflächen auf den DLG-Feldtagen in Bockerode bei Hannover

präsentieren. Insbesondere die räumlich enge Anbindung an den Stand der FNR wurde dabei von vielen der rund 20.000 Besucher ausdrücklich begrüßt.

Das Interesse der Pflanzenbau-Profis an der Thematik war erfreulich groß. Werner Kuhn (LWG) informierte bei einem von der FNR organisierten Forum am 15.06.2011 über das Projekt.



**Bild 51:**

---

Beratung am Stand des Netzwerkes Lebensaum Brache auf den DLG Feldtagen in Bockerode

Im Rahmen der Fachmesse GaLaBau vom 15. bis 18. September 2010 in Nürnberg wurde das Projekt am Stand der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) beworben.

Der Deutsche Imkerbund e. V. hat an seinem Informationsstand im ErlebnisBauernhof (Halle 3.2) auf der Grünen Woche Berlin vom 21.-30.01.2011 das Thema "Bedeutung von Maismonokulturen auf Bestäuber" zum Schwerpunkt gemacht. Zu diesem Zweck wurde vor allem für Messebesucher vom Deutschen Imkerbund ein Flyer erstellt, in dem auf „Energie aus Wildpflanzen“ eingegangen wird.



## 5.9 Projektflyer

In einer Auflagenstärke von 4.000 Exemplaren wurde zu Beginn des Jahres 2009 der Projektflyer "Netzwerk Lebensraum Brache, Energie aus Wildpflanzen" gedruckt und veröffentlicht. Diese werden über die Projektpartner verteilt und beworben.

Aufgrund der sehr großen Nachfrage verschiedenster Akteure sowie erster gesicherter Ergebnisse im Projekt wurde der Projektflyer 2010 zu den DLG-Feldtagen neu überarbeitet und in einer Auflagenstärke von 5.000 Exemplaren gedruckt. Mittlerweile ist auch dieser Flyer vergriffen, was das hohe Interesse der Öffentlichkeit an dem Projekt bestätigt.

## 5.10 Poster, Roll-Ups

Da die 2008 zu Beginn des Projektes von der LWG erstellten Poster nur allgemein gehalten waren, wurden 2009 zwei neue Poster erarbeitet (siehe [www.lebensraum-brache.de](http://www.lebensraum-brache.de)) :

- VOLLRATH, B., KUHN, W., WERNER, A. und Netzwerk Lebensraum Brache: Energie aus Wildpflanzen. Ein neues Anbausystem von hohem ökologischem Wert.
- BLÜMLEIN, B., VOLLRATH, B., KUHN, W., WERNER, A und Netzwerk Lebensraum Brache: Energie aus Wildpflanzen. Wertvoller Lebensraum für die Tierwelt.

Die Poster wurden bereits auf mehreren Fachveranstaltungen vorgestellt, unter anderem beim 2. Symposium Energiepflanzen der FNR am 17./18.11.2009 in Berlin. Das Poster von VOLLRATH et al. wurde beim 2. Forschungsforum Landschaft der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) am 4./5.2.2010 in Veitshöchheim mit dem 2. Preis für die inhaltliche und didaktische Aufbereitung bedacht.

2010 wurden vier Roll-Ups gestaltet, die erstmals bei den DLG-Feldtagen in Bockeroode zum Einsatz kamen. Sie wurden seitdem bei verschiedenen Ausstellungen bzw. Veranstaltungen sowie bei allen Pressekonferenzen verwendet.

## 6. Projektkosten

Insgesamt wurde der LWG eine Zuwendung in Höhe von 658.989,25 € im Zeitraum von 2008-2011 zur Verfügung gestellt. Die Gesamtausgaben beliefen sich auf 659.145,38 €. In den einzelnen Jahren sind folgende projektbezogene Kosten angefallen:

Jahr	Ansatz in €	Tatsächliche Kosten in €
2008	52.700,00	41.425,82
2009	170.580,00	178.398,23
2010	206.109,25	197.092,73
2011	229.600,00	242.228,60
Gesamt	658.989,25	659.145,38

Durch den stetig zunehmenden Probenumfang (neue Ansaaten, alte Versuchsflächen bleiben stehen und werden weiter untersucht) ist eine kontinuierliche Zunahme der Projektkosten zu verzeichnen. Insgesamt konnte der Ansatz relativ genau eingehalten werden.

Die Personalkosten (358.495,68 € einschließlich Aushilfen) machten dabei 54,4% des Gesamtbudgets aus und überstiegen den Ansatz im zulässigen Rahmen.

Bei den Sachkosten war der größte Posten die Vergabe von Aufträgen mit 234.904,84 € (35,6% des Gesamtbudgets), wobei der Ansatz unterschritten und somit die Personalkostenmehrung ausgeglichen werden konnte. Im Einzelnen sind an die Projektpartner Vergütungen in folgender Höhe erfolgt:



Leistung	Projektpartner/Subunternehmer	Gesamtbetrag in €
Öffentlichkeitsarbeit	DVL	44.308,96
Saatgutproduktion	Saaten Zeller	63.171,73
Gärversuche und Lignintests	Gewitra/LHL	82.089,72
Kleintieruntersuchungen	ÖAW	36.134,30
Vögel und Fledermäuse	LBV	4.137,63
Verwertungsversuche	Praxispartner/Biogasanlagenbetreiber	5.062,50
Gesamt		234.904,84

DVL und Saaten Zeller waren als Projektpartner laut Zuwendungsbescheid bereits festgelegt. Die Auftragsvergabe an Gewitra bzw. LHL erfolgte auf Basis einer korrekt durchgeführten Beschränkten Vergabe nach VOL/A; der Auftrag an ÖAW wurde im Rahmen einer freihändigen Vergabe nach VOL/A erteilt. Der LBV (Unterfranken) erhielt eine Aufwandsentschädigung für die nachgewiesenen Kartierungsleistungen. Die Praxispartner erhielten eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 250 €/ha (2010); im Jahr 2011 erhielten die Praxispartner eine Pauschale in Höhe von 150 €.

## 7. Literatur

- ADIS, J. (1979): Problems of interpreting Arthropod sampling with pitfall traps. - Zool. Anz. 202: 177-184
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, *Bayernviewer*
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN [BSTMLF] (2005): Agrarmeteorologische Daten, Station Veitshöchheim. - Internet: <http://stmlf.bayern.de>
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Wien, New York.
- IMDORF A., BÜHLMANN G., GERIG L., KILCHENMANN V., WILLE H. (1987): Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern. *Apidologie* 1987, 18 (2): 137-146.
- KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2010): Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11, 22. Auflage
- LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ, LBV (2008): Schwarze Liste [www.lbv.de/uploads/media/LBV\\_Neophyten-Schwarze\\_Liste\\_08.pdf](http://www.lbv.de/uploads/media/LBV_Neophyten-Schwarze_Liste_08.pdf)
- LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ, LBV (2008): Vorwarnliste [www.lbv.de/uploads/media/LBV\\_Neophyten-Vorwarnliste\\_08.pdf](http://www.lbv.de/uploads/media/LBV_Neophyten-Vorwarnliste_08.pdf)
- LEBENSRAUM BRACHE, (2007); Flyer; Wer Vielfalt sät...
- MEYER, U. 2001, Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen, BBCH-Monografie, Biologische Bundesanstalt
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. 2. Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg
- REICH, M., RÜTHER, S., TILLMANN, J., RÜHMKORF, H., MATTHIES, S., SODEIKAT, G. (2009): Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft (Sunreg III), Verbundvorhaben des Instituts für Umweltplanung (LUH) und des Institutes für Wildtierforschung (TiHo), gefördert durch das Land Niedersachsen, [www.umwelt.uni-hannover.de/projekte.html](http://www.umwelt.uni-hannover.de/projekte.html), gefunden Jan.2010
- RIECKEN, U. (1992): Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen - Grundlagen und Anwendung. - Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz 36, Bonn
- RIECKEN, U. (2000): Raumeinbindung und Habitatnutzung epigäischer Arthropoden unter den Bedingungen der Kulturlandschaft. – Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz 61, 196 S.
- SCHMITZ, U, RISTOW, M, MAY, R, BLEEKER, W (2008): Hybridisierung zwischen Neophyten und heimischen Pflanzenarten in Deutschland, *Natur und Landschaft* Heft 9/11, Seite 444 ff.
- SCHÜPFBACH, B., JUNGE, X., BRIEGEL, R., LINDEMANN-MATTHIES, P. (2008): Ästhetische Wertschätzung landwirtschaftlicher Kulturen durch die Bevölkerung, Vortrag im Rahmen des FB 12 Kolloquium, 17.01.2008
- TRETZEL, E. (1955): Technik und Bedeutung des Fallenfanges für ökologische Untersuchungen. - Zool. Anz. 155: 276-287
- UNIVERSITÄT OLDENBURG: <http://www.uni-oldenburg.de/dezernat4/wetter/>
- VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU) (2006): VDI-Richtlinie 4630, Vergärung organischer Stoffe - Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche,

## 8. Abkürzungsverzeichnis

### Verbände und Institutionen

BayStMELF	Bayerische Landwirtschaftsministerium
BJV	Bayerischer Jagdverband
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
CIC	Internationaler Rat zur Erhaltung des Wildes und der Jagd
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DeWiSt	Deutsche Wildtierstiftung
DVL	Deutscher Verband für Landschaftspflege
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LWG	Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
TFZ	Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe
ÖAW	Ökologische Arbeitsgemeinschaft Würzburg
LBV	Landesbund für Vogelschutz
LHL	Landesbetrieb Hessisches Landeslabor
BfN	Bundesamt für Naturschutz
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
BSA	Bundessortenamt
LWK	Landwirtschaftskammer

## Sonstige Abkürzungen

WPM	Wildpflanzenmischung
ADL	acid detergent lignin
TM	Trocknemasse
Px	Praxistestmischung
Px/V	Praxistestmischung mit ökologischer Zielrichtung
H/t	Mischung mit heimischen Wildstaudenarten für trockene Standorte
H/f	Mischung mit heimischen Wildstaudenarten für mäßig frische Standorte
E/t	Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für trockene Standorte
E/f	Mischung mit erweitertem Herkunftsspektrum für mäßig frische Standorte
Nl/kgoTM	Normliter pro kg organische Trockenmasse
Mil	Miltenberg
Wü	Würzburg
OI	Oldenburg
BBCH	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemische Industrie  (Schlüssel zur Beurteilung des Entwicklungszustandes der Pflanzen)
SJ	Standjahr
Gew%	Gewichtsprozent

### **III. Anlagen**

- 1.    Berichtsblatt**
- 2.    Praxisratgeber**
- 3.    Ernteempfehlungen**
- 4.    Erhebungsbogen**

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart <b>Schlussbericht</b>
3a. Titel des Berichts <b>Energetische Verwertung von kräuterreichen Ansaaten in der Agrarlandschaft und im Siedlungsbereich - eine ökologische und wirtschaftliche Alternative bei der Biogasproduktion</b>	
3b. Titel der Publikation Siehe oben	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Dr. Vollrath, Birgit, Werner, Antje, Degenbeck, Martin	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2011
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Dr. Vollrath, Birgit; Werner, Antje; Degenbeck, Martin	6. Veröffentlichungsdatum 23.10.2012
	7. Form der Publikation Bericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) <b>Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) An der Steige 15 97209 Veitshöchheim</b>	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -
	10. Förderkennzeichen *) <b>22005308 bzw. 08NR053</b>
	11a. Seitenzahl Bericht 204
	11b. Seitenzahl Publikation 204
	12. Literaturangaben 18
13. Fördernde Institution (Name, Adresse)  <b>Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)  11055 Berlin</b>	14. Tabellen 7
	15. Abbildungen 60
	16. Zusätzliche Angaben
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) FNR	
18. Kurzfassung: max. 2000 Zeichen Seit 1998 beschäftigt sich die LWG mit der Entwicklung artenreicher mehrjähriger Saatmischungen aus Wild- und Kulturpflanzen zur Förderung der Wildtiere in Ackerbaulandschaften, zusammen mit Saaten Zeller. Im Rahmen des vorliegenden Vorhabens wurde dieser Ansatz in Richtung energetischer Nutzung des Aufwuchses in der Biogasanlage weiter entwickelt. Es soll aufgezeigt werden, dass auch auf ökonomisch interessanten landwirtschaftlichen Produktionsflächen hochwertige Lebensräume geschaffen werden können. Bei der Artensichtung wird neben dem Biomassepotential auf möglichst späte Blüte Wert gelegt, um Bienen und anderen Insekten im trachtarmen Sommer Nektar und Pollen bieten zu können. Aus Erfolg versprechenden Einzelarten wurden artenreiche Mischungen aus 15-24 ein-, zwei- und mehrjährigen Pflanzenarten zusammengestellt und in zwei Ausrichtungen im Feldversuch getestet, nämlich einerseits nur mit heimischen Wildpflanzen, andererseits mit erweitertem Herkunftsspektrum. Ergänzend dazu fanden Praxisversuche mit der heimischen Variante bei Landwirten bzw. Biogasanlagenbetreibern statt, 2011 auf 200ha verteilt im ganzen Bundesgebiet. In Bezug auf den Ertrag liegen alle Energiepflanzenmischungen deutlich hinter dem Silomais. Momentan liegt das Ertragsniveau etwa bei 50-60% des Maisertrags. Das wirtschaftliche Ergebnis reicht dagegen bereits nah an den Silomais heran, weil bei einmaliger Ansaat und einer Standzeit von etwa 5 Jahren Arbeitsgänge und Produktionsmittel (nur mäßige Düngung, kein Pflanzenschutz) eingespart werden können. Bei den Praxisversuchen kam es nur vereinzelt zu technischen Schwierigkeiten im Umgang mit dem inhomogenen Erntegut; der Großteil der Landwirte kam gut mit den Energiepflanzenmischungen zurecht. Die Hinweise der Praktiker werden zur Optimierung der Mischungen herangezogen. Auch die Maisuntersaaten haben sich gut entwickelt. Bei allen untersuchten Tierartengruppen konnte gezeigt werden, dass die Testflächen eine höhere Arten- und Individuenzahl aufweisen als die Umgebung. Die Anzahl gefährdeter Arten ist ebenfalls deutlich höher. Honigbienen und andere Blütenbesucher nutzen die Testflächen als wichtige Nektar- und Pollenquelle bis in den Spätsommer, wenn im Umfeld fast nichts mehr blüht. Ein wichtiges Argument für die Energiepflanzenmischungen ist die ganzjährige Bodenbedeckung und der damit verbundene Erosionsschutz, der besonders in Hanglagen oder an Oberflächengewässern im Hinblick auf eine nachhaltige Landwirtschaft unabdingbar ist.	
19. Schlagwörter Wildpflanzen, Biogas, Energiepflanzen, Landwirtschaft, Acker, Nachwachsende Rohstoffe, Fauna	
20. Verlag	21. Preis

\*) Auf das Förderkennzeichen des BMVEL soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.



## Düngung

Die Stickstoffdüngung erfolgt auf 100kg im 1. Jahr, ab dem 2. Jahr auf 150 kg pflanzenverfügbaren Stickstoff pro Hektar. Die Düngung kann mit Gärsubstrat (im ersten Standjahr ab Stadium 20  $\hat{=}$  Rosettenbildung) oder mineralisch erfolgen. Bei den Nährstoffen P, K, Mg und CaO ist die mittlere Versorgungsstufe C anzustreben.

## Ernte

Die Ernte kann mit praxisüblichen Maschinen, z.B. einem reihenunabhängigen Häcksler oder auch im absätzigen Verfahren erfolgen. Der optimale Erntetermin liegt im ersten Standjahr bei ca. 28% TS voraussichtlich im September (Sonnenblume: Hauptblüte vorbei, erste Köpfe abgeblüht; Malven: verblüht, Samen in Milchreife), ab dem zweiten Standjahr nach der Hauptblüte des Bestandes bei ca. 32% TS ab Mitte Juli (Flockenblume, Rainfarn, Beifuß in Hauptblüte). Verspätete Erntetermine führen zu einem Rückgang der Methanausbeute.



## Mögliche Codierung im Mehrfachantrag

„Sonstige Ackerfutterfläche“, Nutzungscode 429 oder „Sonstige Handelsgewächse (außer Dauerkulturen)“, Nutzungscode 790. Die Codierung ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

**Achtung:** die Codierung 790 kann eine Erhöhung der Berufsgenossenschaftsbeiträge zur Folge haben, hier ist eine Abstimmung sinnvoll!

## Infoverteiler

Bei Interesse werden wir sie gerne in einen E-Mail Verteiler aufnehmen, über den Sie aktuelle Hinweise zur Kulturführung, Entwicklung und Ernte erhalten.

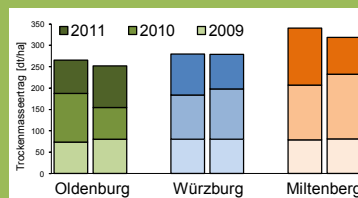


Abb.: Aufsummierte Biomasseerträge von jeweils zwei Mischungen an den Versuchsstandorten Oldenburg, Würzburg und Miltenberg

## Saatgutvertrieb

Saaten Zeller, Eftalstrasse 6, 63928 Riedern, [www.saaten-zeller.de](http://www.saaten-zeller.de)  
Tel: (09378) 530, Fax: (09378) 699; [info@saaten-zeller.de](mailto:info@saaten-zeller.de)

## Kontakt

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG)  
Sachgebiet Landschaftspflege und Landschaftsentwicklung  
An der Steige 15  
97209 Veitshöchheim  
[www.lwg.bayern.de](http://www.lwg.bayern.de)  
Antje Werner, [antje.werner@lwg.bayern.de](mailto:antje.werner@lwg.bayern.de)  
Tel: (0931) 9801-426; Fax: (0931) 9801-400; Mobil: (0173) 8995232

## Praxisleitfaden

Anbauempfehlungen  
zur Testmischung  
des Projekts „Energie  
aus Wildpflanzen“



# Vorbereitung

*Geringer Aufwand  
durch mehrjährige Nutzung*

## Nutzungsdauer

Die Testmischung ist bei einmaliger Ansaat für eine mehrjährige Standzeit von bis zu fünf Jahren ausgelegt.

## Flächenvorbereitung

Das Saatbett muss ordnungsgemäß vorbereitet sein, unkrautfrei, abgesetzt und feinkrümelig. Die Grundbodenbearbeitung der Flächen sollte wie für Getreide oder Mais erfolgen. Dies kann über die Pflugfurche im Herbst oder durch Grubbern geschehen.



Ein rechtzeitiges Abeggen bei abgetrocknetem Boden fördert das Auflaufen von einjährigen Ackerunkräutern, welche dann bei einem weiteren Eggengang oder im Zuge der Aussaat mechanisch bekämpft werden können.

Altstilllegungen weisen häufig einen sehr hohen Anteil an Quecken oder Kratzdisteln auf, die ohne eine vorhergehende Bekämpfungsmaßnahme die nachfolgende Ansaat unterdrücken können. Deswegen ist die Ansaat auf Produktionsflächen vorzuziehen.

## Ansaatzeitpunkt

Der optimale Saatzeitpunkt liegt zwischen April bis Mitte Mai. Zu dieser Jahreszeit ist die Gefahr von Spätfrösten, welche empfindliche Arten schädigen würden, gering. Vor allem auf Standorten mit leichten Böden sollte ein früher Saatzeitpunkt gewählt werden. Um die Entwicklung von Unkräutern zu unterdrücken ist ein zügiges Auflaufen der Saat von Vorteil. Die Aussaat sollte deshalb nicht während einer Trockenperiode stattfinden.

Bei sehr lockeren Böden (vor allem bei trockenen, sandigen Böden) ist es zweckmäßig, die Fläche vor der Saat durch Walzen zu verfestigen, um zu vermeiden, dass das Saatgut zu tief abgelegt wird. Hier muss unter Umständen auf das Anwalzen nach der Saat (zunächst) verzichtet werden um das Saatgut nicht zu „vergraben“.

## Saatstärke

**Die Saatstärke beträgt 10kg/ha.**

Bei Problemen mit der geringen Saatmenge oder der geringen Füllmenge bei mechanischen Drillmaschinen kann durch Zumischen von Soja- oder Getreideschrot (nicht keimfähiges Material) die Aussaatmenge erhöht werden.



# Ansaat

*Wertvolle  
Lebensräume schaffen*

## Saattechnik

Die Mischung stellt keine besonderen Ansprüche an die Technik. Pneumatische Drillmaschinen kommen mit kleinen Saatmengen problemlos zurecht. Durch Ausschalten der Rührwelle wird das Entmischen des Saatgutes (groß- und kleinkörnige Sämereien) bei den meisten Sämaschinen typen vermieden.



Im Gegensatz zur gängigen landwirtschaftlichen Praxis muss die Wildpflanzenmischung

**unbedingt auf die Oberfläche gesät werden,**

da sehr viele äußerst feinkörnige Wildkräuterarten (Tausendkorngewicht Weizen 48g – Beifuß 0,11g) in der Mischung enthalten sind. Diese laufen nur zögerlich oder gar nicht auf, wenn die Samenkörner "vergraben" werden.

Das heißt für die Praxis, dass die Säschare nur flach über dem Saatbett laufen sollen bzw. ausgehoben werden. Der Saatriegel sollte auf wenig Griff eingestellt sein. Der Einsatz eines elektrischen Schleuderstreuers oder eine Handaussaat sind bei dieser Mischung möglich (Streubreiten unbedingt beachten).

Nach der Saat ist die Fläche unbedingt bei trockenen Bodenverhältnissen zu walzen, um eine Rückverfestigung zu erreichen.

## Pflanzenschutz

Bei sehr hohem Unkrautdruck können sich im ersten Standjahr vermehrt einjährige Ackerunkräuter entwickeln. Der Einsatz von Herbiziden ist schwierig, weil die Mischung eine große Anzahl verschiedener Arten enthält. Auch gibt es für diese neue Kultur keine nach dem Pflanzenschutzgesetz zugelassenen Produkte. Möglich und auf Maisstandorten mit sehr hohem Druck von Hühnerhirse notwendig ist eine selektive Behandlung gegen Gräser. Dazu muss eine Ausnahmegenehmigung nach 22 beim zuständigen Pflanzenschutzdienst des Landes beantragt werden. Sammelanträge sind möglich.

Bei einer starken Entwicklung von Unkräutern ist eine vorzeitige Ernte, am besten vor der Samenreife der Unkräuter, von Vorteil. Bei sehr hohem Unkrautdruck kann ein frühzeitiger Schröpfschnitt eine sichere Bestands-etablierung der zwei- und mehrjährigen Pflanzenarten gewährleisten.

In den darauffolgenden Jahren treten einjährige Ackerunkräuter erfahrungsgemäß nicht oder nur vereinzelt in Erscheinung.



# Ernte der Wildpflanzenmischungen zur Biogasgewinnung 2012

Liebe Praxispartner,

jetzt ist auch die Ernte der Neuansaat endlich soweit. An den meisten Standorten erreichte die Mischung in der letzten Woche TS-Gehalte von ca. 28%.

Wichtigste Zeigerpflanze sind die Sonnenblumen.



Sonnenblume:  
Hauptblüte vorbei,  
erste Köpfe abgeblüht

Malven:  
Komplett verblüht,  
Samen in der Milchreife



Die Ernte kann entweder mit einem **reihenunabhängigen** Häcksler mit Mais- oder GPS-Vorsatz bzw. im absätzigen Verfahren erfolgen. Falls sich durch die hohen Sonnenblumen Probleme bei der Ernte ergeben kann evtl. der Einsatz eines Vario-Disc Schneidwerkes sinnvoll sein.

Wir würden uns freuen, wenn sie uns auch in diesem Jahr den Erhebungsbogen ausgefüllt zurück senden. Diese Angaben sind für die weitere Mischungsentwicklung sowie die Praxisempfehlungen sehr wichtig.

## **Bitte beachten:**

Bei Rückfragen erreichen sie uns per Handy: 0173/8995232. Sie können uns gerne eine Mail schicken ([antje.werner@lwg.bayern.de](mailto:antje.werner@lwg.bayern.de)). Wir werden sie dann umgehend beantworten.

Herr Kuhn befindet sich bis auf weiteres im Ruhestand und steht für Rückfragen leider nicht mehr zur Verfügung.

Vielen Dank für ihre bisherige Mitarbeit. Für Anregungen zur Verbesserung der Mischung und des Anbausystems sind wir jederzeit dankbar.

Mit freundlichem Gruß, Antje Werner

## **Kontakt:**

**Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG)**  
An der Steige 15  
97209 Veitshöchheim  
Telefon 0931 9801-426

Martin Degenbeck  
E-Mail [Martin.Degenbeck@lwg.bayern.de](mailto:Martin.Degenbeck@lwg.bayern.de)  
Dr. Birgit Vollrath  
E-Mail [Birgit.Vollrath@t-online.de](mailto:Birgit.Vollrath@t-online.de)  
Antje Werner  
E-Mail [Antje.Werner@lwg.bayern.de](mailto:Antje.Werner@lwg.bayern.de)

**Saaten Zeller**  
Erfttalstraße 6  
63928 Riedern  
Joachim Zeller  
Telefon 09378 530  
E-Mail [Info@saaten-zeller.de](mailto:Info@saaten-zeller.de)

[www.Lebensraum-Brache.de](http://www.Lebensraum-Brache.de)

aus Mitteln des BMELV über die FNR gefördert



# Ernte der Wildpflanzenmischungen zur Biogasgewinnung 2012

Liebe Praxispartner,

in den letzten beiden Wochen haben wir bei eine Rundfahrt eine große Anzahl von Versuchs- und Praxisflächen besichtigt und beprobt. Alle Flächen ab dem 2. Standjahr wiesen einen Trockensubstanzgehalt von 28 -38% auf und sind somit also erntereif.

Wenn Sie bereits Wildpflanzenansaat im 2. Standjahr oder mit noch längerer Standdauer haben (Ansaat 2011 und früher) haben, ist der Erntetermin erreicht. Die Ernte sollte in diesem Fall zeitnah erfolgen, weil eine zu späte Ernte zu einer Abnahme der Methanausbeute führt. Als Zeigerpflanze können Beifuß, Rainfarn und Flockenblume (jeweils in der Hauptblüte) dienen. Auf einigen Praxisflächen (v. a. im 2. Standjahr) dominiert der Steinklee. Er befindet sich teilweise schon in der abgehenden Blüte. Diese Flächen sind baldmöglichst, am besten noch vor Blühende des Steinklees, zu ernten.

Beifuß:  
Grüne Blüte

Flockenblume:  
Rosa Blüte

Rainfarn:  
Gelbe Blüte



Die Ernte kann entweder mit einem **reihenunabhängigen** Häcksler mit Mais- oder GPS-Vorsatz bzw. im absätzigen Verfahren erfolgen.

**Kontakt:**

**Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG)**  
An der Steige 15  
97209 Veitshöchheim  
Telefon 0931 9801-402

Martin Degenbeck  
E-Mail [Martin.Degenbeck@lwg.bayern.de](mailto:Martin.Degenbeck@lwg.bayern.de)  
Dr. Birgit Vollrath  
E-Mail [Birgit.Vollrath@t-online.de](mailto:Birgit.Vollrath@t-online.de)  
Antje Werner  
E-Mail [Antje.Werner@lwg.bayern.de](mailto:Antje.Werner@lwg.bayern.de)

**Saaten Zeller**  
Erfthalstraße 6  
63928 Riedern  
Joachim Zeller  
Telefon 09378 530  
E-Mail [Info@saaten-zeller.de](mailto:Info@saaten-zeller.de)

[www.Lebensraum-Brache.de](http://www.Lebensraum-Brache.de)

aus Mitteln des BMELV über die FNR gefördert



Die Flächen im 1. Standjahr (diesjährige Ansaat) weisen momentan einen TS-Gehalt von um die 15% auf und sind somit noch weit vom Erntetermin entfernt. Hier wird die Ernte wahrscheinlich wie im letzten Jahr kurz vor der Maisernte stattfinden können.

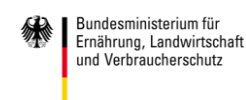
## **Bitte beachten:**

Bei Rückfragen erreichen sie uns per Handy: 0173/8995232  
Vom 13. bis 27. August ist niemand erreichbar. Sie können uns gerne eine Mail schicken ([antje.werner@lwg.bayern.de](mailto:antje.werner@lwg.bayern.de)).  
Wir werden sie dann umgehend beantworten.

Herr Kuhn befindet sich bis auf weiteres im Ruhestand und steht für Rückfragen leider nicht mehr zur Verfügung.

Bei dringenden Fragen wenden sie sich bitte in dieser Zeit an die Firma Saaten Zeller.

Mit freundlichem Gruß, Antje Werner





# Erhebungsbogen zu Biogasmischungen, per Fax (0931/9801-400), z.Hd. Frau Werner

Name:	Tel:
Strasse:	Fax:
Ort:	<b>E-Mail:</b>

Gemarkung:		
Flur-Nr:	FID-Nr.:	
<b>Flächengröße:</b>	Bodenzahl:	Bodenart:
<b>Vorkultur:</b>	Bodenanalyse/Anlage: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	

<b>Saatstärke:</b>	<b>Saattermin:</b>	<b>Mischung:</b> einjährig <input type="checkbox"/> mehrjährig <input type="checkbox"/>
--------------------	--------------------	--

Herbizideinsatz: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <i>wenn ja:</i>	
Mittelbezeichnung:	
Datum:	Aufwandmenge:

<b>Düngemittleinsatz:</b> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <i>wenn ja:</i>	
Mittelbezeichnung:	
Datum:	Aufwandmenge:

<b>Erntezeitpunkt:</b>	<b>Erntemenge (frisch) in t/ha:</b>
<b>Erntetechnik:</b>	<b>TS-Gehalt (geschätzt/gemessen):</b>
Schnitthöhe bei Ernte in cm:	Häcksellänge in mm:
Ernte in Biogasanlage: ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
<i>wenn ja:</i>	
Angaben zum Ertrag:	

Waren sie mit der Mischung zufrieden? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <i>wenn nein:</i>
Grund:
Gab es Probleme? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <i>wenn ja:</i>
Welche:
Photos vor der Ernte als Anlage: per Mail: als CD:

Beobachtungen bei: Ansaat:
Bestandsentwicklung:
Ernte:
Silage:
Fermenter:
nachfolgender Bestandsentwicklung:

<b>Verbesserungsvorschläge:</b>
---------------------------------

Grün hinterlegte Felder sind für eine Auswertung dringend notwendig!