

Erschließung und Management adäquater Bestäuber zur Ertragsoptimierung und Qualitätssicherung im Erdbeer- und Kulturheidelbeeranbau

Development and management of adequate pollinators (Apoidea) in ecological berry production (strawberry and high bush blueberries) to optimize the crop yield and quality assurance

FKZ: 03OE126

Projektnehmer:

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
Institut für Bienenkunde Celle
Herzogin-Eleonore-Allee 5, 29221 Celle
Tel.: +49 5141 9050340
Fax: +49 5141 9050344
E-Mail: Otto.Boecking@LAVES.Niedersachsen.de
Internet: www.laves.niedersachsen.de

Autoren:

Boecking, Otto; Kubersky, Ulrike

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Schlussbericht

zum Vorhaben 03OE126

**„Erschließung und Management adäquater Bestäuber
zur Ertragsoptimierung und Qualitätssicherung
im Erdbeer- und Kulturheidelbeeranbau“**

Berichtszeitraum 01.04.2004 – 31.02.2007

(einschl. der Verlängerung bis 29.02.2008)

Dr. Otto Boecking & Dipl. Ing. agr. Ulrike Kubersky

**NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ
UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (LAVES),
Institut für Bienenkunde Celle**

Herzogin-Eleonore-Allee 5, 29221 Celle

Die folgenden Kooperationspartner waren im Projekt eingebunden:

in der Laufzeit 01.04.2004 bis 31.12.2006

BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, BBA ⁽¹⁾
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland – Bienenuntersuchungsstelle

heute:

JULIUS KÜHN-INSTITUT - BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR KULTURPFLANZEN, JKI
Untersuchungsstelle für Bienenvergiftungen
Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, NDS
Ansprechpartner: Dr. Dietrich Brasse und David Thorbahn

⁽¹⁾ ohne dabei selber als Projektnehmer aufzutreten

in der Laufzeit 01.01.2007 bis 31.12.2007

ÖKO-OBSTBAU NORDDEUTSCHLAND VERSUCHS- UND BERATUNGSRING E.V., ÖON ⁽²⁾
Moorende 53, 21635 Jork, NDS
Ansprechpartner: Peter Heyne, [peter.heyne@lwk-niedersachsen.de]

⁽²⁾ um dabei als Auftragnehmer eingebunden zu sein

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	5
1.1 Planung und Ablauf des Projekts	6
1.1.1 Modelluntersuchungen zur Auswahl geeigneter Bestäuber für Heidelbeer- und Erdbeerkulturen unter Zeltbedingungen	8
1.1.2 Praktische Freilandversuche auf Flächen anerkannter ökologischer Beerenobstbaubetriebe	9
1.1.3 Erfassung der natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften in den ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen	9
1.2 Wissenstransfer in die Praxis	11
1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	14
2. Material und Methoden	15
2.1.1 Modelluntersuchungen zur Auswahl geeigneter Bestäuber für Heidelbeer- und Erdbeerkulturen unter Zeltbedingungen.	15
2.1.2 Praktische Freilandversuche auf Flächen anerkannter ökologischer Beerenobstbaubetriebe	18
2.1.3 Erfassung der natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften in den ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen	22
2.1.4 Pollenanalytische Untersuchungen	23
2.1.5 Untersuchung von Nektarproben	23
3. Ergebnisse	25
3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	25
3.1.1 Modelluntersuchungen zur Auswahl geeigneter Bestäuber für Heidelbeer- und Erdbeerkulturen unter Zeltbedingungen	25
3.1.2 Praktische Freilandversuche auf Flächen anerkannter ökologischer Beerenobstbaubetriebe	33
3.1.3 Erfassung der natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften in den ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen	43
3.1.4 Pollenanalytische Untersuchungen	48
3.1.5 Untersuchung von Nektarproben	49
3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	51

4. Zusammenfassung	53
5. Ursprünglich geplante und tatsächlich erreichte Ziele	56
6. Literaturverzeichnis	57
Danksagung	59
Anhang	I - VII

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Erdbeeren und Heidelbeeren sind wichtige Kulturen für den ökologischen Beerenobstanbau, da sie am Markt gefragt sind. Beerenobst unterliegt besonderen Produktqualitätsansprüchen des Verbrauchers. Der Anbau von Beerenobst kann für direktvermarktende Betriebe mit wenig verfügbarer Fläche ebenso interessant sein, wie für Betriebe mit viel Fläche, die für die industrielle Verarbeitung anbauen. Der Anbau von Erdbeeren bietet sich besonders für ökologische Gemüseanbaubetriebe an, da diese Kultur ideal in die Gemüsefruchtfolge integriert werden kann. Kultur-Heidelbeeren haben aufgrund ihrer spezifischen Ansprüche an Böden eine besondere Verbreitung in Niedersachsen im Gebiet der Lüneburger Heide. Die mangelnde Verfügbarkeit einer zuverlässigen adäquaten Bestäubung ist ein besonderes allgemeines Hemmnis im Produktionsbereich des ökologischen Beerenobstanbaus, das es zu überwinden gilt. Bei der wichtigen Phase der Bestäubung im Beerenobstanbau sollte generell das Risiko einer Ertragsminderung durch die Sicherung adäquater Bestäubung minimiert werden, um schließlich einen ertragsoptimierten Fruchtansatz zu erzielen. Dies gilt gleichsam für den ökologischen wie für den konventionellen Obstanbau. Bislang wird in Deutschland die Honigbiene (*Apis mellifera*) als der wichtigste Bestäuber angesehen. Die Verfügbarkeit der Honigbienen für Bestäubungszwecke ist heute jedoch nicht nachhaltig garantiert, da der Bestand aufgrund mangelnden Imkernachwuchses zurückgeht und die Bienenhaltung durch den Befall mit der Varroa-Milbe erschwert wird. Wiederkehrende massive Völkerverluste zeigen der Öffentlichkeit anschaulich die Dimensionen dieser Schwierigkeiten in der Praxis. Wildbienen können hier eine wichtige Alternative zur Vervollständigung der „Bestäuber-Gesellschaft“ in Freiland- und in Unterglaskulturen darstellen. Besonders der Einsatz von Hummeln in Unterglaskulturen stellt mittlerweile einen erheblichen Wirtschaftsfaktor dar. Dieser kommerzielle Einsatz ist aber unter Nachhaltigkeitsaspekten fragwürdig, da die Völker nach ihrem Bestäubungseinsatz keinerlei Weiterverwendung zugeführt werden und entsorgt werden. Problematisch erscheint es auch, dass Jungköniginnen aus diesen kommerziellen Völkern in das Umfeld ihres Einsatzortes entweichen können und dort in Konkurrenz zu den natürlich vorkommenden Hummelpopulationen treten. Ökologisch bedenklich wird dies, wenn Hummeln aus anderen geographischen Regionen oder andere Rassen als die regional vorhandenen kommerziell eingesetzt werden. Zwischenzeitlich werden auch Solitärbienen – hier insbesondere die Mauerbiene (*Osmia bicornis*) – kommerziell angeboten. Sie werden als eine wichtige Alternative zum Einsatz von Honigbienen betrachtet. In Deutschland gibt es bislang lediglich erste Ansätze auf Versuchsebene die Bestäubungsleistung dieser Bienen zu testen. In Japan und in den USA werden die asiatische Mauerbienenart *Osmia cornifrons*, bzw. die amerikanische Mauerbienenart *Osmia lignaria*, aber auch die europäische Gehörnte Mauerbiene (*Osmia cornuta*) teilweise in größerem Umfang erfolgreich zur Bestäubung von Obstanlagen kommerziell eingesetzt [Parker et al. 1987; Scott-

Dupree & Winston 1987; Bosch 1994; Cane 1997; Gladis 1997; Mayer 1997; Bosch & Kemp 1999].

Eine Einfuhr fremdländischer Bienenarten ist allerdings abzulehnen, da die Konsequenzen - Einschleppung von Krankheitserregern sowie Verwilderung und damit Konkurrenzdruck auf heimische Arten - nicht vorhersehbar und kaum rückgängig zu machen sind. Das BNatSchG regelt das Verbot der Einfuhr. Viel wichtiger ist es, die Lebensverhältnisse der ansässigen Arten zu verbessern.

Als Gesamtziel des Vorhabens sollten adäquate Bestäuber zur Ertragsoptimierung und Qualitätssicherung für den ökologischen Erdbeer- und Kulturheidelbeeranbau erschlossen werden. Dabei sollte ein zuverlässiges Bestäuber- und Landschaftsmanagement erarbeitet werden, um zukünftig bestehende Potentiale im Bereich des ökologischen Beerenobstanbaus besser ausnutzen zu können. Die Erschließung adäquater Bestäuber für Freilandkulturen umfasst sowohl ein Bestäuber- als auch ein Landschaftsmanagement. Dabei sind prinzipiell zwei Lösungsansätze möglich:

1. der gezielte Einsatz von Wildbienen (aus Zuchten) in den zu bestäubenden Kulturen,
 2. die Schaffung optimaler Lebensbedingungen zur Förderung natürlich vorkommender lokaler Wildbienenpopulationen im Umfeld der zu bestäubenden Kulturen.
- Die Auswahl des jeweiligen Ansatzes wird durch die spezifischen Umweltgegebenheiten in der Anbaupraxis mitbestimmt. Beim ersten Ansatz ist insbesondere eine verlässliche Synchronisation der Zucht mit der Bereitstellung der Bestäuber zum Blühzeitpunkt der Kulturpflanzen notwendig. Bei der Auswahl der geeigneten Wildbienenarten ist auf die natürlich vorkommenden Bienengesellschaften zu achten (Gefahr der Faunenverfälschung). Beim zweiten Ansatz sind besonders die spezifischen Ansprüche der Bestäuber an Nistplatzhabitate und Nahrungsangebote zu berücksichtigen. Zeitliche und räumliche Populationsschwankungen sind einzukalkulieren.

Beide prinzipiellen Ansätze fanden Berücksichtigung bei der Projektbearbeitung. Die ausgewählten Kulturen – Heidel- und Erdbeeren - können als Modellauswahl betrachtet werden. Die im Bezug auf die Bestäubungsthematik hier erarbeiteten Ergebnisse können teilweise auf andere Beeren- und Obstkulturen übertragen werden.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

In der Ablaufplanung sollten sechs wesentliche Meilensteine erreicht werden. Diese Meilensteine waren trotz ihrer Eigenständigkeit eng miteinander verzahnt und in ihrer Abarbeitung chronologisch aufeinander abgestimmt. Die inhaltliche Strukturierung und der chronologische Aufbau ergab sich zum einen aus den saisonal bestimmten Zyklen der Möglichkeit praktischer Untersuchungen mit den Bestäuberinsekten und

den Bestäubungsphasen der ausgewählten Beerenkulturen. Zum anderen erforderte der grundlegende Anspruch bei der Problemlösungsfindung, auch die Belange des Naturschutzes zu berücksichtigen, diesen Aufbau. So wurden zunächst Modelluntersuchungen unter Gazezeltbedingungen durchgeführt, deren Ergebnisse den anschließenden Einsatz von Wildbienen aus Zuchten unter Freilandbedingungen im Folgejahr mitbestimmen. Auch die Ergebnisse der Erfassung natürlich im Umfeld der Beerenkulturen vorkommenden Bienen floss später in die Ausgestaltung der praktischen Freilandversuche mit ein.

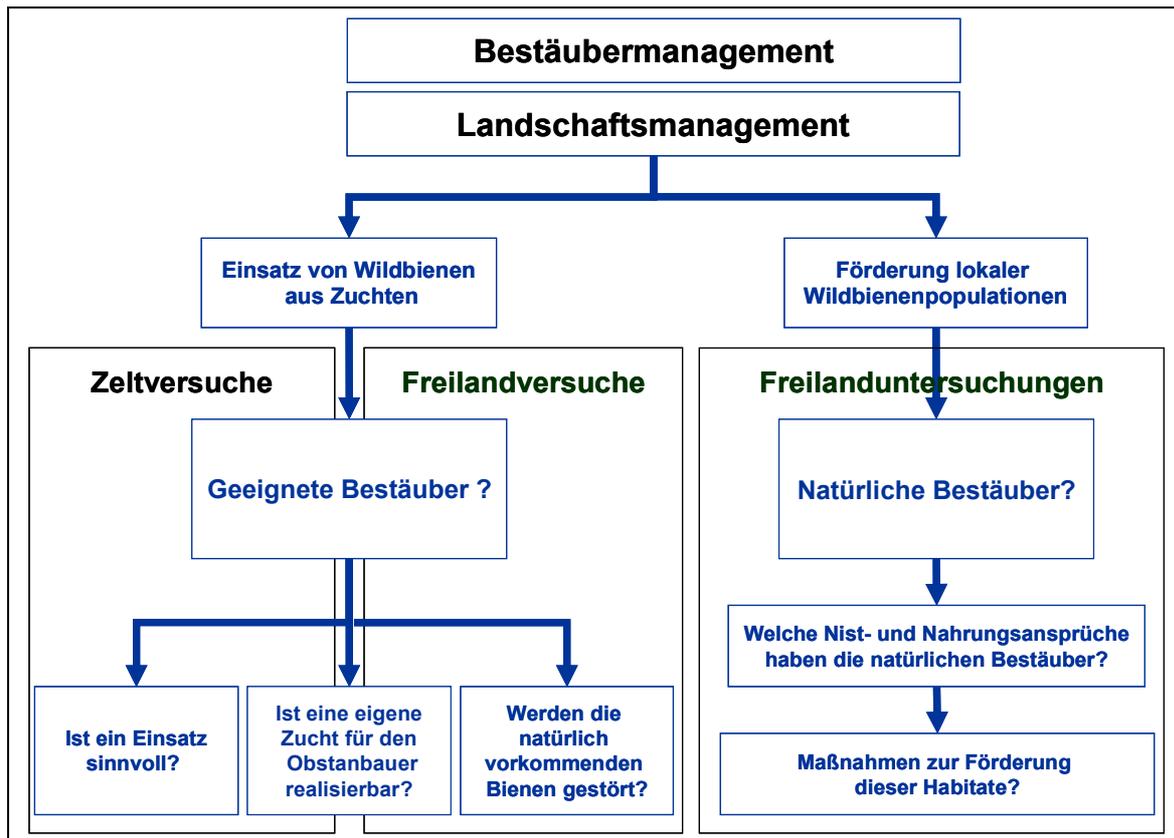


Abb. 1: Schematische Struktur der Arbeitsschwerpunkte im Projekt

1. Meilenstein: In Modelluntersuchungen, die im 1. und 2. Projektjahr unter Gazezeltbedingungen durchgeführt wurden, sind geeignete Bestäuber für Erdbeer- und Heidelbeerkulturen ausgewählt worden. Dabei ist die Verwendung von kommerziell gezüchteten Wildbienen, einschließlich Hummeln, im Vergleich zu Honigbienen und ihre tatsächliche Bestäubungsleistung über die Erfassung des Fruchtausatzes (Fruchtertrag, -größe und -ausformung, Abreifezeitpunkt, Sameninhalt) evaluiert worden. Die Modelluntersuchungen erfolgten auf Betriebsflächen von Ökobetrieben.

2. Meilenstein: Die typischerweise natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften (Bienen) sind wesentlich in dem 1. und 2. Projektjahr innerhalb der ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen erfasst worden.

3. Meilenstein: Vergleichsuntersuchungen zur Eignung verschiedener Wildbienen mit gezieltem Bestäubereinsatz unter Freilandbedingungen sind erfolgt. Das Haupt-

augenmerk dieser Untersuchungen lag in der Überprüfung ihre tatsächliche Bestäubungsleistung mittels Pollenanalyse. Darüber hinaus wurde das Potential betrachtet, inwieweit der Aufbau und Ausbau von Wildbienzuchten (außer Hummeln) durch den Ökolandwirt selber bewerkstelligt werden kann.

4. Meilenstein: Die natürlichen Nist- und Nahrungshabitatansprüche der Wildbienenarten sind in den Beerenkulturanlagen erfasst worden.

5. Meilenstein: Ein Landschaftsmanagement, das zur Förderung natürlich vorkommender Wildbienenarten beitragen soll, ist erarbeitet worden. Die Förderung der natürlich vorkommenden Wildbienen über ein gezieltes Landschaftsmanagement erfolgt vor allem durch die Ausgestaltung und den Schutz ihrer Nist- und Nahrungshabitate. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Möglichkeit das Landschaftsmanagement durch den Ökolandwirt selber zu gestalten. Dazu ist neben der Vermittlung von Kenntnissen auch eine intensive Bewusstseinsbildung für die spezifischen Ansprüche der Bestäuber an Nistplatzhabitate und Nahrungsangebote zu berücksichtigen gewesen. Auf einer Betriebsfläche eines Ökobetriebes wurden erste Pflanzungen von Pollen- und Nektarpflanzen modellhaft umgesetzt.

6. Meilenstein: Der Wissenstransfer der Projektergebnisse in die Praxis ist vielschichtig erfolgt. Durch die Einbindung des ÖON und unter Einbeziehung von Praxisbetrieben konnte die Weiterführung dieser Projektinitiative über die Laufzeit hinaus eingeleitet werden. Um die Umsetzung der aus den Projektuntersuchungen abgeleiteten Empfehlungen für den Einsatz von adäquaten Bestäubern bzw. dem richtigen Landschaftsmanagements auf direktem Wege an die Zielgruppe der Beerenobstbauern zu garantieren wurde ein Leitfaden für die Praxisbetriebe erarbeitet und liegt als 36-seitige Broschüre in Druckform vor.

1.1.1 Modelluntersuchungen zur Auswahl geeigneter Bestäuber für Heidelbeer- und Erdbeerkulturen unter Zeltbedingungen.

In Gazezelten sollte die Bestäubungsleistung verschiedener Bienenarten miteinander verglichen werden. Das Hauptaugenmerk lag auf der Erfassung des Fruchtansatzes vom Bestäubungszeitpunkt bis hin zur Fruchtausbildung an Einzelblüten. In alle Untersuchungen wurden Honigbienen vergleichend einbezogen. Bei diesen Untersuchungen sollte auf aus Zuchten verfügbare Wildbienen, einschließlich Hummeln zurückgegriffen werden. Dabei galt es besonders zu überprüfen

- inwieweit kommerziell gezüchtete Wildbienen (*Osmia bicornis*) einschließlich Hummeln (*Bombus terrestris*) und Honigbienen (*Apis mellifera*) prinzipiell Verwendung als Bestäuber von Heidelbeeren und Erdbeeren finden können,
- wie insbesondere deren tatsächliche Bestäubungsleistung bei den ausgewählten Beerenkulturen ausfällt.

Die Zeltversuche wurden im ersten Projektjahr in Erdbeer- und Heidelbeerkulturen durchgeführt. Im zweiten Projektjahr wurde eine Wiederholung der Untersuchungen aufgrund der Vorjahres-Ergebnisse auf Heidelbeeren beschränkt. Es erfolgte dabei

eine Ausweitung der Versuche auf eine weitere Heidelbeer-Kultursorte und eine Ergänzung durch die Verwendung einer weiteren Mauerbienenart (*Osmia cornuta*).

1.1.2 Praktische Freilandversuche auf Flächen anerkannter ökologischer Beerenobstbaubetriebe

Um die Eignung verschiedener Wildbienen unter realistischen Bedingungen zu testen, sollten Vergleichsuntersuchungen mit gezieltem Bestäubereinsatz unter Freilandbedingungen durchgeführt werden. Im Rahmen des Bestäubermanagements unter Freilandbedingungen erfolgten Versuche mit Mauerbienen (*Osmia bicornis*) in der Erdbeerkulturanlage. Hummelvölker wurden in den Heidelbeerkulturen eingesetzt. Der Versuchsansatz, die Flugreichweiten der Hummeln innerhalb der Kulturanlagen mittels Markierungsversuchen zu erfassen, war nicht erfolgreich. Eine Quantifizierung der Aus- und Einflugaktivitäten der Hummelvölker erfolgte mittels einer automatischen Zählleinrichtung.

Als ein ganz neuer Versuchsansatz wurden unterschiedlich individuenstarken Honigbienenvölker in der Kulturheidelbeeranlage in ihrer Bestäubungsaktivität in der Anlage verglichen. Bei dem üblichen Einsatz von Honigbienenvölkern zur Bestäubung werden vom Imker vornehmlich Ertragsvölker (bzw. Wirtschaftsvölker) in den Beeren-/Obst-Kulturanlagen aufgestellt. Das sind Völker, die nach dem Wunsch der Beeren-/Obstbauern Individuen-reich sind und zusätzlich zur Bestäubungsleistung potentiell einen hohen Honigertrag für den Imker erzielen können. Bei diesem neuen Versuchsansatz sollte getestet werden, inwieweit unterschiedlich große bzw. Individuen-reiche Bienenvölker die Tracht in ihrem Umfeld eventuell unterschiedlich ausnutzen. Konkret sollte der Frage nachgegangen werden, ob kleinere Völker eher im nahen Umfeld sammeln und große in weiterer Entfernung.

Künstliche Nisthilfen für Hummeln wurden in der Kulturheidelbeeranlage verteilt bzw. für überirdisch nistende Wildbienen in der Erdbeerbearanlage aufgehängt.

Hauptaugenmerk dieser Untersuchungen lag neben dem Versuch die Bienen durch Nistangebote zu unterstützen auf der Überprüfung der tatsächlichen Bestäubungsleistung der zu diesem Zwecke in die Kulturen eingebrachten Wildbienen. Dies erfolgte vor allem auf der Basis von Pollenanalysen der von den Wildbienen vertragenen Pollen. Darüber hinaus sollte untersucht werden, inwieweit der Aufbau und Ausbau von Wildbienzuchten (außer Hummeln) durch den Ökolandwirt selber bewerkstelligt werden könnte.

1.1.3 Erfassung der natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften in den ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen

Für die Förderung der natürlich vorkommenden lokalen Wildbienenpopulationen im Umfeld der zu bestäubenden Kulturen ist die Schaffung optimaler Lebensbe-

dingungen unerlässlich. Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis der Zusammensetzung der jeweiligen Bestäuber-Gesellschaft sowie deren spezifischen Nist- und Nahrungshabitate. Diese Untersuchung diente auch als Basis für die Entscheidung des später folgenden Einsatzes der kommerziell gezüchteten Wildbienen unter Freilandbedingungen [wie unter 1.1.2 dargestellt].

a) Zeitliche Erfassung entlang eines Linientransektes

Um eine quantitative Abschätzung der an der Bestäubung beteiligten Bienen vornehmen zu können, wurde das zeitliche Vorkommen natürlicher Bestäuber-Gesellschaften (insbesondere Bienen) durch Untersuchung an Linientransekten in der Blühphase der Kulturen erfasst. Diese Untersuchung erfolgte in den Jahren 2005 und 2006 sowohl in den Erdbeer- als auch in den Heidelbeerkulturen über die gesamte Blühperiode hinweg.

b) Fangen und Bestimmen einzelner Bienen

Eine weitere Differenzierung der Bestäubergilden nach Arten erfolgte durch das Fangen und spätere Bestimmen einzelner Bienen. Ausnahmegenehmigungen der Unteren Naturschutzbehörden nach dem BNatSchG für das Fangen und Sammeln lagen jeweils vor.

c) Erfassung der Nist- und Nahrungshabitatsprüche der natürlich vorkommenden Wildbienenarten in den Beerenkulturanlagen.

Die Förderung der natürlich vorkommenden Wildbienen über ein gezieltes Landschaftsmanagement erfolgt vor allem durch die Ausgestaltung und den Schutz ihrer Nist- und Nahrungshabitate. Durch die Erfassung der Habitatsprüche der natürlichen Bestäuber kann erarbeitet werden, wie diese im Rahmen des Landschaftsmanagements von den Ökobetrieben gezielt verbessert werden können.

1.1.4 Pollenanalytische Untersuchungen

Auf der Basis pollenanalytischer Untersuchungen wurde in den Untersuchungsperioden 2006 und 2007 die potentielle Bestäubungsleistung der erfassten natürlichen Bestäuber ermittelt. Mit Hilfe dieser Ergebnisse konnte auch die Trachtzusammensetzung im Aktivitätsradius der untersuchten Bienen abgeleitet werden.

1.1.5 Untersuchung von Nektarproben

Nektarproben wurden in den Heidelbeerkulturanlagen gesammelt und bezüglich ihrer Quantität, Verfügbarkeit über die Zeit bzw. ihrer chemischen Zusammensetzung untersucht. Bienen werden vornehmlich durch den Nektar in den Blüten angelockt. Damit übernimmt die Nektarverfügbarkeit eine der essentiellen Grundvoraussetzungen für eine dem Blütenbesuch folgende potentielle Bestäubung.

1.2 Wissenstransfer in die Praxis

Zur Verbreitung der Ergebnisse wurde das Projekt, dessen Zielsetzung und Ergebnisse auf verschiedenen Tagungen, Kongressen und Schulungsveranstaltungen in diversen Vorträgen (insgesamt 12) bzw. als Posterpräsentationen (insgesamt 3) während der Projektlaufzeit vorgestellt und zur Diskussion gestellt:

- im März 2005 sowie im März 2007 den in Niedersachsen zusammengeschlossenen Beerenobstanbauern auf den „Heidelbeersprechtagen“ jeweils in Schwarmstedt und in Langförden (3 Vorträge);
- auf der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Bienenwissenschaftlichen Institute e.V. im Themenschwerpunkt „Ökologie, Bestäubung, Pflanzenschutz“ wie folgt: 2005 in Halle/Saale (Poster), 2006 in Stuttgart-Hohenheim (Poster), 2007 in Veitshöchheim (Vortrag) und zuletzt im März 2008 in Liebenwalde (Vortrag);
- im August 2006 auf dem Weltimkerkongress APIMONDIA in Dublin, Irland (Poster) im Themenschwerpunkt „Bestäubung“;
- im Oktober 2006 in Jork, anlässlich der Seminarreihe „Förderung der Artenvielfalt in Obstanlagen“ des Öko Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V. (ÖON) wurde von uns ein Vortrag zum Thema „Förderung der Wildbienen in Obstanlagen“ gehalten;
- im März 2007 bei der Gesellschaft der Freunde des LAVES Institutes für Bienenkunde Celle (Vortrag);
- im Februar 2007 beim Kreisimkerverein Duisburg und Wesel (Vortrag), im November 2007 beim Kreisimkerverein Stade (Vortrag). Im März 2008 wurden insgesamt drei Vorträge/Schulungen abgehalten: in Tostedt anlässlich des 43. Nordhannoverschen Imkertages (Vortrag), in Bunde beim Deutsch-niederländischen Imkertag (Vortrag) und bei der „Vereinigung der Bestäubungsimker in Deutschland e.V. i.G.“ in Willich-Anrath.

Ein weiterer Vortrag über die Projektergebnisse ist für September 2008 anlässlich der „3. European Conference of Apidology EurBee“ in Belfast, Irland im Themenschwerpunkt „Bestäubung“ geplant.

Der Norddeutsche Rundfunk (NDR) stellte das Projekt in seiner regionalen Sendung „DAS!“ mit einem Filmbeitrag über die Versuche in der Heidelbeeranlage im Juni 2006 vor.

In den Jahresberichten 2005, 2006, 2007 des LAVES Institut für Bienenkunde Celle wurde kontinuierlich der jeweilige Projektstand dargestellt. Die Jahresberichte werden jeweils in der Monatszeitschrift „Deutsches Bienenjournal“ des Deutschen Bauernverlages abgedruckt und stehen wesentlich der Zielgruppe „Imker“ zur Verfügung. Darüber hinaus sind die Jahresberichte im Internet unter www.laves.niedersachsen.de abrufbar und stehen somit verschiedenen Zielgruppen zur Verfügung.

Bislang erschien zwei Publikation über die Projektergebnisse:

- Kubersky U., Boecking O. (2005) Erschließung und Management adäquater Bestäuber zur Ertragsoptimierung und Qualitätssicherung im Erdbeer- und

Kulturheidelbeeranbau – Vorstellung eines Forschungsprojektes. In: Bees, Ants and Termites: Applied and fundamental research. Kaatz HH., Becher M., Moritz RFA. (Eds). IUSSI Halle, Regensburg. S 81.

- Kubersky U., Boecking O. (2007) Bestäubung von Heidelbeeren: Viele Bienen, reiche Ernte. Deutsches Bienenjournal 15(9): 38-39.

In Vorbereitung sind derzeit drei Publikationen über die Projektergebnisse in der Zeitschrift „Erwerbsobstbau“ für die Zielgruppe der Beerenobstbauer und für die Zeitschrift „Deutsches Bienenjournal“.

Wissenstransfer hinein in die Praxis unter Einbindung von Praxisbetrieben

Während der Projektbearbeitung wurde deutlich, dass die Zielsetzung des Wissenstransfers hinein in die Praxis optimaler als ursprünglich vorgesehen ausgeformt und umgesetzt werden könnte, wenn dabei mehr mit praxisnah tätigen Akteuren und der Praxis selber zusammengearbeitet würde. In der Verlängerungsphase des Projektes im Jahre 2007 konnte dieses wichtige Segment durch die Einbindung des Öko-Obstau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsrings e.V. (ÖON) und unter Einbindung von Praxisbetrieben erfolgreich umgesetzt werden. Die Einbindung des ÖON garantiert eine effizientere „vor Ort“ Beratung mit Bezug auf Bestäubungsfragen auch nach Ablauf des Projektes. Im Jahre 2007 wurden die ausgewählten Betriebe (insgesamt 5 Betriebe) in partizipativer Weise in die Projektarbeit eingebunden.



Abb. 2: Feldbegehung und Erörterung der Bestäubungsbelange mit den Betriebsinhabern vor Ort in einer Heidelbeeranlage.

Nach einem ersten Beratungsgespräch unter Einbindung des ÖON-Beraters, das der Erläuterung der grundsätzlichen Situation und Problemstellung diente, wurde eine gemeinsame Feldbegehung durchgeführt. Hierbei richtete sich das Hauptaugenmerk auf die Erfassung der Bestäubungssituation und der Suche nach möglichen Schwachstellen.

Nach Ende der Heidelbeersaison wurden die beteiligten Heidelbeeranbauer zu einem abschließenden Gespräch aufgesucht. Die Landwirte schilderten ihre Erfahrungen in der zurückliegenden Bestäubungsperiode. Gemeinsam wurden anhand von Bildmaterial mögliche Nist- und Nahrungshabitate von Wildbienen erläutert sowie gezielte Maßnahmen durchgesprochen, um diesbezüglich Strukturverbesserungen in den Heidelbeeranlagen zu schaffen. Die Landwirte waren aufgefordert, nach konkreten Verbesserungsmöglichkeiten auf ihren eigenen Flächen zu suchen. Modellhaft wurden von uns in einer Heidelbeerkulturanlage 149 Weidenstecklinge als Initialpflanzung eingebracht.

Dieser Ansatz zum Wissenstransfer hinein in die Praxis unter Einbindung von Praxisbetrieben stieß bei den Praktikern auf großes Interesse. Wir als Projektnehmer haben eine intensive Kooperationsbereitschaft erlebt und ebenso von dieser Zusammenarbeit profitiert. In dieser Zusammenarbeit mit den Praxisbetrieben konnten so wesentliche Aspekte des Beratungsmaterials (Leitfaden) optimiert werden.

Ausarbeitung eines Leitfadens zur Praxisanwendung für die Beerenobst-anbauer - Heidelbeerbetriebe

Um die Umsetzung der aus den Projektuntersuchungen abgeleiteten Empfehlungen für den Einsatz von adäquaten Bestäubern bzw. dem richtigen Landschaftsmanagements auf direktem Wege an die Zielgruppe der Beerenobstbauern zu garantieren, wurde ein Leitfaden für die Praxisbetriebe erarbeitet. Basierend auf den Projektergebnissen ist dieser Leitfaden unter Einbeziehung von Praxisbetrieben in Niedersachsen entstanden. Er soll den Heidelbeeranbauern als Informationsbroschüre mit Handlungsanweisung für die Praxis dienen. Die darin zusammengefassten Empfehlungen für ökologisch wirtschaftende Betriebe gelten gleichsam auch für konventionelle Betriebe, da das Thema Bestäubung für alle Betriebsformen einen besonderen Stellenwert hat. Dieser 36-seitige Leitfaden liegt in Druckform in einer Auflage von 500 Stück vor und wird an die Zielgruppe weitergegeben.

Einspeisung der Projektergebnisse in das Internetportal des BÖL: Der Schlussbericht und der erarbeitete Leitfaden sind so aufbereitet, dass sie auch ins Internet gestellt werden können. Die im ersten Projektjahr zusammengestellte umfangreiche Literaturliste mit diversen Themenfeldern (wie das Management von Wildbienen, Landschaftsökologie, Wildbienenarten etc.) sollte ebenfalls hier eingebunden werden.

1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Folgt man den Ausführungen von Delaplane & Mayer (2000) in ihrem Buch „*Crop Pollination by Bees*“ so muss man feststellen, dass unsere Kenntnisse über Bestäubungsansprüche, über Insekten-Bestäubung allgemein und über notwendige Bestäuberdichten für die meisten Pflanzen – insbesondere Kulturpflanzen - äußerst begrenzt sind. Viele Praxis-Empfehlungen sind nicht ausreichend durch wissenschaftliche Untersuchungen untermauert. Untersuchungen zur Bestäubung gestalten sich in der Praxis auch oftmals schwierig. So lässt sich der tatsächliche Beitrag von Bestäubern unter Freilandbedingungen nur sehr schwer quantifizieren, da der Bestäubungsbeitrag durch andere als die gezielt eingesetzten Bestäuber kaum auszuschließen ist bzw. sich nicht trennen lässt. Daher werden oftmals Zeltversuche unter Ausschluss von anderen Bestäubern als erste Orientierung genutzt. Hieraus lassen sich aber Praxisempfehlungen wie die Angaben zur notwendigen Anzahl von Bestäubern pro Flächeneinheit schwerlich herleiten. Aus den Nöten, die sich in der Praxis aus der Tatsache ergeben, dass oftmals nicht ausreichend Bestäuber zur Verfügung stehen oder, z.B. nach Frostschäden, eine optimale Bestäubung der verbliebenen Blüten noch wichtiger ist, wurden in der Vergangenheit mitunter verschiedene, in ihrer Wirksamkeit nicht hinreichend untersuchte Praxisempfehlungen von der Obstbauberatung und -praxis umgesetzt. Detailuntersuchungen z.B. zur Empfehlung im Apfelanbau, die natürliche Insekten-Bestäubung durch das direkte Aufsprühen von Pollen mittels Pflanzenschutzspritzen zu ersetzen, haben deutlich gezeigt, dass dies ohne jegliche Wirkung ist, da ein entsprechender Fruchtansatz ausbleibt (Kubersky et al. 2005). Bedenklich sind auch Analogisierungen von positiven Erfahrungen aus einer Kultur hinein in eine ganz andere Kulturpflanze. Dies gilt auch für die unkritische Übertragung von Versuchsergebnissen, die in Unterglaskulturen zu erzielen sind und in Anbausysteme im Freiland übertragen werden. Unzweifelhaft sind Hummeln beispielsweise bestens geeignet, um in verschiedenen Unterglaskulturen eingesetzt zu werden. Es fehlen aber bislang für die meisten Kulturen verlässliche Daten über deren Eignung und tatsächliche Bestäubungsleistung unter Freilandbedingungen. Verschiedene Wildbienen können aufgrund ihrer Spezialisierung z.B. als oligolektische Arten als verlässliche Bestäuber der zugehörigen Pflanzengattungen bezeichnet werden. Bei der von Havenith (2000) aufgezeigten Auswertung verschiedener Suchergebnisse in Listen lokaler Bienenfaunen der Bundesrepublik Deutschland (Rühl 1978; Westrich 1989; Kolbe & Bruns 1988) ergab sich neben den verschiedenen Hummelarten ein Schwerpunkt bei den Mauerbienen [*Osmia spec.*] (Lupo 1984) und Sandbienen [*Andrena spec.*] (Batra 1997; Klug & Bünemann 1986; Richards 1993; Scott-Dupree & Winston 1987) als die aussichtsreichsten Bestäuberoptionen für den Einsatz in Obstkulturen. Auch Ansiedlungsversuche in Agrarökosystemen und naturfernen Lebensräumen bestätigen diese Auswahl als prinzipiell geeignete Bestäuber (Amiet 1973; Gladis 1994; Schwenninger 1992). Am Beispiel der Wild-Heidelbeeren ist belegt, dass Wildbienen, insbesondere Bienen der Gattung *Andrena* [Sandbienen],

Osmia [Mauerbienen] und *Lassioglossum* [Furchenbienen] einschließlich der Hummeln effiziente Bestäuber sind (Free 1993; Kevan et al. 1990; Torchio 1990, 1994; Westrich 1989; Handschack 1997). Hummeln verfügen über die Fähigkeit zum „buzzing“ („Vibrationssammeln“). Das hilft ihnen, den in der Blüte steckenden Pollen herauszuschütteln, um dann damit beim Besuch der nächsten Blüte die Bestäubung überhaupt zu ermöglichen. Fremdbefruchtung ist für den Kultur-Heidelbeeranbau förderlich für den Fruchtansatz, wie diverse Publikationen aus Nordamerika dies belegen. Fremdbefruchtung ist nicht nur die Basis für die Quantität der Früchte, sondern sie verbessert auch die Qualität der Früchte. Insbesondere wird der Zucker- und Säuregehalt der Früchte verbessert. Bei Erdbeeren, die nicht unbedingt auf Fremdbefruchtung angewiesen sind, wird zusätzlich der Anteil gut ausgebildeter, verkaufsfähiger Früchte nach Bienenbestäubung merklich erhöht (Williams et al. 2000). Allgemein werden aber von Erdbeeranbauern bislang keine besonderen Anstrengungen unternommen, um zusätzliche Bestäubung zu garantieren, obwohl damit weitere Potentiale ausgeschöpft werden könnten. Connor & Martin (1973) haben bei differenzierten Untersuchungen an Kulturerdbeeren zeigen können, dass 53 % des Befruchtungserfolg durch Selbstbefruchtung erfolgt. Wind konnte diesen Anteil auf 67 % erhöhen und Bienenbestäubung die Befruchtung bis auf 91 % steigern.

Einige Wildbienen sind aufgrund ihrer solitären Lebensweise und der daraus hervorgehenden spezifischen Verhaltensweisen besonders geeignet, sowohl in geschützten als auch in ungeschützten Anbausystemen eingesetzt zu werden. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft gingen in den zurück liegenden Jahrzehnten jedoch vielerorts die Nisthabitats und Nahrungspflanzen für zahlreiche Wildbienen verloren. Eine besondere Förderung dieser Bienenarten ist deshalb notwendig. Es liegen Erfahrungen mit dem Einsatz von Wildbienen aus anderen Kulturen und Anbausystemen vor; dies ist eine gute Basis, um hier mit dem Projektansatz anschließen zu können.

Die gewählten Analyse-, Quantifizierungsmethoden, welche zur Anwendung kamen, sind wesentliche Standardverfahren im Freiland und bei Laboranalysen. Die Determination der Wildbienen, die im Rahmen des Projektes gesammelt wurden, erfolgte durch Wildbienen-Spezialisten.

2. Material und Methoden

2.1.1 Modelluntersuchungen zur Auswahl geeigneter Bestäuber für Heidelbeer- und Erdbeerkulturen unter Zeltbedingungen.

Zielsetzung: Um geeignete Bestäuber für Heidelbeer- sowie Erdbeerkulturen benennen zu können, wurden vergleichende Untersuchungen unter Gazezeltbedingungen durchgeführt. Dieser erste Eignungstest unter abgeschlossenen Bedingungen be-

rücksichtigt auch den prinzipiellen Anspruch Bestäuber nicht ohne Kenntnis der lokal vorhandenen Bienenfauna gleich unter Freilandbedingungen einzusetzen.

Vorgehensweise bei Heidelbeeren: Die Aufstellung der Versuchszelte erfolgte in einer etablierten, ca. 30 Jahre alten, ökologisch bewirtschafteten Heidelbeerplantage (Höhe der Pflanzen ca. 1,80 – 2,00 m). Die Anlage umfasst eine Fläche von ca. 7 ha und liegt in der Nähe des Ortes Essel (H 52° 42.180', E 009° 41.010' GPS, 25 m über NN) im Landkreis Soltau-Fallingb. (siehe Abb. 3 und 44 im Anhang VII).



Abb. 3: Versuchszelte mit umbauten Heidelbeerbüschen eingebunden in die Kulturheidelbeer-Anlage bei Essel

Für die Untersuchung wählten wir die Heidelbeersorten ‚Bluecrop‘ und ‚Heerma‘ sowie die früh blühende Sorte ‚Patriot‘. Die Versuchszelte wurden um die Heidelbeerbüsche (3 Stück/Zelt) herum vor Blühbeginn aufgestellt (siehe Abbildung) und jeweils mit einem Bestäubervolk (Honigbienen [*Apis mellifera*], Hummeln [*Bombus terrestris*] oder Mauerbienen [in der Versuchsperiode 2005: *Osmia cornuta*; in der Versuchsperiode 2006: *Osmia bicornis*]) sowie zwei Bestäuberpflanzen einer anderen Sorte in Pflanzcontainern bestückt. Die Volksstärken der Hummel- bzw. Bienenvölker wurden so gewählt, dass der zahlenmäßige Bflug der Blüten mit denen der Mauerbienen, die als Einzelindividuen (über Kokons) eingesetzt wurden, vergleichbar war. Auf diese Weise konnten kontrollierte Bedingungen für die Bestäubung der Heidelbeerblüten geschaffen und andere Bestäuber fast vollständig ausgeschlossen werden. Die Zelte der Kontrollvariante wurde frei von jeglichen Bestäubern gehalten, um den Anteil der Selbstbefruchtung an der Fruchtbildung der untersuchten Kultursorten

quantifizieren zu können. Darüber hinaus dienten zufällig ausgewählte Heidelbeerbüsche in der Anlage als so genannte Freilandvariante. Hier konnte die natürliche, nicht kontrollierte Bestäubung, wie sie für alle anderen Büsche der Kulturfäche wirksam wurde, vergleichend erfasst werden.

In allen Versuchsvarianten erfolgte die Erfassung des Blütenansatzes bzw. Fruchtansatzes an Referenzzweigen. Hierzu wurden pro Zelt jeweils zwölf repräsentative Zweige vor Blühbeginn markiert und an diesen an mehreren aufeinander folgenden Terminen die Anzahl der Blüten bzw. später die Anzahl der daraus hervorgegangenen Früchte erfasst. Anschließend erfolgte eine Wiegung der geernteten Früchte. Darüber hinaus wurde jeweils der Fruchtertrag des gesamten Zeltes ermittelt, indem alle sukzessiv abreifenden Früchte bei Pflückreife geerntet und gewogen wurden. Im Anschluss daran folgte die Bonitur der Früchte (Anzahl an Früchten in 500g-Probe). Später schloss sich die Ermittlung des Samen gehaltes der Früchte an. Diese Analyse erfolgte durch die Obstbauversuchsanstalt OVA Jork.

Vorgehensweise bei Erdbeeren: Als Versuchsfläche diente ein Erdbeer-Schlag eines ökologisch wirtschaftenden Obst- und Gemüsebetriebes in Eldingen-Metzingen (N 52°40'17.60", E 10°21'50.14" GPS) im Landkreis Celle (siehe Abb. 3 und 45 im Anhang VII). Der Aufbau der Versuchszelte (siehe Abbildung) wurde hier in einer Anpflanzung von Frigo-Pflanzen der Sorte ‚Korona‘ vorgenommen, welche zwei Wochen vor der Blüte in den Boden gesetzt worden waren. Auf dieser Fläche werden bereits seit einigen Jahren regelmäßig Erdbeeren (z.T. auch im mehrjährigen Anbau) angebaut.



Abb. 4: Versuchszelte mit umbauten Erdbeerbepflanzungen, eingebunden in die ökologisch bewirtschaftete Gemüseanbauflächen bei Eldingen-Metzingen

Die Versuchszelte umfassten jeweils ca. 50 Pflanzen. In drei der Zelte wurden kleine Kästen mit je einer Bestäuberart gestellt: Hummeln, Honigbienen oder Mauerbienen. Ein viertes Zelt diente als Kontrolle und enthielt keine Bienen. Auf das Einbringen von Bestäubersorten konnte aufgrund der Selbstfertilität von Erdbeeren verzichtet werden. Die Erfassung der Blüten- bzw. Fruchtmenge und Fruchtgröße erfolgte an jeder einzelnen Pflanze.

2.1.2 Praktische Freilandversuche auf Flächen anerkannter ökologischer Beerenobstbaubetriebe

Zielsetzung: Die Untersuchungen zur Eignung verschiedener Bestäuber in den Heidelbeer- und Erdbeerkulturen unter Zeltbedingungen erbrachte eine Rangierung in der Eignung von Honigbienen, über Mauerbienen zu Hummeln. Vergleichsuntersuchungen mit gezieltem Bestäubereinsatz unter Freilandbedingungen dienen im Folgenden zur Feststellung der Eignung verschiedener Wildbienen unter praxisnahen Bedingungen. Darüber hinaus sollte beurteilt werden, inwieweit der Aufbau und Ausbau von Wildbienenzuchten (außer Hummeln) durch den Ökolandwirt selber bewerkstelligt werden könnte.

a) Versuche mit Honigbienen (*Apis mellifera*) in der Heidelbeerkulturanlage

Vorgehensweise: Im Versuchsjahr 2005 wurden in den Heidelbeerkulturanlagen in Essel und Grethem von Imkern jeweils Bienenvölker aufgestellt, aus denen wir während der Heidelbeerblüte Honigproben zur Pollenanalyse ziehen konnten, um den Bflug der Heidelbeeren durch diese Völker nachvollziehen zu können. Ergänzt wurden die Proben mit je einer Schleuderprobe aus der Gesamtzahl der vom Imker dort aufgestellten Völker.

b) Versuche mit unterschiedlich großen Honigbienen-Völkern in der Heidelbeerkulturanlage

Zielsetzung: Bei dem üblichen Einsatz von Honigbienenvölkern zur Bestäubung werden vom Imker vornehmlich Ertragsvölker in der Obst-/Beeren-Kulturanlage aufgestellt. Dies sind Völker, die nach dem Wunsch der Obst-/Beerenobstbauern Individuen-reich sind und zusätzlich zur Bestäubungsleistung einen hohen Honigertrag erzielen können.

Bislang nicht untersucht wurde die Hypothese, dass kleinere Völker im Vergleich zu größeren (Individuen-reichen) Völkern eventuell einen kleineren Aktivitätsradius um ihren Standplatz herum befliegen, wenn ein entsprechendes Nektar- und Pollenangebot vorhanden ist. In der Kulturheidelbeeranlage erfolgten aus diesem Grunde im Rahmen des Bestäubermanagements in den Jahren 2006 und 2007 vergleichende Untersuchungen mit unterschiedlich großen bzw. Individuen-reichen Honigbienen-Völkern. Ziel war es, herauszufinden, ob sich über die Steuerung der Volksgröße die

Möglichkeit eines Einflusses auf den Flugradius und damit auf die Auswahl der Zieltracht der Honigbienen ergibt.

Vorgehensweise: Für die erste Untersuchung im Jahre 2006 stellten wir jeweils vier „kleine“ Völker als so genannte Mini-Plus-Einheiten (ausgestattet mit je nur einem Brutraum, ca. 2500 Bienen/Volk), weitere vier „mittelgroße“ Mini-Plus-Einheiten mit je zwei Bruträumen (ca. 5000 Bienen/Volk) und vier „große“ Vollvölker in Segeberger-Beuten mit je 2 Bruträumen (ca. 20.000 Bienen/Volk) auf (siehe Abb. 5). Zum Aufstellungszeitpunkt in der Heidelbeeranlage erhielten alle Versuchsvölker je einen leeren Honigraum. Gegen Ende der Blühperiode wurden den Völkern Honigproben entnommen, um sie pollenanalytisch zu untersuchen. Diese Honigproben weisen ein repräsentatives Pollenspektrum aller Pflanzen in der Umgebung auf, welche von den Bienen zuvor befliegen wurden.

Im Jahre 2007 wurde die gleiche Versuchsanstellung mit sechs „kleinen“, sechs „mittelgroßen“ und vier „großen“ Völkern gewählt. Alle Völker waren mit Geschwisterköniginnen ausgestattet, um mögliche genetische Unterschiede im Sammelverhalten der Völker ausschließen zu können. Neben der Analyse der Honigproben, die aus den Völkern gegen Ende der Blühperiode gezogen wurden, haben wir während der Blühphase Trachtbienen direkt am Flugloch der Versuchsvölker abgefangen, um später deren Honigblaseninhalte pollenanalytisch untersuchen zu können. Dazu mussten die Bienen zunächst durch CO₂-Schnee abgetötet werden. Den so „schockgefrorenen“ Bienen (N = 1550) wurden einzeln deren Honigblasen entnommen, um den darin befindlichen Polleninhalte lichtmikroskopisch zu untersuchen. Der Honigblaseninhalte der am Flugloch abgefangenen Bienen repräsentiert deren zuvor ausgeführten Aktivitäten. So kann nicht nur der Blütenbesuch dieser Bienen eindeutig nachgewiesen werden. In der Analyse treten auch Arbeiterinnen auf, die lediglich zuvor Wasser gesammelt haben.

Diese Untersuchungen konnten unter den idealen Versuchsbedingungen durchgeführt werden, dass nämlich in der Nähe der Heidelbeerkulturanlage von etwa 1,5 km Entfernung zur gleichen Zeit ein großes Rapsfeld blühte. Raps hat bekanntlich eine hohe Attraktivität für Honigbienen, wenn er entsprechend Nektar bietet. Somit standen den Versuchsvölkern zwei Massentrachten zur Verfügung. Bei der Pollenanalytischen Untersuchung wurde deshalb die in den Honigblasen angetroffenen Pollentypen nach *Vaccinium*- und *Brassica*-Typus differenziert.



Abb. 5: Unterschiedlich große Honigbienen-Versuchsvölker, aufgestellt am Rande der Heidelbeerkulturanlage.

c) Versuche mit Hummelvölker in der Heidelbeerkulturanlage

Zielsetzung: Die Verteilung der Flug- bzw. Aktivitätsradien der meisten Wildbienenarten ist gegenüber den Honigbienen räumlich begrenzt. Insbesondere in Hinblick auf das Management der Hummelvölker ist es von Interesse, wie sich die Hummeln in der Kulturanlage räumlich verteilen. Um die Flugradien der eingesetzten Hummelvölker bestimmen zu können wurden in der Heidelbeeranlage unter Freilandbedingungen kleine Hummelvölker (*Bombus terrestris*) aufgestellt.

Vorgehensweise: Sechs so genannte TRIPOL-Völker (der Firma Koppert, Niederlande) wurden gleichmäßig über die Heidelbeeranlage verteilt aufgestellt. Diese Völker sind mit etwa 300-400 Arbeiterinnen ausgestattet und haben nach Firmenangaben eine Lebenserwartung von 6 bis 8 Wochen. Nach Angaben der Bezugsfirma wird ein Besatz von 2-3 TRIPOL-Völker pro Hektar in Beerenkulturen empfohlen, sofern keine anderen Bestäuber vorhanden sind. Eine Markierung der am Flugloch abfliegenden Hummeln erfolgte mit Edding-Markierstiften. Es wurden in aufeinander folgenden Terminen insgesamt N=120 (6 * 20) Individuen markiert, wieder freigelassen und die anschließende Wiederfindungsrate erfasst. Darüber hinaus konnten im Jahre 2007 an drei Hummelvölkern automatische Zählleinrichtungen verwendet werden, die die Ein- und Ausflugaktivität der Hummeln erfassen kann. Die verwendeten Prototypen wurden uns von der Firma Koppert zur Verfügung gestellt.

d) Versuche mit Mauerbienen (*Osmia bicornis*) in der Erdbeerkulturanlage

Zielsetzung: Unter Zeltbedingungen ergab sich auch bei Erdbeerkulturen eine Rangierung der verschiedenen Bestäuber in der Eignung von Honigbienen, über Mauerbienen zu Hummeln. Im Rahmen der Untersuchungen unter Freilandbedingungen sollte der Einsatz von Osmien (*Osmia bicornis*) und Honigbienen (*Apis mellifera*) in den Erdbeerkulturen vergleichend untersucht werden. Hummeln fanden auch deshalb keine Verwendung im Freiland, da wir im Jahr zuvor bei der Erfassung der natürlich vorhandenen Bestäuber keinerlei Hummeln in der Kulturanlage angetroffen hatten.

Hauptaugenmerk dieser Untersuchungen lag auf der Überprüfung der tatsächlichen Bestäubungsleistung der zu diesem Zwecke in die Kulturen eingebrachten Mauerbienen. Dies erfolgte vor allem auf der Basis von Pollenanalysen der von den Wildbienen vertragenen Pollen und anhand der quantitativen Erfassungen am Linientranspekt.

Vorgehensweise: Drei Honigbienenenvölkchen wurden in so genannten Mini-Plus-Beuten am Rand der Erdbeerbefelder aufgestellt. Mauerbienen wurden an einer speziellen Nisthilfe zum Schlupf gebracht (siehe Abb. 6).



Abb. 6: Aufstellung der Honigbienen-Völker und Nisthilfen für Mauerbienen in der unmittelbaren Nähe zur Erdbeerkultur in Eldingen.

Zunächst erfolgte eine quantitative Abschätzung des Befluges der Bienen am Linientranspekt in der Erdbeeranlage. Eine Analyse des von den Mauerbienen für ihre Nachkommenschaft gesammelten Pollens sollte genaueren Aufschluss erbringen,

welche Blüten von ihnen zuvor besucht wurden. Hierfür entnahmen wir aus den Nisthilfen die entsprechenden Pollenproben, die die Weibchen zur Verproviantierung ihrer Nachkommen gesammelt hatten. Bei den Honigbienenvölkchen dienten wieder Honigproben, um ein repräsentatives Pollenspektrum all der Pflanzen in der Umgebung nachweisen zu können, welche von den Bienen zuvor befliegen wurden.

2.1.3 Erfassung der natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften in den ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen

Zielsetzung: Für die Förderung der natürlich vorkommenden lokalen Wildbienenpopulationen im Umfeld der zu bestäubenden Kulturen ist die Schaffung optimaler Lebensbedingungen unerlässlich. Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis der Zusammensetzung der jeweiligen Bestäuber-Gesellschaft sowie der spezifischen Nist- und Nahrungshabitate der betreffenden Arten.

a) Zeitliche Erfassung entlang eines Linientransektes

Vorgehensweise: Das zeitliche Vorkommen natürlicher Bestäuber-Gesellschaften (insbesondere Bienen) wurde in den ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen durch Untersuchung an Linientransekten in der Blühphase der Kulturen erfasst. Dabei erfolgte eine Aufnahme der Blüten besuchenden Bienen in den Kulturen entlang der Pflanzenreihen über eine Strecke von jeweils 100 m. Diese wurde bei einer Begehung in einem Zeitintervall von 10-15 Minuten abgeschritten. Insgesamt konnten bei 140 Begehungen und 1549 Beobachtungsminuten 1754 Bienen erfasst werden (siehe die folgende Tabelle):

Essel 2005	40 Begehungen	425 Beobachtungsminuten	n = 384 Bienen
Essel 2006	42 Begehungen	445 Beobachtungsminuten	n = 270 Bienen
Grethem 2005	7 Begehungen	76 Beobachtungsminuten	n = 323 Bienen
Eldingen 2005	8 Begehungen	140 Beobachtungsminuten	n = 63 Bienen
Eldingen 2005	43 Begehungen	463 Beobachtungsminuten	n = 714 Bienen

Die Begehungen fanden zu unterschiedlichen Tageszeiten statt, so dass verschiedene Bienenarten trotz eventuell unterschiedlicher Tages-Flug-Aktivitätsmuster erfasst werden konnten.

b) Fangen und Bestimmen einzelner Bienen

Vorgehensweise: Eine qualitative Erfassung der natürlichen Bestäubergilden wurde durch das Fangen und Bestimmen einzelner Bienen in den Erdbeer- bzw. Heidelbeeranlagen ermöglicht. Dabei wurden die Tiere zunächst mit Handkeschern gefangen und abgetötet. Die anschließende taxonomische Auswertung erfolgte durch Spezialisten.

Die Aufnahme der Daten in Kulturheidelbeer-Kulturen (*Vaccinium corymbosum*) erfolgte in drei Erfassungsperioden innerhalb zwei verschiedener Kulturanlagen (Standorte Essel und Grethem) in den Jahren 2005 und 2006. Ergänzt wurde diese Erfassung in einer Waldparzelle (Standort Celle-Bennebostel) auf Wildheidelbeerblüten (*Vaccinium myrtillus*). Diese Erhebung konnte aus Zeitgründen jedoch nicht in demselben Umfang stattfinden, wie in den Kulturanlagen.

Auch auf der Erdbeer-Versuchsfläche (*Fragaria x ananassa*) erfolgte die vorgenannte Erfassung in den Jahren 2005 und 2006.

Die durch die Taxonomen bestätigten Artenlisten wurden auch in die Datenbank des Niedersächsischen Tierartenerfassungsprogramms übertragen.

2.1.4 Pollenanalytische Untersuchungen

Zielsetzung: Mit Hilfe der Pollenanalyse sollte der Frage nachgegangen werden, inwieweit die bei der Erhebung der natürlichen Bestäuber-Gilden angetroffenen Bienen (siehe Punkt 2.1.3) nicht nur Nektar-Nutznießer der Kulturpflanzen waren, sondern auch tatsächlich potentiell Pollenüberträger für die Kulturpflanzen sein konnten.

Vorgehensweise: Bei diesen Untersuchung wurden einzelne Insekten gezielt untersucht, die entweder auf Blüten oder im Nestbereich angetroffen wurden. Dazu wurden Pollenladungen von ihren Beinen oder aus Haarstrukturen des übrigen Körpers heraus präpariert, um diese dann pollenanalytisch untersuchen zu können. Die jeweils vorgefundene Verteilung der Pollenzusammensetzung gibt ein eindeutiges Bild über die Blütenbesuche der einzelnen Biene wieder. Auf diese Weise kann der Aktivitätsradius der untersuchten Bienen nachvollzogen, bzw. das während der Aktivitätszeit der Bienen vorherrschende Blühangebot ermittelt werden.

2.1.5 Untersuchung von Nektarproben in den Heidelbeerkulturen

Zielsetzung: Nektar dient der Blüte als ein Lockmittel für potenzielle Bestäuber. Der Besuch von Blüten beispielsweise durch die hoch eusoziale Honigbiene wird bekanntermaßen erheblich von der Nektarverfügbarkeit bestimmt. Es ist bekannt, dass Honigbienen Massentrachten wesentlich nur an Tagen mit hoher Nektarverfügbarkeit befliegen. Sofern die beflogene Pflanze genügend Nektar offeriert, bleibt diese weiterhin attraktiv für diese Biene. Sie wird auch bei weiteren Flügen dieser Pflanzenart treu bleiben. Honigbienen-Arbeiterinnen rekrutieren andere Arbeiterinnen ihres Volkes nach Rückkehr vom Trachtflug, wenn sie zuvor beim Blütenbesuch entsprechend „belohnt“ wurden. Bei Nektarmangel unterbleibt diese Rekrutierung, um dann nach anderen Trachten zu suchen. Hummeln, die einen kleineren Flugaktivitäts-Radius um ihre Kolonie herum aufweisen, befliegen oftmals

bei mangelnden Alternativen in der näheren Umgebung selbst dann noch Blüten, wenn nur wenig Nektar verfügbar ist.

Um den Trachtwert der Heidelbeerblüten beurteilen zu können, sollte daher deren Nektar-Verfügbarkeit erfasst werden.

Vorgehensweise: In der Hauptblühphase wurden in der Heidelbeerkultur-Anlage in Essel Nektarproben gesammelt. Mit Hilfe einer 10 µl-Glaskapillare wurde dafür aus einzelnen Blüten die verfügbare Nektarmenge aufgenommen. Die Auswahl der Blüten erfolgte bei verschiedenen Sorten nach dem Zufallsprinzip auf verschiedenen Blühebene. So konnte die jeweilig verfügbare Mengen erfasst werden, die von den einzelnen Blüten produziert wurden. Die Sammelprobe des aufgenommenen Nektars diente dann später der Laboranalyse zur Zuckerzusammensetzung des Heidelbeer-Nektars.



Abb. 7: Nektarprobenziehung aus einer Heidelbeerblüte mittels einer Glaskapillare – die „Tagesleistung“ - Sammelproben für die Laboranalyse.

3. Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1 Modelluntersuchungen zur Auswahl geeigneter Bestäuber für Heidelbeer- und Erdbeerkulturen unter Zeltbedingungen

Heidelbeeren

Die quantitative Erfassung des Bestäubungserfolges in den verschiedenen Versuchsvarianten unter Zeltbedingungen erfolgte an Referenzzweigen, die dem Gesamtertrag gegenüber gestellt wurden. Bei statistischer Betrachtung ergibt sich ein deutlicher Zusammenhang ($r_P=0,89$, Hummeln; $r_P=0,89$, Honigbienen; $r_P=0,89$, Mauerbienen) zwischen den Datenerhebungen an den Referenzzweigen und den jeweiligen Gesamterträgen (siehe Abb. 1).

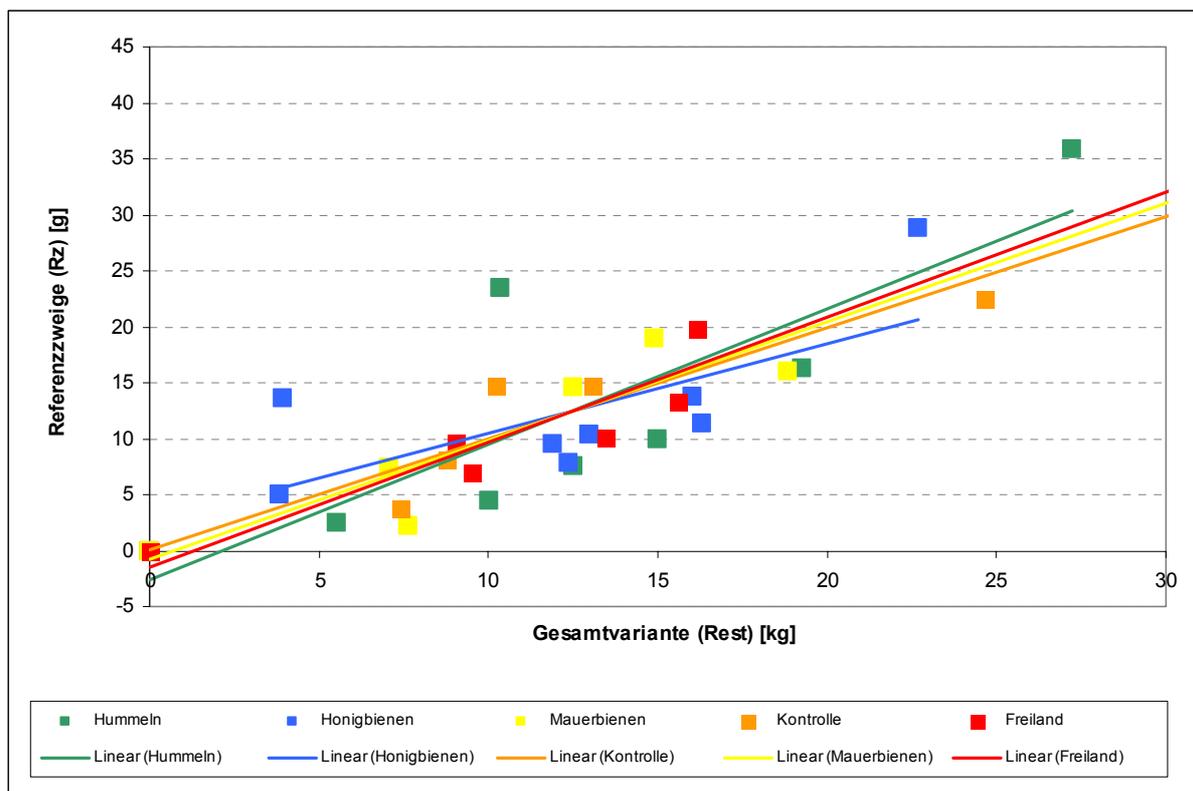


Abb. 8: Korrelationen zwischen den Fruchterträgen an Referenzzweigen (Rz) und dem Gesamterträgen (Rest) am Beispiel der Sorte ‚Patriot‘, 2006

Es zeigte sich, dass sich in beiden Versuchsjahren die erzielten Gesamt-Fruchterträge je Zelt in Abhängigkeit von der jeweiligen Heidelbeersorte stark unterscheiden und auch der Einfluss der eingesetzten Bestäuber sortenabhängig ist (siehe Abb. 9a und 9b und 10a bis 10c). So ergab sich in 2005 bei der Heidelbeersorte ‚Heerma‘, dass der Gesamtertrag in der Honigbienen-Variante

(Ø 11,36 kg) um mehr als ein 4-faches höher lag als in den Vergleichs-Varianten mit Hummeln (Ø 2,80 kg) und Osmien (Ø 2,54 kg).

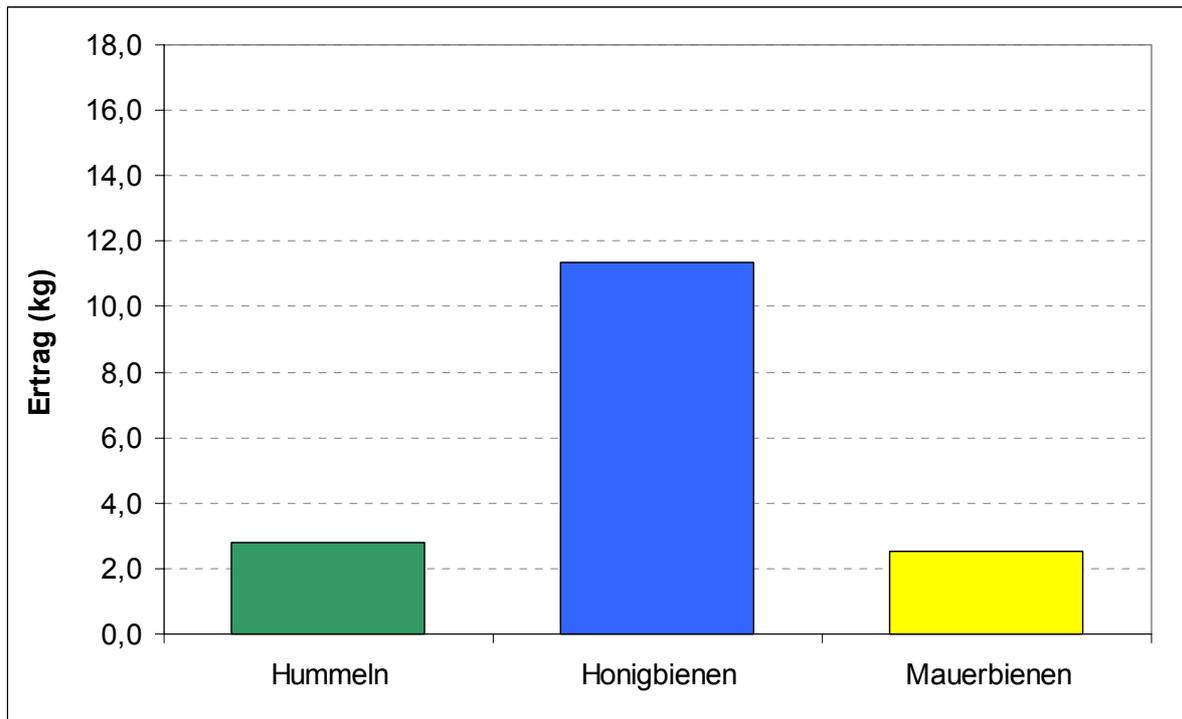


Abb. 9a: Gesamterträge der Heidelbeersorte ‚Heerma‘ (Angaben in kg), 2005

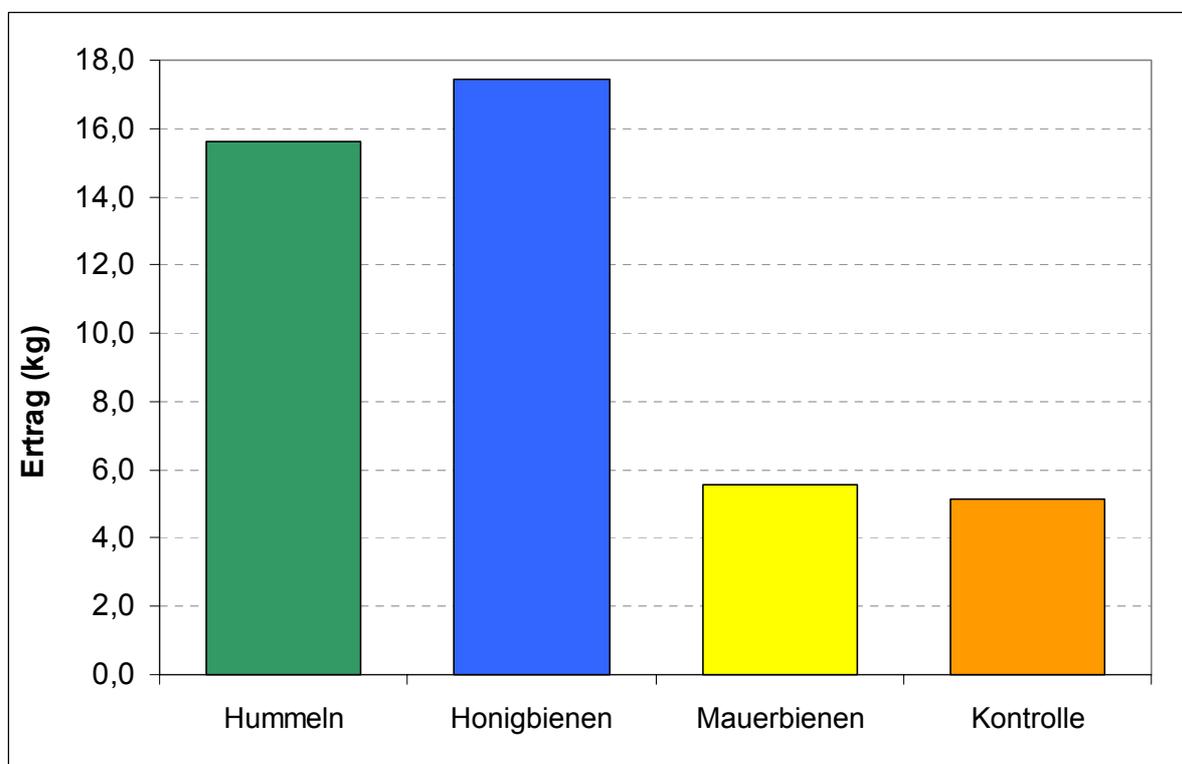


Abb. 9b: Gesamterträge der Heidelbeersorte ‚Bluecrop‘ (Angaben in kg), 2005

Auch bei der Sorte ‚Bluecrop‘ (siehe Abb. 9b) finden sich bei den Honigbienen deutlich höhere Gesamterträge ($\bar{\text{Ø}}$ 17,42 kg) als in der Variante mit Mauerbienen ($\bar{\text{Ø}}$ 5,38 kg), in welcher nur unwesentlich höhere Erträge erzielt wurden als in der Kontrollvariante ($\bar{\text{Ø}}$ 4,80 kg). Hummeln zeigten bei ‚Bluecrop‘ jedoch eine viel bessere Bestäubungsleistung. Der Fruchtertrag lag mit $\bar{\text{Ø}}$ 15,55 kg auf ähnlichem Niveau wie bei den Honigbienen.

Auch in 2006 lag der Ertrag in allen Varianten, in denen Bestäuber eingesetzt wurden, meist um ein Vielfaches über dem Ertrag der Kontroll-Varianten, aus denen jegliche Bestäuber ausgeschlossen wurden.

Bei der Heidelbeersorte ‚Heerma‘ (siehe Abb. 10a) zeigte sich, dass der Gesamtertrag in der Honigbienen-Variante ($\bar{\text{Ø}}$ 8,43 kg) um annähernd das Dreifache höher lag als in den Vergleichs-Varianten mit Hummeln ($\bar{\text{Ø}}$ 3,12 kg). Die Differenz zwischen der Honigbienen- und der Mauerbienen-Variante ($\bar{\text{Ø}}$ 6,22 kg) fiel allerdings sehr viel geringer aus als in 2005. Dies kann vermutlich darauf zurückgeführt werden, dass im zweiten Versuchsjahr eine anderen Mauerbienen-Art (*Osmia cornuta* anstelle von *Osmia bicornis*) eingesetzt wurde.

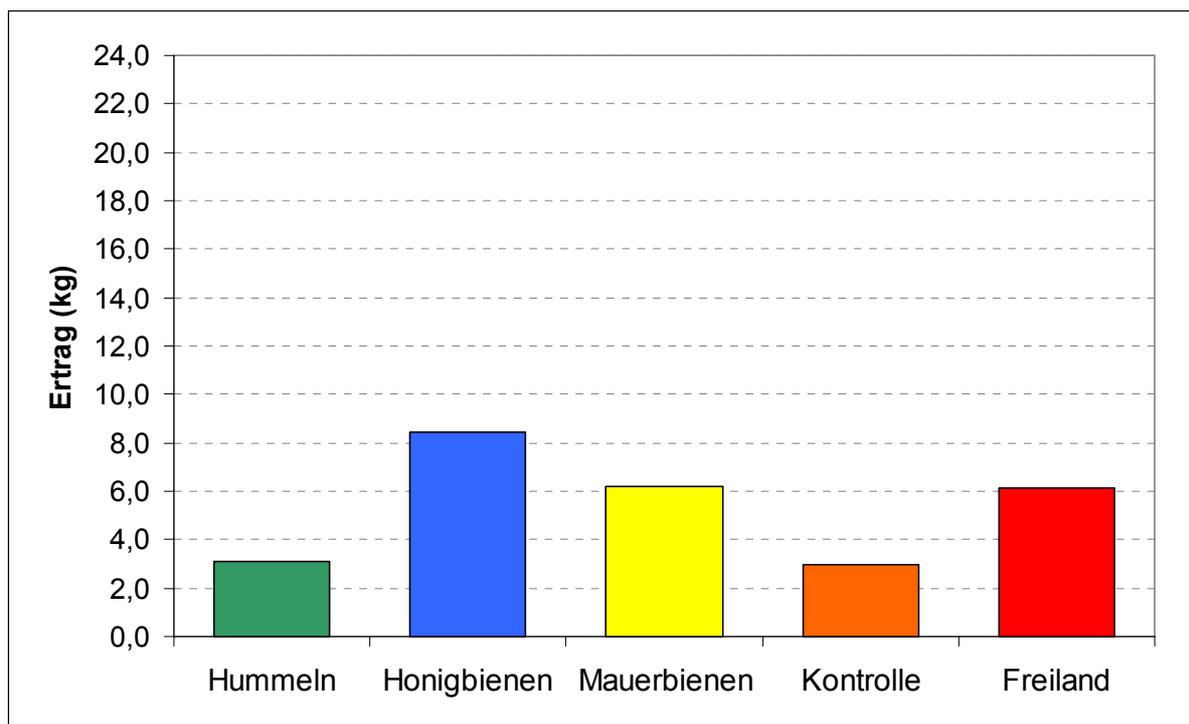


Abb. 10a: Gesamterträge der Heidelbeersorte ‚Heerma‘ (Angaben in kg), 2006

Bei der frühen Sorte ‚Patriot‘ lagen hingegen die Erträge bei den Honigbienen ($\bar{\text{Ø}}$ 18,68 kg), bei den Hummeln ($\bar{\text{Ø}}$ 14,32 kg) und im Freiland ($\bar{\text{Ø}}$ 14,04 kg) auf einem ähnlich hohen Niveau, während die Fruchterträge bei den Mauerbienen ($\bar{\text{Ø}}$ 7,04 kg) und in der Kontrolle ($\bar{\text{Ø}}$ 2,95 kg) deutlich niedriger ausfielen (siehe Abb. 10b).

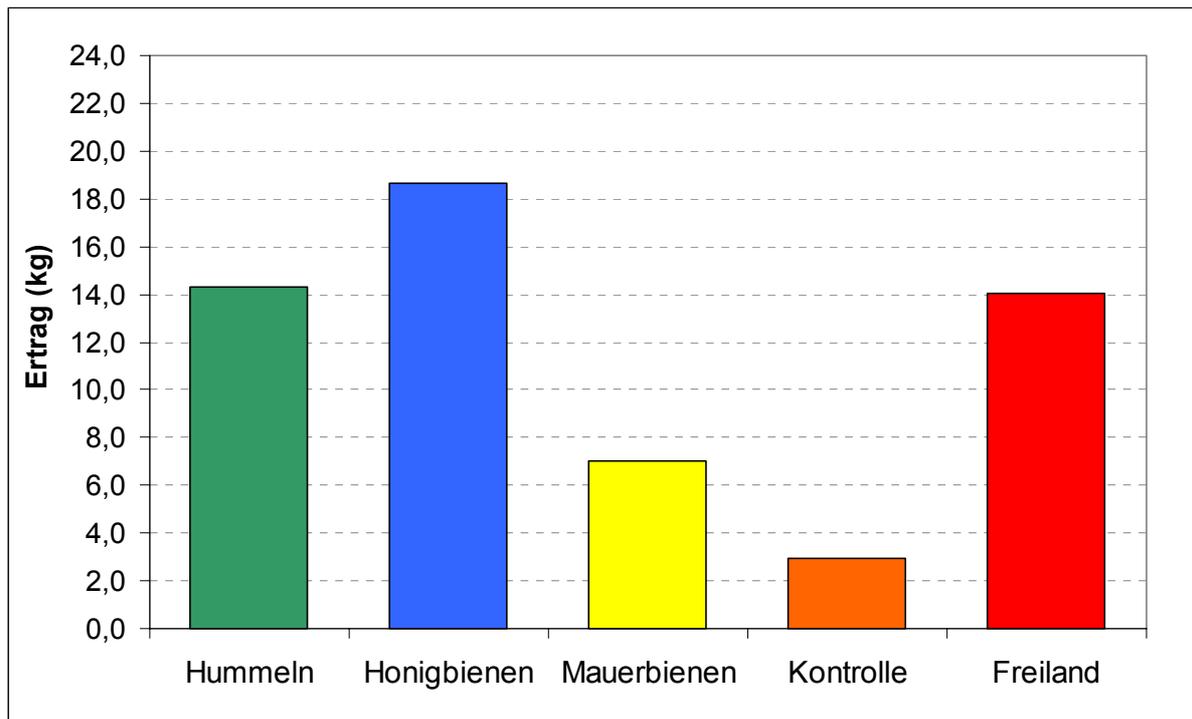


Abb. 10b: Gesamterträge der Heidelbeersorte ‚Patriot‘ (Angaben in kg), 2006

Auch bei der Sorte ‚Bluecrop‘ finden sich bei den Honigbienen deutlich höhere Gesamterträge (\bar{O} 22,73 kg) als in den übrigen Varianten (siehe Abb. 10c). Hummeln zeigten bei ‚Bluecrop‘ jedoch eine viel bessere Bestäubungsleistung als bei den anderen untersuchten Sorten.

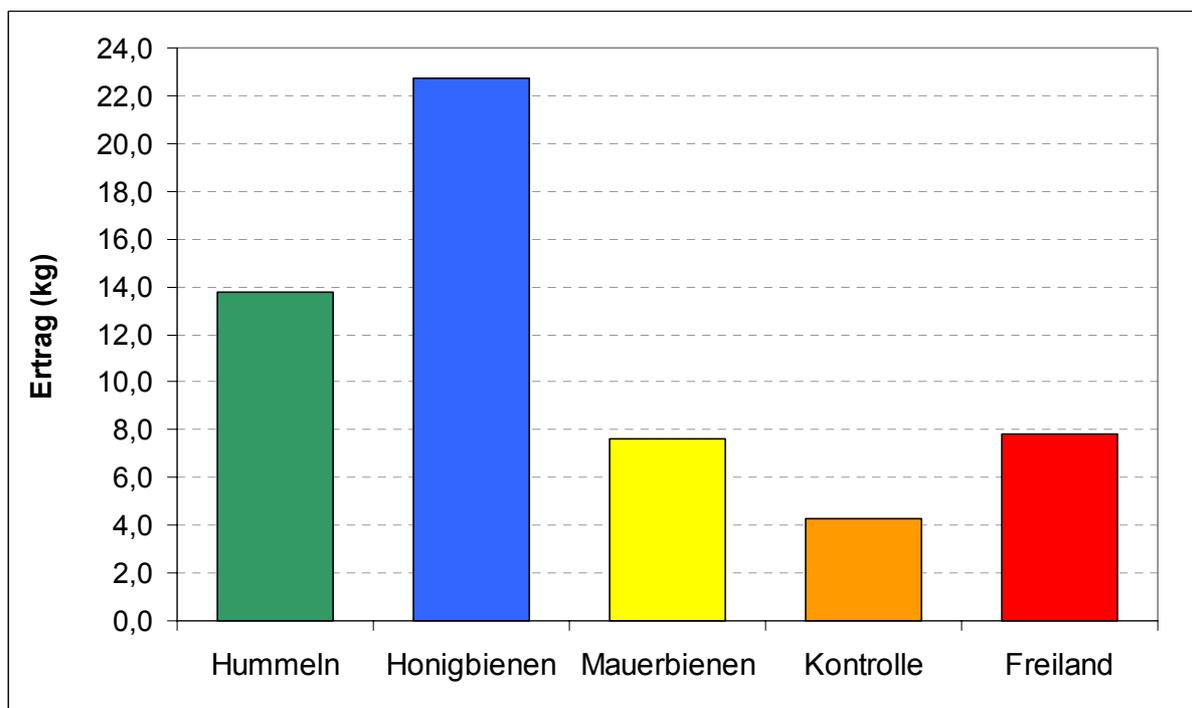


Abb. 10c: Gesamterträge der Heidelbeersorte ‚Bluecrop‘ (Angaben in kg), 2006

Der Fruchtertrag lag hier mit $\bar{\varnothing}$ 13,79 kg fast doppelt so hoch wie im Freiland ($\bar{\varnothing}$ 7,80 kg) und der Mauerbienen-Variante ($\bar{\varnothing}$ 7,62 kg). Die Kontrollvariante ohne Bestäubereinfluss erbrachte $\bar{\varnothing}$ 4,27 kg.

Die unterschiedlichen Einflüsse der verschiedenen Kultursorten sind vermutlich auf ihre unterschiedliche Blütenmorphologie zurückzuführen.

Bei Betrachtung des zeitlichen Ertragsverlaufes zeigt sich ein differenziertes Bild. Bei den Sorten ‚Heerma‘ und ‚Bluecrop‘ kommt es in den ertragsstarken Varianten (Honigbienen und Hummeln) zu einer deutlichen Ernteverfrühung (siehe Grafiken 27a und 27b, 28a bis 28c, 29a und 29b sowie 30a bis 30c im Anhang I). Bei ‚Patriot‘ fällt auf, dass die erste Ernte im Freiland ertragreicher ausfällt als in den übrigen Versuchsvarianten. Möglicherweise ist dieser Effekt auf die veränderten klimatischen Verhältnisse unter Zeltbedingungen zurückzuführen.

Als weitere Parameter zur Bestimmung der Bestäubungsqualität und Bestäubungsleistung der verwendeten Bienenarten wurden das Einzelfruchtgewicht und der Samengehalt der erntereifen Früchte herangezogen.

Dazu wurde zunächst jeweils die Anzahl an Früchten in 500g des Erntegutes (Zufalls-Stichprobe) ermittelt und hieraus das Einzelbeerengewicht errechnet (siehe Abbildungen 33a und 33b und 34a bis 34c im Anhang I). Teilweise konnten bezüglich des Einzelbeerengewichtes zwischen den Varianten signifikante Unterschiede nachgewiesen werden, dies trifft jedoch nicht auf alle Varianten zu. So unterschieden sich beispielsweise im Untersuchungsjahr 2006 bei der Heidelbeersorte ‚Heerma‘ die Einzelbeerengewichte in der Honigbienen-Variante (MW 0,85 mg/kg \pm 0,11; n=7 Werte aus Erfassungstage [Nemenyi-Test, $p < 0,05$]) und auch der Mauerbienen-Variante (MW 0,81 mg/kg \pm 0,12; n=7 [Nemenyi-Test, $p < 0,05$]) von der Kontrolle (MW 0,61 mg/kg \pm 0,04; n=6) signifikant. Bei der Sorte ‚Bluecrop‘ konnten trotz vorhandener Gewichtsunterschiede hingegen keine signifikanten Unterschiede im Einzelbeerengewichte nachgewiesen werden.

Der Samengehalt der Beeren wurde in der Obstbau-Versuchs-Anstalt (OVA) in Jork ermittelt. Zur Extraktion der Samenkörner werden die Früchte zunächst passiert, um durch wiederholte Spülgänge die Samen von dem Fruchtfleisch zu trennen. Eine Trocknung der Samen erleichtert die anschließenden Auszähl- und Wiegeschritte. Die ermittelten Samengehalte der Heidelbeerfrüchte verdeutlichen noch einmal mehr die tatsächliche Bestäubungsleistung der verschiedenen Bestäuber (Ergebnisse aus 2005 siehe Abbildungen 35a und 35b sowie 36a und 36b im Anhang I; Ergebnisse aus 2006 siehe Abbildungen 11a bis 11c und 37a bis 37c im Anhang I). In allen Varianten, in denen Bestäuber eingesetzt wurden, lag der Samengehalt meist um ein Vielfaches über dem der Kontroll-Varianten, aus denen jegliche Bestäuber ausgeschlossen wurden.

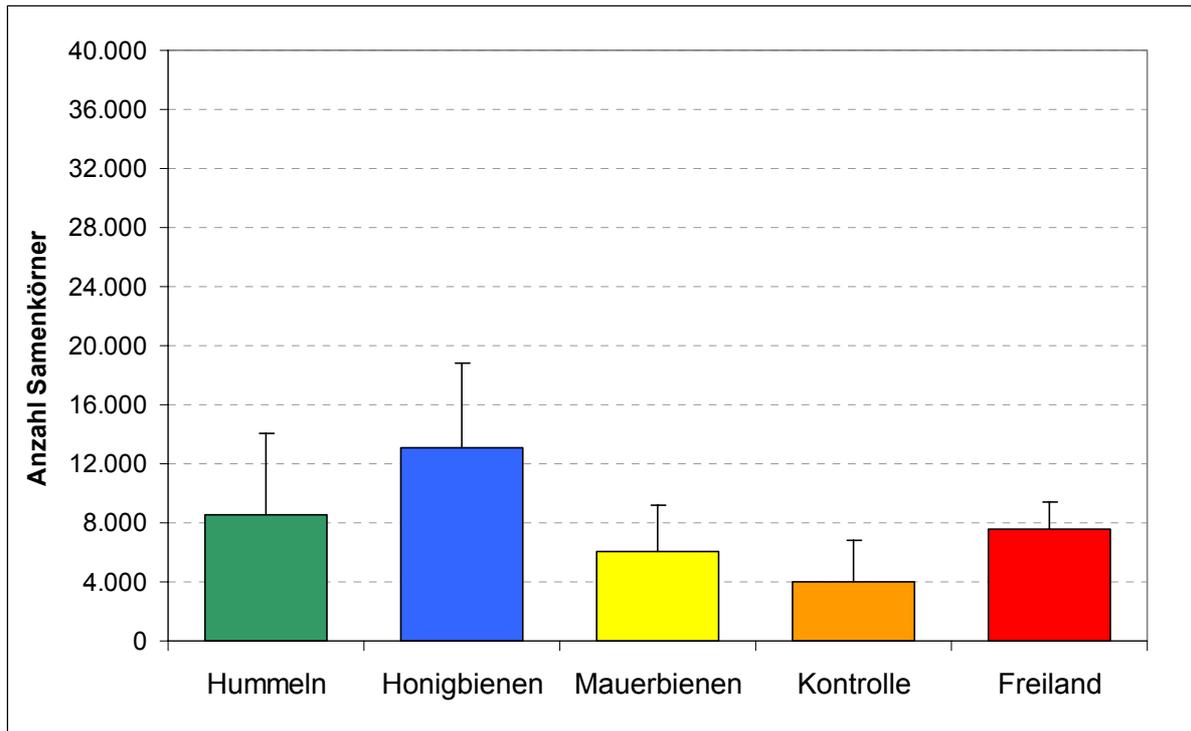


Abb. 11a: Mittlere Samengehalte Heidelbeersorte ‚Patriot‘, 2006

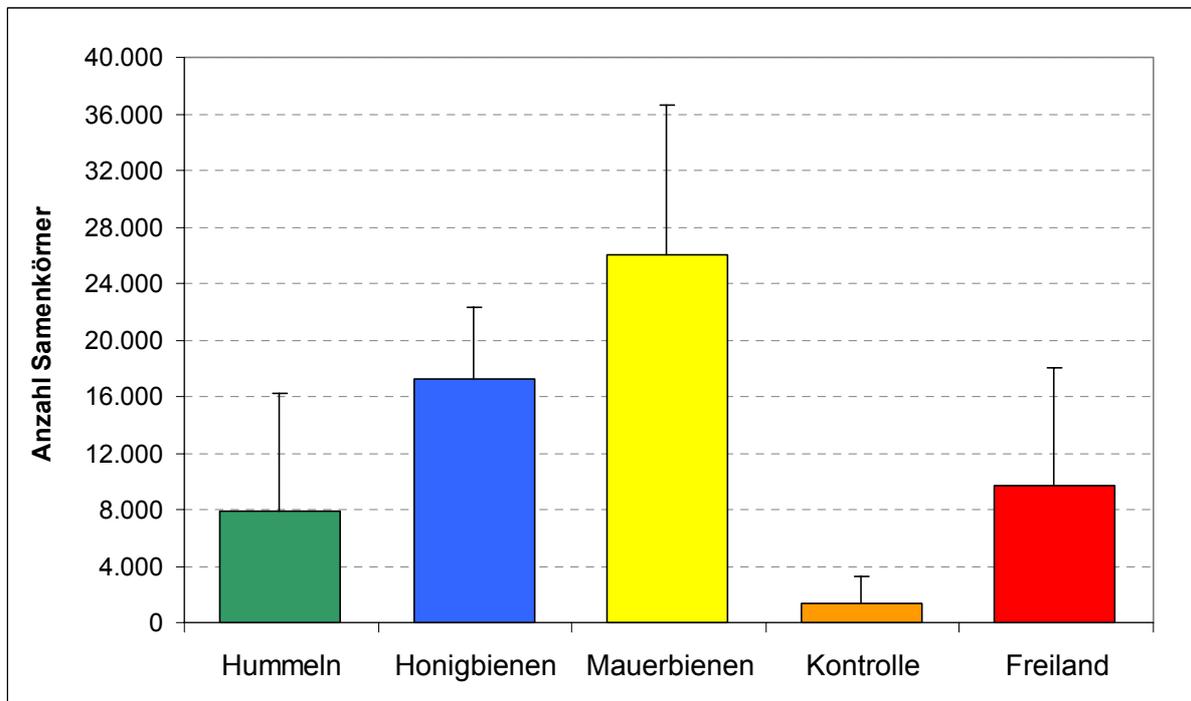


Abb. 11b: Mittlere Samengehalte Heidelbeersorte ‚Heerma‘, 2006

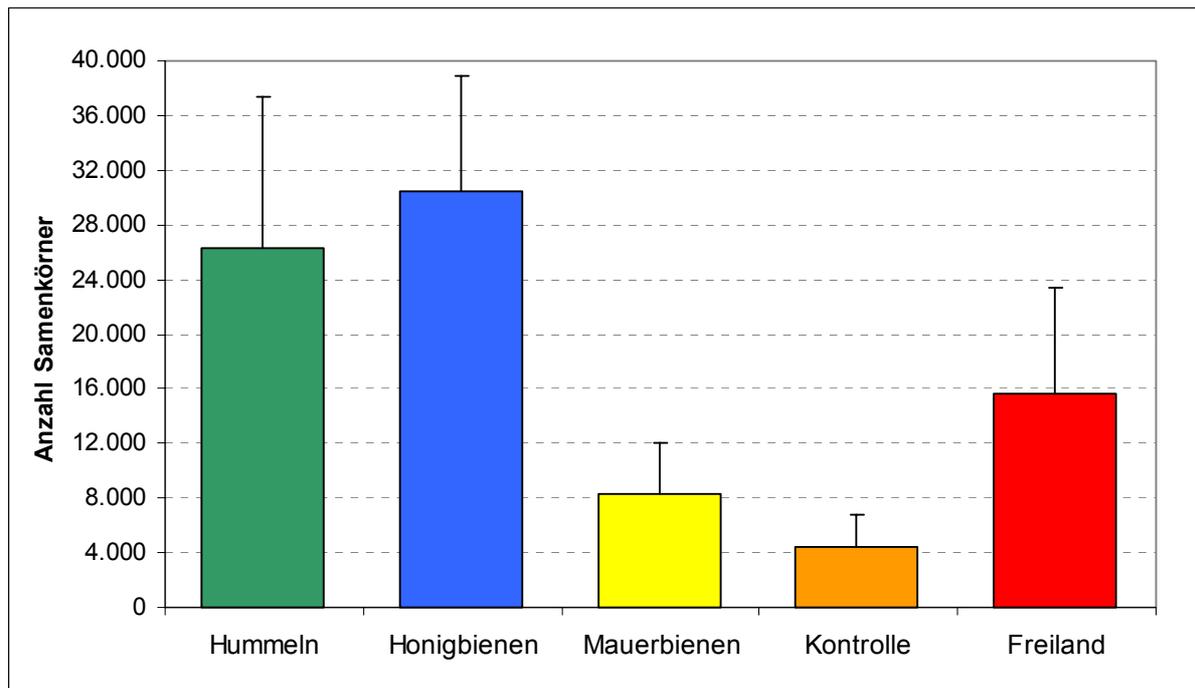


Abb. 11c: Mittlere Samengehalte Heidelbeersorte ‚Bluecrop‘, 2006

Generell kann aus den Ergebnissen der verschiedenen Versuchsvarianten in den Heidelbeerkulturen das Folgende abgeleitet werden:

- Bestäubung durch Bienen führt generell zu einer Steigerung der Fruchtgröße, des Samengehaltes und des Gesamt-Ertrages. Hierbei gibt es Sortenunterschiede, die sich eventuell durch unterschiedliche Blütengrößen erklären lassen,
- die Aussage, Heidelbeeren seien typische Hummelpflanzen, stimmt so nicht. Unter den Zeltbedingungen hat fast durchweg die Honigbiene besser abgeschnitten, als die Hummeln,
- letztlich kann man zusammenfassen, dass es „den besten Bestäuber“ für Heidelbeeren nicht gibt.

Erdbeeren

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass sich die erzielten Fruchterträge in Abhängigkeit von den eingesetzten Bestäubern unterscheiden (siehe Abb. 12 und Tabelle 3 im Anhang I). Beim Einsatz der Honigbienen (2,58 kg) ergab sich ein ähnlich hoher Ertrag wie im Kontrollzelt ohne Bestäuber (2,62 kg). In der Vergleichs-Variante mit Osmien lag der Gesamtertrag mit 2,72 kg am höchsten. Einen deutlich geringeren Gesamtertrag wurde beim Einsatz der Hummeln erzielt (1,48 kg).

Betrachtet man den Fruchtansatz, relativiert sich dieses Bild etwas (siehe Abb. 13): Der Fruchtansatz liegt mit 61,9% bei den Honigbienen am höchsten, bei *Osmia rufa* (53,6%) und der Kontrolle (57,7%) liegen sie auf einem ähnlichen Niveau, während der Fruchtansatz bei *Bombus terrestris* (43,4%) deutlich niedriger ist. Ein Einfluss der spezifischen artifiziiellen Bedingungen im Zelt auf diese Ergebnisse kann nicht ausgeschlossen werden.

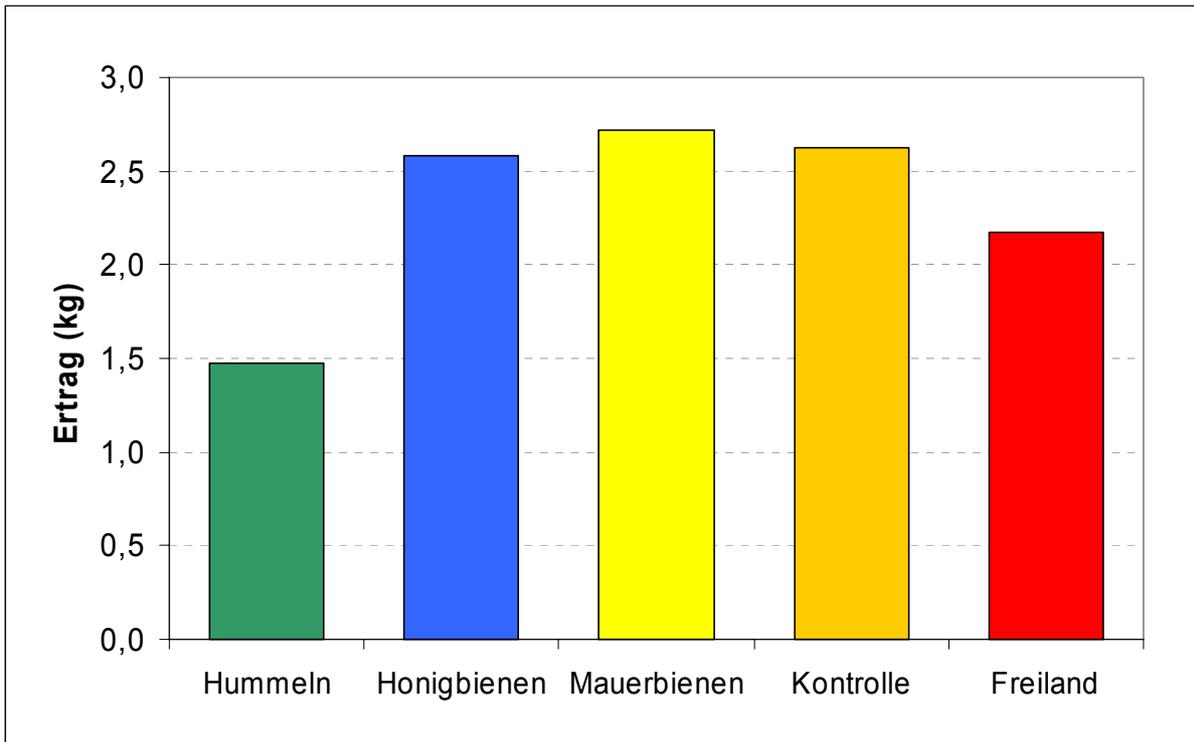


Abb. 12: Gesamterträge in den verschiedenen Versuchsvarianten bei Erdbeeren (Angaben in kg), 2005

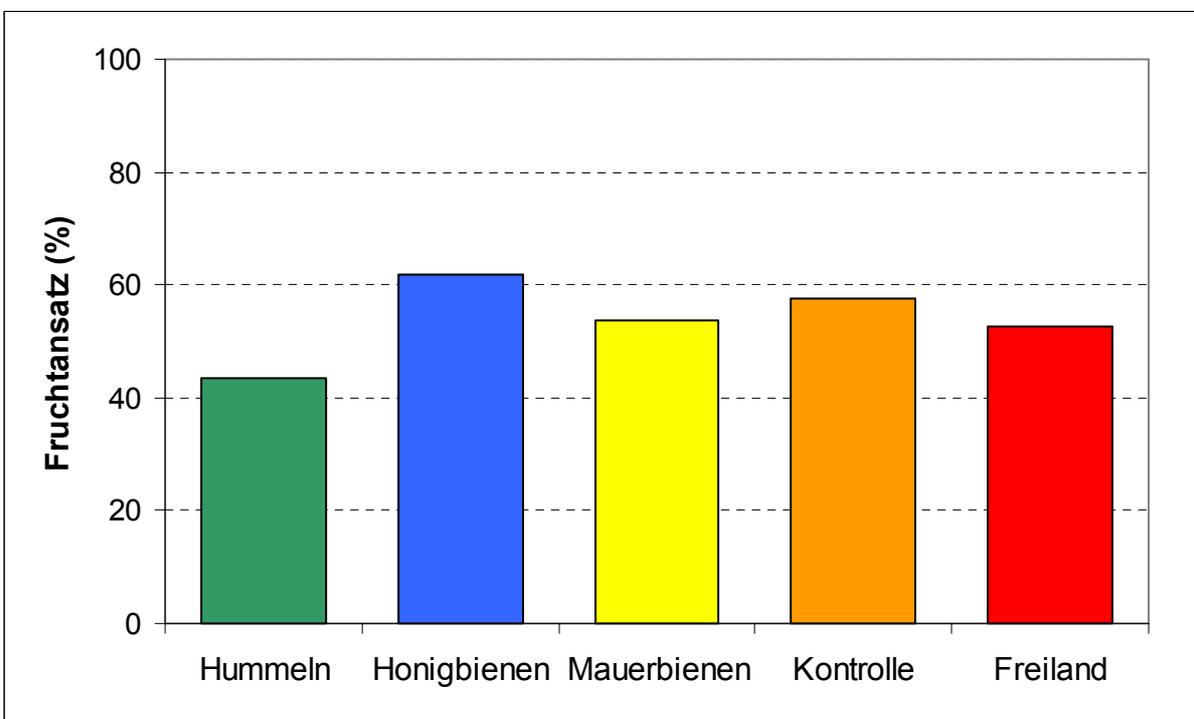


Abb. 13: Fruchtansatz in den verschiedenen Versuchsvarianten bei Erdbeeren (Angaben in %), 2005

Der Anteil an unförmigen Früchten, der auf eine mangelhafte Bestäubung zurückgeführt werden kann, ist in der Hummelvariante mit 47,2% sehr hoch (siehe Abb. 14). Früchte mit solchen Formfehlern sind nicht in die Handelsklassen „Extra“ oder Handelsklasse I einstuftbar und bedeuten somit deutliche finanzielle Einbußen für den Anbauer. Ein recht hoher Anteil unförmiger Früchte (10,12%) ist auch in der Honigbienen-Variante zu finden. Hingegen liegt dieser Anteil mit 2,94% bei den Mauerbienen deutlich niedriger. Inwieweit auch hier die spezifisch artifiziellen Bedingungen im Zelt mit verantwortlich sein könnten, kann nicht ausgeschlossen werden.

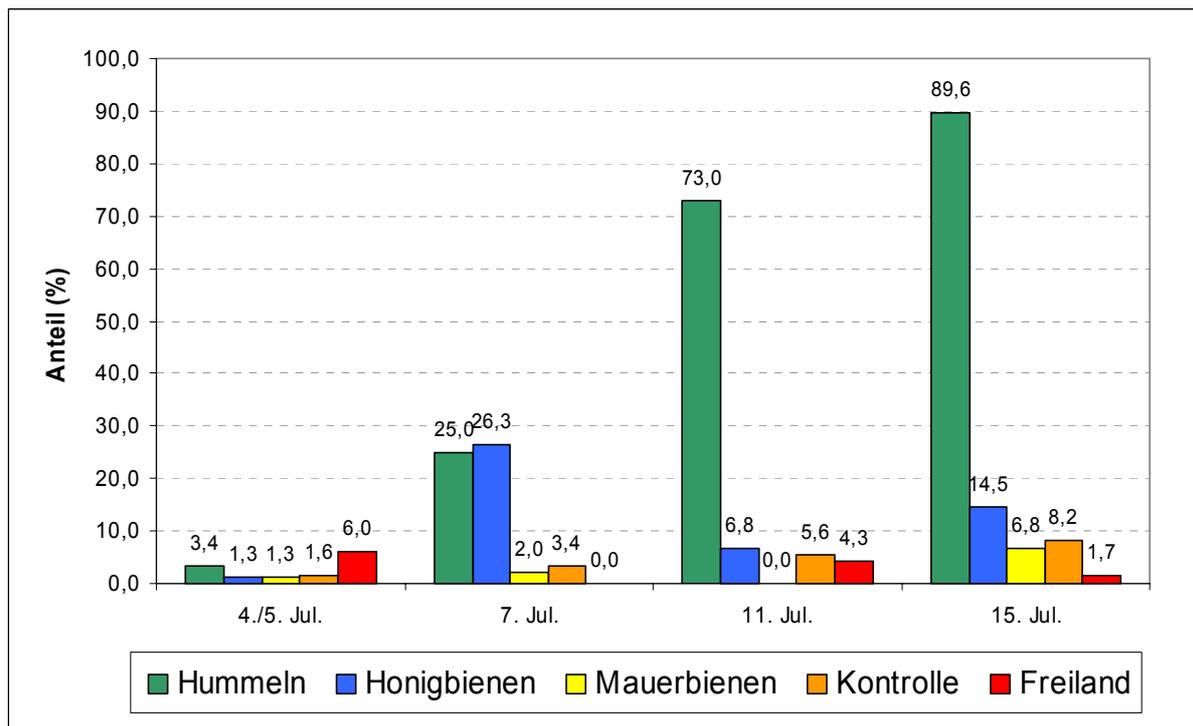


Abb. 14: Anteil unförmiger Früchte am Gesamtertrag zu verschiedenen Ernteterminen bei Erdbeeren (Angaben in %), 2005

3.1.2 Praktische Freilandversuche auf Flächen anerkannter ökologischer Beerenobstbaubetriebe

a) Versuche mit Honigbienen in der Heidelbeerkulturanlage

Im Jahr 2005 wurden in den Heidelbeerkulturanlagen in Essel und Grethem von einem Imker jeweils Bienenvölker aufgestellt, aus denen während der Heidelbeerblüte Honigproben zur Pollenanalyse gezogen werden konnten, um den Beflug der Heidelbeeren durch diese Völker nachvollziehen zu können. Ergänzt wurden die Proben mit je einer Schleuderprobe aus der Gesamtzahl der vom Imker dort aufgestellten Völker. Die Analyse zeigt deutlich, dass die Ertragsvölker zum

überwiegenden Anteil offensichtlich eher in die in etwa einen Kilometer entfernte Rapsfläche geflogen waren (siehe Abb. 15). Andere bevorzugte Trachtpflanzen waren Weide und Himbeere. Der Pollen der Heidelbeerblüten war lediglich mit 1,1 % bzw. 2,3 % in den Honigproben vertreten. Hierbei muss natürlich auch berücksichtigt werden, dass Heidelbeerpollen schon aufgrund der speziellen Blütenmorphologie im Vergleich zum Rapspollen im Sammelgut der Bienen unterrepräsentiert ist.

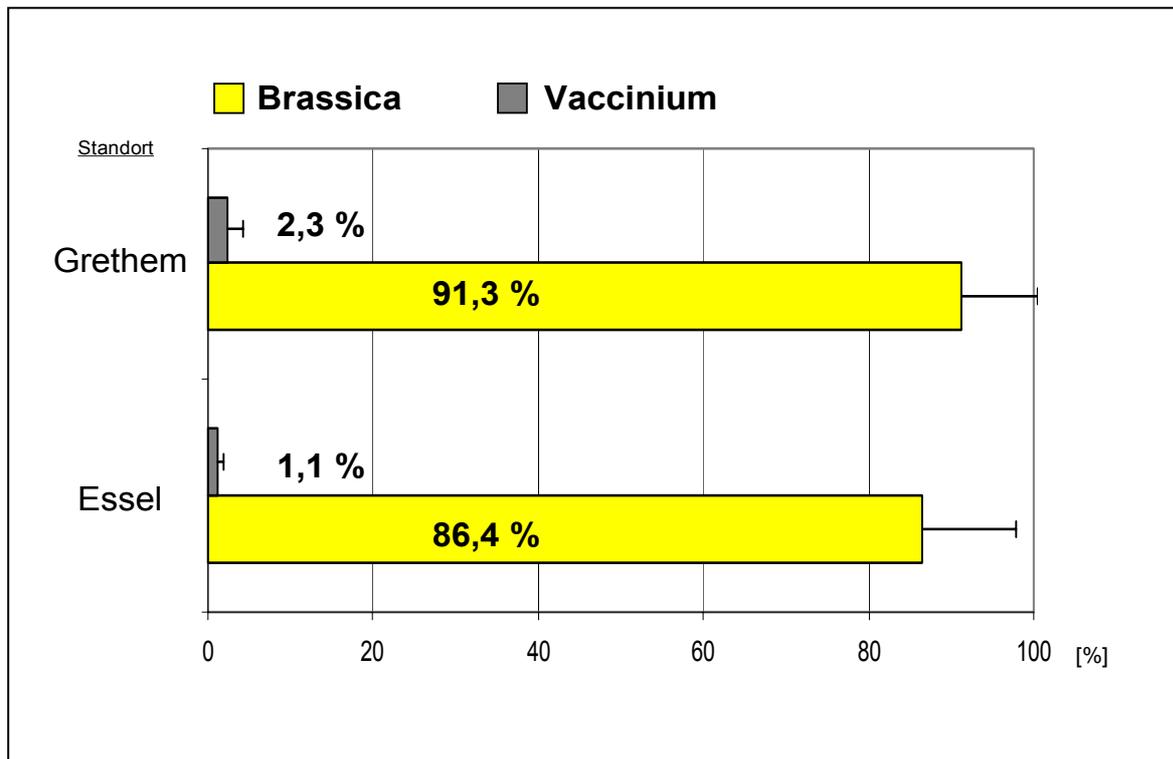


Abb. 15: Prozentuale Verteilung der im Honig nachgewiesenen Raps- bzw. Heidelbeerpollen an zwei verschiedenen Standorten 2005 in Essel und Grethem.

b) Versuche mit unterschiedlich großen Honigbienen-Völkern in der Heidelbeerkulturanlage

Im Jahr 2006 erfolgten in der Kulturheidelbeeranlage unter Freilandbedingungen Versuche mit unterschiedlich großen Honigbienen-Völkern. Honigproben dienen als Analysematrix, da Honig geeignet ist, ein repräsentatives Pollenspektrum jener Pflanzen in der Umgebung widerzuspiegeln, welche von den Bienen zuvor befliegen wurden.

Die Analyse der Honigproben zeigte in der Tendenz, dass die größeren bzw. Individuen-reicheren Völker („Segeberger Beuten“) prozentual mehr Rapsblütenpollen mit ihrem Sammelgut eingetragen hatten als die „mittelgroßen“ bzw. „kleinen“ Vergleichsvölker. Den relativ höchsten Anteil Heidelbeerblütenpollen (mit 8 % bzw. 1062 Vaccinium-Pollen absolut in 10 g Honig) konnte in den kleinsten Völkern (Mini-Plus 1+1) nachgewiesen werden. Auch diese kleineren Völker sind in den Raps geflogen, der etwa in eineinhalb Kilometer Entfernung gleichzeitig zur Heidelbeere

blühte. Betrachtet man den Anteil Rapspollen von 11 % (bezogen auf 500 ausgezählte Pollenkörner) in den kleinsten Völkern, so ist dies im Vergleich zu den größeren Völkern der geringste ermittelte Wert. Eine chemische Analyse der Honige aus den unterschiedlich großen Völkern zeigte, dass das Zuckerspektrum in allen Völkern deutlich vom Rapsnektar bestimmt war.

Mit einer Wiederholung der Versuche im Jahre 2007 fielen diese Ergebnisse noch deutlicher aus (siehe Abbildung 16).

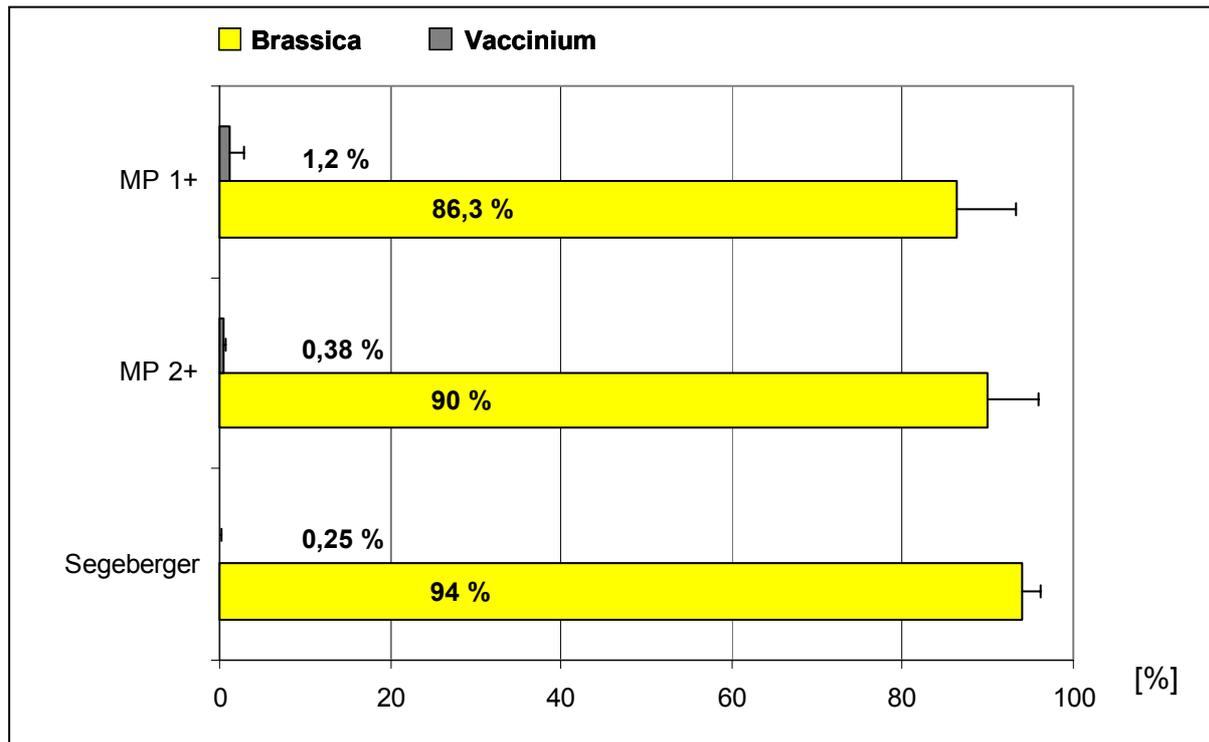


Abb. 16: Prozentuale Verteilung der im Honig nachgewiesenen Raps- bzw. Heidelbeerpollen 2007 in unterschiedlich Individuen-reichen Bienenvölkern (MP 1+: „kleine“ Völker; MP 2+: „mittel große“ Völker; Segeberger: „große“ Völker).

Die Analyse der Honigproben aus dem Jahre 2007 zeigte in der Tendenz, dass die größeren „Segeberger“ Völker mit durchschnittlich 94 % prozentual wieder mehr Rapsblütenpollen mit ihrem Sammelgut eingetragen hatten als die „mittel großen“ (\bar{x} 90 %) bzw. „kleinen“ (\bar{x} 86,3 %) Vergleichsvölker. Den relativ höchsten Anteil Heidelbeerblütenpollen (mit \bar{x} 1,2 % bzw. \bar{x} 1830,3 Vaccinium-Pollen absolut in 10 g Honig) konnte in den kleinsten Völkern (Mini-Plus 1+1) nachgewiesen werden. Im Vergleich wiesen die „mittelgroßen“ hierbei einen durchschnittlichen Wert von 203 bzw. die „großen“ Völker lediglich \bar{x} 56,8 Vaccinium-Pollen absolut in 10 g Honig auf. Die Unterschiede lassen sich aufgrund der vorhandenen Streuungen statistisch jedoch nicht absichern [H-Test bzw. Kruskal-Wallis-Test]. Zusätzlich war in der Pollenanalyse des Honigs auffällig, dass die „kleinen“ Völker insgesamt 32 verschiedene andere Trachtpflanzen neben dem Raps und den Heidelbeeren befliegen

hatten. In Abstufung dazu konnten in den „mittelgroßen“ Völkern 28 und bei den „großen“ Völkern nur 15 andere Pollenquellen nachgewiesen werden. Damit hatten die „kleinen“ Völker offensichtlich mehr unterschiedliche Trachtpflanzen und in der Tendenz mehr Heidelbeerblüten befliegen als die Vergleichsvölker.

Um zu sehen wie sich die Verhältnisse bei einzelnen Trachtbienen aus den unterschiedlich großen bzw. Individuen-reichen Völkern darstellt, wurden zu verschiedenen Terminen und Tageszeiten während der Hauptblühphase der Heidelbeeren Trachtbiene, die gerade von ihrem Trachtflug zurückgekehrt waren direkt am Flugloch abgefangen, um deren Honigblaseninhalte untersuchen zu können.



Abb. 17: Präparation der Honigblase einer Trachtbiene, um den Honigblasen-Inhalt pollenanalytisch untersuchen zu können.

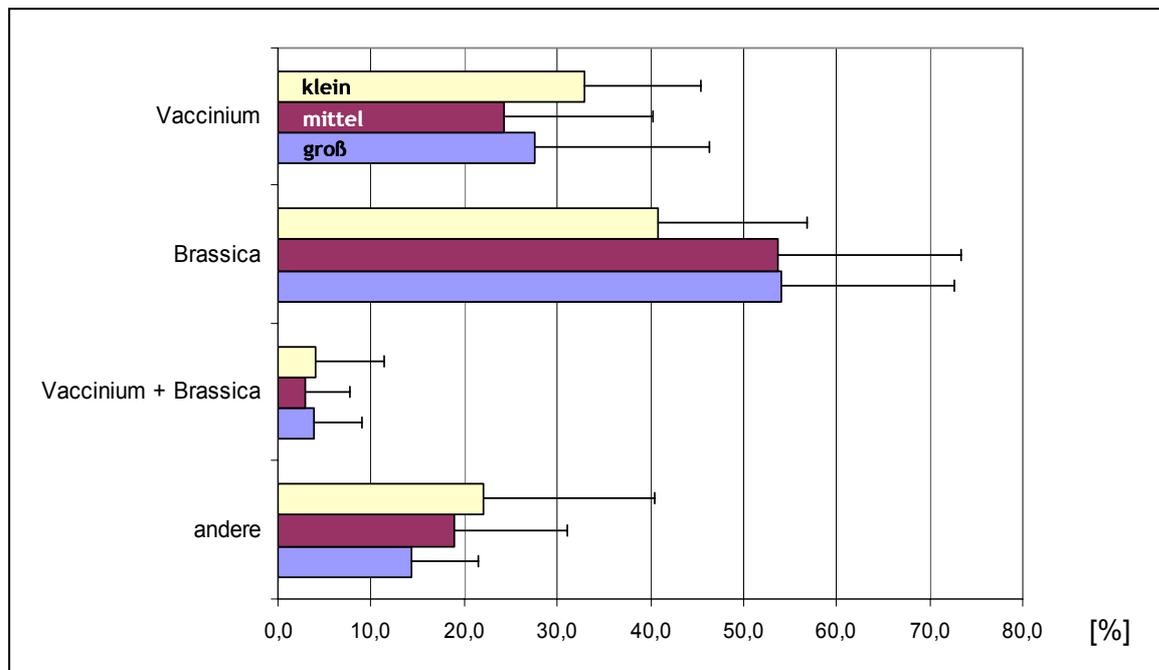


Abb.18: Verteilung der in den Honigblasen der Trachtbienen nachgewiesenen Raps-, Heidelbeer- bzw. andere Pollenquellen aus unterschiedlich Individuen-reichen Bienenvölkern [Erfassung am 04.05.2007 um 12:00 Uhr].

Nicht in alle untersuchten Honigblasen befand sich Pollen als Indiz für die zuvor besuchten Blüten. Obwohl keine weitere Untersuchung dieser „leeren“ Honigblasen vorgenommen wurde, kann angenommen werden, dass dies Wassersammlerinnen oder Trachtbienen waren, die bei abblühenden Heidelbeerblüten „Nektar-Diebstahl“ betrieben hatten, ohne in Kontakt mit den Antheren zu kommen.

Die Erfassung an drei verschiedenen Tagen zeigte auf Basis der pollenanalytisch untersuchten Honigblaseninhalte von ca. 1550 einzelnen Bienen in der Tendenz, dass die Bienen aus den „kleinen“ Völkern im Vergleich zu den „mittelgroßen“ bzw. „großen“ Völkern vermehrt die Heidelbeerblüten im nahen Umfeld als die weiter entfernten Rapsblüten befliegen haben (siehe Abb. 18 und 19 und 41 bis 43 im Anhang I). Die Unterschiede lassen sich aufgrund der vorhandenen Streuungen statistisch jedoch nicht absichern [H-Test bzw. Kruskal-Wallis-Test].

Bei Betrachtung einzelner Erfassungstage fällt auf, dass dieses Verhaltensmuster (kleinere Völker fliegen Trachten in der näheren Umgebung an, größere Völker befliegen auch weiter entfernte Pflanzen) nicht immer konstant ist.

Eine Erfassung am 04. Mai um 12:00 Uhr unterschied sich von der Erfassung am gleichen Tage um 15:00 Uhr (siehe Abbildung 18 und 41 im Anhang I) in der Form, dass die Bienen aus den „kleinen“ und auch aus den „großen“ Völkern nachmittags weniger in die Heidelbeerblüten flogen und stattdessen eher diverse andere (nicht weiter bestimmte) Trachten aufsuchten. Die „mittelgroßen“ Völker änderten ihre Sammelstrategie am Nachmittag des gleichen Tages hingegen kaum im Vergleich zum Vormittag.

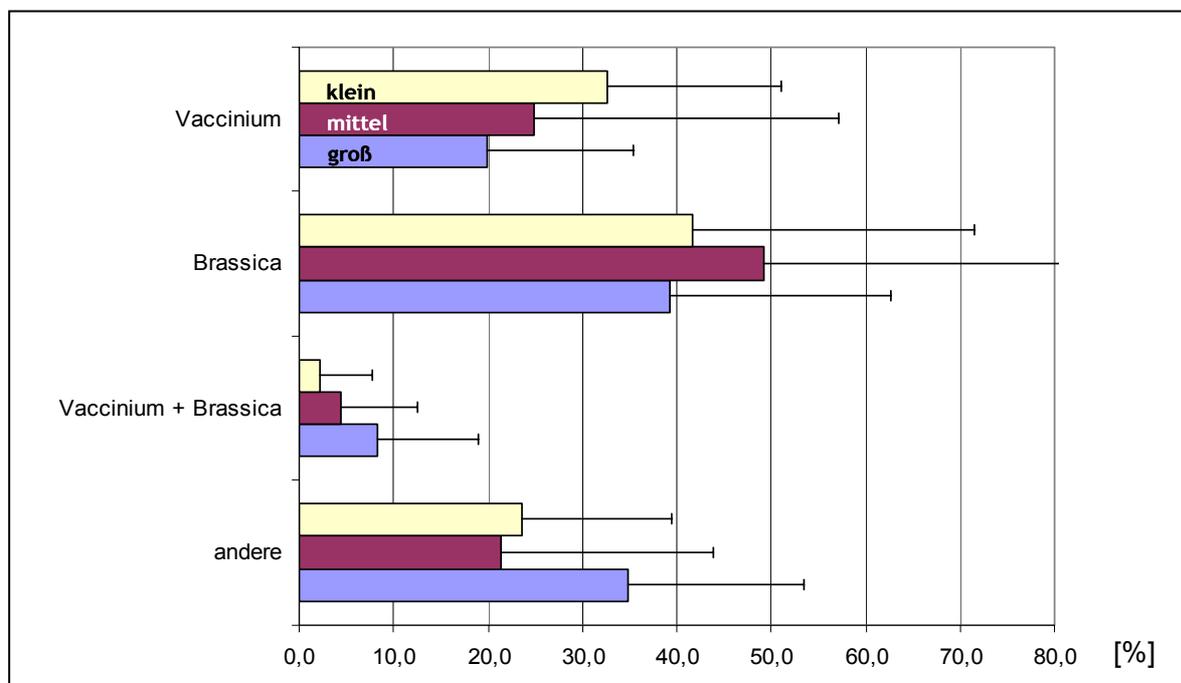


Abb. 19: Verteilung der in den Honigblasen der Trachtbienen nachgewiesenen Raps-, Heidelbeer- bzw. andere Pollenquellen aus unterschiedlich Individuenreichen Bienenvölkern [Erfassung am 13.05.2007 um 13:00 Uhr].

Lediglich bei einer Erfassung am 06. Mai um 11:00 Uhr haben die „kleinen“ Völker etwas weniger als die Vergleichsvölker in der Heidelbeeranlage gesammelt, stattdessen andere Trachten bezogen (siehe Abbildung 43 im Anhang I). An diesem Tage scheint der Raps weniger interessant für alle Völker gewesen zu sein, denn alle (!) Völker waren im Vergleich zu den anderen Untersuchungstagen verstärkt in die nahe gelegenen Heidelbeeren geflogen.

Wurden die bei der Erfassung mit eingefangenen reinen Pollensammlerinnen (mit Pollenhöschen an den Beinen) mit in den Vergleich einbezogen, so verschiebt sich die Verteilung nur unwesentlich und die „kleineren“ Völker haben weiterhin tendenziell mehr die Heidebeerblüten befliegen.

Generell kann aus den Untersuchungen mit den unterschiedlich großen Versuchsvölker das Folgende abgeleitet werden:

- Raps kann die Bienen von den Kulturheidelbeeren ablenken, wenn er gleichzeitig blüht, in erreichbarer Nähe steht und Nektar liefert,
- in der Tendenz wurden die kleineren Völker weniger abgelenkt als die großen Völker,
- die kleinen Völker sammelten tendenziell mehr im nahen Umfeld, in der Heidelbeerkulturanlage und in diversen anderen Trachten.

Aus diesen ersten durchaus interessanten Versuchsergebnissen sollte aber keineswegs eine Empfehlung für die Praxis abgeleitet werden, die lautet, eher kleine als große Völker für Bestäubungszwecke einzusetzen. Hier bedarf es unbedingt einer weiteren Untersuchung an einer möglichst „unkomplizierteren“ Tracht- bzw. Kulturpflanze als es die Heidelbeere mit ihrer speziellen Blütenmorphologie darstellt.

c) Versuche mit Hummelvölker in der Heidelbeerkulturanlage

Um die Aktivitätsradien von Hummelvölkern (*Bombus terrestris*), welche zur Bestäubung von Heidelbeeren empfohlen werden, bestimmen zu können, wurden in der Heidelbeeranlage unter Freilandbedingungen kleine Hummelvölker aufgestellt. Einzelne Hummeln wurden beim Ausflug aus dem Nest abgefangen, markiert und wieder fliegen gelassen.

Keine der markierten Hummeln wurde jedoch in der Anlage wieder gefunden. Aus dem Ergebnis kann nicht geschlossen werden, dass diese Hummeln ihren Aktivitätsradius außerhalb der Kulturheidelbeeranlage verlegt haben. Es ist eher denkbar, dass die Anzahl der markierten Individuen die Wahrscheinlichkeit des Wiederfindens in der etwa 7 Hektar großen Anlage erheblich beeinflusst hat.

In der darauf folgenden Versuchsperiode kamen Zählvorrichtungen der Fa. Koppert zum Einsatz. Diese wurden am Flugloch von zwei Hummelvölkern angebracht und erfassten mit Hilfe einer Lichtschranke die jeweils ein- und ausfliegenden Tiere. Diese Erfassung erfolgte im Monat Mai zur Vollblüte.

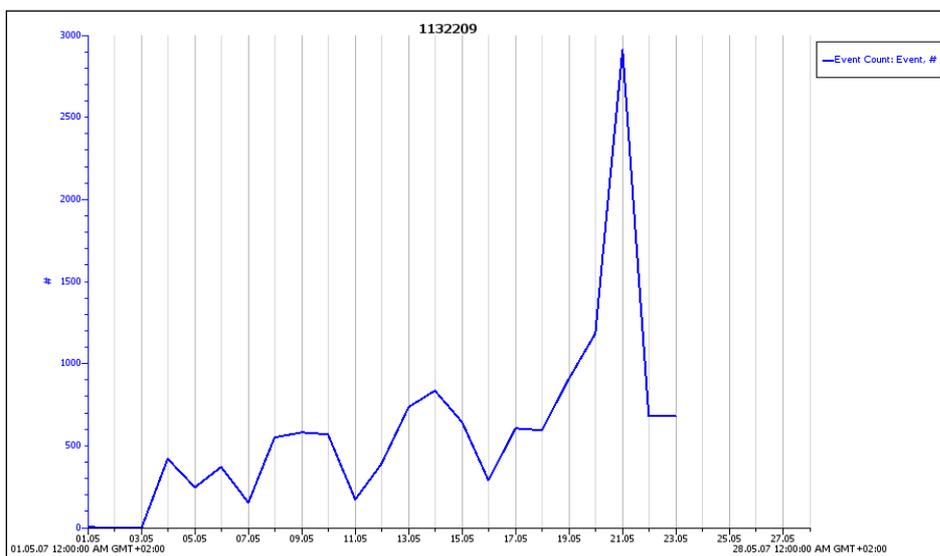
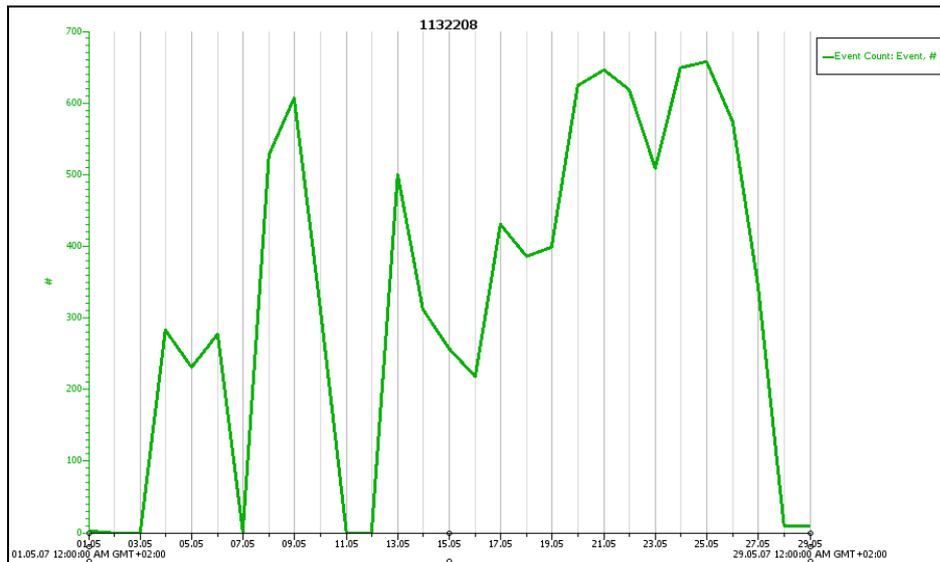


Abb. 20 a/b: Ergebnisse der Erfassung der ein- und ausfliegenden Tiere am Flugloch von zwei Hummelvölkern in der Kulturheidelbeeranlage, 2007

Mit den Ergebnissen wird bestätigt, dass die Hummelvölker im Verlauf der Zeit ihrer Aufstellung in der Heidelbeerkultur an Individuen (hier Sammlerinnen) zunahm. Tägliche Schwankungen werden vornehmlich durch unterschiedliche Witterung beeinflusst sein. Da aus technischen Gründen nicht die Genauigkeit der Zählrichtungen überprüft werden konnte, müssen die Extremwerte von bis 3000 ein- und ausfliegenden Hummeln pro Tag dennoch hinterfragt werden. Es ist sogar denkbar, dass hier am Ende der Blühperiode der Heidelbeeren eindringende räubernde Honigbienen die Zählergebnisse beeinflusst haben. Die Flugaktivität eines Hummelvolkes wird durch sein Individuenzahl bestimmt. Bei etwa 700 – 900 gezählten Individuen wird aber deutlich, dass Hummelvölker in dieser Hinsicht nicht mit Honigbienen konkurrieren können, bei denen üblicherweise etwa ein Drittel der gesamten Individuen (20.000 bis 50.000) auch Sammelflüge übernehmen.

Die Untersuchung von einzelnen Hummeln, die von ihren Sammelflügen zurückkehrten und am Flugloch abgefangen wurden, sollte aufzeigen, welche Blüten diese Hummeln zuvor beflogen hatten. Insgesamt konnte bei 21 Hummeln die Pollenzusammensetzung der Honigblasen und, wenn vorhanden, zusätzlich die der gehöselten Pollenladungen der Sammeleinrichtungen an den Bienenbeinen untersucht werden (siehe Abb. 21). 90,5 % der untersuchten Hummeln wiesen Vaccinium-Pollen in ihren Honigblasen bzw. als gehöselten Pollen auf. Diese Bienen haben theoretisch beim Besuch der Heidelbeerblüten zu deren Bestäubung beigetragen. Von diesen Hummeln hatten insgesamt nur 6 Individuen ausschließlich Vaccinium-Pollen aufzuweisen bzw. deren Blüten besucht. Für diesen Anteil (28,6 %) der untersuchten Hummeln, kann man also ableiten, dass sie auf ihren Sammelflügen sich ausschließlich in der Kulturanlage bewegt haben. In 66,7 % der untersuchten Hummeln wiesen die untersuchten Honigblasen bzw. Pollenhöschen neben dem Vaccinium-Pollen zusätzlich nicht weiter determinierten Pollen anderer Pflanzengattungen auf. Demnach haben diese Hummeln auf ihren Sammelflügen nicht allein nur Heidelbeerblüten besucht. Sie sind zwischenzeitlich auch auf andere Blüten gewechselt. In 9,5 % der Fälle kann aufgrund der Analyse gezeigt werden, dass die untersuchten Hummeln auf ihrem Sammelflug überhaupt keine Heidelbeeren besucht hatten, sondern stattdessen andere Pflanzengattungen zum Pollen- bzw. Nektarsammeln aufgesucht haben. Die Analyse zeigte aber auch, dass 28,6 % der untersuchten Hummeln sogar an das etwa in 1,5 km entfernte Rapsfeld geflogen sein müssen, um dort Pollen und Nektar zu sammeln.

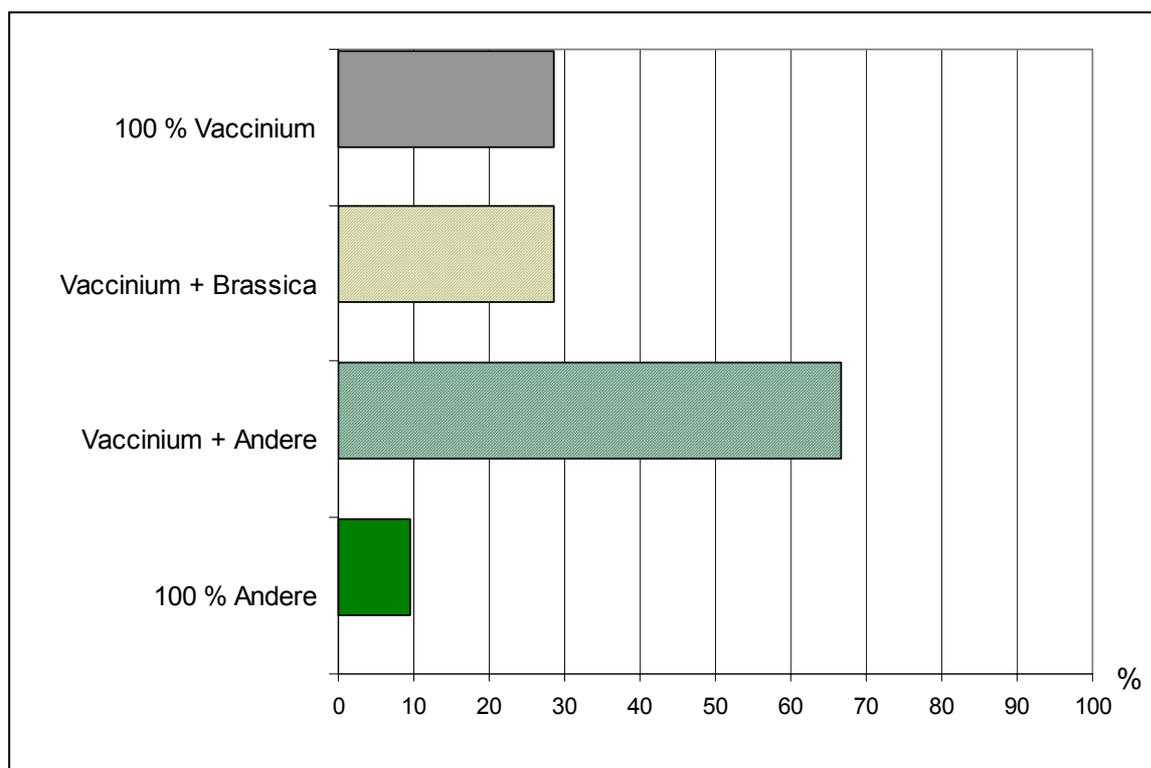


Abb. 21: Prozentuale Verteilung der an den Hummeln untersuchten Pollenladungen (Honigblasen und gehöselter Pollen). Die Hummeln (N=21) wurden nach ihrem Sammelflug direkt am Flugloch abgefangen.

d) Versuche mit Mauerbienen (*Osmia bicornis*) in der Erdbeerkulturanlage

Im Rahmen der Untersuchungen zum Bestäubermanagement unter Freilandbedingungen wurde der Einsatz von Mauerbienen (*Osmia bicornis*) und Honigbienen (*Apis mellifera*) in den Erdbeerkulturen untersucht.

Zunächst erfolgte eine quantitative Abschätzung des Befluges der Bienen am Linientranspekt in der Erdbeeranlage (siehe Ergebnisse unter 3.1.3). Hierbei überwog der Anteil der Honigbienen deutlich, die auf den Erdbeerblüten anzutreffen waren. Mauerbienen wurden nur ganz vereinzelt angetroffen. An sechs der insgesamt acht Beobachtungstermine konnten Mauerbienen in den Erdbeerkulturen gesichtet werden (Ø 5 Individuen), dies vor allem im näheren Umkreis zu ihren Nestern. Da die wenigen angetroffenen Mauerbienen auch ein Ergebnis einer geringen „Treffer-Wahrscheinlichkeit“ in der großen Erdbeeranbaufläche sein konnten, sollte die Analyse des von den Mauerbienen für ihre Nachkommenschaft gesammelten Pollens genaueren Aufschluss erbringen, welche Blüten von ihnen tatsächlich besucht wurden. Hierfür entnahmen wir aus den Nisthilfen die entsprechenden Pollenproben. Die Ergebnisse der Pollenanalyse von 30 Proben (d.h. von 30 verschiedenen angelegten Einzelnestern) sind in Abbildung 22 grafisch dargestellt. Sie zeigen, dass die Mauerbienenweibchen für das Sammeln des Nestproviant für ihre Nachkommen nicht in die Zielkultur Erdbeere der Anlage geflogen sind. Stattdessen überwiegt in ihren Pollenladungen der Pollen des Hahnenfußes mit mehr als 90 %, gefolgt von Holunder-, Mohnpollen und anderen Pflanzengattungen.

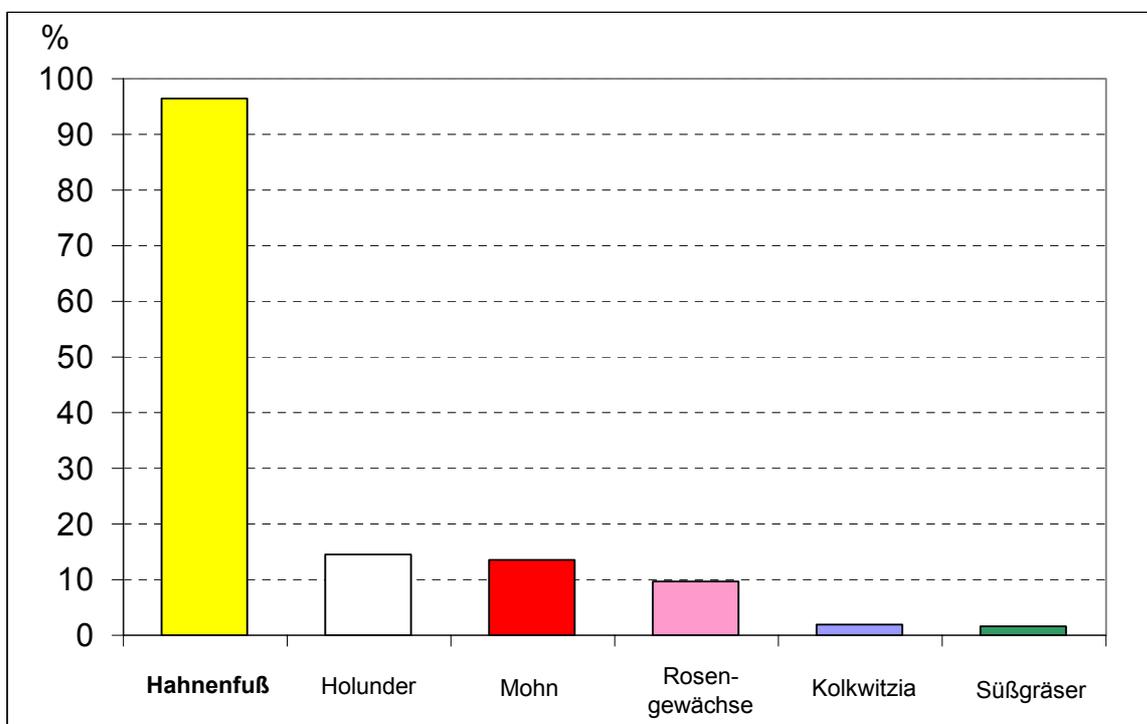


Abb. 22: Ergebnis der Pollenanalyse der Vorräte aus den Osmien-Nestern repräsentieren die Pflanzen, die von den Mauerbienen in der Erdbeeranlage befliegen wurden.

In 20 dieser Proben (66,7 % aller Proben) hatten die Mauerbienen ausschließlich Hahnenfuß-Blüten besammelt. Die Ergebnisse aus den Zeltversuchen 2005 zeigen zwar, dass die Mauerbiene (*Osmia bicornis*) prinzipiell ein sehr guter Bestäuber für Erdbeeren sein kann. Unter den Bedingungen im Freiland im Jahr 2006 befliegen die Mauerbienen aber bevorzugt andere Blüten als die Erdbeerblüten. Somit haben die eingesetzten Mauerbienen auch nicht zur Bestäubung der Zielkultur beigetragen.

Etwas anders stellen sich die Ergebnisse aus Versuchen mit Honigbienenstöcken dar. Bereits bei der quantitativen Abschätzung am Linientranssekt überwog der prozentuale Anteil an Honigbienen deutlich gegenüber dem Anteil an Hummeln und anderen Wildbienen (siehe Ergebnisse unter 3.1.3).

Die Pollenanalyse des Honigs, der aus den Versuchsvölkern nach der Abblüte der Erdbeeren gewonnen wurde, zeigte, dass die Honigbienen neben anderen Trachten auch die Erdbeeren (5 % Anteil) befliegen hatten (siehe Abb. 23). Die Weißklee- und Spargelflächen, die von den Bienen offensichtlich noch intensiver befliegen wurden, schlossen räumlich direkt an die Erdbeerflächen an. Die Himbeertracht aus der nah gelegenen Waldfläche und die Rapsflächen waren im engen Flugradius von weniger als einem Kilometer von den Bienen zu erreichen. Die Ergebnisse zeigen, dass Honigbienen sehr wohl geeignete Bestäuber für die Erdbeeren unter Freilandbedingungen sein können.

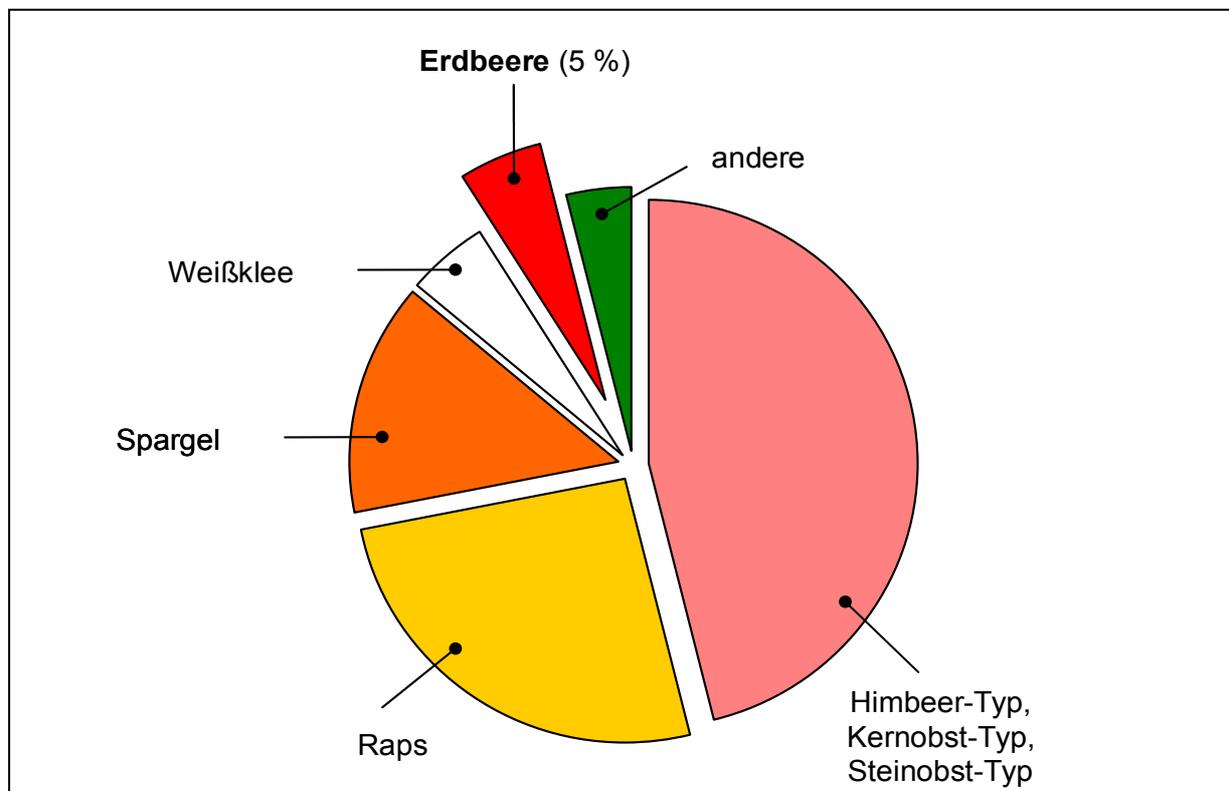


Abb. 23: Ergebnis der Pollenanalyse der Vorräte aus den Honigbienenstöcken, die an der Erdbeerkulturfächen in Eldingen-Metzingen aufgestellt worden waren.

3.1.3 Erfassung der natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften in den ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen

Um Bestäuber für Erdbeer- und Heidelbeerkulturen benennen zu können, sind zunächst die natürlich vorkommenden Bienen-Bestäuber in den Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen erfasst worden. Diese Erfassung dient auch der quantitativen Abschätzung der an der Bestäubung beteiligten Bienen.

Heidelbeeren

Die Erfassungen im Jahre 2005 entlang des Linientransektes in den Kulturheidelbeeranlagen zeigen einen deutlich höheren Anteil an natürlich vorkommenden Hummeln im Vergleich zu den Honigbienen als Blütenbesucher auf (siehe Abb. 24a und Tab. 4 im Anhang I). Zu Beginn der Blühphase sind diese Hummeln ausschließlich Königinnen, die sich zu dieser Zeit im Jahr noch in der Nestaufbauphase befinden. Dabei sollte erwähnt sein, dass in der Anlage neun Bienenvölker zusätzlich für Bestäubungszwecke der Heidelbeeren aufgestellt waren. Lediglich beim letzten Erfassungstermin am 26.05.05 in Essel ändert sich die Verteilung zu Gunsten der Honigbienen. Zu diesem späten Zeitpunkt ist die Blühphase der Kulturheidelbeeren fast abgeschlossen gewesen. Die Honigbienen und Hummeln betätigten sich dann hauptsächlich als Nektarsammler an den abgeblühten Blütenständen.

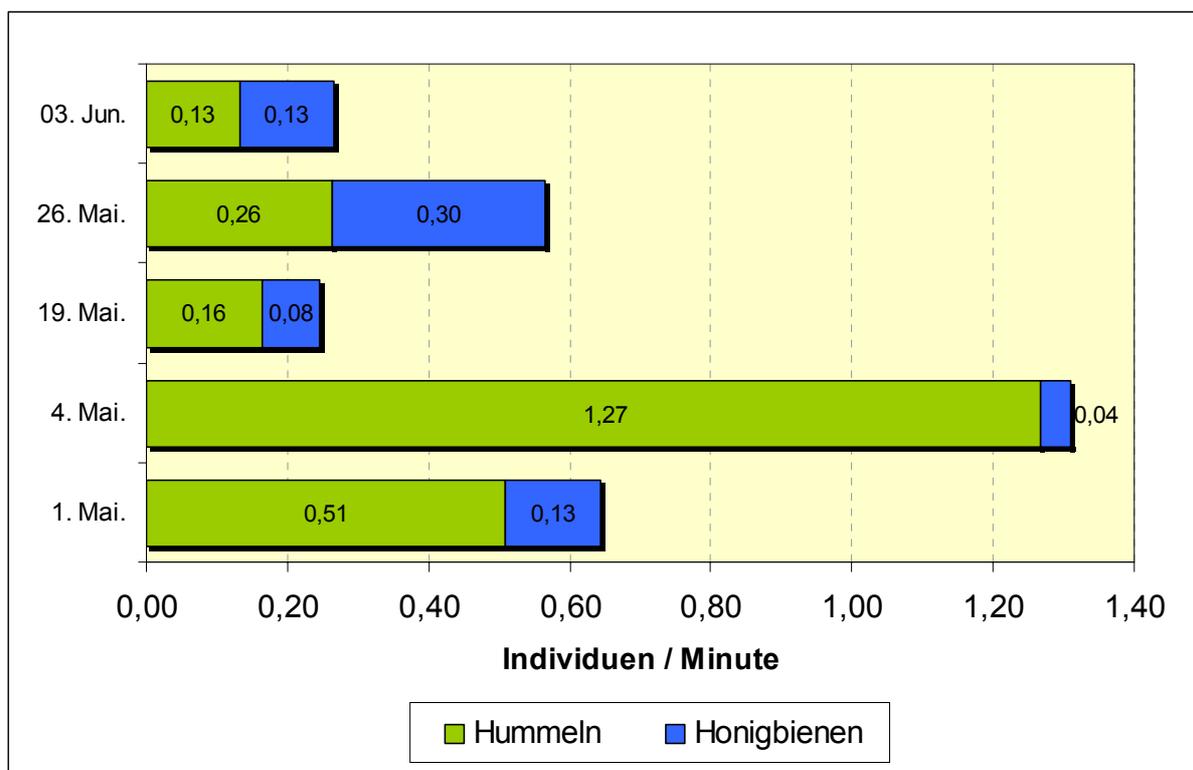


Abb. 24a: Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Bienenarten pro Minute auf Heidelbeerblossoms entlang des Linientransektes, Heidelbeeren 2005

Auffällig weniger Hummeln (ausschließlich Königinnen zu dieser frühen Zeit im Jahr) waren 2006 in der Heidelbeeranlage in Essel im Vergleich zum Vorjahr nachweisbar (siehe Abb. 24b und Tab. 5 im Anhang I). An den drei ersten Erfassungsterminen (9. bis 11. Mai) konnten noch keine Honigbienen angetroffen werden, da diese erst am 13. Mai von uns in der Anlage aufgestellt wurden (12 Völker). Das Fehlen von Honigbienen während der ersten Erfassungen zeigt, dass die Anlage nicht von anderen Honigbienen aus der Umgebung genutzt wurde. An den meisten Erfassungstagen war das Verhältnis Honigbienen/Hummeln, die am Linientranssekt erfasst wurden, nahezu ausgeglichen. Im ersten Untersuchungsjahr überwog dagegen in der gleichen Anlage der prozentuale Anteil an Hummeln deutlich. Zahlenmäßig spielen andere Wildbienen nur eine untergeordnete Rolle.

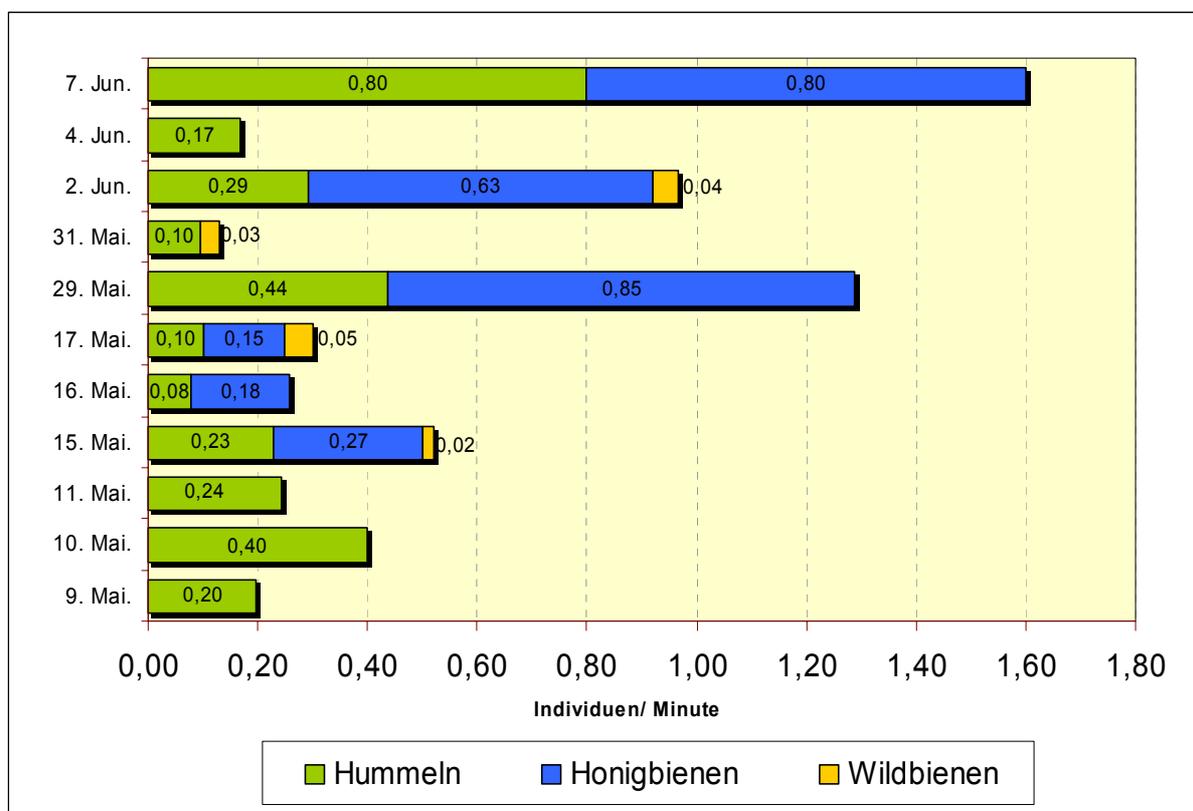


Abb. 24b: Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Bienenarten pro Minute auf Heidelbeerblüten entlang des Linientranssektes, Heidelbeeren 2006

Erdbeeren

Anders fiel dieses Verhältnis bei der Erfassung in den Erdbeerkulturen aus (siehe Abb. 24c und 24d und Ta. 6 und 7 im Anhang I). Hier überwog deutlich der Anteil Honigbienen. In 2006 traten aber im Vergleich zum Vorjahr erstmals Hummeln an den Erdbeerblüten auf, die den Arten *Bombus lapidarius*, *B. lucorum*, *B. pascuorum* und *B. terrestris* zugeordnet werden konnten. Da ein Teil der gefangenen und später taxonomisch bestimmten Tiere Arbeiterinnen waren, kann gefolgert werden, dass sich in der Umgebung der Erdbeeranlage entsprechende Kolonien angesiedelt hatten.

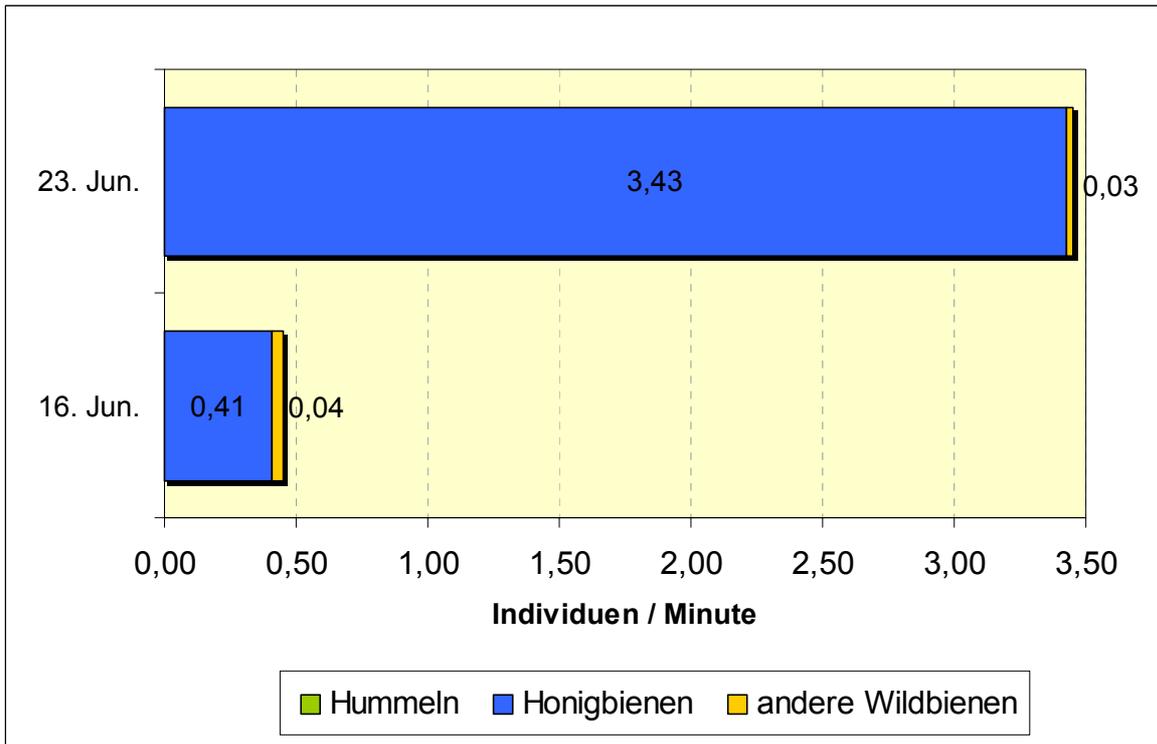


Abb. 24c: Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Bienenarten pro Minute auf Erdbeerblüten entlang des Linientransektes, Erdbeeren 2005

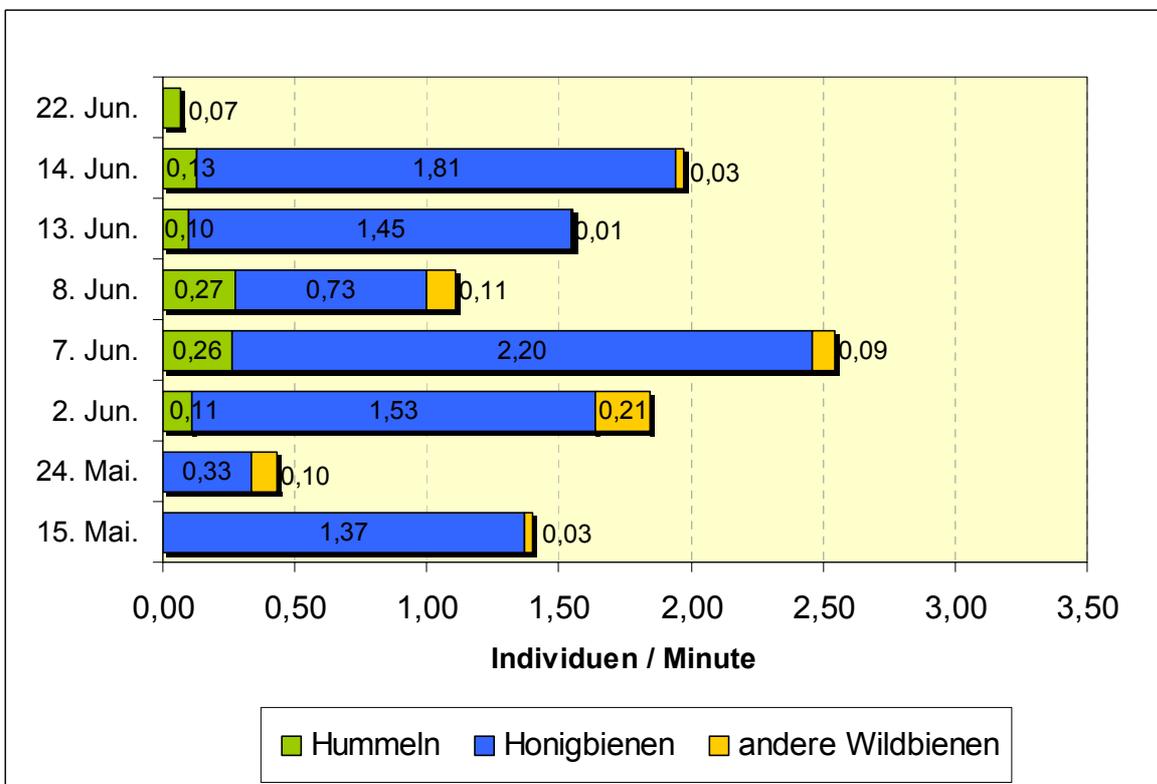


Abb. 24d: Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Bienenarten pro Minute auf Erdbeerblüten entlang des Linientransektes, Erdbeeren 2006

Die taxonomisch ausgewerteten Listen der **in den Versuchsfeldern erfassten Bienenarten** (Handkescherfänge) zeigen eine differenzierte Zusammensetzung verschiedener Gattungen und Arten.

Die Erfassung der natürlich vertretenen Bienenarten auf Kulturheidelbeeren (*Vaccinium corymbosum*) erfolgte in drei Erfassungsperioden innerhalb zwei verschiedener Kulturanlagen in den Jahren 2005 und 2006. Ergänzt wurde diese Erfassung in einer Waldparzelle (bei Celle-Bennebostel) auf Wildheidelbeerblüten (*Vaccinium myrtillus*). Diese Erfassung konnte aus Zeitgründen im Umfang jedoch nicht so intensiv stattfinden wie in den Kulturanlagen.

In den Kulturheidelbeeranlagen konnten acht verschiedene Bienen-Gattungen (einschließlich der Honigbiene) nachgewiesen werden (*Andrena*, *Apis*, *Bombus*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Nomada*, *Osmia* und *Sphecodes*). Innerhalb dieser Gattungen wurden insgesamt 26 verschiedene Arten determiniert. Besonders geprägt wird diese Bestäubergilde durch das häufige Vorkommen von Hummeln (*Bombus*), welche mit neun Arten (einschließlich der Kuckuckshummeln) die am häufigsten vertretene Gattung darstellt. Darüber hinaus konnten auch sechs verschiedene *Andrena*-Arten determiniert werden (siehe Tabelle im Anhang II). Es traten auch in ihrem Bestand gefährdete Arten auf, wobei mit *Lasioglossum sexnotatum* (Kirby 1802) nach der aktuellen Roten Liste eine als stark gefährdete Art (2) und mit *Bombus jonellus* (Kirby 1802) ein gefährdete Art (3) nachgewiesen wurde (siehe Tabelle 1). Damit umfasst die Bienenfauna im Wesentlichen typische Vertreter von Kulturflächen.

Aus dem Arteninventar kann auch abgeleitet werden, dass ein Teil der Bienen offensichtlich die Kulturheidelbeeranlage als Nisthabitat nutzen. Die Sandbiene *Andrena cineraria* L. beispielsweise, die nach den Ergebnissen der Pollenanalyse ihren Pollenbedarf weiter außerhalb der Anlage deckt (Bergahorn und Weide), nutzt die Kulturanlage lediglich zur Anlage ihrer Nester (unbewachsene, festgefahrene Fahrgassen). Die Präsenz der seltenen bzw. in ihrem Bestand gefährdeten Arten zeigt, dass die ökologisch bewirtschaftete Fläche auch unter Naturschutz-Aspekten als Habitat einen besonderen Wert übernimmt (siehe Tabelle 2).

Nicht alle Bienen sind zwangsläufig auch Bestäuber der Heidelbeeren, wie die Pollenanalyse zeigen kann (siehe Tabelle im Anhang III). Die Liste der potenziellen Bestäuber wird durch die Erfassung auf den Wildheidelbeerblüten mit weiteren zwei *Andrena*-Arten und drei *Bombus*-Arten ergänzt. Insgesamt sind somit 30 verschiedene Bienenarten als Blütenbesucher in den Heidelbeeranlagen nachgewiesen worden.

Auf den untersuchten Kultur- und Wildheidelbeerflächen ist mit *Andrena lapponica* (Zetterstedt, 1838) eine oligolektische Wildbienenart anzutreffen. Oligolektische Wildbienenarten sammeln Pollen ausschließlich von einer Pflanzenart oder ihrer nah verwandten Arten. *A. lapponica*-Bienen sind auf früh blühende *Ericaceae* (Heidekrautgewächse wie *Vaccinium*) als Pollenquellen angewiesen. Sie sind also typische natürlich vorkommende Bestäuber der Heidelbeere. In Deutschland tritt diese Biene

aber mittlerweile so selten auf, dass sie in der Vorwarnliste der aktuellen Roten Liste geführt wird.

Auf den Erdbeer-Flächen fanden sich in 2006 erstmals größere Bestände an Hummeln als Blütenbesucher, dabei konnten sechs verschiedene *Bombus*-Arten nachgewiesen werden. Dies drückt sich vor allem auch in den Zahlen aus, die entlang des Linientransektes erhoben wurden und das prozentuale Vorkommen wiedergeben. Auch in den Erdbeerkulturen konnten mit Hilfe der Kescherfänge darüber hinaus verschiedene Arten an Schmalbienen (Gattung *Lasioglossum*) sowie drei unterschiedliche *Andrena*-Art nachgewiesen werden. Es wurden mit *Lasioglossum lativentre* (Schenck 1868) eine in ihrem Bestand gefährdete Art (3) nachgewiesen.

Tab. 1: Nachgewiesene seltene bzw. in ihrem Bestand gefährdete Bienen-Arten

Art	Gefährdungsstatus	Kultur	Fundort
<i>Andrena lapponica</i> (Zetterstedt 1838)	Anwärter der Roten Liste	Heidelbeere	Grethem
„	„	Heidelbeere	Essel
„	„	Wildheidelbeere	CE-Bennebostel
<i>Bombus jonellus</i> (Kirby 1802)	gefährdet (3)	Heidelbeere	Essel
<i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenck 1853)	gefährdet (3)	Erdbeere	Eldingen
<i>Lasioglossum sexnotatum</i> (Kirby 1802)	stark gefährdet (2)	Heidelbeere	Essel

c) Erfassung der Nist- und Nahrungshabitatansprüche der natürlich vorkommenden Wildbienenarten in den Beerenkulturanlagen.

Nestanlagen von endogäischen Wildbienenarten (unterirdisch nistenden) konnten sowohl innerhalb der Erdbeer- als auch der Heidelbeeranlage der ökologisch bewirtschafteten Flächen gefunden werden. Sandbienen nutzen beispielsweise die festgefahrenen offenen/schütter bewachsenen Sandwege in den Anlagen zum Bau ihrer Nester. Diese werden von den dazugehörigen Kuckucksbienen teilweise parasitiert. Innerhalb der Heidelbeer-Pflanzungen wurden Bodennester verschiedener Hummelarten angetroffen, die vielfach verlassene Mäusenester oder krautige Strukturen direkt am Strauchansatz der Heidelbeerbüsche nutzen. Nester von hypergäisch nistenden Arten, die also ihre Nester über der Bodenschicht anlegen, konnten nicht nachgewiesen werden, obwohl entsprechende Strukturen vorhanden sind. Einige Hummelarten, wie beispielsweise *Bombus hypnorum* oder *Bombus pascuorum*, nutzen zu Nistzwecken gegebenenfalls auch verlassene Vogelnistkästen, hohle Bäume und Ähnliches. Bei einer Erhebung in den vielen Vogelnistkästen (n=31), die sich innerhalb der Heidelbeeranlage befinden, konnten auch hier keine Nester von Hummeln nachgewiesen werden. Auch die von uns ausgebrachten vielen Hummelnisthilfen aus Tontöpfen (siehe Abbildung 25) konnten keine Hummeln anlocken ihre Nester dort anzulegen. Zaunpfähle mit alten Bohrungen von diversen Holzschädlingen sind zahlreich in beiden Kulturanlagen

vorhanden. Sie bieten potentiell die Möglichkeit zur Anlage von Nestern verschiedener Wildbienen. Die Kulturflächen in Metzingen auf denen sich auch die Erdbeerkulturen befanden sind von dem Landwirt gezielt Strukturen geschaffen worden, die für die Nistansprüche der Wildbienen besonders förderlich sind. Von uns hier angebrachte künstliche Nistklötze wurden von Mauerbienen schnell besiedelt.



Abb. 25: Künstliche Nisthilfe (Tontöpfe mit Moos- und Haarfüllung) die für Hummeln in der Heidelbeeranlage verteilt wurden.

Insgesamt bieten beide großen Kulturanlagen ausreichend Nahrung (Pollen und Nektar) durch die Kulturpflanzen und das reich strukturierte Umfeld. Beregnungsanlagen garantieren eine stetige Wasserversorgung, die für eine ausreichende Nektarproduktion hilfreich ist. Im näheren Umfeld sind weiter Blühaspekte wie Wildhimbeere, Wildheidelbeere, Berglorbeer, Faulbaum, Weidengewächsen und Ginster vorhanden. In weiterer Entfernung (ca. 800 – 1000 m) befinden sich ackerbaulich genutzte Flächen, auf denen in den Berichtsjahren u.a. Raps und Leguminosen angebaut wurden. Ruderalflächen bieten verschiedenste Nisthabitat für Wildbienen.

3.1.4 Pollenanalytische Untersuchungen

Mit Hilfe der Pollenanalyse wurden einzelne Bienen aus dem Freiland gezielt untersucht, die entweder auf Blüten oder im Nestbereich angetroffen wurden. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass offensichtlich nicht alle in der jeweiligen Untersuchungsfläche gekescherten Bienen ausschließlich die jeweiligen Kulturarten

beflogen haben (siehe Tabelle im Anhang III). Neben Pollen der Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturpflanzen konnten auch Pollen anderer Pflanzengattungen nachgewiesen werden.

Bei den aus den Heidelbeerkulturen untersuchten Bienen überwog der Anteil Bienen, die fast ausschließlich Heidelbeerpollen gesammelt hatten und somit mit ihren Blütenbesuchen wesentlich zur Bestäubung der Zielkultur potentiell beigetragen haben. Bei den wenigen untersuchten Honigbienen wurde die zu erwartende Blütenstetigkeit auch im Pollenbild bestätigt (d.h. 100 % *Vaccinium*-Pollen). Lediglich die untersuchten *Andrena cineraria* Bienen hatten erwartungsgemäß andere Blütenpflanzen zum Pollensammeln befliegen. Eine dieser untersuchten Bienen hat offensichtlich sogar das in etwa 1,5 km entfernt gelegene Rapsfeld zum Pollensammeln aufgesucht. Eine weitere Einzelbeobachtung sollte hier aufgeführt werden. Bei der Untersuchung der als oligolektisch auf *Ericaceae* (Heidekrautgewächse wie *Vaccinium*) spezialisierten Sandbiene *Andrena lapponica* (abgefangen in der Kulturheidelbeeranlage) wurde in der Pollenladung über 52 % Löwenzahn- und 48 % *Vaccinium*-Pollen vorgefunden.

Die genauere Untersuchung der Pollenfracht der in der Erdbeeranlage angetroffenen Hummeln zeigt, dass 36,4 % von ihnen ausschließlich die Erdbeeren befliegen hatten (100 % *Fragaria*-Pollen) und weitere 45,5 % der Hummeln zumindest einen Anteil von 80-99 % an Erdbeerpollen in ihrer Fracht trugen. Wesentliche andere Pollenquellen, die von diesen Hummeln in der Umgebung genutzt wurden, waren Weißklee, Spargel, Hornkraut, Raps, Senf, Glockenblume und andere. Bei den wenigen untersuchten Honigbienen wurde die zu erwartende Blütenstetigkeit auch im Pollenbild bestätigt (d.h. 100 % Erdbeerpollen). Eine untersuchte Sandbiene (*Andrena angustior*) wies neben Erdbeerpollen (33 %) als weitere Pollenquelle Hornkraut (14 %), Ehrenpreis (5 %), Engelwurz (1 %) und Hahnenfuß (0,47 %) auf. Aus dieser Untersuchung lässt sich ableiten, dass die Sandbiene neben den Kulturerdbeeren eher kleinflächige Blühaspekte im direkten Umfeld der Erdbeeranlage nutzte. Diese Kleinstflächen werden durch den Landwirt im Rahmen des Landschaftsmanagements am Rande der Ackerflächen besonders gefördert.

3.1.5 Untersuchung von Nektarproben

Um die Nektar-Verfügbarkeit, als einen entscheidenden Parameter für den Blütenbesuch potentieller Bestäuber, zu erfassen, wurden in der Hauptblühphase in der Heidelbeerkultur-Anlage in Essel Nektarproben gesammelt.

Die Erfassung (siehe Abb. 26 und Tabelle 8 im Anhang I) zeigt erhebliche Schwankungen in der Nektarverfügbarkeit an verschiedenen Erfassungstagen sowie sortenabhängige Unterschiede.

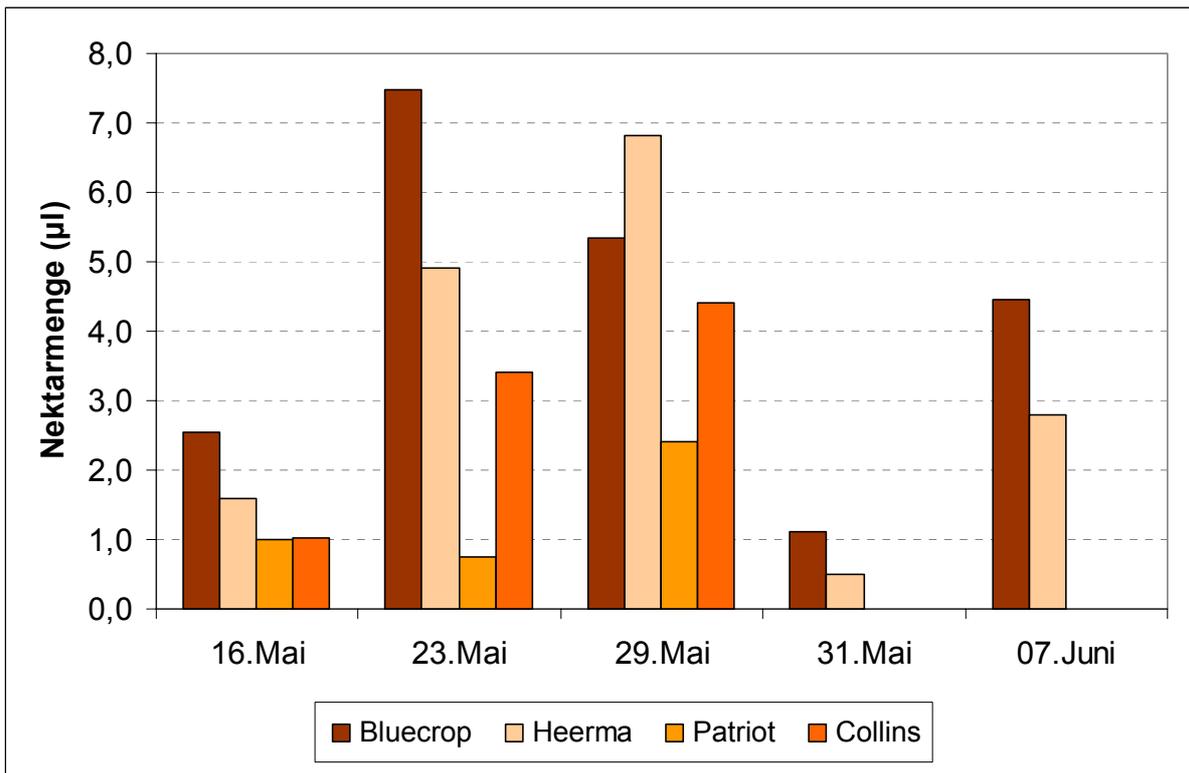


Abb. 26: Mittlere Nektarmengen in Heidelbeerblüten an verschiedenen Blühterminen (2006) bei verschiedenen Kultursorten in der Anlage in Essel

Die höchsten Nektarmengen wurden bei der Kultursorte ‚Bluecrop‘ ermittelt. Auch schwankten die Mengen innerhalb der jeweiligen Kultursorten erheblich. Die höchste erfasste Nektarmenge betrug 20,53 µl bei der Kultursorte ‚Bluecrop‘. Immer wieder wurden auch Blüten gefunden, die über keinerlei Nektar verfügten. Luftfeuchtigkeit, Verdunstung und der Verlust durch Blüten besuchende Insekten verringern die von der Blüte sezernierte Nektarmenge. Mögliche äußere Einflüsse auf die Nektarsekretion bei dieser Erfassung, die sich theoretisch zwischen den Beprobungsterminen unterscheiden haben können, blieben unberücksichtigt.

Es ist bekannt, dass die Nektarsekretion einer Blüte positiv durch entsprechende Verfügbarkeit von Wasser für die Pflanze gefördert wird. Dieser Aspekt wird in der Anbaupraxis offensichtlich nicht ausreichend berücksichtigt. Vielmehr liegt das Hauptaugenmerk in der Frostberegnung und der Beregnung zur Förderung der Fruchtausbildung in der Endphase des Reifungsprozesses.

Im zweiten Projektjahr (2005) wurden Nektarproben gezogen, die bezüglich ihrer Zuckerzusammensetzung mittels HPLC-Analyse chemisch analysiert werden sollten. In Tabelle 2 sind die wesentlichen Analyse-Ergebnisse zusammengestellt.

Der Heidelbeerblüten-Nektar weist nach dieser Analyse neben geringen Mengen Maltose und Saccharose (Rohrzucker, Ø 0,89 % TS-KH) wesentlich die Monosaccharide Glucose (Traubenzucker, Ø 40,08 % TS-KH) und Fructose (Fruchtzucker, Ø 50,68 % TS-KH) auf. Anteilig überwiegt die Fructose im Heidelbeernektar.

Tab. 2: Zuckerspektren von Heidelbeerblüten-Nektar

Proben- datum	Proben- ort	TS (%)	Fructose (% TS-KH)	Glucose (% TS-KH)	Saccharose (% TS-KH)	Maltose (% TS-KH)	Verhältnis Fructose/ Glucose
24.05.2005	Essel	39,4	50,50	48,96	0,23	0,30	1,03
26.05.2005	Essel	49,3	49,74	48,93	1,15	0,18	1,02
28.05.2005	Grethem	41,5	50,83	48,20	0,34	0,64	1,05
28.05.2005	Grethem	>50	46,00	52,83	0,5	0,68	0,87
03.06.2005	Essel	<30	51,64	46,24	1,83	0,29	1,12
	Mittelwert		50,68	48,08	0,89	0,35	1,06
	SD		0,79	1,28	0,75	0,20	0,05

Wird dieser Nektar von Honigbienen aufgenommen und zu Honig verarbeitet, ändert sich die Zuckerzusammensetzung. So wird der geringe Anteil Saccharose durch die Bienen-Invertase weitgehend abgebaut. Das durch den Nektar vorgegebene Fructose/Glucose-Verhältnis müsste bei einem entsprechenden „Heidelbeerhonig“ bestimmend und damit spezifisch gegenüber anderen Honigsorten sein (siehe hierzu auch die Ergebnisse der Untersuchungen, die im Rahmen des Bestäuber-Managements durchgeführt wurden, Tab. 14 im Anhang V).

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Zunächst stellen die Ergebnisse des Projektes einen wichtiger Beitrag zur Lösung entscheidender Probleme aus der Praxis des ökologischen Beerenobstanbaus dar. Die mit dem Projekt erarbeiteten Lösungsansätze für die bestehende Schwachstelle im ökologischen Beerenobstbau umfasst sowohl ein Bestäubermanagement als auch ein Landschaftsmanagement, die zum Ende der Projektförderung soweit erarbeitet sind, dass entsprechende Konzepte für die obstbauliche Praxis vorliegen. Ein Leitfaden zur Bestäubung von Heidelbeeren ist für die Praxisbetriebe erarbeitet. Basierend auf den Projektergebnissen ist dieser Leitfaden unter Einbeziehung von Praxisbetrieben entstanden. Die darin zusammengefassten Empfehlungen für ökologisch wirtschaftende Betriebe gelten gleichsam auch für konventionelle Betriebe, da das Thema Bestäubung für alle Betriebsformen einen besonderen Stellenwert hat. Damit kann der erarbeitete Lösungsansatz im ökologischen Landbau hierbei mit einer entsprechenden Nachahmung durch den konventionellen Landbau rechnen. Die ausgewählten Kulturen – Heidelbeeren und Erdbeeren - können als Modellauswahl betrachtet werden. Die im Bezug auf die Bestäubungsthematik hier erarbeiteten Ergebnisse können teilweise auf andere Beeren- und Obstkulturen übertragen werden. Somit kann bestehenden Betrieben über die Beratung hierin

direkte Hilfe zukommen. Die Einbindung des ÖKO-Obstau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsrings e.V. (ÖON) garantiert eine effizientere „vor Ort“ Beratung mit Bezug auf Bestäubungsfragen auch nach Ablauf des Projektes. Somit kann die obstbauliche Beratung den Wissenstransfers übernehmen und in die breite Praxis transportieren.

Die im Projekt erarbeiteten Lösungsansätze können mittelfristig für die ausgewählten Sonderkulturen Heidel- und Erdbeeren Ausweitungspotentiale begünstigen.

Die Einspeisung der Projektergebnisse und des Leitfadens zur Bestäubung in das Internetportal des BÖL eröffnet die Möglichkeit der Streuung der für die Praxis hilfreichen Ergebnisse weit über Norddeutschland hinaus.

Sicherlich werden der Projektansatz und die Struktur des Arbeitsplanes als Basis für neue Projekte dienlich sein.

Neue aus der Projektarbeit hervorgegangene Fragestellungen provozieren neue Lösungsansätze.

Eine differenzierte wissenschaftliche Publikation der verschiedenen Projektergebnisse steht noch aus.

4. Zusammenfassung

Mangelnde Verfügbarkeit adäquater Bestäuber ist ein Hemmnis im Produktionsbereich des ökologischen Beerenobstanbaus, das es zu überwinden gilt, um zukünftig bestehende Potentiale besser ausnutzen zu können.

Bislang wird in Deutschland die Honigbiene (*Apis mellifera*) als der wichtigste Bestäuber angesehen, deren Verfügbarkeit für Bestäubungszwecke heute jedoch aufgrund mangelnden Imkernachwuchses und erheblicher Haltungs-Probleme in der Praxis - verursacht beispielsweise durch die Varroa-Milbe - nicht nachhaltig garantiert ist.

Das Projekt zielte darauf ab, adäquate Bestäuber zur Ertragsoptimierung und Qualitätssicherung für den ökologischen Erdbeer- und Kulturheidelbeeranbau zu erschließen. Dabei wurden zwei unterschiedliche Lösungsstrategien untersucht:

- 1.) der gezielte Einsatz von Bienen (Wildbienen aus Zuchten und Honigbienen) in den zu bestäubenden Kulturen (= Bestäubermanagement)
- 2.) die Schaffung optimaler Lebensbedingungen zur Förderung natürlich vorkommender lokaler Wildbienenpopulationen im Umfeld der zu bestäubenden Kulturen (= Landschaftsmanagement).

Heidelbeerkulturen:

Die Eignung verschiedener Bienenarten (*Apis mellifera*, *Osmia bicornis* und *Osmia cornuta*, *Bombus terrestris*) wurde zunächst über zwei Untersuchungsjahre unter Zeltbedingungen getestet. Es zeigte sich, dass

- Bestäubung durch Bienen generell zu einer deutlichen Steigerung der Fruchtgröße, des Samengehaltes und zu einer zügigeren Fruchtreife führt.

Die Gesamt-Erträge in allen Versuchsvarianten, in denen Bienen eingesetzt wurden, lagen deutlich höher als die Erträge der Kontrolle-Varianten, aus denen Bienen ausgeschlossen waren.

- Unter den kontrollierten Gazezelt-Bedingungen haben fast durchweg die Honigbienen besser abgeschnitten als Hummeln und Mauerbienen. Die häufig in der Literatur anzutreffende Aussage, Heidelbeeren seien typische Hummelpflanzen, stimmt demnach in dieser Ausschließlichkeit nicht.

- Ein Vergleich der Eignung von Hummeln und Mauerbienen als Bestäuber von Heidelbeeren ergab unterschiedliche Ergebnisse in Abhängigkeiten von der jeweiligen Heidelbeersorte. Mauerbienen erwiesen sich dabei als bessere Bestäuber bei der kleinblütigen Sorte ‚Heerma‘, Hummeln bei den großblütigen Sorten ‚Bluecrop‘ und ‚Patriot‘. Ein Einfluss der Blütenmorphologie der jeweiligen Sorte auf diese Ergebnisse liegt nahe.

- Letztlich kann man aus den Bestäubungsversuchen ableiten, dass es „den besten Bestäuber“ für Heidelbeeren nicht gibt.

Unter Freilandbedingungen wurden weitere Untersuchungen vorgenommen.

- Untersuchungen zur Nektar-Verfügbarkeit in den Heidelbeerblüten zeigten erhebliche Schwankungen der Nektarmengen an verschiedenen Erfassungstagen und sortenabhängige Unterschiede. Diese variierenden Nektarmengen bestimmen die Attraktivität der Blüten für die Bienen und haben damit Einfluss auf die Besuchsfrequenz der verschiedenen Bestäuber im Zeitverlauf der Blühperiode. Eine qualitative Analyse des Heidelbeernektars zeigte ein spezifisches Zuckerspektrum mit hohen Monosaccharid-Anteilen und ein deutlich von der Fructose bestimmtes Fructose/Glucose-Verhältnis.
- Die Bestäubungsaktivität unterschiedlich Individuen-starker Honigbienenstöcke wurde verglichen. Ziel war es, herauszufinden, ob sich über die Verminderung der Volksgröße die Möglichkeit ergibt, Einfluss auf die Auswahl der Zieltracht der Honigbienen zu nehmen. Die Ergebnisse zeigen, dass in der Umgebung der Heidelbeeranlage blühender Raps eine Konkurrenztracht darstellt und die Bienen von der eigentlichen Zieltracht (Kulturheidelbeeren) weglenkt. In der Tendenz wurden die kleineren Stöcke weniger abgelenkt als die großen Stöcke. Die kleinen Honigbienenstöcke sammelten tendenziell mehr im nahen Umfeld der Heidelbeerkulturanlage und in diversen anderen Trachten.
- Bei Untersuchungen mit Hummeln im Freiland konnte mit Hilfe der Analyse des Pollens aus den Honigblasen und des gehöselten Pollens gezeigt werden, dass der überwiegende Anteil der eingesetzten Stöcke ihre Sammelflüge in der nahen Umgebung innerhalb der Kulturanlage durchgeführt hat. Eine Blütenstetigkeit, wie sie die Honigbienen aufzeigten, war bei den Hummeln nur bei etwa einem Drittel der untersuchten Tiere zu beobachten. Die Analyse zeigte aber auch, dass immerhin 28,6 % der untersuchten Hummeln außerdem auch das etwa 1,5 km entfernte Rapsfeld angefliegen haben, um dort Pollen und Nektar zu sammeln.

Erdbeerkulturen:

Analog zu den Versuchen bei Heidelbeeren wurden auch in den Erdbeeren Zeltversuche durchgeführt. Es zeigte sich, dass

- sich hinsichtlich des Gesamt-Fruchtertrages eine Rangierung von Honigbienen über die Kontrolle zu Mauerbienen und schließlich zu Hummeln ergab, diese Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten jedoch nicht sehr deutlich waren. Lediglich in der Hummel-Variante trat ein deutlicher Minderertrag auf.
- Die Ermittlung des Fruchtansatzes erbrachte ähnliche Ergebnisse. Dieser lag in der Honigbienen-Variante am höchsten (61,9%), in der Hummel-Variante am niedrigsten (43,4%).
- Der Einsatz von Hummeln führte zu einem sehr hohen Anteil an unförmigen Früchten (47,2%). Dieser lag damit um ein Vielfaches höher als in den anderen Varianten. Ein Einfluss der Zeltbedingungen auf diese Ergebnisse lässt sich nicht ausschließen.

Bei der Erfassung der natürlich vorkommenden Wildbienen fand sich insbesondere in der Dauerkultur der Heidelbeeren eine Vielzahl von Bienenarten (26 Arten), aber auch bei den Erdbeeren waren zahlreiche verschiedene Wildbienenarten anzutreffen (17 Arten). Die in beiden Beerenkulturen durchgeführten Erhebungen weisen auf deutliche Unterschiede in der Präferenz einzelner Gattungen für die jeweilige Kultur hin. Die erfassten Bienenarten zeigen eine differenzierte Zusammensetzung verschiedener Gattungen und Arten. Die Bienenfauna umfasst im Wesentlichen typische Vertreter von Kulturflächen. Die Präsenz seltener bzw. in ihrem Bestand gefährdeten Arten (Rote-Liste-Arten) zeigt, dass die ökologisch bewirtschafteten Flächen auch unter Naturschutz-Aspekten als wichtige Habitate einen besonderen Wert übernehmen. Aus dem Arteninventar und der Pollenanalyse kann auch abgeleitet werden, dass die Bienen offensichtlich die Beerenanlagen als gute Nahrungshabitate, aber auch als Nisthabitate nutzen.

Zur Förderung der lokalen Wildbienenbestände ist es notwendig, den Bienen ein ganzjähriges Blühangebot und ausreichend Nistmöglichkeiten und Refugien anzubieten. Im Rahmen der Projektarbeit wurden Beerenobst anbauende Betriebe für die wichtige Funktion der Bienen und des Bestäubungsvorganges sensibilisiert. Es zeigte sich, dass die vorhandenen Ansätze zur Landschaftsgestaltung bei den meisten Betrieben ausbaufähig sind. Gemeinsam mit den Betriebsleitern der Praxisbetriebe wurden konkrete Verbesserungsmöglichkeiten diskutiert. Essentiell ist auch die Beachtung einer ausreichenden Wasserversorgung der Beerenkulturen während der Blütezeit, um die Nektarproduktion der Blüten und damit die Attraktivität für die Bienen zu optimieren. Diese Ergebnisse sind in den Praxis-Leitfaden eingeflossen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zu den beiden Themenkomplexen Bestäuber- bzw. Landschaftsmanagement erlauben folgende Zusammenfassung: Bei Kulturheidelbeeren, wie auch bei Erdbeerkulturen ist der gezielte Einsatz von Bestäubern unverzichtbar. Dazu eignen sich in erster Linie Honigbienen, aber auch Hummeln und Mauerbienen stellen eine zusätzliche Option dar. Weiterhin sind Maßnahmen zur Förderung der natürlichen Bestäubergilden notwendig. Nur eine Kombination beider Ansätze kann helfen, eine mangelnde Verfügbarkeit von Bestäubungsvölkern zur Blütezeit und auch zeitliche und räumliche Populationsschwankungen der natürlich vorkommenden Bestäuber auszugleichen und so die Bestäubungssituation in geeigneter Weise abzusichern. Die untersuchten Kulturen können in dieser Hinsicht auch als Modelle für andere Beerenkulturen angesehen werden.

5. Ursprünglich geplante und tatsächlich erreichte Ziele

Zum Abschluss des Projektes sind alle wesentlichen in der Ablaufplanung vorgesehenen Projektziele erreicht worden. Ein ursprünglich geplanter Versuchsansatz (Markierungsversuche mit Hummeln), der lediglich ergänzende Informationen zur Aktivität der Hummeln in der Fläche erbringen sollte, erwies sich als ungeeignet. Der ursprünglich vorgesehene Ansatz verschiedenen Wildbienenzuchten kalkulatorisch zu analysieren haben wir nicht umgesetzt, da sich zeigt, dass ein eigenständiges Zuchtsystem schon rein zeitlich von den Betrieben nicht umgesetzt werden kann. Neue Fragestellungen haben sich ergeben, die nur in einem Anschlussprojekt beantwortet werden könnten.

Für die landwirtschaftliche Praxis ist ein Leitfaden erarbeitet worden. Er soll den Heidelbeeranbauern als Informationsbroschüre mit Handlungsanweisungen für die Praxis dienen. Die darin zusammengefassten Empfehlungen für ökologisch wirtschaftende Betriebe gelten gleichsam auch für konventionelle Betriebe, da das Thema Bestäubung für alle Betriebsformen einen besonderen Stellenwert hat.

	erreichte Ziele
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geeignete Bestäuber für Erdbeer- und Heidelbeerkulturen sind ausgewählt. Hierzu dienten <ul style="list-style-type: none"> - zunächst Modelluntersuchungen unter Gazezeltbedingungen, - Vergleichsuntersuchungen unter Freilandbedingungen, Modelluntersuchungen erfolgten auf Betriebsflächen von Ökobetrieben. 	√
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die typischerweise natürlich vorkommenden Bestäuber-Gesellschaften (Bienen) sind innerhalb der ausgewählten Erdbeer- bzw. Heidelbeerkulturen erfasst worden. Die Ergebnisse sind in die Ausarbeitung des Leitfadens eingeflossen. 	√
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die natürlichen Nist- und Nahrungshabitatansprüche der Wildbienenarten sind in den Beerenkulturanlagen erfasst worden. Die Ergebnisse sind in die Ausarbeitung des Leitfadens eingeflossen. 	√
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein Landschaftsmanagement, das zur Förderung natürlich vorkommender Wildbienenarten beitragen soll, ist erarbeitet worden. 	√
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Wissenstransfer der Projektergebnisse in die Praxis ist vielschichtig erfolgt. Die Materialien sind zur späteren Einspeisung in das Internetportal vorbereitet. 	√

6. Literaturverzeichnis

- Amiet F. (1973) Untersuchungen über den Einfluß der Landwirtschaft auf die Bienenfauna. Mitt. d. Naturforschenden Gesell. d. Kantons Solothurn. Heft 26, 382-384.
- Batra S.W.T. (1997) Solitary bees for orchard pollination. Pennsylvania. Fruit News 4.
- Bosch J. (1994) The nesting behaviour of the mason bee *Osmia cornuta* (Latr) with special reference to its pollinating potential (Hymenoptera, Megachilidae). *Apidologie* 25: 84-93.
- Bosch J., Kemp W.P. (1999) Exceptional cherry production in an orchard pollinated with blue orchard bees. *Bee World* 80(4): 163-173.
- Cane J.H. (1997) Ground-nesting bees: the neglected pollinator resource for agriculture. In: Richards K.W. (ed) *Pollination from theory to practise* (7th Intern. Symposium on Pollination, June 1996 Lethbridge, Alberta Canada) *Acta Horticulturae* N° 437, ISHS 1997.
- Connor L. J.; Martin E. C. (1973) Components of pollination of commercial strawberries in Michigan. *HortScience* 8: 304-306.
- Delaplane K. S., Mayer D. F. (2000) *Crop pollination by bees*. Wallingford, UK, CABI Publishing: 344 S.
- Free J.B. (1993) *Insect pollination of crops*. 2nd edn. Academic Press, New York.
- Gladis T. (1994) Bestäubung von Kulturpflanzen in Genbanken. Wildbienen ; Schriftenreihe des Länderinstitutes für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V. Bd. 1., 24-26.
- Gladis T. (1997) Bees versus flies? Rearing methods and effectiveness of pollinators in crop germplasm regeneration. In: Richards K.W. (ed) *Pollination from theory to practise* (7th Intern. Symp on Pollination, 7/1996 Lethbridge, Alberta CA) *Acta Horticulturae* N° 437, ISHS 1997.
- Handsack M. (1997) Einsatz von Hummeln zur Bestäubung in Obstanlagen. *Obstbau* 4: 206-208.
- Kevan P.G.; Clark E.A.; Thomas V.G. (1990) Insect pollinators and sustainable agriculture. *Am. Journal of Alternative Agriculture* 5(1): 13-22.
- Klug M.; Bünemann G. (1986) Die Leistungsfähigkeit solitärer Bienen als Bestäuber von Kernobstblüten II. der Pollen im Haarkleid der Bienen. *Gartenbauwissenschaft* 51(7), 7-11.

- Kolbe W.; Bruns A. (1988) Insekten und Spinnen im Land- und Gartenbau. Pflanzenbau - Pflanzenschutz Heft 25, Bonn: Rheinischer Landwirtschaftsverlag .
- Kubersky U.; Boecking O.; Wittmann D. (2005) Sind Pollenspritzungen oder Pollendispenser Alternativen zur herkömmlichen Bestäubung der Apfelbäume durch Bienen? Erwerbs-Obstbau 47: 117-123.
- Lupo A. (1984) *Osmia latreillei iberofafricana* Pet. (Megachilidae;Hymenoptera) as a potential pollinator. Symposium sur la Pollinisation 1983, INRA 1984, 467-476.
- Mayer D.F. (1997) Pollinating with wild bees has a potential. Good Fruit Grower, 1-3.
- Parker F.D.; Batra S.W.T.; Tepedino V.J. (1987) New pollinators for our crops. Agricultural Zoology Reviews 2, 279-304.
- Richards K.W. (1993) Non-Apis bees as crop pollinators. Revue Suisse de Zool.100(4), 807-822.
- Rühl D. (1978) Untersuchungen an Hymenopteren eines naturnahen Lebensraumes, einer Brachfläche, sowie eines alternativ und konventionell bewirtschafteten Obstgutes (Hymenoptera: Symphyta, Aculeata). Diplomarbeit Inst. Landwirtschaftl. Zool. Bienenkunde, Univ. Bonn.
- Scott-Dupree C.D.; Winston M.L. (1987) Wild bee pollinator diversity and abundance in orchard and uncultivated habitats in the Okanagan Valley, British Columbia. The Canadian Entomologist 7/8 1987, 735-745.
- Schwenninger H.R. (1992) Untersuchungen zum Einfluß der Bewirtschaftungsintensität auf das Vorkommen von Insektenarten in der Agrarlandschaft, dargestellt am Beispiel der Wildbienen (Hymenoptera:Apoidea). Zool. Jb. Syst. 119(1992) Jena, 543-561.
- Torchio P.F. (1990) Diversification of pollination strategies for US crops. Environmental Entomology 19(6): 1649-1656.
- Torchio P.F. (1994) The present status and future prospects on non-social bees as crop pollinators. Bee World 75(2): 49-53.
- Westrich P. (1989) Die Wildbienen Baden Württembergs. Allg. Teil. Lebensräume, Verhalten, Ökologie und Schutz. Ulmer, Stuttgart.
- Williams R.N.; Fickle D.S.; Tew J. (2000) Strawberry Pollination Study, 2000. Report of the Ohio Fruit Growers Society.

Danksagung:

Unser besonderer Dank gilt den Ökobetrieben auf deren Flächen wir über mehrere Versuchsperioden uneingeschränkt unsere praktischen Versuche und Untersuchungen durchführen konnten, obwohl wir hierbei sicherlich die gewohnten Betriebsabläufe behindert haben. Dieser Dank gilt dem Heidelbeer-Betrieb der Familie *Badenhop* in Grethem und dem Gemüse und Ackerbaubetrieb der Familie *Sawade* in Eldingen-Metzingen

Dieser Dank richtet sich auch an die Heidelbeerbetriebe, die sich im letzten Projektjahr an der „Pilot-Beratung“ beteiligt haben; *Burchard* in Adelheidsdorf-Großmoor, *Deecke* in Lachendorf, *Herse* in Landesbergen, *Lohse* in Gilten/Nienhagen und *Poll* in Wagenfeld-Ströhen und damit geholfen haben, den von uns erarbeiteten Leitfaden zur Bestäubung zu optimieren.

Herrn *Dr. Brasse* und Herrn *David Thorbahn* von der BBA Braunschweig und *Dr. Carsten Seidelmann*, Uni-Halle/Saale für die Mauerbienen-Startpopulationen. Den Imkern Herrn und Frau *Stark* für die Bereitschaft, Honigproben für unsere Analysen aus ihren Völkern zu ziehen.

Den Mitarbeitern des LAVES IB Celle; hier insbesondere den Auszubildenden und Gärtnern für die Hilfe beim Auf- und Abbau der Versuchszelte. Den Gärtnern *Dubicki*, *Granditzki* und *Zummach* für die Weiden-Pflanzaktion und die Bereitstellung der Pflanzen, die an die Heidelbeerbetriebe weiter gegeben wurden. Der Praktikantin Frau *Orscholik*, Frau *Janke*, Herrn *Granditzki* und *Jens Haake* für die Hilfe bei der Ernte der Heidelbeeren. Den Imkern des Institutes für die Vorbereitung der Versuchsvölker. Frau *von der Ohe* für die Einweisung und Hilfestellung bei der Pollenanalyse.

Unser Dank gilt auch den folgenden Auftragnehmern: dem LAVES IB Celle für die Laboranalysen, der Obstbauversuchsanstalt Jork für die Quantifizierung der Samengehalte der Beerenfrüchte und den Taxonomen für die Bestimmungsarbeit.

Herrn *Peter Heyne*, ÖON Jork für die gute Zusammenarbeit während der Beratungsgespräche mit den Praxisbetrieben.

Frau *Dr. Iris Lehmann* BLE für die redaktionellen Hinweise zum Leitfaden.

Last but not least bedanken wir uns besonders bei Frau *Katerina Kotzia* (BLE) für die gute Zusammenarbeit und stete Bereitschaft, Fragen und Probleme im Projektmanagement für uns zu lösen.

- Anhang I** - Grafiken – 23 Seiten
- Anhang II** - Wildbienenfauna der Untersuchungsflächen – 7 Seiten
- Anhang III** - Liste identifizierter Pollen an Wildbienen – 9 Seiten
- Anhang IV** - Liste identifizierter Pollen bei *Osmia bicornis* – 4 Seiten
- Anhang V** - Zuckerspektrum der Honige aus unterschiedlich Individuenreichen Honigbienenvölkern – 1 Seite
- Anhang VI** - Liste identifizierter Pollen in Honigproben – 1 Seite
- Anhang VII** - Nahrungs- und Nisthabitate für Bienen in den Versuchsflächen – 2 Seiten



Besuch von Mitarbeiterinnen der BLE in der Heidelbeer-Kulturanlage in Essel, Nds., in der die praktischen Versuche durchgeführt wurden (v.l.n.r. Frau Katerina Kotzia, Frau Dr. Birgit Ditgens und Frau Dr. Iris Lehmann)