



Nektarertragspotential von Rapskulturen in Österreich

Bachelorarbeit am Institut für Botanik der Universität für Bodenkultur

In Zusammenarbeit mit der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit

Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen

Abt. Bienenkunde und Bienenschutz

Betreuer: Dr. Moosbeckhofer, Prof. Karrer

Verfasser: David Moser

Matrikelnummer: 0940214

Studium: Agrarwissenschaften Kennzahl: 255

Bachelorseminar Agrarbiologie

Wien am 15.11.2012

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Fragestellung.....	3
2.	Material und Methoden.....	3
2.1	Literaturrecherche.....	3
2.2	Fragebögen und Aufzeichnungstabellen.....	4
2.3	Standorte der Waagstöcke.....	6
2.4	Waagstockaufzeichnungen.....	7
2.5	Witterungsaufzeichnungen.....	8
2.6	Pollenanalysen.....	8
2.7	Statistische Methoden.....	8
3.	Ergebnisse der Literaturrecherche.....	9
3.1	Botanik der Rapspflanze.....	9
3.2	Rapsnektar.....	10
3.4	Einflussfaktoren auf die Nektarproduktion des Rapses.....	12
3.4.1	Abiotische Faktoren.....	12
3.4.2	Biotische Faktoren.....	14
3.5	Einflussfaktoren auf die Sammelaktivität der Honigbiene im Raps.....	17
3.5.1	Abiotische Faktoren.....	18
3.5.2	Biotische Faktoren.....	19
4.	Auswertung der erhobenen Messdaten an Waagstöcken.....	20
4.1	Ergebnisse der Fragebögen und Aufzeichnungstabellen.....	20
4.2	Ergebnisse der Gewichtsermittlung der Waagstöcke.....	23
4.3	Ergebnisse der Witterungsaufzeichnungen.....	25
4.4	Ergebnisse der Pollenanalyse von Schleuderhonigen der Waagstockstände.....	26
4.5	Statistische Zusammenhänge.....	27
5.	Diskussion.....	29
6.	Zusammenfassung.....	32
7.	Danksagung.....	33
8.	Literaturverzeichnis.....	33

1. Einleitung und Fragestellung

Bislang galt Raps in der Literatur stets als ergiebige und zuverlässige nektar- und pollenspendende Pflanze. Aufgrund seines hohen Trachtwertes und seiner großen Anbaufläche mit 53 392 ha bei Winterraps (vgl. Grüner Bericht 2012, S. 65) ist er eine der wichtigsten Bienenweidepflanzen in Österreich, auf die viele Imker - vor allem in Ackerbaugebieten - nicht verzichten können. Allerdings divergiert die Nektarproduktion verschiedener Rapsfelder laut Erfahrungsberichten von Imkern stark, dies wird von Wissenschaftlern wie Maurizio und Schaper (1994, S. 58), Hedke (2000, S. 11) und Von der Ohe (2002, S. 10) bestätigt. In der Literatur werden Mengen von 40 kg bis 200 kg Zuckerproduktion durch Nektar pro ha Raps während der gesamten Blütezeit angegeben (Maurizio und Schaper, 1994, S. 58).

In dieser Bachelorarbeit sollen nun die Einflussfaktoren auf das Nektarertragspotential des Rapses herausgearbeitet werden, um den Imkern künftig präzisere Trachtvorhersagen zu ermöglichen. Ziel der Literatursausarbeitung war es, das bisher vorhandene Wissen zum Nektarertragspotential von Rapskulturen im Überblick darzustellen. Dazu werden folgende Fragen bearbeitet:

- Gibt es Unterschiede im Nektarertragspotential zwischen Sorten?
- Gibt es Unterschiede im Nektarertragspotential zwischen Anbaugebieten?
- Gibt es Unterschiede im Nektarertragspotential zwischen Bodenverhältnissen?
- Gibt es Unterschiede im Nektarertragspotential zwischen Klimaparametern?

In Waagstockaufzeichnungen von 14 Standorten werden allfällige Unterschiede ausgewertet.

2. Material und Methoden

Um die Faktoren, die das Nektarertragspotential des Rapses beeinflussen zu untersuchen, wurden folgende Methoden angewandt: Ausgehend von der Literaturrecherche zum Thema wurden darüber hinaus auch Erhebungen mit standardisierten Fragebögen durchgeführt und, Waagstockaufzeichnungen sowie Pollenanalysen und Wetteraufzeichnungen ausgewertet. Damit Waagstockaufzeichnungen aus den wichtigsten Rapsanbaugebieten Österreichs ausgewertet werden konnten wurden 10 Imker mit gesamt 14 Standorten dazu animiert, Waagstockaufzeichnungen zur Verfügung zu stellen. Dazu war es von entscheidender Wichtigkeit, Kontakt mit den Imkern aufzunehmen und zu halten, um diverse Fragen zu klären und eine best mögliche Erfassung der Daten sicherzustellen.

2.1 Literaturrecherche

Die Literatursausarbeitung diente dem Zweck, bisher vorhandenes Wissen zum Nektarertragspotential von Rapskulturen im Überblick darzustellen. Gerade bei den Sorten war es schwierig aktuelles Wissen zu akquirieren, da Rapsorten nur etwa 5 bis 6 Jahre am Markt

bleiben und neue Rapsorten meist nicht auf ihr Nektarertragspotential getestet werden (vgl. Mechtler, 2012). Taktik der Literatursuche war es, ausgehend von allgemeiner Literatur über den Trachtwert von Pflanzen immer genauer zum Thema Nektarertragspotential von Raps zu kommen und Fachartikel und wissenschaftliche Versuche zu diesem Thema auszuwerten. Die Ergebnisse der Literaturrecherche werden unter Gliederungspunkt 3. dargestellt.

2.2 Fragebögen und Aufzeichnungstabellen

Um die Interpretation der gesammelten Waagstockaufzeichnungen zu erleichtern, wurden standardisierte Fragebögen zum Sammeln von Hintergrundinformationen zu den Waagstockständen erstellt. Im Fokus standen die Einflussfaktoren auf Gewichtsänderungen der Waagstöcke seitens der Biene. In den Fragebögen wurden verschiedene Faktoren berücksichtigt, z. B.: Rapsorte, Dauer der Rapsblüte, durchschnittlicher Honigertrag am Waagstockstand, andere Trachtquellen im Flugkreis der Bienen, Volksstärke (Anzahl der Aufsätze und Waben), Entfernung zum Rapsfeld und Anteil der Rapsflächen an Ackerflächen im Flugkreis der Bienen. Im Fragebogen wurde auch der Bauer mit Feldgröße und Rapsorte berücksichtigt. Insgesamt gestaltete es sich hingegen als schwierige Aufgabe die Bauern der Rapsfelder nahe den Waagstockständen ausfindig zu machen, daher war eine Erfassung der Bewirtschaftungsweise nur lückenhaft möglich. Deshalb wurde dieser Faktor in der Arbeit nicht berücksichtigt. Auch Aufzeichnungstabellen für das Waagstockgewicht wurden an die teilnehmenden Imker ausgesendet, da nicht allen eine digitale Stockwaage zur Verfügung stand. Darin konnten die Imker das Datum und die Uhrzeit der Wiegung, Waagstockgewicht sowie allfällige Bemerkungen (Schwärmen, Wabentausch, etc.) eintragen.

In dieser Arbeit werden Messtage ohne Abnahme des Waagstockgewichtes als Trachtstage betrachtet. Die Gewichtsänderung der Waagstöcke wurde von Beginn bis zum Ende der Rapsblüte aufgezeichnet. Die genaue Erfassung der Werte zum jeweiligen Standort findet sich im Anhang 9.1 Abb. A 1 – 14 und 9.2 Abb. A 15 – A 24.

Als Summe der Gewichtsänderung wird die Differenz zwischen Endgewicht und Ausgangsgewicht gewertet. Da darin allfällige zwischenzeitliche Abnahmen vorhanden sind wird in den Tabellen die Summe der Gewichtsänderung ohne Abnahmen angegeben. Durchschnittswerte werden auf Basis der Blühtage berechnet.

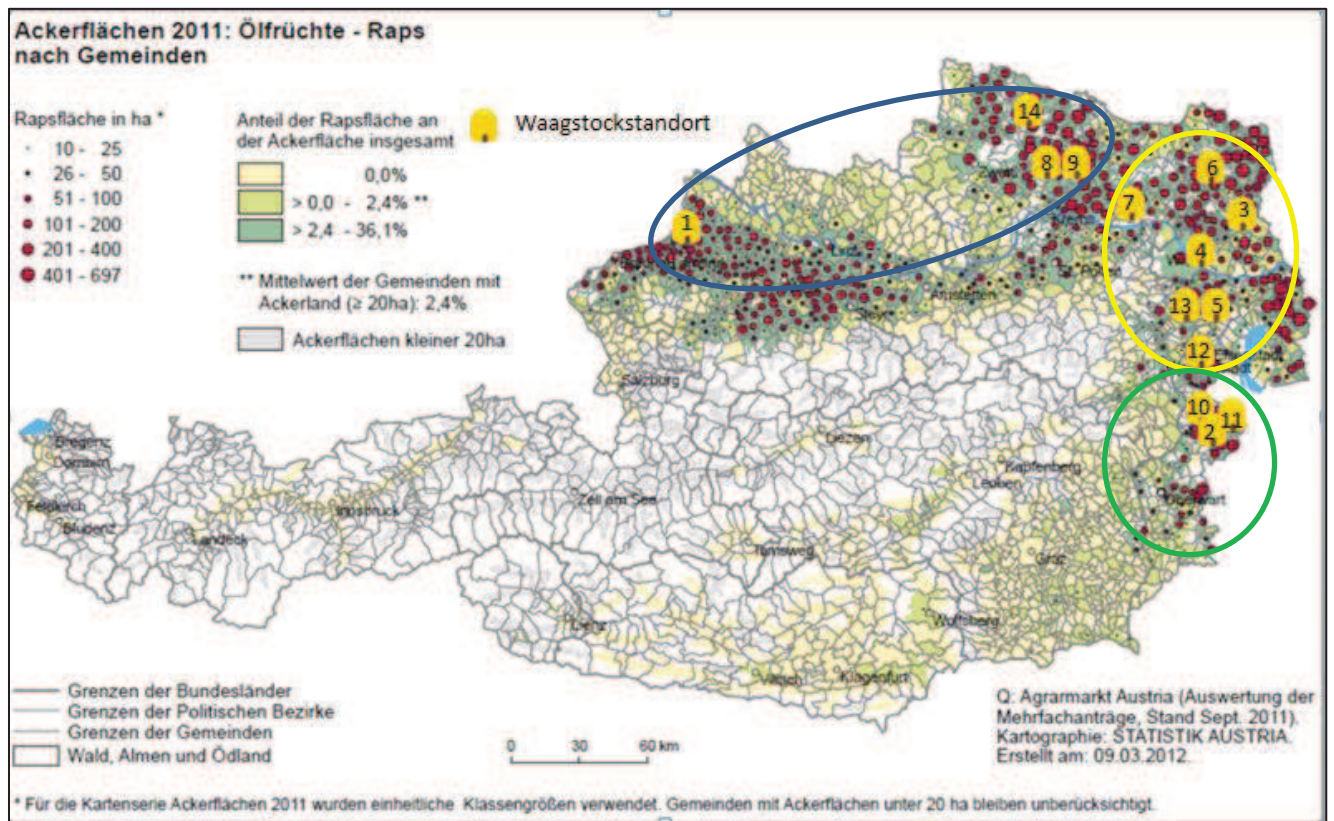
Die Aufzeichnungstabelle für die mechanische Stockwaage sowie die txt-files der digitalen Stockwaagen waren Grundlagen für die Erfassung der Gewichtsänderungen (siehe 4.2). Aus technischen Gründen haben manche Imker mit digitaler Stockwaage auch die Aufzeichnungstabellen genutzt. Die Ergebnisse der Fragebögen sind in Abb. 9.1 und 9.2 nach dem Schema von Abbildung 1 zusammengefasst. Auch errechnete Daten wie z.B. Summe und Durchschnitt der Zunahmen sind in diesen Abbildungen zu finden.

Standort 1 – Daten Waagstock	
Summe der Gewichtsänderung:	37,1 kg
Summe der Gewichtsänderung ohne Abnahmen:	39,7 kg
Minimum der täglichen Gewichtsänderung:	-1 kg/d
Maximum der täglichen Gewichtsänderung:	4,8 kg/d
Durchschnitt der täglichen Gewichtsänderung:	1,4 kg/d**
Durchschnitt der täglichen Gewichtsänderung ohne Abnahmen:	1,5 kg/d**
Ausgangsgewicht Waagstock:	60,3 kg
Honigertrag Waagstock:	18,1 kg
Standdurchschnitt Honigertrag:	20 kg
Anzahl der Völker am Standort:	24*
Entfernung zum nächstgelegenen Rapsfeld:	400 m*
Größe des nächstgelegenen Rapsfelds:	6 ha*
Anteil von Raps an Ackerflächen im Flugkreis der Bienen:	ca. 80%*
Andere Trachtquellen im Flugkreis:	Hausgärten*
Rapssorte:	Artoga*
Blühdauer:	25.4.-17.5.*
Honigentnahme:	21.5.*
Seehöhe:	370 m
Pollenanteil Raps im Honig (1000 Pollenkörner):	46,30%
Hybridsaatgutproduktion in der Nähe	ja
Trachttage:	19

Abb. 1.: Zusammenfassung Informationen Standort 1; bis auf den Standdurchschnitt des Honigertrags beziehen sich die Daten auf den Waagstock; *= Angaben der Imker/der Bauern; ** = auf Basis der Blühtage; ohne Sternchen: Mess- und Berechnungswerte auf Basis der Waagstockaufzeichnungen und Pollenanalysen.

Der Anteil von Raps an den Ackerflächen im Flugkreis der Bienen wurde von den Imkern geschätzt. Der Flugradius von Bienen kann sich über mehrere Gemeinden erstrecken. Die Agrarmarkt Austria gibt einen Maximalen Prozentsatz von 36,1% Raps an der Gesamtackerfläche pro Gemeinde an (vgl. Abb. 2). Auch wenn die Bienen mehrere Gemeinden befliegen ist der Schätzwert für den Rapsanteil manchmal etwas hoch.

2.3 Standorte der Waagstöcke



Standorte im atlantischem , pannonischem  und illyrischem  Klimagebiet

Abb. 2.: Standort der Waagstockstände (Abb. 3 modifiziert durch den Verfasser)

Zum Schutz der Standplätze der an dieser Erhebung teilnehmenden Imker werden genaue Standortinformationen hier nicht angegeben. Die genauen Standorte der Messungen sind dem Verfasser bekannt. Pro Standort gab es jeweils einen Waagstock, und mehrere weitere Bienenstöcke.

Standort 1, 8, 9 und 14 befinden sich im atlantisch beeinflussten Klimabereich Österreichs, der mit Niederschlägen um 1000 mm pro Jahr vergleichsweise niederschlagsreich ist. Die Standorte 3, 4, 5, 6, 7, 12 und 13 liegen in der pannonischen Klimaprovinz, die sich durch Jahresniederschlagswerte um 700 mm und sommerliche Trockenperioden auszeichnet. Die Standorte 2, 10 und 11 sind dem illyrisch geprägten Klimabereich Österreichs zuzurechnen. Dieser Bereich wird charakterisiert durch relativ hohe Temperaturamplituden und Niederschlägen zwischen 800 und 1000 mm pro Jahr (vgl. Zwittkoviz, 1983, S. 26 ff).

2.4 Waagstockaufzeichnungen

Bis auf eine Ausnahme waren alle Imker mit einer digitalen Stockwaage (Typ Capaz GSM 200) ausgestattet, die per SMS die Gewichtsveränderung des Waagstockes zu bestimmten Tageszeiten an den Imker übermittelt. Neben der täglichen Gewichtsänderung der Bienenstöcke wurden von diesen Multifunktionsgeräten auch die relative Luftfeuchte und die Temperatur außerhalb der Waagstöcke bestimmt. Die Ergebnisse der Messungen finden sich unter (4.2). Die Lage der Waagstockstandorte ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die Wiegunen begannen und endeten mit der Winterrapsblüte im jeweiligen Gebiet, welche zwischen 13.4.2012 und 28.5.2012 stattfand. Bei der Gewichtsermittlung mit analogen Stockwaagen war darauf zu achten, dass immer zur selben Tageszeit nach Beendigung des Bienenfluges gemessen wurde, um Gewichtsschwankungen durch Flugbienen zu vermeiden. Die Gewichtsveränderungen durch Schwärmen, Honigernte, Erweiterung der Völker etc. wurden in den Tabellen korrigiert (wurden z.B.: ein Honigraum aufgesetzt so wurde die dadurch verursachte Gewichtsänderung nicht in den Daten gewertet). Somit waren die Gewichtsänderungen vorwiegend dem Nektareintrag zuzuschreiben. Burgstaller erwähnt in ihrer Arbeit (1988, S. 50), dass Zunahmen neben dem Polleneintrag und Volksaufbau hauptsächlich auf den Nektareintrag zurückzuführen sind. Hedtke gibt an, dass 20 kg bis 40 kg Zunahmen während der Rapsblüte keine Seltenheit sind (vgl. Hedtke, 2000, S. 11).



Abb. 3.: Waagstockstandort mit (rechts oben) analoger Stockwaage



Abb. 4.: Digitale Stockwaage (rechts unten) von Capaz (Quelle: <http://www.bienenwaage.de/deutsch/MSwaage.html>, 5.11.2012)

2.5 Witterungsaufzeichnungen

Die Witterungsaufzeichnungen umfassen neben Temperatur [°C] und relativer Luftfeuchte [%] auch den Niederschlag [mm] an den einzelnen Standorten. Quelle für die Niederschlagsdaten sind das Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur und die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Die amtlichen Messstationen lagen jeweils in denselben Gemeinden wie die Waagstöcke. Laufende Messungen der Waagen ermittelten Tageshöchstwert und Minimum der Temperatur sowie der Luftfeuchtigkeit zwischen 5:00 Uhr und 21:00 Uhr. Dies ist das Zeitfenster, in dem bei passender Witterung Bienenflug zu erwarten ist. Durch Temperatur, Luftfeuchte, und Niederschlag werden die Nektarproduktion des Rapses und die Sammelaktivität der Honigbiene maßgeblich beeinflusst (vgl. 3.4.1.3 und 3.5.1.2).

2.6 Pollenanalysen

Um den Pollen im Honig analysieren zu können wurden im Zuge dieser Bachelorarbeit Honigproben der 14 Waagstöcke aus den verschiedenen Rapsanbaugebieten gesammelt. Die botanische Herkunftsbestimmung der Pollen im Honig der Waagstöcke wurde vom Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen Abteilung, Bienenkunde und Bienenschutz Außenstelle, Lunz am See durchgeführt. Diese Untersuchung diente zur Abschätzung, wie viel vom eingetragenen Nektar wirklich vom Raps stammt. Auch andere Trachtquellen können im Honig und Nektar vertreten sein (siehe 3.5.2.1). Bei der Untersuchung werden 1000 Pollenkörner aus dem Honig auf ihre botanische Herkunft untersucht. Deshalb ist das Verfahren zeitaufwändig sowie kostspielig. Wies der Honig eines Standortes - ohne entsprechenden Grund - einen zu geringen Rapspollenanteil (< 60,7 %) auf, wurde er in den statistischen Auswertungen nicht berücksichtigt (vgl. Persano, L.; Oddo, R., 2004, S. 1-112). Dieser Grenzwert gilt als Mindestrichtwert für die Sortenauslobung eines reinen Rapshonigs. Der Mittelwert eines typischen Rapsortenhonigs beträgt laut Literatur 82,8 % (bei einem Konfidenzintervall von 95 % und einem Maximum bei 99,2 % sowie Minimum bei 60,7% (vgl. Persano, L.; Oddo, R., 2004, S. 1-112).

2.7 Statistische Methoden

Die statistischen Berechnungen erfolgten mit den Statistikprogrammen SAS und Probcalc. Standort 14 wurde nicht gewertet da die Pollenanalyse gezeigt hatte, dass der eingetragene Honig nicht rapstypisch war. Somit wurden 13 Standorte statistisch ausgewertet. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde bei den Regressions- und Korrelationsanalysen bei $\alpha = 0,05$ festgelegt. Standortunterschiede wurden mittels Varianzanalyse und einem α von 0,01 untersucht. Die Normalverteilung der Messdaten wurde mittels Histogrammen getestet. Die folgenden Fragen wurden statistisch bearbeitet:

Hat der Standort einen Einfluss auf die Gewichtsänderung der Waagstöcke? Beeinflusst das Tagesmittel der Temperatur die tägliche Gewichtsänderung der Waagstöcke? Gibt es Zu-

sammenhänge zwischen Tagesniederschlag und der täglichen Gewichtsänderung der Waagstöcke? Korreliert die tägliche Gewichtsänderung der Waagstöcke mit dem Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit? Hat der Abstand zum nächstgelegenen Rapsfeld einen Einfluss auf die Gesamtgewichtsänderungen der Waagstöcke ohne den Abnahmen?

Die Ergebnisse finden sich unter Gliederungspunkt 4.5.

3. Ergebnisse der Literaturrecherche

3.1 Botanik der Rapspflanze

Der Raps (*Brassica napus* L.) ist eine amphidiploide Art, aus der Familie der Kreuzblütler. Er entsteht aus einer Kreuzung zwischen Rübsen (*Brassica rapa*) und Kohl (*Brassica oleracea*) und enthält das gesamte Genom ($n=19$) beider Elternarten (vgl. Schuster, 1992, S. 26). Es gibt zwei Formen dieser Pflanze: Winterraps und Sommerraps. Letzterer hat in Österreich mit 244 ha Anbaufläche im Jahr 2011 gegenüber dem Winterraps mit 53392 ha kaum agrarische Bedeutung (vgl. Grüner Bericht, 2012, S. 194). Unterschiede zwischen den Formen sind die Winterhärte, Rosetten mit tiefem Vegetationspunkt im Herbst und eine kräftigere Pfahlwurzel (bis 120 cm Eindringtiefe) bei Winterraps. Diese Merkmale sind bei der Winterform stark, bei der Sommerform nicht in dem Maß ausgeprägt. Während der Jugendentwicklung bildet der Raps ein dichtes Geflecht aus feinen Faserwurzeln aus, welches sich günstig auf die Nachfrucht auswirken kann. Die Beblätterung ist bis zur Blüte dicht. Die Blätter sind schwach behaart, gestielt, ganzrandig bis gezähnt, wobei die oberen Stängelblätter wechselständig zur Hälfte den bis zu 200 cm langen Stängel umfassen. Im Unterschied zum Rübsen befinden sich die Blütenknospen des Rapses über den offenen Blüten. Die Blüte verläuft an den einzelnen Trieben von unten nach oben, wobei der Haupttrieb zuerst und die Nebentriebe in der Reihenfolge der Bildung blühen. Der Blütenstand des Rapses ist eine Traube. Abhängig von der Witterung dauert die Rapsblüte der Einzelpflanze 8 bis 20 Tage, wobei ein gesamter Bestand etwa 3 bis 4 Wochen blüht. In Österreich blüht der Winterraps je nach Standort im Zeitraum Mitte April bis Ende Mai, Sommerraps blüht im Juni. Wird die Blüte am Aufblühtag bestäubt, welkt sie bereits am Abend wieder ab, ansonsten öffnet sie sich erneut. Der Raps besitzt vier Nektarien, die am Blütenboden zwischen Stempel und Staubfäden sitzen. Laut Maurizio (1994) sondern die lateralen Nektarien (an den kurzen Staubfäden) große Mengen Nektar ab, wohingegen die medianen Nektarien nur spärlich Nektar liefern. Das Schema einer Rapsblüte findet sich bei Free (siehe Abb. 5).

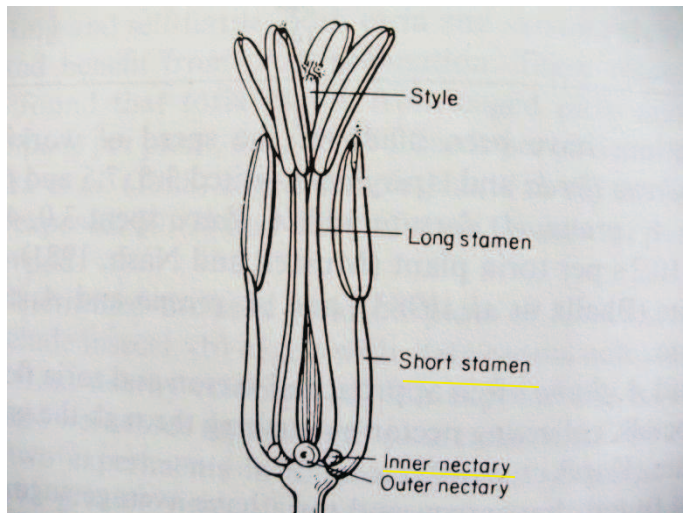


Abb. 5: Längsschnitt (Skizziert) durch die

Rapsblüte (aus Free, 1993, S. 172).

3.2 Rapsnektar

Die Nektarien produzieren den Nektar aus dem Phloemsaft des Rapses, der durch eine Membran gefiltert wird (vgl. Maurizio und Schaper, 1994, S. 26).

Die Nektarmenge korreliert mit der Zuckerkonzentration des Rapsnektars. Erhöht sich die Menge um 1 mg innerhalb von 24 Stunden sinkt die Konzentration um 11-12 % (vgl. Maurizio, 1950, S. 205), (vgl. 5.). Deshalb ist es wichtig, den Zuckerwert (= Nektarmenge [mg] in 24 h pro Blüte * Zuckerkonzentration [%]) zu betrachten.

Eine Rapsblüte produziert im Mittel etwa 0,6 mg Nektar in 24 Stunden (vgl. Mandl, 2006, S. 24). Der Rapsnektar hat nach Aussage von Mandl einen mittleren Zuckergehalt von 44-59 %, daraus ergibt sich eine Variationsbreite des Zuckerwertes von 0,29 mg bis 0,9 mg pro Blüte in 24 h. Auch Pritsch nennt einen Zuckergehalt des Rapsnektars von 44 – 59 % und gibt einen Honigertrag von 40 bis 230 kg pro ha Raps während der gesamten Blüte an (Pritsch, 2007, S. 133). Maurizio gibt denselben Zuckergehalt des Rapsnektars wie die anderen Autoren an und errechnet eine Zuckerproduktion der Rapsblüten von 6 kg pro ha und Tag (Maurizio und Schaper, 1994, S. 195). Des Weiteren errechnet jene Autorin eine Zuckerproduktion von 40 bis 200 kg pro ha während der gesamten Blütezeit.

Aus chemischer Sicht besteht der Rapsnektar hauptsächlich aus einer wässrigen Lösung von Glucose und Fructose, wobei die Glucose mengenmäßig überwiegt. Der Saccharose-Gehalt ist im Vergleich zum Nektar anderer Pflanzen aufgrund eines Fermentes, das Saccharose in Fructose und Glucose spaltet, eher gering (2,1 % des Gesamtzuckers).

In Spuren finden sich auch Vitamine der Gruppe B, Vitamin C, Nikotinsäure, sowie diverse Aminosäuren im Nektar wieder (vgl. Maurizio und Schaper, 1994, S. 29).

3.3 Anbaugebiet und Zucht

Raps wird in Österreich vorwiegend in den landwirtschaftlichen Intensivgebieten der Molasse Zone sowie des nordöstlichen Flach- und Hügellandes angebaut. Auch in Teilgebieten der Böhmisches Masse wird Raps kultiviert.

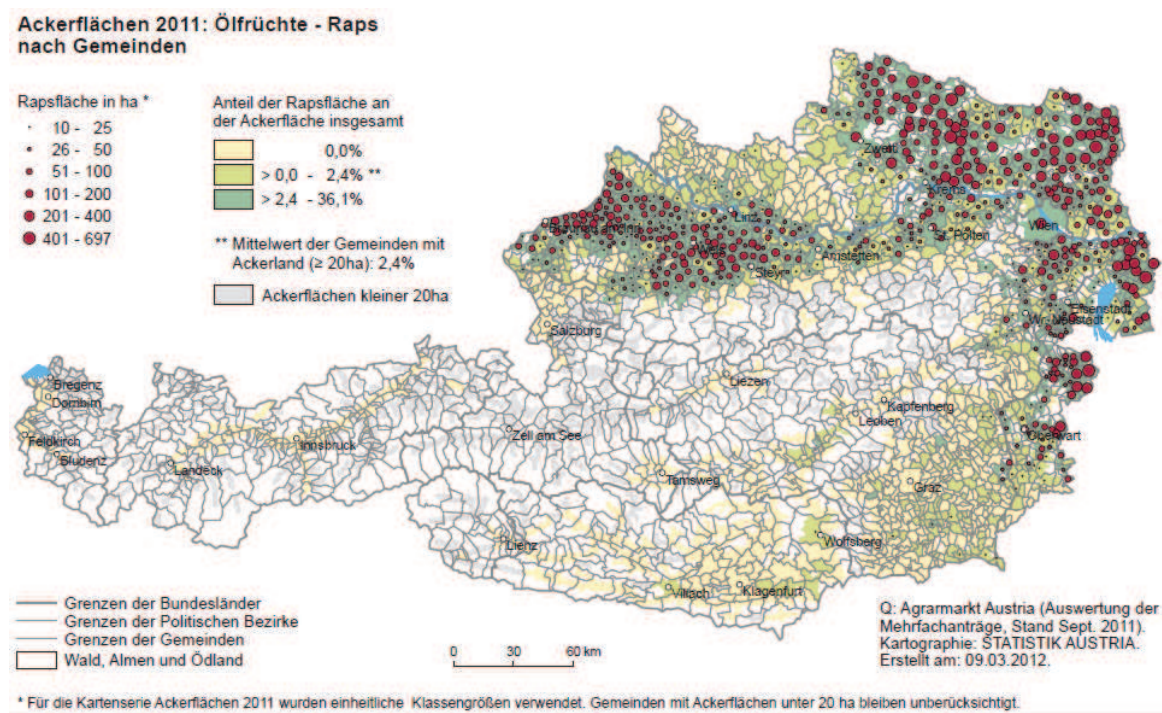


Abb. 6: Rapsfläche (in ha) in den Gemeinden Österreichs im Jahr 2011 (Quelle: Agrarmarkt Austria: http://www.statistik.at/web_de/static/ackerflaechen_2011_oelfruechte_-_raps_nach_gemeinden_035276.pdf, 12.11.2012)

In Niederösterreich wurde 2011 mit 31 450 ha der meiste Raps angebaut, gefolgt von Oberösterreich mit 12 208 ha und dem Burgenland mit 8 888 ha. Bei relativ gleichbleibender Anbaufläche von Winterraps (-0,5 % im Vergleich zum Vorjahr) konnte die Erntemenge mit 179.107 t um rund 9000 t gesteigert werden (vgl. Grüner Bericht 2012, S. 38). Zertifiziertes Winterrapssaatgut wurde 2011 auf einer Fläche von 243,36 ha angebaut. Sommerrapssaatgut wurde auf einer Fläche von 79,72 ha angebaut (vgl. Feldanerkennungsflächen 2010/2011).

Hinsichtlich der Sortentypen kann man zwischen Liniensorten und Hybridsorten beim Raps unterscheiden. In der Züchtung wird der Raps als Selbstbefruchter behandelt. Es werden etwa 30 % Liniensorten und 70 % Hybridsorten in Österreich angebaut (vgl. Mechtler, 2012 mündliche Mitteilung). Bei der Zucht von Hybridsorten werden männlich sterile Mutterlinien (z.B. CMS-Linien) und pollentragende Vaterlinien eingesetzt (vgl. Heyland, 2006, S. 68 ff).

3.4 Einflussfaktoren auf die Nektarproduktion des Rapses

Neben der genetischen Disposition, die später noch diskutiert wird, sind es vor allem auch abiotische Faktoren wie Witterung, Nährstoffversorgung und Bodenverhältnisse, die den Nektarertrag von Raps beeinflussen.

3.4.1 Abiotische Faktoren

Nach Horn ist die Nektar- und Zuckerabsonderung des Rapses stark von Boden- und Klimabedingungen abhängig (vgl. Horn, 1993, S. 9). Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass alle Umweltfaktoren die das Gedeihen des Rapses fördern, auch die Nektarproduktion positiv beeinflussen.

3.4.1.1 Bodenverhältnisse

Um die optimale Entwicklung einer Rapskultur und somit eine hohe Nektarsekretion zu ermöglichen, ist die Tiefgründigkeit des Bodens von großer Wichtigkeit. Durch diese Voraussetzung kann sich ein tiefes und ausgeprägtes Wurzelsystem bilden, welches die hohen Nährstoff- und Wasserversorgungsansprüche des Rapses erfüllen kann. Mittelschwere, humus- und nährstoffreiche Böden, welche eine gute Kalkversorgung aufweisen, eignen sich gut für den Rapsanbau. Sandiger bis humoser Lehm und lehmiger Sand sind dank ihrer guten Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit gute Bodenarten für den Rapsanbau. Ungeeignet sind hingegen extrem leichte und flachgründige Standorte, extrem schwere Tonböden, sowie Standorte mit Staunässe (vgl. Cramer, Raps, 1990 S. 42).

3.4.1.2 Nährstoffversorgung

Neben den richtigen Bodenverhältnissen ist auch eine optimale Nährstoffversorgung der Rapspflanze für einen reichen Nektarertrag von großer Bedeutung.

Rapsbestände erreichen kurz vor Blühende die maximale Nährstoffakkumulation im Pflanzengewebe. Es werden bis kurz vor Blühende etwa 220 kg N/ha, 50 kg P/ha, 280 kg K/ha sowie 90 kg S/ ha verbraucht (Heyland et al, 2006, S. 56).

Stickstoff ist ein wichtiger Baustein von Chlorophyll, Lecithin, Nukleinsäuren und Enzymen der Pflanze. Für den Raps werden 160 bis 240 kg N/ha empfohlen (vgl. Maurizio und Schaper, 1994, S. 190). Stickstoffmangel verursacht schwachen Wuchs, helle Färbung und kann Notreife zur Folge haben.

Phosphor ist in ausreichenden Mengen (50 bis 100 kg P_2O_5 / ha) notwendig für zahlreiche Stoffwechselprozesse (Zellatmung, Photosynthese, Chlorophyllbildung) und vor allem für die Ausbildung eines kräftigen Wurzelsystems (vgl. Cramer, 1990, Raps, S. 86). Dies ist Voraus-

setzung für ein optimales Nektarertragspotential. Ebenfalls ist bekannt, dass der Mangel an Phosphorsäure die Blütezeit und die Gesamtblütenzahl des Rapses verringert, und somit auch dessen Gesamtnektarsekretion (vgl. Maurizio, 1950, S. 209).

Eine Sonderstellung für die Nektarproduktion nimmt das Kalium ein. Es erhöht den Zuckergehalt und verbessert somit die Nektarsekretion und -qualität (vgl. Pritsch, 2007, S. 8). Genauer gesagt wird Kalium für den Transport von Kohlenhydraten von den Blättern zu den Speicherorganen benötigt und zur Optimierung des Wasserhaushaltes herangezogen. Kaliummangel verzögert auch den Blühbeginn und verringert die Gesamtblütenzahl um rund 40 % (vgl. Maurizio, 1950, S. 209).

Somit ist eine frühe und ausreichende Kaliumversorgung mit ca. 150 kg/ha von entscheidender Wichtigkeit (vgl. Mechtler, 2012, mündliche Mitteilung).

Die Schwefelversorgung des Rapses beeinflusst zwar nicht die Nektarproduktion an sich, jedoch kann Schwefelmangel zu einer verminderten Attraktivität der Rapsblüte für die Biene führen (vgl. 3.4.2.2).

3.4.1.3 Klima, Witterung und Wasserversorgung

Pierre und Von der Ohe geben an, dass die Witterungsverhältnisse einen erheblich größeren Einfluss auf das Nektarertragspotential haben als die Sortenzugehörigkeit (vgl. Von der Ohe 2002, S. 11 und Pierre, 2010, S. 122 ff).

Raps als Langtagpflanze ist den Tageslängen Mittel- und Nordeuropas gut angepasst. Wenn die Tage lang genug sind, beginnt er zu blühen. Winterraps benötigt zur Vernalisation etwa 3 Wochen Temperaturen um den Gefrierpunkt, um den Blühvorgang im Frühjahr auszulösen. Scharfe Spätfröste bis in den Mai können zum Absterben von Einzelblüten und ganzer Blühanlagen führen und somit die Nektarsekretion betroffener Pflanzen verhindern. Gemeinhin bevorzugt der Raps während der Wachstumsperiode kühlgemäßigte Temperaturen sowie Jahresniederschläge zwischen 600 und 800 mm. Hohe Luftfeuchtigkeit in Gewässernähe kann fehlende Niederschläge zum Teil ausgleichen (vgl. Cramer, 1990, S. 44 f). Raps toleriert Kälte bis zu einer Temperatur von etwa -15 °C im Winter. Nach der Aussaat sollten bis November 100 Tage über 2 °C liegen, um eine vollständige Entwicklung des Überwinterungsstadiums zu ermöglichen (vgl. Cramer, 1990, S. 44f).

Laut Pritsch (2007, S. 8) sondert der Raps ab einer Temperatur um 15 °C Nektar ab. Das Temperaturoptimum für die Nektarsekretion liegt im Allgemeinen zwischen 20 °C und 25 °C (vgl. Pritsch 2007, S. 8). Bei Lufttemperaturen über 30 °C während der Blühphase gerät die Rapspflanze allerdings in eine Stresssituation (vgl. Heyland, 2006, S. 74).

Von der Ohe kommt zu dem Schluss, dass bei Ostwind und trockener Witterung die Nektarsekretion stark reduziert ist (vgl. Von der Ohe, 2002, S. 11). Da der Raps freilegende Nektar-

rien besitzt, beschreibt auch Pritsch eine Verminderung der Nektarabscheidung durch austrocknende Winde (vgl. Pritsch, 2007, S. 9).

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Menge und Qualität des Rapsnektars ist die relative Luftfeuchte. Ist dieser Wert zwischen 80 und 90 % hat der Nektar der medianen und lateralen Nektarien dieselbe Zuckerkonzentration. Bei geringerer Luftfeuchte ist die Zuckerkonzentration der lateralen Nektarien größer, da diese exponierter sind (vgl. Free, 1993, S. 176).

Essentielle Voraussetzung für eine reichliche Nektarspende ist - neben einer optimalen Nährstoffversorgung - eine ausreichende Durchfeuchtung des Bodens (vgl. Pritsch, 2007, S. 9)

Gewährleistet wird eine ausreichende Bodendurchfeuchtung, und somit Wasserversorgung der Pflanze, durch die oben genannten Jahresniederschläge. Wobei darauf zu achten ist, dass der Raps ab Blühbeginn bis zur Reife einen Wasserbedarf von mehr als 300 mm hat (vgl. Alpmann, 2009, S. 16).

3.4.1.4 Tageszeit

Im Verlauf des Tages schwankt die Nektardarbietung des Rapses. Maurizio (1994, S. 195) und Horn (1993, S. 9) beobachteten ein Maximum der Nektar- und Pollendarbietung zwischen 7 und 10 Uhr am Morgen. Die Bienen passen sich diesen Sekretionsrhythmen an (vgl. 3.3.2.2 Bienenbesuche).

3.4.2 Biotische Faktoren

3.4.2.1 Jasmonsäure

Forscher der Max-Planck Gesellschaft München fanden 2010 heraus, dass das Pflanzenhormon Jasmonsäure, welches Abwehrreaktionen der Pflanze gegen Insekten steuert, auch die Nektarsekretion des Rapses induziert. Unmittelbar nach der Bildung der Jasmonsäure im Blütengewebe setzt die Nektarproduktion ein. Durch Applikation der Jasmonsäure auf die Rapsblüten konnte deren Nektarproduktion signifikant gesteigert werden (vgl. Venkatesan, 2010, s. p.).

3.4.2.2 Bienenbesuche

Durch reges Absammeln des Nektars durch die Bienen kann die Nektarabsonderung ebenfalls gesteigert werden. Hierbei finden sich die meisten Bienen zur Zeit der stärksten Nektarproduktion an den Blüten wieder (vgl. Maurizio, 1994, S. 28 f). In einem Versuch (siehe Free, 1993, S. 177) wurde verschiedenen Rapsblüten 3 mal täglich Nektar entnommen und der Vergleichsgruppe nur 1 mal täglich. Die 3 mal abgesammelte Gruppe produzierte etwa doppelt so viel Nektar - bei gleichbleibender Zuckerkonzentration (35 Gewichtsprozent) - als die Vergleichsgruppe (vgl. 5.). Bereits 5 Minuten nach einem Bienenbesuch hatten die Nektarien an den kurzen Staubfäden wieder etwas Nektar abgesondert und schon nach 30 Minuten waren die Nektarvorräte wieder gefüllt. (vgl. Free, 1993, S. 177).

3.4.2.3 Genetische Disposition des Rapses

Ein wichtiger Faktor für die Nektarproduktion ist neben den Umwelteinflüssen auch die genetische Disposition des Rapses. Maurizio fand erblich bedingte Unterschiede in der Größe und Innervierung (bezogen auf das Phloem) der Nektarien. Sie sieht darin eine der Ursachen für die teils großen Unterschiede in der Nektarproduktion von verschiedenen Rapsorten (vgl. Maurizio und Schaper, 1994, S. 28).

Bei Winterraps und Sommerraps sind - wenn man die mittleren Zuckerwerte mehrerer Winter- und Sommerrapsorten vergleicht -, generell keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen beiden Formen vorhanden. Belege für diese Aussage finden sich in zwei Versuchen von Hedke. Dabei wurden die Nektarproben im Freiland mit einer Mikropipette entnommen und der Zuckergehalt mit einem Refraktometer bestimmt. Im ersten Versuch verglich er das Nektarertragspotential von vier Sommerrapsorten und erhielt einen mittleren Zuckerwert von 0,46 mg pro Blüte und 24h; es werden also von einer Blüte 0,46 mg Zucker innerhalb von 24 h erzeugt (vgl. Hedke, 2000, S. 21, Deutsches Bienen Journal). Im zweiten Versuch wurden 20 Winterrapsorten auf ihr Nektarertragspotential verglichen und ein mittlerer Zuckerwert von 0,48 mg pro Blüte und 24 h ermittelt (vgl. Hedke, 2000, S. 12, ADIZ). Allerdings gibt es bei beiden Formen Sorten, die bessere und schlechtere Nektarproduzenten sind.

Das Zuckerspektrum des Nektars von Hybrid- und Liniensorten ist nahezu identisch. Die Liniensorten Express und Lirajet sowie die Hybridsorten Artus und Talent weisen alle etwa 48 g Fructose pro 100 g TS und etwa 52 g Glucose pro 100 g TS auf (vgl. Von der Ohe, 2002, S. 10).

Auch im Zuckergehalt und der Nektarmenge gibt es nach Hedke (vgl. Hedke, 2000, ADIZ) und Von der Ohe (vgl. Von der Ohe, 2002, S. 10) keine generellen Unterschiede zwischen Hybrid- und Liniensorten.

Jedoch gibt es bei beiden Sortentypen teils große spezifische Sortenunterschiede in Nektarmenge, Zuckergehalt des Nektars und Zuckerwert (vgl. Abb. 7).

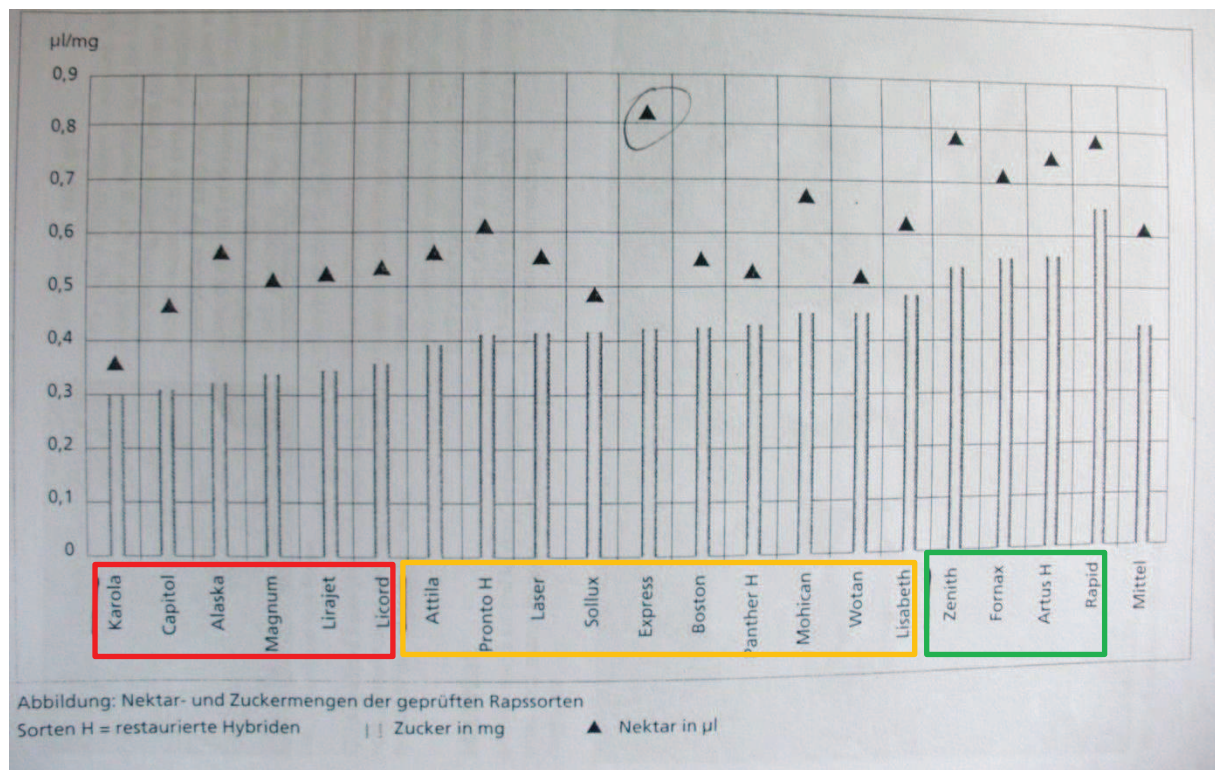


Abb. 7.: Zuckerwert und Nektarmenge innerhalb von 24 h pro Blüte verschiedener Hybrid- und Liniensorten nach Hedke (2000, S. 13, ADIZ); modifiziert durch den Autor: rot = geringer Zuckerwert, gelb = mittlerer Zuckerwert, grün = guter Zuckerwert.

In den Ergebnissen von Hedke schwankt der Zuckerwert pro Blüte pro 24 h zwischen 0,3 mg (Sorte Karola) und 0,66 mg (Sorte Rapid).

Jener Autor teilt die Sorten nach ihrem Zuckerwert in drei Gruppen ein: geringer Zuckerwert: Karola bis Licord; mittlerer Zuckerwert: Attila bis Lisabeth; und guter Zuckerwert: Zenith, Fornax, Artus, Rapid (siehe Abb. 7). Jedoch ist auch von der Sorte Karola mit dem „schlechtesten“ Zuckerwert noch eine Rapshonigernte zu erwarten (vgl. Hedke, 2000, S. 12, ADIZ). Die Sorte Express beweist, dass es nicht nur auf eine hohe Nektarmenge ankommt. Da der Zuckergehalt im Nektar eher gering ausfällt bewegt sich der Zuckerwert dieser Sorte, trotz höchster Nektarmenge, nur im Mittelfeld.

Bei den Hybridrapssorten ist genau zu unterscheiden, ob es sich um restaurierte Winter- rapshybriden oder männlich sterile Sorten handelt. Restaurierte Sorten bieten dasselbe Pollen und Nektarangebot wie Liniensorten. Bei männlich sterilen Sorten, wie der Sorte Synergy hingegen, kann es zu Mangelercheinungen in den Bienenvölkern und zu Völkerverlusten kommen. Dies ist bedingt durch ein nicht ausreichendes Nektar- respektive Pollenangebot jener Sorte (vgl. Von der Ohe, 2002, S. 10). Eine weitere Versuchsreihe dieses Autors verglich die Sorten Lirajet und Synergy hinsichtlich ihres Trachtwertes und stellte einen signifikant

geringeren Rapspollenanteil (49,8 %) im Honig der Sorte Synergy fest (vgl. Von der Ohe, 1998, S. 403). Im Anbau hat diese Sorte gegenwärtig keine Bedeutung mehr.

Aktuell in Österreich bedeutende Winterrapssorten für den Anbau sind bei den Liniensorten: Adriana, Chagall, Casoar, Sherlock und Ladoga sowie bei den Hybridsorten: Pulsar, Artoga, DK Expower, DK Exstorm.

Hinsichtlich der genetischen Disposition kann man bei den aktuellen Sorten anhand des Blühbeginns unterscheiden in früh-, mittel- und spätblühende Sorten.

Linienart	Bewertungspunkte Blühbeginn	Hybridart	Blühbeginn
Adriana	5	Pulsar	5
Chagall	4	Artoga	6
Casoar	4	DK Expower	5
Sherlock	4		
Ladoga	5		

Abb. 8.: Tabelle Blühbeginn aus Österreichische „Beschreibende Sortenliste Raps AGES“ (vgl. Literaturverzeichnis Punkt 22.)

Pro zusätzlichen Bewertungspunkt blühen die Sorten um ca. 1,5 Tage später. Die Sorte Chagall z.B. blüht genetisch bedingt etwa 3 Tage früher als die Sorte Artoga. Um die Trachtperiode des Rapses in einem Gebiet zu verlängern, ist es also von Vorteil, wenn um den Bienenstand mehrere Sorten mit möglichst unterschiedlichem Blühbeginn angebaut werden.

3.5 Einflussfaktoren auf die Sammelaktivität der Honigbiene im Raps

Da in dieser Bachelorarbeit Waagstockaufzeichnungen zur Beurteilung des Nektarertragspotentials mit einfließen, werden im Anschluss auch kurz die Einflussfaktoren seitens der Biene dargestellt.

3.5.1 Abiotische Faktoren

3.5.1.1 Entfernung des Bienenstandes zu den Rapsfeldern

Bienen befliegen Trachtquellen im Umkreis von mindestens 3 km um den Bienenstock. Laut Free fliegen Bienen 3,5 bis 4 km, um eine Rapstracht zu nutzen (Free, 1993, S. 176). Nach seinen Ergebnissen sind der Bienenbeflug und der Honigertrag am größten, je näher die Bienen dem Raps sind. Je weiter die Bienen vom Rapsfeld entfernt sind desto geringer ist auch der Nektar- und Polleneintrag von diesen Rapsfeldern. Mit zunehmender Entfernung benötigen die Bienen umso mehr Energie und verbrauchen mehr Nektar. Burgstaller führte Bienenindichtemessungen im Winterraps in Abhängigkeit von der Entfernung durch. Bei einer Beobachtungszeit von 30 min ergaben sich Beflugdichten bei 5 m Entfernung zum Bienenstand mit 24 Bienen pro 10 m² und bei 600 m Entfernung lediglich 8 Bienen pro 10 m² (Burgstaller, 1988, S. 40 f). Somit spielt die Entfernung des Feldes zum Bienenstand eine Rolle dabei, wie viel Rapsnektar eingetragen werden kann. Der Hintergrund für diese Beziehung liegt darin, dass die Bienen zur Erreichung von weiter entfernten Trachtpflanzen mehr Energie für den hin und Rückflug benötigen.

3.5.1.2 Rapszucht- und Saatgutvermehrungsflächen

Bei der Linienzucht neuer Sorten wird die Biene in ihrer Sammelaktivität eingeschränkt, da die Blüten mit Tüten isoliert werden (vgl. Heyland, 2006, S. 68 ff). In der Hybridsaatgutproduktion werden 4,5 m breite Streifen männlich sterile Pflanzen der Mutterlinie und 1,5 m breite Streifen männlich fertile Pflanzen der Vaterlinie angebaut.

Aus dem Überwiegen der männlich sterilen Pflanzen im Bestand ergibt sich eine Verminderung des Pollenangebotes, das Nektarangebot bleibt unverändert. Im Ertragsanbau ist bei Hybridsorten keine Pollen und Nektarminderung zu erwarten, da die modernen restaurierten Raps-Hybridsorten genau so viel Pollen liefern wie die Liniensorten (Von der Ohe, 2002, S. 10).

3.5.1.3 Witterungsverhältnisse und Tageszeit

Bienen starten ihre Flugaktivität zur Nahrungssuche ab etwa 13°C, der optimale Temperaturbereich für Trachtflüge liegt allerdings bei > 20°C. Zu heiß für Flüge wird es den Bienen bei Temperaturen über 37°C (vgl. Gekeler, 2006, S. 9). Free erwähnt einen Anstieg der besuchten Rapsblüten pro Biene und Minute von 7 auf 15,5 bei einem Temperaturanstieg von 19°C auf 26°C (Free, 1993, S. 177). Bei Regen fliegen die Bienen nicht aus um Nektar zu sammeln.

Gute Lichtverhältnisse (klares Wetter) wirken sich günstig auf die Intensität des Bienenfluges aus (vgl. Pritsch, 2007, S. 9). Die Bienen passen sich den Sekretionsrhythmen der Rapspflanze an, somit ist der Bienenbeflug von 7 bis 10 Uhr am größten (vgl. 3.3.1.5).

3.5.1.4 Bienenschutz und Pflanzenschutz

Es ist wichtig, die geltenden Bienenschutzbestimmungen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu beachten. Insbesondere bei Applikationen in die Blüte ist auf die Anwendungsbestimmungen und Warnhinweise zu achten, da es ansonsten zu Bienenschäden kommen kann.

Da detaillierte Ausführungen zum Pflanzenschutz im Raps in diesem Rahmen zu weit führen würden, sei auf einen Artikel von DI Hubert Köppl zum Thema Bienenschutz im Raps verwiesen (vgl. Köppl, 2012, S. 6).

3.5.2 Biotische Faktoren

3.5.2.1 Andere Trachtquellen im Flugkreis der Bienen

Während der Rapsblüte gibt es auch mehrere andere Trachtpflanzen, die von der Biene genutzt werden können. Vorwiegend Löwenzahn, Streu- und Erwerbsobstanlagen (vor Allem Apfel), Rosskastanien und auch teilweise Robinien blühen im Zeitraum der Rapsblüte. Ist der Bienenstand von anderen Trachtquellen umgeben und das Rapsfeld einige hundert Meter entfernt, kann es - trotz des guten Trachtwertes von Winterraps - zu einem verringerten Rapsnektareintrag kommen.

3.5.2.2 Erscheinungsbild der Rapsblüte

Farbe, Geruch, Größe und Form der Rapsblüten sind bedeutend für die Attraktivität der Pflanze für Bienen. So ist bekannt, dass Schwefelmangel im Raps ein Verblässen der Blütenfarbe, eine Änderung des Duftes, eine Verkleinerung der Blüten und eine Änderung der Form hin zu ovaleren Blütenblättern zur Folge hat. An Rapsfeldern mit Schwefelmangel wurden 45 % weniger Honigbienen im Vergleich zu ausreichend versorgten Feldern festgestellt (vgl. Brauer, 2007, S. 111 ff).

3.5.2.3 Bienenvolk

Die Anzahl der Bienen im Volk beeinflusst die Menge an gesammeltem Pollen und Nektar. Etwa ein Drittel der Bienen eines Volkes sind bei guten Trachtbedingungen als Sammelbienen unterwegs. Tausend Bienen zusätzlich (eine dicht besetzte Zanderwabe) bringen etwa 1,2 kg mehr Waagstockzunahme durch Trachteintrag während der Rapsblüte (Liebig, 1991, S. 27). In diesem Zeitraum erleben die Bienenvölker eine extreme Aufwärtsentwicklung. Durch das in der Regel sehr gute Pollen- und Nektarangebot im Raps wächst das Brutnest stark an. Nur junge Königinnen können die erforderliche Legeleistung für einen optimalen Volksaufbau erfüllen. Nach bzw. gegen Ende der Rapstracht kommen die Bienenvölker oft in Schwarmstimmung (vgl. Nowotnick, 1992, S. 258).

4. Auswertung der erhobenen Messdaten an Waagstöcken

4.1 Ergebnisse der Fragebögen und Aufzeichnungstabellen

Die Ergebnisse der Fragebögen und Aufzeichnungstabellen sind in Abb. 7.1 und 7.2, zusammen mit errechneten Größen, wie z.B. Summe der Gewichtsänderung und Durchschnitt der täglichen Gewichtsänderung, dargestellt. Die Berechnung der Werte wird unter 2.2 erläutert. Die Anzahl der Bienenvölker am Standort war sehr unterschiedlich und reichte von 7 bis 64. Im folgenden Kapitel werden die hier erfassten Parameter mit den Gewichtsänderungen der Waagstöcke in Beziehung gesetzt.

	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4	Standort 5	Standort 6	Standort 7	Standort 8	Standort 9	Standort 10	Standort 11	Standort 12	Standort 13	Standort 14
Summe der Gewichtsänderung [kg] *	37,1	30,9	34,8	33	17,4	18,8	20,5	21,1	18,6	40,5	38,8	8,1	61,7	20,4
Summe der Gewichtsänderung ohne Abnahmen [kg] *	39,7	30,9	37,1	36,4	18	19,9	20,5	21,3	19,5	40,5	39,1	10,6	66,1	21,1
Minimum der täglichen Gewichtsänderung [kg/d]*	-1	0,4	-0,9	-1,3	-0,4	-0,6	0,2	-0,2	-0,5	0	-0,3	-0,6	-1	-0,4
Maximum der täglichen Gewichtsänderung [kg/d]*	4,8	3,6	8,2	4,1	2,5	3,7	2,8	3,2	2,9	8,8	7,6	3,9	5,1	4,5
Durchschnitt der täglichen Gewichtsänderung [kg/d]*	1,4	2,4	1,4	1,5	1	1	1,1	1,2	1	2,4	2,6	0,5	2,2	0,8
Durchschnitt der täglichen Gewichtsänderung ohne Abnahmen [kg/d]*	1,5	2,4	1,5	1,7	1	1,1	1,1	1,3	1,1	2,4	2,6	0,7	2,4	0,8
Ausgangsgewicht Waagstock [kg]	60,3	60,1	39,7	53	49,8	49,6	40,2	38,8	67,1	44,9	51	68,2	55	66,4
Honigertrag Waagstock [kg]	18,1	20	24,0	18,9	11	-	18	22	16	29,2	16,3	-	38,2	-
Standdurchschnitt Honigertrag [kg]	20	22	16,0	9,9	-	-	18,4	20,5	17,6	-	-	-	30	-
Anzahl der Völker am Standort	24	28	7	10	64	40	18	28	36	-	-	-	32	-
Entfernung zum nächstgelegenen Rapsfeld [m]	400	50	800	1	-	200	300	100	250	500	300	50	200	100

Abb. 9.1: Überblickstabelle der Parameter aus den Fragebögen sowie Berechnete Werte aller Standorte. - = fehlende Werte; * = vom Verf. Berechnete Werte.

	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4	Standort 5	Standort 6	Standort 7	Standort 8	Standort 9	Standort 10	Standort 11	Standort 12	Standort 13	Standort 14
Größe des nächstgelegenen Rapsfelds [ha]	6	10	6	7,5	-	-	7	4	3	5	5	13	10	30
Anteil von Raps an Ackerflächen im Flugkreis der Bienen [%]	80	50	30	60	50	5	30	45	40	40	20	50	10	50
Andere Trachtquellen im Flugkreis	Hausgärten	-	Löwenzahn	Wind- schutzgürtel	Obstgärten	Hausgärten	Streuobst	Streuobst	Löwenzahn	Erwerbsobstlagen	Löwenzahn	Roskastanie	Wind- schutzgürtel (Schlehe)	Wind- schutzgürtel
Rapsorte	Artoga	-	Artoga	Adriana	-	-	-	-	-	-	-	Casoar; Pr45d03	-	Artoga
Blühdauer	25.4.-17.5.	25.4.-9.5.	14.4.-7.5.	14.4.-9.5.	20.4.-8.5.	21.4.-8.5.	24.4.-11.5.	26.4.-12.5.	25.4.-12.5.	25.4.-10.5.	25.4.-9.5.	30.4.-15.5.	23.4.-20.5.	2.5.-28.5.
Honigentnahme	21.5.	9.5.	10.5.	9.5.	8.5.	8.5.	12.5.	13.5.	13.5.	-	-	-	21.5.	-
Seehöhe [m] ü. A.	370	228	152	157	186	218	176	230	230	239	294	265	300	442
Pollenanteil Raps im Honig (aus 1000 Pollenkörnern) [%]*	46,30	83,70	84	95,30	93,90	93,90	87,80	87,80	91,50	70,60	78,30	81,80	85,90	51,50
Hybridsaatgutproduktion in der Nähe	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Trachttage	19	13	20	17	15	16	18	16	15	16	14	10	22	23

Abb. 9.2: Überblickstabelle der Parameter aus den Fragebögen sowie Berechnete Werte aller Standorte. - = fehlende Werte; * = Berechnete Werte; [atlantisches Klimagebiet](#); [pannonisches Klimagebiet](#); [illyrisches Klimagebiet](#).

4.2 Ergebnisse der Gewichtsermittlung der Waagstöcke

Die Summe der Gewichtsänderung der Waagstöcke (ohne Abnahmen) bewegten sich während der Rapsblüte im Bereich von 10,6 kg (Standort 12) bis hin zu beachtlichen 66,1 kg (Standort 13) (vgl. Abb. 7.1). Diese Werte sind somit extremer als die in der Literatur angegebenen 20 kg bis 40 kg (vgl. Hedke, 2000, S. 11). Der Gesamtdurchschnitt der Gesamtzunahmen (ohne Abnahmen) ist mit etwa 31 kg genau im Bereich der Literaturangaben.

Der maximale Wert einer Tageszunahme wurde am Standort 10 mit 8,8 kg am 30.4.2012 gemessen. An diesem Tag war es mit 22,8 °C Durchschnittstemperatur sehr heiß, die Luftfeuchtigkeit betrug im Mittel 44,5 % (vgl. Anhang 9.1 Abb. A 10).

Abnahmen des Waagstockgewichts wurden vermehrt an Tagen mit geringer Durchschnittstemperatur, relativ hoher Luftfeuchtemittelwerte sowie Regen beobachtet (vgl. Abb. 12). An diesen Tagen fanden die Bienen kein Flugwetter (vgl. 3.5.1.3) vor und mussten von ihren Reserven zehren, bzw. wurde der Nektar durch Wasserverdunstung zu Honig eingedickt, was ebenfalls zu Gewichtsabnahmen führt. Allerdings gab es auch Tage mit Niederschlag und guten Zunahmen (vgl. 9.1, Abb. A 8; 5.5.2012). Dies lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass es zur Zeit der größten Nektarsekretion (7-10 Uhr) nicht regnete und die Temperaturen noch relativ hoch waren. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass der betreffende Imker an jenem Tag „viele Regenspauzen“ in der Aufzeichnungstabelle eingetragen hatt.

Den größten Durchschnitt der täglichen Gewichtsänderung (ohne Abnahmen) lieferte der Waagstock an Standort 11 mit 2,6 kg durchschnittlicher Gewichtszunahme pro Tag in der Rapstracht. Die geringsten durchschnittlichen Tageszunahmen waren am Standort 12 mit 0,7 kg zu beobachten. Als Gesamtdurchschnitt aller gewerteten Standorte wurden 1,6 kg pro Tag berechnet. Der Waagstock an Standort 13 mit der höchsten Gesamtzunahme kam auf 2,4 kg durchschnittliche Tageszunahme. Wegen der höchsten Anzahl an Trachttagen (22 Trachttage) schaffte dieser Waagstock jedoch trotzdem den Maximalwert unter den Gesamtzunahmen (vgl. Abb. 7.1).

Bezogen auf die Klimaregionen wurden im Schnitt die höchsten Gesamtzunahmen durch Nektareintrag an Standorten des Illyrischen Klimabereichs festgestellt (vgl. Abb. 9.1 und Abb. 10). Hier liegt der Durchschnitt der Gesamtzunahmen bei rund 37 kg (39,1 kg Maximum und 19,5 Minimum kg). Die durchschnittlichen Tageszunahmen pro Waagstock betragen in diesem Klimabereich 2,5 kg.

Im Vergleich dazu ist das pannonische Klimagebiet mit 30 kg durchschnittlicher Gesamtzunahme (66,1 kg Maximum und 10,6 kg Minimum) und 1,4 kg mittlerer Tageszunahme im Mittelfeld.

Die atlantische Klimaprovinz Österreichs brachte die geringsten durchschnittlichen Gesamt- und Tageszunahmen mit 27 kg und 1,3 kg.

Statistisch signifikant waren die Unterschiede zwischen den Klimagebieten allerdings nicht (vgl. Abb. 10).

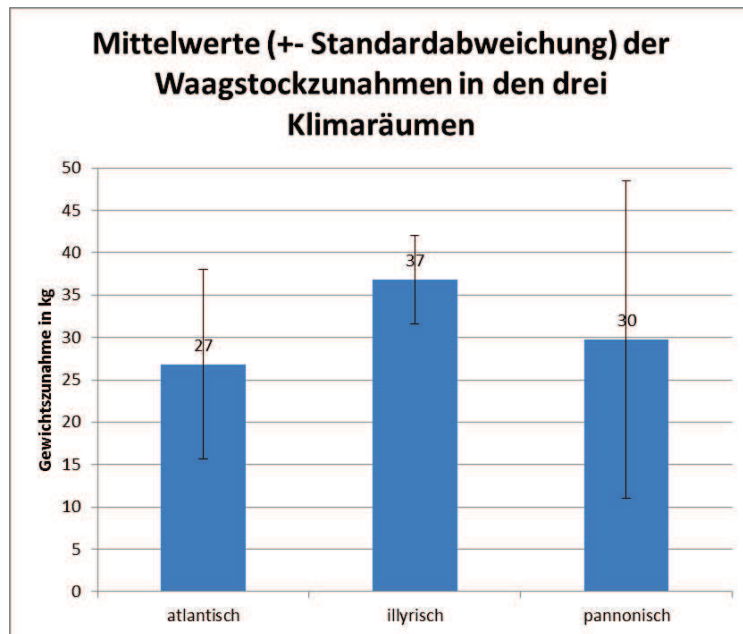


Abb. 10: Mittelwerte der Waagstockgesamtzunahmen (+- Standardabweichung) in den drei Klimaräumen

An 8 der 13 gewerteten Standorten nahmen die Gewichtszunahmen im Blühverlauf tendenziell ab. (vgl. Anhang Abb. A 1, 2, 5, 6, 8, 11, 12, 13). Als Grund für diese Beobachtung, kann eine Ermüdung der nektarproduzierenden Rapspflanzen angenommen werden. Jedoch waren auch Standorte (z.B.: Standort 3) in den Messungen vertreten, an denen die Nektarproduktion tendenziell zunahm.

Vergleicht man Honigernte und Gesamtzunahmen aller Waagstöcke so werden durchschnittlich rund 66 % der Gesamtzunahmen vom Imker in Form von Honigerträgen entnommen (vgl. Abb. 11). Die Teils großen Unterschiede zwischen Honigernte und Gesamtzunahme der Waagstöcke (siehe Standort 13 28 kg Differenz) lassen sich durch Verbrauch von Ressourcen an Tagen ohne Flugwetter erklären und damit, dass der Imker nicht den gesamten Honig entnimmt. Nicht außer Acht zu lassen ist auch der Zuckergehalt des eingetragenen Rapsnektars, ist dieser im unteren Bereich (z.B.: 44 %) müssen die Bienen mehr Wasser weg ventilieren um einen haltbaren Honig zu erhalten.

Zusammenhänge zwischen Sorte und Gewichtsänderung konnten ob mangelnder Informationen über angebaute Sorten nicht nachgewiesen werden. Des Weiteren wurden an den Standorten mit bekannten Rapsorten meist verschiedene Sorten im Flugkreis angebaut, somit war eine Zuordnung der Zunahmen zu spezifischen Sorten nicht möglich.

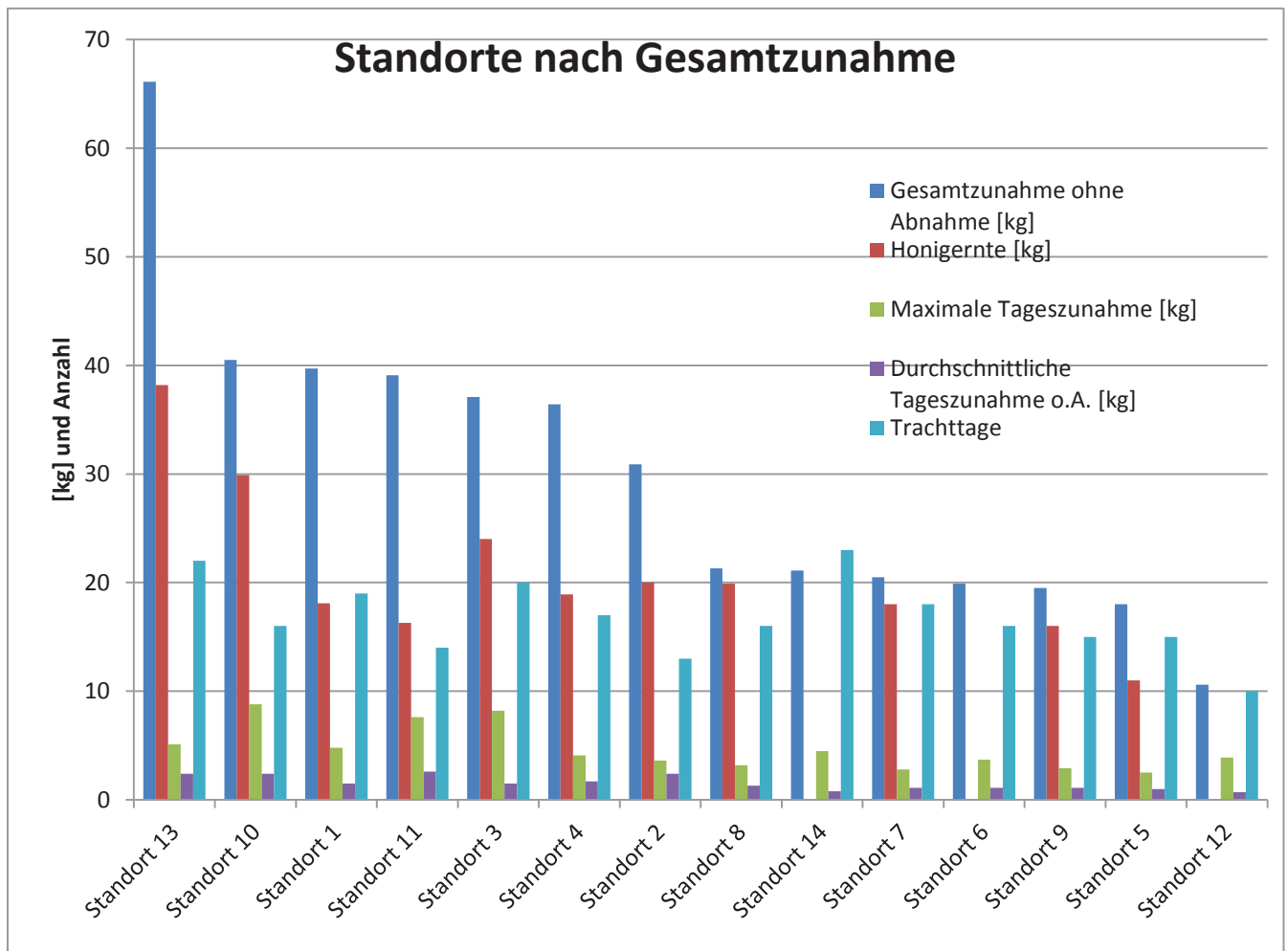


Abb. 11.: Waagstockstandorte sortiert nach Gesamtzunahmen der Waagstöcke.

4.3 Ergebnisse der Witterungsaufzeichnungen

Die Witterungsaufzeichnungen bestehend, aus Luftfeuchtigkeit Tagesmittel [%], Temperatur Tagesmittel [°C] und Tagesniederschlag [mm], wurden gemeinsam mit den Gewichtänderungen ausgewertet (vgl. Abb. 12.). Werte zu Luftfeuchtigkeit und Niederschlag waren nicht für alle Standorte verfügbar. Temperatur und/oder Niederschlagsinformationen von den Standorten 1, 3, 4, und 7 stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

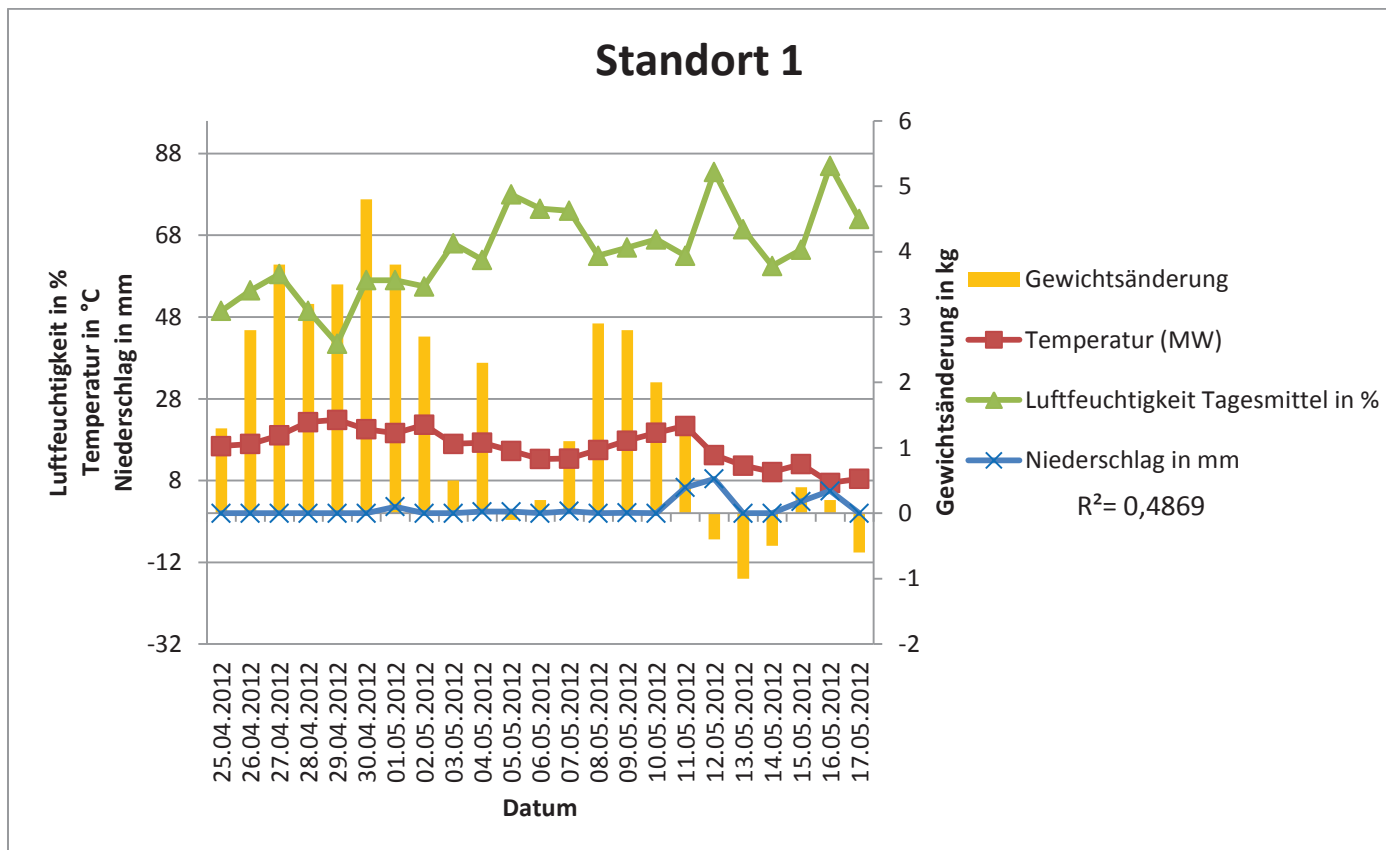


Abb. 12.: Gewichtsänderung und Witterung Standort 1

4.4 Ergebnisse der Pollenanalyse von Schleuderhonigen der Waagstockstände

Nach Blühende wurde der Honig der Waagstöcke geschleudert und auf seinen Pollengehalt hin analysiert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 9.2 dargestellt. Der Standort 4 hatte mit 95,3 % Rapspollen aus 1000 Pollenkörnern im Waagstockhonig den größten Rapspollenanteil. Wie bereits erwähnt muss reiner Rapshonig für eine Sortenauslobung mehr als 60,7 % Rapspollen enthalten (vgl. Persano und Oddo, 2004, S. 38 ff). Unterhalb des Grenzwertes würde der Einfluss anderer Trachtquellen auf die Gewichtsänderungen zu groß sein. Nur Standort 14 mit 51,5 % Rapspollenanteil im Honig wurde nicht in die statistischen Auswertungen mit einbezogen. Auch Standort 1 erreichte mit 46,3 % die Mindestgrenze nicht. Im Flugkreis der Bienen waren - laut Fragebogen - kaum andere Trachtquellen vorhanden. Allerdings befand sich in unmittelbarer Nähe zum Waagstockstandort eine Hybridrapssaatgutproduktion mit männlich sterilen mütterlichen Zuchtlinien (3.5.1.2). Diese lieferten zwar Nektar aber kaum Pollen, deshalb wurde Standort 1 mit ausgewertet. Standort 12 hatte zwar genügend Rapspollenanteil (81,8 %), jedoch nicht das charakteristische Aussehen und den Geschmack von Rapshonig. Die übrigen Standorte zeigten Rapspollenanteile zwischen 70 % und 80 %.

4.5 Statistische Zusammenhänge

Beeinflusst der Standort die tägliche Gewichtsänderung der Waagstöcke?

Durch eine einfache Varianzanalyse wurde ein Einfluss des Standortes auf die Gewichtsänderung im Allgemeinen statistisch belegt (hier lag α bei 0,01). Es wurden die Gewichtsänderungen der Waagstöcke an den verschiedenen Standorten verglichen und eine Abhängigkeit belegt.

Beeinflusst das Tagesmittel der Temperatur die Gewichtsänderung der Waagstöcke?

Mittels linearer Regressions- und Korrelationsanalyse wurde an 6 Standorten eine positive Korrelation zwischen Gewichtsänderung und Änderung der Temperaturtagesmittel festgestellt. Bei den übrigen Standorten war zwar dieselbe Tendenz zu erkennen, jedoch waren die Zusammenhänge bei diesen Standorten nicht signifikant. Über alle berücksichtigten Standorte gerechnet, bestätigt sich der Zusammenhang, mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,45760 zwischen dem Tagesmittel der Temperatur und der Gewichtsänderung der Waagstöcke pro Tag (vgl. Abb. 14). Je höher die Temperatur, desto höher war die Gewichtsänderung.

Beeinflusst das Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit die tägliche Gewichtsänderung der Waagstöcke?

An 7 Standorten wurde mit dem gleichen Verfahren eine negative Korrelation zwischen Gewichtsänderung und der mittleren Luftfeuchtigkeit errechnet. Die übrigen Standorte zeigten wiederum nicht signifikante Tendenzen in dieselbe Richtung. Je höher das Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit war, desto geringer waren die Tageszunahmen. Über den gesamten Datensatz der berücksichtigten Standorte gerechnet, ergibt sich eine negative Korrelation mit einem Wert von -0,51467 zwischen Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit und der Gewichtsänderung.

Beeinflussen die Niederschläge die Zunahmen?

Bei den Niederschlägen konnte mit den genannten Verfahren kein Zusammenhang festgestellt werden. Dies wird mit einem häufigen Auftreten des Wertes 0 in Zusammenhang gebracht, da kaum andere Werte zur Berechnung bereit stehen.

Beeinflusst die Entfernung der Waagstöcke die Zunahmen?

Die Entfernung der Waagstöcke zum Rapsfeld hatte keinen direkten Einfluss auf die Gesamtzunahmen. Am Standort 4 betrug die Summe der Gewichtsänderung ohne Abnahmen beispielsweise 36,4 kg bei einer Entfernung von 1 Meter. Hingegen wurde am Standort 3 mit etwa 800 m Entfernung 37,1 kg Gesamtzunahme gemessen (vgl. 5.).

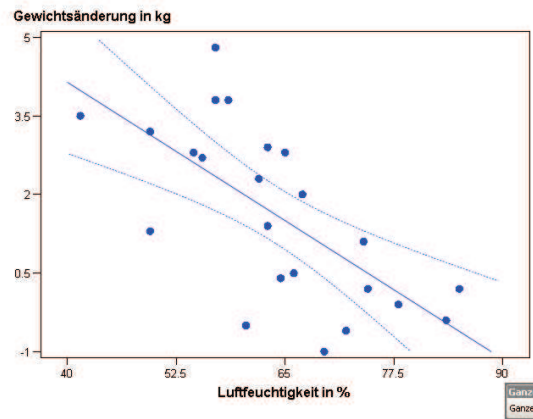
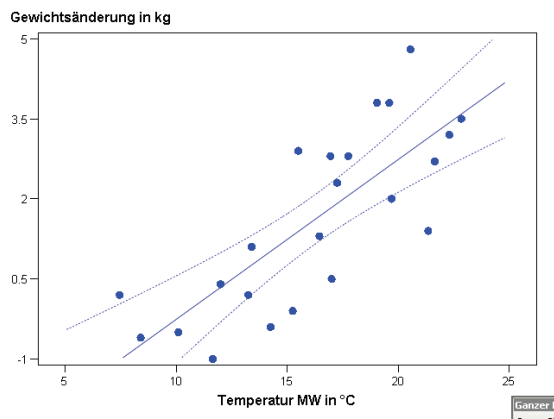


Abb. 13: Standort 1 Regressionsgerade tägliche Gewichtsänderung nach Temperatur Tagesmittel und tägliche Gewichtsänderung nach Luftfeuchtigkeit Tagesmittel aus SAS.

Standort, Wertetyp, Irrtumswahrscheinlichkeit	Lineare Abhängigkeit der Gewichtsänderung von ... belegt/abgelehnt mit P-wert	Korrelationskoeffizient
1 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0001	0,78463
1 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,0004	-0,67814
1 Niederschlag $\alpha = 0,05$	0,1580	-
2 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0975	-
2 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,0277	-0,60725
3 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0463	0,40211
3 Niederschlag $\alpha = 0,05$	0,209	-
4 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0413	0,4833
4 Niederschlag $\alpha = 0,05$	0,8785	-
5 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0075	0,60768
5 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,0006	-0,73138
6 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,12	-
6 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,0126	-0,57486
7 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,8788	-
7 Niederschlag $\alpha = 0,05$	0,1796	-
8 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,1453	-
8 Niederschlag $\alpha = 0,05$	0,0625	-
9 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,5328	-
10 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0241	0,55992
10 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,0147	-0,59668
11 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,1359	-
11 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,0028	-0,71332
12 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0124	0,60832
12 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,0009	-0,74589
13 Temperatur $\alpha = 0,05$	0,0004	0,62342
13 Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,05$	0,8443	-
Gesamter Datensatz: Temperatur $\alpha = 0,01$	0,0001	0,38545
Gesamter Datensatz: Luftfeuchtigkeit $\alpha = 0,01$	0,0001	-0,51467

Abb. 14: Tägliche Gewichtsänderung in Abhängigkeit von Temperatur Tagesmittel, relativer Luftfeuchtigkeit Tagesmittel und Tagesniederschlag.

5. Diskussion

Raps ist die wichtigste nektarliefernde Kulturpflanze in Ackerbaugebieten, daher ist es wichtig, die trachtbeeinflussenden Faktoren, wie z.B. Bodenverhältnisse, Tagestemperatur, Niederschläge, Luftfeuchte und Nährstoffbedarf, Sortenunterschiede sowie Konzentration und Menge des Nektars zu kennen.

Vom imkerlichen Standpunkt aus sind der mögliche Honigertrag bzw. die positive Wirkung auf die Volkentwicklung, die Hauptgründe warum die Rapstracht genutzt wird. Für den Honigertrag ist der Zuckerwert (= Zuckergehalt des Nektars*produzierter Nektarmenge pro 24 h) von entscheidender Bedeutung. In der Literatur gibt es unterschiedliche Angaben über die Korrelation zwischen Zuckergehalt des Nektars und der abgesonderten Nektarmenge. Während Maurizio (1950, S. 205) in ihren Versuchen eine negative Korrelation ermittelte, d.h. mit zunehmender Nektarproduktion nahm die Zuckerkonzentration ab, gab Free (1993, S. 177), auch bei Anstieg der Nektarproduktion, eine gleichbleibende Zuckerkonzentration an. Worauf diese Unterschiede im Einzelnen zurückzuführen sind ist unklar. Einer der Gründe könnten die unterschiedlichen mittleren Zuckerkonzentrationen sein.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Dauer der Rapsblüte. Eine Blühverlängerung durch – genetisch bedingten - unterschiedlichen Blühbeginn der Sorten im Flugkreis kann bis zu 7,8 kg Gewichtszunahme bei optimalen Bedingungen bedeuten, wenn man die tägliche Zunahme auf 2,6 kg schätzt und die genetisch bedingten Unterschiede im Blühverlauf 3 zusätzliche Trachttag ergeben. Nowotnick (1992, S.258) gibt für den Raps sogar an, dass der Hauptgrund für reichen Nektarsegen in der langen Blühdauer des Rapsbestandes liegt.

In der Praxis wollen Bauern jedoch einen kürzeren Blühverlauf, der eine gleichmäßige Abreife zur Folge hat, da dies die Ernte erleichtert (vgl. Cramer, 1992, S. 20). Wenn auf verschiedenen Feldern im Flugkreis unterschiedliche Sorten mit verschiedenem Blühbeginn angebaut werden ist jedoch die Verlängerung der Trachtperiode für die Biene trotzdem gegeben.

Ein weiterer Faktor im Hinblick auf die genetische Disposition des Rapses ist seine Jasmonsäureproduktion. Applikation von Jasmonsäure auf Rapsblüten führt zu einer Steigerung der Nektarsekretion (vgl. Venkatesan, 2010, s. p.). Es ist also denkbar, dass bei Sorten mit hohem Nektarertragspotential die natürliche Jasmonsäureproduktion erhöht ist und somit die erhöhte Nektarsekretion induziert wird. Diesbezüglich wurden allerdings keine Hinweise in der Literatur gefunden.

Genetisch bedingte Sortenunterschiede in der Nektarproduktion sind in der Literatur hinreichend nachgewiesen (vgl. Hedke, 2000, S. 13, ADIZ und Von der Ohe, 2002, S. 10). Wegen des raschen Sortenwechsels ist es aus imkerlicher Sicht daher wünschenswert, dass bereits

beim Erscheinen der neuen Sorten am Markt Daten zur Nektar- und Pollenproduktion der Sorte vorhanden sind um das gezielte Anwandern ertragreicher Sorten zu ermöglichen. Hierzu wäre es allerdings nötig, die Erfassung dieser bienenwirtschaftlichen Parameter als Teile der Sortenwertprüfung zu definieren.

Eine Minderung der Nektarsekretion und Pollendarbietung ist von den heute im Anbau gebräuchlichen, restaurierten Winterrapshybriden, in der bearbeiteten Literatur nicht beschrieben. Einen Sonderfall in dieser Beziehung stellt die Hybridsorte Synergy dar, die allerdings heute im Praxisanbau in Österreich keine Bedeutung mehr hat und nicht zu den restaurierten Winterrapshybriden zählt. Sie stellt kein ausreichendes Nektar- bzw. Pollenangebot zur Verfügung (vgl. Von der Ohe, 2002, S. 10).

Relevant ist hingegen die Minderung der Pollenproduktion auf Hybridsaatgutvermehrungsflächen, da sich diese direkt auf den Rapspollengehalt des Honigs auswirken kann. Nimmt man eine Feldlänge von 155 m und eine Breite von 64,5m an, so ergibt sich ein Verhältnis von 30 % pollentragender Pflanzen und 70 % männlich steriler Pflanzen pro Hektar bei Feldern mit Hybridsaatgutproduktion. Dieser Mangel an pollentragenden Pflanzen erklärt auch den im Gliederungspunkt 4.4 beschriebenen geringen Rapspollenanteil im Honig von Standort 1. Jedoch sind die Rapssaatgutbaupläche im Vergleich zu den übrigen Anbauflächen von Raps, in Österreich, gering (vgl. Feldanerkennungsflächen 2010/2011).

Da der Imker auf die Sortenwahl in der Regel keinen Einfluss hat, ist es für ihn besonders wichtig, geeignete Standorte zu wählen.

Die Trachtquelle darf nicht zu weit vom Bienenstand entfernt sein, da dadurch laut Literatur die Bienenbeflugdichte und somit der Nektareintrag gemindert werden würde (Burgstaller, 1988, S. 40 f). Ein Zusammenhang zwischen Entfernung zum Rapsfeld und Gesamtzunahmen der Waagstöcke war in dieser Arbeit jedoch nicht nachweisbar (vgl. 4.5). Der Grund dafür kann darin gesehen werden, dass die Entfernungen ausnahmslos kleiner als 1000 m waren und laut Expertenmeinung innerhalb dieses Entfernungsradius kaum Einbußen in der gesammelten Nektarmenge zu beobachten sind (vgl. Moosbeckhofer, 2012, mündliche Mitteilung).

Auf geeigneten Standorten ist die Rapspflanze ausreichend mit Nährstoffen aus dem Boden versorgt (vgl. Abb. 15). Besonderen Einfluss haben laut Literatur die Nährstoffe Kalium, Phosphor und Schwefel (vgl. Maurizio, 1950, S. 209; Pritsch, 2007, S. 8 und Brauer, 2007, S. 111 ff). Sie beeinflussen die Nektarbildung (Qualität, Menge), Blütenzahl und Blütenattraktivität. Für die Bemessung der Düngergaben sind die Entzugswerte wegen der unterschiedlichen Nährstoffgehalte im Boden aussagekräftiger als pauschale Düngeempfehlungen.

Die Temperatur-, Niederschlags- und Luftfeuchtwerte am Standort sind besonders wichtig, da laut Literaturangaben diese Parameter einen starken Einfluss auf die Nektarsekretion haben (vgl. Von der Ohe 2002, S. 11 und Pierre, 2010, S. 122 ff).

Das Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit korreliert negativ mit der täglichen Gewichtsänderung. Hohe mittlere Luftfeuchtwerte pro Tag hängen oft mit Niederschlägen und oder kalter Witterung zusammen, daher schwindet die Gewichtszunahme, je höher der Mittelwert der Luftfeuchtigkeit ist (vgl. 4.5).

Der positive Zusammenhang zwischen Temperatur und Gewichtsänderung kann dahingehend interpretiert werden, dass eine Steigerung der Temperatur auch eine Steigerung der (Stoffwechsel-)Aktivität seitens des Rapses und der Biene bewirkt (vgl. RGT-Regel). Der Raps produziert mehr Nektar, die Bienen sind aktiver und können mehr Nektar sammeln (vgl. 4.5).

Schlechtwetterphasen sind in den Grafiken der einzelnen Standorte gut an den Temperatureinbrüchen in Kombination mit Niederschlag oder hoher Luftfeuchtigkeit erkennbar (z.B. 5.5. bis 6.5. in Abb. 12). An Schlechtwettertagen lassen sich Gewichtsstagnation oder Abnahmen feststellen. In Abbildung 12 erkennt man auch einen weiteren Effekt, der von den Witterungseinflüssen teilweise überlagert wird. Zu Beginn der Blühphase sind die Zunahmen noch geringer, mit steigender Anzahl blühender Pflanzen steigen auch die Zunahmen bis zur Vollblüte des Feldes. Gegen Blühende nimmt die Höhe der Zunahmen wieder ab, da hier bereits wieder weniger Pflanzen blühen und dadurch das Nektarangebot geringer wird.

Die Ergebnisse der durchgeführten Praxisversuche bzw. die Erfahrungsberichte der Imker bestätigen im Wesentlichen den in der Literatur beschriebenen Einfluss dieser Faktoren.

Auf Basis der Literaturangaben und der Ergebnisse der vorliegenden Auswertungen sind in der folgenden Tabelle die wichtigsten Faktoren dargestellt, die das Nektarertragspotential positiv beeinflussen.

Klimatyp	Illyrisches Klima
Jahresniederschlag	Mindestens 600-800 mm
Temperatur	20 °C bis 25 °C während der Sammelphasen, bei ausreichender Bodenfeuchte
Luftfeuchtigkeit	gering (um 44 %)
Belichtung	Klare Lichtverhältnisse
Bodeneigenschaften, Bodentyp	Tiefgründigkeit; keine Staunässe; Sandiger bis humoser Lehm und lehmiger Sand
Nährstoffversorgung	Entzugswerte bis Blühende
Kalium Verbrauch ist gedeckt durch	280 kg K/ha
Stickstoff Verbrauch ist gedeckt durch	220 kg N/ha
Phosphorbedarf ist gedeckt durch	50 kg P/ha
Schwefel ist gedeckt durch	90 kg S/ha
Sorten mit unterschiedlichem Blühbeginn um den Bienenstand	Führt in der Regel zur Verlängerung der Trachtperiode

Abb. 15.: Faktoren die das Nektarertragspotential von Raps günstig beeinflussen

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine Literaturrecherche zu den möglichen Parametern, die einen Einfluss auf das Nektarertragspotential von Raps haben. Ausgewertet wurden wissenschaftliche Beiträge sowie Beiträge, aus imkerlichen Fachzeitschriften. Die Ergebnisse zeigten, dass die Nektar- und Zuckerabsonderung des Rapses stark von Boden und Klimabedingungen abhängig ist. Zusätzlich spielen die Nährstoffversorgung und Sortenunterschiede eine Rolle. Eine ausreichende Kalium, Phosphor und Schwefelversorgung ist entscheidend für die Nektarproduktion, die Gesamtblütenzahl und die Attraktivität der Rapsblüten. In ihrer Bedeutung wird in der Literatur den Witterungsverhältnissen ein erheblich größerer Einfluss auf die Nektarproduktion zugewiesen als den Sortenunterschieden.

Reges Absammeln durch die Bienen fördert die Nektarabsonderung der Einzelblüten. Die meisten Bienen finden sich zur Zeit der stärksten Nektarproduktion an den Blüten ein. Im Zuckerwert bestanden laut Literatur keine Unterschiede zwischen Winter- und Sommerapssorten. Zwischen Hybrid- und Liniensorten gibt es keine generellen Unterschiede im Zuckergehalt und der Nektarmenge. Im Hinblick auf das Pollenangebot ist bei Hybridraps entscheidend, dass es sich um restaurierte Winterrapshybriden mit Pollenangebot handelt. Bei männlich sterilen Sorten, wie der Sorte Synergy, kann es laut Literatur zu Mangelercheinungen in den Bienenvölkern kommen. Im Anbau hat diese Sorte in Österreich allerdings keine Bedeutung mehr. Zwischen den aktuell angebauten Sorten gibt es Unterschiede im Blühbeginn. Versuche zeigten, dass der Bienenbeflug und der Honigertrag am größten sind je näher die Bienen dem Raps sind.

Die Auswertung der Waagstockaufzeichnungen von 10 Imkern und 13 Standorten in den wichtigsten Rapsanbaugebieten Österreichs zeigten große standortspezifische Unterschiede in den Gesamtzunahmen während der Rapstracht. Damit haben sich die Erfahrungsberichte der Imker in diesem Versuch bestätigt. Grund für diese Schwankungen sind die Witterung die Standortbedingungen und laut Literatur die genetische Disposition der Rapsorten im Hinblick auf die Nektarproduktion (vgl. Maurizio und Schaper, 1994, S. 28 und Hedke, 2000, S. 13, ADIZ).

Generell (über den gesamten Datensatz gerechnet) war ein positiver Zusammenhang zwischen den Tageszunahmen und dem Tagestemperaturmittel nachweisbar (siehe Abb. 15). Bei der Einzelbetrachtung war der Zusammenhang signifikant für 6 Standorte. Für 7 Standorte war er nicht signifikant, jedoch war eine positive Tendenz erkennbar.

Zwischen dem Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit und der Gewichtsänderung des Waagstockes konnte für die 8 Standorte, an denen die Luftfeuchtigkeit gemessen wurde, über den gesamten Datensatz, ein negativer Zusammenhang nachgewiesen werden. Für 7 Standorte war

dieser Zusammenhang signifikant. Für einen Standort konnte dieser Nachweis nicht erbracht werden (vgl. Abb. 15).

Von den untersuchten Raps Honigen entsprachen laut Pollenanalyse 12 Standorte den Kriterien, für die Auslobung eines Raps Sorten Honigs. Ein Standort hatte einen zu geringen Pollenanteil mit 51,5 %. Ein weiterer Standort mit 46,3 % Pollenanteil erreichte ebenfalls den Mindestwert nicht allerdings befand sich dieser in der Nähe einer Hybridrapssaatgutvermehrungsfläche (vgl. Abb. 9.2).

Als Empfehlung für Imker ergibt sich aus dieser Arbeit, jene Gebiete für die Nutzung der Rapstracht zu bevorzugen, die tiefgründige Böden, ausreichend Niederschlag mit mittlerer bis geringer Luftfeuchte und gemäßigt hohen Temperaturen (vgl. Abb. 13) bieten. Stehen Raps Sorten mit unterschiedlichem Blühbeginn (z.B. die Sorten Chagall und Artoga) im Zielgebiet, kann sich dadurch die Trachtperiode zusätzlich verlängern.

7. Danksagung

Ich danke den 10 Imkern, die sich für dieses Projekt Zeit genommen haben. Ohne ihre Hilfe wäre diese wissenschaftliche Arbeit nicht möglich gewesen. Besonderer Dank gilt auch meinen Betreuern Dr. Rudolf Moosbeckhofer (AGES) und Prof. Gerhard Karrer (BOKU), die mir bei Schwierigkeiten und Fragen stets zur Seite standen. Für fachliche Auskünfte bedanke ich mich abschließend bei Dr. Gerhard Nachtmann (BOKU) und DI Klemens Mechtler (AGES).

Dem Dachverband Biene Österreich und dem BMLFUW danke ich für die Unterstützung und finanzielle Förderung des Projektes im Rahmen der Sonderrichtlinie Imkereiförderung gemäß VO (EG) Nr. 1234/2007. Der AGES danke ich für die Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeit und die Übernahme eines Teiles der Kosten aus der AGES-Basisfinanzierung.

8. Literaturverzeichnis

1. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (2012): Österreichische Beschreibende Sortenliste. Wien. Link: <http://www.baes.gv.at/pflanzensorten/oesterreichische-beschreibende-sortenliste/oel-faser-und-handelspflanzen/winterkoernerraps/> (15.7.2012)
2. Alpmann, L. (2009): Der Einfluss des Wetters auf die Entwicklung von Wintertraps. Lippstadt, S.16 f.
3. Brauer, A. (2007): Einfluss der Schwefelversorgung auf morphologische und physiologische Parameter von Rapsblüten (*Brassica napus L.*) und deren Wirkung auf das Verhalten von Honigbienen (*Apis mellifera L.*). Tönning: Der Andere-Verlag, S. 112 ff.
4. Bundesamt für Ernährungssicherheit (2011): Konventionelle und Bio-Anerkennungsflächen von Saatgutvermehrungen der Saison 2010/2011 (Ernte

- 2011) in Österreich. Wien. Link: <http://www.baes.gv.at/saat-pflanzgut/statistiken/feldanerkennungsflaechen/> (5.8.2012).
5. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2012): Grüner Bericht 2012. Wien: Selbstverlag, 53. Auflage, S. 37.
 6. Burgstaller, H. (1988): Untersuchungen zur Ertragsverbesserung und zum Honigertrag durch die Bestäubungsaktivität der Honigbiene bei Winterraps und Sonnenblume. Wien: Projekt der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit.
 7. Cramer, N. (1990); Raps: Anbau und Verwertung. Stuttgart: Ulmer, S. 42.
 8. Datenquelle der Wetterdaten der Standorte 1, 3, 4 und 7(vgl. 4.4): Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
 9. DI Mechtler, K. mündliche Mitteilung vom 26. 7. 2012.
 10. Free, J. (1993): Insect Pollination of Crops. Cardiff: Academic Press Limited, zweite Auflage, S.176 ff.
 11. Gekeler, W. (2006): Honigbienenhaltung. Stuttgart: Eugen Ulmer KG, S.9.
 12. Hedtke, C. (2000): Bleibt uns der Raps als gute Trachtpflanze erhalten? Entwicklungen beim Rapsanbau und Bewertung des Trachtwertes verschiedener Sorten. In: ADIZ 34 (2):11-13; die Biene 135 (2) 11-13; Imkerfreund 54 (2), S. 11-13.
 13. Hedtke, C. (2000): Nektar- und Pollenproduktion transgener und konventioneller Rapsblüten. In: Dt. Bienen Journal 8 (3) Berlin, S. 21-22.
 14. Heyland, K.; Hanus, H.; Keller, E. (2006): Handbuch des Pflanzenbaues 4 – Ölfrüchte, Faserpflanzen, Arzneipflanzen und Sonderkulturen. Stuttgart: Ulmer, S.56 ff.
 15. Horn, H. (1993): Die Bedeutung des Rapses als Trachtpflanze für Bienen; In: ADIZ12/1993, S. 8-10.
 16. Köppl, H. (2012): Bienen und Pflanzenschutz. In: Der Bauer. Nr. 16; Zeitung der Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz: Eigenverlag, S.6.
 17. Liebig, G. (1991): Die Rapstracht 1991. ADIZ Jg. 25(11), Stuttgart, S. 25 – 28.
 18. Mandl, S.; (2006): Bestäubungsleistung der Honigbiene. Wien: Dissertation Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften.
 19. Mandl, S.; Sukopp: (2011); Bestäubungshandbuch für Gärtner Landwirte und Imker. Wien: Arbeitsgemeinschaft Bienenforschung an der Universität für Bodenkultur, S 156 ff. Link: <http://www.bestaeubungshandbuch.at/Bestaubungshandbuch01.pdf> (29.8.2012).
 20. Maurizio, A.; Schaper, F. (1994): Das Trachtpflanzenbuch: Nektar und Pollen – Die wichtigste Nahrungsquellen der Honigbiene. 4. neubearbeitete und erweiterte Auflage, München: Ehrenwirth.
 21. Maurizio, A.; Hasler, A. (1950): Über den Einfluss verschiedener Nährstoffe auf Blütenansatz, Nektarsekretion und Samenertrag von honigenden Pflanzen. In: Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte 1950 vol. 28, S.201-211.
 22. Mayr, J. (2007); Mögliche Sammeleigenschaften ausgewählter Honigbienenarten. Wien: Dissertation Universität für Bodenkultur, Institut für Zoologie.
 23. Moosbeckhofer, R. (2012): mündliche Mitteilung vom 6.11.2012.
 24. Nowottnick, K. (1992): Bienen und Raps. In: Die Biene. Nr. 5. Kleinschmalkalden, S. 252 – 259.
 25. Persano, L.; Oddo, R. (2004): Main European unifloral honeys: Descriptive sheets. In: Von der Ohe, W. (Herausgeber) (2004): European unifloral honeys (Special Issue). Apidologie 35 (Suppl. 1), Les Ulis: EDP Sciences S.A., S. 38-81.

26. Pierre, J. (2010) Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 17, Numéro 3, 121-6, MAI-JUIN 2010 - Dossier: Tournesol : champs de recherche (illustration : Monique Berger), Agronomie – Environnement. S. 122 ff.
27. Pritsch, G. (2007): Bienenweide. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, S. 8 ff.
28. Schuster, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
29. Venkatesan, R. (2010): The Role of Jasmonates in Floral Nectar Secretion.
<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/03/100329103654.htm> (26.6.2012).
30. Von der Ohe, W. (2002): Pollen- und Nektargehalt restaurierter Winterrapshybriden und Linienarten. Niedersächsisches Landesinstitut für Bienenkunde, Celle.
31. Von der Ohe, W.; Von der Ohe, K. (1998): Ergiebigkeit und Chemismus von Raps-trachten (männlich-steriler und – fertile Sorten von *Brassica napus* L.). In: Apidologie 29, S. 403 – 404.
32. Zwittkoviz, F. (1983): Klimatypen, Klimabereiche, Klimafacetten - Erläuterungen zur Klimatypenkarte von Österreich. Wien: Verl. d. Österr. Akad. d. Wiss., S. 26 ff.