

Erhebungen zum Nektarertragspotential von Sonnenblumenkulturen in Österreich

Laufzeit des Projektes: Vegetationsjahr 2012

Abschlussbericht

AGES

Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen
Abteilung Bienenkunde und Bienenschutz

Dr. Rudolf Moosbeckhofer

Dr. Linde Morawetz

Helmut Heigl

Waltraud Auer

Projektleiter und korrespondierender Autor:

Dr. Rudolf Moosbeckhofer

AGES, Abteilung für Bienenkunde und Bienenschutz

Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

Tel. : 050 555-33 121

Email: rudolf.moosbeckhofer@ages.at

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Material & Methoden	7
2.1. Imker und Waagstockdaten	7
2.2. Waagstockaufzeichnungen und Wetterdaten	8
2.3. Fragebögen	9
2.4. Pollenanalyse	9
2.5. Statistik	9
3. Ergebnisse	12
3.1. Trachtperiode und Gewichtsveränderungen	12
3.2. Eintrag von Sonnenblumennektar	14
3.3. Einfluss des zeitlichen Blühverlaufs auf die Gewichtszunahme der Waagstöcke	16
3.4. Einfluss der Witterung auf die Gewichtszunahme der Waagstöcke	22
3.4. Honigproduktion	24
4. Diskussion	25
4.1. Sonnenblume – eine Tracht ohne Honig?	25
4.2. Charakterisierung und Optimierung von Sonnenblumenhybriden	27
4.3. Auswahl des Standortes aufgrund klimatischer Faktoren	29
4.4. Einfluss des Wanderzeitpunkts auf den Honigertrag	30
4.5. Fazit	31
5. Danksagung	31
6. Literatur	32
7. Zusammenfassung	35

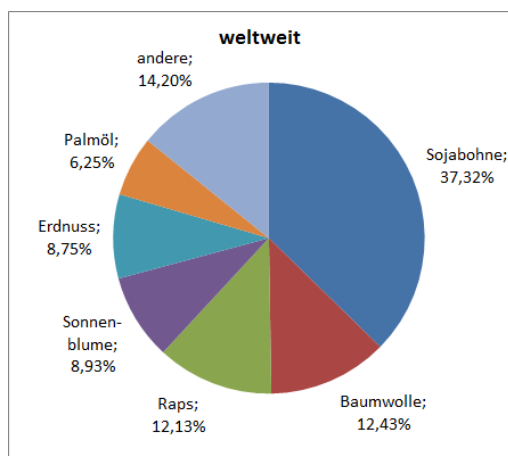
Erhebungen zum Nektarertragspotential von Sonnenblumenkulturen in Österreich im Jahr 2012

Linde Morawetz, Helmut Heigl, Waltraud Auer, Rudolf Moosbeckhofer

1. Einleitung

Die Sonnenblume *Helianthus annuus* L. ist eine einjährige Pflanze, die hauptsächlich zur Nutzung als Ölpflanze (Mechtler & Hendlar 2010, FAOSTAT data 2012), aber auch als Futterpflanze (Valdez *et al.* 1988, Rasool *et al.* 1998), als Zwischenfrucht (Rosa *et al.* 2010, Błażewicz-Woźniak & Wach 2012) und für die Biogasgewinnung (Nassab *et al.* 2011, Spugnoli *et al.* 2012) angebaut wird. Ursprünglich aus Nordamerika stammend, wird sie seit dem 17. Jahrhundert in Europa angebaut (Maurizio & Schaper 1994, Piperno 2001). Als viertwichtigste Pflanze in der Ölsaatenproduktion spielt sie eine große Rolle in der weltweiten Landwirtschaft (Abbildung 1A; FAOSTAT data 2012). Dabei lag 2012 fast die Hälfte der weltweiten Anbaufläche in Russland (6,8 Mill ha, 26 %) und in der Ukraine (5,1 Mill ha, 20 %; FAOSTAT data 2012).

A



B

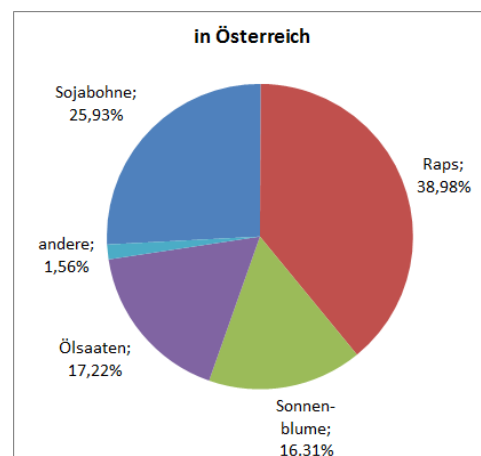


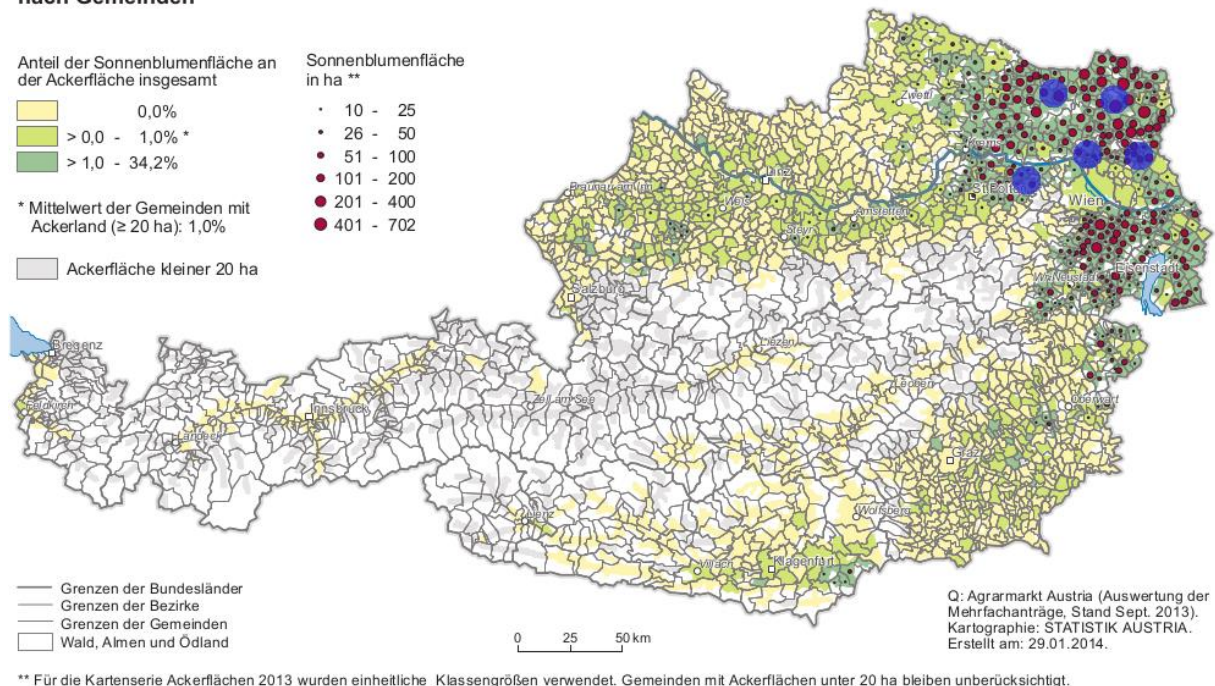
Abbildung 1: Anteil der verschiedenen Ölsaaten im Jahr 2012 an den gesamten Anbauflächen für Ölsaaten (A) weltweit und (B) in Österreich. (Quelle: <http://faostat3.fao.org/home/E>, 03.12.2014, 15:30)

Auch in Österreich ist die Sonnenblume nach Raps und Sojabohne eine wichtige Quelle für die Pflanzenölproduktion (Abbildung 1B; Mechtler & Hendlar 2010, Statistik Austria 2012, FAOSTAT data 2012). Allein in Niederösterreich wurden im Jahr 2012 Sonnenblumen auf 23.362 ha angebaut, was in etwa 80 % der Anbaufläche für Sonnenblumen in Österreich entsprach (Statistik Austria 2012; siehe auch Abbildung

2). Aufgrund der beträchtlichen Anbauflächen und ihres guten Nektarertrags – laut Maurizio und Schaper (1994) ist von einem Richtwert von 10 mg Nektar pro 30 Blüten und 24 Stunden auszugehen – hat die Sonnenblume ein beträchtliches Potential als Trachtpflanze für österreichische Imker. Außerdem kann die Sonnenblume den Honigbienen als Pollenquelle dienen. Die von der Sonnenblumenscheibe produzierte Pollenmenge wird mit 239 mg angegeben, wovon täglich 26 mg dargeboten werden (Maurizio & Schaper 1994). Sonnenblumenpollen gilt jedoch als minderwertig, da der Proteinanteil bei den meisten Hybriden unter 20 % des gesamten Trockengewichts des Pollens ausmacht (Schick & Spürgin 1997, Pernal & Currie 2000, Tasei & Aupinel 2008, Nicolson & Human 2013) und einige essentielle Aminosäuren unzureichend vorhanden sind (Nicolson & Human 2013). Gleichzeitig finden sich zahlreiche Berichte, dass Honigbienen die Sonnenblume in erster Linie als Nektarquelle verwenden und Pollen aus anderen Trachten eintragen, falls diese in der Umgebung vorhanden sind (Tepedino & Parker 1982, Fell 1986, Burgstaller 1990, Hedtke 1998, Andrada *et al.* 2004, Charrière *et al.* 2006, Chauzat *et al.* 2009).

In den letzten Jahren häuften sich Berichte aus verschiedenen europäischen Ländern, dass die Bienenvölker während der Sonnenblumentracht entweder deutlich weniger als früher eintragen oder sogar Gewicht verlieren (Burgstaller 1990, Charrière *et al.* 2006, Ion *et al.* 2008, Chauzat *et al.* 2009). Als möglicher Grund wird eine geringe Nektarproduktion der Sonnenblume aufgrund neuer, weniger ertragreicher Hybrid-Sorten oder auch aufgrund von Veränderungen des Klimas angeführt (Hedtke 2000, Ion *et al.* 2008). Wenn die Nektarerträge bei der Sonnenblume ausbleiben, weichen Bienen auf andere, ergiebiger Trachtquellen aus (Burgstaller 1990, Hedtke 1998, Charrière *et al.* 2006). Dies hat auch für den Sonnenblumenbauern negative Folgen, da der Bflug durch Honigbienen den Bestäubungserfolg und die Samenqualität (reduzierte Anzahl leerer Samen, erhöhte Samengröße, gesteigerter Ölgehalt) von vielen Sonnenblumenhybriden steigert, obwohl sie grundsätzlich für Selbstbestäubung gezüchtet sind (Furgala 1954, Krause & Wilson 1981, Maurizio & Schaper 1994, Kamler 1997, Degrandi-Hoffman & Chambers 2006, Ion *et al.* 2007, 2009, Tesfay 2010). Daher ist es sowohl für den Imker als auch für den Sonnenblumenbauern von großem Interesse und Nutzen, dass die Sonnenblume weiter eine interessante Trachtquelle für die Bienen bleibt.

Ackerflächen 2013: Ölfrüchte - Sonnenblumen nach Gemeinden



** Für die Kartenserie Ackerflächen 2013 wurden einheitliche Klassengrößen verwendet. Gemeinden mit Ackerflächen unter 20 ha bleiben unberücksichtigt.

Abbildung 2: Untersuchungsgebiete der Studie (lila Kreise) aufgetragen auf eine Karte, die die Sonnenblumenfläche und den prozentuellen Anteil an Sonnenblumenfeldern an der Gesamtackerfläche in den einzelnen Bezirken Österreichs wiedergibt (siehe Legende links oben). Die Daten zu den Sonnenblumenflächen beziehen sich auf das Jahr 2013, da aus 2012 keine Karte verfügbar ist. Obwohl Daten von neun Bienenständen erhoben wurden, sind nur fünf Gebiete markiert, da im Bezirk Hollabrunn (Kreis oben links) insgesamt vier Bienenstände und im Bezirk Mistelbach (Kreis oben rechts) zwei Stände gelegen sind. (Quelle: www.statistik.at, 10.12.2014, 17:15)

Wir werden in der Folge detailliert auf den Einfluss von Hybridsorten und Klimafaktoren auf den Nektarertrag der Sonnenblume eingehen.

Die Wahl der angebauten Sonnenblumenhybriden hat einen entscheidenden Einfluss auf die Nektarproduktion und damit auf die Möglichkeit der Bienen, Nektar zu sammeln. So kann das Volumen der Nektarsekretion zwischen verschiedenen Hybriden am gleichen Standort um das zwei- bis achtfache variieren (Tepedino & Parker 1982, Vear *et al.* 1990, Kamler 1997, Atlagić *et al.* 2003, Ion *et al.* 2007, ZajácZ 2011). Das Volumen der Nektarsekretion scheint dabei in erster Linie genetisch determiniert zu sein (Vear *et al.* 1990, Atlagić *et al.* 2003).

Der Wert des Sonnenblumennektars für die Biene wird nicht nur vom Volumen der Nektarabsonderung, sondern auch von der Zuckerkonzentration beeinflusst (Vear *et al.* 1990, Ion *et al.* 2008, ZajácZ 2011). Daher ist es notwendig, den „Zuckerwert“ der Blüte aus produzierter Nektarmenge und Zuckerkonzentration pro Zeiteinheit zu berechnen, um den möglichen Trachtwert für die Biene korrekt zu erfassen (Schick & Spürgin 1997, Schaper 1998, Ion *et al.* 2007). Doch auch dieser variiert je nach

Hybridsorte: bei in Rumänien angebauten Sorten wurden Zuckerwerte zwischen 0,07 mg/24h und 0,25 mg/24h pro Einzelblüte gemessen (Ion *et al.* 2007) und bei in Ungarn angebauten Sorten zwischen 0,04 mg/24h und 0,13 mg/24h pro Blüte (Zajácz *et al.* 2006, Zajácz 2011). In einer deutschen Studie hingegen überschritt der Zuckerwert der Einzelblüten in keiner der zwölf getesteten Hybriden den Wert von 0,04 mg/24h pro Blüte, wobei diese niedrigen Werte vom Autor auf einen sehr trockenen Standort zurückgeführt werden (Hedtke 2000). Die Variabilität in Nektarsekretion und Zuckerwert hat signifikante Auswirkungen auf den Honigertrag der Bienen – abhängig vom Hybriden schwankt der berechnete Honigertrag pro Hektar Sonnenblumenfeld zwischen 5 und 80 kg/ha (Ion *et al.* 2011). Im Vergleich dazu wird für Raps ein Honigertrag während der gesamten Blütezeit von 40 bis 230 kg/ha angegeben (Pritsch 2007).

Bienen bevorzugen gewisse Hybridsorten gegenüber anderen, wenn in ihrem Flugkreis verschiedene Hybride angebaut werden (Cirnu *et al.* 1974, Tepedino & Parker 1982, Fell 1986, Kamler 1997, Schaper 1998, Miklič *et al.* 2004, Chambó *et al.* 2011). Es hat sich gezeigt, dass Honigbienen jene Hybridsorten als Futterquellen auswählen, die entweder den meisten Nektar produzieren oder deren Nektar den höchsten Saccharose-Gehalt aufweist (Cirnu *et al.* 1974, Tepedino & Parker 1982, Fonta *et al.* 1985, Kamler 1997, Schaper 1998). Aber auch Unterschiede in der Zugänglichkeit des Nektars für die Biene scheinen eine Rolle zu spielen. Die Zugänglichkeit wird durch den Abstand zwischen dem Rand der Blütenkrone (= Corolla) und den nektarproduzierenden Nektarien, die tief in der schmalen Corolla sitzen, bestimmt. Dabei bevorzugen Bienen Hybriden, deren Blüten eine kurze Corolla aufweisen, und bei denen sie daher leichter auf den Nektar der Blüte zugreifen können (Cirnu *et al.* 1974, Shein *et al.* 1980, Miklič *et al.* 2004). Die Corollalänge variiert abhängig von der Hybridsorte zwischen 5,1 mm und 6,3 mm (Cirnu *et al.* 1974, Ion *et al.* 2007, Zajácz 2011).

Zusätzlich kann die Witterung während der Wachstums- und Blühphase die Menge des von der Sonnenblume produzierten Nektarvolumens beeinflussen. Dabei wird umso mehr Nektar produziert, je mehr Regen vor und während der Blüte fällt (Zajácz *et al.* 2006, Ion *et al.* 2008). Jedoch kann eine Trockenperiode während der Blüte auch durch entsprechende Feuchtigkeitsspeicher in der Erde ausgeglichen werden (Zajácz *et al.* 2006, Ion *et al.* 2011). Die idealen Temperaturbedingungen für die Nektarproduktion scheinen sich in einem engen Bereich zu bewegen (Ion *et al.*

2011). In einer rumänischen Studie produzierten Sonnenblumen den meisten Zucker bei einer Temperatur von etwa 20 °C. Schon eine Erhöhung von 2 °C konnte die Zuckermenge um die Hälfte reduzieren (Ion *et al.* 2008).

Die hier vorgestellte Datenaufnahme ist als stichprobenartige Erfassung der Ist-Situation zu verstehen und soll helfen festzustellen, inwiefern die Sonnenblume nach wie vor eine ertragreiche Tracht für den österreichischen Imker darstellt. Dabei wird mit Hilfe von Waagstockdaten untersucht, wie hoch der Nektareintrag aus der Sonnenblume an verschiedenen Bienenständen in Niederösterreich ist und ob Witterung und Standort Einfluss auf die Höhe des Honigertrags haben.

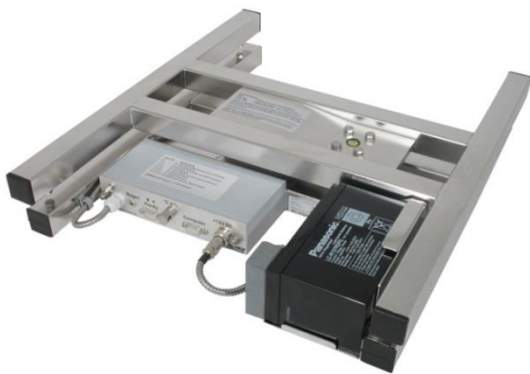


Abbildung 3: digitale Stockwaage des Typs CAPAZ GSM200 von Capaz GmbH (Oberkirch, Deutschland). Die Stockwaage misst automatisch Temperatur, Niederschlag und Feuchte der Stockumgebung (Quelle: www.bienenwaage.de, 12.12.2014, 15:15)

2. Material & Methoden

2.1. Imker und Waagstockdaten

Fünf Imker, die Bienenstände mit Waagstöcken in unmittelbarer Nähe von Sonnenblumenfeldern hatten, erklärten sich bereit, bei dem Projekt mitzuwirken (Tabelle 1). Zwei der Imker stellten jeweils Daten von drei Bienenständen zur Verfügung und die anderen drei Imker lieferten Daten von jeweils einem Waagstock, sodass insgesamt neun Bienenstände untersucht werden konnten. Alle Bienenstände befanden sich in Niederösterreich (Tabelle 1, Abbildung 2). In diesem Bundesland wurden im Jahr 2012 etwa 80 % der österreichischen Sonnenblumen angebaut (Statistik Austria 2012). Die Imker stellten sowohl ihre Waagstockaufzeichnungen als auch – wenn vorhanden – ihre Wetteraufzeichnungen zur Verfügung. Dabei verwendeten drei Imker eine digitale Stockwaage des Typs Capaz GSM 200 – diese registrierte neben dem Stockgewicht auch Lufttemperatur, Luftfeuchte und Niederschlagsmenge (Abbildung 3). Außerdem lieferten die Imker Zusatzinformationen über die entsprechenden Bienenstände und ihre Umgebung in Form von ausgefüllten Fragebögen (siehe Kapitel 2.3.).

2.2. Waagstockaufzeichnungen und Wetterdaten

Drei der Imker hatten digitale Stockwaagen, die automatisch alle 24 Stunden das Gewicht des Bienenstocks, Temperatur, Feuchtigkeit und Niederschlag aufzeichneten (Tabelle 1). Diese Stockwaagen geben für jeden Tag minimale und maximale Temperatur sowie minimale und maximale relative Luftfeuchtwerte an. Diese Werte wurden zur leichteren Auswertung in einen Tagesmittelwert umgerechnet ($Tagesmittelwert = (Maximalwert + Minimalwert)/2$). Imker 2 besaß zwar eine automatische Stockwaage, jedoch ohne Wetteraufzeichnungen. Imker 5 las die Gewichtsänderungen selbst ab und vermerkte dabei gleichzeitig die zum Ablesezeitpunkt herrschende Temperatur in einem Protokollblatt. Wenn es Gewichtsänderungen durch Erweiterungen der Völker, Zuhängen von Honigwaben oder Honigernte gab, wurden diese Informationen von den Imkern vermerkt.

Tabelle 1: Grunddaten der fünf teilnehmenden Imker, die mit einer variierenden Anzahl an Waagstöcken (jeweils ein Waagstock pro Stand) an der Erhebung teilnahmen. Die Bienenstände waren in verschiedenen Bezirken von Niederösterreich aufgestellt. Sie unterschieden sich in der Art der verwendeten Waagstöcke (autom. Waagstock = speichert das Gewicht des Bienenstocks automatisch in regelmäßigen Intervallen von 24 Stunden) und in dem Vorhandensein von Wetteraufzeichnungen.

	Bezirk	Anzahl Stände	Autom. Waagstock	Wetteraufzeichnungen
Imker 1	Hollabrunn Korneuburg Mistelbach	3	ja	Ja
Imker 2	Hollabrunn	3	ja	Nein
Imker 3	Mistelbach	1	ja	Ja
Imker 4	Tulln	1	ja	Ja
Imker 5	Gänserndorf	1	nein	Ja

Die Auswertung der vorhandenen Waagstockdaten begann mit dem Blühbeginn der Sonnenblume. Dieser wurde von den Imkern im Fragebogen angegeben. Das Ende der Blühperiode wurde von den Imkern nur teilweise angegeben, es ist aber immer der Tag der Honigernte bekannt. Die Tage der Datenaufnahme lagen demnach zwischen Blühbeginn und dem Tag der Honigernte (= **Blühtage**). Dabei wurden nur diejenigen Tage als **Trachttage** gewertet, an denen ein effektiver Eintrag in den Stock gemessen wurde, d.h. eine Gewichtszunahme erfolgte. Als Summe der

Gewichtsänderung wird die Differenz zwischen dem Anfangsgewicht des Waagstockes und seinem Endgewicht vor der Honigernte gewertet.

2.3. Fragebögen

Um die Interpretation der gesammelten Waagstockaufzeichnungen zu erleichtern, wurden standardisierte Fragebögen zum Sammeln von Hintergrundinformationen zu den Waagstockständen erstellt. Dabei wurden Informationen über die Lokalität des Bienenstandes, die Verfügbarkeit von Sonnenblumenfeldern und anderen Trachtquellen in der näheren Umgebung, den Waagstock und den Waagstockstand abgefragt.

Es war bis auf einen Stand nie möglich, die Bewirtschafter der Sonnenblumenfelder nahe den Waagstockständen ausfindig zu machen. Daher wurden Angaben über die Größe der Sonnenblumenfelder in der Nähe der Stöcke und der Anteil des Sonnenblumen-Anbaus an der Ackerfläche im Flugkreis der Bienen (3 km Radius) von den Imkern geschätzt. Aus den gleichen Gründen fehlte die Information über die angebauten Sonnenblumen-Sorten und wurde daher auch nicht ausgewertet.

2.4. Pollenanalyse

Von acht der neun Waagstöcke wurden von den Imkern Honigproben bereitgestellt, die auf ihre Pollenzusammensetzung geprüft wurden. Das ermittelte Pollenspektrum gibt Auskunft über die botanische Herkunft des Honigs. Der Klassifizierung als Sonnenblumenhonig wurden die unter dem Titel „Main European unifloral honeys: descriptive sheets“ (Persano Oddo & Piro 2004) veröffentlichten Daten zu Grunde gelegt. Darin wird Honig bei einem Anteil von Sonnenblumenpollen im 95%igen Konfidenzintervall zwischen 12 % und 92 % (Mittelwert 56,7 %) als sortenreiner Sonnenblumenhonig klassifiziert (Persano Oddo & Piro 2004). Österreichischer Sonnenblumenhonig hat im Schnitt einen Anteil an Sonnenblumenpollen von 31 % \pm 24 % *SD* (Schachner *et al.* 2014).

Die Pollenanalysen wurden von der AGES durchgeführt (Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen, Abteilung für Bienenkunde und Bienenschutz, Außenstelle Lunz/See).

2.5. Statistik

Alle statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm R, Version 3.1.1 durchgeführt (R Core Team 2014). Um die Zusammenhänge zwischen Standortbedingungen und Ertrag bzw. zwischen Standortbedingungen und dem

prozentuellen Anteil an Sonnenblumenpollen zu beschreiben, wurden Korrelationen berechnet (Befehl *rcorr* aus dem Packet „Hmisc“; Harrell Jr 2014). Der Einfluss der Blühphase auf die Gewichtsveränderung der einzelnen Waagstöcke wurde mit Hilfe von polynormalen Regressionen berechnet (Befehl *lm*, Packet „stats“). Dabei wurde jeweils die Regression der niedrigsten Ordnung gewählt, deren Erklärungswert signifikant höher war als der Erklärungswert einer linearen Regression (Befehl *anova*, Packet „stats“). Waren die Daten nicht normalverteilt, wurden sie durch die Formel $\log(2,6 - x)$ transformiert.

Für die Analyse der Witterungsdaten wurde der Zeitraum zwischen Anfang und Ende der Sonnenblumenblüte verwendet. Dabei wurde der Effekt der mittleren Tagestemperatur, der mittleren Luftfeuchte und des Niederschlages mittels Regressionsmodellen für jeden Waagstock einzeln ermittelt (Befehl *lm*, Packet „stats“). Da das Ende der Sonnenblumenblüte nicht für alle Waagstockstandorte bekannt war, wurde es aufgrund der Regressionsanalysen der Blühphasen festgelegt. Der letzte Tag, an dem die Regressionsgerade einen positiven Wert annahm, wurde als letzter Tag der Sonnenblüte angenommen (siehe Abbildung 6, graue Pfeile).

Tabelle 2: Übersichtsdaten der einzelnen Waagstöcke, geordnet nach Imkerzugehörigkeit – Vegetationsperiode 2012. Die Stöcke, deren Bienen einen sortenreinen Sonnenblumenhonig erzeugt haben (>12 %-Sortenpollenanteil, siehe auch Tabelle 3), sind fett gedruckt und grau hinterlegt. Alternative Trachtquellen: GÄ: Gärten, RA: Raps, SE: Senf, WI: blühende Windschutzgürtel; k.A.: keine Angaben; * Daten aus den von den Imkern ausgefüllten Fragebögen

Imker	1			2			3	4	5
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3	4	5
Bienenstock Nr.									
Blühbeginn*	05.07.12	30.06.12	30.06.12	30.06.12	30.06.12	30.06.12	24.06.12	03.07.12	27.06.12
Blühende*	23.07.12	15.07.12	17.07.12	27.07.12	27.07.12	27.07.12	k.A.	k.A.	k.A.
Anzahl Tage Datenaufnahme* (Anzahl Trachtstage) [d]	17 (12)	18 (13)	19 (16)	28 (24)	28 (22)	28 (25)	37 (24)	11 (11)	23 (17)
Honigentnahme*	23.07.12	18.07.12	18.07.12	29.07.12	27.07.12	29.07.12	01.08.12	15.07.12	22.07.12
Entfernung zum nächsten Sonnenblumenfeld [m] *	100	200	150	100	200	5	100	0	300
Größe des nächstgelegenen Sonnenblumenfelds [ha] *	5	10	7	10	6	6	5	2	3
Anteil Sonnenblumenfläche an Ackerfläche im Flugkreis d. Bienen [%] *	10	15	18	17	24	20	10	k.A.	5
Alternative Trachtquellen im Flugkreis der Bienen*	GÄ	GÄ	GÄ	GÄ, WI	WI	WI	WI, RA, SE, BU	k.A.	WI
Ausgangsgewicht Waagstock [kg]*	66,5	61,2	82,4	57,5	60,5	68	65,0	59,8	38,1
Endgewicht Waagstock [kg]*	79,2	80,3	102,6	103,9	119,7	118,2	111,9	74,7	52,7
Differenz: Endgewicht - Anfangsgewicht [kg]	12,7	19,1	20,2	46,4	59,2	50,2	46,9	14,9	14,6
Summe der täglichen Gewichtszunahmen [kg]	14,7	19,7	22,2	49,3	61,7	51,2	52,1	14,9	15,3
Summe der täglichen Gewichtsabnahmen [kg]	2,0	0,6	2,0	5,1	2,5	1	5,2	0,0	0,7
Honigertrag (= Erntemenge) Waagstock [kg]*	14,7	19,1	20,2	38,2	33,5	34,0	k.A.	16,0	14,0
Standdurchschnitt Honigertrag [kg]*	17,1	11,8	10,8	35,1	33,0	34,5	k.A.	22,0	13,7
Anzahl der Völker am Standort*	40	20	40	27	33	18	k.A.	22	6
Pollenanteil Sonnenblume im Honig (1000 ausgezählte Pollenkörner) [%]	25,9	6,3	6,1	15,7	14,2	kein Honig	21,2	9,2	8,4

3. Ergebnisse

3.1. Trachtperiode und Gewichtsveränderungen

Insgesamt wurden Waagstockdaten von neun Bienenständen im Zeitraum zwischen 24.06.2012 und 01.08.2012 aufgezeichnet (Tabellen 1, 2). Sowohl der Blühbeginn (zwischen 24.06.2012 und 05.07.2012) als auch die Dauer der Blüte (zwischen 11 und 37 Tagen) variierte stark zwischen den verschiedenen Standorten. Dabei legten Stöcke in Gebieten mit langer Blühdauer der Sonnenblume und vielen Trachttagen während der Blütezeit signifikant mehr Gewicht zu als Stöcke in Gebieten mit geringerer Blühdauer bzw. weniger Trachttagen (Abbildung 4C, D; Spearman-Korrelation: Blühtage $r_s = 0,81$; $P = 0,008$; Trachtstage $r_s = 0,76$; $P = 0,017$).

Die Gewichtszunahme des Waagstocks während der Tracht korrelierte signifikant mit der späteren Erntemenge an Honig (Abbildung 4A; $r_s = 0,88$; $P = 0,004$). In den folgenden Kapiteln werden die Einflussfaktoren auf das Stockgewicht behandelt – diese beeinflussen damit gleichzeitig auch die Höhe der Honigernte. Aus der Gewichtszunahme des Waagstockes kann mit Einschränkungen auch auf den zu erwartenden mittleren Honigertrag pro Volk des betreffenden Standes geschlossen werden, wie der tendenziell erkennbare, aber nicht signifikante Zusammenhang zeigt (Abbildung 5D; $r_s = 0,50$; $P = 0,21$).

Das anfängliche Gewicht der Bienenstöcke variierte innerhalb des Datensatzes zwischen 38 kg und 82 kg und lässt auf große Unterschiede in der Stärke der Bienenvölker bzw. auf unterschiedlich hohe vorhandene Honigvorräte aus Vortrachten und eine unterschiedliche Zahl an Honigräumen schließen. Es konnte kein Zusammenhang zwischen anfänglichem Stockgewicht und der Gewichtszunahme während der Sonnenblumentracht ermittelt werden (Abbildung 4B; $r_s = 0,20$; $P = 0,606$).

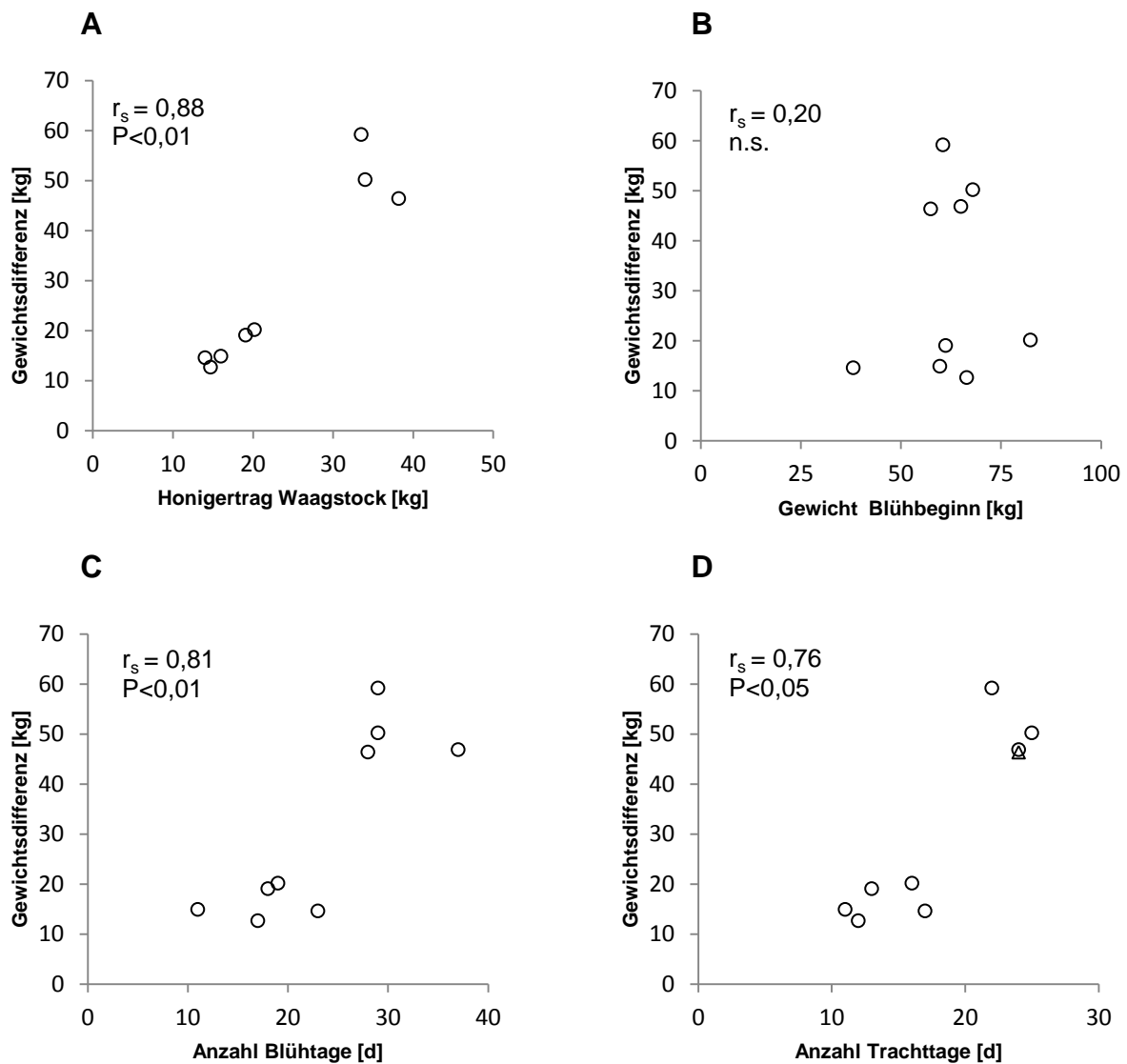


Abbildung 4: **A** Korrelation der Gewichtszunahme des Waagstockes mit der geernteten Honigmenge; $N = 8$. **B** Korrelation des Stockgewichts am Anfang der Sonnenblumenblüte (Gewicht Blühbeginn) mit der Gewichts-differenz zwischen Blühanfang und Zeitpunkt der Honigentnahme; $N = 9$. **C, D:** Korrelation zwischen der Anzahl der Blühtage (**C**) bzw. Trachtage (**D**) und der Gewichts-differenz. Das dreieckige Symbol in **D** wurde gewählt um zwei einander überlagernde Datenpunkte zu trennen. $N = 9$ für beide Darstellungen. Statistik: Spearman-Korrelation, Ergebnisse sind in den Grafiken oben links angegeben.

3.2. Eintrag von Sonnenblumennektar

Nur vier der acht verfügbaren Honigproben aus den Waagstockvölkern erfüllten mit einem ermittelten Sortenpollenanteil zwischen 14,2 % und 25,9 % die Kriterien für einen Sonnenblumenhonig (Sortenpollenanteil > 12 %, Tabelle 3). Bei zwei dieser Honige (2a, 2b) lag der Sortenpollenanteil mit 14,2 % bzw. 15,7 % nahe der unteren Grenze des 95%igen Konfidenzintervalls für Sonnenblumen-Sortenhonig. Beide Honige wiesen einen Fremdpollenanteil von über 20 % für andere Blüten auf (Volk 2a: *Trifolium repens*; Volk 2b: *Vicia sp.*). Die anderen zwei Sonnenblumenhonige wiesen einen Sortenpollenanteil von > 20 % auf, daneben war in beiden Proben ein hoher Pollenanteil von *Brassica sp.* zu finden (Tabelle 3). In den restlichen vier Honigproben war der Pollenanteil von Sonnenblume mit Werten zwischen 6,1 % - 9,2 % für eine Auslobung als Sonnenblumenhonig zu gering.

Tabelle 3: Auszug aus den Ergebnissen der Pollenanalysen der Honigproben. Dabei ist für jede Honigprobe der prozentuelle Anteil des Sonnenblumenpollens (SB) im Vergleich zu den jeweils zwei häufigsten sortenfremden Pollenformen angegeben. Daten für den Waagstockstand 2c fehlen, da durch den Imker keine Honigprobe bereitgestellt worden war. Die Datensätze, die aufgrund des Anteils an Sonnenblumen-Pollen (> 12 %) als Sonnenblumen-Sortenhonig eingestuft werden können, sind grau markiert.

Volk	SB-Anteil [%]	Häufigster Pollen neben SB		Zweithäufigster Pollen neben SB	
		Art	Anteil [%]	Art	Anteil [%]
1a	25,90	<i>Brassica sp.</i>	18,40	<i>Tilia sp.</i>	16,30
1b	6,30	<i>Papaver somniferum</i>	26,20	<i>Brassica sp.</i>	13,80
1c	6,10	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	64,90	<i>Brassica sp.</i>	7,00
2a	15,70	<i>Trifolium repens</i> -Form	26,00	<i>Brassica sp.</i>	12,3
2b	14,20	<i>Vicia sp.</i>	22,00	<i>Trifolium repens</i> -Form	19,10
3	21,20	<i>Brassica sp.</i>	23,90	<i>Parthenocissus sp.</i>	10,60
4	9,20	<i>Trifolium repens</i>	17,10	<i>Brassica sp.</i>	10,90
5	8,40	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	22,50	<i>Malus sp.</i> , <i>Pyrus sp.</i> , <i>Crataegus sp.</i>	17,80

Zwischen der Entfernung des Waagstockes vom nächstgelegenen Sonnenblumenfeld bzw. dessen Fläche und dem Anteil an Sonnenblumenpollen im Honig wurde kein Zusammenhang gefunden (Abbildung 5A, B; Entfernung zum Feld: $r_s = -0,52$; $P = 0,182$; Größe des nächstgelegenen Feldes: $r_s = -0,22$; $P = 0,593$). Alle Bienenvölker waren in der Nähe von Sonnenblumenfeldern mit einer mittleren Größe von 6,0 ha ($\pm 2,3$ ha SD) aufgestellt (Tabelle 2). Sie waren im Schnitt 128 m (± 96 m SD) vom nächsten Sonnenblumenfeld entfernt – die Maximalentfernung zum nächsten Feld betrug 300 m. Auch zwischen dem prozentuellen Anteil der

Sonnenblumenflächen im Flugkreis und dem Anteil von Sonnenblumenpollen zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang (Abbildung 5C; $r_s = -0,31$; $P = 0,500$).

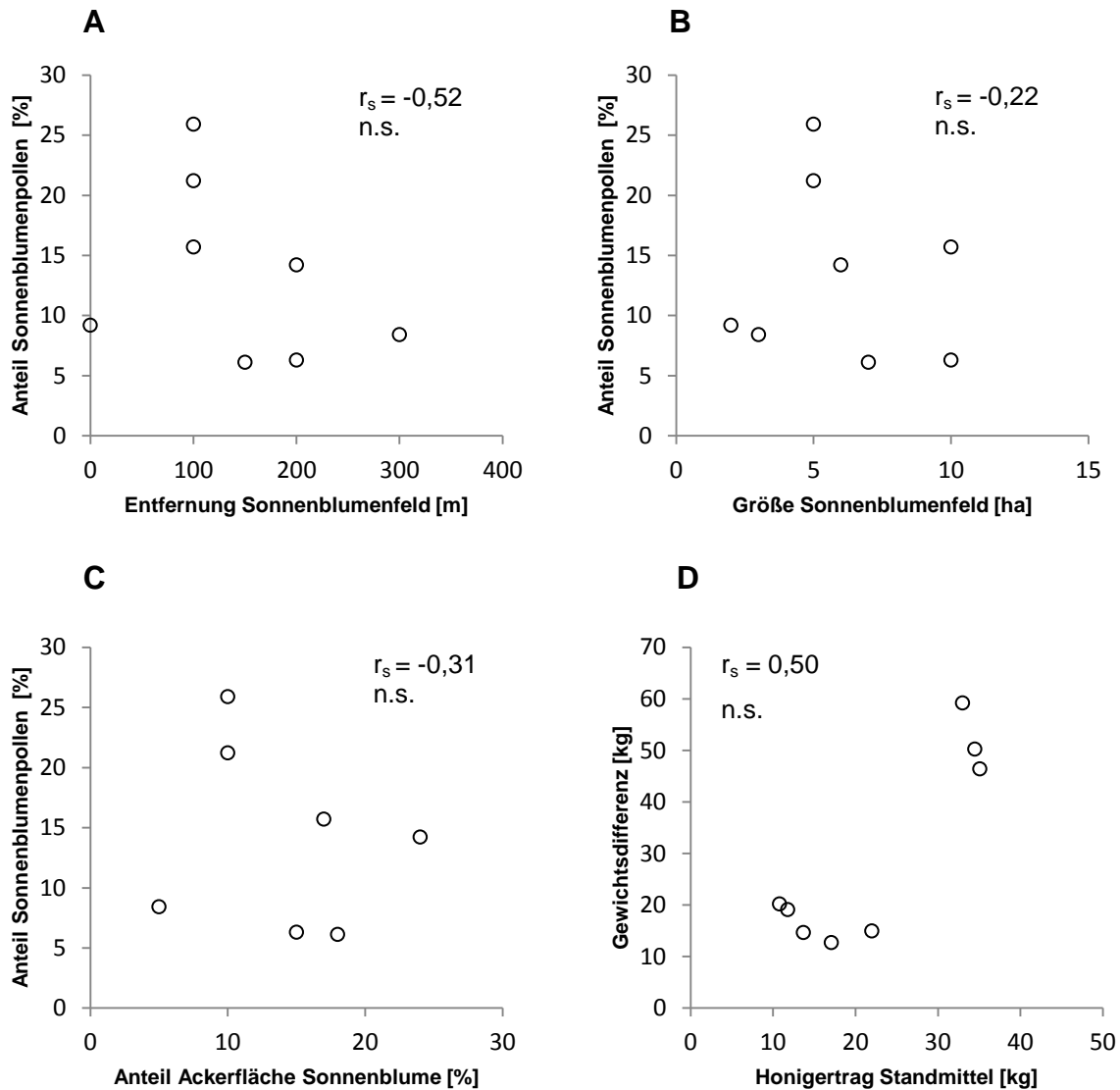


Abbildung 5: Korrelationen zwischen dem Anteil an Sonnenblumen-Pollen im Honig und Sonnenblumenkulturen in der Nähe der Waagstöcke. Diese wurden (A) anhand der Entfernung des Waagstockes zum nächstliegenden Sonnenblumenfeld, (B) an der Größe des nächstliegenden Sonnenblumenfeldes und (C) an dem Prozentsatz der Ackerfläche im Flugkreis der Bienen, die mit Sonnenblumen bepflanzt war, berechnet. A, B: $N = 8$, C: $N = 7$. D: Korrelation zwischen Gewichtszunahme des Waagstockes und dem mittleren Honigertrags des gesamten Standes ($N = 8$). Statistik: Spearman-Korrelation: Ergebnisse sind in den Graphiken oben rechts angegeben.

3.3. Einfluss des zeitlichen Blühverlaufs auf die Gewichtszunahme der Waagstöcke

Für diese Analysen wurden jene vier Waagstockstände ausgewählt, von denen Sonnenblumen-Sortenhonig geerntet werden konnte (Waagstöcke 1a, 2a, 2b, 3). Diese Waagstöcke stammten von drei unterschiedlichen Imkern, standen jedoch alle auf Bienenständen im nordöstlichen Niederösterreich in einem Radius von etwa 25 km.

Bei zwei von vier Waagstöcken hatte der zeitliche Verlauf der Sonnenblumenblüte einen signifikanten Einfluss auf die tägliche Gewichtsänderung (Abbildung 6; Volk 1a: $F_{(2,20)} = 16,98$; $P < 0,001$; Volk 3: $F_{(3,33)} = 28,27$; $P < 0,001$). Beide zeigten am Anfang der Datenaufnahme einen steilen Anstieg des Stockgewichts, der dann mit der Zeit abflachte und schließlich in einer leichten Gewichtsabnahme endete (Abbildung 7, 8). Trotz der Ähnlichkeiten legte Volk 3 im Untersuchungszeitraum dreimal so viel Gewicht zu als Volk 1a. Dies steht einerseits mit dem um rund ein Drittel längeren Sammelzeitraum (Volk 3: 37 Tage; Volk 1a: 24 Tage) und andererseits mit den signifikant höheren Gewichtszunahmen pro Tag in Verbindung (t-test: $t_{(-34,66)} = -2,88$; $P = 0,007$). Waagstock 3 nahm im Mittel 2,17 kg/Trachttag ($\pm 1,38$ kg/d SD) zu, während Waagstock 1a eine mittlere Gewichtszunahme von 1,14 kg/Trachttag ($\pm 0,79$ kg/d SD) verzeichnete.

Der unterschiedliche Sammelzeitraum kommt durch die Umfeldbedingungen der beiden Standorte zustande. Beim Waagstock 3 begann die Sonnenblumen-Blüte am 25.06.2012. In der Umgebung von Waagstock 1a blühten hingegen laut Angaben des Imkers am Beginn der Sonnenblumen-Blüte auch Linden. Es ist deswegen zu erwarten, dass Gewichtszunahmen im Zeitraum zwischen 25.06.2012 und 03.07.2012 auf Sammelflüge zu beiden Nektarquellen zurückzuführen sind. Erst ab dem 05.07.2012 kann die Gewichtszunahme primär dem Effekt der Sonnenblumenblüte zugeordnet werden. Die Pollenanalyse bestätigte dies, da im Honig des Waagstockstandes 1a ein Anteil von 16 % Lindenblütenpollen (*Tilia sp.*) gefunden wurde (Tabelle 3). Der Anteil an Sonnenblumenpollen dieses Honigs lag bei 25,9 %.

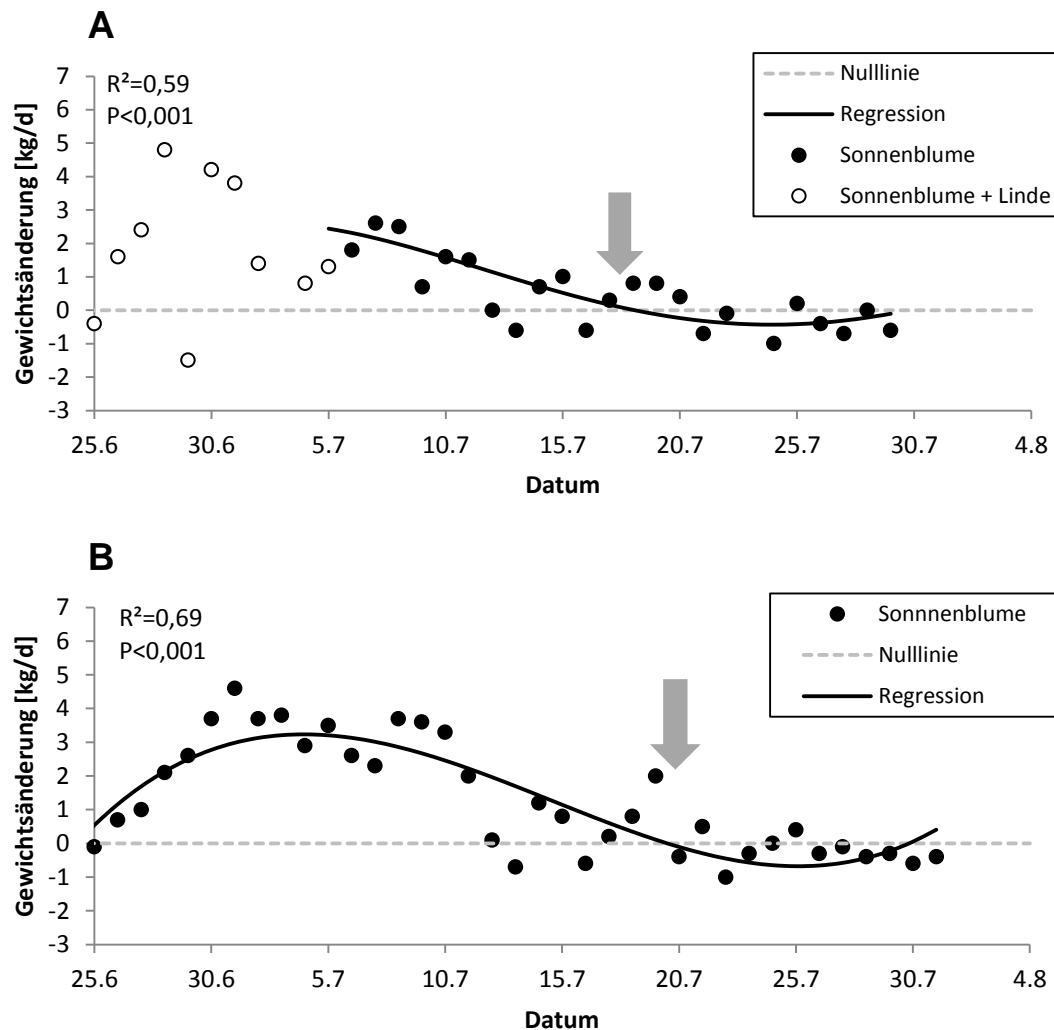


Abbildung 6: Abhängigkeit der täglichen Gewichtsänderung vom zeitlichen Verlauf der Sonnenblumenblüte bei den Waagstöcken von **(A)** Waagstock 1a und **(B)** Waagstock 3. **A** Es werden zwei Phasen der Sonnenblumenblüte angezeigt: in der ersten sammelten Bienen zusätzlich an Lindenblüten (weiße Kreise). Ab dem 5.7 ist die Sonnenblumenblüte die primäre Trachtpflanze (schwarze Kreise). Für die statistischen Berechnungen wurde nur die zweite Phase herangezogen. Der Zusammenhang zwischen den Variablen wird mit einer polynormalen Funktion zweiter Ordnung beschrieben: $\sqrt{2,6 - y} = 0,40 + 0,14 * x - 0,003 * x^2$. N=24. **B** Zusammenhang zwischen den Variablen wird mit einer polynormalen Funktion dritter Ordnung dargestellt: $y = -0,18 + 0,77 * x - 0,05 * x^2 + 0,0008 * x^3$. N = 37. Die grauen Pfeile geben die Zeitpunkte wider, die als Ende der Sonnenblumenblüte angenommen werden (Volk 1a: 19.07.12; Volk 3: 20.07.12). Statistik: lineares Modell, R²: korrigiertes R².

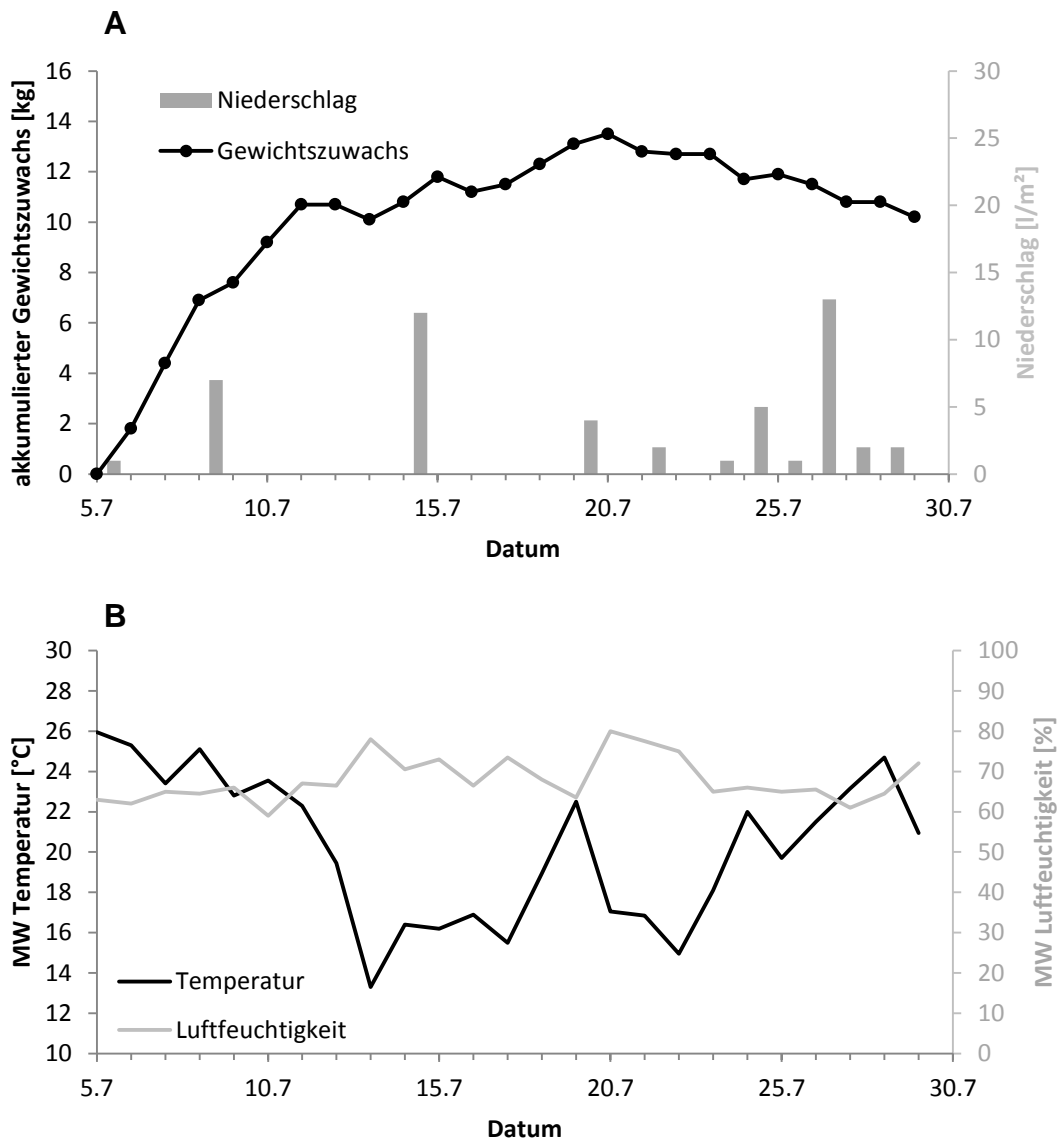


Abbildung 7: Überblick über die Gewichtszunahme des Waagstockes 1a und die Umweltparameter an diesem Stand. Beginn der Messung ist der Tag des Blühbeginns der Sonnenblumen am 05.07.201. Dabei wurde das Gewicht des Waagstockes zu Messbeginn (66,5 kg) für die Darstellung auf Null gesetzt. **A:** akkumulierte Gewichtszu- und abnahme des Waagstockes (schwarze Linien, schwarze y-Achse links). Regenmenge (graue Linie, graue y-Achse rechts). **B** mittlere Tagestemperatur (schwarze Linie, schwarze y-Achse links); mittlere Luftfeuchte (graue Linie, graue y-Achse rechts).

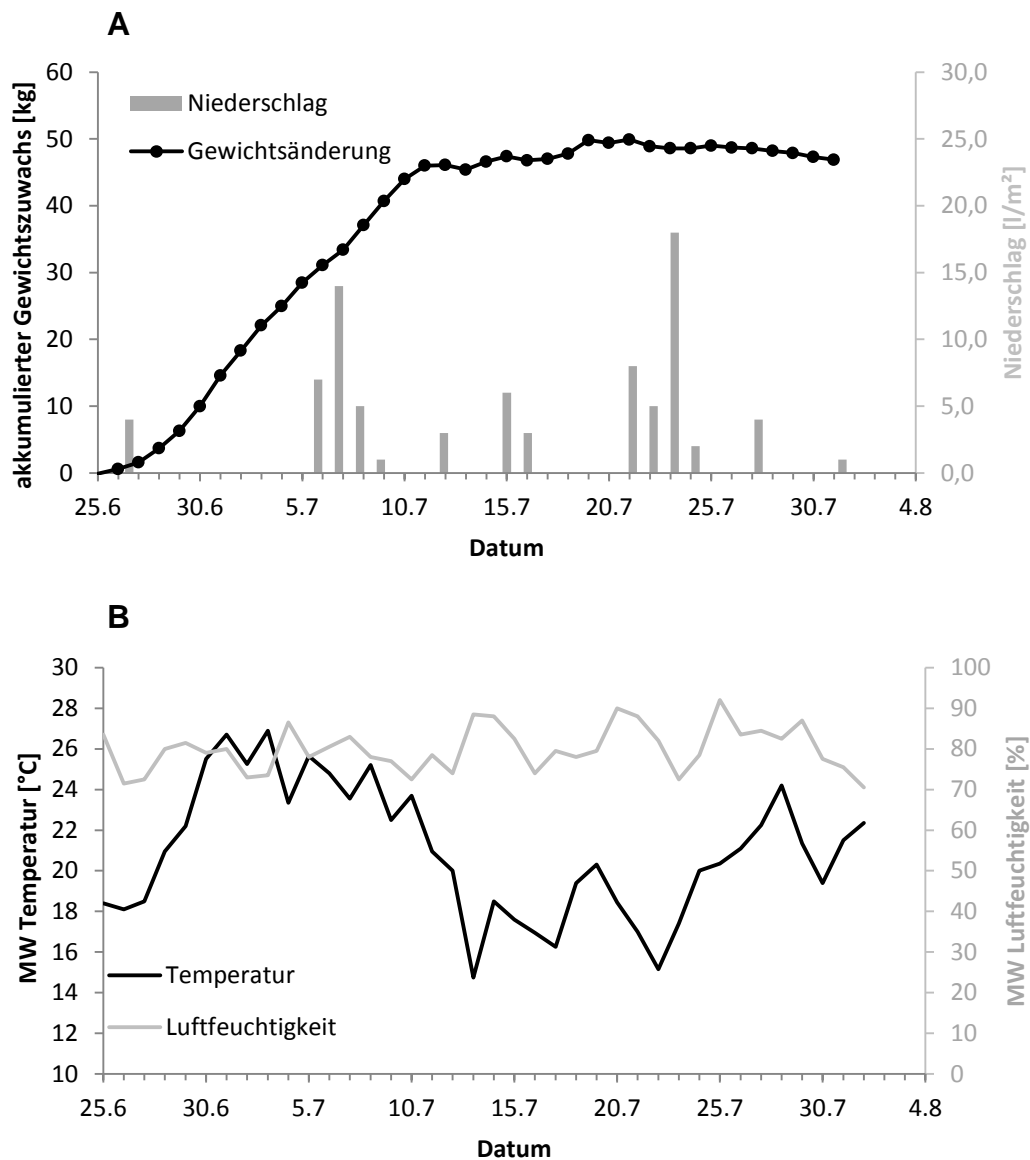


Abbildung 8: Überblick über die Gewichtszunahme des Waagstockes 3 und die Umweltparameter auf diesem Stand. Beginn der Messung ist der Tag des Blühbeginns der Sonnenblumen am 24.06.2012. Dabei wurde das Gewicht des Waagstockes zu Messbeginn (65,0 kg) für die Darstellung auf Null gesetzt. **A:** akkumulierte Gewichtszu- und abnahme des Waagstockes (schwarze Linien, schwarze y-Achse links), Regenmenge (graue Linie, graue y-Achse rechts). **B:** mittlere Tagestemperatur (schwarze Linie, schwarze y-Achse links); mittlere Luftfeuchte (graue Linie, graue y-Achse rechts)

In den 10 Tagen der gleichzeitigen Blüte von Linde und Sonnenblume nahm der Waagstock 1a etwa 17 kg zu, während er in den folgenden 17 Tagen der reinen Sonnenblumenblüte weitere 14,8 kg zunahm (siehe auch Abbildung 11). Die geringe Höhe des Honigertrags von Waagstock 1a in den Berechnungen (14,8 kg) ist durch die konservative Behandlung der Daten entstanden. Um zu gewährleisten, dass nur Effekte aus der Sonnenblumenblüte analysiert werden, wurde die erste Periode der Sonnenblumenblüte, die sich mit der Lindenblüte überlappte, aus der statistischen Analyse ausgeschlossen. Dabei wurde jedoch in den Berechnungen der tatsächliche Honigertrag des Imkers aus der Sonnenblume unterschätzt.

Lässt man die Tatsache des zusätzlichen Eintrags von Lindenblütennektar außer Acht, kann ein ähnlicher Verlauf der Gewichtsdyamik bei den Waagstöcken 1a und 3 beschrieben werden (Abbildung 6 inklusive weiße Kreise): Am Beginn der Sonnenblumenblüte (25.6.2012) war der tägliche Gewichtszuwachs noch relativ gering, steigerte sich dann innerhalb der nächsten 10 Tage, sodass die Völker an manchen Tagen bis zu 5 kg an Gewicht gewannen, und sank ab dem 10.7.2012 wieder ab. Das statistische Model definiert das Ende der Sonnenblumenblüte mit dem 19.07.2012 (Volk 1a) bzw. dem 20.07.2012 (Volk 3) – dies sind die Zeitpunkte, ab denen kein Gewichtszuwachs mehr zu erwarten ist. Dies deckt sich mit dem von Imker 1 angegebenen Ende der Sonnenblumenblüte (Tabelle 2: 23.07.2012).

Die anderen zwei Waagstöcke zeigten kein zeitliches Muster in ihrer täglichen Gewichtszunahme (Abbildung 9; Volk 2a: $F_{(1,28)} = 1,83$; $P = 0,186$; Volk 2b: $F_{(1,27)} = 1,97$; $P = 0,17$). Im Unterschied zu den Völkern 1a und 3 ist durchgehend eine hohe Gewichtszunahme gemessen worden. Volk 2a nahm im Mittel 2,15 kg/d ($\pm 1,38$ SD) zu und Volk 2b nahm 2,3 kg/d ($\pm 1,78$ SD) zu. Ein Gewichtsrückgang an Trachttagen gegen Ende der Datenaufnahme konnte bei diesen Waagstöcken nicht beobachtet werden (Abbildung 9A). Nach Rückfrage mit dem Imker wurde bestätigt, dass an diesen Standorten meist mit einer Spättracht von Weißklee zu rechnen ist. Daher ist zu vermuten, dass die Bienen mit dem Ende der Sonnenblumenblüte begannen, vermehrt Nektar am Weißklee (*Trifolium repens*) zu sammeln und dadurch weiter eine hohe tägliche Gewichtszunahme verzeichneten (Abbildung 9B). Dies wird auch dadurch bestätigt, dass der Honig beider Stände einen hohen Anteil an Weißklee-Pollen aufweist (Waagstock 2a: 26 % *Trifolium repens* Form; Waagstock 2b: 19,10 % *Trifolium repens* Form, siehe auch Tabelle 3). Aufgrund dieser Umstände nahmen

diese beiden Völker zusammen mit Volk 3 im Untersuchungszeitraum am meisten Gewicht zu und lieferten auch die höchsten Honigerträge (Tabelle 2, Abbildung 11).

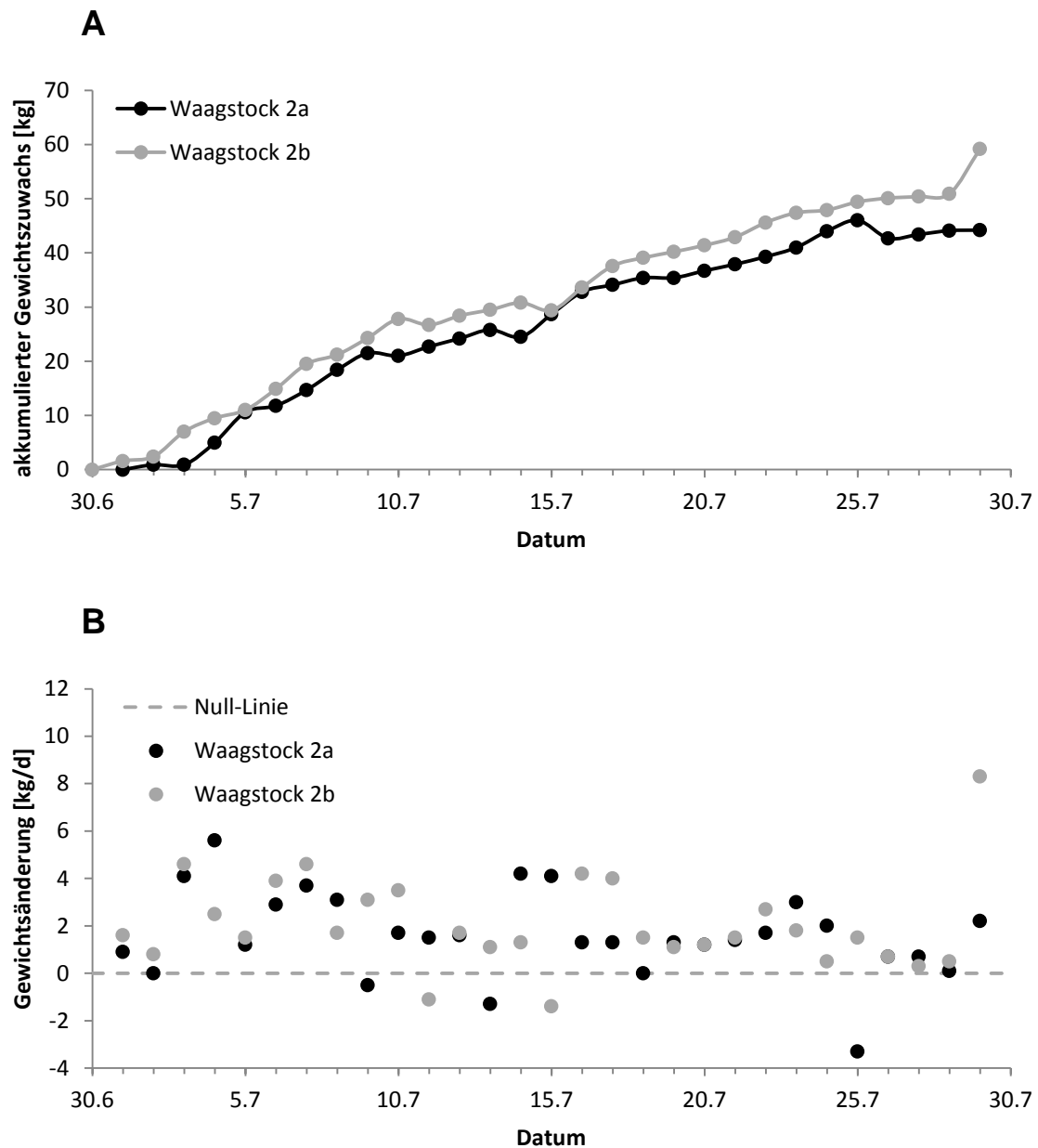


Abbildung 9: Gewichtsentwicklung der Waagstockvölker 2a (schwarze Punkte, schwarze Linie) und 2b (graue Punkte, graue Linie) während der Sonnenblumenblüte. Dabei werden der akkumulierte Gewichtszuwachs (A) und die tägliche Gewichts Zunahme (B) der beiden Völker dargestellt. Beginn der Messung ist der Tag des Blühbeginns der Sonnenblumen am 30.06.2012. Für die Darstellung der Gewichtsakkumulation wurde das Gewicht des Waagstockes zu Messbeginn (2a: 57,5 kg; 2b: 60,5 kg) auf Null gesetzt.

3.4. Einfluss der Witterung auf die Gewichtszunahme der Waagstöcke

Für diese Analyse wurden die zwei Völker 1a und 3 herangezogen, da beide Sonnenblumenhonig produziert hatten und von beiden Wetterdaten der elektronischen Waagstöcke verfügbar waren.

Bei beiden Völkern gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen den mittleren Tagestemperaturen und den täglichen Gewichtszunahmen (Waagstock 1a: $F_{(1,11)} = 20,56$; $P < 0,001$; $R^2 = 0,62$; Waagstock 3: $F_{(1,23)} = 169,3$; $P < 0,001$; $R^2 = 0,88$), d. h. eine Erhöhung der mittleren Tagestemperaturen führte zu einem höheren täglichen Gewichtsanstieg (Abbildung 10 A, B). Dabei waren mittlere Tagestemperaturen von über 20 °C notwendig, damit die Gewichtszunahme pro Tag 1 kg übertraf (Abbildung 10 A, B – gepunktete graue Linien). Entsprechend gehen bei Temperaturrückgängen auch die Tageszunahmen zurück, wie dies in der Periode zwischen dem 13.07.2012 und dem 17.07.2012 zu beobachten war. (Abbildung 7B, 8B). In dieser Zeit nahmen beide Völker kaum an Gewicht zu. Allerdings ist zu anzumerken, dass der Kälteeinbruch in die Endphase der Sonnenblumenblüte fiel. Daher kann man hier nicht trennen, ob der schwache Gewichtszuwachs durch die nur mehr geringe Anzahl an blühenden Sonnenblumen oder durch die niedrige Temperatur bedingt war.

Die beiden Standorte unterschieden sich jedoch im Einfluss des Tagesmittelwertes der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Tageszunahmen (Abbildung 10 C, D). Bei Volk 1a nahmen die Tageszunahmen signifikant mit steigendem Luftfeuchte-Mittelwert ab – dieser Effekt ist aufgrund des geringen Erklärungswerts ($R^2 = 0,29$) als schwach zu erachten. Bei Volk 3 war kein Zusammenhang zwischen Gewicht und Luftfeuchte erkennbar. Aufgrund der geringen registrierten täglichen Differenzen zwischen Minima und Maxima der relativen Luftfeuchtigkeit bei diesem Waagstock besteht allerdings der Verdacht, dass der Feuchtefühler nicht richtig funktionierte.

Der Effekt des Niederschlags konnte nur für Volk 3 ausgewertet werden. Dabei zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der täglichen Gewichtsveränderung und der Niederschlagsmenge im Versuchszeitraum (Abbildung 10 F). Für Volk 1a wurde auf eine diesbezügliche Auswertung verzichtet, da nur an zwei von 13 Tagen Regen gefallen war und daher kein sinnvoller Vergleich von Regentagen zu niederschlagsfreien Tagen möglich war (Abbildung 10 E).

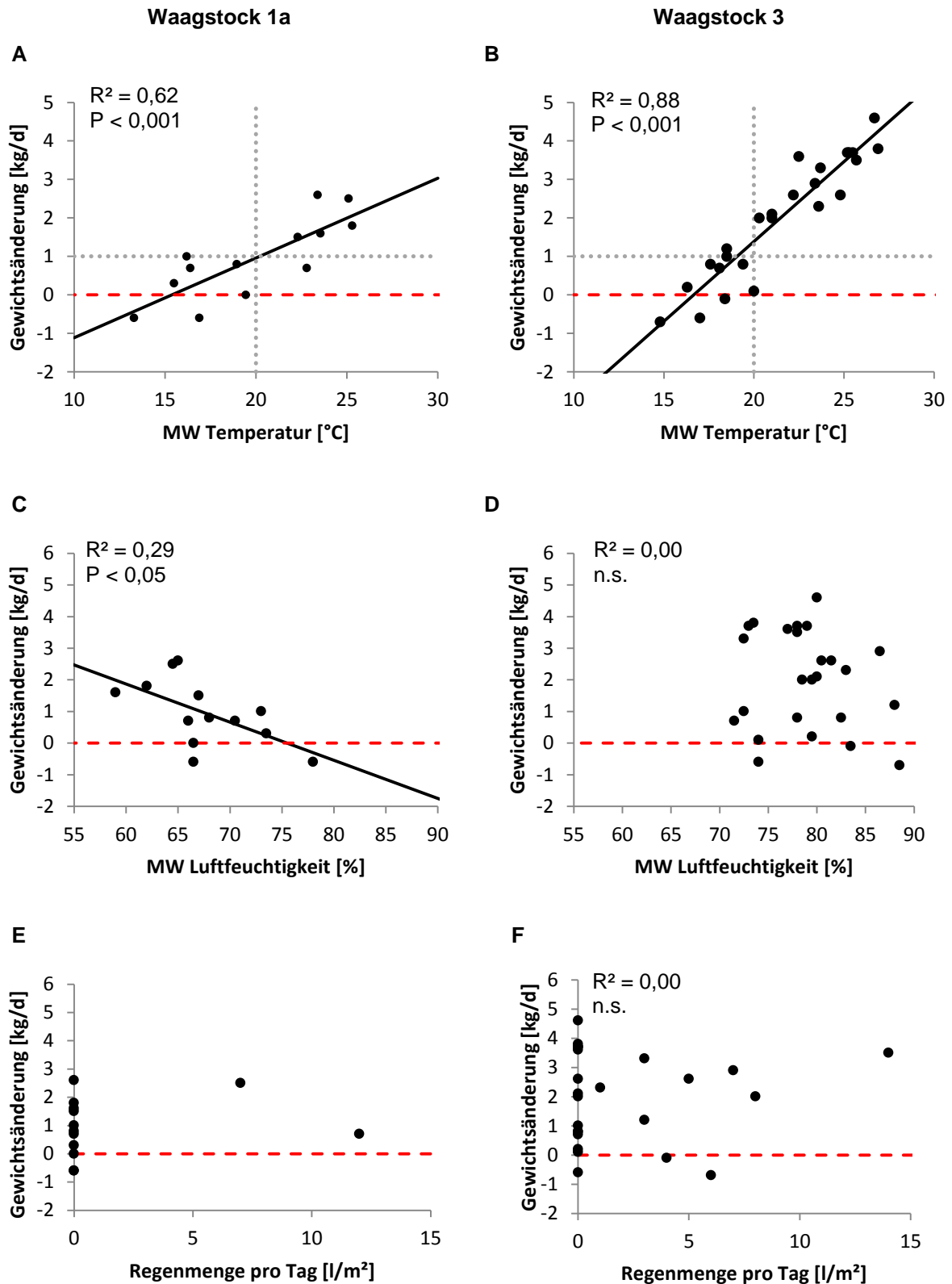


Abbildung 10: Einfluss der gemittelten Witterungsverhältnisse auf die täglichen Gewichtsveränderungen der Waagstockvölker 1a (A, C, E) und 3 (B, D, F). Dabei sind Regressionsgeraden (schwarze durchgezogene Linien) dann eingetragen, wenn ein signifikanter Zusammenhang zwischen Gewichtsveränderung und Witterungsparameter zu finden war. **A, B:** Die gepunkteten grauen Linien verdeutlichen, ab welchen Temperaturen über 1 kg/d eingetragen wurde. **E:** aufgrund der Datenlage wurde auf statistische Berechnungen verzichtet. Rote gestrichelte Linie: Null-Linie; Statistik: lineare Modelle, R^2 : korrigiertes R^2 .

3.4. Honigproduktion

Die neun Waagstöcke nahmen im Aufnahmezeitraum zwischen 10,2 kg und 59,2 kg an Gewicht zu. Im Anschluss an die Sonnenblumentracht wurden zwischen 14,9 kg und 38,2 kg Honig geerntet (Abbildung 11A, Tabelle 2). Die drei Waagstöcke von den Ständen, die Sonnenblumen-Sortenhonig geliefert hatten, produzierten etwa ein Drittel mehr Honig als die Stöcke, die einen Blütenhonig mit nur geringem Anteil an Sonnenblume gesammelt hatten (Abbildung 11B).

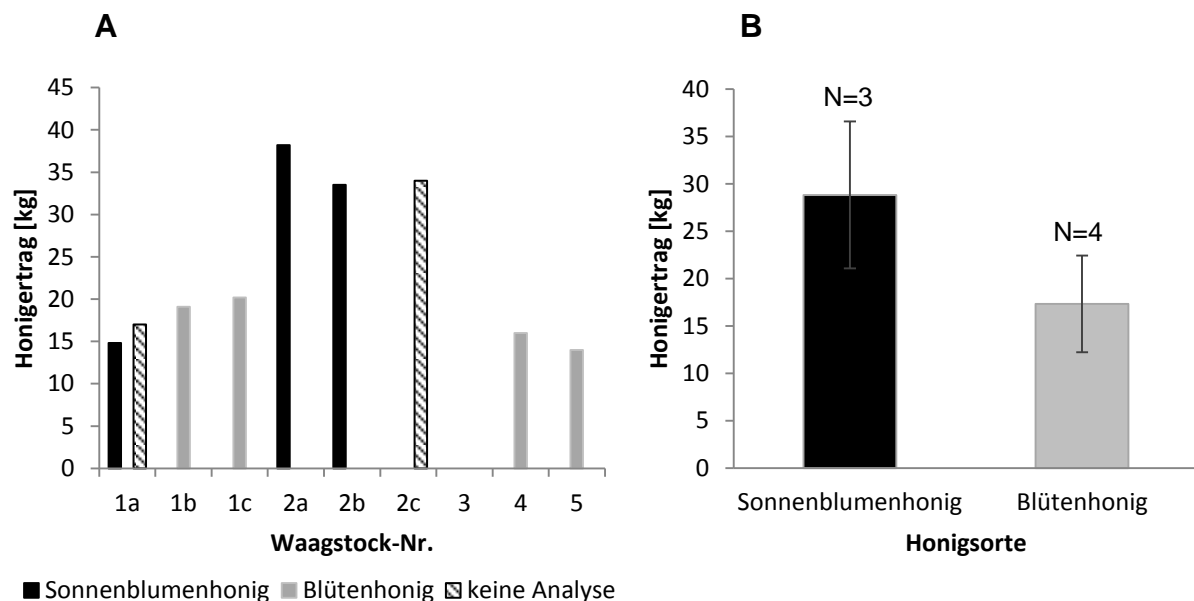


Abbildung 11: A Honigertrag aufgetrennt nach (A) Waagstöcken bzw. (B) nach Honigsorten. A: Es ist zu beachten, dass bei Kolonie 1a zwei Werte angezeigt sind, wobei der gestreifte Balken den Ertrag der Mischtracht zwischen 25.06.2012 und 03.06.2012 darstellt, von der keine Honigprobe existiert. Von Kolonie 2c war keine Honigprobe verfügbar. B: Balken = Mittelwert, Fehlerbalken = SD

Es ist anzunehmen, dass der Unterschied zwischen dem Ertrag von Ständen mit Sonnenblumen-Sortenhonig und Ständen mit Blütenhonig in Wirklichkeit noch ausgeprägter war. Doch ist dazu keine gesicherte Aussage möglich, da leider von drei Waagstockständen, von denen vermutlich Sonnenblumenhonig geerntet wurde, verlässliche Daten über die Honigerträge oder zum Sortenpollenanteil fehlen. Bei Volk 1a lässt sich der Honigertrag aus der Sonnenblume nicht von der zu Beginn der Sonnenblume gleichzeitig blühenden Linde abgrenzen. Durch den Ausschluss dieser Periode mit überlappender Tracht wird der Honigertrag von Volk 1a, wie weiter oben diskutiert, wahrscheinlich etwas unterschätzt (siehe auch schraffierten Balken in Abbildung 11A). Für den Waagstock 2c, der einen hohen Honigertrag geliefert hat, wurde keine Honigprobe zur Verfügung gestellt. Somit gibt es auch keine Daten aus der Pollenanalyse zur Häufigkeit von Sonnenblumenpollen im Honig dieses

Standortes, und er ging nicht in die vergleichende Ertragsanalyse zwischen Sonnenblumen- und Blütenhonigernten ein. Da dieser Waagstock im selben Gebiet stand, wie die Waagstöcke 1, 2a, 2b und 3 und eine ähnliche Gewichtsentwicklung aufweist, ist es wahrscheinlich, dass auch dieser Stand Sonnenblumen-Sortenhonig geliefert hat. Für den Waagstock 3 gibt es keine Angaben des Imkers über den Honigertrag, sodass er – trotz entsprechenden Sonnenblumen-Sortenpollenanteiles – nicht in diesen Vergleich aufgenommen wurde. Aus Abbildung 4A lässt sich ableiten, dass aufgrund der gemessenen Gewichtszunahme von 46,9 kg im Trachtzeitraum eine Honigernte von ca. 40 kg an Sonnenblumenhonig anzusetzen wäre.

4. Diskussion

4.1. Sonnenblume – eine Tracht ohne Honig?

Die Kernfrage der vorliegenden Arbeit – „Ist die Sonnenblume eine ergiebige Trachtquelle für Honigbienen?“ – lässt sich auf Grundlage der ausgewerteten Literatur und den praktischen Ergebnissen der Waagstockauswertungen differenziert beantworten.

Sowohl von den botanischen Voraussetzungen (für Bienen attraktive Blüten, Vorhandensein von Nektarien, Pollenangebot) als auch von den in Österreich verfügbaren Anbauflächen von rund 25.000 ha ist ein entsprechendes Ertragspotential für die Gewinnung von Sonnenblumenhonig vorhanden (Sammataro *et al.* 1985, Maurizio & Schaper 1994, Schick & Spürgin 1997, Statistik Austria 2012).

Die praktischen Erfahrungen der Imker zeigen aber, dass die Sonnenblume nicht immer und nicht in jedem Jahr oder Anbaugebiet entsprechende Honigerträge bringt, wobei in den letzten Jahren die Erträge tendenziell rückläufig waren. Vereinzelt gibt es sogar Meldungen über in der Sonnenblumentracht verhungerte Bienenvölker. Auch die vorliegende Arbeit konnte große Unterschiede im Honigertrag aus der Sonnenblumentracht zwischen den Versuchsständen dokumentieren.

Diese Schwankungen der Ertragsmenge bzw. -sicherheit spiegeln sich in Fachartikeln zur Sonnenblumentracht mit folgenden Aussagen wider: „*Die Wanderung in die Sonnenblume ist und bleibt ein risikoreiches Unterfangen*“ (Hedtke 2000); „*Unter dem Blickwinkel des Imkers ist die Sonnenblume in den meisten Gegenden der Schweiz nicht besonders interessant.*“ (Charrière *et al.* 2006).

Trotz dieser kritischen Bewertung spielt die Sonnenblume als Trachtpflanze in manchen Ländern nach wie vor eine wichtige Rolle; für Ungarn ist sie sogar die zweitwichtigste Bienenweidepflanze (Farkas & Zajácz 2007).

Diese unterschiedlichen Einschätzungen des Trachtwertes bzw. der Bedeutung für die Honiggewinnung sind darauf zurückzuführen, dass sowohl genetische Faktoren (z. B. Nektarproduktion, Corollalänge) der kultivierten Sonnenblumensorten als auch die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen, Bodentypen und die Bewirtschaftungsweise den Nektarfluss der Sonnenblume – und damit den Honigertrag des Imkers – systematisch und wesentlich beeinflussen (Vear *et al.* 1990, Hedtke 1998, 2000, Zajácz *et al.* 2006, Puškadija *et al.* 2007, Ion *et al.* 2008). Weitere Faktoren sind die Gesamtfläche an Sonnenblumen im Flugkreis der Bienen bzw. die Dauer der Blütezeit. Letztere wird unter anderem durch Sortenunterschiede und Anbauermine beeinflusst (Ion *et al.* 2008, 2011).

In der vorliegenden Arbeit war es lediglich an vier Standorten möglich, Honig zu ernten, der die Kriterien für Sonnenblumen-Sortenhonig erfüllte, trotz eines geschätzten Anteiles der Sonnenblumenflächen am Ackerland zwischen 10 % und 24 % im Flugkreis der Bienen. Selbst an diesen vier Standorten betrug der Sortenpollenanteil maximal 25 %. Gemessen an einem durchschnittlichen Anteil von 31 % an Sonnenblumenpollen in österreichischen Sonnenblumen-Sortenhonigen, wie er in einem umfangreichen Projekt zur Honigauthentizität ermittelt worden war, dürfen diese Werte als niedrig angesehen werden (Schachner *et al.* 2014). An den anderen vier der acht Versuchsstandorte, für die eine Pollenanalyse des Honigs vorliegt, erreichte der Anteil von Sonnenblumenpollen nicht den erforderlichen Wert für „Sonnenblumenhonig“. Hier hatten die Bienen – neben der Sonnenblume – offenbar überwiegend andere, weniger ergiebige Trachten genutzt, was sich auch in den großen Unterschieden in der Gewichtszunahme und dem Sortenpollenanteil zwischen den acht analysierten Waagstockvölkern zeigte.

Dass kein Zusammenhang zwischen Sortenpollenanteil und Entfernung zum nächsten Sonnenblumenfeld bzw. zum Anteil der Sonnenblume an der Ackerfläche im Flugkreis bestand (Abbildung 5), dürfte mit der Nutzung anderer Trachten auf einigen Ständen zusammenhängen. Ob dafür mangelnde Attraktivität der an diesen Standorten kultivierten Sonnenblumenhybriden oder die geringe Größe der

Sonnenblumenfelder verantwortlich war, ist an Hand der verfügbaren Daten nicht zu entscheiden.

An den Standorten, an denen Bienen eine entsprechende Sonnenblumentracht mit ausreichend Nektarfluss vorgefunden haben, wurde Sortenhonig produziert und etwa ein Drittel mehr Honig geerntet als auf den anderen Standorten (Abbildung 11). Der mittlere Gewichtszuwachs der Waagstöcke von den vier Ständen mit Sonnenblumen-Sortenhonig betrug dabei $41,3 \text{ kg} \pm 20,0 \text{ kg SD}$. In der einzigen anderen österreichischen Studie über den Nektarertrag der Sonnenblume wurden während der Sonnenblumentracht Gewichtszunahmen zwischen 10 bis 15 kg pro Volk beobachtet (Burgstaller 1990). Dieser Vergleich macht deutlich, dass eine Pauschalaussage, dass die Sonnenblume früher besser gehonigt hätte als heute, durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nicht gestützt wird. Vielmehr zeigte sich erneut, dass die Honigerträge während der Sonnenblumentracht – je nach Standort – sehr unterschiedlich ausfallen können.

Die Stände mit hohen Sonnenblumenerträgen beweisen, dass es unter gewissen Voraussetzungen in Österreich nach wie vor möglich ist, Sonnenblumenhonig zu ernten. Für die optimale Nutzung der Sonnenblumentracht ist es jedoch unbedingt erforderlich, sorgfältig die Ursachen für die beobachteten Ertragsunterschiede zu erforschen und daraus Empfehlungen abzuleiten. Wünschenswert wäre ein klarer Kriterienkatalog, der dem Imker bei der Einschätzung hilft, unter welchen Bedingungen (z. B. mit welchen Sonnenblumenhybriden, unter welchen klimatischen Gegebenheiten und mit welchen Bodeneigenschaften) eine gute Sonnenblumentracht möglich ist und welche Regionen bzw. Standplätze eine hohe Ernte an Sonnenblumenhonig versprechen. Die folgenden Kapitel sollen Aufschluss über vorhandenes und fehlendes Wissen geben, das für die Erstellung eines solchen Kataloges benötigt würde.

4.2. Charakterisierung und Optimierung von Sonnenblumenhybriden

Im Jahr 2014 sind in Österreich 26 verschiedene Sonnenblumensorten zugelassen, davon zählen 19 Sorten zu den Öl-Sonnenblumen (AGES (Hrsg.) 2014). Für alle Öl-Sonnenblumen sind in der „Österreichischen Beschreibenden Sortenliste“ (Bundesamt für Ernährungssicherheit 2014) detaillierte Daten zu Wuchs, Korn- und Ölertrag angegeben. Diese stellen wichtige Informationen für die

Sonnenblumenbauern dar. Die für Imker entscheidenden Informationen über den Zuckerwert und Honigertrag der einzelnen Sorten sind darin jedoch nicht angeführt.

Sofern es diesbezüglich überhaupt Daten gibt, stammen diese aus ausländischen Studien (Cirnu *et al.* 1974, Hedtke 2000, Zajáč *et al.* 2006, Farkas & Zajáč 2007, Ion *et al.* 2007). Diese sind aufgrund anderer Klimabedingungen aber nicht repräsentativ für Österreich und zeigen auch starke Schwankungen zwischen den Standorten. So war zum Beispiel der Zuckerwert von „Alexandra PR“ – einer in Österreich zugelassenen Sonnenblumenhybridsorte – an einem Standort in Ungarn um 40 % höher als an einem anderen ungarischen Standort (Zajáč *et al.* 2006: Fácánkert 0,085 mg/Blüte, Kerekharaszt 0,05 mg/Blüte). Im genannten Fall betrafen die Standortunterschiede Bodentyp, Tagesmitteltemperatur und Niederschlagsmenge (Zajáč *et al.* 2006). Das Umlegen von Daten, die unter anderen Umweltbedingungen erhoben wurden, auf Anbaugelände in Österreich, ist daher nur sehr eingeschränkt möglich.

Folglich werden systematische Untersuchungen über den Nektarfluss und die Nektarqualität für alle gängigen österreichischen Sonnenblumensorten unter den in Österreich herrschenden Umweltbedingungen benötigt. Ebenso wichtig ist die Messung der Länge der Corolla der einzelnen Sorten, um zu überprüfen, ob Honigbienen Zugang zu dem produzierten Nektar haben. Abschließende Freilandversuche könnten die Attraktivität der einzelnen Sorten für die Honigbienen im Verhaltensversuch abklären.

Ein weiterer Schritt wäre es, schon während der Züchtung auch diejenigen Faktoren miteinzuschließen, die als Schlüsseleigenschaften für hohen Honigertrag zu werten sind: Nektarfluss, Nektarzusammensetzung und Corollalänge sind in hohem Ausmaß genetisch determiniert und könnten daher durch Züchtung optimiert werden (Vear *et al.* 1990, Atlagić *et al.* 2003). Um bei der Züchtung neuer Sorten auch diese für Bienen wichtigen Aspekte zu berücksichtigen, müsste mit anderen Ländern kooperiert werden, da in Österreich keine Züchtung von Hybridsorten erfolgt.

Für die Sonnenblumenbauern liegt der Fokus auf einer möglichst reichhaltigen und hochwertigen Ernte. Aus diesem Grund konzentriert sich die Sonnenblumenzüchtung bisher auf Ertragssicherheit, Krankheitsresistenz, Ölgehalt und Ölsäuremuster. Dabei wurde außer Acht gelassen, dass insektenbestäubte Sonnenblumen höhere Erträge liefern und teilweise auch hochwertigere Sonnenblumensamen produzieren (Hedtke

1998, Degrandi-Hoffman & Chambers 2006, Ion *et al.* 2009, Tesfay 2010, Ion *et al.* 2011). Eine Optimierung von neuen Sonnenblumensorten auf die Bedürfnisse der Honigbienen hätte daher auch positive Auswirkungen auf die Erträge des Bauern. Die österreichische Landwirtschaft kann derzeit nur etwa die Hälfte des österreichischen Bedarfs an Sonnenblumenkernen decken (Statistik Austria 2014) – eine Steigerung des Ertrags an Sonnenblumenkernen wäre daher auch volkswirtschaftlich wünschenswert.

4.3. Auswahl des Standortes aufgrund klimatischer Faktoren

Sonnenblumen haben die höchste Nektarsekretion und damit den höchsten Zuckerwert bei moderaten Temperaturen (~ 20 °C), hoher Luftfeuchte und guter Wasserversorgung (Zajácz *et al.* 2006, Ion *et al.* 2008, Zajácz 2011). Dabei kann ein Boden mit hohem Wasserrückhaltevermögen den fehlenden Regen zur Blütezeit ausgleichen, wenn es in der Zeit davor genug geregnet hat (Zajácz *et al.* 2006, Ion *et al.* 2008).

Die vorliegenden Daten aus diesem Projekt zeigen, dass die Gewichtszunahme der Waagstöcke positiv mit der Erhöhung der Tagestemperatur und negativ mit der Erhöhung der mittleren Tagesfeuchte korreliert war (Abbildung 10). Eine Erhöhung des Nektarflusses allein führt daher nicht automatisch zu erhöhten Nektareinträgen in die Bienenvölker. Die Bienen müssen auch die meteorologischen Voraussetzungen zu reger Sammeltätigkeit haben. Je höher die gemessene Lufttemperatur ist, desto mehr Bienen fliegen aus und desto mehr Sammelbienen werden auf den Sonnenblumen gefunden (Vicens & Bosch 2000, Puškadija *et al.* 2007, Tesfay 2010, Haftom *et al.* 2014, Polatto *et al.* 2014). Doch bei Temperaturen über 27 °C geht die Flugaktivität der Bienen aufgrund der Hitze wieder zurück (Puškadija *et al.* 2007, Tesfay 2010). Genauso sinkt die Sammelaktivität der Honigbienen bei erhöhter Luftfeuchtigkeit (Puškadija *et al.* 2007, Tesfay 2010, Haftom *et al.* 2014, Polatto *et al.* 2014). Ein hoher täglicher Gewichtszuwachs kann also dann erwartet werden, wenn einerseits die Nährstoff- und Wasserversorgung gewährleistet ist und die Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen die Nektarsekretion begünstigen und andererseits auch für die Bienen optimale Temperatur- und Feuchtebedingungen für eine intensive Sammelaktivität herrschen.

Diese Anforderungen machen die Beschreibung des idealen Standortklimas für eine erfolgreiche Sonnenblumentracht schwierig. Einerseits würde ein Gebiet mit

moderaten Temperaturen, in der ausgiebiger Regen und hohe Luftfeuchte zu erwarten sind, eine hohe Nektarproduktion versprechen. Andererseits fliegen die Bienen unter diesen Bedingungen nur bedingt aus und können so den vorhandenen Nektar nicht effektiv eintragen. So zeigen unsere Daten, dass erst bei einer mittleren Tagestemperatur von über 20 °C ein Gewichtszuwachs von mehr als 1 kg/d zu erwarten ist (Abbildung 10 A, B).

Daher kann bei derzeitigem Wissensstand nur empfohlen werden, Extreme zu vermeiden. So ist zum Beispiel in Gebieten mit wenig Niederschlag und geringem Wasserrückhaltevermögen des Bodens mit sehr geringer Nektarproduktion und damit auch mit wenig Honigertrag zu rechnen (Hedtke 2000, Charrière *et al.* 2006).

Für die Zukunft würde es sich lohnen, mit Hilfe von Datenanalysen und Rechenmodellen abzuwägen, unter welchen Standortbedingungen ein sinnvolles Mittelmaß zwischen guter Nektarproduktion der Sonnenblume und idealen Sammelbedingungen für Bienen erreicht wird. Derartige Gebiete könnten dann von den Imkern für die Gewinnung von Sonnenblumenhonig gezielt genutzt werden.

4.4. Einfluss des Wanderzeitpunkts auf den Honigertrag

Die Sonnenblumentracht findet in einem engen Zeitfenster statt. Die Blütezeit wird von dem Zeitpunkt an gerechnet, ab dem 10 % aller Sonnenblumen geöffnet sind, bis zu dem Zeitpunkt, an dem 90 % der Blüten abgeblüht sind (Ion *et al.* 2008). Dieser Zeitraum kann abhängig von Sonnenblumensorte und Wetterbedingungen zwischen 10 und 21 Tagen dauern (Ion *et al.* 2008, 2011). Bei solch kurzen Blühzeiten ist es entscheidend für einen hohen Honigertrag, mit den Bienen zeitgerecht in die Sonnenblume zu wandern.

Der Effekt einer verzögerten Aufstellung kann anhand der Daten von Waagstock 3 hypothetisch durchgespielt werden. Die Bienen dieses Volkes sammelten 25 Tage an der Sonnenblume (25.06.2012 bis 19.07.2012; Abbildung 6). Dabei wurde am Tag sechs nach der Aufstellung (30.06.2012) erstmals ein Gewichtszuwachs von über 3,0 kg/d gemessen. In den folgenden 10 Tagen (30.06.2012 bis 09.07.2012) wurden 70 % des Gewichtszuwachses der gesamten Blütezeit erreicht. Wäre der Imker nun eine Woche später zu dem Stand gewandert, hätten die Bienen erst am 02.07.2012 zu sammeln beginnen können. Damit hätten die Bienen zwei Tage verpasst, in denen die Sonnenblume in voller Blüte gestanden ist und der Waagstock 3,7 kg/d (30.06.2012) beziehungsweise 4,6 kg/d (01.07.2012) an Gewicht zugenommen hat.

Selbst wenn man annehmen würde, dass der Stock bereits ab dem ersten Tag nach der Aufstellung sein volles Sammelpotential entfalten hätte können, hätte er bis zum Ende der Sammelperiode um 14 kg weniger Gewicht zugelegt. Dies zeigt, dass der Ausfall von nur wenigen ertragreichen Tagen aufgrund von später Wanderung oder auch Schlechtwetterfronten, zu empfindlichen Gewichtseinbußen führen kann.

4.5. Fazit

Für eine Gesamtbewertung des Nektarertragspotenzials von Sonnenblumensorten wären systematische Untersuchungen zur Nektarproduktion und dessen Zuckerkonzentration im Rahmen vergleichender Sortenprüfungsversuche unter unterschiedlichen Boden- und Klimabedingungen Österreichs für die im Anbau befindlichen bzw. zum Anbau vorgesehenen Sorten erforderlich. Des Weiteren könnten internationale Kooperationen mit Sonnenblumenzüchtern angestrebt werden, damit genetische Merkmale, wie Nektarproduktion und Corollalänge bereits bei der Auswahl der Elternlinien für die Züchtung neuer Sorten berücksichtigt werden könnten.

Da der Selbstversorgungsgrad der EU-Länder bei Honig nur rund 60 % beträgt (Copa-Cogeca 2013), ist generell die Möglichkeit zur Honiggewinnung aus Kulturpflanzen ein nicht zu unterschätzender volkswirtschaftlicher Mehrwert, der ohne Zusatzaufwand an Betriebsmitteleinsatz lukrierbar ist.

Parallel dazu sollten von Imkerseite die Daten der bereits weit verbreitet eingesetzten elektronischen Waagstöcke für wissenschaftliche Auswertungen zu dieser Fragestellung bereitgestellt werden, um eine sowohl betrieblich als auch volkswirtschaftlich optimale Nutzung dieser Trachtquelle für die Honiggewinnung zu ermöglichen. Fehlwanderungen in die Sonnenblumentracht, die neben dem Arbeitsaufwand auch mit beträchtlichen Vorarbeiten und Kosten verbunden sind, könnten damit weitgehend vermieden werden.

5. Danksagung

Wir danken den fünf an diesem Projekt beteiligten Imkern für ihre Mitwirkung und die Bereitstellung der Waagstöcke und der Daten.

Dem Dachverband Biene Österreich und dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft danken wir für die Unterstützung und finanzielle Förderung des Projekts im Rahmen der Sonderrichtlinie Imkereiförderung

gemäß VO (EG) Nr. 1234/2007 und der AGES für die Übernahme eines Teils der Kosten aus der AGES-Basisfinanzierung.

6. Literatur

- AGES (Hrsg.) (2014). Österreichische Beschreibende Sortenliste 2014. Schriftenreihe 03/2014, ISSN 1560-635X.
- Andrada A, Valle A, Paoloni P & Gallez L (2004). "Pollen and nectar sources used by honeybee colonies pollinating sunflower (*Helianthus annuus*) in the Colorado River Valley, Argentina." Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica **39**(1-2): 75-82.
- Atlagić J, Joksimović J, Saka Z, Miklič VA & Dušanić NZ (2003). "Mode of inheritance and heritability of disc flower corolla length and nectar content in sunflower." Genetika **35**(1): 59-65.
- Błażewicz-Woźniak M & Wach D (2012). "The fertilizer value of summer catch crops preceding vegetables and its variation in the changing weather conditions." Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus **11**(3): 101-116.
- Bundesamt für Ernährungssicherheit (2014). "Österreichische Beschreibende Sortenliste/ Öl-, Faser- und Handelspflanzen/ Sonnenblume." 26.02.2014. Abgerufen am 10.12.2014, von <http://www.baes.gv.at/pflanzensorten>.
- Burgstaller H (1990). "Die Bedeutung der Honigbiene für den Kernenertrag der Sonnenblume." Schweizer Bienen-Zeitung **113**(9): 510-515.
- Chambó ED, Garcia RC, de Oliveira NTE & Duarte-Júnior JB (2011). "Honey bee visitation to sunflower: effects on pollination and plant genotype." Scientia Agricola **68**(6): 647-651.
- Charrière J-D, Imdorf A, Koenig C, Gallmann S & Kuhn R (2006). "Einfluss von Sonnenblumen auf die Volkentwicklung der Honigbiene." AGRARForschung **13**(9): 380-385.
- Chauzat M-P, Cougoule N, Clément M-C, Carpentier P & Faucon J-P (2009). "No acute mortalities in honey bee colonies (*Apis mellifera*) after the exposure to sunflower cultures." Entomologie faunistique **62**(2): 57-71.
- Cirnu I, Dumitranche V & Hociota E (1974). La pollinisation du tournesol (*Helianthus annuus* L.) a paide des abeilles - un factor important pour l'augmentation de la production. 6th International Sunflower Conference, Bucharest Romania, 22-24 of July: 695-700.
- Copa-Cogeca (2013). "Copa-Cogeca warnt vor billigen Honigimporten in die EU und appelliert an EU-Kommission einzugreifen [Pressemitteilung]." Abgerufen am 19.12.2014, von <http://www.copa-cogeca.be/Download.ashx?ID=1082596&fmt=pdf>.
- Degrandi-Hoffman G & Chambers M (2006). "Effects of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Foraging on Seed Set in Self-fertile Sunflowers (*Helianthus annuus* L.)." Environmental Entomology **35**(4): 1103-1108.
- FAOSTAT (data 2012). "Production/Crops/Oilcrops Primary." Abgerufen am 31.10., von <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- Farkas Á & Zajác E (2007). "Nectar Production for the Hungarian Honey Industry." The European Journal of Plant Science and Biotechnology **1**(2): 125-151.
- Fell RD (1986). "Foraging Behaviors of *Apis mellifera* L. and *Bombus* spp. on Oilseed Sunflower (*Helianthus annuus* L.)." Journal of the Kansas Entomological Society **59**(1): 72-81.
- Fonta C, Pham-Delegue M, Marilleau R & Masson C (1985). "Rôle des nectars de tournesol dans le comportement des insectes pollinisateurs t analyse qualitative et quantitative des éléments glucidiques de ces sécrétions." Acta Oecologica **6**(2): 175-186.
- Furgala B (1954). The effect of the honeybee *Apis mellifera* (L.) on the seed set, yield and hybridisation of the cultivated sunflower, *Helianthus annuus* L. Manitoba University. **PhD**.
- Haftom G, Tadesse A & Belay T (2014). "Flight intensity of honeybees (*Apis mellifera*) and its relationship with temperature, sunshine hours, cloudiness and relative humidity." Livestock

- Research for Rural Development, **26**: Abgerufen am 26.11. 2014, von <http://www.lrrd.org/lrrd2026/2011/haft26011.html>
- Harrell Jr FE (2014). "Hmisc: Harrell Miscellaneous." R package version 3.14-5. <http://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>.
- Hedtke C (1998). "Die Sonnenblume - ihre Bedeutung als Bienenweide." Deutsches Bienen Journal **6**(11): 19-22.
- Hedtke C (2000). "Die Sonnenblume als Trachtpflanze." Deutsches Bienen Journal **8**(7): 19-21.
- Ion N, Stefan V, Ion V, Fota G & Coman R (2007). "Results concerning the melliferous characteristics of the sunflower hybrids cultivated in Romania." Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii **40**(2): 80-90.
- Ion V, Ion N, Stefan V, Fota G & Coman R (2008). Influence of the climatic factors on the melliferous characteristics of the sunflower hybrids. Scientific Conference „Durable agriculture in the context of environmental changes. Iași University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture. **51**.
- Ion V, Stefan V & Ion N (2009). Necessity of pollination by melliferous bees at sunflower hybrids actually cultivated in Romania. Scientific Papers Series A. Bucharest, USAMV Bucharest. **LII**.
- Ion V, Stefan V, Ion N, Coman R & Fota G (2011). "Melliferous Characteristics of Sunflower with Importance for Pastoral Beekeeping." Economics, Management, and Financial Markets **1**: 1167-1174.
- Kamler F (1997). "Sunflower pollination in Czech Republic." Acta Horticulturae **437**: 407-411.
- Krause GL & Wilson WT (1981). "Honey Bee Pollination and Visitation Patterns on Hybrid Oilseed Sunflowers in Central Wyoming (Hymenoptera: Apidae)." Journal of the Kansas Entomological Society **54**(1): 75-82.
- Maurizio A & Schaper F (1994). Das Trachtpflanzenbuch. Ehrenwirth Verlag, München.
- Mechtler K & Hendler M (2010). Ertrags- und Qualitätsentwicklung bei Öl- und Eiweißfrüchten in der Sortenwertprüfung. 61. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, Raumberg-Gumpenstein, 23-25 Nov.: 78-85.
- Miklić VA, Sakač ZO, Dušanić NZ, Atlagić JD, Joksimović JP & Vasić DM (2004). Effects of Genotype, growing conditions, and several parameters of sunflower attractiveness for bee visitation. 16th International Sunflower Conference, Fargo, ND USA, Aug. 29 - Sept. 2: 871-876.
- Nassab ADM, Amon T & Kaul HP (2011). "Competition and yield in intercrops of maize and sunflower for biogas." Industrial Crops and Products **34**(1): 1203-1211.
- Nicolson SW & Human H (2013). "Chemical composition of the 'low quality' pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae)." Apidologie **44**(2): 144-152.
- Pernal S & Currie R (2000). "Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.)." Apidologie **31**(3): 387-409.
- Persano Oddo L & Piro R (2004). "Main European unifloral honeys: descriptive sheets." Apidologie **35**: S38-S81.
- Piperno DR (2001). "On Maize and the Sunflower." Science **292**(5525): 2260-2261.
- Polatto LP, Chaud-Netto J & Alves-Junior V (2014). "Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees." Journal of Insect Behavior **27**(5): 593-612.
- Pritsch G (2007). Bienenweide. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, Stuttgart.
- Puškadija Z, Štefanić E, Mijić A, Zdunić Z, Paradžiković N, Florijančić T & Opačak A (2007). "Influence of weather conditions on honey bee visits (*Apis mellifera carnica*) during sunflower (*Helianthus annuus* L.) blooming period." Poljoprivreda **13**(1): 1-5.
- R Core Team (2014). "R: A language and environment for statistical computing." R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Rasool E, Khan M, Nawaz M & Rafiq M (1998). "Utilization of sunflower crop residues as feed in small ruminants." ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES **11**: 272-276.

- Rosa R, Zaniewicz-Bajkowska A, Kosterna E & Franczuk J (2010). "The secondary effect of sunflower (*Helianthus annuus* L.) catch crop in sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) cultivation." Folia Horticulturae **22**(2): 15-23.
- Sammataro D, Erickson EHJ & Garment MB (1985). "Ultrastructure of the sunflower nectary." Journal of Apicultural Research **24**(3): 150-160.
- Schachner D, Kapeller R & Moosbeckhofe R (2014). "Möglichkeiten und Grenzen der Prüfung der Authentizität von Honig." Deutsche Lebensmittel-Rundschau **110**: 13-23.
- Schaper F (1998). "Nektarergiebigkeit verschiedener Sorten der Sonnenblume, *Helianthus annuus* L." Apidologie **29**(5): 411-413.
- Schick B & Spürgin A (1997). Die Bienenweide. Ulmer, Stuttgart.
- Shein SE, Sargent SJ & Miko J (1980). An evaluation of differential attractiveness of sunflower genotypes to honeybees. 9th International Sunflower Conference, Malaga, Spain: 216-220.
- Spugnoli P, Dainelli R, D'Avino L, Mazzoncini M & Lazzeri L (2012). "Sustainability of sunflower cultivation for biodiesel production in Tuscany within the EU Renewable Energy Directive." Biosystems Engineering **112**(1): 49-55.
- Statistik Austria (2012). Feldfruchternte 2012, Schnellbericht 1.12. Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria (2014). Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte 2012/13. Statistik Austria, Wien.
- Tasei J-N & Aupinel P (2008). "Nutritive value of 15 single pollens and pollen mixes tested on larvae produced by bumblebee workers (*Bombus terrestris*, Hymenoptera: Apidae)." Apidologie **39**(4): 397-409.
- Tepedino VJ & Parker FD (1982). "Interspecific differences in the relative importance of pollen and nectar to bee species foraging on sunflowers." Environmental Entomology **11**(1): 246-250.
- Tesfay GB (2010). Contribution of managed honeybees (*Apis mellifera* scutellata Lep.) to sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed yield and quality. Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria. **Master of Science**.
- Valdez FR, Harrison JH & Fransen SC (1988). "Effect of Feeding Corn-Sunflower Silage on Milk Production, Milk Composition, and Rumen Fermentation of Lactating Dairy Cows." Journal of Dairy Science **71**: 2462-2469.
- Vear F, Pham-Delegue M, Tourvieille De Labrouhe D, Marilleau R, Loublier Y, Le Metayer M, Douault P & Philippon J (1990). "Genetical studies of nectar and pollen production in sunflower." Agronomie **10**(3): 219-231.
- Vicens N & Bosch J (2000). "Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae)." Environmental Entomology **29**(3): 413-420.
- Zajác E (2011). Nectar production and some site-related issues of sunflower hybrids under different agro-ecological conditions. Dept. of Agri-environment Management, Szent István University. **PhD**.
- Zajác E, Zaják Á, Szalai EM & Szalai T (2006). "Nectar production of some sunflower hybrids." Journal of Apicultural Science **50**(2): 109-113.

7. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Auswertung von Waagstockdaten und Angaben der Imker von neun Bienenständen in der Sonnenblumentracht 2012 zeigten einerseits, dass es bei entsprechenden Voraussetzungen (vorhandene Tracht, starke Bienenvölker) durchaus möglich ist, Sonnenblumen-Sortenhonig in zufriedenstellenden Mengen zu ernten. Andererseits zeigten die großen Unterschiede im Honigertrag zwischen den beobachteten Ständen, dass nicht überall gute Ertragsbedingungen herrschten. Als mögliche Ursachen für diese Unterschiede werden in der Literatur genetische Unterschiede zwischen den angebauten Sonnenblumensorten hinsichtlich Nektarproduktion und dessen Zugänglichkeit für die Bienen angeführt. Zusätzlich haben Unterschiede in den klimatischen Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsmenge) sowie in Bodeneigenschaften und Düngungspraxis einen Einfluss auf die produzierte Nektarmenge und Nektarkonzentration.

Für eine Gesamtbewertung des Nektarertragspotenzials von Sonnenblumen wären systematische Untersuchungen zur Nektarproduktion und dessen Zuckerkonzentration im Rahmen vergleichender Sortenprüfungsversuche unter unterschiedlichen Boden- und Klimabedingungen Österreichs für die im Anbau befindlichen bzw. zum Anbau vorgesehenen Sorten erforderlich. Parallel dazu sollten von Imkerseite die Daten der bereits weit verbreitet eingesetzten elektronischen Waagstöcke für wissenschaftliche Auswertungen zu dieser Fragestellung bereitgestellt werden.

Mit Hilfe dieser beiden Maßnahmen könnte eine sowohl imkerlich als auch volkswirtschaftlich optimale Nutzung der Sonnenblume für die Honiggewinnung sichergestellt werden. Für Bienen attraktive Sorten bringen dem Bauern Ertragsvorteile durch die erhöhte Bestäubung und bessere Qualität der Sonnenblumenkerne (reduzierte Anzahl leerer Samen, erhöhte Samengröße, gesteigerter Ölgehalt). Gleichzeitig würden diese Sorten durch die Möglichkeit zur Honiggewinnung zur Verkleinerung des Honigimportbedarfes von Österreich beitragen.