

INSTITUT FÜR NUTZTIERWISSENSCHAFTEN
UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN

**BESTÄUBUNGSLEISTUNG, HONIG- UND
POLLENERTRAG DER HONIGBIENE BEI
ROTKLEE**

STUDIENRICHTUNG LANDWIRTSCHAFT

Betreuer: Univ. Doz. Dipl.-Ing. Dr. nat. tech. Hermann Pechhacker

Diplomarbeit von

Reinhard Neugschwandtner

Wien, im März 2003

Danksagung

Bei folgenden Personen, die mir das Abfassen der vorliegenden Arbeit erst ermöglichten, möchte ich mir sehr herzlich bedanken:

Herrn Univ. Doz. Dipl.-Ing. Dr. Hermann Pechhacker für die fachkundige und herzliche Betreuung der Diplomarbeit.

Herrn Helmut Buchgraber (Produktionsgemeinschaft für Sämereien, Wetzelsdorf 15, 8330 Feldbach), der den Anstoß für diese Arbeit gab. Dafür und für die freundliche Aufnahme und gute Betreuung in der Oststeiermark gilt ihm und seinen Eltern ein herzliches Dankeschön.

Nochmals Herrn Helmut Buchgraber und Herrn Johann Fink, die Versuchsflächen zur Verfügung stellten.

Herrn Dir. Ing. Josef Ulz (Steirische Imkerschule), der die Versuchsvölker zur Verfügung stellte.

Herrn Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Karl Moder, der mich bei der statistischen Aufbereitung der Daten hilfreich unterstützte.

Herrn Dipl.-Ing. Paul Freudenthaler (Agrarbiologie Linz) für die Durchführung der Saatguttestungen.

Herrn Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Josef Eitzinger für die Beratung in metrologischen Fragestellungen.

Der Saatzucht der Landwirtschaftlichen Fachschule Edelfhof für die Möglichkeit, die Saatgutproben aufzubereiten und der Zentralanstalt für

Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) für die zur Verfügung gestellten Daten.

Herrn Mag. Johannes Preiser – Kapeller für das Korrekturlesen des vorliegenden Werkes.

Meinen Eltern Josef und Maria Neugschwandtner, die mir mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Stand des Wissens	3
2.1 Rotklee	3
2.1.1 Allgemeines.....	3
2.1.2 Botanik des Rotklees.....	4
2.1.3 Blütenbiologie bei Rotklee	4
2.2 Nektar.....	7
2.2.1 Allgemeines.....	7
2.2.2 Der Rotkleenektar.....	8
2.3 Pollen (Blütenstaub)	9
2.3.1 Allgemeines.....	9
2.3.2 Der Rotkleepollen	10
2.3.3 Einsatz von Pollenfallen	11
2.4 Die Honigbiene (Apis mellifera)	12
2.4.1 Allgemeines.....	12
2.4.2 Nektar und Pollenbedarf.....	12
2.4.3 Nektar und Pollensammeln	13
2.4.4 Die Biene als Bestäuberin	14
2.4.5 Die Bestäubung des Rotklees.....	14
3. Material und Methoden	16
3.1 Standort des Versuches – Klima.....	16
3.2 Klima	16
3.3 Beschreibung der Versuchsanlage	16
3.4 Bienen.....	18
3.5 Kulturführung der Versuchsflächen	19

3.6	Durchführung der Beobachtung	20
3.7	Beobachtung des Blühverlaufes des Rotklees	22
3.8	Ernte und Probenaufbereitung	22
3.9	Sammeln und Analyse der Pollen	22
3.10	Messung und Analyse des Honigblaseninhaltes	24
3.10.1	Fangmethode und Aufbewahrung der Bienen	24
3.10.2	Zahl und Zeit der Probennahme	26
3.10.3	Bestimmung des Honigblaseninhaltes	26
3.11	Testung der Keimfähigkeit und der Vitalität, Erfassen des Tausendkorngewichtes (TKG)	27
3.12	Statistische Auswertung	28
4.	Ergebnisse	30
4.1	Unterschiede in der Wertigkeit der Parzellen	30
4.2	Beflug	32
4.2.1	Art und Anteil der beobachteten Insekten und der Bestäuberinnen.....	32
4.2.2	Abhängigkeit des Befluges von der Tageszeit	35
4.2.3	Beflug der Honigbiene – Zusammenhang zwischen Tageszeit und Entfernung...	36
4.2.4	Zusammenhang zwischen Beflug, Temperatur und Niederschlag.....	39
4.3	Ergebnisse der Versuchsvölker	43
4.3.1	Zunahme/Abnahme der Völker (aus der Rotkleeetracht)	43
4.4	Polleneintrag und –spektrum	44
4.4.1	Zusammenhang zwischen Temperatur und Polleneintrag.....	46
4.4.2	Konkurrenzpflanzen	47
4.5	Honigblaseninhalt	53
4.5.1	Honigblaseninhalt	53
4.5.2	Unterschiede zwischen Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen.....	57
4.5.3	Honigblasen und Pollenhöschchen	59
4.6	Blüte	60

4.6.1	Unterschiedlicher Blühverlauf	60
4.7	Einfluss des Befluges auf die Saatguteigenschaften.....	61
4.7.1	Ergebnisse der Kontrollparzellen.....	63
4.7.2	Zusammenhang zwischen TKG, Keimfähigkeit und Vitalität.....	64
5.	Diskussion	65
6.	Zusammenfassung	68
7.	Abbildungsverzeichnis	70
8.	Tabellenverzeichnis.....	72
9.	Literatur	74
10.	Anhang.....	77
10.1	Statistik Bienenbeflug.....	77
10.2	Statistik Pollensammelverhalten	87
10.3	Statistik Honigblasen	91

1. Einleitung und Fragestellung

Christian Konrad Sprengel (1750 – 1816) war der erste, der die gegenseitige Abhängigkeit von Biene und Blüte erkannte und sie in seinem im Jahre 1793 erschienenen Buch „Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen“ niederschrieb. Im 1811 erschienenen Buch „Die Nützlichkeit der Bienen und die Notwendigkeit der Bienezucht“ formulierte er:

„Die Bienezucht befördert die Wohlfahrt aller Einwohner eines Landes. Der Hauptzweck der Bienezucht ist nicht der Gewinn an Honig und Wachs, sondern die Befruchtung der Blumen und die Beförderung reichlicher Ernten. Der Staat muss ein stehendes Heer von Bienen haben.“ (10)

Sprengel wurde dafür von den Gelehrten seiner Zeit, darunter Goethe, kritisiert und belächelt. (11) Heute ist das Wissen um die Wichtigkeit der Biene für die Bestäubung vieler Blütenpflanzen Allgemeingut. So wird sie gezielt zur Bestäubung, beispielsweise im Obstbau, eingesetzt.

Die gegenseitige Beziehung von Bienen und Rotklee in der Saatgutproduktion, bei der der erst im Juli blühende zweite Aufwuchs genutzt wird, war Ziel der vorliegenden Arbeit.

Unter diesem Aspekt wurden die Fragestellungen dieser Arbeit wie folgt formuliert:

1. Welchen Anteil haben verschiedene Insektenarten und insbesondere die Biene auf die Bestäubung von Rotklee?
2. Welchen Einfluss haben Tageszeit, Temperatur und Entfernung auf die Beflugdichte von Bienen?
3. Welche Auswirkung hat die Rotklee-Blüte auf die Honigbiene in Bezug auf Zunahme, Polleneintrag und -spektrum und Honigblaseninhalte heimkehrender Sammelbienen?
4. Wie hoch ist der Anteil der in den Stock heimkehrenden Bienen mit Nektar von Rotklee im Vergleich zu anderen Blütenpflanzen?
5. Wie hoch ist die eingetragene Nektarmenge bzw. die Zuckerkonzentration des Nektars aus der Klee-Blüte?
6. Inwieweit verändert die Bestäubung die Saatgutparameter Samenertrag, Keimfähigkeit und Tausendkorngewicht sowie die Vitalität des Saatgutes?

2. Stand des Wissens

2.1 Rotklee

2.1.1 Allgemeines

Rotklee wird seit dem 3./4. Jahrhundert n. Chr. in Südeuropa kultiviert. Eine weitere Verbreitung als Futterpflanze erfolgte erst während des 15. und 16. Jahrhunderts in Spanien, Frankreich und Italien. Im 16. Jahrhundert kam er von Spanien aus in die Niederlande, von dort um 1633 nach England. Unser heutiger Rotklee scheint spanischen oder spanisch-arabischen Ursprungs zu sein. (2)

Das große Zeitalter des Kleeanbaues begann Mitte des 18. Jahrhunderts und ist eng verbunden mit Johann Christian Schubart (1734 – 1787), der den Kleeanbau, die Fruchtwechselwirtschaft und die Stallfütterung propagierte und als Vater unserer heutigen regelmäßigen Fruchtwechselwirtschaft angesehen werden kann. Für seine Verdienste wurde er von Joseph II. als „Edler von Kleefeld“ in den Adelsstand erhoben. (2)

Heute ist Rotklee eine der wichtigsten Futterpflanzen der gemäßigten Zone, die überall außer in ariden und semiariden Gebieten angebaut wird, so auch in den tropischen und subtropischen Ländern Lateinamerikas, Asiens und in Australien. Das Hauptanbaugebiet erstreckt sich auf Nordamerika, Europa und Neuseeland. (4)

2.1.2 Botanik des Rotklee

Der Rotklee (*Trifolium pratense* L.) gehört zur Familie der Schmetterlingsblütler (*Fabaceae*).

Rotklee, die wohl am weitesten verbreitete Kleeart, kommt auf mittelschweren bis schweren neutralen Lehm- und Tonböden vor und reicht von küstennahen Gebieten bis ins Gebirge auf 2000 Meter, wo sie in kühleren Lagen gut gedeiht. (13)

Das Wurzelsystem besteht aus einer bis zu 120 cm langen, kräftigen Pfahlwurzel und einem Nebenwurzelsystem, an dem sich in erster Linie die ovalen Wurzelknöllchen bilden. Die kantigen und behaarten Stängel der 15 – 40 cm hohen Pflanze entspringen aus den Hauptachsen der unteren Laubblätter. Die Fiederblätter sind 1 – 3 cm lang, elliptisch-eiförmig und meist gefleckt, die Nebenblätter eiförmig und scharf grannenartig zugespitzt. (1; 2; 20)

2.1.3 Blütenbiologie bei Rotklee

Die Blüte des Rotklee, eine normale Schmetterlingsblüte, besteht aus neun zu einer Röhre zusammengewachsenen Anthere und einer frei stehenden. Der Griffel wird von der Röhre der Antheren umgeben. Beim Beflug drücken die Insekten das Schiffchen herab, Antheren und Griffelenden werden so von der Umhüllung befreit und die Unterseite des Insekts mit Pollen bestäubt, der so zur nächsten Blüte getragen werden kann, wo er die Narbe befruchtet. (5)

Die Kronröhre hat einen Durchmesser von 1,6 bis 2,5 mm. Pesson und Louveux (16) geben für die Länge der Kronröhren 7,5 bis 12,4 mm (nach McGregor) und 8,7 bis 10,4 mm (nach Hawkins) an. Die Kronröhren von

tetraploidem Rotklee sind um 0,5 bis 1 mm länger. Die Länge der Kronröhren ist abhängig vom Gesamtzustand der Pflanze. (15)

Die Blüte kann 0,2 bis 0,5 mg Nektar pro Tag ausscheiden, wobei die Menge vom Alter abhängig ist. In den ersten beiden Tagen, in denen bisweilen noch eine Streckung der Kronröhren möglich ist, ist sie sehr schwach bei 0,02 bis 0,28 mg pro Blüte. Zwischen dem zweiten und dem sechsten Tag stabilisiert sich die Sekretion um 0,34 mg herum. Ein Einfluss des Alters auf den Zuckergehalt konnte nicht beobachtet werden. Dieser bleibt vom ersten bis zum siebenten Tag nahe bei 60%. Bei heißer und trockener Witterung kann der Zuckergehalt auf 20% fallen, bei kalter und feuchter Witterung steigt er auf 70%. Von Jablonski wird geschätzt, dass ein Hektar Rotklee dem Imker 100 kg, in besseren Fällen 150 kg, Honig liefern kann. (16)

Die Rotkleeblüten stehen in Köpfchen zusammen, die aus 90 bis 120 Blüten mit meist zwei Samenanlagen bestehen. Nach der Befruchtung bildet sich nur eine davon aus. Werden beide ausgebildet, werden kleinere Samen mit einer verminderten Triebkraft ausgebildet. (5)

Die Blütenköpfchen sind meist zu zweit mit zwei Tragblättern. Die Einzelblüten sind ungestielt und besitzen einen zehnnervigen, außen behaarten Kelch. Die Blütenköpfchen blühen innerhalb von sechs bis acht Tagen auf. Zur Zeit der Hauptblüte kann man 300 bis 400 aufgeblühte Köpfchen pro Quadratmeter sehen. Die Blüten müssen binnen zwei bis vier Tagen bestäubt sein. Die Einzelblüten des Köpfchens beginnen zuerst unten zu blühen, das Blüte schreitet dann noch oben zu fort. Bei ausreichender Bestäubung verwelken die aufrecht stehenden Blüten und ihre Farbe wechselt von hell – rot nach braun. Die Blüten im Zentrum locken nun die Bestäuberinnen an, während sich die obersten Einzelblüten noch im Knospenstadium befinden. Erfolgt keine Bestäubung, bleibt der Turgordruck erhalten, das Köpfchen ist bald voll von farbenprächtigen Blüten. (2; 15; 16; 20)

Rotklee gilt als obligater Fremdbestäuber. Der Ansatz bei Fremdbefruchtung hängt von der Witterung und vom Insektenbeflug ab und beträgt etwa 60 bis 70 % bezogen auf die Blütenzahl. Selbstbestäubung kommt nur unter bestimmten Bedingungen vor. Der Pollen vermag im Allgemeinen auf der Narbe derselben Pflanze nicht zu keimen, wenn doch, dann wächst er nur eine kurze Strecke in den Griffel hinein, ohne die Mikropyle zu erreichen. (5)

Der Samenansatz beträgt bei Isolierung 0,2 %. Tetraploider Rotklee weist einen höheren Prozentsatz selbstfertiler Pflanzen auf als diploider Rotklee. Ein hoher Selbstungsansatz wird durch das S_f – Allel ermöglicht. Es tritt nur äußerst selten auf, führt dann aber zu vollständiger Selbstfertilität. (5)

Ein geringer Anteil an Pseudo – Selbstfertilität tritt in den meisten Pflanzen auf. Dadurch entstehen homozygote (S_1S_1 , S_2S_2) Pflanzen aus heterozygoten (S_1S_2) Eltern. Die Pseudo – Selbstfertilität kann erhöht werden, wenn die Blüten während ihrer Entwicklung Temperaturen zwischen 30 und 40 °C ausgesetzt sind. (21)

Ingezüchtete Pflanzen zeigen starke Depressionen auf, so im Wuchs, in der Bestockung, der Blattausbildung und in der Fertilität. (5)

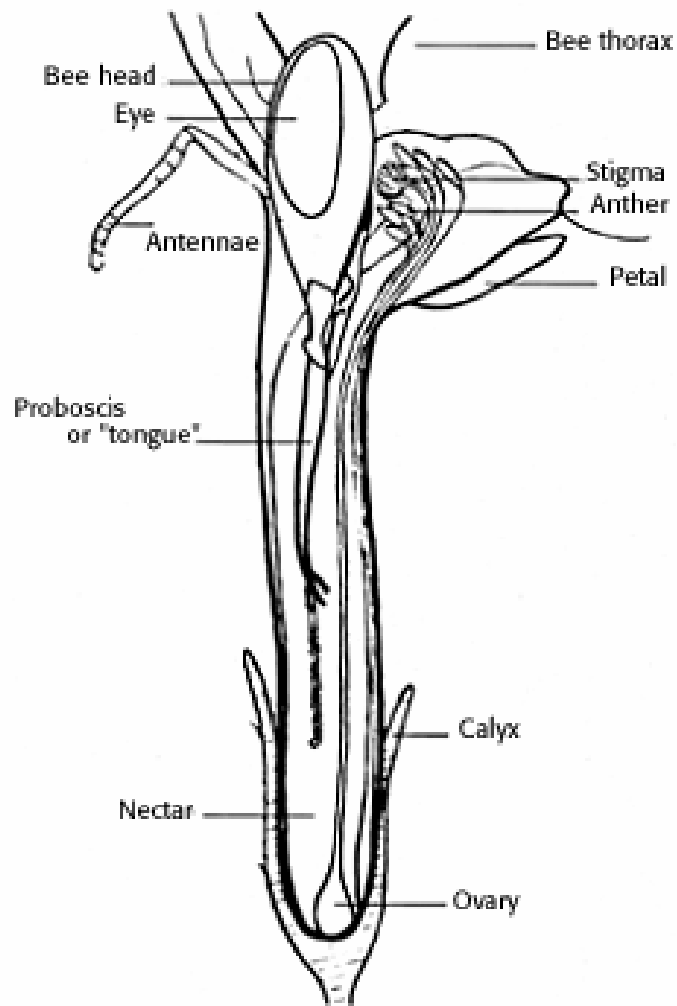


Abb.1: (Vergrößerter) Kopf einer Biene, die ihre Zunge in eine Rotkleeblüte steckt (15)

2.2 Nektar

2.2.1 Allgemeines

Nektar ist eine Absonderung der Nektarien genannten pflanzlichen Drüsen, die nicht nur auf die Blütenpflanzen beschränkt sind, sondern auch bei Farnen vorkommen können. Man unterscheidet zwischen floralen (in der Blütenregion liegenden) und extrafloralen Nektarien. Florale Nektarien hängen meist mit dem Vorgang der Bestäubung zusammen.

Das Aminosäurespektrum des Nektars und dessen Zuckerkonzentration unterscheidet sich zwischen den einzelnen Pflanzen. Der Zuckergehalt schwankt je nach äußeren Einflüsse und Pflanzenart zwischen 5 – 80 %.

Außereinflüsse, wie die Bodenart und Bodenbeschaffenheit, Boden- und Luftfeuchtigkeit, Düngung, Boden- und Lufttemperatur, Tageslänge, Lichtintensität und Wind, beeinflussen die Menge und den Zuckergehalt des Nektars stark. Das Alter der Blüten und – bei Kulturpflanzen – die Sorte beeinflussen die Menge der Nektarsekretion. Die ausgeschiedene Zuckermenge hat sich als meist konstant für die einzelnen Pflanzenarten erwiesen, aus ihr kann der „Zuckerwert“ (= die von einer Blüte in 24 Stunden ausgeschiedene Zuckermenge in mg) berechnet werden.

Der Nektar besteht zum Großteil aus einer wässrigen Lösung verschiedener Zuckerarten, hier vor allem aus Saccharose, Fruktose und Glucose. In manche Pflanzen kommt weiters Maltose, Melibiose, Melezitose und Raffinose vor. Aminosäuren kommen wenig vor, sie sind jedoch als Geschmacksträger wichtig. Der Aschengehalt liegt bei 0,023 bis 0,45 %. Vorkommende Vitamine sind B₁, B₂, B₆, Biotin, Nikotinsäure, Pantothenensäure, Folsäure, Mesoinosit und Ascorbinsäure (Vitamin C). (13)

2.2.2 Der Rotkleenektar

Die Nektarabsonderung der Kleearten dauert den ganzen Tag hindurch, mit dem Maximum in den Mittagsstunden, an. Tetraploide Rotklee - Sorten scheiden zwei bis drei Mal so viel Nektar und Zucker ab als diploide Sorten, aufgrund der längeren Kronröhren ist dieser jedoch nicht leichter zugänglich. Von Rotkleesorten mit hoher Zuckerkonzentration werden oftmals nur geringe Nektarmengen geboten. Fructose und Glucose sind die vorherrschenden Zuckerarten.

Die mittlere Nektarabsonderung je Blüte in 24 Stunden beträgt bei einem Zuckergehalt von 17 – 60 (-70) % 0,08 – 0,9 mg. Der Zuckerwert beträgt demnach 0,02 – 0,3 mg. (13)

2.3 Pollen (Blütenstaub)

2.3.1 Allgemeines

Die Pollenkörner schließen die männlichen Keimzellen der Blüte ein, sie entstehen in den Staubbeuteln, die sich bei der Reife öffnen. Ein eigener Wissenszweig, die Pollenanalyse (Palynologie) beschäftigt sich mit der Form und Größe der Pollenkörner, Zahl und Gestaltung der Keimstellen und Bau und Gestaltung der Außenwand. (13)

Der Pollen ist die Quelle an Eiweiß-, Fett- und Mineralstoffen sowie an Vitaminen für das Bienenvolk. Die chemische Zusammensetzung variiert stark, so liegen der Roheiweißgehalt zwischen 6 und 35 % und der Gesamtstickstoffgehalt zwischen 2,5 und 5,8 %. Sein Nährwert und die biologische Wirksamkeit hängen von der botanischen Herkunft ab. Manche Nadelholzpollen haben eine das Leben der Bienen verkürzende Wirkung, am anderen Ende findet man stark wirksame Pollen wie die der Kleearten. (13)

Das Bienenvolk benötigt 20 – 50 kg Blütenstaub in einer Brutperiode, der als Eiweißnahrung zur Aufzucht der Brut dient. Die Entwicklung der Futtersaft- und Wachsdrüsen in Jungbienen und der Aufbau des Fettkörpers für die Überwinterung hängen von einer guten Pollenversorgung ab. Je nach Herkunft beträgt das Gewicht einer Pollenladung (zwei „Pollenhöschen“) zwischen 8 und 20 mg. (3; 14)

2.3.2 Der Rotkleepollen

Der Rotkleepollen gehört (gemeinsam mit dem des Weißklees) zu den für die Bienen biologisch wirksamsten Sorten. (3) Die mittlere Pollenproduktion je Blüte beträgt 0,045 mg. In der Pollenproduktion des Rotklees sind keine so großen Schwankungen zu beobachten wie in der Nektarproduktion. 14 – 33 % der jährlichen Pollenernte in Europa stammen von Rot- und Weißklee. Das mittlere Gewicht eines Pollenhöschens beträgt 6,4 mg. (13)

Familie:	<i>Fabaceae</i>
Farbe:	braun
Länge:	36 bis 40 µm
Breite:	31 bis 35 µm
Keimstellen:	3 (Porenfalte)
Struktur der Exine:	reticulat
Stickstoffgehalt:	4,5 %

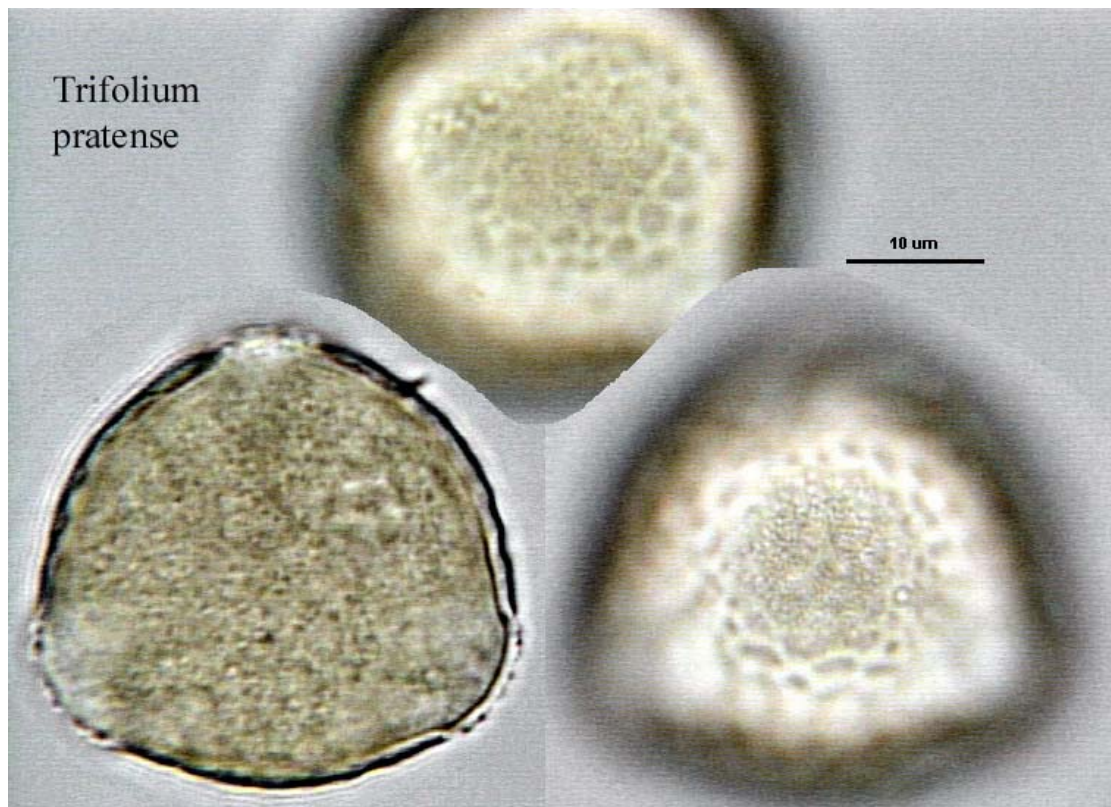


Abb.: Rotkleepollen (*Trifolium pratense*)

2.3.3 Einsatz von Pollenfallen

Bienen reagieren auf Pollenfallen zunächst unruhig, gewöhnen sich jedoch schnell daran. Dann kann in den meisten Fällen eine Zunahme der Sammelaktivität um etwa 25 % festgestellt werden. Zugleich schränkt sich das Nektarsammeln um etwa den gleichen Prozentsatz ein. Das Wetter spielt beim Pollensammeln eine entscheidende Rolle, Nektarmangel beeinträchtigt es kaum. (3)

Kummer (2002) konnte in Bestäubungsversuchen bei Erdbeeren durch den Einsatz von Pollenfallen ein um 20% gesteigertes Pollensammelverhalten und so eine 20% höhere Bestäubungseffizienz nachweisen.

2.4 Die Honigbiene (Apis mellifera)

2.4.1 Allgemeines

Europa und Afrika sind seit 25 Millionen Jahren von der Honigbiene besiedelt. (7) Vor 50 000 bis 100 000 Jahren entstanden dann wahrscheinlich die verschiedenen Rassen (Unterarten) von *Apis mellifera*. (19) Das Bienenvolk kann mit einer Großfamilie verglichen werden, im Sommer leben neben der Königin 10 000 bis 30 000 Arbeiterinnen und einige 100 bis über 1000 Drohnen im Volk. (9)

2.4.2 Nektar und Pollenbedarf

Der Bedarf an Nektar und Pollen hängt von der Volksstärke, der Bruttätigkeit, dem Futtermittlungsvermögen, der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit ab.

Der im Nektar enthaltene Zucker bietet dem Organismus leicht verfügbare Kohlenhydrate, die der Erzeugung von Energie, also dem Betriebsstoffwechsel dienen. Ein mittelstarkes Volk benötigt pro Jahr rund 60 bis 80 kg Zucker, eine fliegende Arbeiterin verbrennt pro Stunde rund 12 mg Glucose.

Der Pollen kann als „Kraftfutter“ für Insekten angesehen werden. Er deckt den Eiweißbedarf und ist ein unentbehrlicher Bestandteil der Aufbaunahrung (Baustoffwechsel), wodurch das Wachstum der Organe und Drüsen in hohem Masse ermöglicht wird. Der Pollenbedarf eines mittleren Bienenvolkes liegt bei 30 bis 60 kg jährlich, Bienenlarven benötigen ungefähr 130 mg für ihre Entwicklung. (9; 17)

2.4.3 Nektar und Pollensammeln

Nektarsammelnde Honigbiene schließen die Unterkieferladen und Lippentaster zu einem Saugrohr, dem Rüssel, zusammen. In diesem kann sich die Zunge vor und zurück bewegen und die Flüssigkeit über den Schlund und die Speiseröhre in den Honigblase pumpen. Die Rüssellänge der Arbeiterinnen dient als Rassenmerkmal. Bei der grauen Biene (*Apis mellifera carnica*) beträgt sie 6,4 – 7 mm.

Die zuerst enge Speiseröhre erweitert sich zur Honigblase, die dehnbar ist und 50 bis 70 µl fassen kann. Sie wird zum Mitteldarm durch den Ventiltrichter getrennt, der aus vier lippenförmigen, bewimperten Klappen besteht und feste Bestandteile, wie Pollen, Nosema- und Faulbrutsporen aus dem Honigblaseninhalte herausfiltern kann. Das Entfernen fester Partikel aus dem Honigblaseninhalte ist für die Gesundheit des Bienenvolkes wichtig. (9) Die Eliminierung der Pollenkörner erfolgt umso schneller, je geringer das Trachtangebot ist. Je länger der Pollen in der Honigblase bleibt, desto pollenärmer wird er. Die Flüssigkeitsmenge bleibt jedoch nahezu unverändert. (6)

Beim Blütenbesuch wird der Körper mit Blütenstaub eingepudert. Die Biene reinigt sich mithilfe der Fersenbürsten des Vorder- und Mittelbeinpaars, und sammelt den mit Nektar befeuchteten Pollen an den Außenseiten der Schienen der Hinterbeine, wo einwärts gebogene Haare das so genannte Körbchen bilden. (9)

Bienen sind äußerst blütenstet und pollentreu. Oft bleiben die Bienen während mehrerer Tage bis hin zur ganzen Flugphase bei einer Sammelart. (17)

2.4.4 Die Biene als Bestäuberin

Rund 90% aller Blütenpflanzenarten sind insektenbestäubt. Bei den Kulturpflanzen liegen die Bienen - und hier speziell die Honigbienen - an erster Stelle. Ein Vorteil der Honigbienen ist die Überwinterung als Volk. Das ermöglicht eine große Anzahl an Bestäuberinnen bereits im zeitigen Frühjahr. Auch ihre Blütenstetigkeit unterstreicht die Bedeutung als Bestäuberin. Bei folgenden Kulturarten wurden ausschließlich Honigbienen als Bestäuberinnen beobachtet: Kirsche, Buchweizen, Pfirsich, Nektarine, Ribisel, Quitte, Mandel, Mango, Melone, Kastanie, Olive, Senf und Marille.

In Obstanlagen und Gewächshäusern werden Bienen gezielt als Bestäuberinnen eingesetzt. (10)

2.4.5 Die Bestäubung des Rotklees

Die Bestäubung des praktisch selbstinfertilen Rotklees hängt von Insekten wie Bienen und Hummeln ab, hauptsächlich von solchen, die einen genügend langen Rüssel haben, um trotz der langen Blütenröhren an den Nektar zu kommen. Bienen mit kurzem Rüssel können zwar den Nektar nicht entnehmen, sammeln aber den Pollen zur Fütterung der Brut. (5)

Ein Faktor, der die Attraktivität der Blüten für die Biene bestimmt, ist die Erreichbarkeit des Nektars. Die Erreichbarkeit hängt von der Länge und dem Durchmesser der Kronröhren und der Fülle der Nektarsekretion ab. (17)

Bienen mit langem Rüssel sind für die Bestäubung wertvoller. (5)

500.000 Blütenbestäubungen sind notwendig, um ein Kilogramm Rotkleesamen zu erzeugen. Starker Beflug verkürzt die Blühdauer und fördert eine schnelle und gleichmäßige Abreife. (12)

Laut PICKHARDT und FLURI ist die Bestäubung durch Bienen sehr wichtig für den Rotklee, es eignen sich jedoch Wildbienen besser als Honigbienen. Honigbienen holen den Nektar zu 90 % seitlich aus den Blüten, ohne die Staubbeutel zu berühren.

3. Material und Methoden

3.1 Standort des Versuches – Klima

Felder in Wetzelsdorf (Gemeinde Auersbach) und Wieden (Gemeinde Auersbach), beide rund fünf Kilometer nördlich von Feldbach in der Oststeiermark gelegen, dienten im Juli 2002 als Standort des Versuches.

3.2 Klima

In der Nähe des Versuchsstandortes befindet sich die Messstelle Wetzelsdorf (Messstelle Nummer 4102) des Hydrographischen Dienstes in Österreich, an der um 8, 15 und 22 Uhr (Sommerzeit) die Temperatur gemessen wurde.

Die Messdaten aus Wetzeldorf wurden mit denen der ZAMG Station Leibnitz verglichen, da nur der Messtermin um 8:00 Uhr (Sommerzeit) mit der Bflugzählung zusammentraf. Hier wurde bei der Temperatur um 8:00 Uhr (Sommerzeit) eine Korrelation von 0,891 (Signifikanz: 1 %) und um 15:00 Uhr eine Korrelation von 0,951 (Signifikanz: 1 %) ermittelt.

Das Vorhandensein dieser zwei starken Korrelationen erlaubt die Verwendung der Daten der Lufttemperatur in zwei Meter Höhe, der Strahlung und der Luftfeuchtigkeit für die Zähltermine 12:00 und 18:00 Uhr der ZAMG Station Leibnitz. Die Temperaturwerte für den Zähltermin um 8:00 Uhr sowie die Niederschlagsdaten für alle Zähltermine stammen von der Wettermessstation Auersbach.

3.3 Beschreibung der Versuchsanlage

Die Versuchsdurchführung fand auf zwei Rotkleefeldern (Vermehrungsflächen) in der Größe von rund 10,5 und 2,5 ha statt.

Es wurden insgesamt fünf Zählparzellen in der Größe von 4 X 2 Metern mit Holzpflocken markiert. Auf dem größeren Schlag befanden sich die Zählparzellen ein bis vier, auf dem kleineren die fünfte Zählparzelle. In unmittelbare Nähe dieser Zählparzellen befand sich jeweils eine kleinere, gezeltete Parzelle in der Größe von rund 1,5 X 1 Meter. Über diesen gezelteten Parzellen wurde jeweils ein rund 50 cm hoher Holzrahmen errichtet, der mit einem feinmaschigen Polyäthylennetz überzogen war, das den Beflug von Bienen und anderen Bestäuberinnen verhindern sollte. Dieser Rahmen blieb bis zur Ernte.

Die Versuchsdurchführung vor Ort erstreckte sich vom 3. bis zum 14. Juli 2002.



Abb.2: Gezeltete Parzelle, davor Zählparzelle

Die Standorte der Parzellen wurden in unterschiedlichen Abständen und Himmelsrichtungen vom Bienenstand aus gesehen gewählt, wobei hier ein leichter und schneller Zugang das Auswahlkriterium darstellte.

Tab.1: Abstand der Zählparzellen vom Bienenstand in Metern:

Parzelle 1	30
Parzelle 2	150
Parzelle 3	270
Parzelle 4	330
Parzelle 5	420

3.4 Bienen

Die Aufstellung von insgesamt acht Bienenvölkern erfolgte am 2. Juli 2002, kurz nach Beginn der Blüte am nördlichen Rand der Versuchsanlage. Die Versuchsvölker wurden mit dem Flugloch Richtung Süden aufgestellt. Die Wanderung zur Rotkleetracht erfolgte erst nach dem Blühbeginn, um zu verhindern, dass sich Bienen eventuell auf eine andere blühende Trachtpflanze einfliegen.

Das Gesamtgewicht der einzelnen Völker wurde am 2. Juli 2002 und wieder am 29. Juli – am Ende der Rotkleeblüte – ermittelt.

Dadurch ist es möglich, den Trachtwert einer Pflanze zu bestimmen. Schwierigkeiten ergeben sich dadurch, dass die Zunahme bzw. die Abnahme eines Volkes nicht allein vom Nektareintrag abhängt. Sie kann auch mit eventuellen Populationszunahmen in dieser Zeit zusammenhängen.

Direkte Schlüsse von den Änderungen des Gewichtes der Völker auf den Trachtwert einer Pflanze sind nur dann möglich, wenn im

Untersuchungszeitraum keine andere Trachtpflanze in größerem Umfang blüht.

Die Bienen wurden in zwei Gruppen unterteilt. Bei Volk 1 – 4 wurde ständig Pollen geerntet („dauerfängisch“), von den Volk 5 – 8 wurde nur zu den Sammelzeiten Pollen gesammelt („temporär fängisch“) (siehe Kapitel 3.9)



Abb.3: Versuchsbienenvölker

3.5 Kulturführung der Versuchsflächen

Nach der Vorfrucht Sommergerste erfolgte am 2. bzw. am 3. September 2001 die Blanksaat des Rotklee der diploiden Sorte „Gumpensteiner Rotklee“ mit einer Saatstärke von rund 20 kg/ha.

Um den 20. Oktober erfolgte eine Behandlung mit 1,5 l/ha Focus Ultra, eine Woche später wurde gehäckselt.

Der erste Schnitt erfolgt am 14. und 15. Mai 2002.

Zur Ampferbekämpfung wurden am 20. und 21. Mai 2002 2 l/ha Troptox verwendet. Aufgrund der starken Regenfälle im August 2002 wurde der Bestand am 15. August 2002 mit Reglone behandelt.

Die Ernte erfolgte am 17. August 2002.

3.6 Durchführung der Beobachtung

Von den Insektenarten Honigbienen, Hummeln und Wildbienen und Schwebfliegen, die als Bestäuberinnen des Rotklee in Frage kommen, wurde im Rahmen der Versuchsdurchführung der Beflug beobachtet und gezählt. Als Beflug wurde ein auf der Blüte sitzendes und sammelndes Insekt definiert. Die Zählungen und Beobachtungen erfolgten täglich von 8:00 bis 9:00, 12:00 bis 13:00 und 18:00 bis 19:00 Uhr vom 3. bis zum 14. Juli 2002 auf den abgesteckten Zählparzellen. In einer kurzen Momentaufnahme wurden alle den Rotklee befliegenden Insekten gezählt. Dieser Vorgang wurde jeweils nach drei bis vier Minuten wiederholt. Die Daten beider Zählungen wurden bei der Auswertung zusammengezählt.

Die gezelteten Parzellen wurden auf zufällig eingedrungene Insekten mitkontrolliert.



Abb.4: Honigbiene mit Pollenhöschchen des Rotklees beim Sammeln auf einem Rotkleeblütenköpfchen.



Abb.5: Nektarsammelnde Honigbiene, die ein durch *Bombus terrestris* gebissenes Loch in der Kronröhre ausnutzt.

3.7 Beobachtung des Blühverlaufes des Rotklee

Der unterschiedliche Blühverlauf der frei abblühenden und der gezelten Parzelle wurde am 14. Juli 2002, dem letzten Tag der Versuchsaufnahme, photographisch dokumentiert. Dazu wurden die Netze kurz entfernt.

3.8 Ernte und Probenaufbereitung

Die Ernte der Proben erfolgte am 17. August 2002. Es wurden sowohl von den Zählparzellen als auch von den gezelten Parzellen jeweils 500 Blütenköpfchen genommen, die eineinhalb Tage getrocknet wurden.

Nach dem Trocknen wurden die Proben mithilfe eines Labordreschers gedroschen, anschließend gereinigt und das Gewicht der einzelnen Proben bestimmt.

3.9 Sammeln und Analyse der Pollen

Das Sammeln des Pollens erfolgte mit Pollenfallen, die außen an der Beute direkt vor dem Flugloch angebracht wurden. Die Pollenfalle (siehe Abbildung 6) besteht aus einer Holzlade, am Boden befindet sich ein Glasfaser – Maschennetz. Diese Holzlade wird direkt unter dem aus einem Glasfasernetz bestehenden Einstiegsboden befestigt. Die Maschenweite des Einstiegsbodens erlaubt ein Durchfallen der Pollenhöschen, in der Holzlade. Dort werden sie dann gesammelt. Schräg zum Einstiegsboden stehend befindet sich eine Blechplatte, in die mindestens fünf Millimeter weite Löcher gebohrt sind. Beim Einstieg durch diese verlieren die Bienen einen Teil ihrer Pollenhöschen, die durch den Einstiegsboden in die Sammellade fallen. Drohnen können aufgrund ihrer Größe die Lochplatte nicht passieren, für sie sind oberhalb dieser Röhren mit einem größeren Durchmesser angebracht.

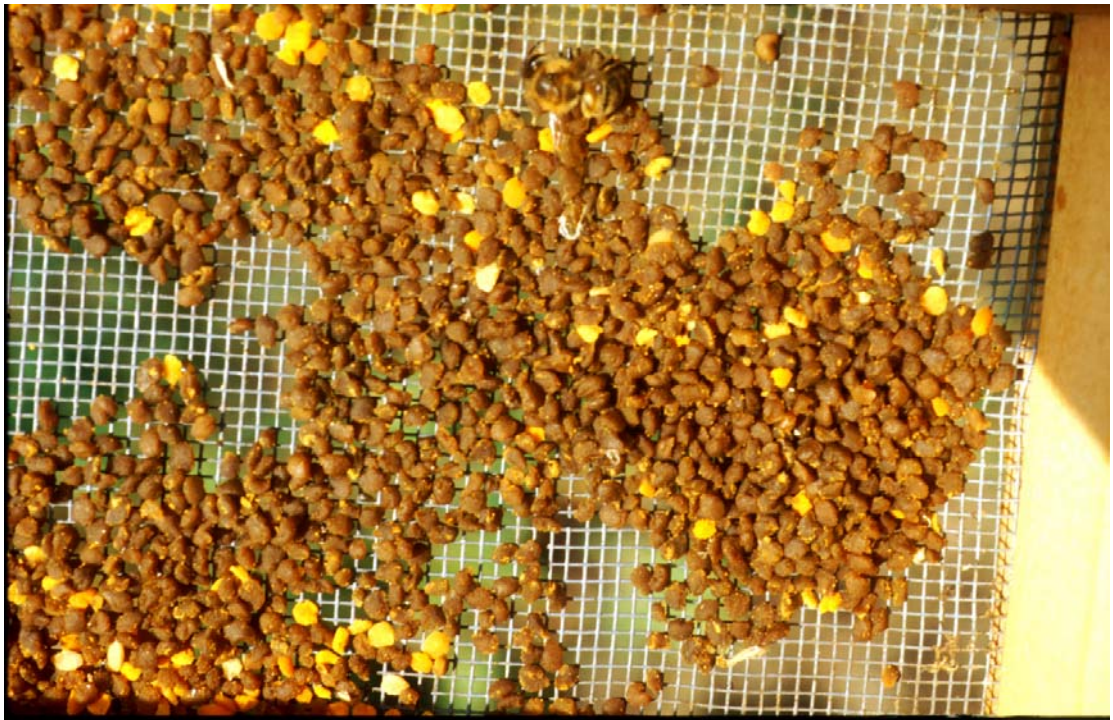


Abb.6: Inhalt einer Pollenfalle. Es sind braune Pollenhöschen vom Rotklee und gelbe vom Mais zu erkennen.



Abb.7: Pollenfalle.

Die Pollenfallen wurden bei den Völkern 1 – 4 ständig verwendet („dauerfänglich“) Zu den drei Sammelzeiten um 9:00, 13:00 und 17:00 Uhr wurden jeweils für 30 Minuten leere Sammelladen verwendet.

Die Pollenfallen der Völker 5 – 8 wurden nur jeweils zu den drei Sammelzeiten (9:00, 13:00 und 17:00 Uhr) für 30 Minuten aktiviert („temporär fänglich“). In der restlichen Zeit wurde den Bienen ein freier Eintrag der Pollen erlaubt.

Nach der Probennahme wurden die Pollenproben in Papierkuverts gefüllt und tiefgekühlt (bei – 18 °C) gelagert, um sie vor dem Verderb zu schützen und um die Farbeigenschaften zu erhalten.

Die Proben wurden dann im Labor der Farbe nach sortiert und die einzelnen Fraktionen gewogen. Zur botanischen Bestimmung wurden sie am Institut für Bienenkunde, Außenstelle Lunz am See, mikroskopiert, vermessen und mit der Pollendatenbank verglichen.

3.10 Messung und Analyse des Honigblaseninhaltes

3.10.1 Fangmethode und Aufbewahrung der Bienen

Um nur vom Sammelflug heimkehrende Bienen zu erwischen, musste der Einflugsbereich der Pollenfalle mit einem Holzbrett kurzzeitig verschlossen werden. Hatten sich genügend heimkehrenden Bienen (mehrere Dutzend) vor dem Holzbrett gesammelt, wurde diese mithilfe eines kleinen Besens in einen Styroporbehälter, der mit flüssigem Stickstoff gefüllt war, gekehrt, in dem sie sofort abgetötet wurden. Flüssiger Stickstoff wurde deshalb zur Abtötung der Bienen herangezogen, weil durch das schnelle Abtöten und

Einfrieren die Bienen nicht mehr in der Lage waren, den Honigblaseninhalt zu erbrechen.



Abb.8: Mit flüssigem Stickstoff abgetötete Bienen

Die abgetöteten Bienen wurden in Plastikbeutel gefüllt und bis zur Untersuchung wenige Wochen später bei $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ in einer Gefriertruhe tief gefroren.

3.10.2 Zahl und Zeit der Probennahme

Es wurden drei Mal täglich von den Völkern 1 – 4 (dauerfängisch) und den Völkern 5 – 8 (temporär fängisch) jeweils um 9:30, 13:30 und 17:30 rund 100 bis 200 Bienen gefangen. An drei Zählterminen blieb wegen Regen der Bienenflug aus, somit konnten keine Proben genommen werden.

3.10.3 Bestimmung des Honigblaseninhaltes

Von jeder Probennahme wurde eine Stichprobe von 50 Bienen im Labor untersucht. Wurde beim Herauspräparieren das Abdomen bzw. die (eventuell vorhanden) Honigblase verletzt, wurde die Stichprobe wieder auf 50 Bienen vervollständigt.

Folgende Daten wurden erhoben:

- Prozentueller Anteil an Bienen mit gefüllten Honigblasen an den gesamt heimkehrenden Bienen
- Gewicht der Honigblasen
- Eingetragene Nektarmenge
- Gesamtzuckeranteil
- Botanische Herkunft (anhand der Pollenanalyse des Honigblaseninhaltes vor der Zuckerbestimmung)

Wenn keine Pollen, Pollen mehrerer nektarblütiger Pflanzen oder Pollen von Windblütlern in der Honigblase gefunden wurden, so war die botanische Herkunft des Honigblaseninhaltes unklar, der Inhalt musste als „nicht zuzuordnen“ eingestuft werden.

Das Herauspräparieren aus der Biene erfolgte, indem der Hinterkörper (Abdomen) mit einer Pinzette am ersten Segment von der Ventralseite her geöffnet wurde. Das Abdomen konnte nun vom zweiten Segment ab entfernt

werden. Dabei löste sich die Honigblase kurz außerhalb des Ventiltrichters (Proventriculus) von dem anschließenden Darmstück. Die Honigblase konnte nun von der Speiseröhre (Ösophagus) getrennt werden. Dann wurde die Honigblase auf einen bereits gewogenen Objektträger gelegt, wo sie vorsichtig geöffnet und der Inhalt ausgedrückt wurde. Das Nektargewicht wurde durch sofortige Rückwaage ermittelt. Im Anschluss daran wurde die Herkunft des Pollens unter dem Mikroskop ermittelt. So konnten Rückschlüsse auf die Herkunft des Nektars gezogen werden.

Die Menge des eingetragenen Zuckers wurde ermittelt, indem die Honigblase bei 100 ° C vier Stunden lang getrocknet wurde. Die Trockenmasse kann mit dem Gehalt an Zucker gleichgesetzt werden.

Das Gewicht der leeren Honigblase bleibt bei der Bestimmung von Nektar- und Zuckermenge unberücksichtigt.

Beim Auswerten der Honigblaseninhalte wurde zugleich der Anteil der Pollenhöschen tragenden Bienen, sowie die botanische Herkunft der Pollenhöschen durch Pollenanalyse ermittelt.

3.11 Testung der Keimfähigkeit und der Vitalität, Erfassen des Tausendkorngewichtes (TKG)

Bei der Bestimmung des Tausendkorngewichtes und der Testung der Keimfähigkeit orientierte man sich an den Regelungen der International Seed Testing Organisation (ISTA). Diese sieht eine Keimprüfung auf Top Paper oder Between Paper (Faltenpapier) vor. Es ist bei Rotklee eine Erstauszählung nach vier und eine Endauszählung nach zehn Tagen vorgesehen. Der Prozentsatz der Keimfähigkeit gibt den zahlenmäßigen Anteil jener Samen an, die unter den festgesetzten Bedingungen einen als

normal zu beurteilenden Keimling hervorgebracht haben. Weiters wurde der Anteil an abnormalen Keimlingen, harten und toten Samen erhoben.

Bei der Saatgutenerkennung wird bei Rotklee eine Norm-Keimfähigkeit von mindestens 80 % gefordert. Diese Norm-Keimfähigkeit ergibt sich aus den gekeimten Samen plus einen Anteil von maximal 20 % harter Samen.

In unserem Fall wurde die Keimprüfung bei 20 ° C und Licht auf Top Paper durchgeführt. Die Erstauszählung erfolgte nach fünf und die Endauszählung nach elf Tagen.

Zur Testung der Vitalität wurden eine Keimprüfung bei 10 °C und Licht auf Between Paper durchgeführt. Die Erstauszählung erfolgte nach fünf und die Endauszählung nach 14. Tag. Die Dauer der Prüfung wurde verlängert, da unter diesen tiefen Temperaturen die Bedingungen für die Samen schlechter waren.

Es wurden bei beiden Temperaturen jeweils vier Wiederholungen durchgeführt.

Für die Bestimmung des Tausendkorngewichtes wurden zwischen 1000 und 1500 reine Samen aus der Probe entnommen, mit dem Kornzählapparat abgezählt und gewogen. Aus der Anzahl der Samen und dem entsprechenden Gewicht wurde das Tausendkorngewicht errechnet.

3.12 Statistische Auswertung

Das Datenmaterial wurde mithilfe der Software Microsoft Excel und SPSS für Windows Version 11.0 und dem Statistikprogramm SAS aufbereitet und ausgewertet. Statistische Prüfverfahren, die zu Anwendung kamen, waren unter anderem Student – Neuman – Keuls – Test (Multipler Mittelwerttest), Korrelations- und Regressionsanalyse und die Einfache Varianzanalyse.

Die Boxplots wurden mithilfe des Statistikprogrammes SAS erstellt, die restlichen Tabellen und Graphiken mithilfe von Microsoft Excel.

4. Ergebnisse

4.1 Unterschiede in der Wertigkeit der Parzellen

Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen sind natürlich vorkommende Insekten am Versuchsstandort. Ihr Anteil zu den verschiedenen Zählterminen und auf den Parzellen wird noch beschrieben. Um einen Unterschied in der Wertigkeit der einzelnen Parzellen zu den verschiedenen Uhrzeiten feststellen zu können, wurde mithilfe des Student – Newman – Keuls – Test der durchschnittliche Beflug dieser natürlich vorkommenden Insekten beobachtet. Bei diesem Test unterscheiden sich Mittelwerte, die nicht den gleichen Buchstaben haben, signifikant.

Tab.2: Mittelwerte des Bfluges von Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen um 8:00 Uhr

SNK Gruppierung	Mittelwert	N	Parzelle
A	6.667	12	2
A	6.000	12	3
A	5.583	12	5
A	4.000	12	4
A	3.250	12	1

Tab.3: Mittelwerte des Befluges von Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen um 12:00 Uhr

SNK Gruppierung		Mittelwert	N	Parzelle
	A	13.083	12	2
	A	12.333	12	3
B	A	10.000	12	1
B	A	8.750	12	5
B		5.250	12	4

Tab.4: Mittelwerte des Befluges von Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen um 18:00 Uhr

SNK Gruppierung		Mittelwert	N	Parzelle
	A	9.083	12	2
B	A	6.750	12	1
B	A	6.583	12	5
B	A	6.083	12	3
B		4.083	12	4

Um 8:00 gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Parzellen. Zur Mittagsstunde unterschieden sich die Parzellen zwei und drei signifikant von der vierten, um 18:00 Uhr die zweite signifikant von der vierten. Die zweite Parzelle ist zu allen Terminen die am besten frequentierte. Dies kann an einer günstigen Lage zu den Flächen, die Nistmöglichkeiten für Hummeln und Wildbienen bieten, wie an dem sich in der Nähe befindlichen Graben mit

Weidenbewuchs und einer unbewirtschafteten Fläche, und an möglichen Einflüssen des Bodens und der Wasserversorgung auf den Pflanzenbestand liegen. Der in der Nähe der ersten Parzelle sich befindliche Wald bietet für Hummeln und Wildbienen keine geeigneten Nistmöglichkeiten. Die zweite Parzelle ist die am häufigsten, die vierte die wenigste beflogene Parzelle. Die vierte Parzelle lag für die Bienen meist gegen die Windrichtung.

4.2 Beflug

4.2.1 Art und Anteil der beobachteten Insekten und der Bestäuberinnen

Insgesamt konnten während des Beobachtungszeitraumes 1513 Bienen, 754 Hummeln, 315 Wildbienen und 221 Schwebfliegen beobachtet werden, die sich auf die einzelnen Parzellen folgenderweise aufteilen.

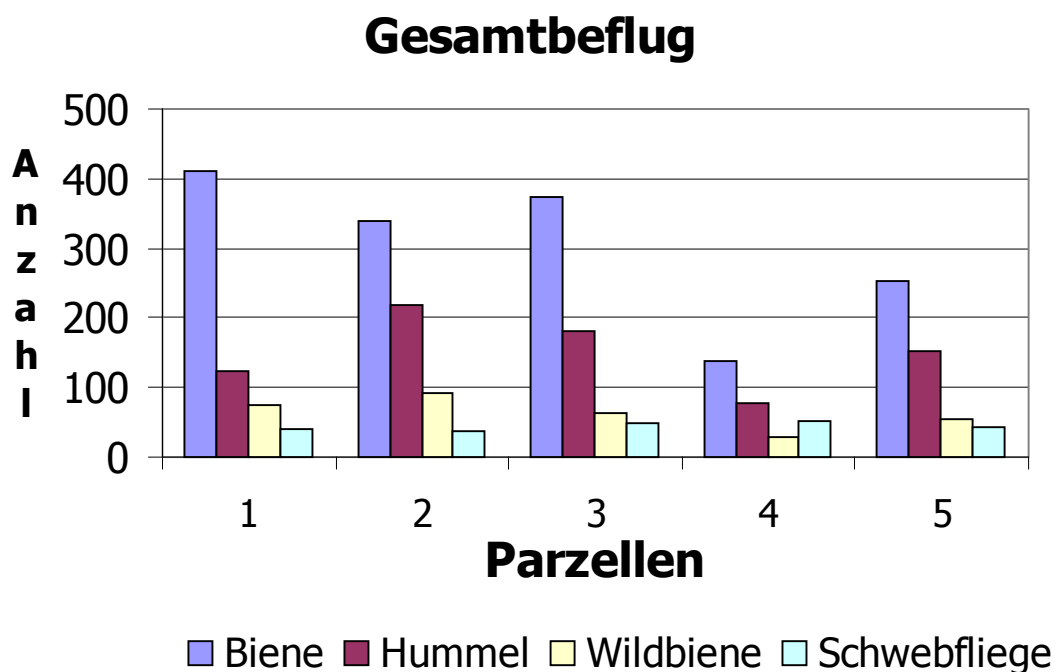


Abb.9: Gesamtbeflug

Die meisten Bienen konnten auf der dem Bienenstand am nächsten gelegenen Parzelle gezählt werden, die meisten Hummeln und Wildbienen kamen auf Parzelle 2 und die meisten Schwebfliegen auf Parzelle 4 vor.

Insgesamt konnten auf der zweiten Parzelle am meisten Insekten beobachtet werden, gefolgt von der dritten und der ersten.

In Prozent gesehen teilten sich die beobachteten Insekten in 54,0 % Honigbienen, 26,9 % Hummeln, 11,2 % Wildbienen und 7,9 % Schwebfliegen auf.

Von den natürlich vorkommenden Insekten gab es zwischen den Parzellen Unterschiede. Auf der zweiten und dritten wurden viele Hummeln und auf der zweiten die meisten Wildbienen gesichtet, die vierte Parzelle war bis auf den Besuch der Schwebfliegen die am wenigsten besuchte Parzelle.

Die prozentuelle Aufteilung der beobachteten Insekten ist in Tabelle 5 ersichtlich.

Tab.5: Anzahl und prozentuelle Aufteilung der beobachtete Insekten

	Bienen	Hummeln	Wildbienen	Schwebfliegen	% Insekten pro Parzelle
1	410	124	75	41	23,2
2	340	219	91	36	24,5
3	374	181	64	48	23,8
4	137	78	30	52	10,6
5	252	152	55	44	17,9
% d. beobachteten Insekten	54,0	26,9	11,2	7,9	

Der Anteil an Honigbienen an der Gesamtanzahl der besuchenden Insekten lag bei den Parzellen zwischen 46,1 und 63,1 %.

Tab.6: Anteil der Bestäuberinnen auf den einzelnen Parzellen in Prozent

	Bienen	Hummeln	Wildbienen	Schwebfliegen
1	63,1	19,1	11,5	6,3
2	49,6	31,9	13,3	5,2
3	56,1	27,1	9,6	7,2
4	46,1	26,3	10,1	17,5
5	50,1	30,2	10,9	8,7

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, liegt der Anteil der Bienen an der Gesamtanzahl der bestäubenden Insekten nur auf der vierten Parzelle unter 50 %, auf allen anderen ist die Honigbiene die am häufigsten vorkommende Bestäuberin. Auf der ersten – der dem Bienenstand nächsten - Parzelle wird mit fast Zweidrittel der Bestäuberinnen der höchste Anteil erreicht.

4.2.2 Abhängigkeit des Befluges von der Tageszeit

Die um 8:00, 12:00 und 18:00 Uhr auf den einzelnen Parzellen beobachteten Daten sind in Abbildung 10 dargestellt.

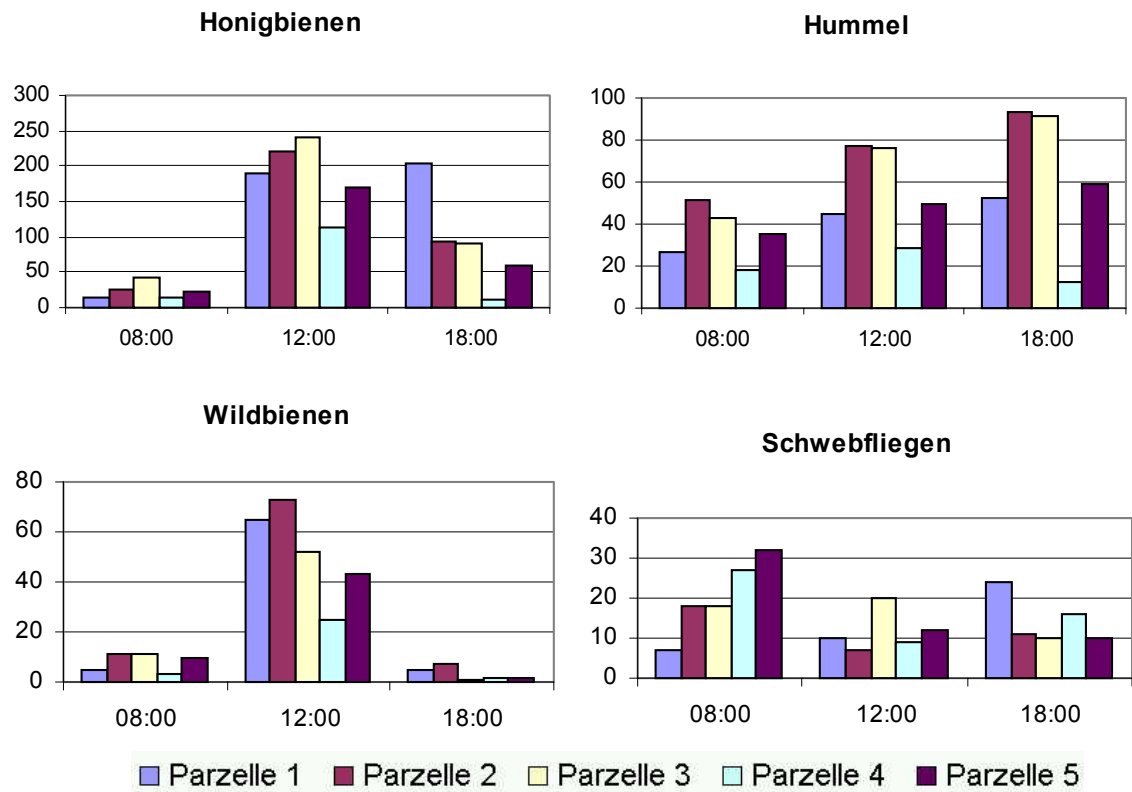


Abb.10: Aufteilung der einzelnen Insekten auf die fünf Parzellen zu den Zählterminen.

Tab.7: Prozentueller Anteil der einzelnen Insekten zu den drei Zählterminen

	Bienen	Hummeln	Wildbienen	Schwebfliegen
08:00	7,9 %	23,0 %	12,7 %	44,2 %
12:00	61,7 %	36,5 %	81,9 %	25,1 %
18:00	30,4 %	40,5 %	5,4 %	30,7 %
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Der stärkste Beflug konnte bei den Honigbienen, Hummeln und Wildbienen zur Mittagsstunde, bei Schwebfliegen in der Früh festgestellt werden.

Honigbienen fliegen kaum in der Früh aus und zeigen ihre höchste Aktivität um 12:00 Uhr. Am Abend konnte eine hohe Sammeltätigkeit in der Nähe des Standes festgestellt werden.

Die Sammeltätigkeit der Hummeln ist einheitlicher über den Tag verteilt. Der Beflug steigt leicht von der Früh bis am Abend.

Wildbienen sind überwiegend (81,9 %) um 12:00 Uhr und kaum um 18:00 Uhr beobachtet worden.

4.2.3 Beflug der Honigbiene – Zusammenhang zwischen Tageszeit und Entfernung

Tab.8: Mittelwerte des Bienenbefluges auf den einzelnen Parzellen um 8:00 Uhr

SNK Gruppierung	Mittelwert	N	Parzelle
A	3.583	12	3
A	2.167	12	2
A	1.917	12	5
A	1.250	12	1
A	1.083	12	4

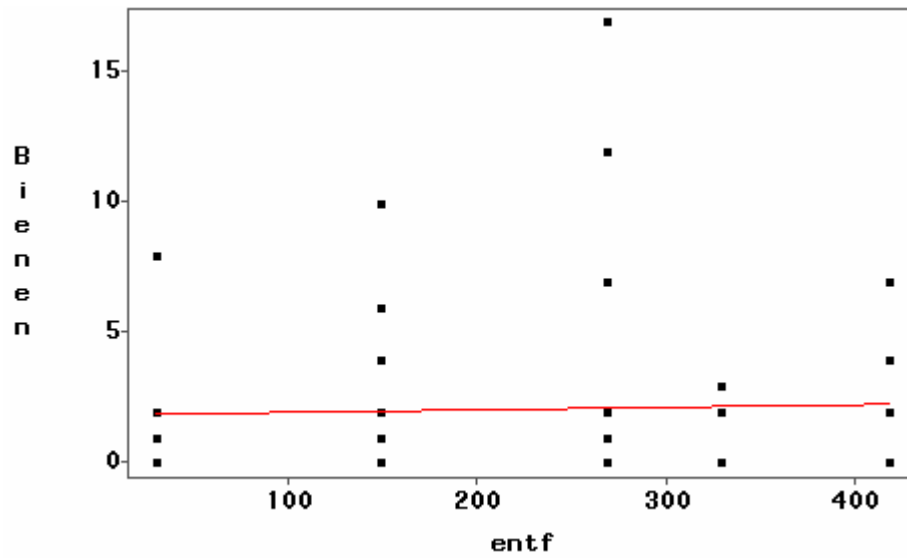


Abb.11: Regressionsgerade des Bienenbefluges um 8:00 Uhr

Tab.9: Mittelwerte des Bienenbefluges auf den einzelnen Parzellen um 12:00 Uhr

SNK Gruppierung		Mittelwert	N	Parzelle
	A	20.000	12	3
	A	18.417	12	2
B	A	15.917	12	1
B	A	14.167	12	5
B		9.333	12	4

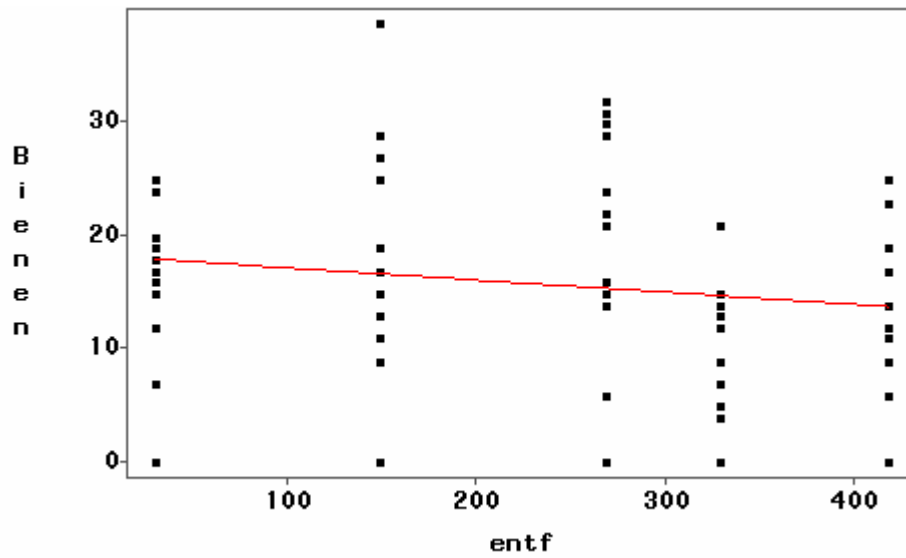


Abb.12: Regressionsgerade des Bienenbefluges um 12:00 Uhr

Tab.10: Mittelwerte des Bienenbefluges auf den einzelnen Parzellen um 18:00 Uhr

SNK Gruppierung	Mittelwert	N	Parzelle
A	17.000	12	1
B	7.750	12	2
B	7.583	12	3
B	4.917	12	5
C	1.000	12	4

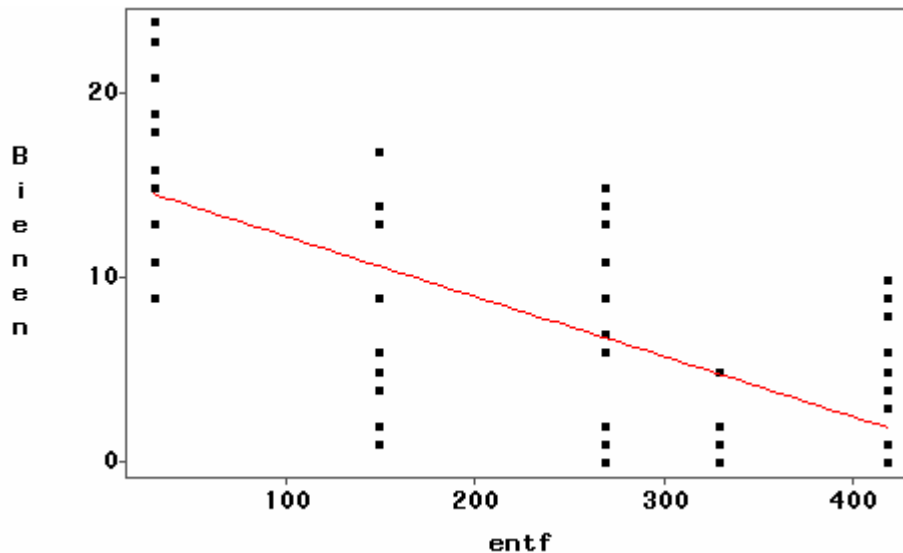


Abb.13: Regressionsgerade des Bienenbefluges um 18:00 Uhr

Zu den Zählterminen 8:00 und 12:00 ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Entfernung und dem Beflug ersichtlich. Um 18:00 wurde ein signifikanter Zusammenhang gefunden (Regressionsanalyse: siehe Anhang).

Zum Zähltermin um 8:00 Uhr gibt es keine Unterschiede im Beflug zwischen den Parzellen, um 12:00 Uhr unterscheiden sich die erste und zweite Parzelle signifikant von der vierten. Um 18:00 gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Parzellen 1, den Parzellen 2, 3 und 5 und der Parzelle 4.

4.2.4 Zusammenhang zwischen Beflug, Temperatur und Niederschlag

Die Umweltfaktoren Niederschlag und Temperatur sind unmittelbar neben der Versuchsanlage erfasst worden. Regen und Temperatur beeinflussen sehr deutlich die Sammeltätigkeiten der Honigbienen.

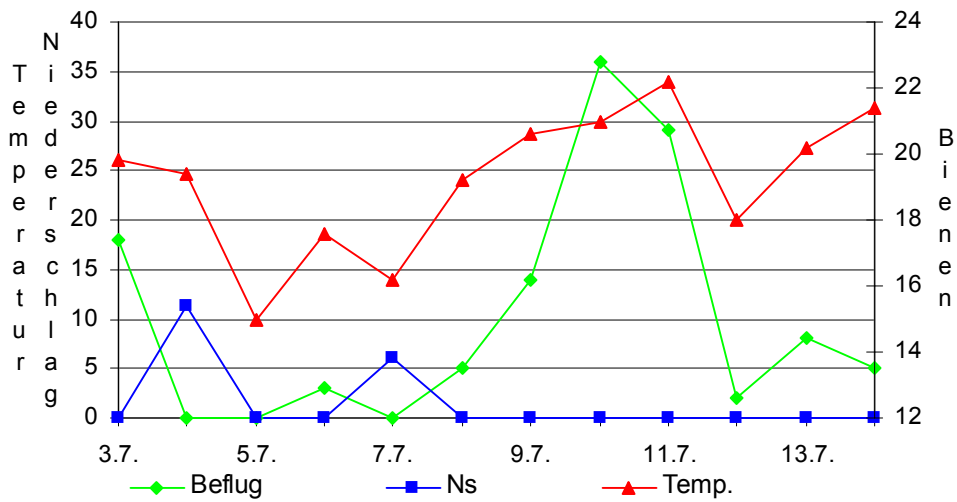


Abb.14: Beflug, Niederschlag und Temperatur um 8:00 Uhr

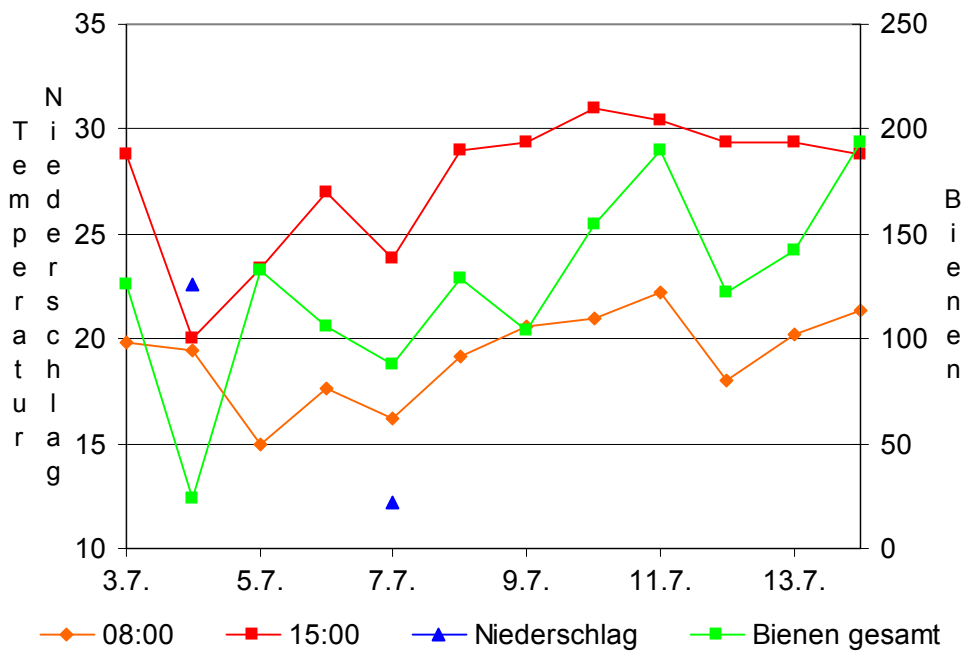


Abb.15: Gesamtbeflug der Bienen/Tag, Gesamtniederschlag/Tag (Niederschlagswerte in mm hier mal 2), Temperatur um 8:00 Uhr und 15:00 Uhr¹

¹ Die Temperatur um 15:00 Uhr unterscheidet sich nur geringfügig von der Tageshöchsttemperatur um 14:30 Uhr (Sommerzeit). (22)

Tab.11: Korrelation zwischen Beflug und Temperatur zum Zähltermin 8:00 Uhr, Signifikanz: * = 5 %, (n=12)

	Temperatur
Beflug	0,675*
	0,016

Tab.12: Korrelation zwischen Beflug und Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Strahlung zum Zähltermin 12:00 Uhr, Signifikanzen: * = 5 %, ** = 1 % (n=12)

	Temperatur	Luft- feuchtigkeit	Strahlung	Sonnen- scheindauer
Beflug	0,648* 0,023	- 0,638* 0,026	0,531 0,076	0,607* 0,036
Temperatur		- 0,834** 0,001	0,747** 0,005	0,812** 0,001
Luft- feuchtigkeit			- 0,921** 0,000	- 0,903** 0,000
Strahlung				0,968** 0,000

Die Tabelle 12 zeigt die erwartete positive Korrelation zwischen Temperatur, Strahlung und Sonnenscheindauer, die, bis auf die Werte der Strahlung, ebenso mit dem Beflug der Bienen eine mittlere Korrelation aufweisen. Die Luftfeuchtigkeit korreliert stark negativ zu den drei zuvor genannten Größen, beim Beflug ist eine negative Korrelation festzustellen.

Regen bzw. hohe Luftfeuchtigkeit wirken sich negativ auf den Beflug aus. Wärme, Sonnenschein und trockene Witterung fördern die Sammelaktivität.

Eine Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Bflug und dem Wetter um 18:00 Uhr musste aufgrund nicht ausreichender Wetterdaten unterbleiben.

4.3 Ergebnisse der Versuchsvölker

4.3.1 Zunahme/Abnahme der Völker (aus der Rotkleeetracht)

Das Gewicht der Versuchsvölker lag zu Beginn der Rotkleeblüte am 2. Juli 2002 zwischen 56,6 und 70 kg. Am Ende der Blüte wurden am 29. Juli 2002 Werte zwischen 52,4 und 65,5 kg festgestellt. Nur ein Volk konnte aus der Rotkleeetracht eine Zunahme verzeichnen.

Die durchschnittliche Abnahme lag bei 3,46 ($\pm 2,72$) kg oder bei $-5,20\%$. Die dauerfängischen Völker verloren mit durchschnittlich $-3,90$ ($\pm 1,69$) kg oder $-5,96\%$ mehr als die temporär fängischen Völker mit durchschnittlichen $-3,03$ ($\pm 3,40$) kg oder $-4,43\%$. Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festzustellen.

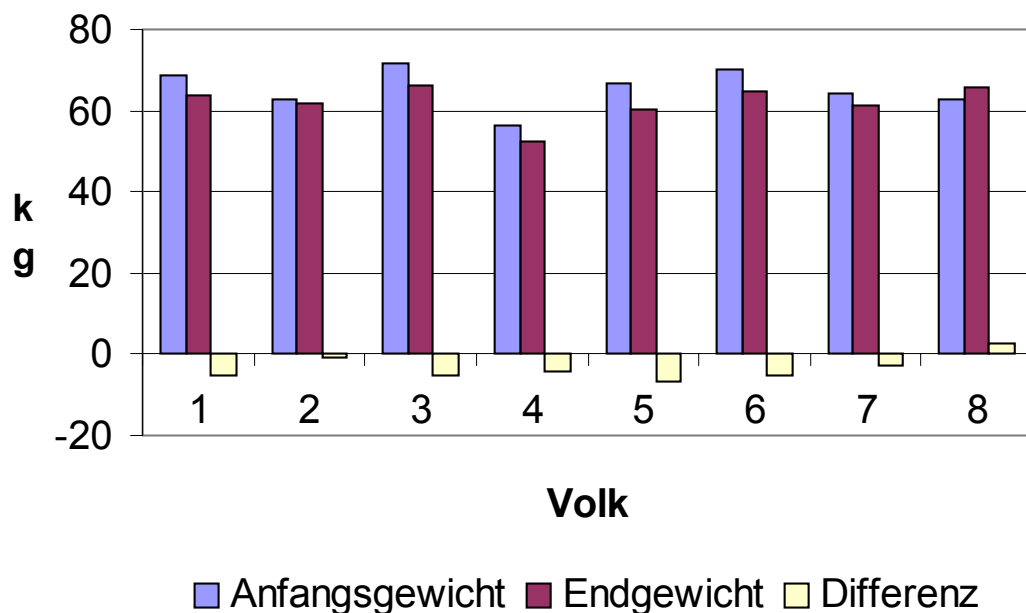


Abb.16: Zunahme/Abnahme der Bienenvölker

4.4 Polleneintrag und –spektrum

Es wurden durch das Abstreifen der Pollenhöschen am Gitter der Pollenfalle, das einen Pollenmangel im Stock hervorrufen soll, ein erhöhter Pollensammeltrieb und damit eine gesteigerte Bestäubungseffizienz der Honigbiene erwartet.

Der durchschnittliche Eintrag der dauerfängischen Völker lag nur bei der Sammelzeit von 9:00 bis 9:30 Uhr über den Einträgen der temporär fängischen Völker. Diese Völker trugen zu den Sammelzeiten 13:00 bis 13:30 und 17:00 bis 17:30 mehr Pollen ein. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten kann nicht nachgewiesen werden.

Tab.13: Pollensammelverhalten bei den zwei Varianten

SNK Gruppierung	Mittelwert in mg	N	Pollenfalle
A	783.1	72	temporär fängisch
A	599.7	72	dauerfängisch

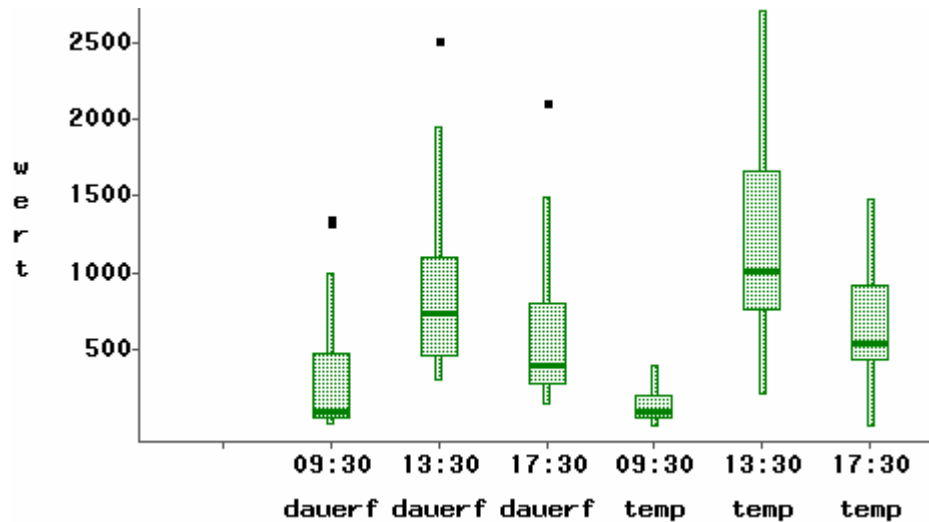


Abb.17: Durchschnittlicher Pollenertrag je Stock in Milligramm: Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Varianten.

Der höchste Polleneintrag konnte von 13:00 bis 13:30 Uhr festgestellt werden, gefolgt vom Sammeltermin um 17:00 bis 17:30. Die Unterschiede zwischen den drei Sammelterminen sind signifikant.

Tab.14: Pollensammelverhalten zu den drei Sammelzeiten

SNK Gruppierung	Mittelwert in mg	N	Zeit
A	1197.7	48	13:30
B	642.8	48	17:30
C	233.7	48	09:30

Zwischen den zwei Varianten „dauerfänglich“ und „temporär fänglich“ und den Sammelterminen konnten signifikante Wechselwirkungen festgestellt werden. Eine durch Pollenfallen erhöhte Sammeltätigkeit konnte nur beim Sammeltermin 9:00 bis 9:30 festgestellt werden, bei den Sammelterminen

13:00 bis 13.30 und 17:00 bis 17:30 wirkte sich der Einsatz von Pollenfallen negativ auf den Polleneintrag aus.

4.4.1 Zusammenhang zwischen Temperatur und Polleneintrag

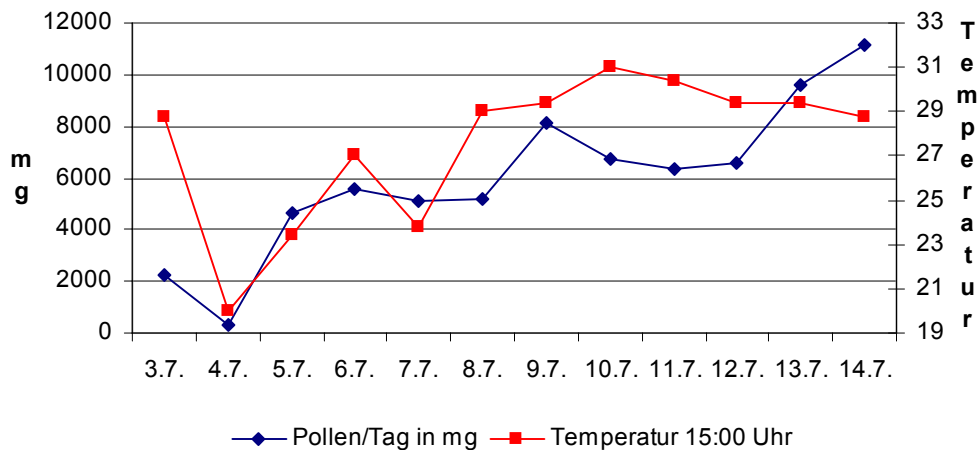


Abb.18: Gesamtpolleneintrag der vier temporär fängischen Völker über den Beobachtungszeitraum im Vergleich zur Temperatur um 15:00 Uhr

Zur Berechnung des Zusammenhanges zwischen Temperatur und Polleneintrag wurden die Gesamterträge der vier temporär fängischen Völker mit der Temperatur um 15:00 Uhr verglichen.

Tab.15: Korrelation Polleneintrag – Temperatur, Signifikanz: * = 5 % (n=12)

	Temperatur 15:00
Pollen/Tag	0,625*
	0,015

Es gibt zwischen der Temperatur um 15:00 Uhr und dem Gesamteintrag an Pollen eine signifikante Korrelation.

4.4.2 Konkurrenzpflanzen

Wie noch in Kapitel 4.5.1 zu sehen ist, bietet der Rotklee den Bienen wenig Nektar, er „honigt“ wenig. Die Honigbienen suchen daher zusätzlich die wenigen im Juli noch blühenden Pflanzenbestände auf.

Als Konkurrenzpflanzen konnten gefunden werden:

Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*)

Wiesen – Pippau (*Crepis aurea*)

Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*)

Waldmeister (*Galium odoratum*)

Wiesen-Witwenblume (*Knautia arvensis*)

Zudem wurden noch orange Pollenhöschen gefunden, die keiner Pflanze zugeordnet werden konnten.

Größer als der Polleneintrag von diesen insektenblütigen Wiesenblumen war der Eintrag an Pollen des Windblütlers Mais (*Zea mays*).



Abb.19: Maispollen



Abb.20: Pollen der Ackerwinde



Abb.21: unbekannter Pollen

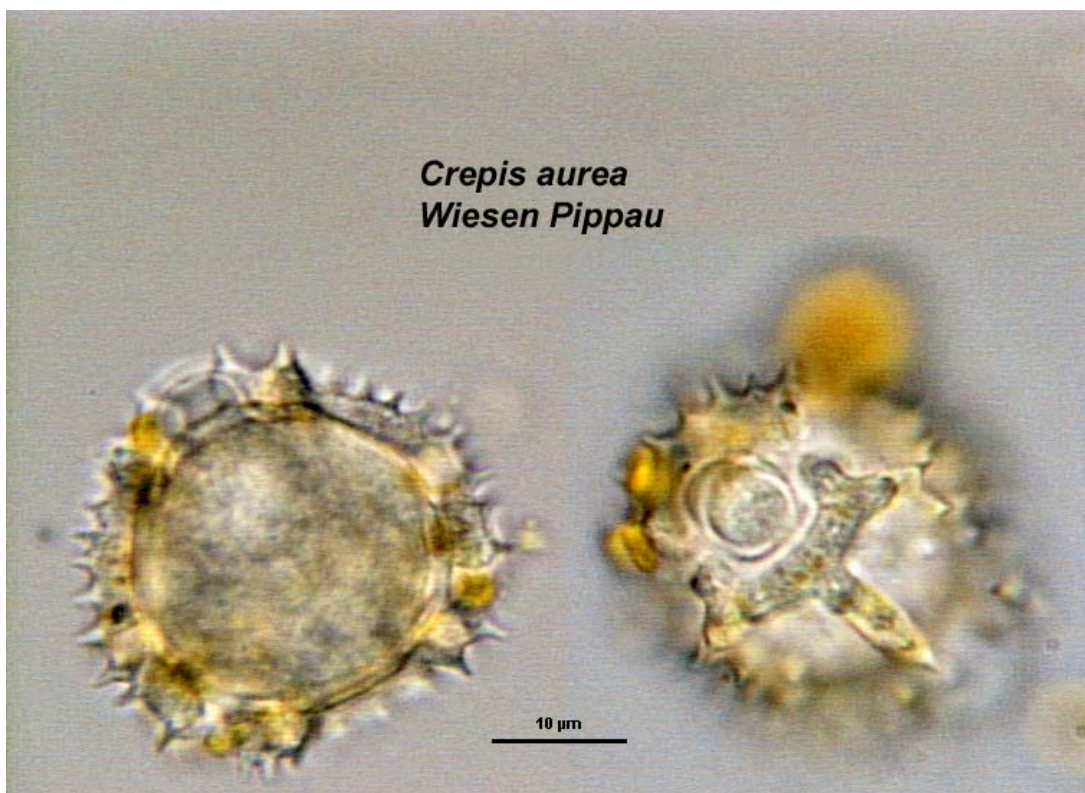


Abb.22: Pollen des Wiesen-Pippau



Abb.23: Pollen des Waldmeisters



Abb.24: Pollen des Spitz-Wegerich



Abb.25: Pollen der Wiesen-Witwenblume

Rotklee stellte den größten Anteil an gesammelten Pollen, gefolgt von Mais.

Tab.16: Prozentueller Anteil der einzelnen Pollenarten

	ges	09:30	13:30	17:30
Rotklee	90,47539	30,61	96,06901	98,62686
Mais	8,738128	63,0416	3,74065	1,193278
Ackerwinde	0,443494	3,564007	0,110876	0,1001
oranger Pollen	0,201174	1,935192	0,013177	0,016639
Wiesen - Pippau	0,04506	0,463263	0	0
Waldmeister	0,026525	0,069818	0,024225	0,017168
Spitzwegerich	0,02293	0,133886	0,016505	0
Witwenblume	0,047297	0,185634	0,025556	0,045956

Die Bedeutung des Rotklees ist aus der Tabelle ersichtlich. Nur am Morgen wurde mehr Maispollen eingetragen.

4.5 Honigblaseninhalte

4.5.1 Honigblaseninhalte

Insgesamt wurden von 3300 Bienen die Honigblaseninhalte untersucht, von denen 218, also nur 6,6 % gefüllte Honigblasen aufwiesen, die im Durchschnitt 7,9 mg ($\pm 1,0$) schwer waren und einen Anteil von 55,3 % ($\pm 3,1$) Zucker aufwiesen.

Tab.17: Mittelwerte für Frischmasse und den Zuckeranteil

	Mittelwert	Max	Min	s
Frischmasse in mg	7,9	56,2	0,5	7,3
Zuckeranteil in mg	3,7	31,3	0	3,1
% Zuckeranteil	55,2	97,1	0	23,0

Beim Maximum des prozentuellen Zuckeranteils muss es sich um einen Mess- oder Trocknungsfehler handeln, da so hohe Werte nicht möglich sind.

Von 97 oder 44,5 % der Bienen wurde Nektar eingetragen, in dem ausschließlich Rotkleepollen gefunden wurde, drei Bienen trugen Rotklee- und Maispollen, vier trugen ausschließlich Maispollen und eine Biene trug Pollen von Rotklee, Mais und Kürbis ein. Im Nektar der übrigen 113 oder 51,8 % der Bienen konnte kein Pollen gefunden werden. Dies deutet darauf hin, dass die Bienen entweder „pollenfreien“ Nektar aus Hummelbisslöchern des Rotklees oder Honigtau eingetragen haben. Andererseits ist nicht bekannt, wie viel Pollen in den „legal“ gesammelten Nektar gelangte.

Am Windblütler Mais ist ein Sammeln von Nektar nicht möglich. Die Bienen, in deren Honigblasen ausschließlich Mais gefunden wurde, müssen entweder Pollen von Mais und Nektar von insektenblütigen Pflanzen gesammelt haben,

oder der Maispollen stammt aus „verschmutzten“ Blüten, in die vom Wind Maispollen eingetragen wurden. Es konnte in den Honigblasen nur einmal ein Pollen einer anderen insektenblütigen Pflanze (Kürbis) außer Rotklee nachgewiesen werden.

Der prozentuelle Anteil an mit gefüllten Honigblasen zum Stock zurückkehrenden Bienen war bei den dauerfängischen Völkern mit 5,0 % geringer als bei den temporär fängischen Völkern mit 8,2 %. Die dauerfängischen Völker trugen weniger Nektar und Zucker ein, im prozentuellen Anteil an Trockenmasse (Zucker) an der Frischmasse übertrafen sie jedoch die nicht dauerfängischen Völker.

Tab.18: Frisch- und Trockenmasseeintrag der beiden Varianten

Variante	N	FM in mg		TM in mg		TM in %	
		Mittelwert	s	Mittelwert	s	Mittelwert	s
dauerfängisch	83	5.96867470	4.37183133	3.17108434	2.26503272	60.5851313	24.4791909
temporär fängisch	135	9.06814815	8.38662450	4.03629630	3.53240030	52.0490696	21.5281498

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede beim Eintrag an Frischmasse durch den Einsatz von Pollenfallen. Zwar lag auch der Eintrag an Trockenmasse der temporär fängischen Völker über den der dauerfängischen Völker, ein signifikanter Unterschied kann nicht nachgewiesen werden. Den höchsten prozentuellen Anteil an Trockenmasse am Frischmasseeintrag wurde in der dauerfängischen Variante beobachtet. Hier besteht ein signifikanter Unterschied.

Der Eintrag an Nektar und Zucker läuft unabhängig von der Tageszeit. Es gibt keine signifikanten Schwankungen zwischen den einzelnen Zählterminen. Beide Gruppen verzeichnen den größten durchschnittlichen Eintrag um 18:00 Uhr, der geringste ist bei der dauerfängischen Gruppe um 8:00 Uhr und bei der temporär fängischen Gruppe um 12:00 Uhr.

Ein statistischer Zusammenhang zwischen der Tageszeit und dem Honigblasengewicht und der Zuckermenge kann nicht nachgewiesen werden.

Wechselwirkungen zwischen den Sammelterminen und dem Einsatz von Pollenfallen konnten statistisch nicht nachgewiesen werden.

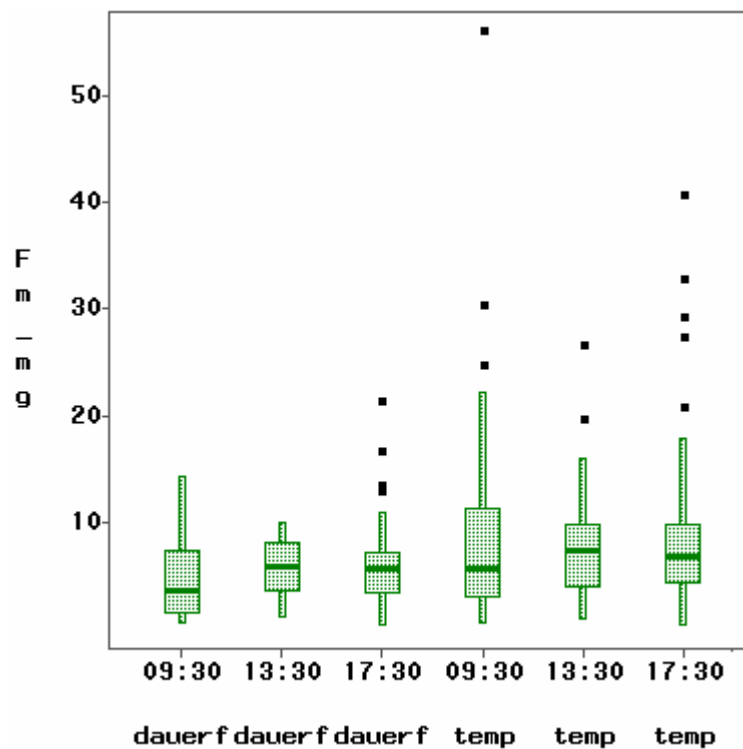


Abb.26: Frischmasseeintrag in Milligramm. Der Unterschied zwischen den Varianten ist signifikant.

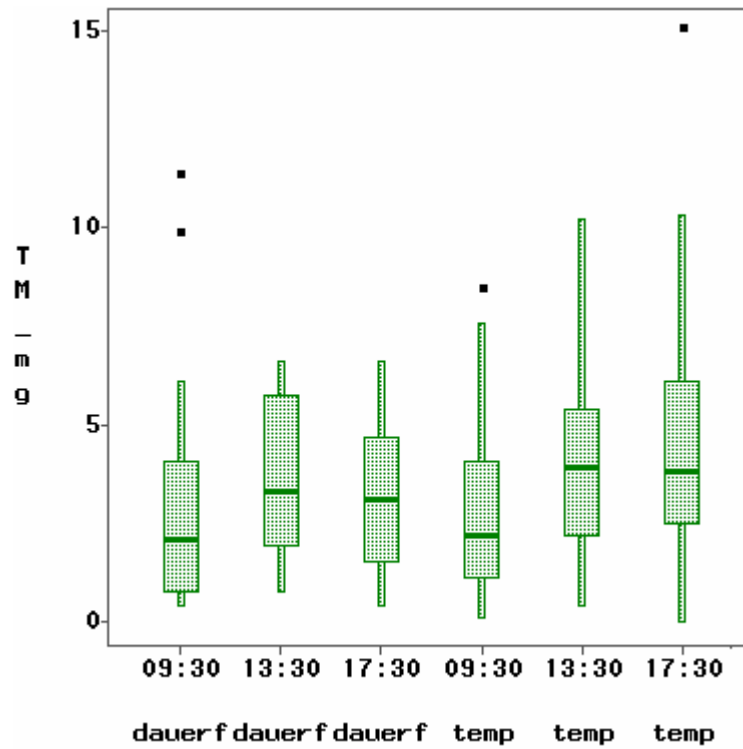


Abb.27: Trockenmasseeintrag in Milligramm

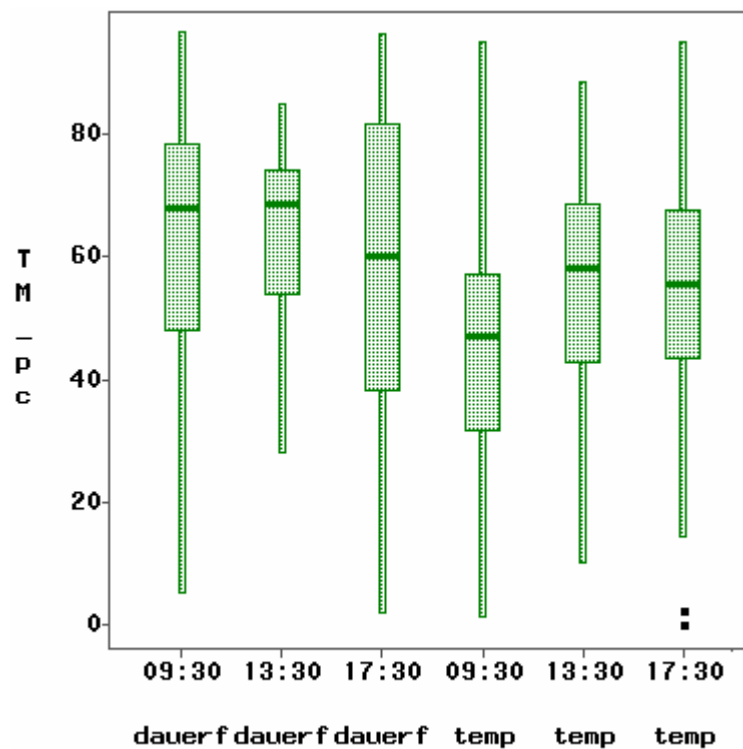


Abb.28: Prozentueller Trockenmasseeintrag. Der Unterschied zwischen den Varianten ist signifikant.

4.5.2 Unterschiede zwischen Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen

Tab.19: Eintrag in den Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen in mg

Rotkleepollen	Frischmasse	Zucker	Zucker in %
ja	9,0	4,1	57,2
nein	7,1	3,4	53,6

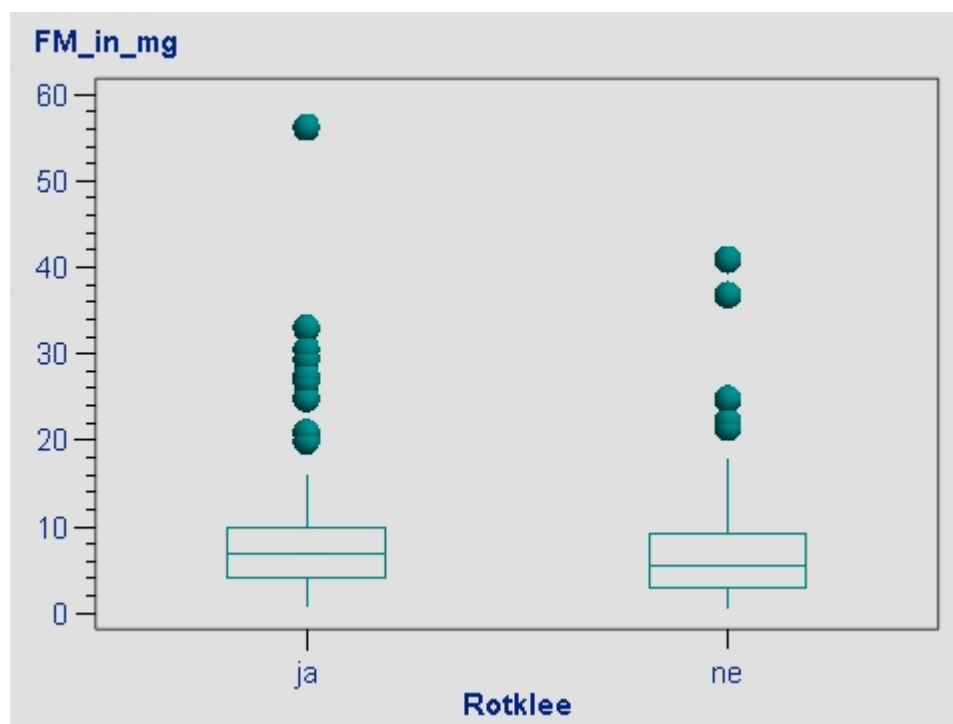


Abb.29: Frischmasse der Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen

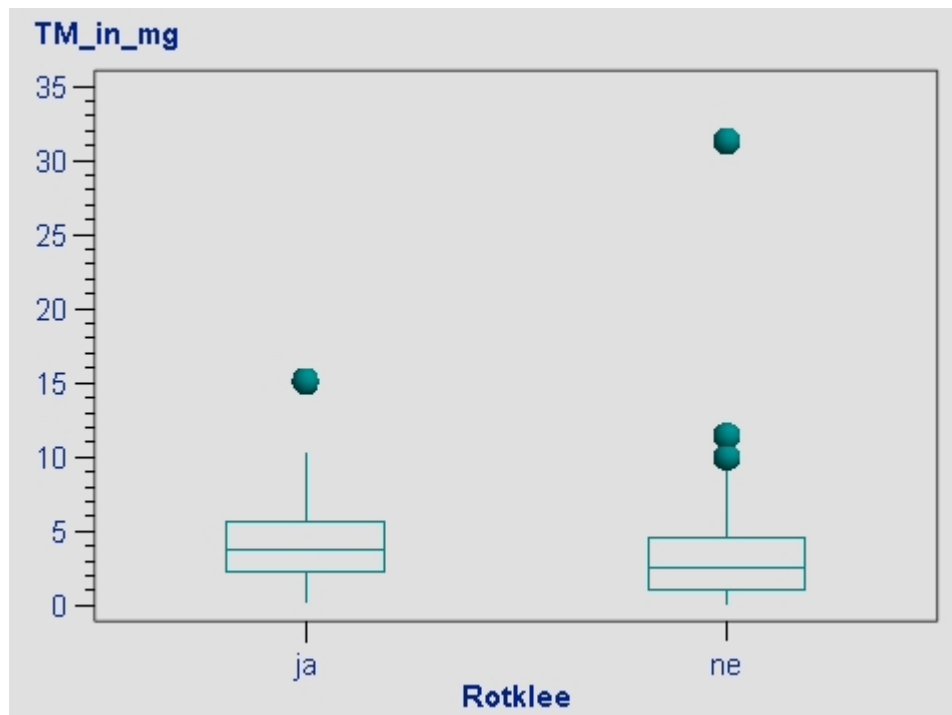


Abb.30: Trockenmasseanteil der Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen

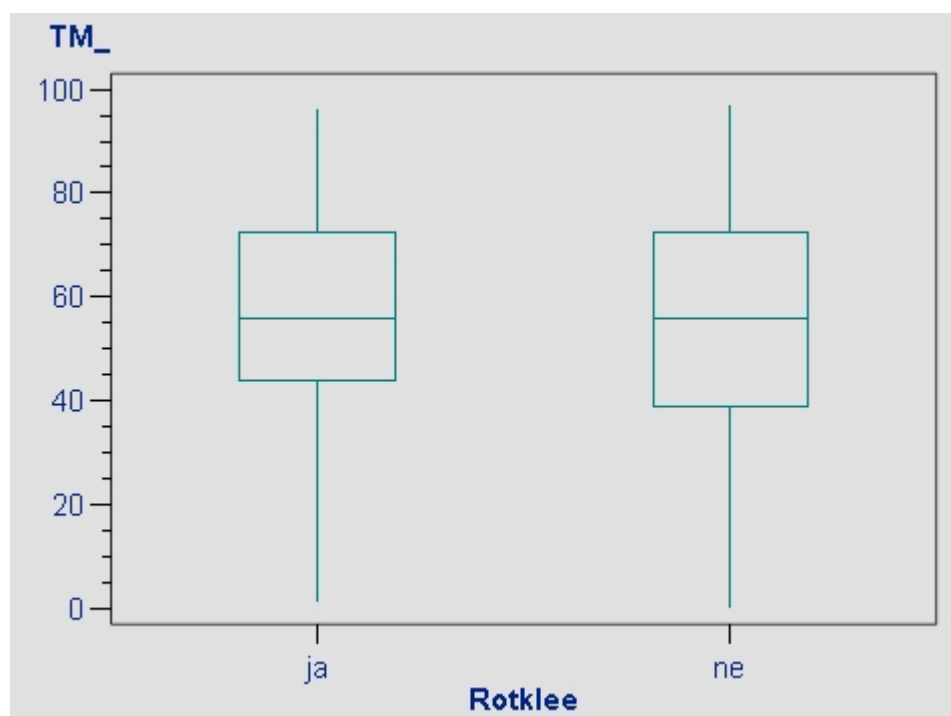


Abb.31: Prozentueller Anteil an Zuckereintrag der Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen

Sowohl der Eintrag an Frischmasse, als auch der Eintrag an Zucker in absoluten Zahlen und in Prozent ist bei den Honigblasen mit Rotkleepollen im Inhalt höher als in der Gruppe ohne Rotkleepollen im Honigblaseninhalte. Ein statistischer Unterschied kann nicht gefunden werden.

4.5.3 Honigblasen und Pollenhöschen

Neben den 218 Bienen (6,6 %) mit gefüllten Honigblasen trugen insgesamt 559 Bienen (16,9 %) Pollenhöschen ein, die sich folgendermaßen aufteilten: 85,3 % der Höschen vom Rotklee, 6,6 % vom Mais und 1,1 % von der Winde. Je eine Biene hatte Pollenhöschen vom Waldmeister (*Galium odoratum*) und des uns unbekanntes, orangefarbenes Pollen, drei Bienen trugen Pollenhöschen der Wiesen-Witwenblume (*Knautia arvensis*) nach Hause.

Nur von acht der 3300 untersuchten Bienen wurden zugleich Honigblasen und Pollenhöschen eingetragen.

Von den insgesamt 3300 untersuchten Bienen kehrten 769 mit gefüllten Honigblasen und/oder Pollenhöschen zurück. Das entspricht einem Prozentsatz von 23,3 %.

4.6 Blüte

4.6.1 Unterschiedlicher Blühverlauf



Abb.32: Im Vordergrund die Parzelle unter Netz, dahinter der frei abblühende Rotklee



Abb.33: Links die Parzelle unter Netz, rechts der frei abblühende Rotklee

4.7 Einfluss des Befluges auf die Saatguteigenschaften

Der Anteil an harten Samen lag zwischen 0 und 4 %. Dieser Anteil konnte also zur Gänze in die Berechnung der Keimfähigkeit miteinbezogen werden.

Tab.20: Ergebnisse der Samenprüfung

	Mittelwert	s	Minimum	Maximum
Ertrag	34,298	4,238	29,34	39,95
TKG	1,788	0,108	1,61	1,88
Keimfähigkeit	86,2	3,347	81	90
Vitalität	81,8	5,119	73	86

Die Keimfähigkeit und auch die Vitalität der Samen lagen über den geforderten 80%. Bei einer Keimprüfung bei 10 °C (Testung der Vitalität) lässt sich ein Rückgang der Keimfähigkeit um 4,4 % feststellen.

Der durchschnittliche Samenertrag lag bei 34,298 g ($\pm 3,714$) pro geerntete Probe. Den höchsten Ertrag gab es auf Parzelle 1 mit 39,95 g, den niedrigsten auf Parzelle 4 mit 29,34 g.

Die Beflugdaten der Honigbiene wurden zur Berechnung des Zusammenhanges zwischen Beflug und Ertrag verwendet. Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen wurden nicht einbezogen.

Tab.21: Korrelation zwischen Beflug, Ertrag, Tausendkorngewicht (TKG), Keimfähigkeit und Vitalität, Signifikanz: * = 5 %, (n=5)

	Ertrag	TKG	Keim- fähigkeit	Vitalität
Beflug	0,791	0,876*	- 0,020	- 0,248
	0,056	0,026	0,488	0,344
Ertrag		0,544	0,526	0,341
		0,171	0,181	0,287
TKG			- 0,075	- 0,268
			0,452	0,332
Keim- fähigkeit				0,893*
				0,021

In Tabelle 21 ist die erwartete starke Korrelation zwischen Keimfähigkeit und Vitalität der Samen und auch zwischen Ertrag und TKG festzustellen. Keinen Zusammenhang gibt es zwischen Ertrag und Keimfähigkeit/Vitalität. Zwischen Ertrag und Beflug durch die Honigbienen kann kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden.

4.7.1 Ergebnisse der Kontrollparzellen

Tab.22: Ergebnisse der Parzellen unter dem Netz

	Mittelwert	s	Minimum	Maximum
Ertrag	14,735	2,580	11,16	17,14
TKG	1,738	0,095	1,62	1,82
Keim- fähigkeit	73,5	9,882	64	81
Vitalität			78	51

Der Samenertrag unter dem Netz war um mehr als die Hälfte geringer als der auf den frei abblühenden Parzellen. Die Keimfähigkeit lag unter den geforderten 80%. Auf den frei abblühenden Parzellen konnte kein Zusammenhang zwischen Beflug und Keimfähigkeit festgestellt werden. Die beiden Versuchsvarianten unterscheiden sich hinsichtlich Keimfähigkeit und Vitalität. Beide sind auf den frei abblühenden Parzellen um 12,7 bzw. 15,8 % höher. Mit der Abnahme der Norm – Keimfähigkeit nimmt auch die Vitalität der Samen ab.

4.7.2 Zusammenhang zwischen TKG, Keimfähigkeit und Vitalität

Tab.23: Korrelation TKG, Keimfähigkeit und Vitalität, Signifikanz: ** = 1%,
(n=9)

	Keimfähigkeit (20 °C)	Vitalität
TKG	0,064	0,236
	0,870	0,541
Keimfähigkeit (20 °C)		0,920**
		0,000

Das Tausendkorngewicht (TKG) hat keinen Einfluss auf die Keimfähigkeit und die Vitalität der Samen. Keimfähigkeit und Vitalität korrelieren stark positiv.

5. Diskussion

Die Honigbiene hatte einen Anteil von über der Hälfte an den gezählten Bestäuberinnen, selbst bei der geringen Völkeranzahl von acht Völkern bezogen auf die große Fläche. Auch Hummeln stellen einen großen Anteil.

Die Tageszeit und die Temperatur beeinflussen die Sammeltätigkeit der Bienen. Über 60 % der Bienen wurden um 12:00 Uhr, dem Zähltermin mit der höchsten Temperatur, beobachtet. Beflug und Temperatur ist signifikant positiv korrelierend, bei Niederschlag fliegen die Bienen nicht aus.

Die Versuch hat gezeigt, dass die Parzellen zu nahe beieinander bzw. die Feldgröße und somit der Entfernungen der Parzellen zum Bienenstand nicht ausreichend waren, um großen Unterschiede in der Beflugdichte der Honigbiene festzustellen. Nur um 18:00 Uhr zeigt die Abbildung des Zusammenhangs von Beflug und Entfernung eine fallende Regressionsgerade. Es stellt sich die Frage, ob es in Österreich überhaupt möglich ist, diese Fragestellung bei Rotklee zu beantworten, da es aufgrund der hohen Bienendichte in unserem Land nicht anzunehmen ist, dass bei größeren Entfernungen keine fremden Honigbienen einfliegen.

Die Gewichtsabnahme beider Versuchsgruppen lag bei rund 0,1 kg/Tag. Sie ist für den Monat Juli, in dem bei „trockenen“ Trachtverhältnissen Gewichtsverluste der Völker von einem halben Kilogramm möglich sind, gering. Die Rotklee tracht kann so als so genannte „Läppertracht“ angesehen werden. Sie ist als solche für die Bienen bedeutend.

Der von Jablonski (siehe Kapitel 2) geschätzte Ertrag von 100 kg Honig/ha konnte somit nicht erreicht werden. Laut unseren Ergebnissen zeigt Rotklee nicht diese Hektarergiebigkeit.

Über 90 % des eingetragenen Pollens und der überwiegende Anteil an gesammelten Pollenhöschchen stammte vom Rotklee. In den Honigblasen konnten außer Rotkleepollen nur einmal Pollen von einer anderen insektenblütigen Pflanze gefunden werden. Der Mais, die am Versuchsstandort wichtigste Konkurrenzpflanze um Pollen, hatte nur einen Anteil von 8,7 % am Gesamtpolleneintrag. Der Wald „honigte“ in diesem Jahr nicht, er bot keinen Honigtau.

Der Rotklee war deshalb im Versuchszeitraum (Juli) am Versuchsstandort die einzige Pflanze, die für den Honig- und den Polleneintrag von Bedeutung war.

Die Ergebnisse, besonders des Polleneintrages, zeigen klar, dass die Honigbiene sehr viel Rotkleepollen sammelt und eine gute und wichtige Bestäuberin des Rotklees ist.

Der Rotkleepollen wiederum ist für das Bienenvolk sehr wichtig, da es sich im Juli noch in der vollen Brut befindet.

Die Zuckerkonzentration des Honigblaseninhaltes mit durchschnittlich 55,3 % ist aufgrund der trockenen und warmen Witterung im Versuchszeitraum hoch. Die tageszeitlichen Schwankungen der Zuckerkonzentration zwischen 51,6 % (9:30), 58,2 % (13:30 Uhr) und 56,1% (17:30 Uhr) sind gering. Ein Tagesrhythmus ist hier nicht erkennbar. Auch das Gewicht der eingetragenen Honigblasen weist nur geringe Schwankungen auf.

Die Gesamtzuckermenge der 218 untersuchten Honigblasen betrug 806,6 mg (3,7 mg pro Biene). Es müssen daher 21 621 Bienen mit einer vollen Honigblase in den Stock zurückkehren, um Zucker für einen Kilogramm Honig mit einem Zuckergehalt von 82 % einzutragen. Berücksichtigt man, dass nur 6,6 % der Bienen mit Nektar in der Honigblase zurückgekehrt sind, so

müssten 3 357 903 Bienen ausfliegen, um Zucker für einen Kilogramm Honig einzutragen.

Von den untersuchten Bienen kehrten 23,3% mit gefüllten Honigblasen und/oder Pollenhöschen zurück. Bedenkt man, dass sich unter den untersuchten Bienen auch auf Orientierungsflug befindliche Jungbienen befunden haben, ist der Sammelerfolg der Bienen bei dieser Tracht als hoch anzusehen.

Der Einsatz von Pollenfallen verringerte den Eintrag an Nektar. Ein höherer Polleneintrag konnte nur in der Zeit von 9:30, dem Sammeltermin mit dem geringsten Eintrag nachgewiesen werden, der Polleneintrag zu den anderen Terminen war geringer. Durch das Anbringen von Pollenfallen konnte somit keine erhöhte Bestäubungseffizienz nachgewiesen werden.

Das mag (im Gegensatz zu anderen Versuchsergebnissen) darin liegen, dass der Pollenbedarf der Bienenvölker zu dieser Zeit generell sehr hoch ist und Rotklee die mehr oder weniger einzige Pollenquelle war.

Auf den Parzellen unter Netz ist der Ertrag deutlich geringer als auf den frei abblühenden Parzellen. Dennoch gab es weit höhere Erträge als erwartet, die auf Selbstungen, Bestäubung zu Blühbeginn, bevor die Netze aufgestellt worden sind, und durch unter die Netze kommende Insekten erklärbar sind.

Im Vergleich zu den Parzellen, an denen Bestäubung möglich war, weisen die Parzellen unter Netz eine geringere Keimfähigkeit – und damit korrelierend – eine geringere Vitalität der Samen auf. Das Tausendkorngewicht wurde nicht beeinflusst.

6. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die wechselseitige Beziehung von Rotklee und der Honigbiene in der Saatguterzeugung zu untersuchen.

Die Datenerhebung wurde vom 3. bis zum 14. Juli 2002 in der Gemeinde Auersbach (Oststeiermark) durchgeführt. Fünf Zählparzellen (inklusive genetischer Kontrollparzellen), wurden in unterschiedlichen Entfernungen vom Bienenstand aufgestellt.

Die Biene war die am häufigsten vorkommende Bestäuberin, gefolgt von Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen. Am Morgen und zu Mittag verteilen sich die Bienen weitgehend ähnlich über das Feld, am Abend wurden Bienen vor allem in der Nähe des Standes gezählt. Der Beflug der Bienen ist zudem abhängig von der Tageszeit, der Temperatur und dem Niederschlag.

Der Polleneintrag war sehr hoch. Über 90 % des eingetragenen Pollens und der überwiegende Anteil an gesammelten Pollenhöschen stammte vom Rotklee. Nur geringe Mengen an Pollen wurden von den Konkurrenzpflanzen Mais, Ackerwinde, Wiesen – Pippau, Spitzwegerich, Waldmeister, Witwenblume und einer weiteren Pflanze, deren Pollen nicht bestimmt werden konnte, eingetragen. Der Eintrag an Pollen korreliert mit der Temperatur. Die Unterschiede im Polleneintrag während der Sammelzeiten sind signifikant. Am meisten Pollen wurde von 13:00 bis 13:30 Uhr gesammelt. Der Einsatz von Pollenfallen verringerte den Sammelerfolg, jedoch nicht signifikant.

Der Nektareintrag der aus der Rotklee tracht ist gering, der Anteil Zucker im Nektar hoch. Durch den Einsatz von Pollenfallen wurde der Nektareintrag

signifikant vermindert. Die Gesamtgewichte der Bienenvölker nahmen im Durchschnitt aufgrund des niedrigen Nektareintrages leicht ab.

Es kehrten 23,3 % der untersuchten Bienen mit gefüllten Honigblasen und/oder Pollenhöschen zurück, somit kann der Sammelerfolg der Bienen bei dieser Tracht als hoch angesehen werden.

Auf den frei abblühenden Parzellen war im Gegensatz zu den unter dem Netz abblühenden ein höherer Ertrag, eine höhere Keimfähigkeit und eine höhere Vitalität festzustellen. Ein Einfluss auf das Tausendkorngewicht kann nicht nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse, besonders die des Polleneintrages, zeigen klar, dass die Honigbiene eine gute und wichtige Bestäuberin des Rotklees ist.

7. Abbildungsverzeichnis

Abb.1: (Vergrößerter) Kopf einer Biene, die ihre Zunge in eine Rotkleeblüte steckt (15).....	7
Abb.2: Gezelteter Parzelle, davor Zählparzelle	17
Abb.3: Versuchsbienenvölker	19
Abb.4: Honigbiene mit Pollenhöschen des Rotklees beim Sammeln auf einem Rotkleeblütenköpfchen.....	21
Abb.5: Nektarsammelnde Honigbiene, die ein durch <i>Bombus terrestris</i> gebissenes Loch in der Kronröhre ausnutzt.....	21
Abb.6: Inhalt einer Pollenfalle. Es sind braune Pollenhöschen vom Rotklee und gelbe vom Mais zu erkennen.....	23
Abb.7: Pollenfalle.....	23
Abb.8: Mit flüssigem Stickstoff abgetötete Bienen.....	25
Abb.9: Gesamtbeflug.....	32
Abb.10: Aufteilung der einzelnen Insekten auf die fünf Parzellen zu den Zählterminen.....	35
Abb.11: Regressionsgerade des Bienenbefluges um 8:00 Uhr	37
Abb.12: Regressionsgerade des Bienenbefluges um 12:00 Uhr	38
Abb.13: Regressionsgerade des Bienenbefluges um 18:00 Uhr	39
Abb.14: Beflug, Niederschlag und Temperatur um 8:00 Uhr	40
Abb.15: Gesamtbeflug der Bienen/Tag, Gesamtniederschlag/Tag (Niederschlagswerte in mm hier mal 2), Temperatur um 8:00 Uhr und 15:00 Uhr	40
Abb.16: Zunahme/Abnahme der Bienenvölker	43
Abb.17: Durchschnittlicher Pollenertrag je Stock in Milligramm: Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Varianten.....	45
Abb.18: Gesamtpolleneintrag der vier temporär fängischen Völker über den Beobachtungszeitraum im Vergleich zur Temperatur um 15:00 Uhr	46

Abb.19: Maispollen	48
Abb.20: Pollen der Ackerwinde.....	48
Abb.21: unbekannter Pollen.....	49
Abb.22: Pollen des Wiesen - Pippau	49
Abb.23: Pollen des Waldmeisters	50
Abb.24: Pollen des Spitz-Wegerich	50
Abb.25: Pollen der Wiesen-Witwenblume.....	51
Abb.26: Frischmasseeintrag in Milligramm. Der Unterschied zwischen den Varianten ist signifikant.	55
Abb.27: Trockenmasseeintrag in Milligramm	56
Abb.28: Prozentueller Trockenmasseeintrag. Der Unterschied zwischen den Varianten ist signifikant.	56
Abb.29: Frischmasse der Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen.....	57
Abb.30: Trockenmasseanteil der Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen	58
Abb.31: Prozentueller Anteil an Zuckereintrag der Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen	58
Abb.32: Im Vordergrund die Parzelle unter Netz, dahinter der frei abblühende Rotklee	60
Abb.33: Links die Parzelle unter Netz, rechts der frei abblühende Rotklee.	60

8. Tabellenverzeichnis

Tab.1:	Abstand der Zählparzellen vom Bienenstand in Metern:	18
Tab.2:	Mittelwerte des Befluges von Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen um 8:00 Uhr	30
Tab.3:	Mittelwerte des Befluges von Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen um 12:00 Uhr.....	31
Tab.4:	Mittelwerte des Befluges von Hummeln, Wildbienen und Schwebfliegen um 18:00 Uhr.....	31
Tab.5:	Anzahl und prozentuelle Aufteilung der beobachtete Insekten	33
Tab.6:	Anteil der Bestäuberinnen auf den einzelnen Parzellen in Prozent	34
Tab.7:	Prozentueller Anteil der einzelnen Insekten zu den drei Zählterminen.....	35
Tab.8:	Mittelwerte des Bienenbefluges auf den einzelnen Parzellen um 8:00 Uhr	36
Tab.9:	Mittelwerte des Bienenbefluges auf den einzelnen Parzellen um 12:00 Uhr	37
Tab.10:	Mittelwerte des Bienenbefluges auf den einzelnen Parzellen um 18:00 Uhr	38
Tab.11:	Korrelation zwischen Beflug und Temperatur zum Zähltermin 8:00 Uhr, Signifikanz: * = 5 %, (n=12).....	41
Tab.12:	Korrelation zwischen Beflug und Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Strahlung zum Zähltermin 12:00 Uhr, Signifikanzen: * = 5 %, ** = 1 % (n=12).....	41
Tab.13:	Pollensammelverhalten bei den zwei Varianten	44
Tab.14:	Pollensammelverhalten zu den drei Sammelzeiten	45
Tab.15:	Korrelation Polleneintrag – Temperatur, Signifikanz: * = 5 % (n=12)	46
Tab.16:	Prozentueller Anteil der einzelnen Pollenarten	51
Tab.17:	Mittelwerte für Frischmasse und den Zuckeranteil	53
Tab.18:	Frisch- und Trockenmasseeintrag der beiden Varianten	54

Tab.19: Eintrag in den Honigblasen mit und ohne Rotkleepollen in mg.....	57
Tab.20: Ergebnisse der Samenprüfung	61
Tab.21: Korrelation zwischen Beflug, Ertrag, Tausendkorngewicht (TKG), Keimfähigkeit und Vitalität, Signifikanz: * = 5 %, (n=5)	62
Tab.22: Ergebnisse der Parzellen unter dem Netz.....	63
Tab.23: Korrelation TKG, Keimfähigkeit und Vitalität, Signifikanz: ** = 1%, (n=9)	64

9. Literatur

- (1) K. Becker und S. John, Farbatlas – Nutzpflanzen in Mitteleuropa, Stuttgart 2000.
- (2) J. Becker – Dillingen, Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futtererbaues, Auf praktisch – wissenschaftlicher Grundlage unter besonderer Berücksichtigung der Pflanzenzüchtung, Berlin 1929.
- (3) B. Dany, Pollensammeln heute, Anleitung zum wirtschaftlichen Pollensammeln, München 1978.
- (4) P. Hanelt (Eds.), Mansfeld Encyclopaedia of Agricultural and Horticultural Crops, Berlin – Heidelberg – New York 2001.
- (5) W. Hoffmann, A. Mudra u. W. Plarre, Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Pflanzen, Berlin 1970.
- (6) N. Juntawong, Verweildauer von Pollen bestimmter botanischer Herkunft in der Honigblase und im Honig bei *Apis mellifera carnica* L., Dissertation, Wien 1989.
- (7) W. v. Koenigswald, Die Fossillagerstätte Rott, Siegburg 1989.
- (8) C. Kummer, Die Auswirkung vom Bienenbeflug auf die Erdbeere, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien 2002.
- (9) B. Lehnherr, N. Duvoisin, P. Blumer, P. Fluri, M. Herrmann und M. Lehrer, Biologie der Honigbiene (Der schweizerische Bienenvater, Band 2), Winikon 2001.

- (10) M. Lehnherr, A. Heinz und H. Thomas, Imkerhandwerk (Der schweizerische Bienenvater, Band 1), Winikon, 2001.
- (11) Lehnherr und H. Thomas, Natur- und Kulturgeschichte der Honigbiene (Der schweizerische Bienenvater, Band 5), Winikon 2001.
- (12) E. Lütke Entrup, Erfolgreicher Gras- und Kleesamenanbau, Bonn 1995.
- (13) A. Maurizio und F. Schaper, Das Trachtpflanzenbuch, Nektar und Pollen – die wichtigsten Nahrungsquellen der Honigbiene, München 1994.
- (14) A. Matzke, S. Bogdanov, K. Bieri und K. Rieder, Bieneprodukte und Apitherapie (Band 4 von Der schweizerische Bienenvater, Band 4), Winikon 2001.
- (15) S. E. McGregor, Insect Pollination Of Cultivated Crop Plants, abgerufen von der Homepage: <http://gears.tucson.ars.ag.gov/book> (14.12.2002).
- (16) P. Pesson und J. Louveaux, Pollinisation et Productions Végétales, Paris 1984.
- (17) A. Pickhardt und P. Fluri, Die Bestäubung der Blütenpflanzen durch Bienen – Biologie, Ökologie und Ökonomie, Bern 2000.
- (18) PONET – Pollendatenbank, Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit, Institut für Bienenkunde, abgerufen von der Homepage: <http://www.lwvie.ages.at/institut/bienen/index.html> (14.12.2002).

- (19) F. Ruttner, Naturgeschichte der Honigbienen, München 1992.
- (20) D. Seidel und W. Eisenreich, Heimische Pflanzen, Klagenfurt 1975.
- (21) N. L. Taylor und K.H. Quesenberry, Red Clover Science, Dordrecht – Boston – London 1996.

Persönliche Auskunft

- (22) Persönliche Auskunft Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. Josef Eitzinger, Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur Wien.

10. Anhang

10.1 Statistik Bienenbeflug

The GLM Procedure

Zeit=08:00

Class Level Information

Class	Levels	Values
entf	5	30 150 270 330 420

Number of observations 60

The GLM Procedure

Dependent Variable: Bienen

Zeit=08:00

Source	DF	Sum of		F Value	Pr > F
		Squares	Mean Square		
Model	4	47.3333333	11.8333333	1.12	0.3579
Error	55	582.6666667	10.5939394		
Corrected Total	59	630.0000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Bienen Mean
0.075132	162.7417	3.254833	2.000000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
entf	4	47.33333333	11.83333333	1.12	0.3579

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
entf	4	47.33333333	11.83333333	1.12	0.3579

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for Bienen

Zeit=08:00

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	55
Error Mean Square	10.59394

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	2.6630021	3.2007066	3.520426	3.7475969

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	entf
A	3.583	12	270
A	2.167	12	150
A	1.917	12	420
A	1.250	12	30
A	1.083	12	330

The GLM Procedure

Zeit=12:00

Class Level Information

Class	Levels	Values
entf	5	30 150 270 330 420

Number of observations 60

The GLM Procedure

Dependent Variable: Bienen

Zeit=12:00

Source	DF	Sum of		F Value	Pr > F
		Squares	Mean Square		
Model	4	824.566667	206.141667	3.00	0.0261
Error	55	3780.166667	68.730303		
Corrected Total	59	4604.733333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Bienen Mean
0.179069	53.25722	8.290374	15.56667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
entf	4	824.5666667	206.1416667	3.00	0.0261

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
entf	4	824.5666667	206.1416667	3.00	0.0261

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for Bienen

Zeit=12:00

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	55
Error Mean Square	68.7303

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	6.7829	8.1525	8.9668	9.54549
	232	084	644	08

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	entf
A	20.000	12	270
A	18.417	12	150
B	15.917	12	30
B	14.167	12	420
B	9.333	12	330

The GLM Procedure

Zeit=18:00

Class Level Information

Class	Levels	Values
Entf	5	30 150 270 330 420

Number of observations 60

The GLM Procedure

Dependent Variable: Bienen

Zeit=18:00

Source	DF	Sum of		F Value	Pr > F
		Squares	Mean Square		
Model	4	1669.566667	417.391667	24.26	<.0001
Error	55	946.083333	17.201515		
Corrected Total	59	2615.650000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Bienen Mean
0.638299	54.21531	4.147471	7.650000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
entf	4	1669.566667	417.391667	24.26	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
entf	4	1669.566667	417.391667	24.26	<.0001

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for Bienen

Zeit=18:00

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	55
Error Mean Square	17.20152

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	3.3933302	4.0785001	4.4859025	4.775375

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	entf
A	17.000	12	30
B	7.750	12	150
B	7.583	12	270
B	4.917	12	420
C	1.000	12	330

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: Bienen

Zeit=08:00

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.09696	1.09696	0.10	0.7516
Error	58	628.9030	10.8431		
		4	6		
Corrected Total	59	630.0000			
		0			

Root MSE		3.29289	R-Square	0.0017
Dependent Mean		2.00000	Adj R-Sq	-0.0155
Coeff Var		164.64474		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.76282	0.85836	2.05	0.0445
entf	1	0.00098825	0.00311	0.32	0.7516

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: Bienen

Zeit=12:00

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	130.78205	130.78205	1.70	0.1980
Error	58	4473.95128	77.13709		
Corrected Total	59	4604.73333			

Root MSE	8.78277	R-Square	0.0284
Dependent Mean	15.56667	Adj R-Sq	0.0116
Coeff Var	56.42038		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	18.15641	2.28940	7.93	<.0001
entf	1	-0.01079	0.00829	-1.30	0.1980

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: Bienen

Zeit=18:00

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1204.38782	1204.38782	49.50	<.0001
Error	58	1411.26218	24.33211		
Corrected Total	59	2615.65000			

Root MSE	4.93276	R-Square	0.4605
Dependent Mean	7.65000	Adj R-Sq	0.4512
Coeff Var	64.48050		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	15.50897	1.28582	12.06	<.0001
entf	1	-0.03275	0.00465	-7.04	<.0001

10.2 Statistik Pollensammelverhalten

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Falle	2	dauerf temp
Zeit	3	09:30 13:30 17:30

Number of observations 150

NOTE: Due to missing values, only 144 observations can be used in this analysis.

The GLM Procedure

Dependent Variable: Pollen

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	28094503.0	5618900.6	9.43	<.0001
Error	138	82210404.9	595727.6		
Corrected Total	143	110304907.8			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Pollen Mean
0.254699	111.6354	771.8339	691.3878

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Falle	1	1211733.12	1211733.12	2.03	0.1561
Zeit	2	22469949.66	11234974.83	18.86	<.0001
Falle*Zeit	2	4412820.20	2206410.10	3.70	0.0271

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Falle	1	1211733.12	1211733.12	2.03	0.1561
Zeit	2	22469949.66	11234974.83	18.86	<.0001
Falle*Zeit	2	4412820.20	2206410.10	3.70	0.0271

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for wert

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha		0.05
Error Degrees of Freedom		138
Error Mean Square		595727.6
Number of Means	2	3
Critical Range	311.52409	373.28427

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	Zeit
A	1197.7	48	13:30
B	642.8	48	17:30
C	233.7	48	09:30

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for Pollen

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	138
Error Mean Square	595727.6
Number of Means	2
Critical Range	254.35836

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	Falle
A	783.1	72	temp
A			
A	599.7	72	dauerf

The GLM Procedure

Level of Falle	Level of Zeit	Pollen		
		N	Mean	Std Dev
dauerf	09:30	24	330.07917	465.70895
dauerf	13:30	24	872.47500	530.71870
dauerf	17:30	24	596.41250	487.94178
temp	09:30	24	137.40000	104.36547
temp	13:30	24	1522.85625	1635.60883
temp	17:30	24	689.10417	389.38757

10.3 Statistik Honigblasen

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Datum	12	10.7. 11.7. 12.7. 13.7. 14.7. 3.7. 4.7. 5.7. 6.7. 7.7. 8.7. 9.7.
Uhrzeit	3	09:30 13:30 17:30
Pollenfallen	2	dauerf temp
Number of observations		218

The GLM Procedure

Dependent Variable: Fm_mg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	577.70745	115.54149	2.25	0.0510
Error	212	10908.28155	51.45416		
Corrected Total	217	11485.98899			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Fm_mg Mean
0.050297	90.93672	7.173155	7.888073

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Uhrzeit	2	12.8860357	6.4430178	0.13	0.8824
Pollenfallen	1	516.6485051	516.6485051	10.04	0.0018
Uhrzeit*Pollenfallen	2	48.1729043	24.0864521	0.47	0.6268

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Uhrzeit	2	36.2884804	18.1442402	0.35	0.7032
Pollenfallen	1	500.3797348	500.3797348	9.72	0.0021
Uhrzeit*Pollenfallen	2	48.1729043	24.0864521	0.47	0.6268

The GLM Procedure

Dependent Variable: TM_mg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	124.069127	24.813825	2.62	0.0253
Error	212	2007.130552	9.467597		
Corrected Total	217	2131.199679			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TM_mg Mean
0.058216	83.00634	3.076946	3.706881

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Uhrzeit	2	79.94596659	39.97298330	4.22	0.0159
Pollenfallen	1	29.31570846	29.31570846	3.10	0.0799
Uhrzeit*Pollenfallen	2	14.80745180	7.40372590	0.78	0.4588

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Uhrzeit	2	52.73201348	26.36600674	2.78	0.0640
Pollenfallen	1	26.06315861	26.06315861	2.75	0.0986
Uhrzeit*Pollenfallen	2	14.80745180	7.40372590	0.78	0.4588

The GLM Procedure

Dependent Variable: TM_pc

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	7099.4243	1419.8849	2.79	0.0183
Error	212	107886.4662	508.8984		
Corrected Total	217	114985.8905			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TM_pc Mean
0.061742	40.79416	22.55878	55.29904

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Uhrzeit	2	1504.930907	752.465453	1.48	0.2303
Pollenfallen	1	4286.786392	4286.786392	8.42	0.0041
Uhrzeit*Pollenfallen	2	1307.706975	653.853488	1.28	0.2788

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Uhrzeit	2	1273.048984	636.524492	1.25	0.2884
Pollenfallen	1	4210.957388	4210.957388	8.27	0.0044
Uhrzeit*Pollenfallen	2	1307.706975	653.853488	1.28	0.2788

The GLM Procedure

Level of	Fm_mg			TM_mg		TM_pc	
	N	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
09:30	68	7.61911765	8.60359622	2.87352941	2.50006672	51.6238969	25.7036551
13:30	61	7.77377049	5.86506327	4.41639344	4.15460308	58.2514324	18.1205164
17:30	89	8.17191011	7.11089095	3.85730337	2.60427479	56.0834600	23.7205211

Level of		Fm_mg		TM_mg		TM_pc		
Pollenfalle		N	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
n								
dauerf		83	5.96867470	4.37183133	3.17108434	2.26503272	60.5851313	24.4791909
temp		135	9.06814815	8.38662450	4.03629630	3.53240030	52.0490696	21.5281498

Level of		Fm_mg		TM_mg		TM_pc		
Uhrzeit	fallen	N	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
09:30	dauerf	28	4.91785714	3.7825186	2.87857143	2.78386318	61.3252118	24.9149513
09:30	temp	40	9.51000000	10.4093597	2.87000000	2.31784604	44.8329764	24.2979056
13:30	dauerf	16	5.71250000	2.8161143	3.64375000	2.06267424	63.2125602	15.8350301
13:30	temp	45	8.50666667	6.4892008	4.69111111	4.66825947	56.4874758	18.7120161
17:30	dauerf	39	6.82820513	5.1330174	3.18717949	1.93066385	58.9758719	27.3325204
17:30	temp	50	9.22000000	8.2352404	4.38000000	2.94167799	53.8273787	20.4764923

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Rotklee	2	ja ne

Number of observations 215

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: FM_in_mg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	198.42301	198.42301	3.77	0.0535
Error	213	11215.27447	52.65387		
Corrected Total	214	11413.69749			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	FM_in_mg Mean
0.017385	91.27687	7.256299	7.949767

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Rotklee	1	198.4230147	198.4230147	3.77	0.0535

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: TM_in_mg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	28.832820	28.832820	2.94	0.0879
Error	213	2088.831180	9.806719		
Corrected Total	214	2117.664000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TM_in_mg Mean
0.013615	84.18194	3.131568	3.720000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Rotklee	1	28.83282018	28.83282018	2.94	0.0879

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: TM_pc

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	691.4180	691.4180	1.32	0.2510
Error	213	111149.8711	521.8304		
Corrected Total	214	111841.2891			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TM_ Mean

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TM_ Mean
0.006182	41.37401	22.84361	55.21246

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Rotklee	1	691.4180287	691.4180287	1.32	0.2510

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of Variance
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Rotklee	1	39760.3	39760.3	1.09	0.2985
Error	213	7798461	36612.5		

Levene's Test for Homogeneity of Variance
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Rotklee	1	1562.4	1562.4	0.54	0.4645
Error	213	619872	2910.2		

Levene's Test for Homogeneity of Variance
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Levene's Test for Homogeneity of Variance
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Rotklee	1	100997	100997	0.22	0.6414
Error	213	98919435	464410		

The ANOVA Procedure

Level of Rot- klee	N	FM_in_mg		TM_in_mg		TM_pc	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
ja	95	9.02947368	8.25624037	4.13157895	2.59939695	57.2279449	22.3127206
ne	120	7.09500000	6.35617677	3.39416667	3.49511774	53.6168646	23.2543962