

# Die Bedeutung von Randstrukturen für die Diversität von Wildbienen in Wiesenflächen im Bereich des Irr- und Mattsees



Martin Schlager, Johann Neumayer, Stefan Dötterl

## Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Einleitung.....   | 4  |
| Material und Methoden.....  | 5  |
| Kurzbeschreibung der Randstrukturen .....                                   | 6  |
| Transekte.....  | 7  |
| Bienenerhebung.....   | 8  |
| Blütenpflanzen .....  | 8  |
| Ergebnisse .....  | 11 |
| Abundanz Bienen .....   | 11 |
| Flächentypen.....   | 11 |
| Subtransekte .....  | 13 |
| Bienenarten:.....   | 14 |
| Flächentypen.....   | 17 |
| Subtransekte .....  | 18 |
| Diversitätsanalysen .....   | 19 |
| Flächentypen (Abbildung 20) .....   | 19 |
| Subtransekte .....  | 20 |
| Vergleich Bienengemeinschaften: Randstrukturen vs. angrenzende Wiesen ..... | 21 |
| Pflanzendiversität & Abundanz.....  | 0  |
| Blütenpflanzenarten.....  | 0  |
| Flächentypen.....   | 0  |
| Subtransekte: .....   | 0  |
| Blütenabundanz .....  | 1  |
| Flächentypen.....   | 1  |
| Subtransekte .....  | 1  |
| Korrelationsanalysen:.....  | 6  |
| Diskussion.....   | 8  |
| Flächentypen:.....  | 8  |
| Bienenabundanz.....   | 8  |
| Bienenartenzahl .....   | 9  |
| Diversitätsanalysen .....   | 9  |
| Vergleich Bienengemeinschaften: Randstrukturen vs. angrenzende Wiesen ..... | 10 |
| Artenzahl Blütenpflanzen:.....  | 10 |
| Abundanz Blütenpflanzen: .....  | 10 |

|   |    |
|---|----|
| Korrelationsanalysen .....  | 11 |
| Subtransekte: .....   | 11 |
| Bienenabundanz .....  | 11 |
| Bienenartenzahl und Diversitätsanalysen .....                               | 11 |
| Vergleich Bienengemeinschaften: Randstrukturen vs. angrenzende Wiesen ..... | 11 |
| Zusammenfassung und Fazit .....   | 12 |
| Literatur .....   | 13 |

## Einleitung

Bienen sind als Bestäuber von großer Bedeutung für die meisten terrestrischen Ökosysteme. Allerdings wird, wenn von Bienen die Rede ist, zumeist von der westlichen Honigbiene *Apis mellifera* L. gesprochen und die vielen Wildbienenarten, welche meist die effektiveren Bestäuber sind, außer Acht gelassen. Außerdem wird die Rolle der Bienen als Bestäuber vorwiegend für unsere Kulturpflanzen und deren Ernte thematisiert (Klein 2007). Über deren vermutlich erhebliche Relevanz für das gesamte Ökosystem, von dem wir Menschen auch abhängen, kann man nur mutmaßen.

Ein erheblicher Teil der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Alpenvorland wird als Grünland genutzt. Daten über Artenzahlen und Abundanzen von Bienen in verschiedenen intensiv genutzten Wiesen war Ziel der Untersuchung im letzten Jahr. Auffällig war, dass die Bienendiversität und die Abundanzen zwischen intensiver und extensiver genutzten Flächen relativ wenig variierten, aber dass beide Kenngrößen in Standorten mit besonderen Strukturen wie z.B. traditionelle Streuobstwiesen oder offenen Erdstellen deutlich höher war als in den Wiesen selbst (Bericht Woerle17). Wildbienen nutzen insbesondere solche Strukturen als Nistplatz, da dort zum Beispiel Totholz oder trockene, besonnte Bodenstellen anzutreffen sind. Aber sie finden dort oft auch ein im Vergleich zu den Wiesen artenreicheres und kontinuierliches Blütenangebot (Westrich 2018, 1996).

Im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung in der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts fand eine deutliche Monotonisierung der Landschaft statt, die zu einer erheblichen Reduzierung eben solcher Kleinstrukturen führte (Robinson 2002, Matson 1997). Damit einhergehend wurde ein Rückgang im Artenreichtum, der Abundanz, sowie in der Diversität von Wildbienen festgestellt (Feon 2010).

Aufgrund dieser Erkenntnisse haben wir im Rahmen der vorliegenden Erhebung untersucht, welche Bedeutung solche Strukturen für die Wildbienenfauna haben und wie an Wiesen angrenzende Strukturen (im Folgenden als Randstrukturen bezeichnet) die Bienenfauna in den Wiesen beeinflussen. Es ist zu erwarten, dass in den Randstrukturen günstigere Nistplätze und ein artenreicheres Blütenangebot als in den Wiesen selbst vorhanden sind, was sich positiv auf die Bienendiversität auswirkt. Zudem gehen wir davon aus, dass Wiesen mit angrenzenden Randstrukturen diverser sind als Wiesen ohne angrenzende Randstrukturen. Bei Wiesen mit Randstruktur erwarten wir, dass den Randstrukturen nahe gelegene Wiesenbereiche mehr von den Randstrukturen profitieren als weiter von den Randstrukturen entfernte Wiesenbereiche.

## Material und Methoden

Im Rahmen dieser Studie wurde auf 12 Wiesenflächen von sechs ausgewählten Heumilchbauern die Bienenfauna mittels Transektmethode erhoben. Sechs der Wiesenflächen hatten Randstrukturen (RS) in unmittelbarer Nähe, die sechs anderen Wiesen lagen inmitten anderer Wiesen (Abbildung 1 Schweighofer F&E, Wiese mit RS (oben) und ohne RS (unten Tabelle 1). Bei den Randstrukturen handelte es sich um Erdanrisse, heterogene Wegränder, strauchreiche Waldränder, Böschungen und Bauerngärten (Abbildung 9-11), welche in der Literatur als wildbienenreich gelten (Westrich 2018).

**Tabelle 1** Untersuchungsflächen, gegliedert nach Landwirt (mit ID: Kürzel) und Art der Fläche. RS: Randstruktur.

| Landwirt           | ID | Flächentyp                   | Koord.        | Koord.        |
|--------------------|----|------------------------------|---------------|---------------|
| Schweighofer (F&W) | A  | Wiese ohne RS                | 47°54'50.22"N | 13°21'15.41"E |
|                    |    |                              |               |               |
| Schweighofer (F&E) | B  | Wiese mit RS                 | 47°55'37.34"N | 13°20'44.56"E |
|                    |    | RS: Waldrand mit Senke       | 47°55'37.34"N | 13°20'44.56"E |
|                    |    | Wiese ohne RS                | 47°55'25.57"N | 13°20'46.25"E |
|                    |    |                              |               |               |
| Leikermoser        | C  | Wiese mit RS (Weg)           | 47°56'5.70"N  | 13°17'19.35"E |
|                    |    | Wiese mit RS (Garten)        | 47°56'11.61"N | 13°17'22.63"E |
|                    |    | RS: Feldwegrand              | 47°56'5.70"N  | 13°17'19.35"E |
|                    |    | RS: Bauerngarten             | 47°56'11.61"N | 13°17'22.63"E |
|                    |    | Wiese ohne RS                | 47°56'6.62"N  | 13°17'4.81"E  |
|                    |    |                              |               |               |
| Rillinger          | D  | Wiese mit RS                 | 47°57'15.85"N | 13°19'17.27"E |
|                    |    | RS: Waldrand mit Lehmanbruch | 47°57'15.85"N | 13°19'17.27"E |
|                    |    | Wiese ohne RS                | 47°57'18.56"N | 13°19'4.99"E  |
|                    |    |                              |               |               |
| Stöllinger         | E  | Wiese mit RS                 | 48° 1'2.15"N  | 13°13'20.02"E |
|                    |    | RS: Waldrand                 | 48° 1'2.15"N  | 13°13'20.02"E |
|                    |    | Wiese ohne RS                | 48° 1'34.20"N | 13°12'22.76"E |
|                    |    |                              |               |               |
| Lechner            | G  | Wiese mit RS                 | 48° 1'7.16"N  | 13° 6'30.99"E |
|                    |    | RS: Waldrand                 | 48° 1'7.16"N  | 13° 6'30.99"E |
|                    |    | Wiese ohne RS                | 48° 1'12.79"N | 13° 6'34.47"E |

## Kurzbeschreibung der Randstrukturen

Siehe dazu Tabelle 1

### **Ad1: Senke mit Waldrand Schweighofer F&E**

Durch die nach Nord abfallende Fläche war die Vegetation an dieser Randstruktur im Vergleich zur angrenzenden Wiese um gut 2 Wochen später in der Entwicklung fortgeschritten. Sie wurde durch die hohe Anzahl an Blüten von Blutwurz (*Potentilla erecta*) dominiert. Durch eine Feuerstelle des Vorjahres waren offene Bodenstellen vorhanden, welche von den Wildbienen als Nistplätze genutzt wurden. Diese wuchsen im Laufe des Jahres zu.

### **Ad2: Feldwegrand Leikermoser**

Diese Randstruktur war aufgrund der offenen Wegränder (ohne Vegetation) und der dazugehörigen „magereren“ Blütenpflanzen von Interesse für Wildbienen. Sie stellte dadurch ein sich von der Wiesenfläche abhebendes Habitat dar.

### **Ad3: Bauerngarten Leikermoser**

Der Bauerngarten war zu Beginn der Saison bis Mitte des Jahres aus Sicht des Nahrungsangebotes für Wildbienen der ungemähten Wiese gegenüber unterlegen. Jene Pflanzen, die ab dem Sommer dort blühten, stellten jedoch eine einzigartige Ressource (Futter, Nistmaterial) für die Wildbienen in der Landschaft dar. Die haarigen Stängel des Borretschs wurden zum Beispiel für den Nestbau von Wollbienen genutzt.

### **Ad4: Wäldchen mit Lehmanbruch Rillinger**

Diese Randstruktur war ein lichtetes und gut besonntes Laubwäldchen innerhalb einer Kälberweide. Es gab kaum Unterwuchs und nach Westen hin waren durch Viehtritte verursachte Erdanrisstellen vorhanden. Durch den lehmigen Untergrund und die speziellen Blütenpflanzen, darunter einige Glockenblumen, fanden einige Wildbienenarten ein geeignetes Habitat.

### **Ad 5: Waldrand Stöllinger**

Der Waldrand eines Fichtenforstes wies am Anfang der Saison offene Bodenstellen auf, an welchen die Nesteingänge von bodennistenden Wildbienen gefunden wurden. Im Laufe der Vegetationsperiode wuchsen diese Offenstellen zu. Die Randstruktur wies kein besonders auffälliges Blütenangebot auf. Ab späterem Nachmittag war die Fläche zunehmend schattig.

### **Ad 6: Waldrand Lechner**

Dieser Rand einer Fichtenkultur zeichnete sich durch seine breite, als Übergang zur Wiese dienende Fläche aus. Das Blütenangebot war von für Hummeln interessante Blütenpflanzen wie Taubnesseln oder Braunellen charakterisiert. Alte Baumstümpfe sowie Neupflanzungen brachten eine Heterogenität in die insgesamt helle Fläche.

## Transekte

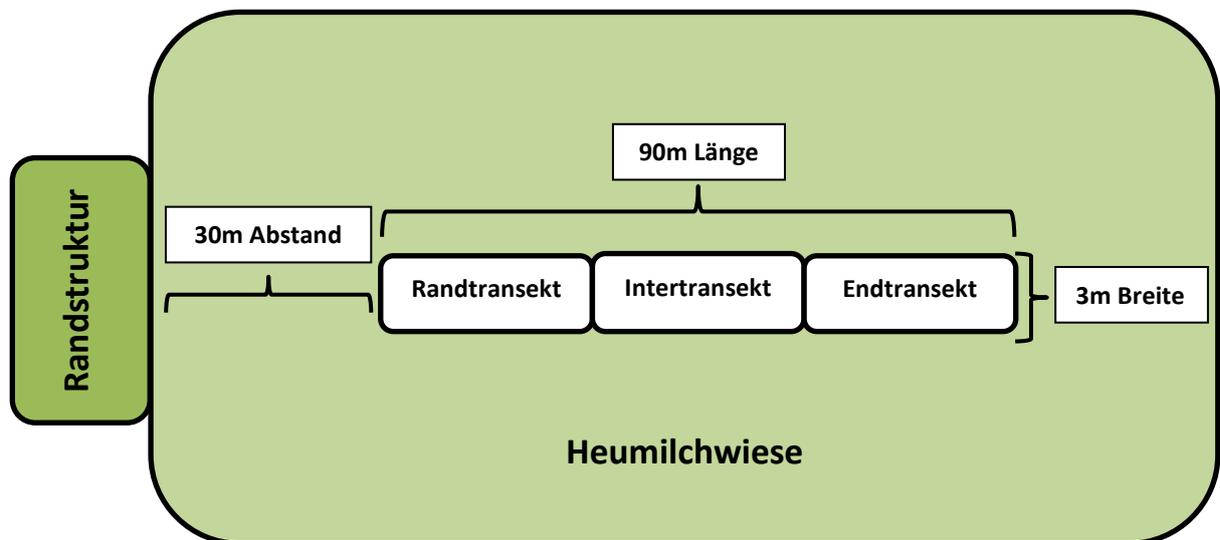
Auf jeder Wiesenfläche wurde ein Transekt mit 90m Länge und 3m Breite eingerichtet. Dieses wurde in drei Subtransekte à 30m Länge gegliedert. Die Vermessung der Transekte erfolgte mittels eines abgelängten Seiles.

Im Falle einer Wiese mit Randstruktur wurde das der Randstruktur am nächsten gelegene Subtransekt als Randtransekt (RT) bezeichnet, gefolgt vom Intertransekt (IT) und schließlich dem Endtransekt (ET; der Randstruktur am fernsten gelegen; siehe auch Schema 1). Die Transekte wurden im Abstand von 30m von der Randstruktur und wenn möglich im 90° Winkel von dieser Struktur angelegt. Begangen wurden diese Transekte vom Randtransekt zum Endtransekt.

Die Transekte bei Wiesen ohne Randstruktur wurden in die homogenen Wiesen mit möglichst großem Abstand zu strukturreichen Flächen gelegt. Die Subtransekte wurden nummeriert (1-3), wobei zufällig bestimmt wurde, welches der äußeren Transekt die Nummer 1 und 3 bekamen. Begehungsrichtung war von Subtransekt 1 zu Subtransekt 3.

Während der Begehungsdauer von 1h pro Transekt (20min/Subtransekt) wurden alle Bienen mittels Kescherfang erhoben. Auch auf den Randstrukturen wurden die Bienen für 1h mittels Kescher gefangen, allerdings aufgrund der Verschiedenartigkeit der Strukturen ohne einheitliches Begehungsschema (z.B. unabhängig von einem Transekt). Die Fangsaison erstreckte sich von Anfang April bis Ende August, wobei jedes Transekt bzw. jede Randstruktur drei Mal begangen wurde. Für die Analyse der Daten wurden diese über die Begehungen aufsummiert.

Bei zwei Einzelbegehungen von Wiesentransekten musste die Begehungszeit aufgrund der gerade begonnenen Mahd halbiert werden. Wir gingen von einer Gleichverteilung der Bienenindividuen über die gesamte Begehungszeit aus und haben diese Werte dementsprechend angepasst.



Schema 1 Aufbau und Gliederung eines Transektes in einer Heumilchwiese mit Randstruktur

## Bienenerhebung

Alle im Freiland bestimmbaren Tiere wurden notiert, der Rest wurde im Labor mit Hilfe von Stereolupen und gängiger Fachliteratur bestimmt (Amiet, 1996; Amiet et al., 1999, 2001a, 2001b, 2007, 2010; Bogusch & Straka, 2012; Ebmer, 1969, 1970, 1971, 1973; Gokcezade et al., 2015; Mauss, 1987; Scheuchl, 1995, 2006; Schmid-Egger & Scheuchl, 1997; Straka & Bogusch, 2011).

Die Arten- und Individuenzahlen der Bienen sowie der Shannon-Wiener-Index ( $\alpha$ -Diversität: Mannigfaltigkeit der Arten) und die Evenness (Aquität: Ausgewogenheit der Arten) wurden zwischen den Flächentypen und Subtransekten verglichen.

Die statistischen und graphischen Analysen wurden mit folgenden Programmen durchgeführt: PRIMER (Version 6.1.15), Statistica (Version 7), R (3.5.2) & UI R-Studio, sowie Microsoft Office Excel (2010).

## Blütenpflanzen

Bei jeder Begehung wurde erhoben, welche Blütenpflanzenarten in welcher Abundanz im Transekt, bzw. der Randstruktur vorkamen. Dabei wurde die Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten erhoben, unabhängig davon, ob diese Einzelblüten (z.B. Hahnenfuß, *Ranunculus* sp.) oder Blütenstände (z.B. Klee, *Trifolium* sp.; Wiesenbärenklau, *Heracleum sphondylium*) darstellten. Identifiziert wurden die Pflanzen mittels gängiger Fachliteratur (Schmeil-Fitschen 2011). Zur leichteren Auswertung der gezählten Blüten/Blütenstände wurden Abundanz-Kategorien erstellt (Tabelle 2). Bei sehr hohem Blütenangebot und homogenen Flächen in den Wiesen wurde nur ein Subtransekt (30m\*3m) ausgezählt. Die Werte wurden anschließend für die anderen beiden Subtransekte bzw. das ganze Transekt hochgerechnet.

Tabelle 2 Verwendete Kategorien für die Abundanz von Blüten/Blütenständen

| Kategorie | Anzahl an Blüten/Blütenständen pro 90m <sup>2</sup> (30x3m) |
|-----------|---|
| 1         | 1-5   |
| 2         | 5-10  |
| 3         | 10-20   |
| 4         | 20-50   |
| 5         | 50-100  |
| 6         | 100-200   |
| 7         | 200-500   |
| 8         | 500-1000  |
| 9         | 1000-1500   |
| 10        | 1500-2000   |

## Wetter

Im Untersuchungsjahr 2018 waren ab Anfang April andauernde Trockenheit und eine hohe Sonneneinstrahlung zu verzeichnen. Auch wenn in der näheren Umgebung der Flächen etwas Regen fiel, waren die untersuchten Wiesen zumeist davon ausgenommen. Nach Rücksprache mit den Landwirten war das Jahr 2018 im langjährigen Durchschnitt besonders trocken. Diese Trockenheit zeigte sich auch darin, dass bei den Begehungen z.T. gelbliche & verdorrte Wiesen vorgefunden wurden.



Abbildung 1 Schweighofer F&E, Wiese mit RS (oben) und ohne RS (unten)



Abbildung 2 Stöllinger, Wiese mit RS (oben) und ohne RS (unten)



Abbildung 3 Lechner, Wiese mit RS (oben) und ohne RS (unten)



Abbildung 4 Rillinger, Wiese mit RS (oben) und ohne RS (unten)



Abbildung 5 Leikermoser, Wiese mit RS (Feldweg)



Abbildung 6 Leikermoser, Wiese mit RS (Bauergarten)



Abbildung 7 Leikermoser, Wiese ohne RS



Abbildung 8 Schweighofer F&E, Wiese ohne RS



Abbildung 9 Waldrand mit offenen, lehmigen Stellen als Randstruktur einer Kälberweide



Abbildung 10 Offene Bodenstelle & Böschung als Randstruktur



Abbildung 11 Unbefestigter Feldwegrand als Randstruktur

# Ergebnisse

## Abundanz Bienen

Im Zuge dieser Erhebung wurden 2496 Bienen von 65 Arten aufgenommen. Etwa ein Viertel der gefangenen Bienenindividuen waren Wildbienen (649 Individuen), darunter Hummeln (191 Individuen). Den größten Teil stellten Honigbienen dar (1847 Individuen).

### Flächentypen

Die Randstrukturen waren deutlich wildbienenreicher als die beiden Wiesentypen. So wurden auf den sechs Randstrukturen insgesamt 295 Individuen beobachtet, auf den sechs Wiesen mit angrenzender Randstruktur 34% weniger (196 Individuen), auf den sechs Wiesen ohne Strukturanschluss sogar 54% weniger (158 Individuen; Abbildung 12 rechts). Die beiden Wiesentypen beherbergten im Mittel mit 25-30 Individuen ähnlich viele Wildbienen (t-test:  $t_{10} = -0,9$ ;  $p = 0,4$ ; Abbildung 12 links), wobei einzelne Wiesen mit Randstruktur eine außerordentlich hohe Wildbienenabundanz aufwiesen (Abbildung 12 & 13). Obwohl auf den Randstrukturen insgesamt deutlich mehr Wildbienen festgestellt wurden als auf den Wiesen, waren die Randstrukturen im Mittel nur signifikant bienenreicher als Wiesen ohne angrenzende Randstruktur (U-Tests,  $Z_{10} = 2,2$ ;  $p = 0,02$ ), nicht aber als Wiesen mit Randstruktur (t-test für verbundene Stichproben:  $t_{10} = -1,4$ ;  $p = 0,2$ ). Wie Abbildung 13 zeigt, liegt dies daran, dass zwar 3 der 6 Randstrukturen bienenreicher waren als die angrenzenden Wiesen, nicht aber die 3 anderen Randstrukturen. Demgegenüber war nur eine Wiese ohne Randstruktur wildbienenreicher als zwei Randstrukturen.

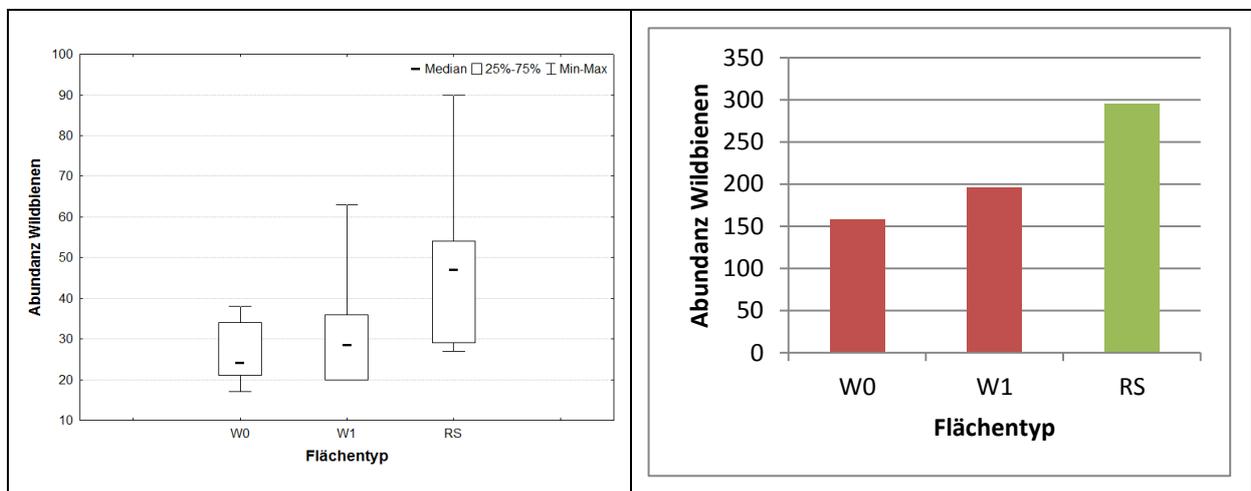


Abbildung 12 Abundanz der Wildbienen auf den verschiedenen Flächentypen; W0= Wiesen ohne angrenzende Randstruktur, W1= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, RS= Randstruktur (links: Box-Plot, rechts: Säulendiagramm)

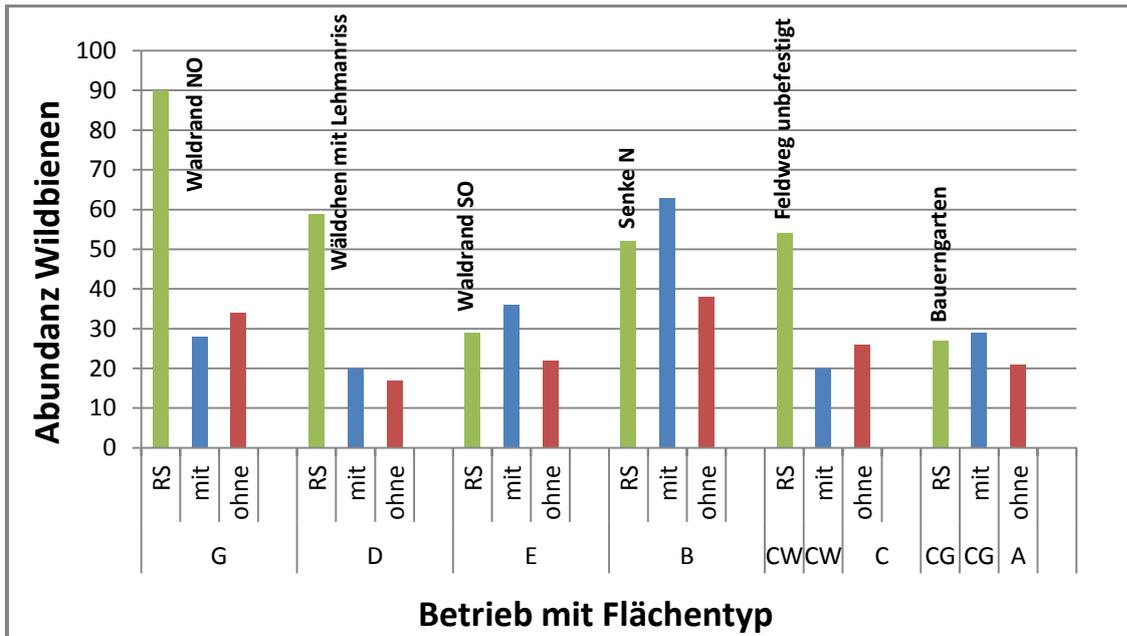


Abbildung 13 Abundanz der Wildbienen auf den verschiedenen Flächentypen, gegliedert nach Betrieb; RS=Randstruktur, mit= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, ohne= Wiesen ohne angrenzende Randstruktur

Anders verhielt es sich bei den Honigbienen (Abbildung 14 rechts). Diese waren in Summe auf den Wiesen mit angrenzender Randstruktur am häufigsten zu finden (834 Individuen), mit deutlichem Abstand gefolgt von den Wiesen ohne Randstruktur (567 Individuen). Am wenigsten Honigbienen wurden in den Randstrukturen gefangen (446 Individuen). Paarweiser Flächentypvergleich in den statistischen Analysen zeigt aber, dass aufgrund der großen Variabilität der Abundanz der Honigbienen innerhalb der drei Flächentypen (Abbildung 14 links) im Mittel die Flächentypen ähnlich reich an Honigbienen waren (W0-W1: t-test:  $t_{10} = -0,9$ ;  $p = 0,4$ ; W0-RS: t-test:  $t_{10} = 0,4$ ;  $p = 0,7$ ; W1-RS: t-test für abhängige Stichproben:  $t_5 = 1,26$ ;  $p = 0,3$ ).

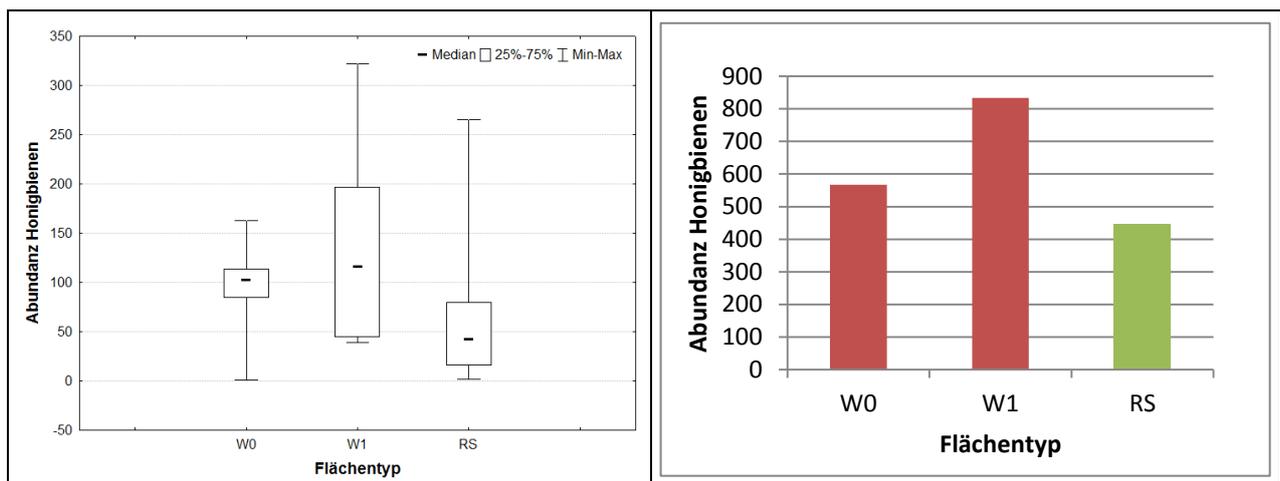


Abbildung 14 Abundanz der Honigbienen auf den verschiedenen Flächentypen; W0= Wiesen ohne Randstruktur, W1= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, RS=Randstruktur (links Box-Plot, rechts Säulendiagramm)

## Subtransekte

In den Wiesen ohne Randstruktur (Abbildung 15 links) wurden aufsummiert über die drei Begehungen im Schnitt ähnlich viele Wildbienen pro Subtransekt gefangen (7-9 Individuen; PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 2,3$ ,  $p = 0,2$ ). In Wiesen mit Randstruktur (Abbildung 15 rechts) wurden in den Randtransekten im Schnitt mit 12 Wildbienen fast doppelt so viele Individuen nachgewiesen als bei den Endtransekten (7). Bei Intertransekten wurden im Mittel 10 Individuen gezählt. Allerdings gab es bei Wiesen mit Randstrukturen auch eine Wiese, bei der außergewöhnlich viele Wildbienen auf dem End- sowie Intertransekt flogen, so dass insgesamt auch bei diesem Flächentyp die Subtransekte statistisch gesehen ähnlich bienenreich waren (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 0,3$ ,  $p = 0,7$ ).

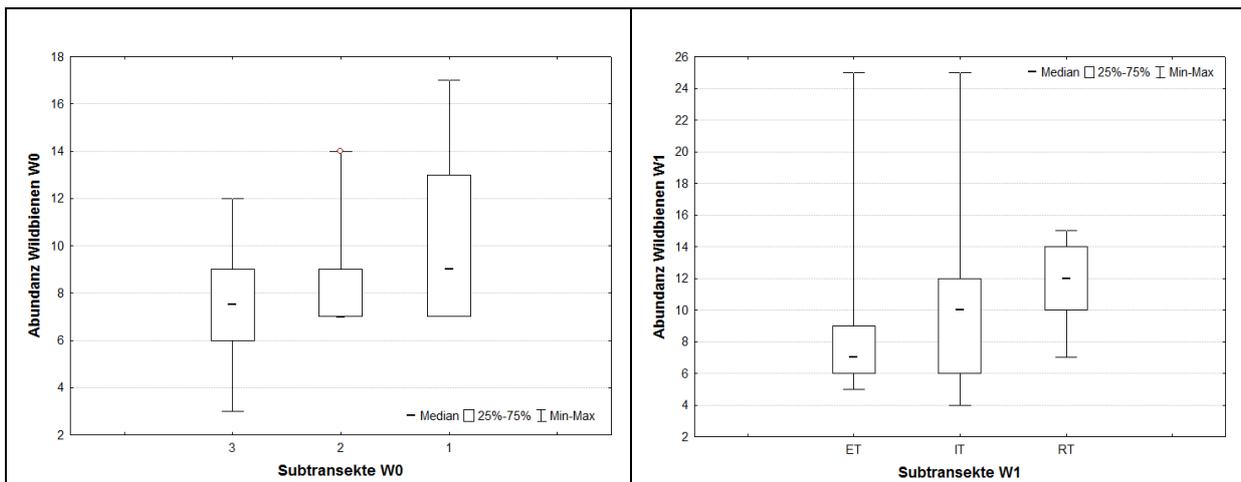


Abbildung 15 Abundanz der Wildbienen auf den Subtransekten; links Wiesen ohne Randstruktur (W0) x-Achse=Subtransekte 3-1; rechts Wiesen mit angrenzender Randstruktur (W1), ET=Endtransekt, IT=Intertransekt, RT=Randtransekt

Die Honigbienenindividuen verteilten sich sowohl in den Wiesen mit (im Mittel ca. 45 Individuen) als auch ohne Randstruktur (im Mittel ca. 40 Individuen) sehr ähnlich auf die Subtransekte (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} < 0,7$ ,  $p = 0,6$ ).

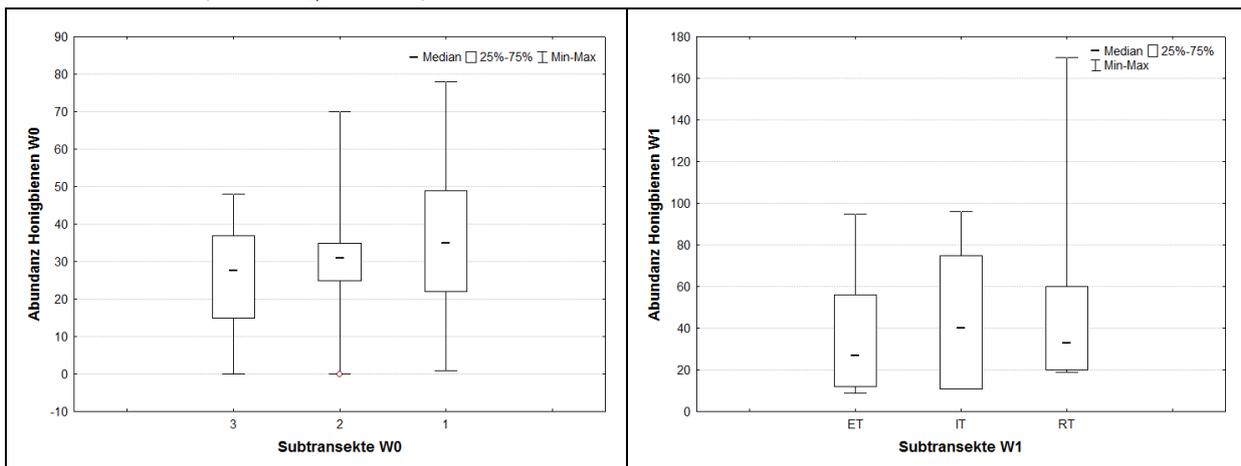


Abbildung 16 Abundanz der Honigbienen auf den Subtransekten; links Wiesen ohne Randstruktur (W0), x-Achse=Subtransekte 3-1; rechts Wiesen mit angrenzender Randstruktur (W1), ET=Endtransekt, IT=Intertransekt, RT=Randtransekt

## Bienenarten

Im Zuge der Erhebungen wurden insgesamt 64 Bienenarten festgestellt (Tabelle 3), 26% davon (17 Arten) verfolgen eine parasitische Lebensweise. Knapp 10% (7 Arten) sind Hummeln und bilden gemeinsam mit der Honigbiene den eusozial lebenden Anteil, wobei einige Furchen-/Schmalbienen auch dafür bekannt sind, eine soziale Lebensweise verfolgen zu können. 27 der Bienenarten wurden 2017 nicht nachgewiesen und sind somit neu für das Untersuchungsgebiet. Demgegenüber wurden 26 der 2017 nachgewiesenen Arten in dieser Erhebung nicht festgestellt.



Gebänderte Furchenbiene (*Halictus tumulorum*) auf Acker-Hundskamille (*Anthemis arvensis*)





## Flächentypen

An Randstrukturen wurden mit 49 Bienenarten insgesamt fast doppelt so viele Arten festgestellt als in Wiesen mit Randstruktur (27 Arten) und Wiesen ohne Randstruktur (29). In Wiesen wurden insgesamt 38 Bienenarten festgestellt (Abbildung 17 rechts, Abbildung 18). Diese Summendaten spiegeln sich auch in der mittleren Anzahl der Bienenarten auf den verschiedenen Flächentypen wider (Abbildung 17 links). So wurden im Schnitt in Wiesen ohne Randstruktur mit 12 Arten signifikant weniger Bienenarten als auf den Randstrukturen mit 16 Arten gemessen (t-test:  $t_{10} = -3,8$ ;  $p = 0,01$ ). In den Wiesen mit Randstruktur wurden weniger Bienenarten (10) als auf direkt angrenzenden Randstrukturen nachgewiesen (t-test für verbundene Stichproben:  $t_5 = -3,1$ ;  $p = 0,03$ ), während in beiden Wiesentypen annähernd gleich viele Arten gefangen wurden (10-12: t-test:  $t_{10} = 0,4$ ;  $p = 0,7$ ):

Insgesamt wurden auf allen drei Flächentypen Bienenarten gefangen, welche in keinem der anderen Wiesentypen zu finden waren: 7 Arten in Wiesen ohne Randstruktur, 7 Arten in Wiesen mit Randstruktur, 26 Arten auf Randstrukturen (Tabelle 3). Besonders auffallend war die hohe Zahl an Wespenbienenarten (*Nomada* spp.), allesamt parasitische Bienen, welche nur in Randstrukturen nachgewiesen werden konnten.

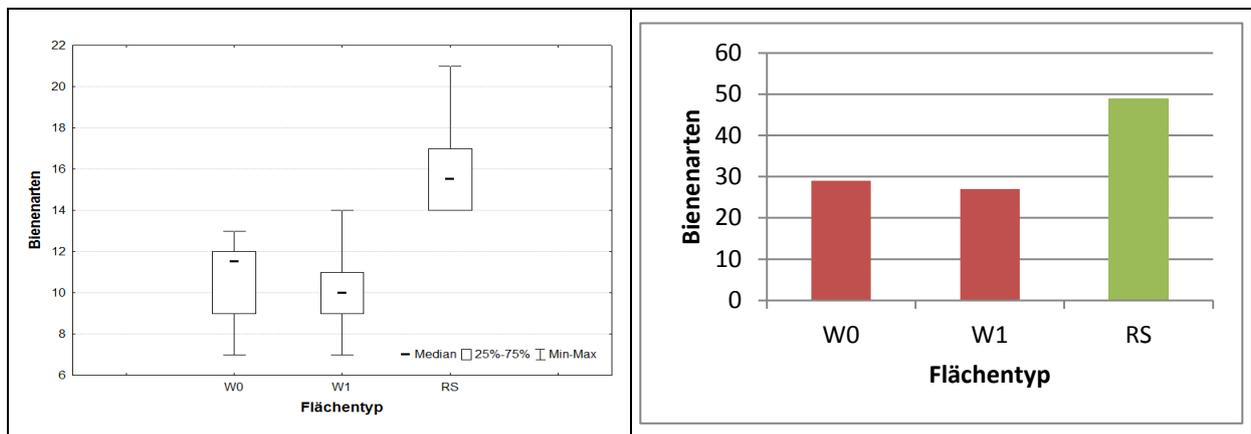


Abbildung 17 Bienenartenzahl auf den verschiedenen Flächentypen; W0= Wiesen ohne Randstruktur, W1= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, RS=Randstruktur (links Box-Plot, rechts Säulendiagramm)

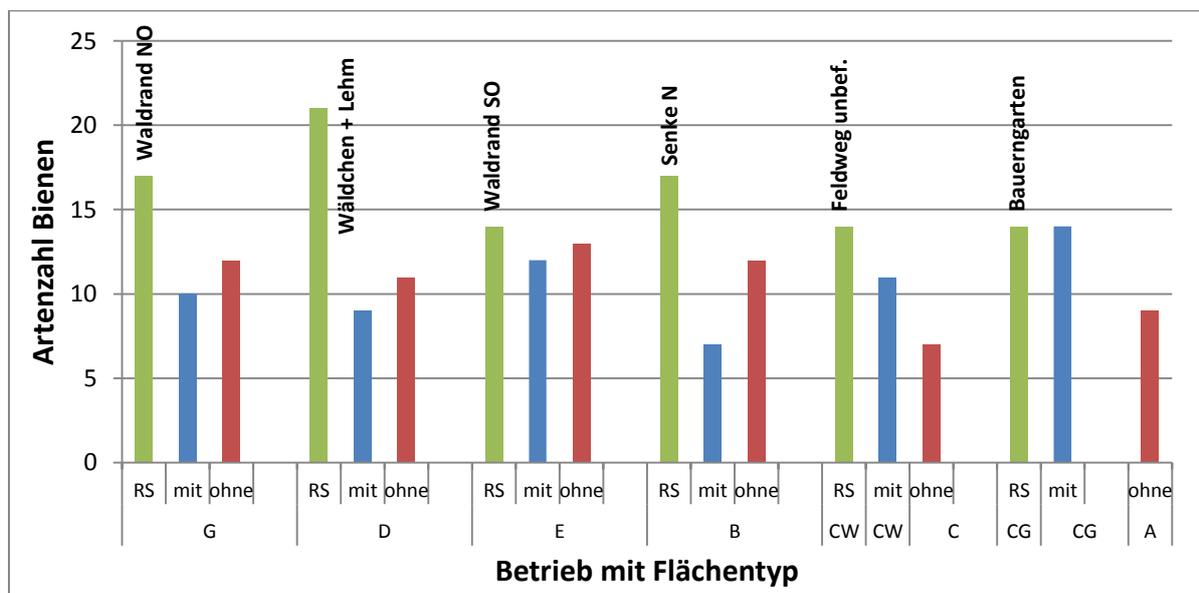


Abbildung 18 Artenzahl der Bienen auf den verschiedenen Flächentypen, gegliedert nach Betrieb; RS=Randstruktur, mit= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, ohne= Wiesen ohne angrenzende Randstruktur

## Subtransekte

Auf Wiesen ohne Randstruktur gibt es insgesamt signifikante Unterschiede in der Bienenartenzahl zwischen den Subtransekten (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 8,4$ ,  $p = 0,01$ ). So wurden im Mittel in den Subtransekten 1 mehr Bienenarten gefangen als in den Subtransekten 2 und 3. Auf Wiesen mit Randstruktur wurden in den verschiedenen Subtransekten ähnlich viele Bienenarten gefangen (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 3,6$ ,  $p = 0,06$ ).

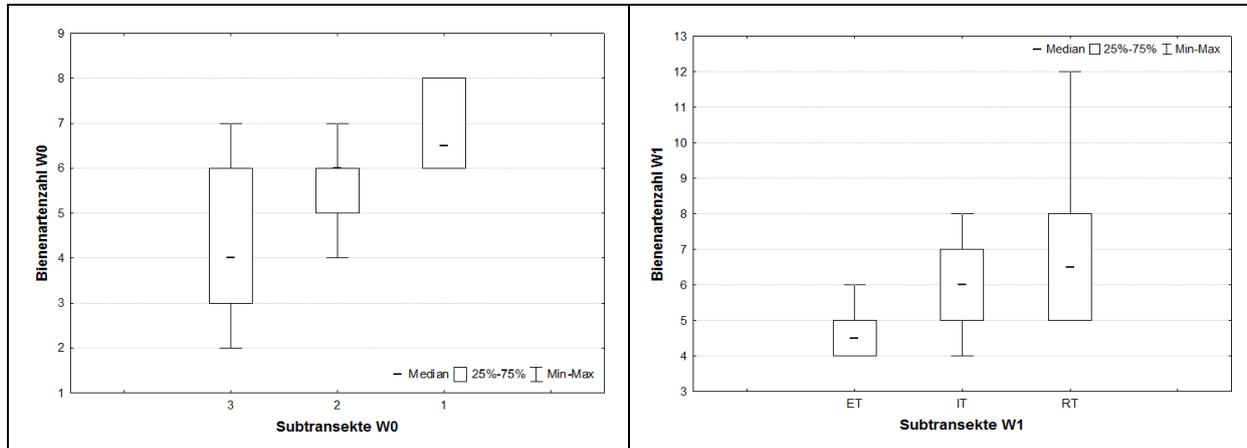


Abbildung 19 Anzahl der Bienenarten auf den Subtransekten; links Wiesen ohne Randstruktur (W0), x-Achse=Subtransekte 3-1; rechts Wiesen mit angrenzender Randstruktur (W1), ET=Endtransekt, IT=Intertransekt, RT=Randtransekt

## Diversitätsanalysen

Bei den Berechnungen zur  $\alpha$ -Diversität (Shannon-Index) sowie der Evenness wurden Honigbienen exkludiert, um das Ergebnis aufgrund der hohen Abundanzen dieser Art nicht zu verfälschen.

### Flächentypen (Abbildung 20)

Die Analysen ergaben, dass Wiesenflächen mit und ohne Randstrukturen sich nicht in der  $\alpha$ -Diversität der Wildbienen unterscheiden (t-test):  $t_{10} = 0,6$ ;  $p = 0,6$ ). Ebenso war die Diversität von Wiesen mit Randstrukturen und der dazugehörigen Randstrukturen selbst nicht signifikant verschieden (t-test verbundene Stichproben):  $t_5 = -2,1$ ;  $p = 0,1$ ). Doch der Vergleich von strukturlosen Wiesenflächen und Randstrukturen zeigt einen signifikanten Unterschied in der Wildbienendiversität auf (t-test:  $t_{10} = 3,5$ ;  $p = 0,01$ ). Randstrukturen waren diverser als die Wiesen ohne Randstruktur.

Zur Interpretation der  $\alpha$ -Diversitätsanalysen berechnet man immer das zugehörige Verteilungsmaß (Evenness) mit, da die  $\alpha$ -Diversität sensibel auf die Artenzahl sowie die Aqutität reagiert. Die Tests zeigen, dass an allen untersuchten Flächen die Verteilung der Bienenindividuen auf die einzelnen Arten ähnlich ist (W0-W1: U-test,  $Z_{10} = -1,0$ ;  $p = 0,3$ ; W0-RS: t-test,  $t_{10} = 0,5$ ;  $p = 0,7$ ; W1-RS: t-test für verbundene Stichproben,  $t_5 = -1,5$ ;  $p = 0,2$ ) und die obigen Unterschiede in der  $\alpha$ -Diversität nicht durch ein Ungleichgewicht in der Individuenzahl pro Art zustande gekommen sind.

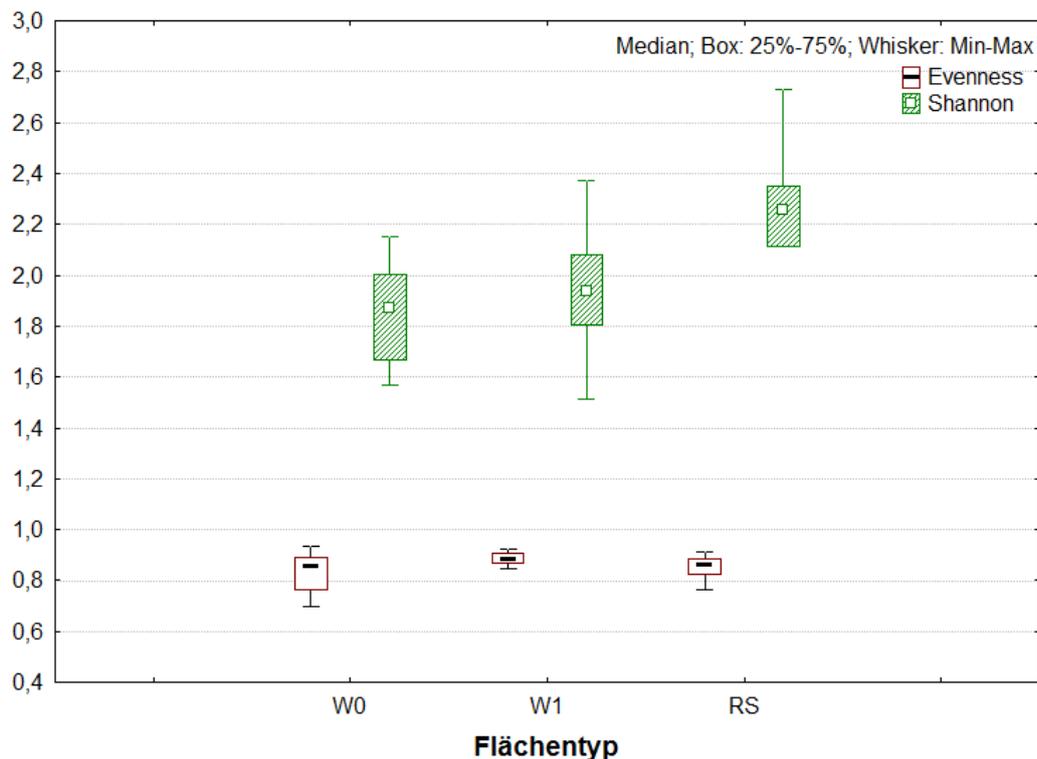


Abbildung 20  $\alpha$ -Diversität (Shannon) & Aqutät (Evenness) für Wildbienen auf den verschiedenen Flächentypen, W0= Wiesen ohne Randstruktur, W1= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, RS=Randstruktur

## Subtransekte

Bei Wiesen ohne Randstruktur (Abbildung 21 links) war die Diversität auf Subtransekten 1 signifikant höher als auf den anderen Subtransekten (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 5,2$ ,  $p = 0,02$ ; Subtr. 3-1  $\text{pseudo}F_{2,10} = 2,7$ ,  $p = 0,046$ ; Subtr.1-2  $\text{pseudo}F_{2,10} = 3,0$ ,  $p = 0,03$ ). Keinen Unterschied gab es in der Diversität zwischen den Subtransekten 2 und 3 (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 1,7$ ,  $p = 0,2$ ).

Bei Wiesen mit Randstrukturen ist dieser Effekt graphisch auch angedeutet (Abbildung 21 rechts), hier ist der Effekt aber gerade nicht signifikant (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 4,2$ ,  $p = 0,05$ ).

Weder auf Wiesen ohne Randstruktur (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 1,1$ ,  $p = 0,4$ ) noch auf solchen mit Randstruktur (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 0,6$ ,  $p = 0,6$ ) zeigten sich Unterschiede in der Evenness der einzelnen Subtransekte (Abbildung 21).

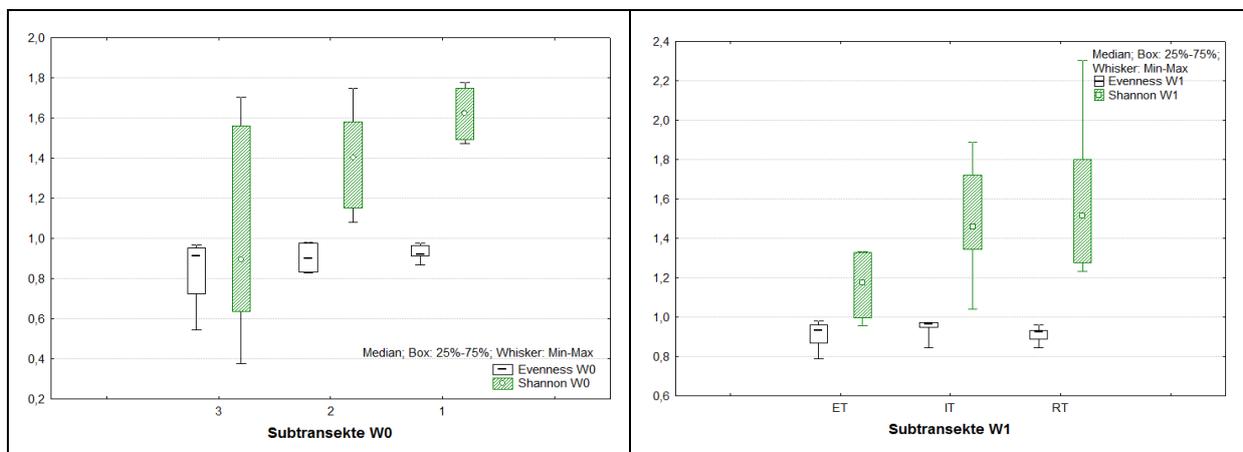
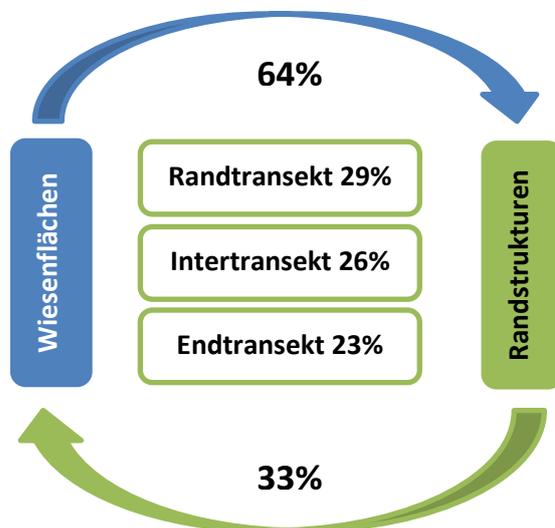


Abbildung 21  $\alpha$ -Diversität (Shannon) & Aequität (Evenness) für Wildbienen auf den Subtransekten; links Wiesen ohne Randstruktur (W0), x-Achse=Subtransekte 3-1; rechts Wiesen mit angrenzender Randstruktur (W1), ET=Endtransekt, IT=Intertransekt, RT= Randtransekt

## Vergleich Bienengemeinschaften: Randstrukturen vs. angrenzende Wiesen

Sehr interessante Ergebnisse lieferte eine Analyse zum Vergleich der Bienengemeinschaften von Wiesenflächen mit den daran angrenzenden Randstrukturen. Es zeigte sich, dass insgesamt ein Großteil der in Wiesen vorkommenden Bienenarten auch an den Randstrukturen zu finden ist, aber im Gegenzug dazu durchschnittlich nur circa ein Drittel der „Randstrukturbiene“ in den Wiesenflächen geflogen ist (Schema 2). Der Trend, dass mehr Wiesenbienen in den Randstrukturen gefangen wurden als umgekehrt, ist einheitlich über alle Betriebe aufgetreten. Allerdings mit zum Teil beachtlichen Variationen. So wurden bei Betrieb D 89% der in Wiesen gefangenen Bienenarten auch in der Randstruktur gefunden, aber nur 38% der in der Randstruktur vorkommenden Bienenarten auch in den Wiesen. Bei Betrieb E dagegen wurde mit 55% der „Wiesenbienen“ in Randstrukturen ähnlich viele (43%) der „Randstrukturbiene“ in der angrenzenden Wiese gefangen (Tabelle 4).



Schema 2 Vergleich der Bienengesellschaften zwischen Randstrukturen und ihren angrenzenden Wiesenflächen (angegeben sind Durchschnittswerte)

Tabelle 4 Vergleich der Bienengesellschaften zwischen Randstrukturen und daran angrenzenden Wiesenflächen (Gesamtransekt sowie Subtransekte)

|                                |               | Betrieb B          | Betrieb CG         | Betrieb CW         | Betrieb D          | Betrieb E          | Betrieb G          |
|--------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| % Wiesenbienen in Randstruktur |               | 71% (von 7 Arten)  | 50% (von 14 Arten) | 73% (von 11 Arten) | 89% (von 9 Arten)  | 55% (von 11 Arten) | 44% (von 9 Arten)  |
| % Randstrukturbiene in Wiesen  | Randtransekt  | 24%                | 41%                | 29%                | 24%                | 36%                | 18%                |
|                                | Intertransekt | 29%                | 29%                | 29%                | 29%                | 21%                | 18%                |
|                                | Endtransekt   | 24%                | 18%                | 29%                | 14%                | 29%                | 24%                |
|                                | Gesamtransekt | 29% (von 17 Arten) | 7% (von 14 Arten)  | 57% (von 14 Arten) | 38% (von 21 Arten) | 43% (von 14 Arten) | 24% (von 17 Arten) |

# Pflanzendiversität & Abundanz

## Blütenpflanzenarten

### Flächentypen

Insgesamt wurden auf den Flächen 74 Blütenpflanzenarten gefunden.

Die Auswertung zeigt, dass Randstrukturen nicht nur in Summe die meisten Blütenpflanzenarten aufwiesen, sondern auch, dass viele davon ausschließlich dort vorkamen (Abbildung 22 rechts, Tabelle 5). In Wiesenflächen generell wurden weniger als die Hälfte der Arten gefunden (Abbildung 22 rechts).

Dies zeigte sich auch in der statistischen Auswertung sowie den Box-Plots (Abbildung 22 links). Die beiden Wiesentypen (W1 & W0) waren sich im Mittel sehr ähnlich (t-test:  $t_{10} = 0,0$ ;  $p = 1,0$ ). Randstrukturen hingegen waren deutlich reicher an Blütenpflanzenarten als Wiesen ohne Randstruktur (t-test:  $t_{10} = -2,8$ ;  $p = 0,02$ ) sowie angrenzende Wiesenflächen (t-test für verbundene Stichproben:  $t_5 = -6,8$ ;  $p = 0,04$ ).

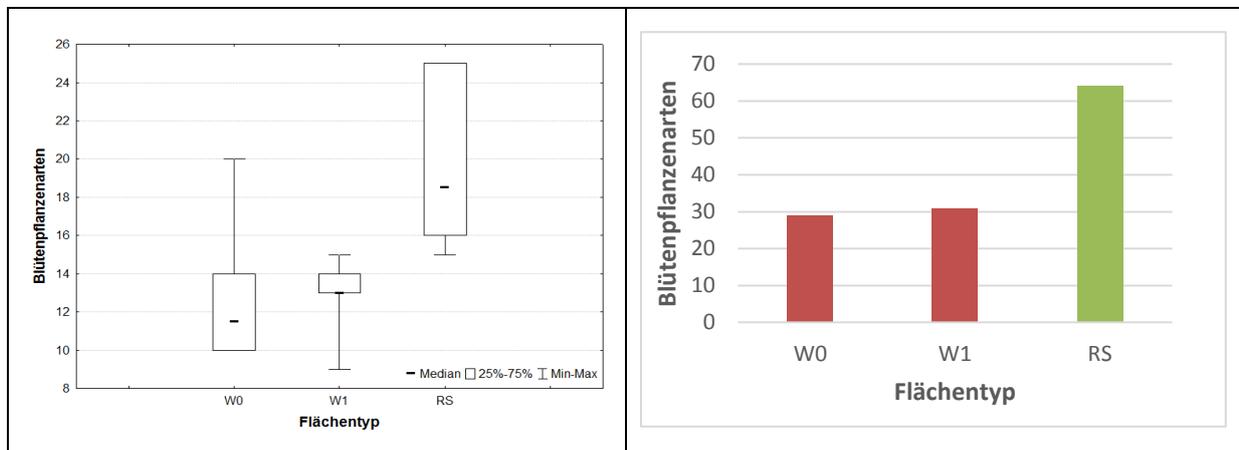


Abbildung 22 Anzahl der Blütenpflanzenarten auf den verschiedenen Flächentypen, W0= Wiesen ohne Randstruktur, W1= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, RS=Randstruktur (links Box-Plot, rechts Säulendiagramm)

### Subtransekte

Die Subtransekte der Wiesen ohne Randstruktur (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 0,36$ ,  $p = 0,7$ ) sowie der Wiesen mit angrenzenden Randstrukturen (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 0,14$ ,  $p = 0,9$ ) hatten im Schnitt eine ähnliche Anzahl an Blütenpflanzenarten, mit einer großen Variabilität zwischen den Wiesen (Abbildung 23).

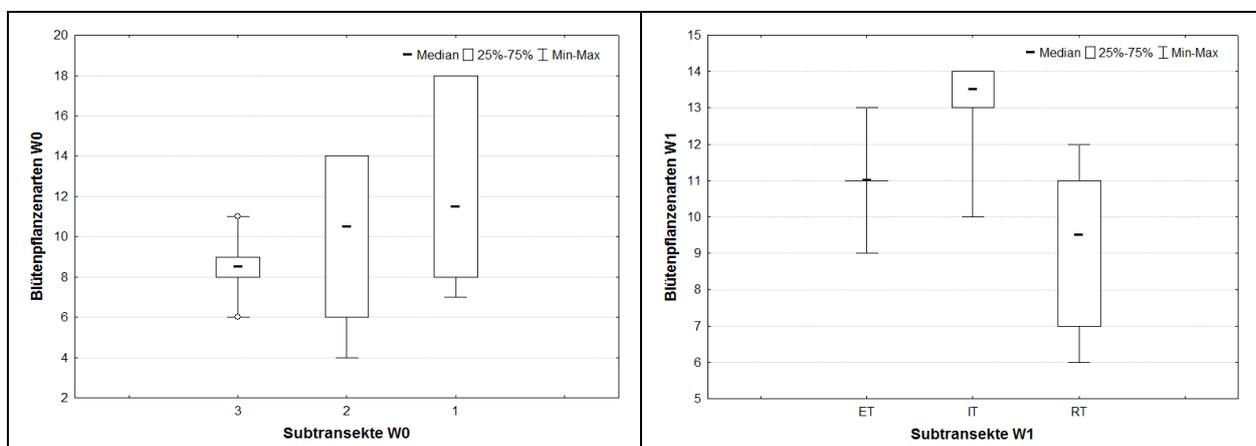


Abbildung 23 Anzahl der Blütenpflanzenarten auf den Subtransekten; links Wiesen ohne Randstruktur (W0), x-Achse=Subtransekte 3-1; rechts Wiesen mit angrenzender Randstruktur (W1), ET=Endtransekt, IT=Intertransekt, RT=Randtransekt

# Blütenabundanz

## Flächentypen

Wiesenflächen wiesen in Summe fast doppelt so viele Blüten auf als die Randstrukturen (Abbildung 24 rechts). Wie bei der Anzahl der Pflanzenarten, waren sich die Wiesenflächen (W1 & W0) im Mittel (Abbildung 24 links) auch in ihrer Blütenzahl recht ähnlich (t-test):  $t_{10} = -0,54$ ;  $p = 0,6$ ). Aufgrund der großen Variabilität in der Abundanz der Blüten/Blütenstände in Wiesen ohne Randstruktur, unterschied sich dieser Flächentyp in diesem Merkmal im Schnitt nicht von den Randstrukturen (t-test:  $t_{10} = 1,8$ ;  $p = 0,1$ ). Randstrukturen waren aber im Mittel blütenärmer als daran angrenzende Wiesenflächen (t-test für verbundene Stichproben:  $t_5 = 4,8$ ;  $p = 0,01$ ).

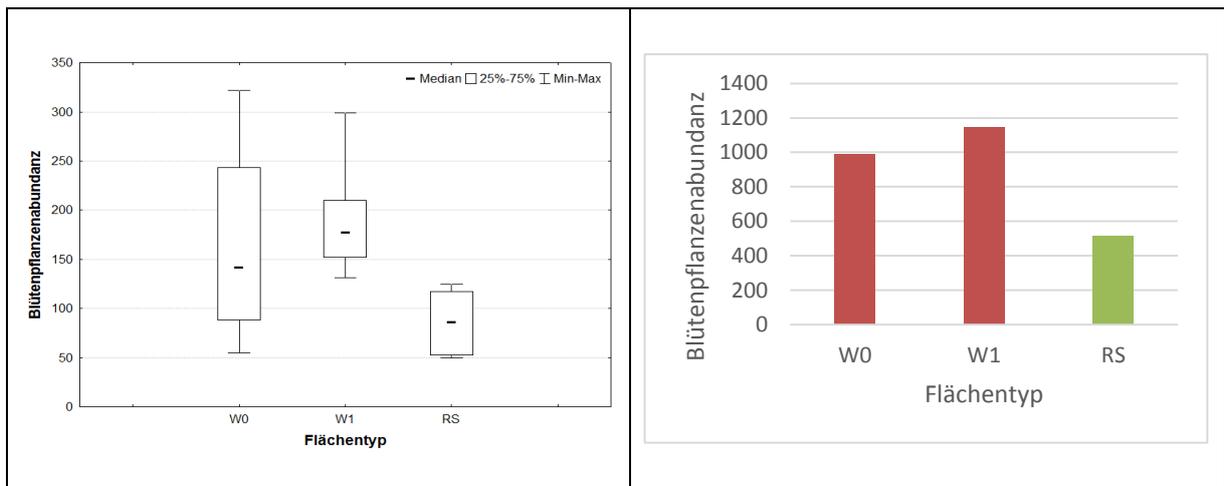


Abbildung 24 Abundanz der Blüten/Blütenstände (Summe der Abundanzkategorien der einzelnen Arten) auf den Flächentypen, W0= Wiesen ohne Randstruktur, W1= Wiesen mit angrenzender Randstruktur, RS= Randstruktur (links Box-Plot, rechts Säulendiagramm)

## Subtransekte

In den Subtransekten der Wiesen ohne (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 1,35$ ,  $p = 0,3$ ) und mit Randstrukturen (PERMANOVA:  $\text{pseudo}F_{2,10} = 0,6$ ,  $p = 0,6$ ) war die Abundanz der Blüten/Blütenstände sehr ähnlich (Abbildung 25).

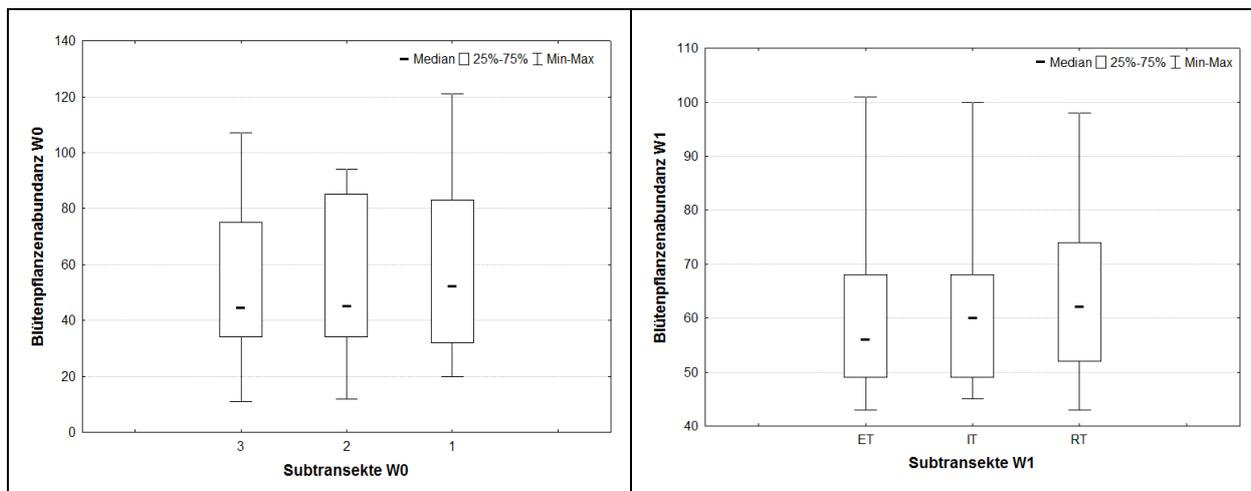


Abbildung 25 Abundanz der Blüten/Blütenstände (Summe der Abundanzkategorien der einzelnen Arten) auf den Subtransekten, links Wiesen ohne Randstruktur, (W0) x-Achse=Subtransekte 3-1; rechts Wiesen mit angrenzender Randstruktur (W1), ET=Endtransekt, IT=Intertransekt, RT= Randtransekt

Tabelle 5 Blütenpflanzen-Artentabelle, Anzahl der Blüten/Blütenstände (Abundanzkategorien, aufsummiert über die Begehungen) pro Art, untergliedert in Flächentyp (Randstruktur, RS, grün; Wiesen mit Randstruktur, rot; Wiesen ohne Randstruktur, blau), Subtransekte (ET: Endtransekt, IT: Intertransekt, RT: Randtransekt; 3-1: Subtransekte der Wiesen ohne Randstruktur) und Betriebe, A=Schweighofer F&B, B= Schweighofer F&E, C = Leikermoser (Randstruktur-Untergliederung: CW Weg, CG=Bauergarten), D= Rillingler, E= Stöllinger, G=Lechner, farblich hervorgehoben sind exklusive Arten für die verschiedenen Flächentypen

| Blütenpflanzenarten      | Subtransekt | Landwirt                | <i>Achillea millefolium</i> | <i>Ajuga reptans</i> | <i>Alchemilla sp.</i> | <i>Allium schoenoprasum</i> | <i>Anthemis arvensis</i> | <i>Anthriscus sylvestris</i> | <i>Apiaceae sp.</i> | <i>Armoracia rusticana</i> | <i>Bellis perennis</i> | <i>Bistorta officinalis</i> | <i>Borago officinalis</i> | <i>Campanula patula</i> | <i>Capsella bursa-pastoris</i> | <i>Cardamine pratensis</i> | <i>Carum carvi</i> | <i>Centaurea jacea</i> |   |
|--------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------|---|
|                          |             |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        |                             |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
| Wiesen ohne Randstruktur | 3           | A                       |                             | 3                    |                       |                             |                          | 3                            |                     |                            | 4                      |                             |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | B                       | 4                           | 3                    |                       |                             |                          |                              |                     |                            | 8                      |                             |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | C                       | 2                           | 5                    |                       |                             |                          |                              | 4                   |                            |                        | 9                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | D                       |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     | 2                          |                        | 14                          |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | E                       |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 1                           |                           |                         |                                | 1                          |                    |                        |   |
|                          |             | G                       | 4                           |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 5                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | 2                       | A                           |                      | 2                     |                             |                          |                              | 4                   |                            |                        |                             | 2                         |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | B           |                         | 4                           | 3                    |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 10                          |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | C           |                         | 3                           |                      |                       |                             |                          |                              | 4                   |                            |                        | 8                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | D           |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     | 2                          |                        | 14                          |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | E           |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        |                             |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | G           |                         | 4                           |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 5                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | 1           |                         | A                           |                      |                       |                             |                          |                              |                     | 2                          |                        |                             | 3                         |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | B                       | 4                           | 3                    |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 10                          |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | C                       | 2                           | 5                    |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 8                           |                           |                         |                                |                            | 3                  |                        |   |
|                          |             | D                       |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     | 2                          |                        | 12                          |                           |                         |                                | 1                          |                    |                        |   |
|                          |             | E                       | 3                           |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        |                             |                           |                         |                                |                            | 2                  |                        |   |
|                          |             | G                       | 4                           |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 5                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          |             | Wiesen mit Randstruktur | ET                          | B                    | 8                     |                             |                          |                              |                     | 4                          |                        |                             |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | CG          |                         |                             | 7                    |                       |                             |                          |                              | 5                   |                            |                        | 6                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        | 7 |
|                          | CW          |                         |                             | 5                    | 2                     |                             |                          |                              |                     | 2                          |                        |                             | 5                         |                         |                                |                            |                    |                        |   |
| D                        |             |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 6                           |                           |                         |                                |                            |                    | 6                      |   |
| E                        |             |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 10                          |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
| G                        |             |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 5                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
| IT                       | B           |                         |                             | 9                    |                       |                             |                          |                              |                     | 5                          |                        |                             |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | CG          |                         | 7                           |                      |                       |                             |                          |                              | 3                   |                            |                        | 6                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        | 7 |
|                          | CW          |                         | 4                           | 2                    |                       |                             |                          |                              | 2                   |                            |                        | 5                           |                           |                         | 1                              |                            |                    |                        |   |
|                          | D           |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 6                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        | 6 |
|                          | E           |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 8                           |                           |                         |                                |                            | 4                  |                        |   |
|                          | G           |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 7                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | RT          |                         | B                           | 8                    | 2                     |                             |                          |                              |                     | 3                          |                        |                             | 6                         |                         |                                |                            |                    |                        |   |
| CG                       |             |                         | 7                           |                      |                       |                             |                          |                              | 2                   |                            |                        | 6                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        | 5 |
| CW                       |             |                         | 2                           |                      |                       |                             |                          |                              | 2                   |                            |                        | 5                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
| D                        |             |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 8                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        | 6 |
| E                        |             |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 9                           |                           |                         |                                |                            | 5                  |                        |   |
| G                        |             |                         |                             |                      |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 7                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
| Randstrukturen           |             |                         | RS                          | B                    |                       | 6                           | 4                        |                              |                     |                            |                        |                             |                           |                         |                                | 1                          |                    |                        |   |
|                          | CG          |                         |                             |                      | 3                     |                             | 6                        |                              |                     |                            | 6                      | 6                           |                           | 9                       |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | CW          |                         |                             | 5                    | 4                     |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 6                           |                           |                         |                                |                            |                    |                        |   |
|                          | D           | 4                       |                             | 2                    |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 8                           |                           |                         | 11                             |                            |                    |                        | 3 |
|                          | E           | 2                       |                             | 1                    |                       |                             |                          |                              |                     |                            |                        | 5                           | 2                         |                         |                                | 10                         | 1                  |                        |   |
|                          | G           |                         |                             |                      |                       |                             |                          | 1                            |                     |                            |                        | 1                           |                           |                         |                                | 2                          |                    |                        |   |

| Pflanzenarten            | Subtransekt | Landwirt | <i>Cerastium arvense</i> | <i>Cerastium holosteoides</i> | <i>Cerestium arvense</i> | <i>Chelidonium majus</i> | <i>Circoea lutetiana</i> | <i>Cirsium sp.</i> | <i>Cirsium vulgare</i> | <i>Crepis biennis</i> | <i>Erysimum sp.</i> | <i>Fragaria vesca</i> | <i>Galeopsis speciosa</i> | <i>Galinsoga parviflora</i> | <i>Galium album</i> | <i>Galium sp.</i> | <i>Geranium robertianum</i> | <i>Glechoma hederacea</i> | <i>Heracleum sphondylium</i> | <i>Impatiens noli-tangere</i> | <i>Inula sp.</i> | <i>Knautia arvense</i> |   |  |
|--------------------------|-------------|----------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|---|--|
|                          |             |          |                          |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
| Wiesen ohne Randstruktur | 3           | A        |                          |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          |             | B        | 10                       |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 3                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 10                            |                  |                        |   |  |
|                          |             | C        | 8                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 2                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           | 4                            | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | D        | 3                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | E        |                          |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     | 1                 |                             |                           | 4                            | 3                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | G        | 6                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          | 2           | A        |                          |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          |             | B        | 10                       |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 3                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 10                            |                  |                        |   |  |
|                          |             | C        | 8                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           | 4                            | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | D        | 3                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | E        |                          |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           | 4                            | 5                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | G        | 6                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          | 1           | A        |                          |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          |             | B        | 10                       |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 10                            |                  |                        |   |  |
|                          |             | C        | 8                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 1                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           | 4                            | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | D        | 3                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 4                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | E        |                          | 3                             |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           | 6                            | 6                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | G        | 6                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
| Wiesen mit Randstruktur  | ET          | B        | 4                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 2                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 7                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | CG       | 8                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 6                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 6                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | CW       | 4                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | D        |                          |                               | 4                        |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | E        | 2                        | 5                             |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     | 10                |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | G        | 4                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          | IT          | B        | 3                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 2                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 7                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | CG       | 8                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 6                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 7                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | CW       | 4                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | D        |                          |                               | 4                        |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | E        | 2                        | 6                             |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     | 10                |                             |                           | 3                            | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | G        | 4                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          | RT          | B        |                          |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 4                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 7                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | CG       | 8                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 5                     |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 8                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | CW       | 4                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   | 10                          |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | D        |                          |                               | 4                        |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | E        | 2                        | 5                             |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     | 10                |                             |                           | 5                            | 2                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | G        | 3                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
| Randstrukturen           | RS          | B        | 1                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 3                     |                     | 2                     |                           |                             |                     | 1                 |                             |                           |                              |                               |                  | 3                      |   |  |
|                          |             | CG       |                          |                               |                          | 5                        |                          |                    |                        | 3                     |                     |                       |                           |                             |                     | 2                 |                             |                           | 3                            |                               |                  |                        | 3 |  |
|                          |             | CW       | 4                        |                               |                          |                          |                          |                    |                        | 3                     |                     |                       |                           |                             |                     | 3                 |                             |                           |                              | 7                             |                  |                        | 2 |  |
|                          |             | D        |                          |                               |                          |                          |                          |                    | 3                      |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              |                               |                  |                        |   |  |
|                          |             | E        |                          | 2                             |                          |                          |                          |                    |                        |                       |                     |                       |                           |                             |                     |                   |                             |                           |                              | 6                             |                  |                        |   |  |
|                          |             | G        | 1                        |                               |                          |                          | 6                        |                    | 3                      | 1                     | 6                   |                       |                           | 6                           | 6                   |                   |                             | 3                         | 6                            |                               | 13               |                        |   |  |



| Pflanzenarten            | Subtransekt | Landwirt | Scabiosa columbaria | Silene dioica | Silene flos-cuculi | Solanum tuberosum | Stachys sp. | Stellaria sp. | Taraxacum officinale | Thymus officinalis | Trifolium pratense | Trifolium repens | Valeriana officinalis | Verbena officinalis | Veronica chamaedrys | Veronica filiformis | Veronica peregrina | Veronica persica | Veronica sp. | Vicia cracca | Vicia sepia |   |   |
|--------------------------|-------------|----------|---------------------|---------------|--------------------|-------------------|-------------|---------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|-------------|---|---|
|                          |             |          |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    |                    |                  |                       |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
| Wiesen ohne Randstruktur | 3           | A        |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    | 4                  | 9                |                       |                     | 3                   |                     |                    |                  |              |              |             | 2 |   |
|                          |             | B        |                     |               |                    |                   |             |               | 5                    |                    | 6                  | 5                |                       |                     | 1                   |                     |                    |                  |              |              |             |   | 1 |
|                          |             | C        |                     | 1             |                    |                   |             |               |                      | 7                  |                    | 15               | 13                    |                     |                     | 4                   | 9                  |                  |              | 6            | 2           |   |   |
|                          |             | D        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 3                  |                    |                  | 9                     |                     |                     | 2                   |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | E        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 1                  |                    |                  |                       |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | G        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 6                  |                    | 4                | 14                    |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          | 2           | A        |                     | 1             | 1                  |                   |             |               |                      |                    |                    | 6                | 5                     |                     |                     | 4                   |                    |                  |              |              |             |   | 2 |
|                          |             | B        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 5                  |                    | 8                | 9                     |                     |                     | 1                   |                    |                  |              |              |             |   | 1 |
|                          |             | C        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 7                  |                    | 17               | 14                    |                     |                     | 3                   | 7                  |                  |              | 3            | 2           |   |   |
|                          |             | D        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 3                  |                    |                  | 9                     |                     |                     | 2                   |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | E        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 1                  |                    |                  |                       |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | G        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 6                  |                    | 6                | 14                    |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          | 1           | A        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 3                  |                    |                  | 6                     |                     |                     | 2                   |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | B        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 6                  |                    | 9                | 9                     |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   | 1 |
|                          |             | C        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 9                  |                    | 17               | 15                    |                     |                     | 4                   | 9                  |                  |              | 6            | 2           |   |   |
|                          |             | D        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 3                  |                    |                  | 12                    |                     |                     | 2                   |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | E        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 3                  |                    | 4                |                       |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | G        |                     | 2             |                    |                   |             |               |                      | 6                  |                    | 5                | 14                    |                     |                     |                     |                    |                  | 6            |              |             |   |   |
| Wiesen mit Randstruktur  | ET          | B        |                     |               |                    |                   |             |               | 2                    |                    | 5                  | 2                |                       |                     | 4                   |                     |                    |                  |              |              |             | 3 |   |
|                          |             | CG       |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    | 12                 | 15               |                       |                     | 5                   |                     | 4                  |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | CW       |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 5                  |                    | 11               | 14                    |                     |                     | 6                   |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | D        |                     |               | 1                  |                   |             |               |                      | 2                  |                    | 2                | 17                    |                     |                     | 3                   |                    |                  |              |              |             |   | 3 |
|                          |             | E        |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    | 4                  | 4                |                       |                     |                     |                     |                    |                  | 4            |              |             |   |   |
|                          |             | G        |                     |               |                    |                   |             | 2             |                      | 5                  |                    | 2                | 19                    |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          | IT          | B        |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    |                    | 5                | 2                     | 2                   |                     | 3                   |                    |                  |              |              |             |   | 4 |
|                          |             | CG       |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    |                    | 12               | 15                    |                     |                     | 5                   |                    | 4                |              |              |             |   |   |
|                          |             | CW       |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 5                  |                    | 11               | 14                    |                     |                     | 6                   |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | D        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 2                  |                    | 2                | 14                    |                     |                     | 3                   |                    |                  |              |              |             |   | 3 |
|                          |             | E        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 2                  |                    | 4                | 7                     |                     |                     |                     |                    |                  | 3            |              |             |   |   |
|                          |             | G        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 6                  |                    | 2                | 19                    |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
| RT                       | B           |          |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    | 9                  | 2                |                       |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             | 4 |   |
|                          | CG          |          |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    | 12                 | 16               |                       |                     | 5                   |                     | 4                  |                  |              |              |             |   |   |
|                          | CW          |          |                     |               |                    |                   |             |               | 5                    |                    | 11                 | 15               |                       |                     | 6                   |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          | D           |          |                     |               |                    |                   |             |               |                      |                    | 2                  | 13               |                       |                     | 3                   |                     |                    |                  |              |              |             | 3 |   |
|                          | E           |          |                     |               |                    |                   |             |               | 3                    |                    | 4                  | 7                |                       |                     |                     |                     |                    | 3                |              |              |             |   |   |
|                          | G           |          |                     |               |                    |                   |             |               | 6                    |                    | 4                  | 20               |                       |                     |                     |                     |                    | 1                |              |              |             |   |   |
| Randstrukturen           | RS          | B        |                     | 1             |                    |                   |             |               | 3                    |                    | 1                  | 1                |                       |                     | 2                   |                     |                    |                  |              |              |             | 1 |   |
|                          |             | CG       |                     |               |                    | 4                 | 2           |               |                      |                    | 11                 |                  |                       |                     | 5                   | 4                   | 4                  |                  |              |              |             | 4 |   |
|                          |             | CW       | 2                   |               |                    |                   |             |               |                      |                    | 5                  | 11               |                       |                     |                     | 5                   | 3                  |                  | 3            |              |             |   |   |
|                          |             | D        |                     |               |                    |                   |             |               |                      | 5                  |                    |                  |                       |                     |                     | 3                   |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | E        |                     | 4             |                    |                   |             |               |                      | 1                  |                    |                  | 4                     |                     |                     |                     |                    |                  |              |              |             |   |   |
|                          |             | G        |                     | 5             |                    |                   |             |               | 4                    | 4                  |                    | 3                | 12                    |                     |                     |                     |                    |                  | 2            |              |             |   |   |

## Korrelationsanalysen

Siehe Abbildung 26

Die Analyse einer möglichen Beziehung zwischen Bienenarten und Blütenpflanzenarten zeigt, dass tendenziell bei höherer Anzahl an Blütenpflanzenarten auch mehr Bienenarten bei den Begehungen gefunden wurden (Spearman:  $R=0,47$ ,  $p=0,05$ ). Bei zunehmender Blütenabundanz nahm die Anzahl an Bienenarten allerdings ab (Spearman:  $R=-0,52$ ,  $p=0,03$ ). Für die höchsten Pflanzenabundanzwerte waren Kleearten (Rot- & Weißklee) sowie der Hahnenfuß (*Ranunculus acris*) verantwortlich, welche in diesen Fällen dominant auf den Wiesen waren. Eine positive Korrelation wurde bei der Anzahl an Wildbienen und der Anzahl an Blütenpflanzenarten gefunden (Spearman:  $R=0,5$ ,  $p=0,02$ ). Das bedeutet, dass bei zunehmender Anzahl an Blütenpflanzenarten mehr Wildbienen gefangen wurden. Die Menge an Blüten hatte hingegen keinen Effekt auf die Anzahl der Wildbienen (Spearman:  $R=0,2$ ;  $p=0,4$ ). Das Gegenteil war für die Honigbienen der Fall. Deren Abundanz war unabhängig von der Zahl an Pflanzenarten (Spearman:  $R=-0,2$ ;  $p=0,4$ ), aber positiv abhängig von der Menge an Blüten (Spearman:  $R=0,5$ ;  $p=0,03$ ). Das bedeutet, dass bei einem größeren Blütenangebot auch mehr Honigbienen gefangen wurden.

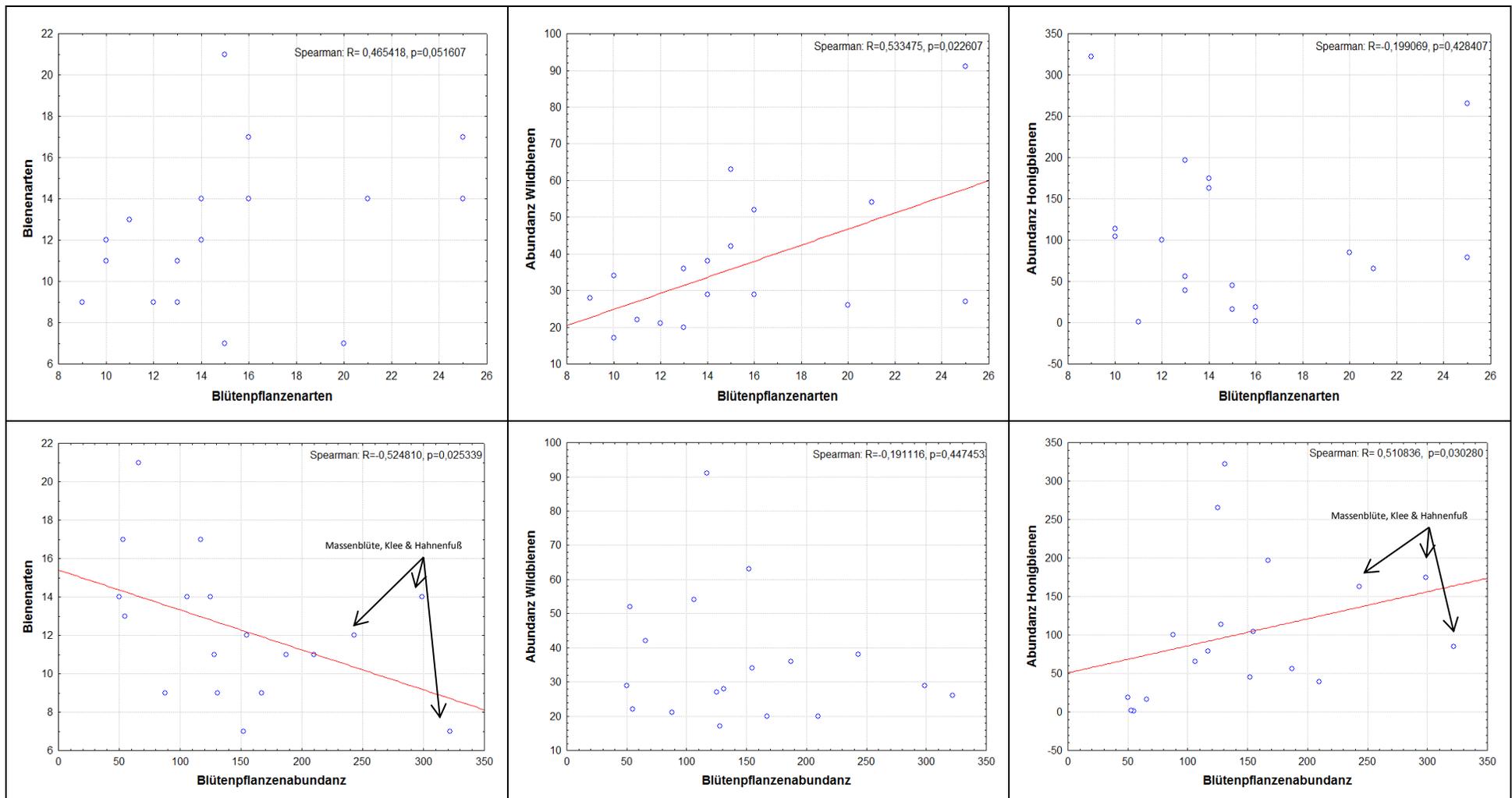


Abbildung 26 Streudiagramme zwischen der Anzahl der Pflanzenarten beziehungsweise der Blütenabundanz (Summe der Abundanzkategorien pro Wiese/Randstruktur) und der Bienenartenzahl sowie der Abundanz der Wildbienen und der Honigbienen; die höchsten Pflanzenabundanzungen waren bedingt durch Massenblüten von Kleearten und dem Scharfen Hahnenfuß; angegeben sind auch die Ergebnisse von Spearman-Korrelationsanalysen; rote Linie=Trendlinie

## Diskussion

### Flächentypen

#### Bienenabundanz

74% der festgestellten Bienenindividuen waren Honigbienen. Die restlichen 649 Individuen sind Wildbienen (inkl. Hummeln). Der Anteil an Hummeln machte 8% aller Bienen und 29% der Wildbienen aus. Dies ist im Vergleich zu den Daten aus dem letzten Jahr nur zum Teil kongruent: Wieder stellen Honigbienen deutlich die Mehrzahl an Beobachtungen, die Hummelabundanz war jedoch bei den aktuellen Begehungen erheblich niedriger (2017: 23% aller Bienenindividuen). Eine mögliche Erklärung ist, dass 2018 die Erhebung mittels Transektmethode erfolgte, die eine realistischere Individuenverteilung erbringt als der Sichtfang pro Zeit. Bei diesem werden große und aktive Tiere tendenziell überbewertet (Zou et al. 2012). Es ist auch nicht auszuschließen, dass die Hummelabundanz 2018 deutlich niedriger war als 2017. Langzeitstudien über die Fluktuation von Hummelpopulationen fehlen leider. Die Menge an blühendem Weißklee, welcher für die Hummeln von großer Bedeutung ist, unterschied sich nicht bedeutend zwischen 2017 und 2018. Der Befund, dass Honigbienen am individuenreichsten sind, ist wohl kein Spezifikum des untersuchten Gebietes, sondern trifft wohl generell auf homogene Lebensräume im mitteleuropäischen Tiefland zu, sobald die Imkerei von Bedeutung ist.

Die höchste Wildbienendichte wurde an Randstrukturen festgestellt. Wiesen mit Randstruktur wiesen im Vergleich dazu 40% weniger, und Wiesen ohne Randstruktur sogar 50% weniger Individuen auf (Abbildung 12). Trotz dieser offensichtlichen Differenzen in den Summen unterschieden sich die Randstrukturen von den angrenzenden Wiesen nicht signifikant. Grund dafür ist die hohe Variabilität vor allem innerhalb der Randstrukturen, aber auch in den angrenzenden Wiesen (Abbildung 12 links). Bei den Betrieben G, D & CW waren die Randstrukturen deutlich reicher an Wildbienen, nicht jedoch bei den anderen Betrieben (Abbildung 13). Deutlicher ist hingegen der Unterschied zwischen Randstrukturen und den strukturlosen Wiesen. Wildbienen wurden deutlich häufiger an den Strukturbereichen gefangen. Einer der Gründe dürfte wohl in der Bestrebung der meisten Wildbienenarten liegen, ihre Sammel-Flugdistanzen ausgehend von ihren Nestern zu minimieren (Zurbuchen und Müller 2012), welche vermutlich zum größten Teil in den Randstrukturen liegen.

Die Abundanz der omnipräsenten Honigbienen war insgesamt in Wiesentransekten mit angrenzender Randstruktur am größten und in den Randstrukturen selbst am niedrigsten (Abbildung 14 rechts). Auch die mittlere Abundanz der Honigbienen war in den Randstrukturen niedriger als in den Wiesen, wobei diese Unterschiede aufgrund der Variabilität der Abundanzen in allen Flächentypen statistisch nicht abgesichert werden könnten (Abbildung 14 links). Insgesamt bleibt aber festzuhalten, dass sich die Abundanzmuster zwischen den Honigbienen und den Wildbienen unterschieden. Honigbienen unterscheiden sich in ihrer Sammelweise von Wildbienen deutlich, indem sie bevorzugt große Blütenmengen (Massenblüten) bevorzugt besammeln (Löwenzahnblüte, Weißklee, etc.). Das erfolgreiche Auffinden und effiziente Ausbeuten solcher Massenblüten erlaubt ihre eusoziale Lebensweise und ihr sehr gut ausgebildetes Kommunikationssystem (Beekman 2000). Durch diese Eigenschaften ist nicht zu erwarten, dass Randstrukturen sehr attraktiv auf Honigbienen wirken.

## Bienenartenzahl

Von den 64 festgestellten Bienenarten waren 42% gegenüber der Untersuchung 2017 neu für das Untersuchungsgebiet. Obwohl diese Arten bereits für Oberösterreich bekannt sind, helfen diese Funde die Lücke der Grünlanddaten zu verkleinern. Damit sind bis jetzt 91 Bienenarten im Untersuchungsgebiet auf Heumilchwiesen und angrenzenden Strukturen nachgewiesen. Der hohe Zuwachs in der Artenzahl lässt vermuten, dass noch keine Sättigung erreicht ist und die Artenzahl im Gebiet noch höher ist.

Es wurden insgesamt deutlich mehr Bienenarten an Randstrukturen als in den Wiesenflächen gefunden (49 vs. 38), wobei die beiden Wiesentypen ähnlich viele Bienenarten (27 bzw. 29) beherbergten (Abbildung 17 links). Im Schnitt wurden an Randstrukturen fünf Bienenarten mehr gefangen als in Wiesenflächen (Abbildung 17 rechts). Ein Großteil dieser Arten, vor allem parasitische Bienen, konnten ausschließlich an Randstrukturen gefangen werden und tauchten in den Wiesen selbst gar nicht auf). Damit korrespondiert, dass in den Randstrukturen eine Vielzahl an Bienennestern beobachtet wurde, in Wiesen hingegen keine. Meist wurden die Parasitenbienen wohl bei der Suche nach geeigneten Wirtsnestern gefangen. Randstrukturen sind somit nicht nur reich an Blütenpflanzenarten (Abbildung 22) und von Bedeutung bei der Futteraufnahme der Bienen, sondern bieten den Bienen auch geeignete Niststandorte. Auch wurden in Randstrukturen Bienen beim Sammeln von Ressourcen für den Nestbau (z.B. Pflanzenwolle) beobachtet (s. Methodenteil: Kurzbeschreibung der Randstrukturen, Ad4). Sie sind somit insgesamt von außerordentlich großer Bedeutung für Bienengemeinschaften in Grünlandgebieten. Relativ homogene Wiesenflächen scheinen dagegen nicht allen Bedürfnissen der Bienen gerecht zu werden. Zu berücksichtigen ist, dass es sich bei allen untersuchten Wiesen um Vertreter der intensiver genutzten Wiesentypen handelt, auch bei den 2017 untersuchten „extensiven“ Wiesen. Wirkliche Magerwiesen und auch die früher landschaftsprägenden Glatthaferwiesen kommen im Gebiet flächig nicht mehr vor. Letztere waren die Wiesen mit dem höchsten Blütenangebot überhaupt (Bosshard 2015). Durch ihr Fehlen im untersuchten Wiesenspektrum sind Aussagen über den potenziellen Wert standörtlich typischer magerer Wiesen nicht möglich.

## Diversitätsanalysen

Die  $\alpha$ -Diversität der Wildbienen auf den untersuchten Flächen ist im Schnitt mit 1,8-2,2 im ähnlichen Bereich wie bei der Erhebung 2017. Auf Randstrukturen wurden mit ca. 2,7 maximal jedoch deutlich höhere Werte erzielt als auf den 2017 untersuchten Flächen. Solch hohe Werte sind vergleichbar mit Ergebnissen von nordamerikanischen Bienenlebensgemeinschaften auf Wiesen (Kearns 2009) sowie anderen west-/mitteleuropäischen Bienengemeinschaften in von Grünland dominierten Landschaften (Weiner et al. 2011).

## Vergleich Bienengemeinschaften: Randstrukturen vs. angrenzende Wiesen

Der hohe Wert der Randstrukturen bestätigt sich, wenn man ihre Bienengemeinschaften mit denen der daran angrenzenden Wiesen vergleicht. Es zeigt sich, dass im Schnitt ein Großteil der in Wiesen vorkommenden Bienenarten auch an den Randstrukturen zu finden ist, aber im Gegenzug dazu durchschnittlich nur circa ein Drittel der „Randstrukturbiene“ in den Wiesenflächen fliegt (Schema 2). Dieser Unterschied ist in unterschiedlicher Ausprägung bei jedem der teilnehmenden Landwirtschaftsbetriebe zu finden (Tabelle 4). Es scheint somit so zu sein, dass Wiesenbienen mehr auf die Randstrukturen angewiesen sind als Randstrukturbiene auf die Wiesen. Dieser Befund könnte im Jahresverlauf noch deutlicher ausgeprägt sein, denn nach einer Mahd sind auf den Wiesen keinerlei Nahrungsressourcen für Bienen vorhanden. Zu dieser Zeit dürften den Wiesen angrenzende Strukturen von noch größerer Bedeutung für die Bienen sein. In der vorliegenden Studie wurden alle Flächen zu einem Zeitpunkt beprobt, bei dem die Wiesen kurz vor einer Mahd standen und somit maximal blütenreich waren.

## Artenzahl Blütenpflanzen

Die Anzahl der Blütenpflanzenarten an Randstrukturen war insgesamt mehr als doppelt so hoch als in den Wiesen. Wie bei den Bienen, kommen viele Pflanzenarten ausschließlich an diesen weit heterogeneren Flächen vor (Abbildung 22, Tabelle 5). Nicht mahdverträgliche oder unter Düngergaben konkurrenzschwächere Arten, aber auch Arten mit spezielleren Lebensraumansprüchen, können in von Grünlandwirtschaft geprägten Gebieten nur in Randstrukturen existieren.

## Abundanz Blütenpflanzen

Während Randstrukturen einen größeren Artenreichtum aufweisen, ist die Abundanz der Blüten/Blütenstände (aufsummiert pro Flächentyp, Abbildung 24 rechts) in diesen Flächen um die Hälfte geringer als auf den Wiesen. Aufgrund der hohen Variabilität besonders in den strukturlosen Wiesen traten statistische Unterschiede jedoch nur zwischen Randstrukturen und den angrenzenden Wiesen auf. Diese Unterschiede kommen vorwiegend durch das Auftreten von Massenblüten zweier Kleearten (Weiß-/Rotklee) bzw. des Scharfen Hahnenfußes zu Stande, welche an Randstrukturen bei weitem nicht so präsent sind. Während Wiesen sich also durch ein hohes Blütenangebot weniger Pflanzenarten auszeichnen, die dann häufig von Honigbienen (und zum Teil Hummeln) monopolisiert werden, blühen in Randstrukturen viele Pflanzenarten in niedrigerer Häufigkeit. Dabei ist allerdings wie bereits in einem vorherigen Kapitel erwähnt, zu berücksichtigen, dass die Begehungen beim Optimalzustand der Wiesen stattfanden. Dies bedeutet, dass die längeren Perioden nach den Mahden, in denen kein oder nur sehr wenig Blütenangebot in den Wiesen vorhanden war, außer Acht gelassen wurden. Unter der Annahme, dass Wiesen zu 50% der Zeit blütenarm und zum Teil sogar blütenfrei sind, würde sich das gesamte Blütenangebot von Wiesen und Randstrukturen innerhalb eines Jahres wohl gleichen. Der große Unterschied zwischen diesen Flächentypen wäre dann dennoch, dass das Blütenangebot der Randstrukturen mehr oder weniger konstant ist, während das der Wiesen immer wieder flächig auf Null gesetzt wird. Randstrukturen sind dann die einzigen Ausweichflächen für sammelnde Bienen (siehe auch oben).

## **Korrelationsanalysen**

Mit steigender Anzahl an Blütenpflanzenarten steigt tendenziell auch die Anzahl an Bienenarten und noch eindeutiger die Abundanz an Wildbienen. Die Abundanz der Honigbienen zeigt dagegen keine Korrelation mit der Anzahl an Blütenpflanzenarten (Abbildung 26 oben). Der Grund dafür ist, wie zum Teil schon weiter oben angesprochen, in den unterschiedlichen Sammelstrategien zwischen den sozial lebenden Honigbienen sowie den zum Großteil solitär lebenden Wildbienen zu suchen. Klar wird dieser Sachverhalt, wenn man die Beziehung der Bienenartenzahl zur Blütenabundanz untersucht (Abbildung 26 unten). Bei steigendem Blütenangebot wurde gleichzeitig eine sinkende Anzahl an Bienenarten festgestellt. Die höchsten Blütenabundanzen wurden bei den Massenblüten von Weißklee, Rotklee und Scharfem Hahnenfuß registriert. Viele Bienenarten können diese Pflanzenarten nicht nutzen. Gleichzeitig steigt aber die Anzahl der Honigbienen mit zunehmendem Blütenangebot einer für sie nutzbaren Art, weil sie aufgrund ihrer Kommunikationsmöglichkeiten in kurzer Zeit Tausende Sammlerinnen rekrutieren kann und sie darauf spezialisiert ist, solche Massenblüten erfolgreich auszubeuten. Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass verschiedene Wildbienenarten zum Teil auf verschiedenste Wirtspflanzen angewiesen sind und eine größere Zahl an Blütenpflanzenarten daher auch einer größeren Zahl an Wildbienenarten Futterressourcen bietet.

## **Subtransekte**

### **Bienenabundanz**

Wildbienen als auch Honigbienen waren in Wiesen ohne Strukturbezug in den verschiedenen Subtransekten ähnlich häufig (Abbildung 15 & Abbildung 16). Gleiches gilt für die Wiesen mit angrenzender Randstruktur, wobei es hier bei den Wildbienen, nicht aber den Honigbienen, einen Trend gab zu mehr Individuen in Randstruktur näheren Bereichen (Abbildung 15 rechts). Wir können nur vermuten, dass bei einer größeren Stichprobengröße (mehr untersuchte Flächen) dieser Trend statistisch untermauert werden kann.

### **Bienenartenzahl und Diversitätsanalysen**

Unerwarteter Weise wurde in Transekten von strukturlosen Wiesen ein Unterschied in den Subtransekten verzeichnet. Die Subtransekte 1 unterschieden sich in der Anzahl der Bienenarten von Subtransekt 3, bei der  $\alpha$ -Diversität auch von Subtransekt 2. Dies könnte damit zu tun haben, dass vermutlich durch Zufallseffekte die Blütenartenzahl in S1 zum Teil deutlich höher war als in S3 und S2 (Abbildung 24 links). In Wiesen mit angrenzender Randstruktur, bei denen solche Effekte durch die Nähe der Randstrukturen zu erwarten gewesen wäre, waren sie nur tendenziell vorhanden, konnten aber statistisch nicht abgesichert werden. Insgesamt zeigt ein Vergleich der Subtransekteffekte zwischen den beiden Wiesentypen, dass Wiesenbereiche, welche den Randstrukturen näher sind nicht/kaum stärker von den Randstrukturen profitieren als weiter entfernte Wiesenbereiche.

### **Vergleich Bienengemeinschaften: Randstrukturen vs. angrenzende Wiesen**

In den drei Subtransekten waren ähnlich viele Randstruktur-Bienenarten zu finden (23%-29%). Das bedeutet, dass den Randstrukturen nahe Wiesenbereiche nicht stärker von den Randstrukturen profitieren als fernere Bereiche.

## Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass, wie erwartet, die untersuchten Randstrukturen wildbienenreichere Standorte darstellen als Wiesenflächen. Dies ist durch die vielseitigen Qualitäten heterogener Flächen bedingt, welche Nistplätze, Nistmaterial und Nahrungsquellen für die Wildbienen bieten. In der vorliegenden Studie wurden Nistmaterial sammelnde und nistende Bienen ausschließlich in den Randstrukturen festgestellt. Entgegen unseren Erwartungen konnten wir nicht feststellen, dass Wiesen mit angrenzenden Randstrukturen diverser sind als Wiesen ohne angrenzende Randstrukturen, und dass bei Wiesen mit Randstruktur den Randstrukturen nahe gelegene Wiesenbereiche mehr von den Randstrukturen profitieren als weiter von den Randstrukturen entfernte Wiesenbereiche. In unserer Studie war zwischen den Randstrukturen und den Wiesen transekten eine „Pufferzone“ von 30m. Ob Bienen in dieser Zone und damit in unmittelbarer Nähe zu den Randstrukturen artenreicher und abundanter sind als weiter im Zentrum der Wiesen müssten nachfolgende Untersuchungen zeigen. Der Befund, dass die meisten der in den Wiesen fouragierenden Bienen auch in den Randstrukturen gefangen wurden, die meisten der in den Randstrukturen nachgewiesenen Bienen nicht jedoch in den Wiesen festgestellt wurde, unterstreicht die große Bedeutung der Randstrukturen. Neben der oben angesprochenen hohen Qualität dieser Strukturen dürften sie wegen ihres kontinuierlichen Blütenangebotes zudem nach der Mahd der Wiesen, einhergehend mit dem Totalverlust des Blütenangebots, außerordentlich wichtig als Nahrungspflanzen für die Wildbienen sein. Sie dürften den Bienen das Überleben sichern, wenn es auf den Wiesen keine Futtermöglichkeiten gibt. Zudem dürften Randstrukturen eine große Bedeutung für die Wildbienen zu Zeiten haben, in denen sie auf den Wiesen einer hohen Konkurrenz mit der Honigbiene auf den Massenblüten der wenigen Wiesenblütenpflanzen ausgesetzt sind.

Um Wildbienen nachhaltig zu fördern, braucht es ein landschaftsübergreifendes Netz von Strukturen wie Hecken, Waldränder, Raine und ungedüngte Wegränder. Die in Zeiten der Selbstversorgung allgegenwärtigen Raine sind fast vollständig aus der Landschaft verschwunden. Mehr Randstrukturen hätten weitere positive Folgen: ästhetische, für die Niederwildjagd, für ein autochthones Samenpotenzial. Wie und wie schnell eine Heterogenisierung der Landschaft durch neu angelegte Strukturbereiche wie Blühstreifen, Hecken oder Nistplätze Wildbienen fördern, könnte Gegenstand kommender Untersuchungen sein.

## Literatur

- AMIET, F. (1996): Hymenoptera Apidae, 1. Teil. Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, Die Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. - Insecta Helvetica **12**: 98pp.
- AMIET, F.; NEUMEYER R. & MÜLLER, A. (1999): Apidae 2. *Colletes*, *Dufourea*, *Hylaeus*, *Nomia*, *Nomioides*, *Rhophitoides*, *Rophites*, *Sphecodes*, *Systropha*. - Fauna Helvetica **4**: 219pp.
- AMIET, F.; HERMANN, M.; MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (2001a): Apidae 3. *Halictus*, *Lasioglossum*. - Fauna Helvetica **6**: 208pp.
- AMIET, F.; HERMANN, M.; MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (2001b): Apidae 4. *Anthidium*, *Chelostoma*, *Coelioxys*, *Dioxys*, *Heriades*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia*, *Stelis*. - Fauna Helvetica **9**: 274pp.
- AMIET, F.; HERRMANN, M.; MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (2007) Apidae 5. *Ammobates*, *Ammobatoides*, *Anthophora*, *Biastes*, *Ceratina*, *Dasygoda*, *Epeoloides*, *Epeolus*, *Eucera*, *Macropis*, *Melecta*, *Melitta*, *Nomada*, *Pasites*, *Tetralonia*, *Thyreus*, *Xylocopa*. - Fauna Helvetica **20**: 356pp.
- AMIET, F.; HERRMANN, M.; MÜLLER, A. & NEUMEYER, R.: (2010) Apidae 6. *Andrena*, *Melitturga*, *Panurginus*, *Panurgus*. - Fauna Helvetica **26**: 316pp.
- AMIET, F. & KREBS, A. (2012): Bienen Mitteleuropas. Bern 423pp.
- BEEKMAN M. AND RATNIEKS (2000): Long-range foraging by the honeybee, *Apis mellifera*, Functional Ecology **14**, pp.490-496
- BOGUSCH, P. & STRAKA, J. (2012): Review and identification of the cuckoo bees of central Europe (Hymenoptera: Halictidae: Sphecodes). – Zootaxa **3311**, 1-41.
- BOSSHARD, A. (2015): Rückgang der Fromentalwiesen und die Auswirkungen auf die Biodiversität, Agrarforschung Schweiz **6** (1): 20-27
- EBMER, A. W (1969): Die Bienen des Genus *Halictus* im Großraum von Linz. Teil 1. - Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz **19**: 133-183.
- EBMER, A.W. (1970): Die Bienen des Genus *Halictus* im Großraum von Linz. Teil 2. - Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz **20**: 19-64.
- EBMER, A.W. (1971): Die Bienen des Genus *Halictus* im Großraum von Linz. Teil 3. - Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz **21**: 63-156.
- EBMER, A.W. (1973): Die Bienen des Genus *Halictus* Latr. s.l. im Großraum von Linz. Nachtrag und zweiter Anhang. - Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz **23**: 123-158.
- FÉON V., SCHERMANN-LEGIONNET A., DELETTRE Y., AVIRON S., BILLETER R., BUGTER R., HENDRICKX F. & BUREL F. (2010): Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: A large scale study in four European countries, Agriculture, Ecosystems and Environment **137**: 143-150.
- GATHMANN A & TSCHARNTKE T., (2002), Foraging ranges of solitary bees, Journal of animal ecology **71**: 757-764
- GOKCEZADE, J.; GEREBEN-KRENN, B.A.; NEUMAYER, J & KRENN, H, (2015): Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz, 2. Aufl. – Linzer Biologische Beiträge **47/1**: 5-42. 25
- KEARNS C & OLIVERAS D., (2009): Environmental factors affecting bee diversity in urban and remote grassland plots in Boulder, Colorado, Journal of Insect Conservation **13**:655-665
- KLEIN A., VAISSIÈRE B., CANE J., STEFFAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S., KREMEN C. & TSCHARNTKE T., (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, Proceedings of the royal society B **274**, pp.303-313

- MATSON P., PARTON W. POWER A. & SWIFT M. (1997): Agricultural intensification and ecosystem properties, *Science* 277
- MAUSS, V. (1987): Bestimmungsschlüssel für Hummeln. - Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung. 2. Auflage: 50pp.
- ROBINSON R. & SUTHERLAND W. (2002): Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain, *Journal of Applied Ecology* 39, pp.157-176
- SCHEUCHL, E. (1995): Illustrierte Bestimmungsschlüssel der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band I: Anthophoridae. Velden, 158 pp.
- SCHEUCHL, E. (2006): Illustrierte Bestimmungsschlüssel der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band II: Megachilidae - Melittidae. 2. Auflage. Velden, 192 pp.
- SCHEUCHL, E. & WILLMER, W. (2016): Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas. Wiebelsheim, 917pp.
- SCHMEIL, O. & FITSCHEN J., (2011): Die Flora Deutschlands und der angrenzenden Länder, 95. Auflage
- SCHMID-EGGER, C. & SCHEUCHL, E. (1997): Illustrierte Bestimmungsschlüssel der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band III: Andrenidae. Velden, 180 pp.
- STRAKA, J. & BOGUSCH, P. (2011): Contribution to the taxonomy of the *Hylaeus gibbus* species group in Europe (Hymenoptera, Apoidea and Colletidae). - *Zootaxa* **2932**: 51-67.
- WEINER C., WERNER M., LINSENMAIR K. & BLÜTHGEN N. (2011), Land use and intensity in grasslands: changes in biodiversity, species composition and specialisation in flower visitor networks, *Basic and applied Ecology* 12: 292-299,
- WESTRICH, P. (2018): Die Wildbienen Deutschlands, Ulmer Verlag. - Stuttgart, 972 pp.
- WESTRICH P. (1996): Habitat requirements of central european bees and problems of partial habitats, *The conservation of bees*,
- WIESBAUER H. (2017), *Wilde Bienen, Biologie – Lebensraumdynamik am Beispiel Österreich – Artenportraits*, 376pp.
- ZOU, Y., FENG, J.; XUE, D. SANG, W. & AXMACHER, C. (2012): A Comparison of Terrestrial Arthropod Sampling Methods. *J. Resour. Ecol.* 2012 3 (2) 174-182.
- ZURBUCHEN A., LANDERT L. KLAIBER J., MÜLLER A., HEIN S. and DORN S. (2010): Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143, pp.669-676

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monografien Entomologie Hymenoptera](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [0249](#)

Autor(en)/Author(s): Schlager Martin, Neumayer Johann, Dötterl Stefan

Artikel/Article: [Die Bedeutung von Randstrukturen für die Diversität von Wildbienen in Wiesenflächen im Bereich des Irr- und Mattsees. – Projektbericht 1-36](#)