

INTERREG Österreich-Bayern Kleinprojekt „Regionen im Wandel – Mehr Raum für Bestäuber“

Projektcode: Sbg – 165, Projektlaufzeit: 15.02.2019 – 30.10.2020; verlängert bis 31.08.2021

Datum: 31.08.2021



erstellt vom Institut für Biodiversitätsinformation e.V., Ebern
im Auftrag des Regionalverbandes Flachgau-Nord in Oberndorf
und der bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) in Laufen



Das EuRegio-Projekt wird gefördert von der Europäischen Union
mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung
(INTERREG Programm Österreich- Bayern 2014-2020)

Bearbeitung: Josephina Nübold, Mareen Geyer, Dr. Klaus Mandery

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung.....	5
1	Einleitung.....	6
2	Wildbienenfördernde Strukturen in der Agrarlandschaft.....	6
2.1	Wildbienen.....	7
2.2	Definition verschiedener wildbienenfördernder Strukturen	8
2.2.1	Ackerwildkrautstreifen.....	8
2.2.2	Blühstreifen/-flächen	10
2.2.3	Extensiv genutztes Grünland.....	11
2.2.4	Strukturen vegetationsarmer Flächen	12
2.2.5	Unbefestigte Wege, Weg-/Straßenränder, Böschungen	13
2.2.6	Trockenmauern und Steinhaufen	15
2.2.7	Waldsäume.....	16
2.2.8	Hecken und Feldgehölze	18
2.2.9	Brachstreifen	20
2.2.10	Feuchte Standorte für Spezialisten	21
2.2.11	Kleinstrukturen.....	22
2.3	Ökologisch sinnvolle Kombinationen von wildbienenfördernden Strukturen.....	23
3	Methodik.....	26
3.1	Gebiet	26
3.2	Fernerkundung und Auswahl der Flächen.....	26
3.3	Erfassung.....	38
3.4	Bewertung der Bestandssituation bzw. Gefährdung der Arten	39
4	Ergebnisse der Wildbienen-Erfassung 2019 - 2021	40
4.1	Strukturreich vs. strukturarm	40
4.2	Rote Liste Bayern/ Deutschland	41

4.3	Ernährungsweise	43
4.4	Lebensweise.....	45
4.5	Nistplatzwahl	46
4.6	Artenverteilung auf den Flächen und Strukturen	48
5	Diskussion der Ergebnisse	51
6	Vorschläge für die Optimierung der landwirtschaftlichen Teilflächen	62
6.1	Rasterzelle 1 bei Eizing (Bayern).....	63
6.2	Rasterzelle 2 bei Strass (Bayern)	65
6.3	Rasterzelle 3 bei Fisching (Bayern)	67
6.4	Rasterzelle 4 bei Daring (Bayern)	69
6.5	Rasterzelle 5 bei Jauchsdorf (Salzburg)	71
6.6	Rasterzelle 6 bei Obereching (Salzburg).....	73
6.7	Rasterzelle 7 bei Irlach (Salzburg).....	75
6.8	Rasterzelle 8 bei Steinbach (Salzburg).....	77
7	Ausblick.....	80
8	Literaturverzeichnis.....	81
8.1	Literatur zur Faunistik.....	81
8.2	Bestimmungsliteratur	84
8.3	Literatur zu Roten Listen	85
9	Anhang.....	86

Zusammenfassung

Im vorliegenden INTERREG Österreich-Bayern Kleinprojekt „Regionen im Wandel - Mehr Raum für Bestäuber“ wurden über drei Jahre hinweg (2019 - 2021) Wildbienen erfasst, um die Qualität bereits bestehender Landschaftselemente und Strukturen als Lebensraum für diese bewerten zu können. In diesem Sinne wurden über Fernerkundung sowohl vier strukturarme als auch strukturreiche Rasterzellen (500 x 500 m) ausgewählt. Für jede dieser Rasterzellen wurden sechs Strukturen (etwa 1000 m²) ausgewählt. Diese wurden über die Projektlaufzeit hinweg einmal monatlich (März bis August) begangen und auf Wildbienen untersucht (Keschern und Beobachtung). Auf diese Weise konnte eine Datengrundlage zur Biodiversität der bisher in diesem Zusammenhang nur unzureichend untersuchten Region als Basis für die Bewertung und Bearbeitung von geeigneten Maßnahmen geschaffen werden. Des Weiteren wurde ein Strukturenkatalog für Wildbienen in der landwirtschaftlich genutzten Flur entwickelt und konkrete Vorschläge zur Verbesserung der Biodiversität auf den untersuchten Flächen erarbeitet. Die Einteilung der Landschaft über das Luftbild (vor der Beprobung) in strukturarme und strukturreiche Flächen konnte durch die Fangergebnisse absolut bestätigt werden. Insgesamt konnten auf strukturreichen Flächen etwa doppelt so viele Arten gefangen werden. Besonders spezialisierte Arten konnten vor allem in strukturreichen Flächen erfasst werden. Solche sind Arten, die oberirdisch in Totholz, abgestorbenen Stängeln, Steil- und Lehmwänden und Trockenmauern (hypergäisch) nisten, sowie auch parasitisch (als Kuckuck einer anderen Art) leben. Diese Arten sind in besonderem Maße gefährdet, da sie auf die Anwesenheit ihrer individuellen Niststruktur angewiesen sind. Parasitische Arten sind zudem einerseits von der geeigneten Nistmöglichkeit ihrer Wirtsart als auch von ihrem erfolgreichen Nistplatzbau abhängig. Hinzu kommt, dass auch die Ernährung der Wildbienen Besonderheiten birgt. So nutzt die Wildbiene den Nektar einer Blüte vor allem als Treibstoff. Der Pollen der Blüte hingegen dient als Nahrung der folgenden Generation und wird als Nährstoffpaket der Brutzelle beigegeben. Viele Wildbienenarten können den Pollen verschiedener Pflanzenfamilien nutzen (polylektische Ernährungsweise), andere hingegen sind auf den Pollen von nur einer Pflanzenfamilie bzw. -gattung oder -art angewiesen (oligolektische Ernährungsweise). Dies macht sie sehr verwundbar in ihrem Vorkommen. Kommt eine Spezialisierung bzgl. der Nahrung mit jener bzgl. des Nistplatzes in Kombination vor, so ist die Art in landwirtschaftlich genutzten Landschaften schnell (stark) gefährdet, entsprechend auch ihre Parasiten. In diesem Sinne wird deutlich, dass eine Landschaft sowohl Nist- als auch Nahrungsstrukturen bieten muss, um einen attraktiven Lebensraum für ein vielfältiges Wildbienen-vorkommen sein zu können. Es muss folglich darauf geachtet werden, dass ein abwechslungsreiches Blütenangebot über die gesamte Vegetationsperiode hinweg aufrechterhalten wird (Stichwort Staffelmahd) und verschiedene Strukturen kombiniert werden. Eine Staffelmahd bedeutet, dass die gesamte Fläche nicht auf einmal, sondern in zeitlich versetzten Abschnitten gemäht wird. Das kann auch bedeuten, dass Flächen nur alle zwei oder sogar drei Jahre gemäht werden. So sind stets Rückzugs- und Überwinterungsräume für Insekten vorhanden.

1 Einleitung

Im Rahmen des Projekts „Regionen im Wandel – Mehr Raum für Bestäuber“ sollten wildbienenfreundliche Strukturen in den Agrarlandschaften von Bayern und Österreich definiert und gefördert werden. Um herauszufinden, welche Wildbienenarten im Projektgebiet vorkommen und welche Strukturen somit besonders förderlich für die Wildbienen sind, wurde eine Erfassung der Wildbienenarten an verschiedenen Strukturen in der Agrarlandschaft durchgeführt.

Ein kurzer allgemeiner Überblick über die Biologie von Wildbienen soll als Einführung dienen, um anschließend die Qualität einzelner Strukturen als Wildbienenlebensraum definieren und bewerten zu können. Hieran schließt sich eine ausführliche Beschreibung von wildbienenrelevanten Strukturen, ihrer Anlage, ihrer Besonderheiten und ihrer zielführenden Pflege. Im Folgenden werden das methodische Vorgehen bei den durchgeführten Erfassungen und die erzielten Ergebnisse thematisiert, um diese dann zu diskutieren. Abschließend werden aus der eingehenden Untersuchung der einzelnen Rasterzellen konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Wildbienen-Diversität abgeleitet.

2 Wildbienenfördernde Strukturen in der Agrarlandschaft

Seit Jahren ist ein dramatischer Rückgang vieler Insektenarten zu verzeichnen. Die Zerstörung und Fragmentierung von Lebensräumen wird als Hauptgrund für den weltweiten Schwund der Artenvielfalt angenommen [QUINN & HARRISON 1988; LE FÉON ET AL. 2010]. Mittlerweile konnte durch wissenschaftliche Untersuchungen deutlich belegt werden, dass die landwirtschaftliche Intensivierung, Rationalisierung, Mechanisierung und damit verbundene Bodenverdichtung die Hauptursachen für den Rückgang von Populationen bei nicht artverwandten Taxa wie Vögeln, insektenfressenden Säugetieren und Insekten sind [KROMP 1999]. In Agrarlandschaften auf der ganzen Welt wirkt sich die stetige Beseitigung natürlicher Lebensraumelemente (z. B. Hecken, Feldrandstreifen und -raine), die Beseitigung natürlicher Entwässerungssysteme und anderer Landschaftsmerkmale zusammen mit dem wiederkehrenden Einsatz von chemischen Düngemitteln und Pestiziden negativ auf die gesamte Biodiversität aus [FULLER ET AL. 1995; TILMAN ET AL. 2001; NEWTON 2004; HALLMANN ET AL. 2017; SANCHEZ-BAYO & WYCKHUYS 2019]. Darüber hinaus führen Flächenverkleinerungen und eine zunehmende Isolierung naturnaher Lebensräume zu einem weiteren Artenrückgang [SAUNDERS ET AL. 1991]. Durch die Fragmentierung von Lebensräumen können der Artenreichtum und die Abundanz von Bestäubern reduziert, das Nahrungsverhalten von blütenbesuchenden Insekten verändert, die Interaktionen zwischen Pflanzen und Bestäubern gestört und der Samenansatz und der Genfluss von isolierten Pflanzenpopulationen reduziert werden [STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE 1999]. Die Stabilität und Funktionsfähigkeit eines Ökosystems sind unter anderem stark an dessen vorherrschende Biodiversität gekoppelt [NAEEM ET AL. 1995].

Infolgedessen wird der Lebensraum von Wildbienen mit den notwendigen Nistplätzen und Nahrungsgrundlagen immer knapper. Um den vorhandenen Bestand der Wildbienenarten zu erhalten und bestenfalls einen Anstieg zu erreichen, ist es notwendig, den Lebensraum in und um die Agrarflächen wieder wildbienenfreundlich(er) zu gestalten.

2.1 Wildbienen

Die Diversität von Wildbienen ist in Deutschland (561 Arten, davon 506 in Bayern) und Österreich (696 Arten, davon 309 im Land Salzburg) groß [MANDERY ET AL. 2003; NEUMAYER 2018; WESTRICH 2018]. Wildbienen fliegen vom Frühjahr bis in den Spätherbst und können in verschiedensten Lebensräumen angetroffen werden. Je nach Art variieren Flugzeiten und Lebensräume, wodurch sich das Artenspektrum in den verschiedenen Jahreszeiten und Habitaten unterscheidet. So können beispielsweise im gleichen Lebensraum im Frühjahr oft andere Arten auftreten als im Herbst.

Anders als die Honigbiene lebt die Mehrheit der Wildbienen solitär und nicht in einem Staat. Lediglich Hummeln und manche Furchenbienen machen eine Ausnahme von dieser Regel. Oft kommt es aber aufgrund von idealen Nistbedingungen für die Weibchen zu Aggregationen von Nestern (Kolonie). Wildbienen können aufgrund ihrer Nistplatzwahl in endogäische (= bodennistende) und hypergäische (= in oberirdischen Hohlräumen nistende) Arten unterteilt werden. Die Mehrheit aller Wildbienenarten in Deutschland, ca. 75 %, sind Bodennister [STEFFAN-DEWENTER 1998]. Das ideale Substrat für ihren Nestbau besteht aus Sand und/oder Lehm. Manche Arten bevorzugen auch nur eines der Materialien. Die Nester werden meist an offenen, sonnenexponierten Bodenstellen gebaut. Dabei gibt es artspezifische Unterschiede in der Nestbauweise. Manche kleiden z.B. ihre Bruthöhlen mit einem Substrat aus (z.B. *Colletes*). Hypergäische Arten bauen ihre Nester hingegen oberirdisch und nutzen dafür häufig dürre markhaltige Stängel von Sträuchern, alte Gallen oder Totholz.

Bei der Nektarauswahl sind die Wildbienen-Weibchen nicht sehr wählerisch, dahingegen meist sehr bei der Wahl des Pollens, den sie ihren Nachkommen als Futterpaket beilegen. Es wird dabei zwischen dem Sammeln von Pollen an einer bestimmten Pflanzengattung (oligolektisch erster Ordnung), dem Sammeln von Pollen an nur einer bestimmten Pflanzenfamilie (oligolektisch zweiter Ordnung) und dem Sammeln von Pollen zweier oder mehrerer Pflanzenfamilien (polylektisch) unterschieden [EDER 2018]. Auch polylektische Arten können Vorlieben für bestimmte Pflanzengattungen oder -familien zeigen. Oligolektische Arten sind aufgrund ihrer Spezialisierung abhängig vom Vorkommen einer entsprechenden Pflanzengattung bzw. -familie.

Neben den Pollensammlern gibt es außerdem auch Kuckucksbienen, wie beispielsweise die Gattungen *Nomada*, *Sphecodes*, *Coelioxys*, *Epeolus*, *Epeoloides*, *Melecta*, *Stelis* und *Thyreus*. Diese legen ihre Eier in bereits vorhandene Nester anderer Bienenarten. Sie sind damit abhängig vom Vorkommen ihrer Wirtsarten. Einige Hummelarten, die sogenannten Kuckuckshummeln, machen dies ebenfalls. Bei ihnen handelt es sich aber um Sozialparasitismus und nicht um Brutparasitismus.

2.2 Definition verschiedener wildbienenfördernder Strukturen

Strukturen werden als wildbienenfördernd definiert, wenn sie den Lebensraumanforderungen einer oder noch besser mehrerer Wildbienenarten entsprechen.

Laut WESTRICH (2018) müssen die folgenden vier Anforderungen der Wildbienen an ihren Lebensraum erfüllt sein: (1) passendes (Mikro)Klima, (2) artspezifische Nistplätze, (3) ausreichend Nahrungsquellen, (4) Baumaterial für den Bau von Brutzellen. Letzteres trifft nicht auf alle Arten zu, da Kuckucksbienen beispielsweise keine eigenen Nester bauen. Dafür sind sie allerdings vom Vorkommen ihrer Wirtsarten abhängig, die ihrerseits wiederum auch optimale Lebensbedingungen benötigen.

Nicht jede Struktur kann alle Bedürfnisse der jeweils möglichen Arten abdecken. Häufig ist deshalb eine ökologisch sinnvolle Kombination verschiedener Teilstrukturen notwendig (siehe Absatz 1.3). Eine Landschaft besteht im besten Fall aus verschiedenen, mosaikartig angeordneten Strukturen.

In Ackerbaugebieten verarmt die Landschaft häufig durch die intensive Nutzung. Viele ökologisch wertvolle Strukturen werden zugunsten großflächiger Bewirtschaftung beseitigt [VAN ELSSEN & DANIEL 2000]. Um Wildbienen auch außerhalb von Schutzgebieten weiterhin einen Lebensraum bieten zu können und eine Vernetzung sicherzustellen, ist es notwendig, wildbienenfördernde Strukturen in Agrarlandschaften durch die richtigen Pflegemaßnahmen zu schaffen und zu erhalten. In diesem Sinne sollen im Folgenden ausgewählte Strukturen vorgestellt werden.

2.2.1 Ackerwildkrautstreifen

Unter Ackerwildkräutern versteht man Pflanzenarten, die auf meist extensiv genutzten Äckern zwischen den Kulturpflanzen gedeihen. Viele von ihnen begleiten den Ackerbau bereits seit seinem Anbeginn. Sie haben sich an die Feldfrüchte sowie deren Beackerung angepasst, sodass die meisten Arten mit Aufgabe der Ackerbewirtschaftung ebenfalls wieder verschwinden. Häufig handelt es sich um konkurrenzschwache, einjährige Pflanzenarten, die in der Regel magere Standorte bevorzugen. Ihre Samen können auch noch nach Jahrzehnten auskeimen und somit zwischenzeitliche Brachlegungen überdauern. Ackerwildkräuter sind an eine landwirtschaftliche Bodenbearbeitung angepasst. Bisweilen kann diese sogar die Keimung der Samen fördern. Sie gelten heute als Unkraut und werden durch die Intensivierung der Landwirtschaft mittels präziser Saatgutreinigung, Herbiziden und Pflügen verdrängt.

Zu beachten ist allerdings, dass sie eine wichtige Rolle im Nahrungsnetz der offenen Landschaft einnehmen. So stellen ihre Samen für Feldvögel eine essentielle Nahrungsquelle dar [MARSHALL ET AL. 2003]. Darüber hinaus sind sie eine wichtige Nektar- und Pollenquelle für zahlreiche Bestäuber, angefangen bei Hummeln und Wildbienen, über Schwebfliegen bis hin zu Tag- und Nachtfaltern [WIESINGER ET AL. 2015]. Die Vielfalt an Pflanzenfamilien innerhalb der Ackerwildkräuter erhöht die Chance für spezialisierte Wildbienenarten, die passende Pollenquelle zu finden [GIBSON ET AL 2006]. Nistmöglichkeiten suchen die Wildbienen auf dem Acker meist vergebens. Nur auf extensiv bewirtschafteten Flächen ist es wenigen Arten möglich zu nisten, auf konventionellen Äckern machen es Herbizid-Einsatz, Düngung und der Einsatz von

engen Zeilenabständen bei der Bodenbearbeitung so gut wie unmöglich. Dadurch sind Wildbienen auf die Randbereiche der Felder gedrängt worden. Wildbienen sind wichtige Bestäuber, die aber auch zu Zeiten, in denen keine Nutzpflanzen blühen, Nektar und Pollen benötigen. Diese Nahrungsengpässe könnten von Ackerwildkräutern geschlossen werden [WESTRICH 2018]. Besteht bereits ein ausreichendes Blütenangebot durch Ackerwildkräuter, so entfällt die Notwendigkeit der Aussaat spezieller Blühmischungen zur Förderung von (Wild-) Bienen und anderer Insekten [VAN ELSSEN & LORITZ 2013].

Zu den auf Ackerwildkräuter spezialisierten Wildbienen zählen teils stark gefährdete Arten wie die Mohnbiene (*Osmia papaveris*) und die Ehrenpreis-Sandbiene [IBID.].

Besonders geeignet zur Ansiedlung von Ackerwildkräutern sind **Randbereiche von Feldern**, die zwischen ökologisch bewirtschafteten Äckern, an Wegrändern, an Süd- und Westrändern von Hecken oder Rainen liegen [WIESINGER ET AL. 2015]. Ein Samenpotential der erwünschten Kräuter sollte vorhanden sein, Problembeikräuter sollten hingegen kaum oder gar nicht vorkommen. Verwendet werden soll nur autochthones Samenmaterial. Nichtheimisches Saatgut unklarer Herkunft kann zu einer Florenverfälschung führen, die nicht wieder rückgängig zu machen ist [IBID.]. Idealerweise wird ein 3-10 m breiter Ackerwildkrautstreifen am Rand einer Agrarfläche bzw. dort, wo es den Landwirt am wenigsten stört oder der Ertrag ohnehin geringer ausfällt, angelegt. Er darf weder mit Herbizid noch mit Mineraldünger behandelt werden [PETERSEN & LORITZ 2011], sollte nicht zu nährstoffreich und nicht staunass sein [WIESINGER ET AL. 2015]. Unterschieden wird zwischen der **Blanksaat**, also ohne Kulturart, und der **Untersaat**, bei der sich die Ackerwildkräuter und die Deckfrucht den Standraum teilen [IBID.]. Je dichter der Bestand der Kulturarten, desto dünner der Ackerwildkrautbestand. Im besten Fall bildet der Streifen eine Vernetzung zu anderen Strukturen, wie z.B. einer Hecke oder einem Feldgehölz. Der Abstand sollte dabei max. 200 m betragen. Die Pflege beschränkt sich auf eine Mahd im Herbst [VAN ELSSEN & DANIEL 2000]. Ein Ackerwildkrautstreifen sollte mind. 3 Jahre bestehen, um der Artenvielfalt die nötige Entwicklungszeit zu geben [WESTRICH 2018]. Des Weiteren sollte, zumindest in der Etablierungsphase, auf den Einsatz von Striegel oder Hacke verzichtet werden [WIESINGER ET AL. 2015]. Von Vorteil ist außerdem ein später Stoppelumbruch, bestenfalls (zumindest auf einer Teilfläche) erst Mitte September, da Ackerwildkräuter ihre Frucht reife oft erst nach der Getreideernte erreichen (Ackerröte, Acker-Löwenmaul, Spieß- und Eiblätriges Tännelkraut) oder erneut austreiben können (Feld-Rittersporn, Kornblume) [FUCHS & STEIN-BACHINGER 2008].

Das Einrichten eines **Brachstreifen** (siehe 1.1.9) kann ebenfalls zur Etablierung beitragen. Gerade in den ersten beiden Jahren können sich Ackerwildkräuter hier ungestört entwickeln.

2.2.2 Blühstreifen/-flächen

Um in der ausgeräumten Landschaft wieder Nahrungsangebote und Rückzugsorte für Insekten und andere Tierarten zu schaffen sowie Vernetzungen verschiedener Strukturen herzustellen, werden vermehrt Blühstreifen in und zwischen Ackerflächen angelegt. Sie haben einen positiven Effekt auf die umgebende Agrarlandschaft. Es konnte nachgewiesen werden, dass sich mehr Arten und Individuen von Insekten und Spinnentieren auf blühflächennahen Maisfeldern befinden, als auf blühflächenfernen [WAGNER ET AL. 2014]. BUHK ET AL. (2018) konnten einen 3- bis 5-fachen Anstieg des Artenreichtums von Wildbienen und Schmetterlingen durch Blühstreifen zeigen. Die Anzahl der oligolektischen Wildbienenarten stieg dabei erst ab dem dritten Jahr an.

Das Anlegen von Blühstreifen kann jedoch mit dem Schutz von Ackerwildkräutern kollidieren. Gibt es noch Vorkommen der selten gewordenen Kräuter auf Ackerflächen, sollte ihr Schutz im Vordergrund stehen [WIESINGER ET AL. 2015].

Bei der Anlage von Blühstreifen ist es wichtig, **autochthones Saatgut** verwenden. Dieses sollte auch Pflanzenarten für spezialisierte Wildbienen enthalten. Denn von Blühflächen profitieren vor allem häufige Arten [HAALAND ET AL. 2011]. Ideal ist, wenn statt Saatgut das Mahdgut von einer umgebenden artenreichen Wiese verwendet wird. Zunächst muss dafür die Spenderfläche gesucht werden. Sie sollte etwa die doppelte Größe der Empfängerfläche haben, um eine ausreichend große Menge an Samen für die Empfängerfläche zu erhalten. Zudem sollte die Fläche artenreich sein, aber nur wenige unerwünschte Arten (Quecke, Melde, Gänsefuß, Acker-Kratzdistel) enthalten. Gemäht wird die Spenderfläche Mitte Juli, wenn besonders viele Arten ihre Samen gebildet haben. Das Mahdgut sollte sofort zur Empfängerfläche gebracht werden. Vor dem Ausbringen muss die Empfängerfläche gefräst werden. Das Mahdgut muss auf der Fläche liegen, bis die Samen ausgefallen sind, was ein paar Tage dauern kann. Nach 10 Wochen muss ein Schnitt in einer Höhe von 10 cm erfolgen, denn Gräser wachsen zu Beginn schneller als die ausgebrachten Samen [FROBEL ET AL. 2018]. Eine derartige Blühfläche sollte ebenfalls wie Ackerkrautstreifen mehrjährig angelegt werden, denn mit dem Alter der Blühfläche steigt der Artenreichtum von Insekten und Spinnentieren an [WAGNER ET AL. 2014].

Bei der Verwendung von Saatgut sollten **ein- und mehrjährige Kräuter** den Hauptbestandteil ausmachen [IBID.], mindestens aber zehn verschiedene Mischungspartner. Es sollte darauf geachtet werden, dass Blütenpflanzen mit **verschiedenen Blühzeiten** ausgebracht werden, um die das geringere Blütenangebot in den Sommermonaten von Juni bis August (September) auszugleichen [VAN ELSSEN & LORITZ 2013]. Somit können Blühflächen helfen, Nahrungsengpässe für Wildbienen in der umgebenden Agrarlandschaft abzumildern. Da sich in Blühstreifen auch Mäuse wohlfühlen, kann es unter Umständen sinnvoll sein, Ansitzwarten für Greifvögel aufzustellen [VAN ELSSEN & DANIEL 2000]. Andererseits können Hummeln wiederum von Mauselöchern für ihren Nestbau profitieren.

2.2.3 Extensiv genutztes Grünland

In der Agrarlandschaft gibt es die verschiedensten Arten von Wiesen und Weiden. Ideal für Wildbienen sind **Magerwiesen und -weiden**. Diese befinden sich häufig an flachgründigen, kalkreichen und sandigen Standorten. Durch Düngung wurden viele dieser Flächen zu ertragreichem Wirtschaftsgrünland umgewandelt, meist zu sogenannten „Fettwiesen“ und „-weiden“. Diese sind allerdings aufgrund ihres Nährstoffreichtums artenarm. Die blütenreichen Magerrasen- und -weiden bieten hingegen ein großes Nahrungsangebot. Aufgrund ihrer besonderen kleinklimatischen Verhältnisse und ihrer geringen Nutzungsintensität leben hier viele wärmeliebende Arten. Weideflächen haben in der Regel eine größere Artenvielfalt als intensiv genutztes Grünland, denn viele Klee- und Kräuterarten können hier blühen. Feste Zäune sind dabei wichtig für Wildbienen, da sich dort immer ein ungenutzter Grünstreifen befindet [VAHLE 2011]. Auch verschiedene Nistmöglichkeiten werden dort geboten, u.a. vegetationsfreie Bodenstellen, leere Schneckenhäuser sowie Totholz in Form alter Zaunpfähle. Manche Bienenarten können dort sowohl Nahrung als auch einen Nistplatz finden. Andere Arten sind als Blütenbesucher nur Teilsiedler. Um die Besiedlung der Fläche durch Wildbienen zu fördern, helfen Kleinstrukturen in der Umgebung, z.B. unbefestigte Wege, Hecken, Gehölze oder Waldränder. Der Kontakt zu anderen Strukturen ist wichtig [WESTRICH 2018]. Untersuchungen von Kalkmagerrasenflächen in Bayern zeigen durch eine komplexe Landschaftsstruktur, große Habitat-Flächen und eine hohe Habitat-Qualität einen sehr positiven Einfluss auf den Artenreichtum von Wildbienen [HOPFENMÜLLER ET AL. 2014]. Dabei variiert die Einflussstärke dieser Faktoren abhängig von der jeweiligen Lebensform der Wildbienen-Art.

Eine nährstoffreiche Wiese kann durch **Aushagerung** zu einer nährstoffmageren umgewandelt werden [STURM ET AL. 2018, VAN ELSSEN & DANIEL 2000]. Die Umwandlung dauert jedoch sehr lange. Eine differenzierte Nutzung von Wiesen ist in diesem Zusammenhang zu empfehlen. Die ertragsschwächsten Wiesen sollten dabei nur in geringen Mengen organisch gedüngt und weniger oft gemäht werden als ertragsstarke Flächen. Durch die extensive Bewirtschaftung können Kosten für die Düngung sowie für Arbeits- und Maschineneinsatz gespart werden. 2- bis 3-fach-Schnittwiesen zeigen die höchste Artenvielfalt mit verschiedenen Klee- und Kräuterarten. Zwischen den Nutzungen sollte ein Abstand von mind. 8 Wochen liegen und die Düngung sollte angepasst und organisch sein. Magerwiesen geben z.B. auch mit Düngung keinen hohen Ertrag, die Artenvielfalt wird dadurch aber dezimiert. Stattdessen kann es als Kräuterheu die Gesundheit der Nutztiere fördern. Optimal für Wildbienen ist zudem die Durchführung einer Staffelmahd. Dabei werden die Wiesen zu unterschiedlichen Zeiten gemäht, womit einige Rückzugsräume und ein Teil des Nahrungsangebots erhalten bleiben [VAHLE 2011]. BURI ET AL. (2014) konnten zeigen, dass sowohl die Wildbienen-Abundanz als auch der Wildbienen-Artenreichtum auf extensiven Wiesenflächen ansteigt, wenn 10-20% der Fläche bei der Mahd stehen gelassen werden, im Vergleich zur Mahd einer ganzen Fläche.

2.2.4 Strukturen vegetationsarmer Flächen

Der Großteil der solitären Wildbienen ist für seinen Nestbau auf **offene (horizontale) Bodenstellen** angewiesen. Die schönste (Wild-)Blumenwiese verliert ihren Wert für Wildbienen, wenn keine Nistmöglichkeit in der Umgebung angeboten wird.

Die Bodenstellen sollten nur spärlich bis kaum bewachsen sein, sonnenexponiert liegen und bestenfalls auch eine leichte Neigung aufweisen. Dabei kann es sich um Aufschüttungen, unbefestigte Wege bzw. Wegränder, Sandwege, vegetationsfreie Uferzonen, Schwemmfächer etc. handeln. Häufig werden solche Strukturen im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen beseitigt [WESTRICH 2018] und müssen demnach wieder neu geschaffen werden.

Offene Bodenstellen können in der Praxis recht einfach angelegt werden [FROBEL ET AL. 2018]. Besonders gut eignen sich ebene Magerwiesen mit Sandflächen. Diese werden von Bewuchs befreit (stellenweise abgeschoben) oder es wird ein 2-3 m breiter Rohbodenstreifen angelegt. In den Wintermonaten kann an unbesiedelten Standorten die Grasnarbe oder auch der Beton oder Asphalt abgetragen werden. Dabei sollte so tief gegraben werden, bis kein Pflanzendurchwuchs mehr möglich ist.

In den darauffolgenden Jahren müssen starker Bewuchs und Verbuschung verhindert werden. Um den Boden offen zu halten, ist die Pflege mit einer Sense ideal. Keinesfalls sollten dafür Herbizide o.ä. benutzt werden. Bodenbearbeitungen wie Jäten oder Hacken sollten unterlassen werden, da sonst Nester in der oberen Bodenschicht zerstört werden könnten. Zusätzlich können kleine Steinstrukturen ausgelegt werden, um Pflanzen zurückzudrängen. Die Wildbienen sollten aber noch Zugang zum Boden haben. Schneckenhäuser dienen einigen *Osmia*-Arten als Nistplatz und können hier ebenfalls ausgelegt werden. Zu beachten ist, dass es eine Weile dauern kann, bis sich die ersten Wildbienen ansiedeln [WESTRICH 2018].

Die Anlage von **Sandhaufen und Sandbänken** ist eine weitere Möglichkeit, Nistplätze für Wildbienen zu schaffen [FROBEL ET AL. 2018]. Sandbienen, Furchenbienen und Schmalbienen können dadurch gefördert werden. Wichtig ist, den Sandhaufen so zu schichten, dass ein kompakter Hügel entsteht. Bloße Sandaufschüttungen können nicht besiedelt werden. Zu beachten ist, dass die Größe des Sandhügels eine weniger wichtige Rolle spielt als die Substratwahl. Nur sehr feiner, ungewaschener Sand mit natürlichem Lehmanteil sollte verwendet werden. Er kann über die örtlichen Sand- und Kiesgruben meist nur gegen Transport bezogen werden. Mithilfe des Handtests kann der Sand mit dem passenden Lehmgehalt einfach ermittelt werden [MILLETT & MÜLLER 2017]. Hierfür wird eine Handvoll feuchtes Material in die Hand genommen und fest zusammengepresst. Dann wird die Hand geöffnet und beobachtet, wie sich das Material nach Antippen mit den Fingern verhält. Fällt es auseinander, ist der Lehmanteil zu gering. Bleibt es fest, ist es zu hart für Wildbienen. Die Zusammensetzung ist ideal, wenn der Klumpen erst bei festerem Anstoßen zerfällt. Der beste Zeitraum für die Anlage ist vor der Vegetationsperiode, zwischen Oktober und Februar. Mit feuchtem Material lässt sich der Sandhaufen kompakt bauen. Je kompakter, desto besser, denn umso schneller findet eine Besiedlung statt. An besonnten und trockenen Standorten sollte Schicht für Schicht angelegt werden, evtl. sogar mit Erosionsschutz. Bei der Pflege gilt, wie bei den offenen Bodenstellen, den Hügel vor Bewuchs und Verbuschung freizuhalten.

Abbruchkanten und Steilwände bieten vertikale Erdaufschlüsse. Diese sind trockener als horizontale Erdaufschlüsse und kaum bewachsen. Sie können aus unterschiedlichem Material bestehen, z.B. Sand, Kies, Lehm oder Löss. Zudem spielt ihre Exposition eine Rolle. Abhängig von der Korngröße, der Bodenstärke und dem umgebenden Nahrungsangebot finden unterschiedliche Bienenarten hier einen Nistplatz [WESTRICH 2018]. Da an Wegen auch häufig Abbruchkanten entstehen, wird darauf im folgenden Kapitel 1.2.5 detaillierter eingegangen. Steilwände kommen im Untersuchungsgebiet nicht vor und werden deswegen nicht genauer beschrieben.

2.2.5 Unbefestigte Wege, Weg-/Straßenränder, Böschungen

Wege und Straßenränder stehen nicht für sich alleine, sondern sind immer Bestandteil eines zusammenhängenden Netzes. Sie können, abhängig von der Bodenstruktur und den angrenzenden Flächen, sehr variabel und vielfältig sein. Mit einer differenzierten Pflege lässt sich eine hohe Vielfalt an unterschiedlichen Wegrandsituationen und damit die Grundlage für eine artreiche Tier- und Pflanzenwelt schaffen. Sie können bei richtiger Voraussetzung, Anlage und Pflege auch für Wildbienen sowohl Nahrung als auch Nistplätze bieten.

An frisch aufgeschütteten Böschungen können sich zunächst Pionierpflanzen etablieren, welche sich durch förderliche Pflege zu bunten Hochstaudenfluren entwickeln können. Ausschlaggebend ist darüber hinaus die Samenbank des Bodens und die sich in der Umgebung befindliche Vegetation [WESTRICH 2018]. Teilweise können auch sehr seltene Ackerwildkräuter in solchen Böschungen keimen und sich entwickeln, auf lange Sicht jedoch können diese mangels fehlender regelmäßiger Störungen etc. nicht Fuß fassen.

Dort, wo trockene Hanglagen mit lückigem Bewuchs durch Erdbeben oder Abtragung nicht natürlich entstehen, kann der Bewuchs durch Abschieben oberflächlich entfernt werden. Dadurch entstehen sonnenexponierte offene Stellen.

Eine Düngung von Wegen und Straßenrändern ist nicht förderlich, da ökologische Vielfalt nur durch Ausmagerung entsteht. Das Entziehen der Nährstoffe ist jedoch ein langwieriger Prozess (teilweise 10 Jahre und mehr), welcher Geduld und eine konstante Beibehaltung des Pflegekonzepts fordert. Die Schnitthäufigkeit, der Schnittzeitpunkt und die Mähtechnik wirken sich stark auf die Zusammensetzung der Artengemeinschaft in Wegrainen aus – manche Arten werden begünstigt, andere verdrängt. Aktuell liegt der Trend beim Mulchen, was arbeits- und zeittechnisch am effizientesten ist, ökologisch aber einem Kahlschlag gleicht. Das Mähgut wird dabei stark zerkleinert und bleibt auf der Fläche liegen. Im Wegrain lebende Tiere haben kaum eine Überlebenschance (50 - 100 % Verlustrate) und die wünschenswerte Ausmagerung bleibt aus. Das Mulchen führt zudem zu einer Zunahme von stickstoffliebenden Arten und zu krautfeindlichen Verfilzungen, von denen nur einige wenige Gräser profitieren. Offenstellen verschwinden ebenfalls. Eine Mahd mit dem Balken- oder Kreiselmäher zerkleinert das Schnittgut nicht gänzlich, erfordert aber einen zweiten Arbeitsschritt für das Abräumen. In der Zwischenzeit können sich die Insekten zurückziehen und bleiben auf der Fläche erhalten, der Boden wird nicht aufgedüngt und Offenstellen bleiben bestehen. Diese Methode empfiehlt sich sehr. Ökologisch sinnvoll ist eine erste Mahd Mitte Juni bis Juli, so können die Frühblüher teilweise schon aussamen und beim Abräumen des Mahdgutes sind noch Ausmagerungseffekte zu erzielen. Des Weiteren sind krautige Wiesenpflanzen und teilweise auch Insekten an diesen

Mahdzeitpunkt angepasst. Eine zweite Mahd ist zur Ausmagerung oft sinnvoll (September/Oktober). Hierbei sollte dann nicht alles gemäht werden, sondern Streifen als Rückzugs- und Überwinterungsquartiere stehen gelassen werden [LANUV NRW 2021].

Eine Mahd sollte generell nur zu einem Zeitpunkt geringer **Bienenaktivität** stattfinden. Als hoch wird diese ab einer Flugaktivität von mehr als einer Biene pro m² eingeschätzt. Am besten ist es entweder morgens oder abends bei kühler Witterung oder Bewölkung zu mähen.

Das Pflanzen von Gras oder Bodendeckern erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die offenen Bodenstellen (Nistplätze für die Wildbienen) schnell wieder zuwachsen. Dies ist folglich nicht zu empfehlen. Als Pflegemaßnahme müssen unerwünschte Pflanzen und Sträucher regelmäßig entfernt werden [FROBEL ET AL. 2018].

Auch **Grabenböschungen** können Wildbienen einen Lebensraum bieten. In einer Untersuchung konnten 59 Wildbienenarten in einer solchen Struktur festgestellt werden [RIEMANN 1987]. Agrarflächen sollten nicht direkt an den Graben anschließen. Stattdessen wird ein breiter Randstreifen (3-5 m) oder eine Hecke empfohlen, um die Einflüsse durch die Bewirtschaftung abzdämpfen. Typisch für feuchte Standorte sind u.a. der Gewöhnliche Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) und der Blutweiderich (*Lythrum salicaria*). Es handelt sich dabei um die Pollenquellen der Arten *Macropis europaea*, *M. fulvipes*, *Melitta nigricans* und (nur regional) *Eucera salicariae*. Diese sind charakteristischerweise in Grabenböschungen zu finden. Auch Weiden (*Salix spec.*), Mädesüß (*Filipendula ulmaria*) und Wiesen-Storchschnabel (*Geranium pratense*) kommen gerne in Grabenstrukturen vor und bieten Nahrung für Wildbienen. Empfehlenswert ist, in Teilbereichen die Stängel der Vegetation über zwei bis drei Jahre stehen zu lassen. Stehende trockene Stängel dienen als Überwinterungsquartier und Nistplatz für verschiedene Insekten.

Feldränder stellen vor allem in intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaften wertvolle Lebensräume entlang der Feldflur dar. Ihr Wert als Strukturelement steigt proportional mit ihrer Breite. Zur Ausbildung stabiler, artenreicher Bestände sollte eine Breite von drei Metern nicht unterschritten werden. Die Qualität des Lebensraums wird auch hier durch die Schnitthäufigkeit, den Schnittzeitpunkt und die Mähtechnik bestimmt. Feldränder stellen für Insekten während und nach der Ernte ein wichtiges Rückzugsbiotop dar [VAN ELSSEN & DANIEL 2000]. Die Anlage eines Ackerwildkrautstreifens ist hier empfehlenswert (siehe 1.1.1).

Bei der Mahd ist in jedem Fall zu beachten, dass auf den Weg-, Feld-, und Straßenrändern sowie Böschungen alternierend jeweils die Hälfte der Fläche stehen bleiben sollte, um Winterquartiere für Insekten zu erhalten [KIRMER ET AL. 2014].

Auch die Wirtschaftswege selbst können für die Biodiversität von Bedeutung sein. Hier muss zwischen asphaltierten und unbefestigten Wegen unterschieden werden. Asphaltierte Wege stellen für manche Tierarten häufig kaum überwindbare Barrieren dar [VAN ELSSEN & DANIEL 2000].

Unbefestigte Wege hingegen können durch ihre offenen Bodenstrukturen gerade für Wildbienen Nistgelegenheiten bieten und sollten deswegen nicht versiegelt werden [MANDERY & MÜLLER, 2020]. Verletzungen des Oberbodens durch das Befahren mit Maschinen verhindern die Bildung einer Grasnarbe und stellen sicher, dass der Boden für Niststrukturen offenbleibt. Die bereits vorhandenen Nester der Wildbienen werden durch das Befahren nicht erheblich

beeinträchtigt. Durch kleine zusätzliche Elemente können unbefestigte Feldwege leicht zum Wildbienenparadies aufgewertet werden. Zum einen die Vermeidung bzw. Reduzierung von Pestiziden und Dünger im Randstreifen, zum anderen durch mind. drei Meter breite Säume, die als Pufferfläche gegen Nährstoff- und Pestizideinträge dienen. Ebenso sollte ein Feldweg nicht gemulcht werden, sondern mit Hilfe eines Balkenmähers oder einer Handsense freigehalten werden.

Vor allem in intensiven Agrarlandschaften sind Feldränder und Böschungen häufig der einzige Bereich mit Blütenpflanzen. WASNER & WOLFF-STRAUB (1987) weisen darauf hin, dass dies jedoch nur Lebensräume zweiter Wahl sind und sich ihr heutiger Wert nur aus dem Verlust intakter Lebensräume ergibt. Straßenränder an stark befahrenen Bundesstraßen oder Autobahnen sind aufgrund von Erschütterungen, Abgasen und Streusalz und wegen der Tötungsgefahr für Wildbienen durch schnell fahrende Autos ungeeignet (eigene Beobachtung).

Durch die variablen Lebensraumbedingungen gibt es keine charakteristischen Wildbienen für unbefestigte Wege, Wegränder oder Böschungen. In den häufig vorkommenden offenen Bodenstellen nisten vor allem Tiere der Gattung *Lasioglossum* und *Andrena* mit ihren Parasitoiden [MANDERY & MÜLLER 2019].

Die richtige Pflege von Wegrändern und Böschungen ist besonders wichtig, da Wildbienen besonders in der ausgeräumten Agrarlandschaft auf Nahrung und Nistplätze angewiesen sind. Die Pioniervegetation an Wegrändern sollte sich ausbilden können, weswegen auf eine Überdeckung mit Humus oder auf eine Ansaat verzichtet werden sollte [WASNER & WOLFF-STRAUB 1987].

Wegkanten- und Abrisse dienen ebenfalls als Nistplatz. Schon ab einer Höhe von 20-30 cm wird eine Abbruchkante besiedelt, da sie trocken bleibt, vegetationsfrei ist und sich schnell in der Sonne erwärmt. An einer sonnigen Stelle kann mit einem Spaten einfach ein Stück Grasnarbe abgestochen werden. Zuvor sollte ausgeschlossen werden, dass bereits Wildbienen dort nisten, um ihre Nester nicht zu gefährden. Außerdem sollte ein wenig beeinträchtigter Standort ausgewählt werden. Möglicher Pestizideintrag von angrenzenden Agrarflächen ist dabei zu beachten. Bewuchs, welcher die Überhänge beschattet, sollte regelmäßig entfernt werden [FROBEL ET AL. 2018].

2.2.6 Trockenmauern und Steinhaufen

Trockenmauern werden bzw. wurden häufig in Hanglagen angelegt, um diese vor Erosion zu schützen. Gebaut werden sie aus Lese- oder Natursteinen, wobei die Fugen nicht mit Mörtel, sondern mit Erdboden oder einem Erde-Sandgemisch aufgefüllt werden. Während des Baus können direkt Pflanzen in die Mauer gesetzt werden, um die Stabilität der Mauer durch das Wurzelwerk zu unterstützen. Oft werden die Trockenmauern der Vegetationsentwicklung vor Ort überlassen. Das Ergebnis ist meist eine ganz typische trockenheitsresistente Pflanzengesellschaft. Trockenmauern bieten für wärmeliebende Bienen als Teillebensräume ein besonderes Mikroklima [VAN ELSSEN & DANIEL 2000]. So können sie hier entweder ihre Nester bauen oder sich vom Blütenangebot ernähren. Das in Trockenmauern anzutreffende Artenspektrum überschneidet sich meist mit jenem, welches Felswände oder vertikale Erdaufschlüsse besiedelt. Verschiedenste Arten konnten bisher an Trockenmauern nachgewiesen werden. Dabei

ist eine südexponierte Lage der Mauer von Vorteil. Als Nistplätze werden u.a. Vertiefungen von Steinen (*Hoplitis anthocopoides*, *H. ravouxi*), Mauerritzen (*Megachile centuncularis*, *M. versicolor*), erdgefüllte Fugen (*Lasioglossum laticeps*, *L. nitidulum*, *L. punctatissimum*), Hohlräume zwischen den Steinen (*Anthidium manicatum*), sowie Hohlräume hinter der Mauer (*Bombus lapidarius*) genutzt [WESTRICH 2018]. Wichtig für den Erhalt der Mauern als Lebensraum für Wildbienen sind die tiefen, mit Erde gefüllten Fugen. Die Funktion der Trockenmauern kann nicht durch Betonmauern oder Drahtschotterkörbe ersetzt werden [WESTRICH 2018].

2.2.7 Waldsäume

Da Wildbienen trockene und sonnige Standorte benötigen, kommen nur wenige Arten in Wäldern vor. Die sogenannten „boreo-montanen“ Arten bevorzugen den Wald vermutlich aufgrund seines speziellen Mikroklimas. An bestimmte Waldtypen sind sie dabei vermutlich nicht gebunden [WESTRICH 2018]. Allerdings zeigt eine Untersuchung von ECKERTER ET AL. (2021), dass lichte strukturreiche **Wälder** für Wildbienen als Lebensraum durchaus interessant sein können. Sobald Licht bis auf den Boden kommt, kann sich eine blütenreiche Krautschicht entwickeln, stehendes und liegendes Totholz bietet Nistmöglichkeiten für bspw. Maskenbienen (*Hylaeus*). Durch Trockenheits-, Sturm- und Käferschäden erhöht sich die sogenannte strukturelle Komplexität von Waldbeständen. Das heißt, diese Flächen bieten dann einen vielfältigeren, abwechslungsreicheren Lebensraum [IBID.].

Waldränder sind sehr variabel in ihrer Zusammensetzung und werden von weitaus mehr Wildbienenarten als Lebensraum genutzt. Abhängig vom jeweiligen Waldtyp und der angrenzenden Fläche können dort verschiedenste Nahrungspflanzen vorkommen. Grenzlinien zwischen zwei Habitaten bieten häufig vielen Tieren einen Lebensraum, da sie vielen Ansprüchen gerecht werden.

Laut WESTRICH (2018) sind fünf Faktoren für das Vorkommen von Wildbienen an Waldrändern entscheidend: (1) Vegetation: Ränder von Laub- oder Mischwald werden Nadelwäldern vorgezogen; (2) Klimatische Faktoren: Südost- bis südwestexponierte Waldränder sind artenreicher als nordexponierte (Ausnahme: z.B. *Andrena coitana* bevorzugt kühleres Mikroklima), auch Hangneigung und Meereshöhe spielen eine Rolle; (3) Untergrund: Abhängig von der Bodenart ist die Zusammensetzung der bodennistenden Arten unterschiedlich; (4) Kleinstrukturen: endogäische Arten benötigen vegetationsfreie Stellen oder Bodenrisse, hypergäische Arten sind auf Totholzstrukturen, hohle Bäume, dürre Ranken (Brombeeren), Steinhäufen oder leere Schneckenhäuser angewiesen; (5) Angrenzende Flächen: z.B. beherbergt eine Magerrasenfläche mehr Arten als eine Ackerfläche.

Voraussetzung für einen artenreichen Waldsaum ist zum einen die Tatsache, dass dieser überhaupt existiert, d.h. nicht weggepflegt wird und zum anderen, dass eine möglichst extensive Grünlandnutzung auf der angrenzenden Fläche betrieben wird. Intensiv bewirtschaftetes Ackerland bietet stattdessen kaum Lebensraum.

Nur bei wenigen Arten deckt der Waldrand sowohl die Nahrungs- als auch die Nistplatz-Bedürfnisse ab, z.B. bei der Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* und bei der Glanzbiene *Dufourea dentiventris*. Beide sind auf Glockenblumen (*Campanula*) spezialisiert und nisten im

Bereich des Waldrandes. Für die meisten Arten bietet der Waldrand hingegen entweder Nahrungs- oder Nistplatz-Ressourcen [WESTRICH 2018].

Ein ökologisch sinnvoller Aufbau eines Waldrandes besteht aus einer Vegetationsstruktur mit einem **kleinräumigen Wechsel von Licht- und Feuchteverhältnissen**. Dadurch wird ein fließender Übergang vom Außen- zum Innenbereich geboten. Wie auch bei der Hecke gilt hier: je breiter der Waldrand desto ökologisch wertvoller. Besondere Bedeutung haben die gen Süden ausgerichteten Bereiche. Ein zurückgesetzter Waldrand mit einem ausgeprägten Krautsaum und Kleinstrukturen ist besonders bienenfreundlich. Gefährdet ist die Vielfältigkeit eines Krautsaums häufig durch Überdüngung, dann entsteht hier ein Brennessel-Brombeeren-Tepich.

Eine **insektenfreundliche Waldrandgestaltung** besteht aus drei Zonen: der Kraut-, Strauch-, und der Baum- und Strauchzone [RUF 2011]. Die Krautzone grenzt an das Offenland. Sie besteht aus krautigen Pflanzen mit niedriger Wuchshöhe, wozu Wiesenblumen, Stauden und Zwergsträucher gehören. Die Strauchzone enthält überwiegend Sträucher mit Wuchshöhen von 3-5 m. Daran schließt die Baum- und Strauchzone an. Hier dominieren höhere Sträucher und kleinwüchsige Bäume bis ca. 15 m. In dieser Übergangszone zum Wald sind vor allem Lichtbaumarten zu finden.

Waldsäume werden in der Regel durch Mahd bzw. Beackerung bis an den Waldrand zerstört, weshalb sie in der Landschaft kaum noch zu finden sind. Durch ihre Übergangsstruktur und Vielfältigkeit können sie für überdurchschnittlich viele Tier- und Pflanzenarten Lebensraum bieten. Für die Gestaltung des Waldrandes und -saumes empfiehlt es sich, einen 15 bis 30 Meter breiten Streifen der angrenzenden Fläche aus der normalen Bewirtschaftung zu nehmen. Dieser wird mit einer Bodenfräse bearbeitet und eingesät bzw. bepflanzt. Hilfreich kann auch sein, auf einer angrenzenden, möglichst nährstoffarmen Wiese den Randbereich zum Wald nicht zu mähen. Dadurch wird die Saumentwicklung des Waldes gefördert. Eingriffe am bestehenden Waldrand sollten vermieden werden, um ihn nicht anfällig für Stürme oder Krankheiten zu machen. Ein fließender Übergang zwischen den Zonen und die Verwendung von standorttypischen Arten ist bei der Anlage zu beachten. Für die Krautzone kann eine einheimische Wildblumenmischung verwendet werden, noch besser ist die Verwendung von Mahdgut zur Ansaat (siehe 1.1.2). Dazwischen werden truppweise Zwergsträucher gepflanzt. In der Strauchzone werden die Sträucher ebenfalls einzeln oder truppweise gepflanzt. Es werden dabei Lücken für die Pflanzen der Krautzone gelassen, um einen vielfältigen Bewuchs zu erreichen. In die Strauchzone können allerlei blühende Sträucher gesetzt werden, z.B. Blutroter Hartriegel, Pfaffenhütchen, Gewöhnlicher Schneeball, Schlehe oder Rose. Besonders wichtig für die ersten Wildbienen im Jahr sind Frühblüher, wie alle strauchartigen Weidenarten (u.a. Korb-Weide, Purpur-Weide, Lorbeer-Weide). In der Baum- und Strauchzone sind u.a. Arten wie die Vogelbeere, Elsbeere, Sal- und Bruchweide, sowie die Wildobstart Holz-Apfel für Wildbienen interessant. Als Übergang zum Waldbestand sind Vogelkirsche und Rosskastanie ideal. Der Abstand zwischen den Bäumen sollte großzügig sein und mit Sträuchern aufgefüllt sein oder unbepflanzt bleiben [RUF 2010].

Ein Waldrand sollte möglichst seiner natürlichen Entwicklung überlassen werden und nur bei Bedarf, max. einmal pro Jahr ab Anfang August, gemäht werden, um die Ausbreitung von Gehölzen zu verhindern. Der Saumbereich ist sehr empfindlich, weswegen kein Kreiselmäher oder Schlegelhäcksler verwendet werden sollte. Bei der Mahd sollte bestenfalls ein Teil stehen gelassen und periodisch der Standort gewechselt werden, um Ausweichquartiere für die Bienen zu schaffen. Schnell wachsende Sträucher wie z.B. Schlehe oder Weißdorn können in größeren Zeitabständen auf Stock gesetzt werden, um den Struktureichtum im Saum zu erhalten [VAN ELSSEN & DANIEL 2000].

2.2.8 Hecken und Feldgehölze

Auch Hecken und Feldgehölze sind wichtige Lebensräume für die Erhaltung der Wildbienenvielfalt in den Feldfluren. Hecken wirken außerdem der Wind- und Bodenerosion entgegen und verbessern die Bodenqualität. Durch Laubfall erhöhen sich Phosphat- und Magnesiumgehalt im Boden, sodass sich beide Stoffe noch in 20 m Entfernung nachweisen lassen [VAN ELSSEN & DANIEL 2000].

Eine Hecke besteht vor allem aus lichtliebenden Arten der Waldrandgesellschaften. Sie hat eine deutliche Zonierung: (A) eine vorgelagerte Grasflur: der Saum; (B) Brombeer-, Spreizklimmer- und Gebüschzone; (C) Farn- und Krautzone; (D) Krautflur. Innerhalb der Hecke ergeben sich je nach Ausrichtung lichtere und schattigere Bereiche. Hecken werden gerne zur Biotopvernetzung angelegt [IBID.].

Für Wildbienen sind vor allem die **Krautsäume der Hecken** von Bedeutung. Zahlreiche Wildbienenarten finden hier Nistplätze und Nahrung, manche Arten nutzen sie nur als Teillebensraum. Lage, Alter, Struktur und Zusammensetzung der Hecke, sowie die Bodenstruktur und das Umfeld sind ausschlaggebend für die Artenzusammensetzung. Teilweise werden hier Arten der Waldränder gefunden. Wie schon in den Waldrändern, werden sowohl den endogäischen (offene Bodenstellen) als auch den hypergäischen Arten (trockene Brombeer-, Himbeer-, Holunderstängel; Totholz) passende Nistplätze geboten. Eine blühende Krautschicht bietet Nahrung. Eingestreute alte Baumstümpfe und Steinhaufen sind als zusätzliche Strukturen wichtig [WESTRICH 2018]. Dient die Hecke nur als Teillebensraum, müssen die zusätzlichen Ansprüche in der Umgebung erfüllt werden. Als Nahrungsressourcen können z.B. Wiesen, Felder, Magerrasen und Brachen dienen, als Nistplatz beispielsweise alte Zaunpfähle [HAESLER 1979]. Ein struktur- und blütenreiches Umfeld ist v.a. für Wildbienen notwendig, die auf zusätzliche Nahrungsquellen oder Nistplätze außerhalb der Hecke angewiesen sind.

Typische Wildbienenarten in der Hecke sind die Maskenbienenarten *Hylaeus brevicornis* und *H. communis*, die Sandbienenarten *Andrena bicolor*, *A. chrysoceles* und *A. haemorrhoea*, auch als Wirte der Wespenbienenarten *Nomada fabriciana* und *N. ruficornis*, die Sägehornbienenart *Melitta haemorrhoidalis* und die Mauerbienenart *Osmia leucomelana*, auch als Wirt der Dusterbienenart *Stelis ornatula*. Ebenfalls nutzen viele Hummelarten Hecken als geschützten Nistplatz [WESTRICH 2018].

Problematisch ist der Stickstoffeintrag durch Agrarflächen. Dadurch setzen sich häufig Brennnessel oder der Gold-Kälberkopf (*Chaerophyllum aureum*) durch. Brennnesseln sind für Wildbienen nutzlos, der Gold-Kälberkopf hingegen dient manchen Arten (z.B. *Andrena proxima*, *Hylaeus*-Arten) als Pollenquelle.

VAN ELSEN & DANIEL (2000) betonen, dass bei der **Heckenpflege** folgende Punkte zu beachten seien: Alle 10-15 Jahre sollte die Hecke auf Stock gesetzt werden, d.h. sie wird bis auf 50 cm über dem Boden abgeschnitten. Dadurch wird die Bildung einer Baumreihe verhindert. Strauchgut muss anschließend aus dem Heckenbereich entfernt werden, ansonsten wird die Weiterentwicklung behindert. Idealerweise kann das Strauchgut im Winter zur Neuanlage einer **Benjeshecke** verwendet werden. Die Anlage einer solchen Hecke ist schnell und günstig. Regionales Strauchgut wird an gewünschter Stelle aufgehäuft. Vögel lassen sich auf den abgelegten Dornensträuchern nieder, bringen Samen mit und sähen sich so ihre eigene Hecke an. Das Einarbeiten von Initialgehölzen kann die Entwicklung beschleunigen.

Besonders schonend ist, wie schon bei der Mahd von Säumen angemerkt, die halbseitige Abnahme. Zuerst sollte dabei die sonnenzugewandte Seite behandelt werden, 2-3 Jahre später die andere Hälfte.

Sieben Punkte, die bei Neuanlage einer Hecke zu beachten sind [VAN ELSEN & DANIEL 2000]:

1) Es ist wichtig, eine Verbindung zu Strukturen mit ähnlichen Pflanzengesellschaften herzustellen, wie z.B. Waldrändern, Baumgruppen, Gehölzinseln. Der ökologische Wert der Hecke wird dadurch gesteigert. **Der maximale Abstand zwischen den Strukturen sollte nicht über 200 m liegen, um einen Populationsaustausch sicher zu stellen.**

2) Es sollten **standortgerechte Gehölze** gepflanzt werden, denn diese sind besonders widerstandsfähig und bieten wertvolle Nahrungsquellen.

3) Die **Pflanzung** sollte **im Herbst** stattfinden.

4) Die Erstellung eines **Pflanzplans** kann hilfreich sein. (Strauch-, Füllbaum-, Hauptbaumarten, Pioniergehölze): höher wachsende Gehölze sollten im Kernbereich angesiedelt werden (im Wesentlichen aus Nebenbaumarten wie Eberesche, Mehlbeere, Vogelkirsche und höheren Sträuchern wie Schlehe, Hasel, Weißdorn; vereinzelt Hauptbaumarten wie Bergahorn, Esche); niedrig wachsende Sträucher im Randbereich (z.B. Brombeere, Himbeere, Wildrose)

5) Als Leitspruch gilt „**Je breiter die Hecke desto besser**“. Wichtig ist: sie sollte nicht schmaler als 3,5 m sein.

6) Die neu angelegte Hecke kann mit Maschendraht gegen Wildverbiss geschützt werden. Der Draht sollte entfernt werden, bevor er zu stark eingewachsen ist. Auf nährstoffreichen Böden kann in den ersten beiden Jahren eine Mahd zw. den Sträuchern sinnvoll sein.

7) **Ansitzwarten für Greifvögel** mit einer Höhe von 2,5 m können integriert werden, um zu großen Mäusepopulationen in der Hecke entgegenzuwirken.

Um die Hecke für Wildbienen besonders attraktiv zu machen, sollten offene Bodenstellen geschaffen werden und durch Pflege offengehalten werden. Es empfiehlt sich zudem, Strukturen wie Totholz oder Sandhügel zu integrieren.

Dort, wo die Untergliederung von Großschlägen durch eine Hecke allgemein rechtlich problematisch ist, kann ein blütenreicher Ackerkrautstreifen aus ein- und mehrjährigen Kräutern eine Alternative sein [VAN ELSEN & DANIEL 2000].

2.2.9 Brachstreifen

Brachland ist landwirtschaftlich nutzbar, wird aber aus verschiedenen Gründen für längere Zeit oder auch gar nicht mehr bewirtschaftet. Es gibt einjährige (Rotations-) und mehrjährige (Dauer-) Brachen [VAN ELSEN & DANIEL 2000]. Es wird je nach vorheriger Nutzung u.a. zwischen Acker- und Wiesenbrache unterschieden. Brachen verändern sich stetig und führen absehbar zu einer Verbuschung bzw. Verwaldung der Fläche. Folgende Sukzessionsstufen werden dabei durchlaufen: Grasphase, Staudenphase, Strauchphase und Baumphase. Es müssen nicht immer alle Phasen durchlaufen werden und manchmal stagniert eine Phase über längere Zeit. Dies ist u.a. abhängig vom Standort und vom Klima [WESTRICH 2018].

Dank ihrer verschiedenen Übergangsstadien nehmen Brachflächen eine wichtige Rolle für die Arterhaltung ein. Durch fehlende Eingriffe, wie Verzicht auf Herbizide und Bodenbearbeitung, kann Leben hier ungestört stattfinden, so auch das der Wildbienen. Die einsetzende Verbuschung kann stellenweise zu einem dichten Bodenbewuchs führen, der für endogäische Arten den Nestbau erschwert bis unmöglich macht. Außerdem können konkurrenzschwache und/oder an landwirtschaftliche Störungen angepasste Pflanzen, wie z.B. Ackerwildkräuter, verdrängt werden, auf welche die Bienen womöglich angewiesen sind. Ob und welche Pflege für die jeweilige Brachfläche durchgeführt werden sollte, muss abhängig von den jeweiligen Voraussetzungen, im Einzelfall entschieden werden. Das Ziel ist, Pioniergesellschaften oder Magerrasen mit lückiger Bodenbedeckung und vielfältiger krautiger Vegetation zu schaffen, sowie die Vernetzung von Nist- und Nahrungshabitaten zu erreichen.

Ackerbrachen können in den ersten beiden Brachejahren, speziell auf mageren Böden, annuelle Wildkräuter fördern und einen reichen Blütenbestand bieten. In den Jahren drei bis fünf entwickelt sich das Grasstadium zu einer Wiesengesellschaft. Auf nährstoffreichen Böden entstehen häufig artenarme Wildkrautfluren, die sich über Hochstaudenfluren bis zur Gehölzausbreitung entwickeln [WESTRICH 2018]. Eine Verbuschung ist meist problematisch. Sie verhindert das Wachstum der konkurrenzschwachen Wildkräuter. Häufig vorkommende Pflanzenarten, wie Brennnessel, Ampfer, Beifuß oder Ackerkratzdistel setzen sich oft durch [VAN ELSEN & DANIEL 2000]. Zudem verlieren bodennistende Wildbienen dadurch die zum Nestbau notwendigen offenen Bodenstrukturen.

Ältere Brachen entwickeln sich sehr heterogen und unterscheiden sich in ihrer Pflanzengesellschaft und ihrem Nistplatzangebot für Wildbienen. Vor allem intensiv genutzte und blütenarme Agrarflächen werden dadurch bereichert. Sehr vielfältig sind Ackerbrachen auf Sandböden. Diesen besonderen Lebensraum finden Wildbienen sonst nur bei Sand- und Kiesgrabun-

gen oder auf Truppenübungsplätzen. VENNE (2010) konnte auf Sandackerbrachen 93 Bienenarten nachweisen. Für sandige Lebensräume charakteristische Arten wie *Halictus leucaheneus* und *Andrena barbilabris* waren dort zu finden.

SAURE & BERGER (2006) konnten zeigen, dass Ackerstilllegungen in der Agrarlandschaft die Anzahl der Bienenarten mehr als verdoppeln können. Brachen an Waldrändern zeigten sich als besonders vielfältig; sie sind aufgrund ihrer Vernetzung zu anderen Strukturen wertvoller als Inselbrachen. Im Turnus mehrerer Jahre empfiehlt sich im Herbst auf Teilen der Stilllegungsfläche die Bodenbearbeitung mit einem Grubber. Dadurch werden offene Bodenstellen geschaffen, die als Nistplätze genutzt werden können. Ackerwildkräuter werden zudem zur Keimung angeregt, so dass sie als Nahrungspflanzen dienen können. Allerdings sollte die Bearbeitung auf lehmige bzw. lehmig-sandige Böden beschränkt bleiben. Sehr magere, sandige Flächen benötigen in der Regel keine Bodenbearbeitung, da meist schon offene Bodenstellen vorhanden sind.

Auch bei **Wiesenbrachen** nimmt mit zunehmender Sukzession die Verbuschung zu und die Artenzahl der Pflanzen ab. Je nach Wiesentyp ist eine Zunahme stickstoffliebender Arten zu beobachten oder es wird ein stabiles Brachestadium aus Hochstaudenfluren gebildet [WESTRICH 2018]. In einem großen Grünlandgebiet können zerstreut vorkommende Wiesenbrachen zusätzliche Nahrung für Wildbienen bieten, besonders nach der Mahd von umgebenen Flächen. Insgesamt ist eine Pflege des Brachlandes auf lange Sicht notwendig, um es für Wildbienen attraktiv zu halten. Eine auf die vorkommenden Arten abgestimmte Mahd mit Abräumen des Schnittguts ist dabei unbedingt dem Mulchen vorzuziehen.

2.2.10 Feuchte Standorte für Spezialisten

Bachsäume sollten vor Viehtritt und Stoffeinträgen geschützt werden. Wird nur ein kleiner Uferbereich von einigen Rindern als Tränke benutzt, können entstehende Bodenverletzungen den Uferbereich bereichern. Wird allerdings das komplette Ufer von Rindern zertrampelt, ist dies nicht förderlich und der Uferbereich sollte abgezaunt werden. Bei landwirtschaftlicher Nutzung dient ein ungenutzter Gewässerrandstreifen von 10 m Breite als Pufferzone z.B. vor Phosphat-Einträgen. Die ackerbauliche und gartenbauliche Nutzung dieser Fläche, sowie der Einsatz und die Lagerung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, ist nach dem BayWG §5 Art.21 (Stand 2021) verboten. Des Weiteren sind Bäume und Sträucher zu erhalten, soweit die Beseitigung nicht für den Ausbau oder die Unterhaltung der Gewässer, zur Pflege des Bestandes oder aus besonderen Artenschutzgründen nötig erscheint. Uferrandstreifen dienen als „Vernetzungsbiotop“ für Wildbienen. Werden Uferrandstreifen neu angelegt, bilden sie im 1. Jahr eine Spontanvegetation aus Ackerwildkräutern, Vorfrüchten (aus vorhergehenden Anbaujahren) und Ruderalpflanzen. Ab dem 3. Brachejahr dominieren ausdauernde Gräser, Hochstauden und Wiesenpflanzen. Der Randstreifen entwickelt sich zu einer wertvollen Uferzone [VAN ELSEN & DANIEL 2000].

Die **Hochstaudenflur entlang eines Baches** oder an anderen feuchten Standorten bietet ein reiches Nahrungsangebot für viele Wildbienenarten. Vertreten sind dort häufig Echtes Mäde-

süß (*Filipendula ulmaria*), Blutweiderich (*Lythrum salicaria*), Gewöhnlicher Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), Zottiges Weidenröschen (*Epilobium hirsutum*), Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*) und Gemeiner Baldrian (*Valeriana officinalis*) [WESTRICH 2018]. Wildbienen können dort vor allem im Hoch- und Spätsommer Nahrungsengpässe ausgleichen. Denn auf Wiesen und Feldern blüht zu dieser Zeit meist nur sehr wenig. Abhängig von den Niststrukturen in der Umgebung (z.B. Hecken, Totholz, Trockenstandorte) variieren die Blütenbesucher. Häufig in Feuchtgebieten anzutreffen sind die Schenkelbienenarten *Macropis europaea* und *M. fulvipes*, welche den Gewöhnlichen Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) als Pollenquelle nutzen. Dieser liefert keinen Nektar, weswegen in der Umgebung genug andere Nektarspender stehen sollten [WESTRICH 2018].

Die Hochstaudenvegetation sollte, wenn überhaupt, nur im Herbst und dann nur teilweise gemäht werden. Es sollte geprüft werden, ob eine Mahd überhaupt notwendig ist. Wird während der Vegetationsperiode gemäht, besteht die Gefahr, *Macropis*-Populationen auszurotten. Ist eine Mahd notwendig, können Grabenränder im jährlichen Wechsel gemäht werden, um die Wildbienen zu schonen.

Schilfröhrichte sind eher arm an Wildbienenarten. Einige Arten sind aber auf diesen Lebensraum spezialisiert und haben hier ihren Nistplatz. Das betrifft v.a. die Maskenbienenarten *Hylaeus pectoralis*, *H. moricei* und *H. pfankuchi* [WESTRICH 2018].

Sie nisten in gallenartigen Verdickungen am Halm-Ende des Schilfs, in sogenannten „Zigarren-gallen“. Diese 10 bis 25 cm langen Gallen entstehen durch die Schilfgallenfliege *Lipara lucens*. Diese bevorzugt lichtere „Landschilf“-Bestände auf moorigem, sumpfigem (Streuwiesenbrachen) oder kiesig-lehmigem (aufgelassene Kiesgruben) Boden. Nach dem Schlupf der Larven Mitte Mai bieten die Gallen einen Nistplatz für Wildbienen und andere Insekten [MOOK 1966, WESTRICH 2018].

Ein sehr charakteristischer Gallenbewohner ist *Hylaeus pectoralis*. Durch eine cellophanartige Auskleidung sind die Nester gut erkennbar. In den Internodien offener, vorjähriger Schilfhalme nisten teilweise die Blattschneiderbienenarten *Megachile centuncularis*, *M. versicolor*, vermutlich auch die Maskenbienenarten *Hylaeus pfankuchi* und *H. moricei*.

Landschilfbestände sollten wieder geduldet und gepflegt werden. WESTRICH (2018) empfiehlt folgende Pflegemaßnahmen: Lichte Bestände sollten nicht jährlich komplett gemäht werden, denn dadurch werden auch die Gallen samt Bewohner entfernt. Nötig ist, sich die Fläche mindestens drei Jahre ungestört entwickeln zu lassen. Es sollten bei der Mahd kleine Teilflächen ausgespart werden, die im Wechsel alle vier Jahr gemäht werden können. Häufig befindet sich unter Weidengebüschen schwachwüchsiges Schilf mit Gallen, welches nicht gemäht werden muss. Im Idealfall sollte auf der Fläche ein Wechsel verschiedenartiger Röhrichtstrukturen erreicht werden (mehrjähriges Altschilf bis frisch gemähte Teilflächen).

2.2.11 Kleinstrukturen

Verschiedene Bienenarten nutzen **markhaltige Pflanzenstängel** von Disteln (*Carduus*, *Cirsium*, *Onopordum*), Beifuß (*Artemisia*), Königskerze (*Verbascum*), Brombeeren und Himbeeren (*Rubus*) als Nistplatz. Mit Ausnahme von *Hoplitis tridentata* können die meisten Arten die Stängelwand nicht durchbeißen, weshalb sie auf abgebrochene oder auch abgeschnittene

Stängel angewiesen sind. Am Abbruch bzw. Abschnitt wird der markhaltige Stängel ausgehöhlt (obligatorische Arten, z.B. der Gattungen *Hoplitis* und *Ceratina*) oder es werden zuvor besiedelte Stängel benutzt (fakultative Arten, u.a. der Gattung *Hylaeus*) [WESTRICH 2018].

Alte leere Eichengallen werden von *Pseudanthidium nanum* und *Osmia gallarum* als Nistplatz genutzt. Die Gallwespen *Andricus kollari* und *Cynips argentea* sind für die Entstehung dieser Gallen verantwortlich [SCHEUCHL & WILLNER 2016, WESTRICH 2018].

Totholz bietet je nach „Härtegrad“ Nistplätze für verschiedene Bienenarten. Hartes Totholz kann nur von *Xylocopa violacea*, *X. valga* sowie von der sehr seltenen Art *Lithurgus chrysurus* durchnagt werden. *Anthophora furcata* und *Megachile nigriventris* sind hingegen auf weiches Totholz angewiesen. Totholz kann in unterschiedlichen Strukturen integriert sein, z.B. in Waldrändern oder Hecken.

Von anderen Insekten (z.B. von Käfern) geschaffene **Fraßgänge** werden von einigen BienenGattungen als Nistgang wiederverwendet [ECKERTER ET AL. 2021]. Dazu gehören die meisten Arten der Gattung *Hylaeus*, sowie einige Arten der Gattungen *Heriades* (*H. truncuroum*), *Chelostoma* (*C. distinctum*, *C. florisonne*, *C. rapunculi*), *Osmia* (*O. brevicornis*, *O. niveata*, *O. gallarum*, *O. leaiana*, *O. bicornis*) und *Megachile* (*M. alpicola*, *M. centuncularis*, *M. lapponica*, *M. ligniseca*, *M. rotundata*, *M. versicolor*, *M. willughbiella*) [WESTRICH 2018].

Wurzelteller umgestürzter Bäume können kleine Steilwände für Steilwandnister bieten. Wichtig ist, dass sie sich in einer sonnenexponierten Lage befinden.

Verlassene Schneckenhäuser werden von einigen Arten der Gattung *Osmia* (u.a. *Osmia andrenoides*, *Osmia aurulenta*, *Osmia bicolor*) als Nistplatz benutzt. Diese befinden sich in der Regel an südexponierten Waldrändern und auf Magerrasen. Auf regelmäßig gemähten Flächen können sie aufgrund der wiederkehrenden Störungen nicht siedeln [SCHEUCHL & WILLNER 2016, WESTRICH 2018].

2.3 Ökologisch sinnvolle Kombinationen von wildbienenfördernden Strukturen

Wildbienen sind auf das Vorkommen verschiedener Teillebensräume angewiesen, um all ihre Bedürfnisse abzudecken. Eine mosaikartig, kleinräumig strukturierte Landschaft bietet den idealen Lebensraum für Wildbienen. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft wurden viele dieser Landschaften zu ausgeräumten Flächen mit wenigen Strukturen umgestaltet. Auch wenn die Landnutzung nicht immer nachhaltig war, zeichnete sich die Kulturlandschaft bis ins 19. Jahrhundert bzw. bis ins 20. Jahrhundert hinein aufgrund der Vielzahl von Kulturen und Nutzungsformen durch eine hohe Lebensraumvielfalt aus. Erst mit dem Zeitalter der Aufklärung ließ der zunehmende technische Fortschritt es immer mehr zu, dass der Mensch die natürlichen Gegebenheiten veränderte. Unproduktive Nutzungsformen wurden entfernt bzw. intensiviert [POSCHLOD 2014, POSCHLOD 2015]. Um Wildbienen zu fördern, ist es notwendig (wieder) neue Strukturen zu schaffen, welchen den Ansprüchen der Wildbienen gerecht werden. Eine ökologisch sinnvolle Kombination dieser Strukturen ist erforderlich.

Distanzen von 200 bis 300 m zwischen geeigneten Nahrungsressourcen und Nistplätzen sollten aufgrund der artspezifischen Flugradien der Wildbienen [ZURBUCHEN & MÜLLER 2012] nicht

überschritten werden. Die Pflege und der Erhalt von bereits vorhandenen wildbienenfördernden Strukturen sind der Neuanlage vorzuziehen. Bei der Anlage neuer Strukturen sollte sich im Idealfall eine bereits von Wildbienen besetzte Struktur in der Umgebung befinden. Von dort können neue Tiere einwandern.

In Tabelle 1 werden die unter 1.1 definierten wildbienenfördernden Strukturen ökologisch sinnvoll miteinander kombiniert. Das Ziel ist, möglichst viele Bedürfnisse der Wildbienen zu erfüllen. Nicht alle Strukturen können sowohl Nahrung als auch Nistplätze enthalten. Deswegen müssen vor allem diese Strukturen so kombiniert werden, dass beides für Wildbienen geboten wird.

Ackerwildkrautstreifen und Blühstreifen bzw. -flächen bieten Wildbienen vor allem Nahrungsressourcen durch Blütenpflanzen. Vorzugsweise können hier vegetationsarme Flächen, wie z.B. Sandhügel oder offene Bodenstellen, als angrenzende Strukturen Nistplätze bieten. Es eignen sich außerdem Trockenmauern und Kleinstrukturen wie Totholz als einzustreuende Elemente. Bei der Anlage von Blühstreifen neben Strukturen mit empfindlichen Krautsäumen muss darauf geachtet werden, dass dadurch keine konkurrenzschwachen Pflanzenarten in den Säumen verdrängt werden. Das wäre fatal und ist unbedingt zu vermeiden [WIEDEN 2015].

Das Einbringen von Kleinstrukturen, wie Totholz, oder auch Strukturen vegetationsarmer Flächen, wie Sandhügel, lassen sich gut mit allen anderen Strukturen kombinieren. Hier ist darauf zu achten, dass sich genügend Blütenpflanzen als Nahrungsquellen in der Umgebung befinden [ZURBUCHEN & MÜLLER 2012].

Feuchte Standorte können mit Hecken oder auch Kleinstrukturen kombiniert werden, um sowohl den Nistspezialisten der Schilfröhrichte als auch im Krautsaum der Hecke Nahrung zu bieten. Umgekehrt sollen auch die Nahrungsspezialisten einen geeigneten Nistplatz finden können.

Prinzipiell sind bei der Kombination der Strukturen keine Grenzen gesetzt. Allgemein gilt, je strukturreicher desto besser. Es empfiehlt sich aber, Strukturen mit ähnlichem Artenspektrum, wie beispielsweise Hecken und Waldsäume, miteinander zu verbinden, um dadurch Korridore zu bilden und Lebensräume zu vernetzen. Die Kombination von Strukturen muss immer individuell an den jeweiligen Standort und dessen Umgebung, in Abhängigkeit von der vorhandenen Artengesellschaft, angepasst werden.

Tab. 1: Verschiedene wildbienenfördernde Strukturen werden ökologisch sinnvoll miteinander kombiniert. Die vorwiegende/n Ressource/n (v. R.) für Wildbienen sind angegeben. Dabei handelt es sich um Nahrung (**Na**), Nistplatz (**Np**) oder Nahrung und Nistplatz (**Na/Np**). Ist nur eine Ressource angegeben, heißt es nicht, dass die andere nicht vorhanden sein kann, es bedeutet, dass diese überwiegend vorliegt. Fast alle Strukturen sind miteinander kombinierbar (+). Darunter gibt es Strukturen welche besonders gut miteinander zu kombinieren sind (++). Wichtig ist Nahrungs- und Nistplatzressourcen zu kombinieren (hell- und dunkelgrün hinterlegt). Vorsicht ist geboten bei der Ansaat von Blühstreifen (**V**). Wird Saatgut verwendet, darf dieses keine Arten enthalten, welches konkurrenzschwache Arten anderer Strukturen verdrängt.

	STRUKTUREN	Ackerwildkrautstreifen	Blühstreifen/-flächen	Extensiv genutztes Grünland	Vegetationsarme Flächen	Wege/Böschungen	Trockenmauern	Waldsäume	Hecke/Feldgehölze	Brachstreifen	Feuchte Standorte	Kleinstrukturen
STRUKTUREN	v. R.	Na	Na	Na/Np	Np	Na/Np	Np	Na/Np	Na/Np	Na/Np	Na/Np	Np
Ackerwildkrautstreifen	Na		V	+	+	++	+	+	++	+	+	+
Blühstreifen/-flächen	Na	V		V	+	V	+	V	V	V	V	++
Extensiv genutztes Grünland	Na/Np	+	V		++	++	+	++	++	+	+	++
Vegetationsarme Flächen	Np	+	+	++		+	+	++	++	+	+	++
Wege/Böschungen	Na/Np	++	V	++	+		+	+	++	+	+	+
Trockenmauern	Np	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Waldsäume	Na/Np	+	V	++	++	+	+		++	++	+	++
Hecke/Feldgehölze	Na/Np	++	V	++	++	++	+	++		++	++	++
Brachstreifen	Na/Np	+	V	+	+	+	+	++	++		+	+
Feuchte Standorte	Na/Np	+	V	+	+	+	+	+	++	+		++
Kleinstrukturen	Np	+	++	++	++	+	+	++	++	+	++	

3 Methodik

3.1 Gebiet

Die Untersuchungen fanden sowohl auf bayerischem (Region Oberbayern, Berchtesgadener Land) als auch auf österreichischem Gebiet (Salzburg Land) statt. Im Untergrund des gesamten Untersuchungsgebiets befinden sich quartäre Sedimentablagerungen (Flussablagerungen, Moränen, Talfüllungen etc.), die sich aus Material mit Kies- bis größerem Schotteranteil zusammensetzen, aber auch Feinstrukturen mit Sand-, Ton- und Schluffanteil enthalten.

3.2 Fernerkundung und Auswahl der Flächen

Zunächst wurde das gesamte Untersuchungsgebiet über Orthofotos begutachtet. Um einen Überblick zu gewinnen, wurden die Flächen auf die vorherrschenden Strukturen hin bewertet. Waldgebiete wurden ausgenommen. Als strukturreich galten Flächen, welche durch Hecken, Waldränder, sandige Flächen, Brachflächen, Bäume, Säume, Böschungen, Siedlungs- und Uferränder, sowie allgemein Strukturen, mit hoher Variabilität an Aufwuchs oder Bodengegebenheiten, gekennzeichnet waren. Als strukturarm wurden Flächen gekennzeichnet, die kaum eine bis gar keine dieser Strukturen vorweisen konnten. Die Identifizierung der Strukturen wurde soweit möglich in den Luftaufnahmen mit einer Auflösung von 1:10.000 vorgenommen. Insgesamt wurden acht Rasterzellen (RZ) mit einer Größe von jeweils 500m² für die Erfassung ausgewählt (vgl. Abb.1b). Vier dieser RZ lagen in Bayern, Deutschland (1-4), weitere vier RZ befanden sich im Land Salzburg, Österreich (5-8) (vgl. Abb. 1a). Jeweils die Hälfte dieser RZ, sowohl in Bayern als auch in Österreich, war strukturreich (2, 3, 5, 7), die andere Hälfte strukturarm (1, 4, 6, 8). Die Auswahl der RZ fand mit Hilfe des Geoinformationssystems „QGIS“ statt. Innerhalb jeder dieser acht RZ wurden zunächst über das Luftbild, dann im Feld bestätigt, sechs Teilflächen (TF) mit Strukturen für die Erfassung ausgewählt. Die einzelnen TF hatten jeweils eine Größe von 1000 m². Insgesamt wurden so auf 48 TF Wildbienen erfasst.

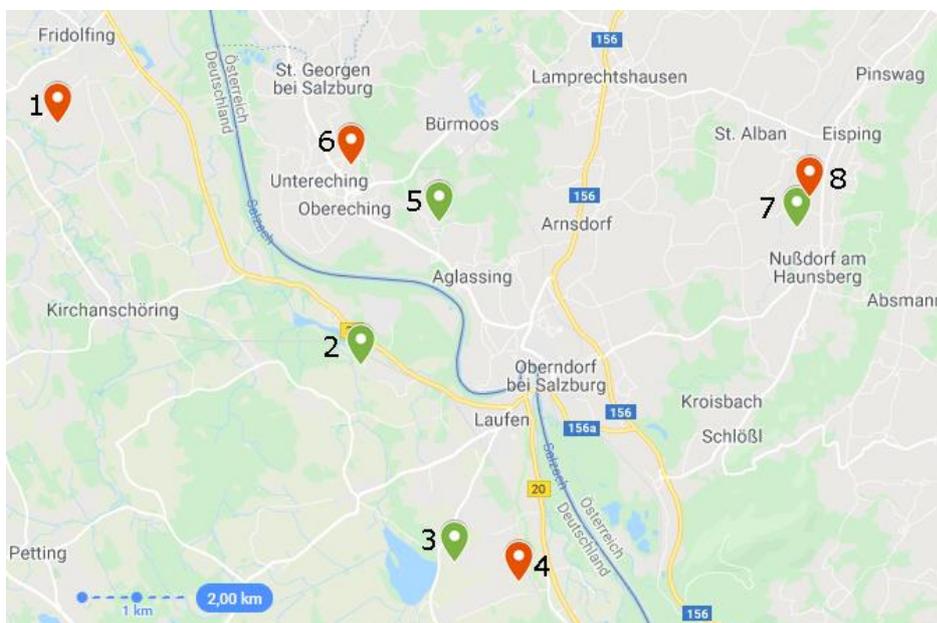


Abb. 1a: Eine Übersicht der acht Rasterzellen (RZ) Standorte. Vier der RZ liegen in Bayern (1-4), die anderen vier in Österreich (5-8). Die Salzach ist Grenzfluss. Jeweils die Hälfte der RZ, sowohl in Bayern als auch in Österreich, war strukturreich (grün markiert), die andere Hälfte war strukturarm (rot markiert). Die Karte wurde mit Hilfe von Google Maps erstellt.

Bei der Auswahl der TF wurde der Schwerpunkt auf Säume und Randstrukturen gelegt, da diese als Schnittpunkte zwischen verschiedenen Habitaten häufig vielfältige Lebensräume bieten und dadurch interessant für eine Vielzahl von Wildbienenarten sind (vgl. Tab. 2).

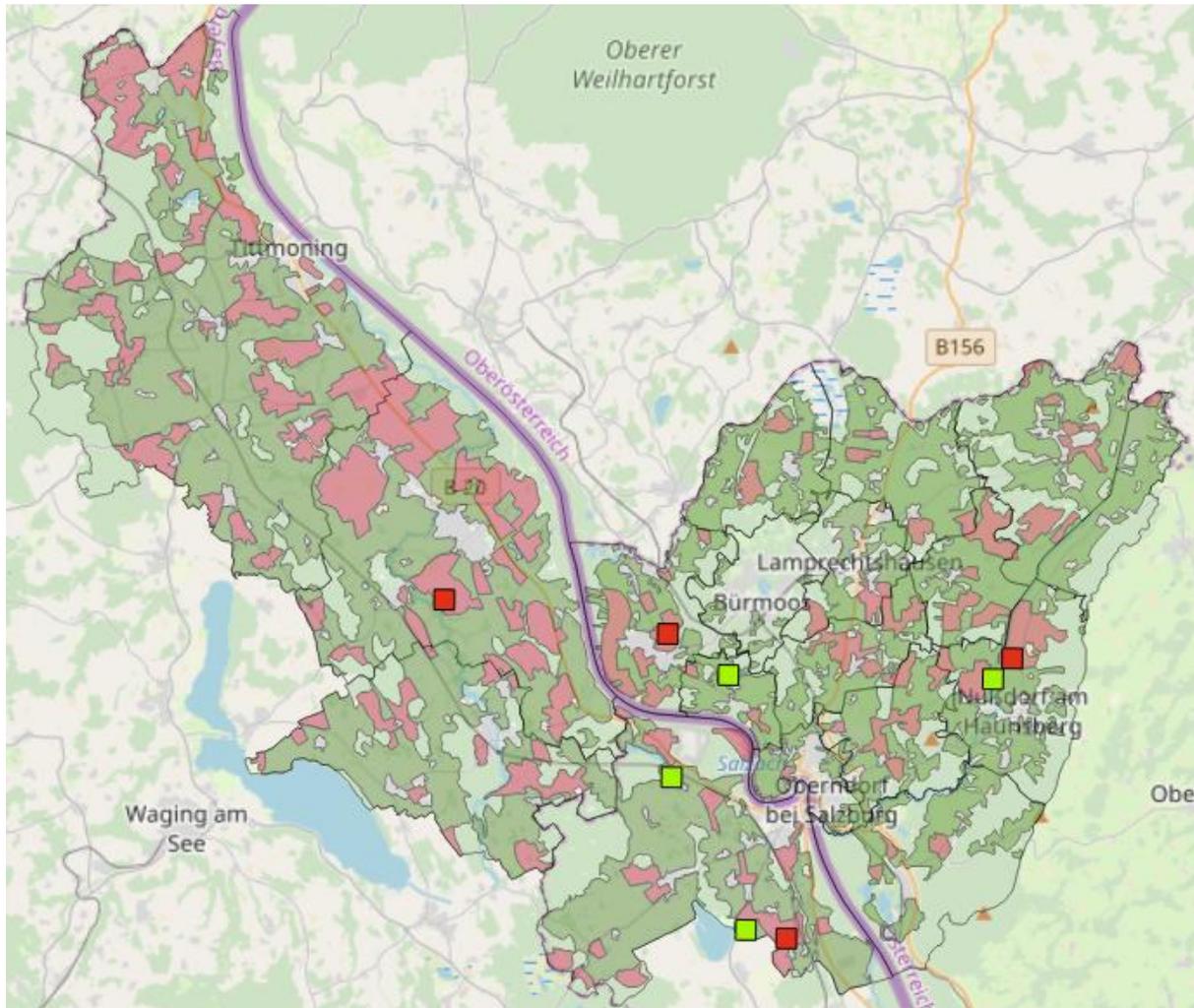


Abb. 1b: Ergebnis der fernerkundlichen Einteilung des Untersuchungsgebiets mit qGIS in strukturarme (Blassrot) und strukturreiche (Olivgrün) Flächen. Die roten und hellgrünen Quadrate bezeichnen die ausgewählten Rasterzellen. Rot steht für strukturarm, Grün für strukturreich.

Bei RZ 1 handelt es sich um eine strukturarme Fläche in einer ausgeräumten Agrarlandschaft bei Fridolfing in Bayern (vgl. Abb. 2). Im südwestlichen Teil befindet sich ein schmales Waldstück, welches von einem Bach durchquert wird. Auf den Ackerflächen wurde überwiegend Mais angebaut. Auf den Weideflächen befanden sich Rinder. Das Gebiet wird mäßig von Durchgangsverkehr genutzt. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (1a) Acker-, Weiderand; (1b, 1c) Straßengräben (vgl. Abb. 4); (1d) Wegrand; (1e) Straßenrand (vgl. Abb. 3); (1f) Waldsaum. Ränder an geteerten Strecken wurden als Straßenrand bezeichnet, unbefestigte als Wegrand. Unbefestigte Wege sind i. d. R. sandig mit unterschiedlich hohem Schotteranteil.

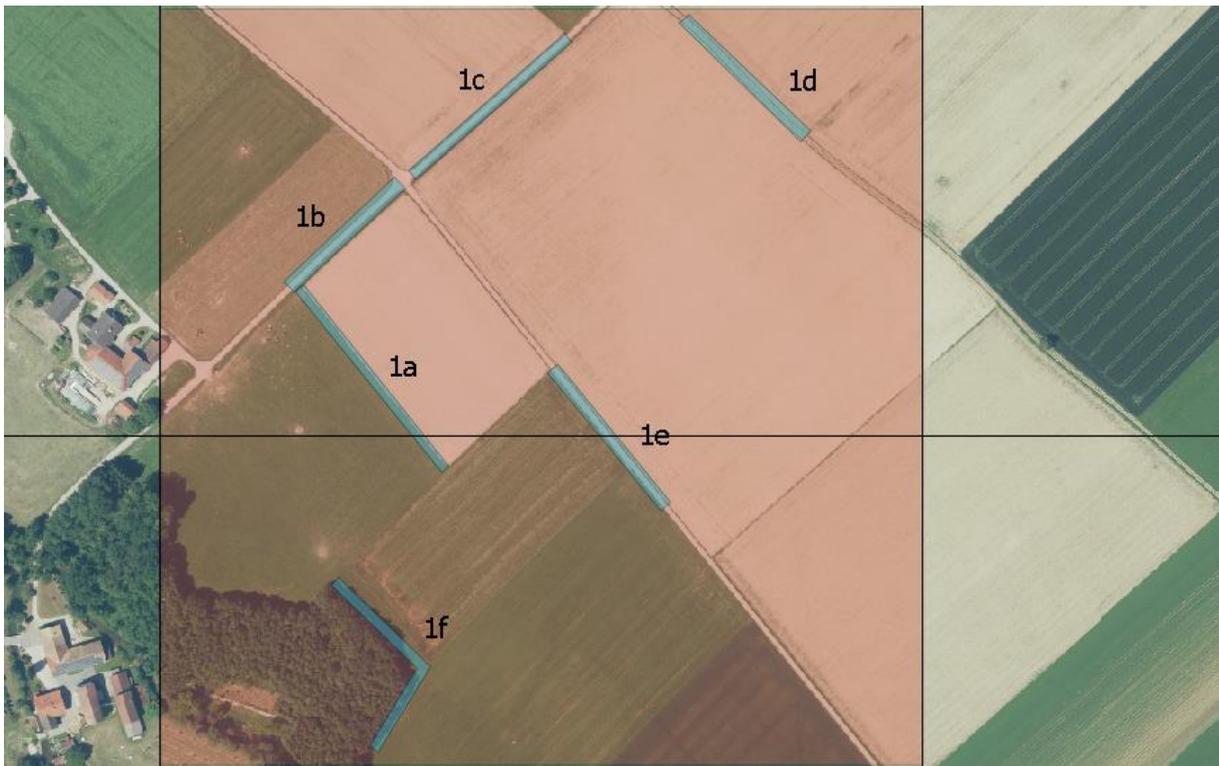


Abb. 2: RZ 1 bei Fridolfing enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (1a) Acker-, Weiderand; (1b, 1c) Straßengräben; (1d) Wegrand; (1e) Straßenrand; (1f) Waldsaum. Das rot unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Rot bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturarme Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von qGIS erstellt.

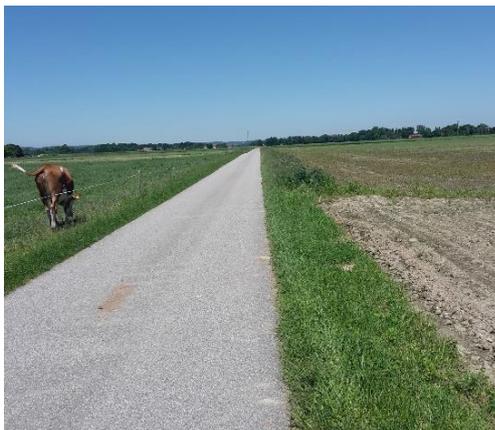


Abb. 3: Der teils abgemähte Straßenrand auf TF 1e (03.06.2019).



Abb. 4: Der blühende Straßengraben auf TF 1c (22.07.2019).

Bei RZ 2 handelt es sich um eine strukturreiche Fläche bei Strass in Bayern (vgl. Abb. 5a). Sie ist im Besitz der ANL und wird durch diese gepflegt. Im nordöstlichen Teil verlaufen Bahnschienen, auf welchen regelmäßig ein Regionalzug fährt. Die Straßen werden für Durchgangsverkehr kaum genutzt. Im Südwesten befindet sich ein schmales Waldstück. Im untersuchten Gebiet befinden sich weder Äcker noch Weideflächen. Durch die Fläche verläuft ein Bach; er überschwemmt regelmäßig die angrenzenden Wiesen. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (2a) Böschung, Heckensaum; (2b) Feuchtwiese (vgl. Abb. 6); (2c) Feuchtwiese, Bachsaum (vgl. Abb. 7); (2d) Feuchtwiese; (2e) Flachlandmähwiese; (2f) Wiese in SW-Hanglage.

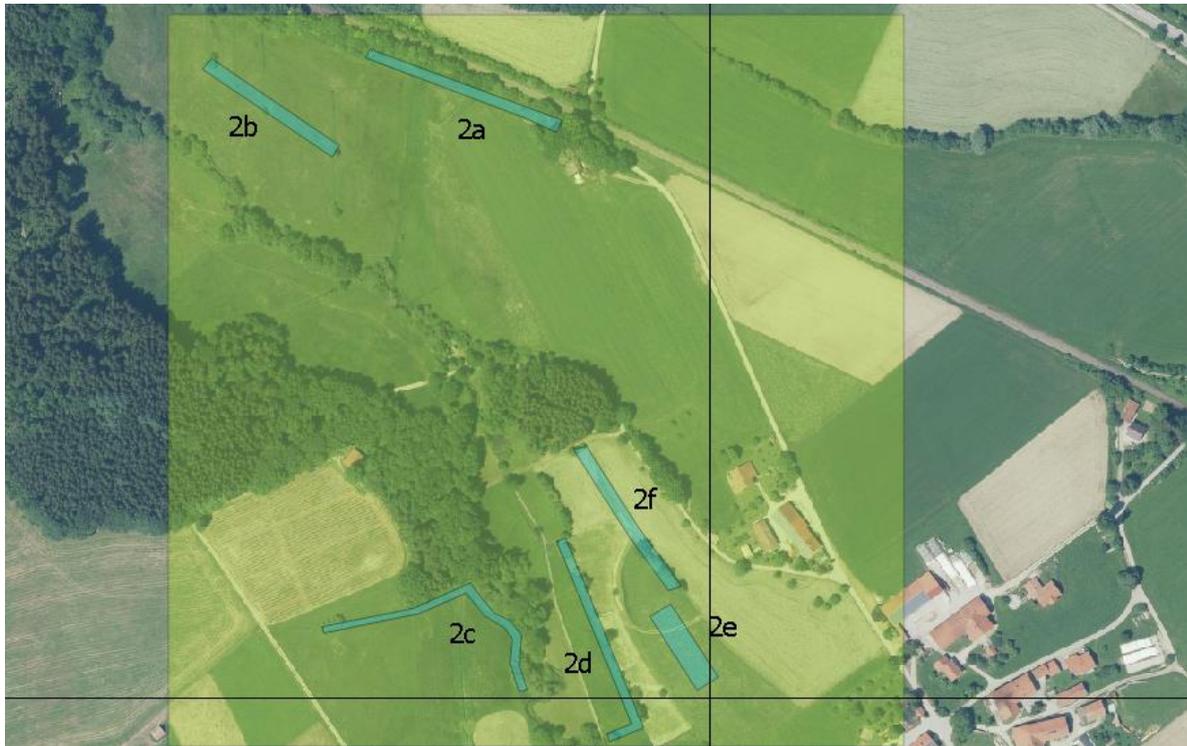


Abb. 5: RZ 2 bei Strass enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (2a) Böschung, Heckensaum; (2b) Feuchtwiese; (2c) Feuchtwiese, Bachsaum; (2d) Feuchtwiese; (2e) Flachlandmähwiese; (2f) Wiese in SW-Hanglage. Das grün unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Grün bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturreiche Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von QGIS erstellt.



Abb.6: Die Feuchtwiese auf TF 2b wurde zur Hälfte gemäht (04.06.2021).

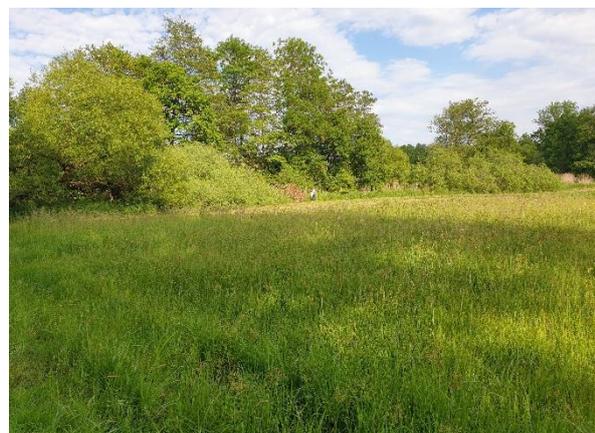


Abb.7: Die Feuchtwiese (teilweise gemäht) und der Bachsaum auf TF 2c (04.06.2021).

Bei RZ 3 handelt es sich um eine strukturreiche Fläche bei Fishing in Bayern (vgl. Abb. 8). Es befinden sich vor allem Wiesen in der Umgebung. Es wird keine Weidehaltung betrieben. In Hanglage wurde ein Feuchtbiotop angelegt. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (3a) Steinmauer, Heckensaum; (3b) Heckensaum; (3c) Blühwiese, ungemulcht (vgl. Abb. 10); (3d) Wiese, gemulcht; (3e) Heckensaum; (3f) Heckensaum (vgl. Abb. 9).

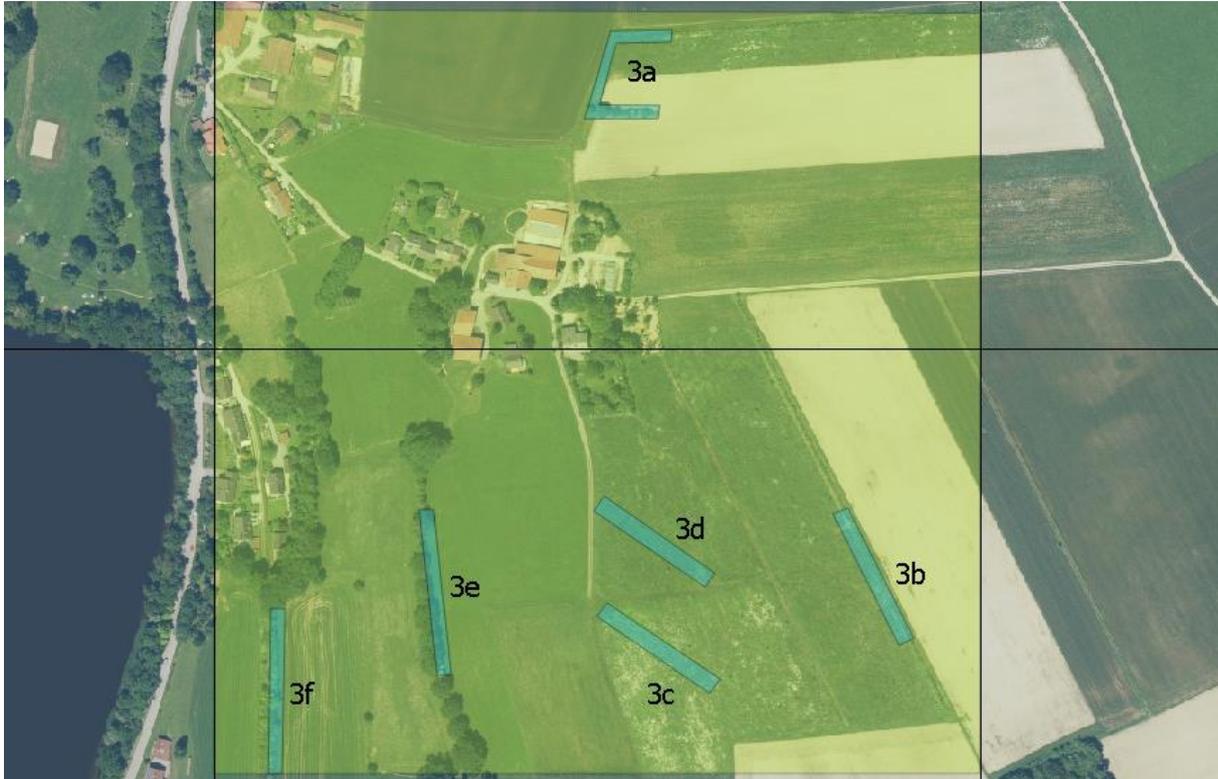


Abb. 8: RZ 3 bei Fishing enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (3a) Steinmauer, Heckensaum; (3b) Heckensaum; (3c) Blühwiese, ungemulcht; (3d) Wiese, gemulcht; (3e) Heckensaum; (3f) Heckensaum. Das grün unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Grün bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturreiche Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von QGIS erstellt.



Abb.9: Die Hecke auf TF 3f wurde zur Hälfte auf Stock gesetzt (06.06.2019).



Abb. 10: Die Blühwiese auf TF 3c (22.07.2019).

Bei RZ 4 handelt es sich um eine strukturarme Fläche bei Daring in Bayern (vgl. Abb. 11). Sie befindet sich in der Nähe von RZ 3. Hier befinden sich vor allem Wiesen und Ackerflächen. Im südöstlichen Teil der RZ werden einige Pferde auf einer Weide gehalten. In nordöstlicher Richtung befindet sich eine Photovoltaik-Anlage mit einer Umzäunung, welche von Sträuchern umgeben ist. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (4a) Strauchsaum, (4b) Sträucher, Baum, Ackerrand; (4c) Brache, Ackerrand (vgl. Abb. 12); (4d, 4e, 4f) Wegrand (vgl. Abb. 13).



Abb. 11: RZ 4 bei Daring enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (4a) Strauchsaum, (4b) Sträucher, Baum, Ackerrand; (4c) Brache, Ackerrand; (4d, 4e, 4f) Wegrand. Das rot unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Rot bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturarme Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von QGIS erstellt.



Abb. 12: Der Saum zwischen einer Brache (links) und einem Maisfeld (rechts) auf der TF 4c (06.06.2019).

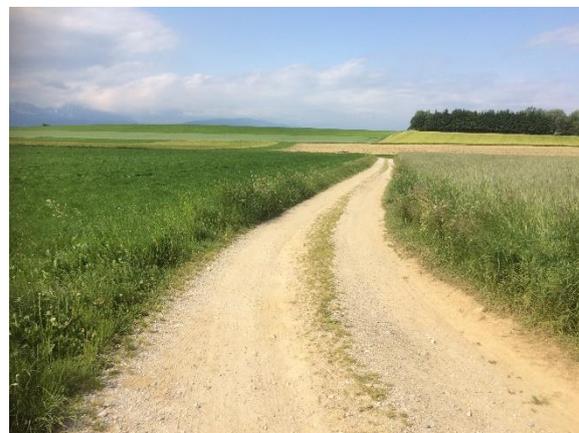


Abb. 13: Der sandige Weg auf der TF 4d (06.06.2019).

Bei RZ 5 handelt es sich um eine strukturreiche Fläche bei Jauchsdorf im Land Salzburg (vgl. Abb. 14). In der Umgebung befinden sich vor allem Wiesen und Rinderweiden. Zwei Bäche durchfließen die Fläche. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (5a) Waldsaum (vgl. Abb. 15, 16); (5b) Heckensaum, Bachlauf (vgl. Abb. 16); (5c) Heckensaum, Graben; (5d) Bachsaum; (5e, 5f) Heckensaum. Südwestlich der TF 5f befinden sich einige Honigbienenstöcke. Während der zweiten Beprobung im Juli 2019 befand sich bei 5f ein Hornissennest.



Abb. 14: RZ 5 bei Jauchsdorf enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (5a) Waldsaum; (5b) Heckensaum, Bachlauf; (5c) Heckensaum, Graben; (5d) Bachsaum; (5e, 5f) Heckensaum. Das grün unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Grün bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturreiche Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von QGIS erstellt.



Abb. 15: Der Waldsaum auf TF 5a wird bekeschert (05.06.2019). Rechts grenzt eine Rinderweide an. Die Aufnahme zeigt die östliche Ausrichtung des Waldes.



Abb. 16: Ebenfalls der Waldsaum auf TF 5a mit angrenzendem Weg (05.06.2019). Die Aufnahme zeigt Richtung Westen. Im Hintergrund (Mitte links) ist die Heckenstruktur der TF 5b zu sehen.

Bei RZ 6 handelt es sich um eine strukturarme Fläche bei Obereching im Land Salzburg (vgl. Abb. 17). In der Umgebung befinden sich vor allem Wiesen. In nördlicher Richtung befindet sich eine Heckenstruktur. Diese konnte allerdings nicht in die Erfassung miteinbezogen werden, da dort Rebhühner und andere Wiesenbrüter nisten. In östlicher Richtung befindet sich ein Sportplatz. Eine viel befahrene Bundesstraße durchquert das Gebiet von Süd nach Südwest. Alle anderen Straßen werden eher mäßig befahren. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (6a) Heckensaum, Randstreifen; (6b) Straßenrand; (6c) Straßenrand, Anpflanzung; (6d) Straßenrand; (6e) Wiesenrand; (6f) Wiesen, Weiderand (vgl. Abb. 18, 19); (6d) Straßenrand; (6e) Wiesenrand; (6f) Wiesen, Weiderand.



Abb. 17: RZ 6 bei Obereching enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (6a) Heckensaum, Randstreifen; (6b) Straßenrand; (6c) Straßenrand, Anpflanzung; (6d) Straßenrand; (6e) Wiesenrand; (6f) Wiesen, Weiderand. Das rot unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Rot bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturarme Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von QGIS erstellt



Abb. 18: Der Straßenrand auf TF 6c (24.07.19). Im Hintergrund ist eine Linde zu sehen.



Abb. 19: Mögliche Niststruktur in einer Kurve auf TF 6c (24.07.19).

Bei RZ 7 handelt es sich um eine strukturreiche Fläche bei Irlach im Land Salzburg (vgl. Abb. 20). In der Umgebung befinden sich überwiegend Wiesen. Ein Bach durchquert das Gebiet von Nord nach Süd. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (7a) Graben, Wiese, Nisthügel; (7b) Bachsaum; (7c) Bachsaum (vgl. Abb. 22); (7d, 7e) Feldgehölz; (7f) Heckensaum.



Abb. 20: RZ 7 bei Irlach enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (7a) Graben, Wiese, Nisthügel; (7b) Bachsaum; (7c) Bachsaum; (7d, 7e) Feldgehölz; (7f) Heckensaum. Das grün unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Grün bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturreiche Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von QGIS erstellt.



Abb. 21: Ein Nisthügel auf TF 7a (04.06.19).



Abb. 22: Der Bachsaum auf TF 7c entlang einer gemähten Wiese (23.07.2019).

Bei RZ 8 handelt es sich um eine strukturarme Fläche bei Steinbach im Land Salzburg (vgl. Abb. 23). In der Umgebung befinden sich überwiegend Wiesen. Ein Bach grenzt nordwestlich an RZ 8. Von diesem verlaufen Gräben in Richtung der Wiesen. Als Teilflächen wurden folgende Strukturen ausgewählt: (8a) Graben (vgl. Abb. 25); (8b) Wegrand (vgl. Abb. 24); (8c) Wiesenrand; (8d) Wegrand; (8e) Wiesenrand; (8f) Straßenrand.

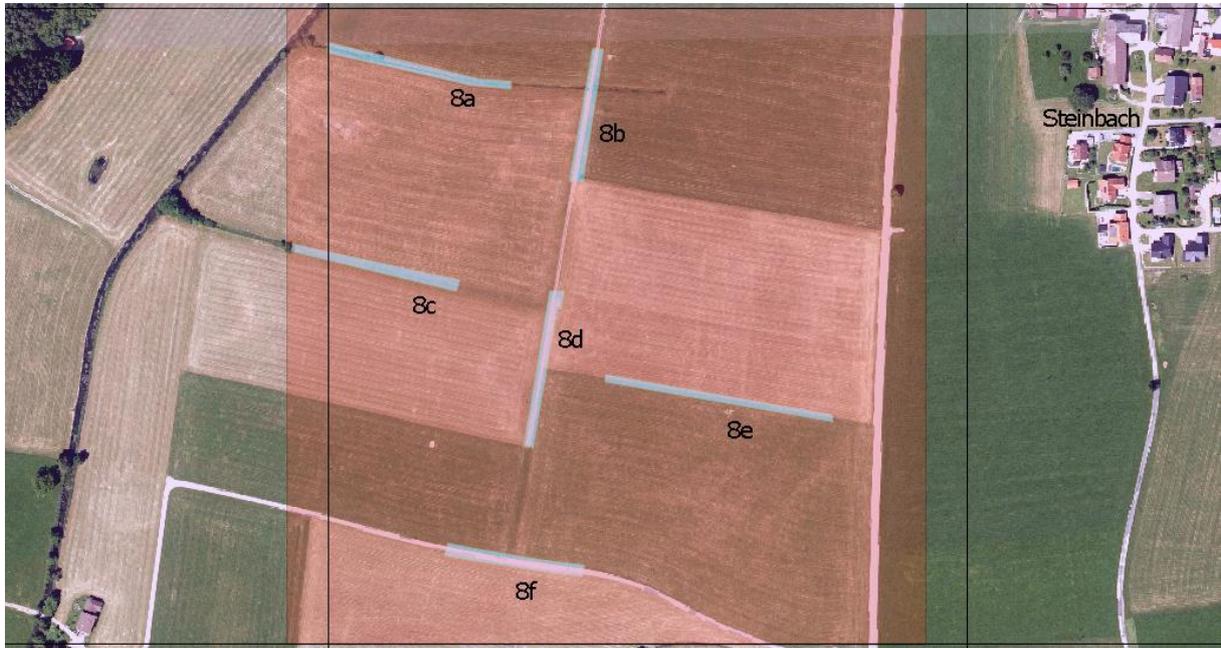


Abb. 23: RZ 8 bei Steinbach enthält folgenden Strukturen (= blau unterlegt): (8a) Graben; (8b) Wegrand; (8c) Wiesenrand; (8d) Wegrand; (8e) Wiesenrand; (8f) Straßenrand. Das rot unterlegte Quadrat zeigt die Fläche des RZ. Rot bedeutet, hierbei handelt es sich um eine strukturarme Fläche. Die Karte wurde mit Hilfe von QGIS erstellt.



Abb. 24: Der Wegrand auf TF 8b (04.06.19).



Abb. 25: Der blühende Graben auf TF 8a (04.06.2019). Der Grabenrand wurde kurz zuvor gemäht.

In der folgenden Tabelle 3a und 3b werden die einzelnen TF mit ihren jeweiligen Strukturen und den Lagebeschreibungen aufgeführt.

Tab. 3a: Die einzelnen TF werden mit ihren jeweiligen Strukturen aufgeführt. Die Landkreise (LK) sind in abgekürzter Form dargestellt: TS = Traunstein, BGL = Berchtesgadener Land, SL = Salzburg-Umgebung. Die Länder ebenso: D = Deutschland, AT = Österreich.

TF	STRUKTUR	ORT	GEMEINDE	LK	LAND	WGS84 LAT	WGS84 LON	HÖHE [m]
1a	Acker-, Wei- derand	Eizing	Fridolfing	TS	D	47.984136	12.817530	409
1b	Straßengra- ben	Eizing	Fridolfing	TS	D	47.984923	12.817382	411
1c	Straßengra- ben	Eizing	Fridolfing	TS	D	47.985679	12.818672	411
1d	Wegrand	Eizing	Fridolfing	TS	D	47.985835	12.820904	412
1e	Straßenrand	Eizing	Fridolfing	TS	D	47.983677	12.819707	411
1f	Waldsaum	Eizing	Fridolfing	TS	D	47.982421	12.817926	407
2a	Böschung, He- ckensaum	Strass	Laufen	BGL	D	47.946440	12.893226	422
2b	Feuchtwiese	Strass	Laufen	BGL	D	47.946345	12.891452	420
2c	Feuchtwiese, Bachsaum	Strass	Laufen	BGL	D	47.943364	12.893236	422
2d	Feuchtwiese	Strass	Laufen	BGL	D	47.942921	12.894515	422
2e	Flachlandmäh- wiese	Strass	Laufen	BGL	D	47.942991	12.895195	430
2f	Wiese	Strass	Laufen	BGL	D	47.943811	12.894653	426
3a	Steinmauer, Heckensaum	Fisching	Laufen	BGL	D	47.912652	12.918358	455
3b	Heckensaum	Fisching	Laufen	BGL	D	47.909680	12.920647	457
3c	Blühwiese, ungemulcht	Fisching	Laufen	BGL	D	47.909262	12.918777	467
3d	Wiese, ge- mulcht	Fisching	Laufen	BGL	D	47.909886	12.918742	470
3e	Heckensaum	Fisching	Laufen	BGL	D	47.909628	12.916821	463
3f	Heckensaum	Fisching	Laufen	BGL	D	47.909025	12.915454	443
4a	Strauchsaum	Daring	Laufen	BGL	D	47.909779	12.934514	444
4b	Sträucher, Baum, Acker- rand	Daring	Laufen	BGL	D	47.910616	12.933265	450
4c	Brache, Acker- rand	Daring	Laufen	BGL	D	47.909589	12.930278	450
4d	Wegrand	Daring	Laufen	BGL	D	47.909218	12.928733	445
4e	Wegrand	Daring	Laufen	BGL	D	47.907103	12.929339	443
4f	Wegrand	Daring	Laufen	BGL	D	47.907913	12.930909	448

Tab. 3b: Die einzelnen TF werden mit ihren jeweiligen Strukturen aufgeführt. Die Landkreise (LK) sind in abgekürzter Form dargestellt: TS = Traunstein, BGL = Berchtesgadener Land, SL = Salzburg-Umgebung. Die Länder ebenso: D = Deutschland, AT = Österreich.

TF	STRUKTUR	ORT	GEMEINDE	LK	LAND	WGS84 LAT	WGS84 LON	HÖHE [m]
5a	Waldsaum	Jauchsdorf	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.969058	12.915179	434
5b	Heckensaum, Bachlauf	Jauchsdorf	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.969376	12.914103	430
5c	Heckensaum, Graben	Jauchsdorf	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.968281	12.912263	428
5d	Bachsaum	Jauchsdorf	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.966349	12.912151	425
5e	Heckensaum, Bachlauf	Jauchsdorf	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.965155	12.910536	422
5f	Heckensaum, Bachlauf	Jauchsdorf	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.966251	12.915368	426
6a	Heckensaum, Randstreifen	Obereching	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.975340	12.895040	399
6b	Straßenrand	Obereching	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.978285	12.895092	400
6c	Straßenrand, Anpflanzung	Obereching	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.978426	12.891994	400
6d	Straßenrand	Obereching	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.977845	12.890374	402
6e	Wiesenrand	Obereching	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.976570	12.891619	400
6f	Wiesen, Wei- derand	Obereching	St. Georgen bei Salzburg	SL	AT	47.975202	12.890035	401
7a	Graben, Wiese, Nisthügel	Irlach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.968189	13.001006	414
7b	Bachsaum	Irlach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.967002	12.998405	414
7c	Bachsaum	Irlach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.966336	12.999002	415
7d	Feldgehölz	Irlach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.966292	13.000167	416
7e	Feldgehölz	Irlach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.965233	13.002315	419
7f	Heckensaum	Irlach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.964628	13.002456	419
8a	Graben	Steinbach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.972847	13.003913	415
8b	Wegrand	Steinbach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.972504	13.005798	416
8c	Wiesenrand	Steinbach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.971441	13.003463	415
8d	Wegrand	Steinbach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.970705	13.005261	418
8e	Wiesenrand	Steinbach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.970478	13.007066	423
8f	Straßenrand	Steinbach	Nußdorf am Haunsberg	SL	AT	47.969365	13.004929	420

3.3 Erfassung

Die Wildbienen-Erfassungen fanden in den Jahren 2019 bis 2021 statt. Aufgrund erschwerter Rahmenbedingungen (Corona-Pandemie) wurde das Projekt um ein Jahr von ursprünglich August 2020 auf bis Ende August 2021 verlängert. Zwei der Erhebungen im Jahr 2021 konnten aufgrund von eingeschränkten Ein- und Ausreisebedingungen Österreich/ Deutschland nicht von Mitarbeiter:innen des IfBI durchgeführt werden. Sie wurden in Form eines Unterauftrages an Frau Katharina Thierolf, Herrn Johann Neumayer und Herrn Martin Schlager vergeben.

Die erste Erfassung fand Anfang April (02. und 03.04.2019) statt. Es wurden in diesem Zuge nur auf den vier bayerischen Flächen Daten aufgenommen, da die österreichische Ausnahmegenehmigung für den Fang von Wildbienen bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausgestellt werden konnte. Die folgenden Erfassungen im Juni (03. bis 07.06.2019) und Juli (22. bis 26.07.2019) fanden sowohl auf den bayerischen als auch auf den österreichischen Flächen statt (vgl. Tab. 4). Im folgenden Jahr 2020 wurden zwei weitere Erfassungen auf allen Flächen durchgeführt (15. bis 17.03.2020 und 30.06. bis 02.07.2020). Im Jahr 2021 wurden weitere drei Zeiträume beprobt. Die April-Beprobung der österreichischen Flächen wurde von den Herren Johann Neumayer und Martin Schlager übernommen. Im Vergleich zum ersten Durchgang 2019 (02. und 03.04.2019) fand diese 2021 dann relativ spät statt (23., 25. und 27.04.2021). Geschuldet war diese Verzögerung in erster Linie dem äußerst kalten und regnerischen Frühjahr, da bei kalter Witterung Wildbienen nicht fliegen. Aus gleichem Grunde verschoben sich auch die Erhebungstermine für den Mai. Auf den bayrischen Flächen wurde am 04.06.2021 gekeschert, auf den österreichischen vom 26. bis 28.05.2021 (Frau Katharina Thierolf).

Tab. 4: Erfassungszeiträume 2019 bis 2021 der Rasterzellen 1 - 9 (RZ).

Zeitraum	Erfassungsdatum	Bayern		Österreich	
		RZ	Durchführung	RZ	Durchführung
März	15.-17.03.2020	1-4	IfBI	5-9	IfBI
April	02.-03.04.2019	1-4	IfBI	5-9	Neumayer, Schlager
	22.-27.04.2021				
Mai	04.06.2021	1-4	IfBI	5-9	Thierolf
	26.-28.05.2021				
Juni	03.-07.06.2019	1-4	IfBI	5-9	IfBI
Juli	30.06.-	1-4	IfBI	5-9	IfBI
	02.07.2020				
August	22.-26.07.2019	1-4	IfBI	5-9	IfBI

Mithilfe von requisitenorientiertem Kescherfang wurde jede TF 30 min lang von einer Person beprobt. Aus organisatorischen Gründen wurden einige TF 15 min lang von zwei Personen beprobt. Dabei handelt es sich um die reine Fangzeit, sobald die anschließende Überführung in das Tötungsgläschen länger dauerte, wurde die Zeit währenddessen angehalten. Das Tötungsgläschen wurde zuvor mit einem mit wenigen Tropfen der Tötungssubstanz Essigsäureethylester beträufelten Papiertuch versetzt. Es wurden nur Wild- und keine Honigbienen

gefangen. Die Anzahl der Honigbienen wurde geschätzt und notiert, ebenfalls ob das Tier im Flug, bei der Nahrungsaufnahme oder Nistplatzsuche gefangen wurde. Des Weiteren wurde der Blühaspekt jeder Struktur zum Zeitpunkt des Fangs notiert. Nach Abschluss der Erfassung wurden die gefangenen Bienen genadelt und bestimmt (vgl. 7.2 Bestimmungsliteratur). Die Tiere befinden sich nun in der Sammlung des Instituts für Biodiversitätsinformation e.V. Die Erfassungen wurden ausschließlich an trockenen Tagen durchgeführt. Die Temperaturen lagen zwischen 9,5 und 34 °C. Die Windgeschwindigkeit lag zwischen 0 und 7 m/s. Die erhobenen Daten werden nach Projektabschluss der Artenschutzkartierung Bayern (ASK) sowie dem „Haus der Natur“ in Salzburg zur Verfügung gestellt. Die Bezirkshauptmannschaft Salzburg-Umgebung erhält diese jährlich aufgrund der Verpflichtung durch die Fanggenehmigung.



Abb. 26: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 2e bei Laufen (Flachlandmähwiese). Neben sehr vielen Honigbienen waren trotz der guten Wetterverhältnisse nur wenige Wildbienen unterwegs.

3.4 Bewertung der Bestandssituation bzw. Gefährdung der Arten

Zur Einordnung der Gefährdungslage wurden die Rote Liste Deutschland (Stand 2011) und die Rote Liste Bayern (Stand 2021) herangezogen. Da für Wildbienen in Österreich keine Roten Listen vorliegen, wurde für die untersuchten Flächen in Österreich auf die Gefährdungseinstufung der Roten Liste Bayern sowie der Roten Liste Deutschland zurückgegriffen [MANDERY ET AL. 2004, WESTRICH ET AL. 2011].

4 Ergebnisse der Wildbienen-Erfassung 2019 - 2021

Im gesamten Projektgebiet wurden 96 Wildbienen-Arten (825 Individuen) der folgenden 20 Gattungen erfasst: *Andrena*, *Anthidium*, *Anthophora*, *Bombus*, *Ceratina*, *Coelioxys*, *Colletes*, *Eucera*, *Halictus*, *Heriades*, *Hylaeus*, *Lasioglossum*, *Macropis*, *Megachile*, *Melitta*, *Nomada*, *Osmia*, *Sphecodes* und *Stelis*. Bei *Coelioxys* (Kegelbienen), *Nomada* (Wespenbienen), *Sphecodes* (Blut- und Buckelbienen) und *Stelis* (Düsterbienen) handelt es sich um parasitisch lebende Gattungen, sogenannte Kuckucksbienen.

Die Arten *Anthidium*, *Colletes* und *Eucera* wurden ausschließlich auf bayerischen Flächen erfasst, *Coelioxys* und *Macropis* hingegen nur auf den österreichischen Flächen. Da innerhalb der Gattungen große Unterschiede hinsichtlich ihrer Ansprüche bestehen, wird nachfolgend der Schwerpunkt auf die Artebene gelegt.

Die erfasste Artenzahl lag in Bayern bei 70 Wildbienen-Arten, im Land Salzburg bei 63. Da nicht alle Arten in beiden Gebieten vorkamen ist die Gesamtartenzahl mit 96 Arten höher. Die Individuen-Abundanz lag in Bayern mit 442 Tieren etwas höher als im Land Salzburg (380 erfasste Tiere). Zu beachten ist allerdings, dass manche Erhebungen (April und Mai) nicht zeitgleich stattfanden bzw. stattfinden konnten und somit ein direkter Vergleich der Abundanz nur bedingt funktioniert.

Die im gesamten Projektgebiet am häufigste Wildbienen-Art war *Bombus lucorum* (100 Individuen), gefolgt von *Bombus terrestris* agg. (93 Ind.) und *Bombus pascuorum* (72 Ind.). Etwas weniger oft, dennoch häufig, waren *Halictus subauratus* (52 Ind.), *Lasioglossum zonulum* (45 Ind.) und *Bombus hortorum* (44 Ind.). *Halictus subauratus*, die Gold-Furchenbiene, wird auf der Vorwarnliste der Roten Liste Bayern geführt. Andererseits konnten 60 Arten nur ein- oder zweimal im gesamten Projektgebiet nachgewiesen werden.

Die drei Hummel-Arten *Bombus lucorum*, *B. terrestris* agg. und *B. pascuorum*, und die Furchenbienen-Art *Lasioglossum zonulum* konnten auf allen untersuchten Rasterzellen nachgewiesen werden.

4.1 Strukturreich vs. strukturarm

Die durchschnittliche Anzahl an festgestellten Individuen auf als strukturreich eingeschätzten Rasterzellen war fast doppelt so hoch wie auf solchen, die als strukturarm bewertet wurden (strukturreich: \bar{x} 130,25 Ind.; strukturarm: \bar{x} 76,5 Ind.). Insgesamt wurden auf allen strukturreichen RZ zusammen 521 Tiere festgestellt, auf allen strukturarmen zusammen 305 Tiere (siehe Tab. 5). Des Weiteren kamen auf strukturarmen RZ im Durchschnitt 6,25 Gattungen und 19,75 Arten vor, auf strukturreichen hingegen 12,5 verschiedene Gattungen und 38,25 Wildbienen-Arten (fast um den Faktor 2 höher).

Ausreißer unter den strukturarmen Rasterzellen ist die RZ 1. Die Individuenzahl ist hier im Vergleich zu den anderen strukturarmen Gebieten am höchsten. Besonders viele Tiere der Art *Bombus lucorum* konnten auf dieser Fläche erfasst werden.

Tab. 5: Festgestellte Individuen-, Gattungs- und Artzahlen auf den 8 untersuchten strukturreichen- und armen Rasterzellen, ebenso die Durchschnittswerte aller strukturreichen und -armen RZ.

Rasterzelle	1	2	3	4	5	6	7	8	∅	∅
struktur-	arm	reich	reich	arm	reich	arm	reich	arm	arm	reich
Individuen	118	149	126	51	127	71	119	65	76,5	130,25
Gattungen	5	12	14	6	9	8	15	6	6,25	12,5
Arten	16	43	43	19	36	26	33	18	19,75	38,75

4.2 Rote Liste Bayern/ Deutschland

Im gesamten Projektgebiet konnten insgesamt 24 gefährdete Arten nachgewiesen werden (vgl. Tab. 6). Gefährdete Arten kamen in jeder Rasterzelle vor, mit Abstand am meisten in der RZ 2 (10 Arten), gefolgt von RZ 1 und 3 (6 Arten) und RZ 7 (5 Arten). Auf allen anderen RZ wurden entweder eine, zwei oder drei gefährdete Arten aufgenommen. Insgesamt konnten 4 Arten, deren Bestand mit sehr selten bewertet wird, festgestellt werden: *Hylaeus pfankuchi*, *Nomada distinguenda*, *N. facilis* und *N. integra*. Sie sind für Bayern alle als stark gefährdet eingestuft bzw. als vom Aussterben bedroht (*Nomada facilis*). Ebenfalls als in Bayern gefährdet sind die Arten *Andrena labialis*, *Anthophora aestivalis*, *Bombus humilis*, *B. ruderarius*, *Coelioxys inermis*, *Nomada atroscutellaris* und *Osmia leaiana* zu nennen. Sechs aller gelisteten 18 Wildbienen-Arten sind Kuckucksbienen, also solche, die obligatorisch auf das Vorkommen ihres Wirts angewiesen sind (alle *Nomada*-Arten und *Sphecodes pellucidus*).

Auf den strukturarmen Flächen kamen insgesamt acht als gefährdet gelistete Arten vor, wobei sechs von ihnen auf der Vorwarnliste (V) stehen und zwei als gefährdet (3) gelten (*Andrena labialis* und *Bombus ruderarius*). Dahingegen konnten auf den strukturreichen Flächen insgesamt 20 gefährdete Arten festgestellt werden, darunter eine Art, die vom Aussterben bedroht (1) ist (*Nomada facilis*), vier stark gefährdete (2) Arten (*Coelioxys inermis*, *Hylaeus pfankuchi*, *Lasioglossum sabulosum*, *Nomada distinguenda* und *N. integra*) und fünf gefährdete (3) Arten (*Anthophora aestivalis*, *Bombus humilis*, *Nomada atroscutellaris* und *Osmia leaiana*). Die restlichen sieben Arten stehen auf der Vorwarnliste (V).

Tab. 6: Laut Rote Liste Deutschland (RD) und Rote Liste Bayern (RB) gefährdete Arten: 2 (stark gefährdet), 3 (gefährdet), G (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes), V (Vorwarnliste, noch ungefährdet, verschiedene Faktoren könnten eine Gefährdung in den nächsten 10 Jahren hervorrufen). Zudem werden die TF und Strukturen, an welchen die Arten erfasst wurden, aufgeführt.

ART	RB	RD	akt. Bestand	TF	STRUKTUR
<i>Andrena labialis</i>	3	V	s	1a	Acker-/Weiderand
<i>Andrena lathyri</i>	V	-	mh	1d	Wegrand
<i>Anthidiellum strigatum</i>	V	V	mh	2b	Feuchtwiese
<i>Anthophora aestivalis</i>	3	3	s	5b	Heckensaum/ Bachlauf
<i>Anthophora furcata</i>	V	V	mh	2d	Feuchtwiese
<i>Bombus humilis</i>	3	3	mh	3c, 3e	Blühwiese, ungemulcht; Heckensaum
<i>Bombus jonellus</i>	V	3	mh	7d	Feldgehölz
<i>Bombus ruderarius</i>	3	3	mh	6a	Heckensaum/Randstreifen
<i>Bombus soroensis</i>	V	V	mh	1b, 3d, 8f	Straßengraben; Wiese, gemulcht; Straßenrand
<i>Bombus sylvarum</i>	V	V	mh	1b, 1c, 2d, 2e, 4a, 4b	Straßengraben (1b+c); Feuchtwiese; Flachlandmähwiese; Strauchsaum; Sträucher/Baum/Ackerrand
<i>Coelioxys inermis</i>	3	-	s	7c	Bachsaum
<i>Eucera longicornis</i>	V	V	mh	3c, 3f	Blühwiese, ungemulcht; Heckensaum
<i>Hylaeus paulus</i>	D	-	mh	2a	Böschung, Heckensaum
<i>Hylaeus pfankuchi</i>	2	3	ss	2d	Feuchtwiese
<i>Lasioglossum lativentre</i>	V	V	mh	1a, 2a, 3c, 5a, 5e, 6f	Acker-/Weiderand; Böschung, Heckensaum; Blühwiese, ungemulcht; Waldsaum; Wiesen/Weiderand
<i>Lasioglossum sabulosum</i>	2	-		3e, 5e, 7b	Heckensaum; Heckensaum, Bachlauf; Bachsaum
<i>Melitta nigricans</i>	V	-	mh	1b, 1c, 7a, 8a, 8c	Straßengraben (1b+c); Graben, Wiese, Nisthügel; Graben; Wiesenrand
<i>Nomada atroscutellaris</i>	3	V	s	2f	Wiese
<i>Nomada distinguenda</i>	2	G	ss	2a	Böschung, Heckensaum
<i>Nomada facilis</i>	1	G	ss	2c	Feuchtwiese, Bachsaum
<i>Nomada integra</i>	2	3	ss	7f	Heckensaum
<i>Osmia leaiana</i>	3	3	s	3d	Wiese, ungemulcht
<i>Sphecodes pellucidus</i>	V	V	mh	8a, 8f	Gaben; Straßenrand
<i>Sphecodes reticulatus</i>	V	-	mh	2e	Flachlandmähwiese

4.3 Ernährungsweise

Insgesamt konnten 14 oligolektisch lebende Wildbienen-Arten festgestellt werden (vgl. Tab. 8). Die meisten unter ihnen (6 Arten) sind dabei für ihre Ernährung auf das Vorkommen von Schmetterlingsblütlern angewiesen (*Fabaceae*), drei Arten benötigen Korbblütler (*Asteraceae*), um für ihren Nachwuchs Nahrung bereitstellen zu können. Weitere Pflanzenfamilien sind Doldenblütler (*Apiaceae*), Glockenblumen- (*Campanulaceae*), Primel- (*Primulaceae*), Weiden- (*Salicaceae*) und Weiderichgewächse (*Lythraceae*).

Die Art *Macropis europaea* beispielsweise ist auf das Vorkommen genau einer Pflanzenart, *Lysimachia vulgaris*, angewiesen. Nur mancherorts kann sie auf Vorkommen von *Lysimachia punctata*, in Gärten etwa, zurückgreifen. Da beide Gilbweiderich-Arten keinen Nektar liefern, ist es unerlässlich, dass noch weitere Pflanzenarten als Nektarlieferanten vorhanden sind. Diese können dann auch anderen Pflanzenfamilien angehören [WESTRICH 2018].

Andere Arten, wie zum Beispiel *Heriades truncorum* (*Asteraceae*) oder *Megachile ericetorum* (*Fabaceae*) können den Pollen von mehreren Arten bzw. Gattungen für die Aufzucht ihrer Brut verwenden. Die Art *Andrena lathyri* (*Fabaceae*) bevorzugt Platterbsen (*Lathyrus spec.*), kann aber auch im Notfall auf Pflanzen der Gattung *Vicia* zurückgreifen, ebenso ist *Anthophora furcata* ziemlich auf Lippenblütler spezialisiert, kann aber auch Rachenblütler (*Scrophulariaceae*) nutzen.

Alle anderen festgestellten Wildbienen-Arten nutzen den Pollen mehrerer Pflanzenfamilien und verfolgen somit eine polylektische Ernährungsweise. Sie unterscheiden sich einerseits in Arten, die nur wenige (2 bis 3) Pflanzenfamilien zur Pollenernte anfliegen, wie bspw. *Andrena falsifica*, *Andrena ovatula*, *Bombus hypnorum* und *Bombus soroeensis*. Letztere zum Beispiel zeigt eine starke Bevorzugung von Glockenblumen wie *Campanula rotundifolia* und *C. trachelium*, Männchen saugen gerne Nektar auf Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) und auf Distelarten (*Cirsium spec.*). Andererseits gibt es aber auch Arten, die weniger spezialisiert sind und sich mit dem, was das Blühspektrum aktuell zu bieten hat, zufriedengeben (*Andrena nitida*, *Halic-tus tumulorum*, *Hylaeus communis*, *Lasioglossum leucozonium*, *L. nitidulum*, *L. pauxillum*, *L. zonulum*, *Osmia bicolor* und *Osmia bicornis*).

Der Nektar ist für Wildbienen vor allem eine Energiequelle. Ihre Präferenz für bestimmte Pflanzenfamilien liegt hauptsächlich an der Form ihrer Blüte und somit ihrer Zugänglichkeit für die Biene.

Im Vergleich zwischen strukturarmen und strukturreichen Rasterzellen ergibt sich folgendes Ergebnis (vgl. Tab. 7): zwar liegen die polylektisch und oligolektisch lebenden Wildbienen strukturreicherer RZ zahlenmäßig weit über denen von strukturarmen RZ, allerdings sind die Unterschiede, rein prozentual gesehen, nicht signifikant.

Tab. 7: Ernährungsweise der erfassten Wildbienen aller im Projektgebiet untersuchter Rasterzellen (RZ 1 - 8 = gesamt), jener in strukturarmen (RZ 1, 4, 6, 8) und in strukturreichen (RZ 2, 3, 5, 7). Zahlenangaben in erfassten Arten.

Ernährungsweise	polylektisch	oligolektisch
Gesamt	83 (85,6 %)	14 (14,4 %)
Strukturarm	38 (86,4 %)	6 (13,6 %)
Strukturreich	72 (87,8 %)	10 (12,2 %)

Tab. 8: Im Projektgebiet erfasste oligolektische Bienenarten und ihre Pollenquellen, sowie die Teilfläche (TF) und Struktur, auf welcher sie erfasst wurden.

ART	RB	RD	POLLENQUELLEN [WEST- RICH 2018]	TF	STRUKTUR
<i>Andrena labialis</i>	3	V	Fabaceae	1a	Acker-Weiderand
<i>Andrena lathyri</i>	V	-	<i>Vicia spec.</i> , <i>Lathyrus spec.</i> (Fabaceae)	1d	Wegrand
<i>Andrena proxima</i>	-	-	Apiaceae	5d	Bachsaum
<i>Andrena vaga</i>	-	-	<i>Salix spec.</i> (Salicaceae)	3e	Heckensaum
<i>Andrena wilkella</i>	-	-	Fabaceae	6c	Straßenrand, Anpflanzung
<i>Chelostoma campanularum</i>	-	-	Campanulaceae	5f	Heckensaum, Bachlauf
<i>Colletes daviesanus</i>	-	-	<i>Tanacetum vulgare</i> (Asteraceae)	3b, 4c, 4d,	Brache, Ackerrand; Wegrand; Heckensaum
<i>Eucera longicornis</i>	V	V	<i>Vicia sepium</i> , <i>V. cracca</i> , <i>Lathyrus pratensis</i> , <i>L. sylvestris</i> , <i>L. tuberosus</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium spec.</i> (Fabaceae)	3c, 3f	Blühwiese, ungemulcht; Heckensaum
<i>Heriades truncorum</i>	-	-	Asteraceae	3d, 3f, 7a	Wiese, ungemulcht; Heckensaum; Graben, Wiese, Nisthügel
<i>Megachile ericetorum</i>	-	-	<i>Lotus spec.</i> , <i>Lathyrus spec.</i> , <i>Ononis spinosa</i> , <i>Melilotus spec.</i> (Fabaceae)	6f	Wiesen-, Weiderand
<i>Megachile nigriventris</i>	-	-	Fabaceae	3f	Heckensaum
<i>Melitta nigricans</i>	V	-	<i>Lythrum</i> (Lythraceae)	1b, 1c, 7a, 8a, 8c	Straßengraben (1b+c); Graben; Wiesenrand
<i>Macropis europaea</i>	-	-	Ölblumen der Gattung <i>Lysimachia</i> (Primulaceae)	7f	Heckensaum
<i>Osmia leaiana</i>	3	3	Cynareae, Cichorioideae (Asteraceae)	3d	Wiese, ungemulcht

4.4 Lebensweise

Bezüglich der Lebensweise von Wildbienen lassen sich verschiedene Kategorien betrachten. Zum einen gibt es solche, die innerhalb eines Jahres eine Generation hervorbringen (univoltin) und andere, für die es möglich ist, im Jahresverlauf zwei Generationen zu generieren (bivoltin). Manche Arten sind in der Regel univoltin, können aber unter günstigen Bedingungen durchaus noch in einer zweiten Generation auftreten (partiell bivoltin).

Die Ergebnisse der Erhebungen der Jahre 2019 bis 2021 zeigen, dass die überwiegende Mehrheit der erfassten Tiere zu univoltinen Arten gehören, also nur eine Generation hervorbringen. Nur sieben Arten treten regelmäßig in zwei Generationen pro Jahr auf. Diese sind: *Andrena bicolor*, *A. dorsata*, *A. flavipes*, *A. minutula*, *A. ovatula*, *Lasioglossum villosum* und *Nomada flavoguttata*). Die genannten Arten unterliegen alle einer polylektischen Ernährungsweise. Des Weiteren kommen die meisten von ihnen als ubiquitäre Arten in allen möglichen Lebensräumen vor. Einzige gefährdete Art ist hierunter *Bombus jonellus* (RLB: V, RLD: 3), eine Offenlandsart, die vor allem in Mooren, zwergstrauchreichen Sand- und Bergheiden, sowie in lichten Kiefernwäldern vorkommt [BUCHHOLZ 1991, GAGGERMEIER 1991]. *Nomada flavoguttata* hängt als Kuckucksbiene vom Vorkommen ihrer Wirte (*Andrena minutula*, *A. minutuloides*, *A. subopaca*, *A. semilaevis* und *Andrena falsifica*) ab. Diese sind, wie bspw. *A. minutula* ebenfalls ubiquitäre Arten.

Zehn der erfassten Arten (u.a. *Andrena subopaca*, *Bombus hortorum*, *Halictus rubicundus*, *Hylaeus communis* und *Megachile versicolor*) sind als partiell bivoltin einzustufen. Sie können also in warmen, günstigen Jahren eine zweite Generation hervorbringen. Auch diese Arten sind durchweg polylektisch. Dabei handelt es sich um weit verbreitete Arten, die entweder als Ubiquisten viele Lebensräume besiedeln oder um Arten, die in Waldrändern, auf Waldlichtungen oder auf Streuobstwiesen leben [WESTRICH 2018]. Sie benötigen teilweise morsches oder abgestorbenes Holz als Niststruktur, oder offene Bodenstellen. Drei dieser Arten werden für Bayern als gefährdet gelistet (*Anthophora furcata*, *Coelioxys inermis* und *Sphecodes pellucidus*).

Die meisten der erfassten Arten (61 Arten) bringen jedoch nur eine Generation pro Jahr hervor. Ein Viertel (25 %) der univoltinen Arten wird für Bayern als gefährdet gelistet.

Des Weiteren können Wildbienen einerseits nach ihrem Lebensraum und andererseits nach ihrem Nistplatz bzw. ihrer Niststruktur (siehe Kapitel 3.5) bewertet werden. Wie bereits erwähnt gibt es solche Arten, die sehr flexibel bzgl. ihres Lebensraumes sind und keine hohen Ansprüche stellen, und andere, die auf nur einen Lebensraum spezialisiert sind – Ubiquisten und Spezialisten. Die meisten Arten haben eine klare Präferenz für besonnte, warme und trockene Standorte. Nur wenige Arten bevorzugen feuchte Standorte, so bspw. die Art *Hylaeus gracilicornis*, die eher in feuchtkühlen Lebensräumen wie Waldlichtungen, Waldränder, Schilfröhrichte und anzutreffen ist [WESTRICH 2018]. Etwas mehr als ein Viertel der nachgewiesenen Arten (26 Arten) bevorzugen Lebensräume in Wäldern, Waldnähe, Waldlichtungen oder Streuobstwiesen.

4.5 Nistplatzwahl

Fast ein Drittel der erfassten Arten (58,7 %) nistet im Boden (endogäisch). Dabei werden unterschiedliche Substrate bevorzugt: lehmiger Sand, Feinsand, Löss, Lehm, sogar fester Boden bis hin zu Ritzen in Pflastersteinen. Ein Fünftel der festgestellten Arten (20,6 %) verfolgt eine parasitische Lebensweise. Sie sind auf das Vorhandensein ihrer Wirte und der geeigneten Nistplätze der Wirte angewiesen. Die restlichen der erfassten Arten nisten in stehendem und liegendem, morschem Totholz (8,2 %), in Stängeln von Holunder, Brombeeren etc. (5,2 %), oberirdisch in bestehenden Hohlräumen (hypergäisch) (2 %), in Schilf, in Trockenmauern, Wänden und leeren Schneckenhäusern (je 1 %) (vgl. Abb. 27).

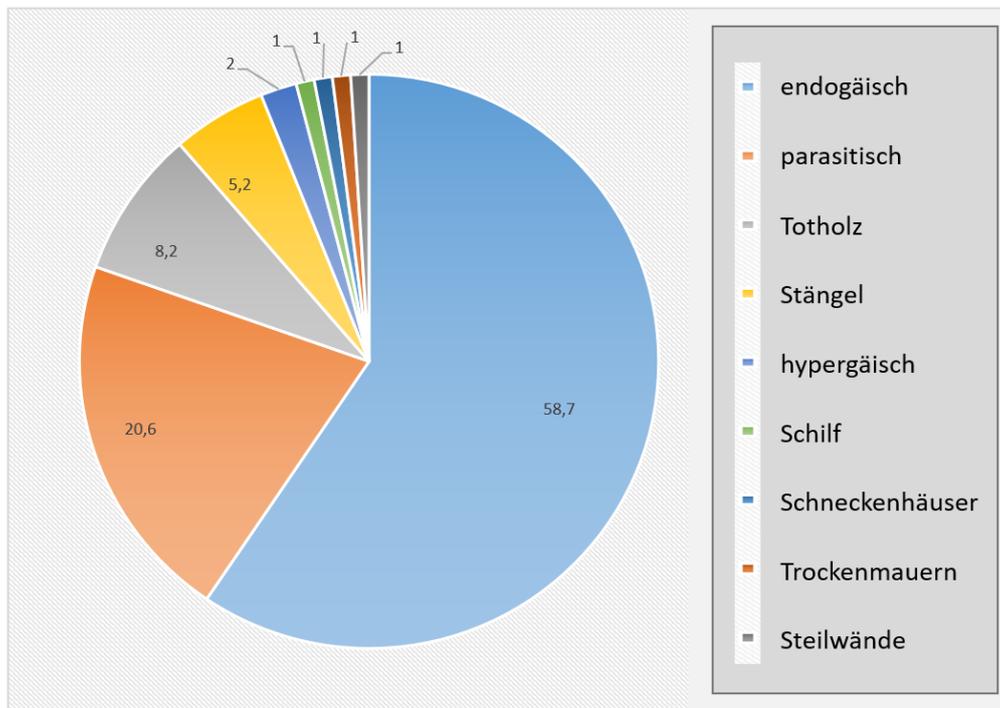


Abb. 27: Die bevorzugten Nistplatzstrukturen aller im Projektgebiet erfassten Arten in Prozentanteilen.

Werden die Kategorien größer gefasst, können die erfassten Arten in sechs Gruppen zusammengefasst werden: endogäisch (50 Arten), hypergäisch (23 Arten), parasitisch (19 Arten), endo-/ hypergäisch (3 Arten) und endogäisch/ fakultativ parasitisch (1 Art).

Auf den strukturarmen Rasterzellen wurden 29 endogäisch lebende Arten erhoben, fünf hypergäisch, sechs parasitisch, zwei endo-/ hypergäisch und eine endogäisch/ fakultativ parasitisch lebende Art. Hingegen wurden auf den strukturreichen Rasterzellen 43 endogäisch lebende Arten, 21 hypergäisch, 17 parasitisch und zwei endo-/ hypergäisch lebende Arten festgestellt (siehe Tab. 9).

Tab. 9: Nistplätze der erfassten Wildbienen aller im Projektgebiet untersuchter Rasterzellen (RZ 1 - 8 = gesamt), jener in strukturarmen (RZ 1, 4, 6, 8) und in strukturreichen (RZ 2, 3, 5, 7). Zahlenangaben in erfassten Arten.

Nistplatz	endogäisch	hypergäisch	parasitisch	endo-/ hypergäisch	endogäisch/ fak. parasitisch
Gesamt	50	23	19	3	1
Strukturarm	29	5	6	1	1
Strukturreich	43	21	17	2	-

In diesem Zusammenhang fällt auf, dass in strukturarmen RZ vor allem endogäisch nistende Arten vorkommen (68 %). In strukturreichen RZ machen endogäisch nistende Arten auch die Mehrheit aus (51,8 %), allerdings sind hypergäisch (25,3 %) und parasitisch (20,5 %) nistende Arten ebenfalls recht häufig vertreten.

Tab. 10: Nistplätze der erfassten Wildbienen aller im Projektgebiet untersuchter Rasterzellen (RZ 1 - 8 = gesamt), jener in strukturarmen (RZ 1, 4, 6, 8) und in strukturreichen (RZ 2, 3, 5, 7). Zahlenangaben in erfassten Arten.

Rasterzelle	1	2	3	4	5	6	7	8
Arten gesamt	16	43	43	19	36	26	33	18
Anzahl endogäisch lebender Arten	15	26	31	12	22	19	21	16
Anzahl hypergäisch lebender Arten	-	8	8	2	9	3	5	-
Anzahl endo- bzw. hypergäisch lebender Arten	1	1	2	2	-	1	2	1
Anzahl parasitisch lebender Arten	-	8	2	2	5	3	5	1
Anzahl endogäisch bzw. parasitisch lebender Arten	-	-	-	1	-	-	-	-

4.6 Artenverteilung auf den Flächen und Strukturen

Eine Übersicht über die jeweilige Arten- und Individuenzahl der einzelnen Strukturen der TF wird in Tabelle 11a und 11b dargestellt. Der Shannon-Wiener-Index zeigt die Diversität unter Einbeziehung der Individuenzahl der jeweiligen Arten und der Gesamtartenzahl auf der jeweiligen Struktur. Je höher der Wert, desto höher ist dabei die Diversität. Der maximale Shannon-Index wird erreicht, wenn die Abundanz aller Arten gleich ist. Die Evenness ist ein Maß für die Ausgewogenheit der Artenverteilung. Dieser Wert liegt immer zwischen 0 und 1. Je näher er an die 1 heranreicht, desto ausgewogener ist die Artenverteilung.

Auf der strukturarmen **RZ 1** bei Fridolfing konnten auf den untersuchten Strukturen Artenzahlen zwischen 2 und 7 festgestellt werden. Die Individuenzahl liegt zwischen 7 und 42. Dabei kamen an keiner anderen Struktur mehr als 42 Individuen vor. Der höchste Shannon-Index konnte für den Acker-/Weiderand der TF 1a mit 1,47 berechnet werden. Die strukturreiche **RZ 2** bei Strass weist pro Struktur zwischen 11 und 18 Arten 19 bis 34 erfasste Individuen auf. Den höchsten Shannon-Index hat die Feuchtwiese/Bachsaum der TF 2c mit 3,0. Die ebenfalls als strukturreich definierte **RZ 3** bei Fising zeigt eine Spanne von 4 bis 18 Arten und 11 bis 33 Individuen pro untersuchter Struktur. Den höchsten Shannon-Index erreicht der Heckensaum auf TF 3f mit 3,058. Für die strukturarme **RZ 4** bei Daring konnten zwischen 2 und 10 Arten und 4 bis 14 Individuen pro untersuchte Struktur erfasst werden. Den höchste Shannon-Index hat die Struktur Sträucher/Baum/Ackerrand der TF 4b mit 2,686.

Die strukturreiche **RZ 5** bei Jauchsdorf weist zwischen 4 und 19 Arten pro untersuchter Struktur auf. Die meisten Arten konnten dabei für die Teilfläche 5e Heckensaum/Bachlauf festgestellt werden. Die Untersuchung keiner anderen Teilfläche brachte mehr Arten hervor. Die Individuenzahl liegt auf den Teilflächen zwischen 7 und 28 Tieren. Den höchsten Shannon-Index hat die Struktur Heckensaum/Bachlauf auf TF 5e mit 3,66. Für die strukturarme **RZ 6** bei Obereching zeigten sich 1 bis 13 Arten an den einzelnen Strukturen. Die Individuenzahl beträgt zwischen 1 und 29 Tiere. Den höchste Shannon-Index hat der Wiesen-/Weidenrand der TF 6f mit 2,263. Dieser wies auch die meisten Arten und Individuen auf. Auf den Teilflächen der strukturreichen **RZ 7** bei Irlach konnten zwischen 6 und 14 Arten festgestellt werden. Die Individuenzahl liegt zwischen 8 und 37 Tieren. Der höchsten Shannon-Index konnte für die Struktur der Teilfläche 7a Graben/Wiese/Nisthügel mit 3,083 berechnet werden. Die strukturarme **RZ 8** bei Steinbach weist zwischen 4 und 10 Arten auf. Die Individuenzahl liegt zwischen 5 und 27 Tieren. Den höchsten Shannon-Index hat der Graben bei TF 8a mit 2,326.

Die Rasterzellen 2, 3, 5 und 7 (strukturreich) wiesen die höchste Arten-Diversität auf. Die meisten Arten (43 Arten) kamen auf der Rasterzelle 3 vor, gefolgt von Rasterzelle 2 mit 42 Arten. Auf den Rasterzellen 1, 4, 6 und 8 (strukturarm) konnten zwischen 16 und 26 Arten erfasst werden.

Gleich betitelte Einzelstrukturen wurden bei der Bewertung nicht zusammengefasst, da auch die Umgebung der jeweiligen Struktur einen Einfluss auf das dortige Artenvorkommen hat.

Tab. 11a: Sowohl die Anzahl der Arten, wie auch der Individuen pro TF sind aufgeführt. Um die Diversität auf den TF besser abschätzen zu können wurde der Shannon-Index, der Maximalwert des Shannon-Index sowie die Evenness berechnet. Die höchsten Werte der jeweiligen RZ (1-8) sind fett markiert.

TF	STRUKTUR	ARTEN	INDIVIDUEN	SHANNON WIENER	SHANNON WIENER (max.)	EVENNESS	Arten ge- sam
1	a Acker-/Weiderand	7	24	1,4700	1,9459	0,7554	16
	b Straßengraben	7	42	0,9560	1,9459	0,4913	
	c Straßengraben	7	30	0,9490	1,9459	0,4877	
	d Wegrand	4	8	1,2130	1,3863	0,8750	
	e Straßenrand	2	7	0,4100	0,6931	-	
	f Waldsaum	4	7	1,2770	1,3863	0,9212	
2	a Böschung/Heckensaum	14	26	2,5110	2,6391	0,9515	42
	b Feuchtwiese	12	22	2,4510	2,4849	0,9864	
	c Feuchtwiese/Bachsaum	14	22	3,0000	2,6391	1,1368	
	d Feuchtwiese	18	34	2,7020	2,8904	0,9348	
	e Flachlandmähwiese	12	26	2,1680	2,4849	0,8725	
	f Wiese	11	19	2,4800	2,3979	1,0342	
3	a Steinmauer/Heckensaum	4	13	0,7940	1,3863	0,5727	43
	b Heckensaum	8	11	2,0690	2,0794	0,9950	
	c Blühwiese, ungemulcht	18	33	2,8020	2,8904	0,9694	
	d Wiese, gemulcht	13	22	2,4280	2,5649	0,9466	
	e Heckensaum	15	26	2,7500	2,7081	1,0155	
	f Heckensaum	13	21	3,0580	2,5649	1,1922	
4	a Strauchsaum	7	11	2,0690	1,9459	1,0633	19
	b Sträucher/Baum/Ackerrand	10	11	2,6860	2,3026	1,1665	
	c Brache/Ackerrand	8	14	1,9550	2,0794	0,9402	
	d Wegrand	3	4	1,0030	1,0986	0,9130	
	e Wegrand	2	5	0,2700	0,6931	0,3895	
	f Wegrand	3	6	0,8680	1,0986	0,7901	
5	a Waldsaum	15	27	2,5970	2,7081	0,9590	36
	b Heckensaum/Bachlauf	13	28	2,4340	2,5649	0,9489	
	c Heckensaum/Graben	4	7	1,2770	1,3863	-	
	d Bachsaum	11	21	2,1610	2,3979	0,9012	
	e Heckensaum/Bachlauf	19	22	3,6600	2,9444	1,2430	
	f Heckensaum/Bachlauf	13	22	2,8400	2,5649	1,1072	
6	a Heckensaum/Randstreifen	8	15	1,9360	2,0794	0,9310	26
	b Straßenrand	7	10	2,1110	1,9459	1,0848	
	c Straßenrand/Anpflanzung	9	14	2,1220	2,1972	-	
	d Straßenrand	1	1	0,0000	0,0000	-	
	e Wiesenrand	2	2	0,0000	0,6931	-	
	f Wiesen-/Weiderand	13	29	2,2630	2,5649	0,8823	

Tab. 11b: Sowohl die Anzahl der Arten, wie auch der Individuen pro TF sind aufgeführt. Um die Diversität auf den TF besser abschätzen zu können wurde der Shannon-Index, der Maximalwert des Shannon-Index sowie die Evenness berechnet. Die höchsten Werte der jeweiligen RZ (1-8) sind fett markiert.

TF	STRUKTUR	ARTEN	INDIVIDUEN	SHANNON WIENER	SHANNON WIENER _(max.)	EVENNESS	Arten gesamt
7	a Graben/Wiese/Nisthügel	14	37	3,0830	2,6391	1,1682	31
	b Bachsaum	6	8	1,7530	1,7918	0,9784	
	c Bachsaum	11	18	2,2740	2,3979	0,9483	
	d Feldgehölz	8	13	2,0710	2,0794	0,9959	
	e Feldgehölz	9	19	1,6950	2,1972	0,7714	
	f Heckensaum	10	24	2,1830	2,3026	0,9481	
8	a Graben	10	27	2,3260	2,3026	1,0102	18
	b Wegrand	4	5	1,0400	1,3863	0,7502	
	c Wiesenrand	6	10	1,8330	1,7918	1,0230	
	d Wegrand	6	8	1,6670	1,7918	0,9304	
	e Wiesenrand	5	6	1,7350	1,6094	1,0780	
	f Straßenrand	7	9	2,2260	1,9459	1,1439	

Der Shannon-Wiener-Index zeigt, dass auf den Flächen der RZ 2, 3 und 5 die Diversität auf den Strukturen am höchsten ist (vgl. Tab. 11a und 11b). Die Werte über 2,0 wurden in hellgrün (strukturreich) und hellrot (strukturarm) hinterlegt. Zu erkennen ist, dass auf strukturarmen Flächen der Wert für die Diversität seltener über 2,0 steigt, die Einzelstrukturen also weniger Lebensraumvielfalt bieten.

Im Anhang befindet sich eine Übersichtstabelle aller erfassten Arten, mit Informationen zu ihrer Biologie (Nistweisen, Ernährung der Nachkommen) sowie die Individuen- und Arten--Abundanzen der einzelnen TF (vgl. Tab. 14 und 15 im Anhang).

5 Diskussion der Ergebnisse

Mit 96 erfassten Wildbienen-Arten konnten im untersuchten Projektgebiet (Bayern und Salzburg) etwa knapp 20 Prozent des theoretisch möglichen Artenspektrums (561 Arten) abgedeckt werden. In Bayern wurden 70 der vorkommenden 506 Arten erfasst (14 %), im Land Salzburg konnten 64 der vorkommenden 309 Arten (21 %) festgestellt werden. Die Diversität von Wildbienen in Bayern liegt vermutlich so viel höher als im Land Salzburg, da die Fläche Bayerns (70 500 km²) fast 10x der des Landes Salzburg (7 155 km²) entspricht und somit mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Ökosystemen einen facettenreichen Lebensraum für Wildbienen bietet. Die untersuchten Flächen liegen räumlich recht nahe beieinander, wodurch sie sich zum einen strukturell und andererseits hinsichtlich ihres geologischen Untergrundes ähnlich sind. Dieser ist im Quartär einzuordnen und der Serie Pleistozän und Holozän zuzuordnen. Ähnlich einem Flickenteppich wechseln sich spätwürmzeitliche Becken- und Seeablagerungen und würmzeitliche Moränen im Gebiet ab. Anstehende Gesteine setzen sich folglich aus Schotter, Kies und größeren Blöcken mit unterschiedlich hohen Sand-, Schluff- und Tonanteilen zusammen. Da die Mehrheit der Bienen im Boden nistet (75 %) [STEFFAN-DEWENTER 1998], ist die Einordnung des geologischen Untergrundes unerlässlich für eine aussagekräftige Auswertung über die Ergebnisse der Erhebungen.

Die Auswertung ergab, dass 24 der insgesamt 96 erfassten Arten gefährdet sind. Das ist etwa ein Viertel der Arten. Gut 50% der gesamt-bayerischen Arten stehen als gefährdet auf der Roten Liste. Folglich waren im untersuchten Gebiet unterdurchschnittlich wenige gefährdete Arten anzutreffen. Dies weist darauf hin, dass das Gebiet als landwirtschaftlich geprägte Region, insgesamt eher verarmt ist. Dies wird zudem dadurch bestätigt, dass es sich bei der Mehrheit der erfassten Arten um Ubiquisten, also um unspezialisierte Arten, handelt. Für viele spezialisierte Arten fehlt es scheinbar an geeigneten Nischen, an vielfältigem Nahrungsangebot und/oder Nistplatzangeboten. Diese Annahme wird auch von der überdurchschnittlich hohen Zahl der bodennistenden Arten bestätigt. Erfasst wurden etwa 59% endogäisch, also bodennistende, Arten. Im deutschsprachigen Raum Mitteleuropas sind 50% aller Wildbienen Bodennister. Das bedeutet, dass die Hälfte der Bienenarten, bzw. fast drei Viertel der nestbauenden Arten, vor allem durch die Bewahrung oder auch Schaffung geeigneten Terrains, in denen Bienen nisten können, geschützt werden können. Nur etwa 19% unserer Wildbienen nisten in bestehenden Hohlräumen. Sie nagen diese also nicht selbst. Bienenarten aus dieser Gruppe lassen sich mit Nistblöcken und Nisthilfen mit hohlen, waagerechten Stängeln, Bambus- und Pappröhrchen unterschiedlicher Durchmesser unterstützen. Nur 3% nagen sich ihre Nistgänge selbst in markhaltigen Pflanzenstängeln und in morschem oder mürbem Holz. Diesen Bienenarten ist sehr geholfen, wenn wir geeignete Pflanzen wie Brombeeren, Himbeeren oder Königskerzen nicht nach der Blüte abzuschneiden und mürbes oder morsches Totholz nicht zu entsorgen, sondern stehen bzw. liegen zu lassen.

Die Wildbienen-Arten, die im Projektgebiet am häufigsten erfasst wurden (*Bombus lucorum*, *B. terrestris agg.*, *B. pascuorum*, *Halictus subauratus*, *Lasioglossum zonolum* und *B. hortorum*), sind zum einen Ubiquisten, also Arten, die nahezu überall bzw. in vielen Lebensräumen vorkommen können. Zum anderen unterliegen sie einer polylektischen Ernährungsweise, können also auf Nektar und Pollen verschiedener Pflanzenfamilien zugreifen. Dies ermöglicht ihnen räumlich und zeitlich ungebunden vorzukommen, auch in weniger guten Jahren. Oligolektisch lebende Tiere sind auf den Blühzeitpunkt ihrer Nahrungspflanze angewiesen. Ist es in dieser Zeit zu kalt, wurde sie gemäht oder durch landwirtschaftliche Nutzung aus der Landschaft verdrängt, so ist dieser Art die Lebensgrundlage entzogen. Stellt die Art zusätzlich Ansprüche an die Lage und das Material für den Bau ihres Nistplatzes, so wird ihr Vorkommen noch unwahrscheinlicher.

Alle oligolektisch lebenden Wildbienen wurden auf den Flächen mit nur wenigen Exemplaren nachgewiesen, sechs Arten konnten nur auf einer Struktur erfasst werden (*Andrena labialis*, *A. lathyri*, *A. proxima*, *A. vaga*, *Chelostoma campanularum* und *Osmia leaiana*). Eine Ausnahme unter den Oligolekten stellt *Melitta nigricans* dar. Sie kam auf den Teilflächen 1b, 1c, 7a, 8a und 8c vor. Die meisten dieser Strukturen sind straßen- bzw. grabenbegleitend. Am häufigsten wurde diese Art auf TF 8a festgestellt. Diese ist die feuchteste der Strukturen. Dadurch sind der Nahrungspflanze von *Melitta nigricans* die besten Standortbedingungen geboten. Sie ernährt sich streng oligolektisch von *Lythrum salicaria*. Der Blut-Weiderich ist ein recht zuverlässiger Begleiter von **Graben- und Bachstrukturen**, wodurch das Vorkommen dieser im Boden nistenden Art gesichert ist. Gerade Graben- und Bachstrukturen zählen zu den Elementen der Landschaft, die nicht bzw. nur schwer verdrängt werden können, denn um Niederschläge oberflächlich abzuleiten, sind Gräben essentiell. Blut-Weiderich ist eine winterharte, mehrjährige Pflanze, die feuchte bis nasse, aber auch trockenere Standorte erträgt. Ebenfalls in feuchten Gebüsch, Niedermooren, Sumpfwiesen, in lichten Waldstellen, an Bachsäumen und auf feuchten Wiesen häufig vorkommend ist der Gewöhnliche Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*). Zu den Primulaceae gehörend stellt er die Nahrungsquelle für die streng oligolektisch lebende Art *Macropis europaea* dar. Diese konnte zwei Mal auf der TF 7f (Heckensaum feuchter Ausprägung mit anschließender Wiese) bei Irlach nachgewiesen werden. Da Gilbweiderich-Arten in der Regel keinen Nektar liefern, ist die Art, wie bereits erwähnt, noch auf andere nektarspendende Pflanzen angewiesen. Ihre Nester baut sie gerne in den Böschungen von Hochwasserdämmen, also endogäisch. Auch sie ist mäßig häufig verbreitet, ihr Vorkommen wird überwiegend durch das Vorhandensein ihrer Pollenquelle bestimmt, die an feuchten Standorten wächst: Gräben, Ufer, Auwaldränder und Niedermoore. Die Pflege der Graben- und Bachstrukturen ist folglich essentiell und ausschlaggebend für das Vorkommen dieser Arten. Eine andere, auch oligolektisch lebende und seltenere (V) Wildbienen-Art ist die Mai-Langhornbiene, *Eucera longicornis*. Sie ernährt sich und ihre Nachkommen mit dem Nektar und dem Pollen von Schmetterlingsblütlern (*Fabaceae*). Dabei kann sie allerdings auf mehrere Gattungen zurückgreifen. Sie bevorzugt die Zaun-Wicke (*Vicia sepium*), begnügt sich aber auch mit Vogel-Wicke (*Vicia cracca*), Wiesen-, Wald- und Knollen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*, *L. sylvestris*, *L. tuberosus*), Klee (*Trifolium spec.*) und Luzerne (*Medicago sativa*). Ihr Lebensraum beschränkt sich auf Magerrasen, Streuobstwiesen und Hochwasser-Dämme mit

Schmetterlingsblütlern. Als Nistplatz benötigt sie sandigen wie lehmigen und besonnten Boden mit Offenstellen, in den sie selbst Nester gräbt. Im Projektgebiet kam sie auf den TF 3c und 3f vor (vgl. Abb. 28 und 29).

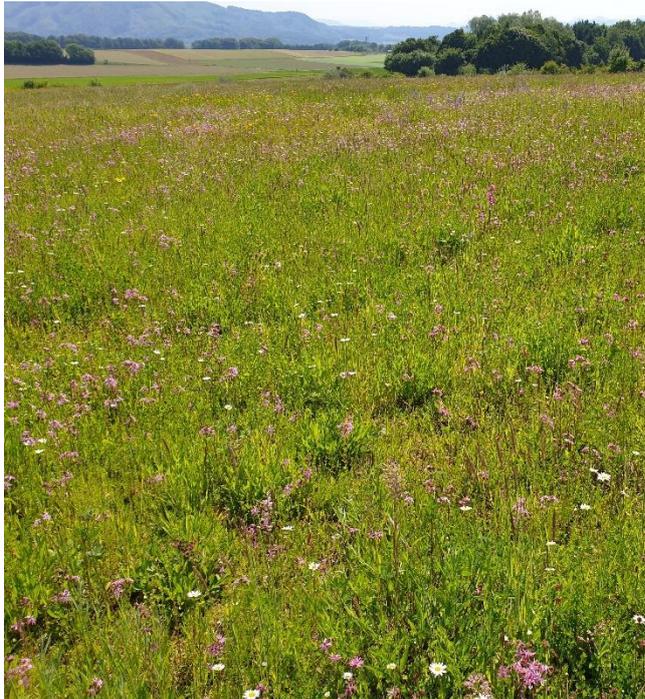


Abb. 28: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 3c bei Fisching (Wiese, ungemulcht). Die Fläche zeichnete sich durch eine Vielzahl von heimischen Wild- und Wiesenkräutern aus.

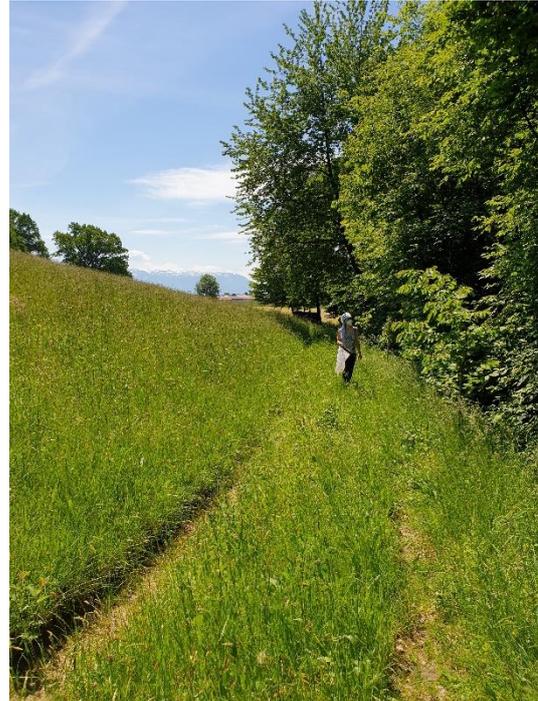


Abb. 29: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 3f bei Fisching (Heckensaum). An der Böschung des Erdweges nisteten viele Bienen im Boden.

Die Strukturen der TF 3c und der TF 3f entsprechen somit den Lebensraumsprüchen der Art *Eucera longicornis*. Die **artenreiche, extensiv bewirtschaftete, trockene Wiese** der TF 3c beherbergte insgesamt 18 Wildbienen-Arten, davon drei mit Status gefährdet (*Bombus humilis* (3), *Eucera longicornis* (V) und *Lasioglossum lativentre* (V)). Die Veränderliche Hummel (*Bombus humilis*) nistet bevorzugt oberirdisch in der Krautschicht, unter Grasbüscheln und Moospolstern, selten in hohlen Bäumen oder verlassenen Mäusenestern. Zusätzlich kam sie noch auf der TF 3e (Heckensaum) vor (vgl. Abb. 30). Besonders gefährdet ist sie durch Aufforstungen und intensive Wiesennutzungen, weshalb der Erhalt von extensiven Standorten, wie magere (Streuobst-) Wiesen, Böschungen, Wegränder und Waldränder bzw. -säume, für sie besonders wichtig ist. *Lasioglossum lativentre* bevorzugt ebenfalls Lebensräumen wie Waldränder, Streuobstwiesen, Magerrasen und Ruderalflächen. Diese Art ernährt sich polylektisch von einer Vielzahl an Pflanzen wie Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Rot- und Weiss-Klee (*Trifolium pratense* bzw. *T. repens*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*) und Gewöhnlicher Hornklee (*Lotus corniculatus*). Diese sind Arten, die ziemlich anspruchslos und somit auf Fettwiesen und Ruderalflächen theoretisch weit verbreitet sind, dennoch sind auch sie in strukturlosen ausgeräumten Landschaften immer seltener anzutreffen.

Auf der **Rasterzelle 3** konnten im Rahmen dieser Untersuchung die meisten Wildbienen-Arten festgestellt werden. Dies bedeutet, dass sie die höchste Strukturvielfalt und das vielfältigste Nahrungsangebot aufweist. Die Abb. 28 bis 33 zeigen verschiedene Strukturelemente dieser RZ. Der große Anteil an extensiv genutzten Wiesen und damit auch einem breiten, den Jahresverlauf begleitenden Blütenangebot, macht es den Bienen möglich, relativ konstant Nahrung finden zu können und stabile Populationen auszubilden. Über den gesamten Erfassungszeitraum hinweg konnten auf den Flächen der Rasterzelle 3 zahlreiche Individuen und Arten gefangen werden.



Abb. 30: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 3e bei Fisching (Heckensaum). Die angrenzende Wiese wurde frisch gemäht, nur geringes Blütenangebot, Saum weggepflegt.



Abb. 31: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 3a bei Fisching (Steinmauer, Heckensaum). Stellenweise Knäuelgras, Kletten-Labkraut und Brennnessel-Akkumulationen, sonst rel. blütenreich, wenig Offenstellen im Boden.



Abb. 32: Steinhäufen bzw. -mauer auf TF 3a bei Fisching, Feinmaterial leider fehlend.

Insgesamt wurden sechs gefährdete Arten erfasst (*Bombus humilis*, *B. soroensis*, *Eucera longicornis*, *Lasioglossum lativentre*, *L. sabulosum* und *Osmia leaiana*) und ebenfalls sechs oligolektisch lebende Wildbienen-Arten. In beiden Fällen kamen diese auf den TF 3c-f vor.

Auf den TF 3a und 3b kamen deutlich weniger Arten (4 bzw. 8 Arten) vor als auf den TF 3c-f (13 bis 18 Arten) (vgl. Tab. 11a). Ein Grund hierfür ist im Anteil der verfügbaren Nistmöglichkeiten und in der Vielfalt des Blütenangebotes der Strukturen zu finden. Auf TF 3a dominierten Brennnesseln, Kletten-Labkraut und Knäuelgras die Heckensaum-Vegetation. Die angelegten Steinhäufen bestehen aus sehr grobem Schotter bzw. großen Steinen und bieten somit für Wildbienen, die in Trockenmauern nisten, kein Feinmaterial zum Nestbau (vgl. Abb. 32). Diese Struktur ist für andere Tiergruppen wie Eidechsen und Steinmarder besser geeignet. Auch die Wiesen-Vegetation ist sehr wüchsig und stellenweise von eingestreuten Nährstoffzeigern geprägt. Sie ist nicht sehr artenreich, wenig blütenreich und viel zu dicht, um einen vielfältigen, attraktiven Lebensraum für Wildbienen darzustellen. Andererseits bietet sie Wiesenbrütern eventuell einen geeigneten Lebensraum.



Abb. 33: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 3d bei Fischen (Wiese, gemulcht), angrenzend an TF 3c. Artenärmer und nährstoffreicher (Stickstoffzeiger eingestreut) als TF 3c, dennoch blüten- und artenreich, viele Ruderalarten.

Die **Rasterzelle 2** wies ebenfalls eine große Artenvielfalt auf. Die insgesamt 42 erfassten Wildbienen-Arten (vgl. Tab. 11a) zeugen von einer überdurchschnittlich hohen Strukturvielfalt (im Vergleich zu den anderen untersuchten Rasterzellen). Anders als Rasterzelle 3 liegt der Gesamtcharakter der Fläche eher im feuchten als im trockenen Bereich. Untersucht wurden Feuchtwiesen (TF 2b, 2c und 2d), eine Böschung, ein Hecken- und ein Bachsaum (TF 2a und 2c) und Wiesenstandorte unterschiedlicher Nutzungsintensität (TF 2e und 2f) (vgl. Abb. 34 bis 37). Mit insgesamt zehn Arten der Roten Liste Bayern kommen auf dieser Fläche die meisten gefährdeten Arten vor. Vier dieser Arten verfolgen einen parasitischen Lebensstil. Insgesamt kommen mit acht Arten auf der Rasterzelle 2 mit Abstand die meisten parasitisch lebenden Wildbienen-Arten vor (vgl. Tab 12). Diese sind: *Bombus barbutellus*, *Bombus campestris*, *Nomada atroscutellaris* (3), *N. distinguenda* (2), *N. facilis* (1), *N. flavoguttata*, *Shecodes reticulatus* (V) und *Stelis ornatula*. Zu finden war ebenfalls *Bombus hortorum*, die Wirtsart von *Bombus barbutellus*. Letztere ernährt sich vor allem vom Nektar von Korbblütlern (Löwenzahn, Disteln, Flockenblumen und Skabiosen). Diese waren auf den angrenzenden Wiesen/ Feucht und Flachlandmähwiesen (2b-f) zahlreich zu finden. *Bombus hortorum* ernährt sich ebenfalls polylektisch, besiedelt gerne Waldränder und angrenzende (Streuobst-) Wiesen und baut seine Nester sowohl unterirdisch in Mäuseburgen als auch oberirdisch in Vogelnestern und Hohlräumen menschlicher Bauten (Ställen, Schuppen, Scheunen, Dachböden und Hummelkästen). *Bombus campestris*, die Feld-Kuckuckshummel, präferiert ähnliche Nektarquellen wie *B. barbutellus* (Asteraceae) und lebt als Kuckuck vor allem bei der Ackerhummel (*Bombus pascuorum*), außerdem bei der Veränderlichen Hummel (*B. humilis*), der Wiesenhummel (*B. pratorum*) und der Grashummel (*B. ruderarius*) [WESTRICH 2018]. Die Wirtsarten *B. pascuorum* und *B. pratorum* konnten ebenfalls auf den Flächen nachgewiesen werden. Insgesamt kamen auf der Rasterzelle 2 zehn Hummel-Arten vor.

Die Wirtsart von *Nomada atroscutellaris*, *Andrena viridescens*, konnte im Rahmen der Erhebungen auf den Flächen der RZ 2 nicht nachgewiesen werden. *Andrena viridescens*, die Blaue

Ehrenpreis-Sandbiene, ist eine sehr kleine Wildbiene, die mit ihrer Körperlänge von 6 - 8 Millimetern schnell übersehen wird. Sie nistet in selbstgegrabenen Erdlöchern in lehmigem oder sandigem Boden und schütterer Vegetation. Sie lebt ausgesprochen oligolektisch an Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*, auch *V. teucrium*) und steht auf der Vorwarnliste der Roten Liste Bayern/ Deutschland. Da das Vorkommen dieser winzigen Sandbiene völlig im Zusammenhang mit dem Vorkommen von Ehrenpreises steht, ist es notwendig, diesen in der Kulturlandschaft zu erhalten und auch in Gärten zu pflegen. Die wichtigsten Schutzmaßnahmen bestehen im Verzicht auf die Aufforstung nicht mehr intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen, in der Anlage und fachgerechten Pflege von Wald und Wiesensäumen und in der Beschränkung auf eine Wiesenmahd im Jahr. Diese darf nicht während der Blüte stattfinden, sollte also in die späte Hälfte des Jahres gelegt werden und bestenfalls gestaffelt bzw. auf Teilflächen stattfinden.

Die sehr seltene, parasitisch lebende Art *Nomada distinguenda* (Rote Liste Kategorie 2: stark gefährdet) ist auf das Vorkommen ihrer Wirtsarten *Lasioglossum villosulum* bzw. *L. parvulum* angewiesen. Keine der beiden Arten wurde auf der Fläche (RZ 2) erfasst, ein davon muss aber vorgekommen sein, da die Kuckucksbiene gefunden wurde. Erstere kam mit insgesamt 13 Individuen auf den TF 3b, 3c, 3f, 4d, 6b, 7a, 8b, 8c und 8e vor und war somit durchaus nicht selten. Sie ernährt sich und ihre Nachkommen vor allem vom Nektar und Pollen von Korbblütlern und lebt gerne an Waldrändern, Straßenböschungen und auf trockenen Wiesen. Ihre Nester baut sie in selbstgegrabenen Hohlräumen, oft in größeren Ansammlungen. Sie lebt solitär und hat 2 unabhängige Generationen im Verlauf eines Jahres. *Lasioglossum parvulum*, die Dunkle Schmalbiene, ist nur mäßig häufig und steht auf der Vorwarnliste (V). Sie benötigt für ihren Nestbau trockene Steilwände und bevorzugt anspruchsvollere Nahrungspflanzen (eher solche von mageren Standorten wie *Campanula rotundifolia*, *Leucanthemum vulgare* oder *Ranunculus bulbosus*).

Die Art *Nomada facilis* wird in Bayern als vom Aussterben bedroht (1) gelistet. Sie lebt parasitisch an *Andrena humilis* (V), welche auf mit Löwenzahn, Wiesen-Pippau, Wegwarte, Habichtskraut etc. (Asteraceae) bestandene trockene (Sreubst-, Berg- und Mager-) Wiesen angewiesen ist. Diese jedoch fallen immer wieder der zunehmend industrialisierten Land- und Forstwirtschaft zum Opfer. Auch der Schutz größerer Ansammlungen von Korbblütlern in Hängen, an Dämmen, Sand-, Kies- & Lehmgruben kann eine wichtige Rolle für den Erhalt dieser Wild-

bienen-Arten spielen. *Andrena humilis* konnte leider auf keiner Fläche der untersuchten Rasterzelle(n) nachgewiesen werden, müsste aber aufgrund des Auftretens ihres Parasits auf/ in der Nähe der RZ 2 vorkommen.

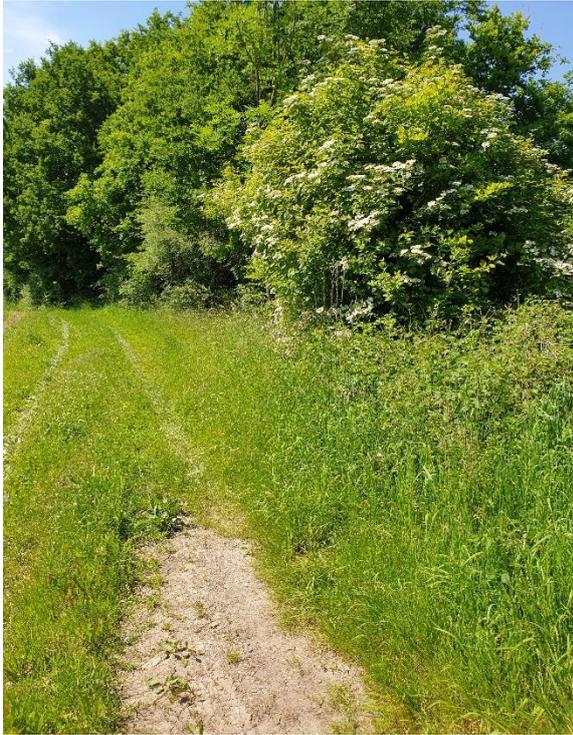


Abb. 34: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 2a bei Strass (Böschung, Heckensaum).



Abb. 35: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 2f bei Strass (Wiese).



Abb. 36: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 2c bei Strass (Feuchtwiese, Bachsaum), zur Hälfte gemäht. Hecken-/ Bachsaum eher eutroph, Übergang zur Wiese abrupt endend, da gemäht.



Abb. 37: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 2d bei Strass (Feuchtwiese), gesäumt von einer Benjeshecke.

Tab. 12: Auf den untersuchten Rasterzellen erfasste Anzahl parasitisch lebender Wildbienen-Arten. In hellgrün hinterlegt die strukturreichen, in hellrot die strukturarmen Flächen.

Rasterzelle	1	2	3	4	5	6	7	8
Anzahl parasitisch lebender Arten	-	8	2	2	5	3	5	1

Die Rasterzellen 2 und 3 zusammen bieten einen Lebensraum für etwa zwei Drittel aller im Projektgebiet erfassten Arten (62 der 96 Arten). Daraus lässt sich folgern, dass sich die beiden Lebensräume stark unterscheiden und mit ihrem Strukturreichtum vielen, auch anspruchsvollen Arten Nahrung und Nistplätze bieten können. Im Vergleich kamen auf allen 4 strukturarmen RZ insgesamt nur 44 Arten vor, davon nur sechs parasitisch und sechs oligolektisch lebend. In Bayern konnten die meisten höchsten Shannon-Indizes (>2,0) durchweg für die RZ 2 bei Strass und die RZ 3 bei Fising ermittelt werden (vgl. Tab. 11a und 11b). Bei ersterer handelt es sich um Flächen der ANL in Laufen. Zweitere wird unter anderem durch Mitglieder des BUND Naturschutz Bayern (BN) betreut sowie durch einen Förster, welcher sich sehr für die Neuanlage von Hecken einsetzt. Deutlich wird, dass sich vor allem Engagement und eine bestäuberfreundliche Pflege der Flächen bezahlt machen. Dies wird auch im Land Salzburg deutlich. Die höchsten Shannon-Indizes (>2,0) erreichen hier vor allem Strukturen der RZ 5 bei Jauchsdorf. Hier befinden sich Flächen eines Biobauernhofs. In Planung ist dort auch die Anlage einer Blühwiese am Rande des Dorfes.

Rasterzelle 5 unterscheidet sich von den Rasterzellen 2 und 3 ebenfalls relativ stark. Dieser Landschaftsausschnitt bietet zusätzliche Nischen, Futter-, Nist- und Lebensraum für zusätzliche zwölf Arten. Es handelt sich ähnlich der RZ 3 um ein eher feuchteres Gebiet, welches sich um die Siedlung Jauchsdorf erstreckt. Besonders an diesem Untersuchungsgebiet sind die Besiedlungsstrukturen, die Elemente wie bspw. Trockenmauern, Fachwerkwände, Heuschober, Dachböden und Gärten mit sich bringen, welche in der unbesiedelten Landschaft eher fehlen. Die häufigsten Arten waren *Bombus hortorum* (12 Ind.), *Lasioglossum pauxillum* und *B. pratorum* (je 11 Ind.), *Andrena minutula* und *Bombus lucorum* (je 10 Ind.), *B. terrestris agg.* (je 9 Ind.) und *B. pascuorum* (8 Ind.). Sie verfolgen alle einen polylektischen Ernährungsstil und kamen auf allen Teilflächen der RZ 5 vor. Die meisten dieser Ubiquisten kamen an den TF 5a und 5b vor (je 15 Ind.), diese waren auch insgesamt für die RZ 5 die individuenreichsten (27 bzw. 28 Ind.) (vgl. Tab. 11a). Die meisten Arten, also über die Hälfte, kamen allerdings auf TF 5e vor (19 der insg. 36 Arten auf RZ 5). Das heißt, die TF 5a und 5b beherbergen insgesamt zwar weniger Arten, dafür aber zahlenmäßig mehr Generalisten. Sie liegen im nördlichen Teil der RZ und grenzen direkt an Wald, intensiv genutzte Wiesen, Weiden und landwirtschaftlich genutzte Flächen an.

Dahingegen liegt die TF 5e direkt am Pladenbach. Es handelt sich hierbei um eine Heckenstruktur entlang des Bachlaufs mit einer daran anschließenden, extensiv bewirtschafteten Weide bzw. zumindest spät gemähter Wiese. Eine häufiger gemähte Wiese ist ebenfalls anschließend. Bei beiden Wiesen handelt es sich um mäßig arten- und nährstoffreiches Grün-

land. Insgesamt kamen nur zwei oligolektisch lebende Wildbienen-Arten in der gesamten Rasterzelle 5 vor (jeweils mit einem Individuum). Als Ubiquist besiedelt die weit verbreitete und mäßig häufige Frühe Doldensandbiene *Andrena proxima* Magerrasen, Fettwiesen, Hochwasserdämme, Weinbergbrachen, Feldraine, Feldhecken, gelegentlich auch im Siedlungsbereich Ruderalstellen und Wegböschungen. Sie baut ihre Nester an schütter bewachsenen Stellen von Böschungen und Wiesenrändern und ernährt sich und ihre Brut von Doldenblütlern (Apiaceae). Ihr Kuckuck, die Dolden-Wespenbiene, *Nomada conjungens*, ist zwar nicht selten, konnte auf den untersuchten Flächen nicht gefunden werden. Entlang des Bachlaufs und auch auf den Wiesen waren Doldenblütler keine Seltenheit. *Andrena proxima* konnte im gesamten Untersuchungsgebiet nur auf TF 5d nachgewiesen werden. Die andere oligolektische Art war *Chelostoma campanularum*, die Kleine Glockenblumen-Scherenbiene. Wie ihr Name bereits verrät ist sie auf Glockenblumen (Campanulacea) spezialisiert. Sie baut ihre Nester in linienförmigen Hohlräumen (\varnothing 2–2,5 mm) in löchrigem, wurmstichigem Totholz aller Art und in Halmen. Sie nutzt gerne auch Nisthilfen. Zum Nestbau benötigt sie Lehm. Sie wurde auf der TF 5f festgestellt. Diese setzt sich aus einem Heckensaum entlang eines Bachlaufs (Zulauf zum Pladenbach) und einer angrenzenden, mehrschürigen Wiese zusammen. Ostseitig an die asphaltierte Straße schließt sich ein Gebüsch mit grasigen Abschnitten und Reisighäufen an (Akelei, *Lamium maculatum* im Frühjahr blühend). Potentielle Nistmöglichkeiten befinden sich im Unterholz.

Besonderheit im Gebiet war *Anthophora aestivalis*, die Gebänderte Pelzbiene, die als selten und gefährdet gilt. Sie ernährt sich von Schmetterlingsblütlern (Fabaceae) und Lippenblütlern (Lamiaceae). Sie nistet in Erdabbrüchen (Sand-, Löss- und Lehmwände), in Sand- und Lehmgruben, in (ehemaligen) Weinbergen und Trockenmauern. Sie wurde auf der Fläche 5a (Waldsaum) gefunden.

Tab. 13: Auf den untersuchten Rasterzellen erfasste Anzahl parasitisch lebender Wildbienen-Arten. In hellgrün hinterlegt die strukturreichen, in hellrot die strukturarmen Flächen.

Rasterzelle	1	2	3	4	5	6	7	8
Anzahl hypergäisch lebender Arten	-	8	8	2	9	3	5	-

Die Rasterzelle 5 zeichnet sich durch ihren hohen Anteil an hypergäisch nistenden Arten aus. Tabelle 13 ist zu entnehmen, dass die strukturreichen Rasterzellen deutlich mehr oberirdisch nistender Arten beherbergen als strukturarme Flächen. Unter die Kategorie hypergäisch fallen sowohl jene Arten, die in Steilwänden, Trockenmauern, unverputzten Hauswänden oder steilwandigen Flußufern nisten, als auch solche, die Totholzstrukturen oder Schneckenhäuser besiedeln. Unter den hypergäischen Arten der RZ 5 sind zahlreiche, die auch im Siedlungsgebiet vorkommen. Dies erklärt das Auftreten von bspw. *Hoplitis leucomelana* und *Osmia bicornis*. Erstere lebt als Ubiquist an Waldrändern, in Waldlichtungen, auf Kahlschlägen, in Feldhecken, auf Brachflächen, in Röhrichten und im Siedlungsbereich, zweitere ist etwas anspruchsvoller und bevorzugt trockene und strukturreiche Habitate wie Waldränder, Waldlichtungen, Kahlschläge, Streuobstwiesen, Feldgehölze, strukturreiche Weinberge und Hohlwege. Diese sind

jedoch in der Landschaft an dieser Stelle so nicht zu finden. Diese Art findet ihren Lebensraum aber im Siedlungsbereich, zum Teil auch in künstlichen Nisthilfen. Desgleichen sind die Arten *Lasioglossum morio*, *L. nitidulum* und *Anthophora plumipes* ebenfalls regelmäßig im Siedlungsbereich anzutreffen. Letztere bevorzugt für den Nestbau vertikale Strukturen wie erdgefüllte Ritzen von Felsen bzw. in den Fugen von Trockenmauern und unverputzten Häuser-, Stall- und Schober- oder in Steilwänden. *L. nitidulum* nistet vereinzelt auch in horizontalen Flächen, in Städten sogar in Blumenkästen. Die Arten *Chelostoma campanularum*, *Hoplitis leucomelana* und *Hylaeus rinki* sind für den Bau ihrer Nester auf das Vorhandensein von (Mark-) Stengeln von Holunder, Brom- und Himbeeren oder Schilf angewiesen. Diese sind häufig in Siedlungsnähe und in Gärten anzutreffen, in der offenen Agrarlandschaft werden solche Strukturen häufig entfernt. *Osmia bicolor* kam als einzige ausschließlich in Schneckenhäusern nistenden Art auf der TF 2d vor (Schneckenhäuser der Arten *Cepaea nemoralis*, *C. hortensis*, *C. vindobonensis*, *Arianta arbustorum*, *Bradybaena fruticum* und *Helix pomatia*) [WESTRICH 2018]. Durch die Förderung all dieser verschiedenen Nistweisen werden auch parasitisch lebende Arten unterstützt, da die Lebensbedingungen ihrer artspezifischen Wirte verbessert werden.

Bemerkenswert ist die hohe Individuenzahl auf der strukturarmen **Rasterzelle 1**. Im Vergleich zu allen anderen untersuchten Flächen ist diese hier am höchsten (vgl. Tab. 11a und 11b). Die häufigste der erfassten Wildbienen-Arten war mit insgesamt 55 Individuen *Bombus lucorum*, die Helle Erdhummel. Vermutlich befanden sich in der Nähe der Strukturen der TF 1b (23 Ind.) und 1c (32 Ind.) Nester. Möglich wäre aber auch, dass sich die Wildbienen in strukturarmen Gebieten an den wenigen Strukturen sammeln, die als Nahrungsquelle, Nistplatz und Rückzugsort in Frage kommen.

Insgesamt zeigt sich allerdings, dass Strukturen wie z.B. Feuchtwiesen, Bachsäume und Hecken in der Regel höhere Shannon-Indizes aufweisen als Weg- und Straßenränder (vgl. Tab. 11a und 11b). Ein Grund hierfür könnten regelmäßige Erschütterungen durch das Befahren der Straßen und Wege mit Fahrzeugen sein. Zudem gehören Strukturen wie Weg- und Straßenränder meist zu den wenigen in strukturarmen Gebieten noch vorhandenen Strukturen. Allerdings ist ihre Qualität nicht mit den Strukturen in strukturreichen RZ zu vergleichen (vgl. Abb. 34 vs. Abb. 41 und 42). Häufig werden die Straßenränder so praktisch wie möglich gepflegt - sprich, sie werden häufig gemulcht, mit dem Ziel, dass sie nicht stören und nicht unordentlich aussehen. Auch in dieser Erfassung kommen diese kurzgeschorenen, artenarmen Straßenränder als Strukturen ausschließlich in den strukturarmen Gebieten vor. Das heißt, sie werden als Strukturen bewertet, weil es keine Alternative gibt, obwohl ihre Qualität als Lebensraum Zweifel aufwirft (vgl. Abb. 38 bis 40). Und somit dienen sie auch den Insekten in der Agrarlandschaft als Notlösung. Ein Blick in die Artenliste zeigt, dass sich in diesen Strukturen hauptsächlich Ubiquisten mit geringen Ansprüchen tummeln. Strukturarme Gebiete haben insgesamt eine deutlich niedrigere Artenzahl und, mit einer Ausnahme (RZ 1), auch eine niedrigere Individuenzahl als die strukturreichen Gebiete. Jedoch zeigt gerade die Ausnahme der RZ 1 mit der größten Individuenzahl von 118 Tieren im Vergleich mit den anderen RZ, dass Weg- und Straßenränder durchaus gerade in ausgeräumten Landschaften eine wichtige Rolle als Nahrungs- und Nistplatz spielen können, da oft nur wenige andere Strukturen vorhanden

sind. Besonders hervorzuheben sind hier die Gräben an den Straßenrändern. Hier konnten tatsächlich auch einige oligolektische Bienenarten erfasst werden. Ein subjektiver Eindruck war während der Erfassungen, dass die Insekten, v.a. Hummeln, die Straßenränder (auch ohne Blühaspekt) nutzten, um dort, wie auf einer Insekten-Autobahn, in ca. 2 Metern Höhe über dem Boden „hinwegzudüsen“.



Abb. 38: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 1b bei Fridolfing (Straßengraben). Blühaspekt: Schafgarbe.



Abb. 39: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 1c bei Fridolfing (Straßengraben). Blühaspekt: Wiesen-Labkraut.



Abb. 40: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 1e bei Fridolfing (Straßenrand). Blühaspekt: nichts.



Abb. 41: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 1f bei Fridolfing (Waldsaum). Blühaspekt: verblühender Holunder. Waldsaum eutroph, von Brennnesselbestand absolut dominiert.

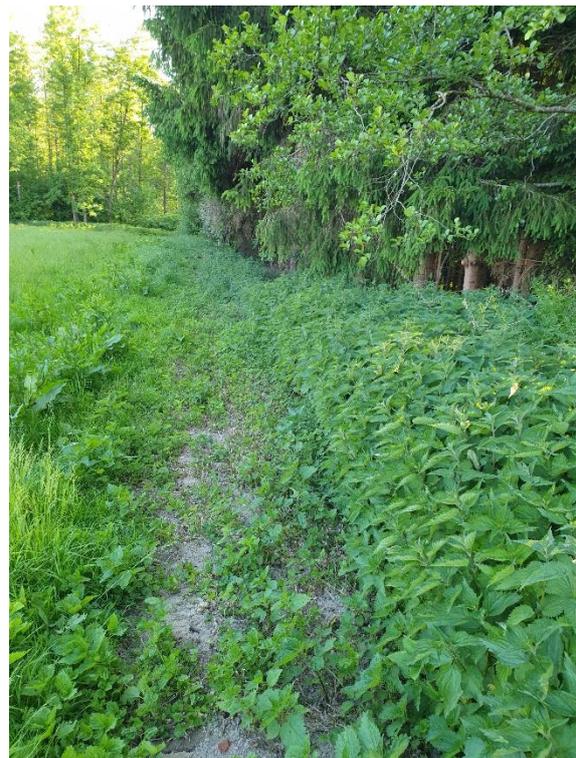


Abb. 42: Keschergang am 04.06.2021 auf der TF 1f bei Fridolfing (Waldsaum). Blühaspekt: Beinwell. Waldsaum entlang von dichtem Fichtenforst, absolut brennessel-dominiert. Saum gemäht, Gierschblätter bodendeckend.

6 Vorschläge für die Optimierung der landwirtschaftlichen Teilflächen

Auf Basis des gesamten, im Projekt erfassten Artensets (Artenpotential der Region), werden in diesem Kapitel Vergleiche zu den Arten der einzelnen Rasterzellen gezogen, um herauszufinden, welche Strukturen in einem Landschaftsausschnitt fehlen. Auf diese Weise soll für möglichst viele Bienenarten (und anderen funktionelle Gruppen) ein geeignetes Habitat geschaffen werden. Auf dieser Grundlage wurden Optimierungen für die jeweiligen Landschaftsausschnitte entwickelt und konkrete Vorschläge für die landwirtschaftlichen Teilflächen überlegt.

Als Artenpotential der Region werden in diesem Zusammenhang die Arten der Gesamtartenliste für Bayern und Salzburg (RZ 1-9) angenommen (vgl. Tab. 13 und 14 im Anhang). Referenzstrukturen wurden in den strukturreichen Rasterzellen 2 und 3, stellenweise auch RZ 5, gesucht, da diese gut an die Gegebenheiten angepasst sind. Geeignete Nistplätze waren in der Landschaft generell schwieriger zu finden als Nahrungspflanzen. Natürlich gab es durchaus auch Pflanzenarten, die für Spezialisten unentbehrlich sind, die aber auf den untersuchten Rasterzellen nicht vorkamen. Als Beispiel sind hier Ackerwildkräuter zu nennen. Weder in den bewirtschafteten Feldern, noch in Form einer Brachfläche hatten sie die Möglichkeit sich zu etablieren. Andererseits konnten auch keine Erdabbrüche oder Trockenmauern gesichtet werden, die als Niststruktur absolut essentiell sind. Auch offene Bodenstellen waren eher schwierig zu finden. In diesem Sinne ist es empfehlenswert sowohl auf den bereits strukturreichen Flächen einen Feinschliff zu unternehmen, als auch auf den strukturarmen Flächen zumindest einige Trittsteine zu etablieren.



Abb. 43: Keschergang am 04.06.2021 auf der RZ 3, Blick in die Landschaft.

6.1 Rasterzelle 1 bei Eizing (Bayern)

Die strukturarme RZ 1 bei Eizing weist zwischen 2 und 7 Arten pro untersuchter Struktur auf. Die meisten Arten konnten für die Teilflächen (TF) 1a-c (Acker-/ Weiderand, Straßengraben) festgestellt werden. Die Individuenzahl liegt auf den Teilflächen zwischen 7 und 42 Tieren, mit Abstand häufigste Arte war die Helle Erdhummel.

Aktuell sind auf der RZ 1 als bestehende Strukturen (Teilflächen 1a - 1e) mehrmals im Jahr gemähte bzw. gemulchte Straßenrand- und Straßengrabenstreifen anzutreffen. Sie befinden sich zwischen intensiv bewirtschaftetem Grünland, Weiden, Ackerland und asphaltierten Wegen bzw. Straßen. Im Untergrund der etwa 50 cm bis 1,5 m breiten Grünstreifen befindet sich, entlang der Straßen, Schotter und das Straßenfundament. Als Nistplatz eignen sich diese Streifen direkt entlang der Straßen in der Regel nicht.

TF	STRUKTUR	
1a	Acker-/ Weiderand	7 Arten, 24 Individuen
1b	Straßengraben	7 Arten, 42 Individuen
1c	Straßengraben	7 Arten, 30 Individuen
1d	Wegrand	4 Arten, 8 Individuen
1e	Straßenrand	2 Arten, 7 Individuen
1f	Waldsaum	4 Arten, 7 Individuen



Durch folgende Strukturen/Maßnahmen können die Bedingungen für Wildbienen auf den Teilflächen verbessert werden:

Teilfläche 1a bis 1e:

Anzustrebendes Ziel ist die Verbesserung des Blütenangebots auf den Randstreifen. Aktuell handelt es sich vor allem um Grassäume, deren Blühaspekt, wenn sie blühen, von wenig anspruchsvollen Arten wie Weiß-Klee, Scharfem Hahnenfuß, Kreichendem Fingerkraut, Wiesen-Labkraut, Schafgarbe und Hornklee dominiert wird. Für Wildbienen ist dieses Bankett eher unattraktiv. Arten, die auch längere Strecken fliegen, nutzen den Nektar der Blüten, um aufzutanken. Nur die wenigsten der erfassten Arten können tatsächlich in diesen Straßenrändern leben. Um sie aufzuwerten ist eine Umstellung des Mahd- und Pflegeregimes nötig. Ein erster Schnitt nach der Gräserblüte (Mitte Juni), ein zweiter Schnitt ab Ende September. Empfehlenswert ist eine Mahd mit einem schneidenden Mähwerk. In Frage kommen bspw. Doppelmesserbalken (<https://doppelmessermähwerk.de>). Generell sind Balkenmäher deutlich schonender für die Wiesenfauna als Rotationsmäher, weil es keine Sogwirkung durch sich drehende Messer gibt und das Mahdgut (und die im Gras sitzenden Tiere) nicht zerkleinert wird. Das Mahdgut sollte nach dem Schnitt entfernt werden, damit der Randstreifen ausmagert, durchlüftet bleibt und Licht bis an den Boden gelangen kann.

Ein ökologisches Blühkonzept sollte an den Randstreifen für die Zukunft verfolgt werden. Jeder Randstreifen entwickelt sich in eine etwas andere Richtung, wodurch bereits mit diesem einfachen Mittel bereits eine kleine Vielfalt geschaffen werden kann. Weiterführende Informationen sind unter der Adresse: <http://wegraine.naturschutzinformationen.nrw.de/wegraine/de/pflege/konzepte> zu finden.

Teilfläche 1c:

Der Straßengraben ist etwas feuchter als die anderen untersuchten. Eine weitere Verbesserung des Blütenangebotes und eine Artenanreicherung sind die Ziele der Veränderung des Mahdregimes. Die Mahd sollte bestenfalls zwei Mal jährlich mit einem Balkenmäher oder vergleichbarem Mähwerk stattfinden (Mitte Juni und Ende September). Mahdgut unbedingt abräumen. Wichtig: nicht mähen, wenn ein hohes Bienenaufkommen stattfindet (> 1 Biene pro m²), lieber bei kühlerer Witterung, abends oder morgens.

Teilfläche 1f:

- Nicht direkt bis zum Waldrand pflegen/mähen. Wo aufgrund des angrenzenden Bereichs möglich: Förderung einer stufigen Entwicklung vom Wald zum Offenland, dafür etwa fünf Meter breiten Streifen der Weide/ Wiese aus der Nutzung nehmen und eine Wald-Wiesen-Saumstruktur fördern
- Totholz belassen, tote Ranken belassen
- Angrenzend Wiesenarten sich entwickeln lassen
- Eventuell einen Holzstapel oder Totholzhaufen anlegen, um Brennessel zu unterdrücken und einen konstant verfügbaren Rückzugs- und Nistplatz für Bienen und Käfer zu schaffen
- Max. einmal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen, Hochstauden nur auf Teilflächen mähen, Teile auch mal über Jahre stehen lassen
- Eventuell Brombeer- oder Himbeer-Gestrüpp zulassen (wertvolles Blütenangebot), Markstengel sind interessante Nistmöglichkeiten

sonstige Maßnahmen:

Um die Vielfalt weiter zu erhöhen, wäre, neben einer Extensivierung der Grünlandnutzung, beispielsweise das Anlegen eines Nisthügels für Wildbienen förderlich. Empfehlenswert ist die Verwendung von ungewaschenem Sand bzw. dem Waschrest von Sand (aus Sandgruben einfach zu beziehen). Diesen könnte man bspw. als Damm vom südl. Ende der TF 1a zum nördl. Ende der TF 1f aufschütten. Die aufkommende Ruderalvegetation darf gedeihen und blühen, sollte aber die Offenbodenstellen nicht zuwuchern.

Andererseits ist das zumindest temporäre Herausnehmen und Brachelegen von etwa 10 bis 15 Meter breiten Randstreifen von Äckern sehr sinnvoll. In einem ersten Schritt, bevor Saatgut ausgebracht wird, sollte überprüft werden, welche (Acker-)Wildkräuter natürlicherweise noch im Boden vorhanden sind. In diesem Sinne kann eine Brachefläche auch genutzt werden. Die Herausnahme des Bodens für mehrere Jahre gibt Wildbienen wieder die Möglichkeit diesen als Nistplatz zu nutzen.

6.2 Rasterzelle 2 bei Strass (Bayern)

Bei RZ 2 handelt es sich um eine strukturreiche Fläche bei Strass. Sie ist im Besitz der ANL und wird durch diese gepflegt. Die Straßen werden für Durchgangsverkehr kaum genutzt. Im Südwesten befindet sich ein schmales Waldstück. Im untersuchten Gebiet befinden sich weder Äcker noch Weideflächen. Durch die Fläche verläuft ein Bach; er überschwemmt regelmäßig die angrenzenden Wiesen.

TF	STRUKTUR	
2a	Böschung, Heckensaum	14 Arten, 26 Individuen
2b	Feuchtwiese	12 Arten, 22 Individuen
2c	Feuchtwiese, Bachsaum	14 Arten, 22 Individuen
2d	Feuchtwiese	18 Arten, 34 Individuen
2e	Flachlandmähwiese	12 Arten, 26 Individuen
2f	Wiese	11 Arten, 19 Individuen



Die Strukturen auf der Rasterzelle sind bereits ziemlich vielfältig. Es handelt sich um diverse Lebensräume, die nicht so stark dem Druck der landwirtschaftlichen Intensivnutzung ausgeliefert sind. Dennoch können immer noch Verbesserungen und Änderungen im Pflegekonzept angestrebt werden.

Teilfläche 2a:

Der Heckensaum könnte durch einen breiteren, in die Wiese übergehenden Saumstreifen weiter aufgewertet werden. Der Heckensaum ist südexponiert, wodurch er sich für Niststrukturen durchaus eignen würde.

- Stehendes und liegendes Totholz und abgestorbene Stengel belassen
- Stellenweises Öffnen der Vegetationsdecke und Schaffung von offenen Bodenstellen
- Eventuell Anlegen eines Nisthügels aus lehmig sandigem Material

Zusätzlich kann darauf geachtet werden, dass der Feldweg bei feuchtem Wetter mit nicht zu schwerem Gefährt befahren wird. Er kann von Wildbienen auch als Niststruktur verwendet werden.

Teilfläche 2b:

Den Arten, die auf der Feuchtwiese Nahrung finden, fehlen die Nistmöglichkeiten. Aus diesem Grund ist eine Schaffung bzw. Unterstützung der Entwicklungen der Nistmöglichkeiten in der Nähe essentiell (siehe TF 2a).

Teilfläche 2c:

- Nicht direkt bis zum Waldrand pflegen/mähen. Wo aufgrund des angrenzenden Bereichs möglich: Förderung einer stufigen Entwicklung vom Wald zum Offenland
- Totholz belassen, abgestorbene Ranken belassen
- Förderung der Waldrandgehölze
- Förderung von feuchter Hochstaudenflur am Bachlauf
- Die Feuchtwiese max. einmal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen, Hochstauden nur auf Teilflächen mähen, Teile auch mal über Jahre stehen lassen
- Feuchtwiesenvegetation weiter fördern
- Eventuell an ausgewählten Stellen Schilfröhrichtbestände zulassen

Teilfläche 2d:

- Eventuell dickeres Totholz im Heckenbereich sonnenexponiert vermodern lassen, zB. Wurzelteller mit Stamm, gerne Laubholz
- in Teilbereichen abgestorbene Stengel über zwei bis drei Jahre stehen lassen

Teilfläche 2e:

- Weitere Artenanreicherung durch weitere Extensivierung
- Späte Mahd im Jahr (evtl. sogar auf zwei Mal/ Staffelmahd), mit einem schneidenden Mähwerk (Balkenmäher). Vorteil Balkenmäher: sie sind sehr viel leichter als Rotationsmäher und verbrauchen weniger Kraftstoff
- Schaffung von Offenstellen im Boden als Nistplätze

Teilfläche 2f:

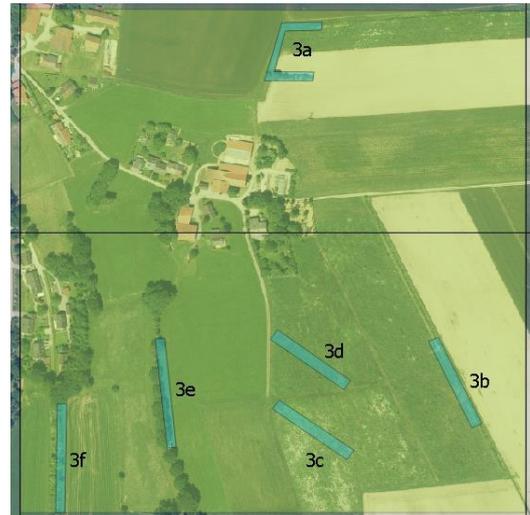
- Weitere Artenanreicherung durch weitere Extensivierung
- Späte Mahd im Jahr (evtl. sogar auf zwei Mal/ Staffelmahd), mit einem schneidenden Mähwerk (Balkenmäher). Vorteil Balkenmäher: sie sind sehr viel leichter als Rotationsmäher und verbrauchen weniger Kraftstoff
- Schaffung von Offenstellen im Boden als Nistplätze

Bei Neuaussaaten immer gebietseigenes, heimisches Saatgut verwenden um eine Florenvermischung bzw. -verfälschung zu vermeiden. Diese lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Spezialisierte (meist gefährdete) Wildbienenarten sind an die heimischen Pflanzenarten angepasst und auf deren Blütenangebot angewiesen.

6.3 Rasterzelle 3 bei Fising (Bayern)

Bei RZ 3 handelt es sich um eine strukturreiche Fläche bei Fising. Es befinden sich vor allem Wiesen in der Umgebung, auf denen keine Weidehaltung betrieben wird. In Hanglage Nähe Struktur 3f wurde ein Feuchtbiotop angelegt.

TF	STRUKTUR	
3a	Steinmauer/ Heckensaum	4 Arten, 13 Individuen
3b	Heckensaum	8 Arten, 11 Individuen
3c	Blühwiese, ungemulcht	18 Arten, 33 Individuen
3d	Wiese, gemulcht	13 Arten, 22 Individuen
3e	Heckensaum	15 Arten, 26 Individuen
3f	Heckensaum	13 Arten, 21 Individuen



Durch folgende Strukturen/Maßnahmen können die Bedingungen für Wildbienen auf den Teilflächen verbessert werden:

Teilfläche 3a:

Anlegen von sonnenexponierten Niststrukturen, z.B.

- Nistdamm bzw. -hügel aus sandig lehmigem Material
- Haufen aus dickeren Ästen und Heckenschnittgut mit markhaltigen Stengeln (bspw. Brombeere, Holunder)
- Steine in Haufen liegenlassen, für Feinmaterial sorgen, Vegetation gelegentlich entfernen
- Offenboden schaffen, evtl mit feinem Material vorhandene Offenstellen ausbessern

Weiteres Aushagern der Wiesenvegetation, Anreicherung von Arten, Förderung von Disteln, evtl. stellenweise Ansaat im Heckensaum von Nattertongasse

Teilfläche 3b:

- Heckensaum zu beiden Seiten hin verbreitern, dh als Pufferstreifen ins Feld etwa 10 Meter
- Saumvegetation zulassen und abschnittsweise pflegen
- Saum ausmagern, nicht mulchen, stellenweise Offenboden erhalten/ schaffen, einjährige Mahd, stellenweise zwei bis drei Jahre stehen lassen
- eventuell weitere 10 Meter Brachestreifen bzw. Ackerwildkräuterstreifen schaffen, da die Hecke und die Saumvegetation sonst direkt mit der Ackerbearbeitung in Berührung kommt

Teilfläche 3c:

- Weiteres Ausmagern der Wiesenvegetation
- Offenboden schaffen
- Eventuell Anlegen eines Nisthügels

Teilfläche 3d:

- Umstellen auf einen Balkenmäher
- Mahd einmal (auf zweimal gestaffelt) und spät im Jahr (Mitte/ Ende Juli)
- Offenstellen im Boden schaffen
- Eventuell Anlegen eines Nisthügels

Teilfläche 3e:

- Nicht direkt bis zum Heckenrand pflegen/ mähen. Wo aufgrund des angrenzenden Bereichs möglich: Förderung einer stufigen Entwicklung von der Hecke zum Offenland
- Saumstruktur fördern
- Totholz und abgestorbene Stengel von Holunder und Brombeeren stehen lassen
- Offenstellen im Boden schaffen

Teilfläche 3f:

- Offenstellen an der Böschung schaffen
- Pflege des Erdweges wie gehabt beibehalten (viele bodennistende Arten)
- Saumstruktur entlang des Feldgehölz zulassen und fördern

Bei Neuaussaaten immer gebietseigenes, heimisches Saatgut verwenden um eine Florenvermischung bzw. -verfälschung zu vermeiden. Diese lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Spezialisierte (meist gefährdete) Wildbienenarten sind an die heimischen Pflanzenarten angepasst und auf deren Blütenangebot angewiesen.

6.4 Rasterzelle 4 bei Daring (Bayern)

Bei RZ 4 handelt es sich um eine strukturarme Fläche bei Daring. Sie befindet sich in der Nähe von RZ 3. Hier befinden sich vor allem Wiesen und Ackerflächen. Im südöstlichen Teil der RZ werden einige Pferde auf einer Weide gehalten. In nordöstlicher Richtung befindet sich eine Photovoltaik-Anlage mit einer Umzäunung, welche von Feldgehölz umgeben ist.

TF	STRUKTUR	
4a	Strauchsaum	7 Arten, 11 Individuen
4b	Sträucher/ Baum/ Ackerrand	10 Arten, 11 Individuen
4c	Brache/ Ackerrand	8 Arten, 14 Individuen
4d	Wegrand	3 Arten, 4 Individuen
4e	Wegrand	2 Arten, 5 Individuen
4f	Wegrand	3 Arten, 6 Individuen



Durch folgende Strukturen/Maßnahmen können die Bedingungen für Wildbienen auf den Teilflächen verbessert werden:

Teilfläche 4a:

Zu wenig Blütenpflanzen, angrenzende Wiese ist eine Fettwiese, deren Blühaspekt nur durch Klee geprägt wird

- Saumstruktur fördern: Nicht direkt bis zum Heckenrand pflegen/ mähen. Wo aufgrund des angrenzenden Bereichs möglich: Förderung einer stufigen Entwicklung von der Hecke zum Offenland
- Ausmagern: Mähzeitpunkt in die zweite Hälfte des Jahres legen, Mahdgut abtragen

Teilfläche 4b:

- Himbeerbestand erhalten, auch abgestorbene Stengel stehen lassen
- Pufferzone um die Bauminsel schaffen, zB. in Form eines 10 Meter breiten mehrjährigen Brachestreifens entlang des Feldrandes (welche Ackerwildkräuter sind noch im Boden vorhanden - kartieren. Dies ist die Grundlage für die Anlage von weiteren Ackerwildkräuterstreifen in der Umgebung)
- Totholz im Baum erhalten/ stehen lassen

Teilfläche 4c:

- Ackerwildkräuterstreifen von 15 Meter Breite anlegen. Diesen nicht mit Pflanzenschutz- und Düngemitteln behandeln
- Blühstrukturen schaffen.

Teilfläche 4d bis 4f:

Anzustrebendes Ziel ist die Verbesserung des Blütenangebots auf den Randstreifen. Aktuell handelt es sich vor allem um Grassäume, deren Blühaspekt, wenn sie blühen, von wenig anspruchslosen Arten wie Weiß-Klee, Scharfem Hahnenfuß, Kreichendem Fingerkraut, Wiesen-Labkraut, Schafgarbe und Hornklee dominiert wird. Für Wildbienen ist dieses Bankett eher unattraktiv. Arten, die auch längere Strecken fliegen, nutzen den Nektar der Blüten, um aufzutanken. Nur die wenigsten der erfassten Arten können tatsächlich in diesen Straßenrändern leben. Um sie aufzuwerten ist eine Umstellung des Mahd- und Pflegeregimes nötig. Ein erster Schnitt nach der Gräserblüte (Mitte Juni), ein zweiter Schnitt ab Ende September. Empfehlenswert ist eine Mahd mit einem schneidenden Mähwerk. In Frage kommen bspw. Doppelmesserbalken (<https://doppelmessermähwerk.de>). Generell sind Balkenmäher deutlich schonender für die Wiesenfauna als Rotationsmäher, weil es keine Sogwirkung durch sich drehende Messer gibt und das Mahdgut (und die im Gras sitzenden Tiere) nicht zerkleinert wird. Das Mahdgut sollte nach dem Schnitt entfernt werden, damit der Randstreifen ausmagert, durchlüftet bleibt und Licht bis an den Boden gelangen kann.

Ein ökologisches Blühkonzept sollte an den Randstreifen für die Zukunft verfolgt werden. Jeder Randstreifen entwickelt sich in eine etwas andere Richtung, wodurch bereits mit diesem einfachen Mittel bereits eine kleine Vielfalt geschaffen werden kann. Weiterführende Informationen sind unter der Adresse: <http://wegraine.naturschutzinformationen.nrw.de/wegraine/de/pflege/konzepte> zu finden.

Bei Neuaussaaten immer gebietseigenes, heimisches Saatgut verwenden um eine Florenvermischung bzw. -verfälschung zu vermeiden. Diese lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Spezialisierte (meist gefährdete) Wildbienenarten sind an die heimischen Pflanzenarten angepasst und auf deren Blütenangebot angewiesen.

6.5 Rasterzelle 5 bei Jauchsdorf (Salzburg)

Die Rasterzelle 5 zeichnet sich durch eine höhere Strukturvielfalt aus. Insgesamt ist die Fläche von frischem bis feuchtem Grünland geprägt. In der Umgebung befinden sich vor allem Wiesen und Rinderweiden. Zwei Bäche durchfließen die Fläche. In diese werden die angrenzenden Flächen drainiert.

Die meisten Arten konnten für die Teilfläche (TF) 5e Heckensaum/Bachlauf festgestellt werden. Die Untersuchung keiner anderen Teilfläche brachte mehr Arten hervor. Die Individuenzahl liegt auf den Teilflächen zwischen 7 und 28 Tieren. Den höchsten Shannon-Index hat die Struktur Heckensaum/Bachlauf auf TF 5e mit 3,66. Erklärt werden könnte dies anhand der mageren Verhältnisse des Saumes, die eine vielfältige Vegetation begünstigen, den Offenstellen im Boden, die für Bodenbrüter attraktive Nistmöglichkeiten darstellen und der vielseitigen Bachsaumsituation.

TF	STRUKTUR	
5a	Waldsaum	15 Arten, 27 Individuen
5b	Heckensaum, Bachlauf	13 Arten, 28 Individuen
5c	Heckensaum, Graben	4 Arten, 7 Individuen
5d	Bachsaum	11 Arten, 21 Individuen
5e	Heckensaum, Bachlauf	19 Arten, 22 Individuen
5f	Heckensaum, Bachlauf	13 Arten, 22 Individuen



Durch folgende Strukturen/Maßnahmen können die Bedingungen für Wildbienen auf den Teilflächen weiterhin verbessert werden:

Teilfläche 5a - östlicher Teil, angrenzend an Weide, südexponiert:

- den Weidezaun etwa 1 - 2 Meter vom Wald in die Wiese versetzen und den Graben und die Saumstruktur 2 Mal im Jahr mit dem Balkenmäher pflegen, Mahdgut entfernen. Also nicht direkt bis zum Waldrand pflegen/mähen. Wo aufgrund des angrenzenden Bereichs möglich: Förderung einer stufigen Entwicklung vom Wald zum Offenland
- Einen möglichst breiten Krautsaum auch vor dem Graben belassen, um das Blühangebot zu erhöhen, Mähen max. einmal im Jahr ab August, periodisch mähen (mit Balkenmäher), nicht mulchen
- Totholz belassen, tote Ranken belassen

Teilfläche 5a - westlicher Teil, angrenzend an Weg, südexponiert:

- Nisthügel aus ungewaschenem Sand (mit Lehmanteil) anlegen.

Teilfläche 5b:

- Wenn möglich möglichst breiten Streifen entlang des Bachlaufs aus der Nutzung nehmen, um eine Pufferzone zum Bach zu schaffen.
- etwa im 10 Meter breiten Randstreifen auf Düngung verzichten und ausmagern
- etwa zweimal im Jahr und möglichst spät mähen (evtl. Balkenmäher), nicht mulchen,

Teilfläche 5c:

- Feldweg nur mit feinem Substrat ausbessern (Sand)
- Säume entlang des Feldweges und der Hecke (vor allem im Süden fördern. Hierfür wenn möglich einen möglichst breiten Streifen entlang des Grabens aus der Nutzung nehmen und nicht mehr düngen
- etwa zweimal im Jahr und möglichst spät mähen (evtl. Balkenmäher), nicht mulchen,
- Kleinstrukturen wie Totholz belassen/einfügen
- eventuell Natternkopf als Blühstruktur aussäen

Teilfläche 5d:

- Wenn möglich auf der südwestlichen Seite der Struktur einen möglichst breiten Streifen entlang des Bachlaufs aus der Nutzung nehmen, um eine Pufferzone zum Bach zu schaffen.
- In diesem Bereich auf weitere Düngung verzichten und ausmagern
- Angrenzend Wiesenarten entwickeln lassen
- Saum zweimal im Jahr und möglichst spät mähen (evtl. Balkenmäher), nicht mulchen

Teilfläche 5e:

- wie gehabt weiterpflegen

Teilfläche 5f:

- Heckenvegetation fördern

Bei Neuaussaaten immer gebietseigenes, heimisches Saatgut verwenden um eine Florenvermischung bzw. -verfälschung zu vermeiden. Diese lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Spezialisierte (meist gefährdete) Wildbienenarten sind an die heimischen Pflanzenarten angepasst und auf deren Blütenangebot angewiesen.

6.6 Rasterzelle 6 bei Obereching (Salzburg)

Bei RZ 6 handelt es sich um eine ziemlich strukturarme Fläche bei Obereching. In der Umgebung befinden sich vor allem intensiv genutzte Mähwiesen. Diese wurden alle drainiert und entwässern in angelegte Gräben. In nördlicher Richtung befindet sich eine Heckenstruktur. Diese konnte allerdings nicht in die Erfassung miteinbezogen werden, da dort Rebhühner und andere Wiesenbrüter nisten. In östlicher Richtung befindet sich ein Sportplatz. Eine viel befahrene Bundesstraße durchquert das Gebiet von Süd nach Südwest. Alle anderen Straßen werden eher mäßig befahren. Im Osten ist ein Waldgebiet an den Sportplatz angrenzend.

TF	STRUKTUR	
6a	Heckensaum, Randstreifen	8 Arten, 37 Individuen
6b	Straßenrand	7 Arten, 8 Individuen
6c	Straßenrand, Anpflanzung	9 Arten, 18 Individuen
6d	Straßenrand	1 Art, 13 Individuen
6e	Wiesenrand	2 Arten, 19 Individuen
6f	Wiesen, Weiderand	13 Arten, 24 Individuen



Durch folgende Strukturen/Maßnahmen können die Bedingungen für Wildbienen auf den Teilflächen weiterhin verbessert werden:

Teilfläche 6a:

- Potentielle Nistmöglichkeiten auf Verkehrsrandstreifen erhalten und verbessern, Boden offenhalten, angelegte Beete mit heimischen Blühpflanzen bestücken
- Förderung eines stufigen, gebuchteten Heckensaums, Zulassen einer angrenzenden Krautzone, Verbreitern des Saums durch Herausnehmen eines Streifens aus der Nutzung, Düngung in diesem Bereich einstellen
- Saumbereich (eine Mähwerkbreite) nur etwa zweimal im Jahr und dann möglichst spät mähen (am besten Balkenmäher), nicht mulchen
- Sträucher abschnittsweise auf Stock setzen, lichtere Stellen erhalten

Teilfläche 6b:

- Bereiche ausmagern, eventuell Schaffung eines Krautsaums entlang der Straße
- offene Bereiche im Boden fördern

Teilfläche 6c:

- Anpflanzen von Gehölzen entlang der Straße als Trittsteine, evtl. Anlage einer Hecke.
- Auf der südexponierten Seite einen etwa zwei Meter breiten Saum zwischen Hecke (Neuanlage) und Weg pflegen
- auf Anpflanzung bienenfreundlicher Stauden achten
- Bereiche ausmagern, eventuell Schaffung eines Krautsaums entlang der Straße
- Offene Stellen im Boden erhalten und mit ggf. mit feinerem Substrat (Sand) ausbessern
- Bei der Bank/ Kreuz Anlage eines Nisthügels aus ungewaschenem Sand in Kombination mit einer kleinen Blühwiese - dadurch kann der Platz auch optisch aufgewertet werden

Teilfläche 6d:

- Anpflanzen von Gehölzen entlang der Straße als Trittsteine, evtl. Anlage einer Hecke.
- Auf der südexponierten Seite einen etwa zwei Meter breiten Saum zwischen Hecke (Neuanlage) und Weg pflegen, auf Anpflanzung bienenfreundlicher Stauden achten
- Bereiche ausmagern, eventuell Schaffung eines Krautsaums entlang der Straße
- Offene Stellen im Boden erhalten und mit ggf. mit feinerem Substrat (Sand) ausbessern
- offene Bereiche im Boden fördern

Teilfläche 6e:

- Anlegen eines Krautsaums als Vernetzungsstruktur zwischen den genutzten Flächen
- Ggf. Aussäen einer gebietstypischen Saatmischung oder Anlegen von Brachstreifen
- Seltener als das angrenzende Nutzland mähen
- Eventuell Anpflanzung von Gehölzen

Teilfläche 6f:

- Ungenutzten Streifen entlang des Zauns verbreitern und seltener als das angrenzende Nutzland mähen
- Ggf. Anlegen eines Krautsaums
- Totholz in Form der Zaunpfähle erhalten
- Offene Bereiche im Boden erhalten z.B durch das Befahren von Spuren

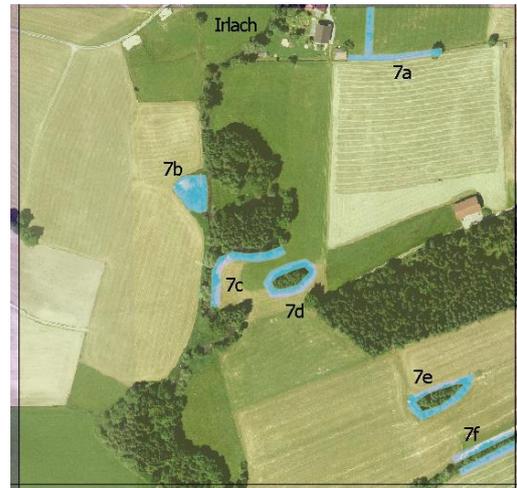
Ein ökologisches Blühkonzept sollte an den Randstreifen für die Zukunft verfolgt werden. Jeder Randstreifen entwickelt sich in eine etwas andere Richtung, wodurch bereits mit diesem einfachen Mittel bereits eine kleine Vielfalt geschaffen werden kann. Weiterführende Informationen sind unter der Adresse: <http://wegraine.naturschutzinformatio-nen.nrw.de/wegraine/de/pflege/konzepte> zu finden.

Bei Neuaussaaten immer gebietseigenes, heimisches Saatgut verwenden um eine Florenvermischung bzw. -verfälschung zu vermeiden. Diese lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Spezialisierte (meist gefährdete) Wildbienenarten sind an die heimischen Pflanzenarten angepasst und auf deren Blütenangebot angewiesen.

6.7 Rasterzelle 7 bei Irlach (Salzburg)

Bei RZ 7 handelt es sich um eine strukturreiche Fläche bei Irlach. In der Umgebung befinden sich überwiegend Wiesen. Ein Bach durchquert das Gebiet von Nord nach Süd. Die Flächen sind ganzjährig feucht und drainieren in Gräben. Wahrscheinlich handelt es sich um ein entwässertes Mooregebiet.

TF	STRUKTUR	
7a	Graben, Wiese, Nisthügel	15 Arten, 27 Individuen
7b	Bachsaum	13 Arten, 28 Individuen
7c	Bachsaum	4 Arten, 7 Individuen
7d	Feldgehölz	11 Arten, 21 Individuen
7e	Feldgehölz	19 Arten, 22 Individuen
7f	Heckensaum	13 Arten, 22 Individuen



Durch folgende Strukturen/Maßnahmen können die Bedingungen für Wildbienen auf den Teilflächen weiter verbessert werden:

Teilfläche 7a:

- Wenn möglich möglichst breiten Streifen (z.B. eine Mähwerkbreite) entlang des Grabens aus der Nutzung nehmen, Düngung hier auslassen
- Totholz, zum Beispiel herabgefallene Äste liegen lassen
- Nur zweimal im Jahr und möglichst spät, ab Mitte Juni, mähen (Balkenmäher), nicht mulchen
- Offene Bodenstellen erhalten

Teilfläche 7b:

- Wenn möglich möglichst breiten Streifen (z.B. eine Mähwerkbreite) entlang des Grabens aus der Nutzung nehmen, Düngung hier auslassen, um eine Pufferzone zum Bach zu schaffen
- Förderung von feuchter Hochstaudenflur am Bachlauf
- Angrenzend Wiesenarten entwickeln lassen
- Wiese ebenfalls nur zwei- bis dreimal jährlich mähen, durchaus Potential zur artenreichen Feuchtwiese vorhanden
- Silageresthaufen abtragen, dafür an dieser Stelle ein Nisthügel auf ungewaschenem Sand schaffen, Brennnesselbestand gelegentlich entfernen

Teilfläche 7c:

- Wenn möglich möglichst breiten Streifen (z.B. eine Mähwerkbreite) entlang des Grabens aus der Nutzung nehmen, Düngung hier auslassen, um eine Pufferzone zum Bach zu schaffen.
- Angrenzend Wiesenarten entwickeln lassen
- Wiese ebenfalls nur zwei- bis dreimal jährlich mähen, durchaus Potential zur artenreichen Feuchtwiese vorhanden Max. einmal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen
- Kleinstrukturen wie Totholz belassen/ einfügen

Teilfläche 7d:

- Förderung eines stufigen, gebuchteten Gehölzsaums, Zulassen einer Strauchzone und einer angrenzenden Krautzone, Verbreitern des Saums durch Herausnehmen eines Streifens (eine Mähwerkbreite) aus der Nutzung (Düngung in diesem Bereich einstellen)
- zwei- bis dreimal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen, aushagern, Mahdgut abtragen
- Kleinstrukturen wie Totholz belassen/ einfügen
- an der Südseite der Gehölzinsel einen Nisthaufen aus ungewaschenem Sand anlegen

Teilfläche 7e:

- Förderung eines stufigen, gebuchteten Gehölzsaums, Zulassen einer Strauchzone und einer angrenzenden Krautzone, Verbreitern des Saums durch Herausnehmen eines Streifens (eine Mähwerkbreite) aus der Nutzung (Düngung in diesem Bereich einstellen)
- zwei- bis dreimal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen, aushagern, Mahdgut abtragen
- Schilfbestand Raum geben
- Kleinstrukturen wie Totholz belassen/ einfügen (zum Beispiel in Form von Ästen)

Teilfläche 7f:

- Förderung eines stufigen, gebuchteten Gehölzsaums, Zulassen einer Strauchzone und einer angrenzenden Krautzone, Verbreitern des Saums durch Herausnehmen eines Streifens (eine Mähwerkbreite) aus der Nutzung
- nur zwei- bis dreimal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen, aushagern, Mahdgut abtragen
- Sträucher abschnittsweise auf Stock setzen, lichtere Stellen erhalten, Hecke verjüngen, wo nötig

Bei Neuaussaaten immer gebietseigenes, heimisches Saatgut verwenden um eine Florenvermischung bzw. -verfälschung zu vermeiden. Diese lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Spezialisierte (meist gefährdete) Wildbienenarten sind an die heimischen Pflanzenarten angepasst und auf deren Blütenangebot angewiesen.

6.8 Rasterzelle 8 bei Steinbach (Salzburg)

Bei RZ 8 handelt es sich um eine ziemlich strukturarme Fläche bei Steinbach. In der Umgebung befinden sich überwiegend intensiv genutzte Wiesen. Ein Bach/ Entwässerungsgraben grenzt nordwestlich an RZ 8. In diesen entwässern weitere Gräben (u.a. TF 8a und TF 8c) aus den angrenzenden Wiesen.

TF	STRUKTUR	
8a	Graben	10 Arten, 27 Individuen
8b	Wegrand	4 Arten, 5 Individuen
8c	Wiesenrand, Graben	6 Arten, 10 Individuen
8d	Wegrand	6 Arten, 8 Individuen
8e	Wiesenrand	5 Arten, 6 Individuen
8f	Straßenrand	7 Arten, 9 Individuen



Die RZ 8 zeichnet sich aktuell eher durch Strukturlosigkeit aus, kann aber durch einige Pflegeänderungen für Wildbienen und anderen Insekten einen interessanteren Lebensraum bieten. Wichtig ist die Schaffung eines von Frühling bis Herbst durchgängig bestehenden Blütenangebots, die Etablierung von Rückzugsorten (Hecken-, Hecken säume, mehrjährig stehende Brachflächen) und von ungestörten Nistmöglichkeiten (Stengel, Totholz und Offenboden).

Durch folgende Strukturen/Maßnahmen können die Bedingungen für Wildbienen auf den Teilflächen verbessert werden:

Teilfläche 8a: (aktuell vielfältigste Struktur)

- Wenn möglich, möglichst breiten Streifen entlang des Grabens aus der Nutzung nehmen
- Max. einmal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen
- Weiterhin Förderung der feuchten Hochstaudenflur am Bachlauf
- Angrenzend Wiesenarten entwickeln lassen

Um einen feuchten Hochstaudensaum zu erhalten und sein Blütenangebot zu verbessern, ist es empfehlenswert, diesen nur alle 1 bis 2 Jahre Ende September abschnittsweise mit einem Balkenmäher zu pflegen. Soll jährlich gemäht werden, dann frühestens ab Mitte Juni, ebenfalls abschnittsweise. Empfehlenswert ist es auch die Böschungen im jährlichen Wechsel alternierend zu mähen.

Teilfläche 8b, 8d, 8f:

Anzustrebendes Ziel ist die Verbesserung des Blütenangebots auf den Randstreifen. Aktuell handelt es sich vor allem um Grassäume, deren Blühaspekt, wenn sie blühen, von wenig anspruchsvollen Arten wie Weiß-Klee, Scharfem Hahnenfuß, Kreichendem Fingerkraut, Wiesenlabkraut, Schafgarbe und Hornklee dominiert wird. Für Wildbienen ist dieses Bankett eher unattraktiv. Arten, die auch längere Strecken fliegen, nutzen den Nektar der Blüten, um aufzutanken. Nur die wenigsten der erfassten Arten können tatsächlich in diesen Straßenrändern leben. Um sie aufzuwerten ist eine Umstellung des Mahd- und Pflegeregimes nötig. Ein erster Schnitt nach der Gräserblüte (Mitte Juni), ein zweiter Schnitt ab Ende September. Empfehlenswert ist eine Mahd mit einem schneidenden Mähwerk. In Frage kommen bspw. Doppelmesserbalken (<https://doppelmessermähwerk.de>). Generell sind Balkenmäher deutlich schonender für die Wiesenfauna als Rotationsmäher, weil es keine Sogwirkung durch sich drehende Messer gibt und das Mahdgut (und die im Gras sitzenden Tiere) nicht zerkleinert wird. Das Mahdgut sollte nach dem Schnitt entfernt werden, damit der Randstreifen ausmagert, durchlüftet bleibt und Licht bis an den Boden gelangen kann.

Ein ökologisches Blühkonzept sollte an den Randstreifen für die Zukunft verfolgt werden. Jeder Randstreifen entwickelt sich in eine etwas andere Richtung, wodurch bereits mit diesem einfachen Mittel bereits eine kleine Vielfalt geschaffen werden kann. Weiterführende Informationen sind unter der Adresse: <http://wegraine.naturschutzinformationen.nrw.de/wegraine/de/pflege/konzepte> zu finden.

Teilfläche 8c:

Entwicklungsziel: artenreicher, feuchter Hochstaudensaum

- Wenn möglich, möglichst breiten Streifen entlang des Grabens aus der Nutzung nehmen
- Max. einmal im Jahr und möglichst spät mähen (Balkenmäher), nicht mulchen
- Weiterhin Förderung der feuchten Hochstaudenflur am Bachlauf
- Angrenzend Wiesenarten entwickeln lassen

Um einen feuchten Hochstaudensaum zu erhalten und sein Blütenangebot zu verbessern, ist es empfehlenswert, diesen nur alle 1 bis 2 Jahre Ende September abschnittsweise mit einem Balkenmäher zu pflegen. Soll jährlich gemäht werden, dann frühestens ab Mitte Juni, ebenfalls abschnittsweise. Empfehlenswert ist es auch die Böschungen im jährlichen Wechsel alternierend zu mähen.

- Eventuell Anpflanzung von gebietsheimischen Fehölzen zum Erosionsschutz und als Rückzugsort für Insekten, Beeren und Rückzugsort auch für zB. Vögel sehr wichtig
- Etablierung von Weiden (sehr feuchtigkeitsliebend, wichtige Nahrungsquelle für frühe Bienen)
- Anlegen eines Nisthügels aus lehmig sandigem Material (der Waschrest von Sand aus Sandgruben ist sehr empfehlenswert)

- Anlegen eines Totholzhaufens aus dicken heimischen Holzstücken und feinen Markstengeln
- Brombeer- und Himbeersträucher sich etablieren lassen (attraktive Blüten und Stängel als Nistmaterial)

Teilfläche 8e:

- Anlegen eines Krautsaums als Vernetzungsstruktur zwischen den genutzten Flächen
- Ggf. Aussäen einer gebietstypischen Saatmischung oder Anlegen von Brachstreifen
- Seltener als das angrenzende Nutzland mähen
- Eventuell Anpflanzung von Gehölzen

Falls sich Landwirte dazu bereit erklären, ist eine Schaffung von drei- bis fünfjährigen Brachflächen als Rückzugsort für Insekten, aber auch für Säugetiere und Vögel, empfehlenswert. Die sich entwickelnde Ackerwildkrautgesellschaft sollte zunächst beobachtet werden, um einen Überblick darüber zu gewinnen, welche Arten (noch) im Boden vorhanden sind. Auf dieser Basis können dann gebietsheimische Arten zusätzlich in Ackerwildkrautstreifen ausgebracht werden.

Bei Neuaussaaten immer gebietseigenes, heimisches Saatgut verwenden um eine Florenvermischung bzw. -verfälschung zu vermeiden. Diese lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Spezialisierte (meist gefährdete) Wildbienenarten sind an die heimischen Pflanzenarten angepasst und auf deren Blütenangebot angewiesen.

7 Ausblick

Auf Grundlage der durchgeführten Erhebungen konnten die untersuchten Teilflächen in ihrer Rolle und Qualität als Lebensraum für Wildbienen bewertet werden. Maßnahmen wurden entwickelt, um diese zu erhalten, zu pflegen und zu entwickeln, Fehlstellen wurden aufgezeigt und Vorschläge zur Schaffung von attraktiven Trittsteinen und Lebensräumen gemacht und Wege hin zur Umsetzung eröffnet. Nun steht die konkrete Realisierung der Maßnahmen an. Das Vorhandensein von Strukturen bedeutet nach den vorliegenden Erhebungen eine im Durchschnitt doppelte Artenanzahl. Nach dem Vorbild der untersuchten Teilflächen können nun Strukturen einfacher ausgemacht und Verbesserungsmaßnahmen schneller gefunden werden. Auf diese Weise soll es auch weiteren Gemeinden und Akteuren möglich sein auf diese Informationen zurückzugreifen, um ihre Flächen wildbienenfreundlicher bzw. -fördernder zu gestalten. Interessant wäre eine genaue Dokumentation über die tatsächlich umgesetzten Maßnahmen und eine anschließende (nach etwa 3 - 5 Jahren) Wiederholungsuntersuchung, um zu zeigen, welche Auswirkungen die Wildbienen-Maßnahmen tatsächlich haben bzw. hatten. Der Erhalt und die Entwicklung von strukturreichen Landschaften ist im Hinblick auf das rasante Artensterben und den immensen Rückgang an Insekten mehr als absolut notwendig geworden. Nur so kann noch erhalten werden, was noch vorhanden ist.

8 Literaturverzeichnis

8.1 Literatur zur Faunistik

- BUCHHOLZ, U. (1991): Blütenbesucher der Schluchtweide (*Salix appendiculata*) am Feldberg im Schwarzwald (Diptera: Syrphidae, Hymenoptera: Apidae). – Beih. Verh. Ges. Ökologie, 2: 161-166.
- BUHK, C., OPPERMANN, R., SCHANOWSKI, A., BLEIL, R., LÜDEMANN, J., & MAUS, C. (2018): Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecology*, 18(1), 1–13.
- BURI, P., HUMBERT, J. Y., & ARLETTAZ, R. (2014): Promoting pollinating insects in intensive agricultural matrices: Field-scale experimental manipulation of hay-meadow mowing regimes and its effects on bees. *PLoS ONE*, 9(1).
- EDER, A. (2018): Wildbienenhelfer - Wildbienen & Blühpflanzen. TiPP 4 GmbH, Rheinbach.
- ECKERTER, T., BUSE, J., BAUHUS, J., FÖRSCHLER, M.I. & KLEIN, A.M. (2021): Wild bees benefit from structural complexity enhancement in a forest restoration experiment. *Forest Ecology and Management*, Vol 496. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119412.
- FROBEL, K., MANDERY, K., MÜLLER, M., RUPPNER, M., & SCHULTHEIß, H. (2018). Insektensterben, höchste Zeit zum Handeln! BUND Naturschutz in Bayern e.V.
- FUCHS, S. & STEIN-BACHINGER, K. (2008): Naturschutz im Ökolandbau: Praxisbuch für den ökologischen Ackerbau im nordostdeutschen Raum. Bioland Verlags GmbH, Mainz, Deutschland. 144 S.
- Gaggermaier, H. (1991): Zum Vorkommen der Heidehummel, *Bombus jonellus* (KIRBY, 1802), im Bayerischen Wald (1 Beitrag zur Kenntnis der Hummelfauna des Bayerischen Waldes) (Hymenoptera, Apidae). *Der Bayerische Wald*, 25:9-13.
- GIBSON, R.H., NELSON, I.L., HOPKINS, G.W., HAMLETT, B.J. & MEMMOTT, J. (2006): Pollinator webs, plant communities and the conservation of rare plants: arable weed as a case study. *Journal of Applied Ecology*, 43:246-257.
- HAALAND, C., NAISBIT, R. E., & BERSIER, L. F. (2011): Sown wildflower strips for insect conservation: A review. *Insect Conservation and Diversity*, 4(1), 60–80.
- HAESELER, V. (1979): Landschaftsökologischer Stellenwert von Zaunpfählen am Beispiel der Nistgelegenheiten für solitäre Bienen und Wespen (Hym. Aculeata). *Natur Und Landschaft*, 54, 8–13.
- HALLMANN, C.A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. UND DE KROON, H. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*, 12(10), e0185809.
- HOPFENMÜLLER, S., STEFFAN-DEWENTER, I., & HOLZSCHUH, A. (2014): Trait-specific responses of wild bee communities to landscape composition, configuration and local factors. *PLoS ONE*, 9(8).
- KIRMER, A., JESCHKE, D., KIEHL, K., & TISCHEW, S. (2019): Praxisleitfaden zur Etablierung und Aufwertung von Säumen und Felddrainen (2nd ed.).
- KROMP, B. (1999): Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy,

- cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 187-228.
- LE FÉON, V., SCHERMANN-LEGIONNET, A., DELETTRE, Y., AVIRON, S., BILLETER, R., BUGTER, R., ... 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(1–2), 143–150.
- FULLER, R.J., GREGORY, R.D., GIBBONS, D.W., MARCHANT, J.H., WILSON, J.D., BAILLIE, S.R. UND CARTER, N. (1995): Population declines and range contractions among lowland farmland birds in Britain. *Biological Conservation*, 9: 1425-1441.
- LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) (2021): Wegrandpflege, Mahdzeitpunkt und Häufigkeit. URL: <http://wegraine.naturschutzinformationen.nrw.de/wegraine/de/pflege/zeitraum> (Zugriff: 03.08.2021).
- MANDERY, K., & MÜLLER, M. (n.d.): Untersuchung zur Bedeutung von Randstrukturen als Nisthabitate für Wildbienen im Zusammenhang mit Blühflächen. BUND Naturschutz in Bayern e.V. (Regensburg), 1–25.
- MANDERY, K. & M. MÜLLER (2020): Kann die Agrarlandschaft Lebensraum für Wildbienen sein? – *Galathea* (Nürnberg) 35 (2019): 43-57.
- MANDERY, K., VOITH, J., KRAUS, M., WEBER, K., & WICKL, K.-H. (2003): Rote Liste gefährdeter Bienen (Hymenoptera : Apidae) Bayerns. *Rote Liste Gefährdeter Tiere Bayerns*, 166(1997), 198–207.
- MARSHALL, E.J., BROWN, V.K., BOATMAN, N.D., LUTMAN, P.J. SQUIRE, G.R. & WARD, L.K. (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, 43:77-89.
- MILLETT, D., & MÜLLER, A. (2017): Erdnistende Wildbienen.
- MOOK, J. H. (1966): Habitat Selection By *Lipara Lucens* Mg. (Diptera, Chloropidae) and Its Survival Value. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 17(4), 469–549.
- NAEEM, S., THOMPSON, L. J., LAWLERS, S. P., LAWTON, J. H. UND WOODFIN, R. M. (1995): Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystems. *Philosophical transactions of the Royal Society B*, 347: 249–262.
- NEUMAYER, J. (2018): Wildbienen. (A. 5-N. Umweltschutz, Ed.). Land Salzburg.
- NEWTON, I. (2004): The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis*, 146: 579-600.
- PETERSEN, B., & LORITZ, H. (2011): Ackerwildkräuter erhalten und fördern. In M. e. V.-I. für B.-M.-N. Blühende Landschaft" (Ed.), *Wege zu einer blühenden Landschaft - Lebensgrundlage für Pflanze, Tier und Mensch* (3rd ed., pp. 55–60).
- POSCHLOD, P. (2014): Kulturlandschaft , Landnutzungswandel und Vielfalt – Mechanismen und Prozesse der Entstehung und Entwicklung unserer Kulturlandschaft und die Notwendigkeit einer Genbank für „ Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft (WEL)“. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. Sonderband*, (2014), 7–40.
- POSCHLOD, P. (2015): *Geschichte der Kulturlandschaft*. 321 S., Stuttgart: Ulmer.
- QUINN, J. F. UND HARRISON, S. P. (1988): Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness : evidence from biogeographie patterns. *Oecologia*, 75: 132-140.

- RIEMANN, H. (1987): Bienen, Wespen und Ameisen (Hymenoptera: Aculeata) als Besiedler von Böschungen an tiefliegenden Entwässerungsgräben. *Abh. Naturw. Ver. Bremen*, 40, 333–346.
- RUF, M. (2010): Insektenfreundliche Waldrandgestaltung, (September), 1–2.
- RUF, M. (2011): Insektenfreundliche Waldrandgestaltung. In *Wege zu einer blühenden Landschaft - Lebensgrundlage für Pflanze, Tier und Mensch* (Vol. 3, pp. 116–119).
- SÁNCHEZ-BAYO, F. UND WYCKHUYS, K.A.G (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27.
- SAUNDERS, D. A., HOBBS, R. J. & MARGULES, CHR. R. (1991): Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1): 18-32.
- SAURE, C., & BERGER, G. (2006): Flächenstilllegungen in der Agrarlandschaft und ihre Bedeutung für Wildbienen. *Naturschutz Und Landschaftspflege in Brandenburg*, 15(2), 55–65.
- SCHEUCHL, E., & WILLNER, W. (2016): Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas. Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co.
- STEFFAN-DEWENTER, I. (1998): Wildbienen in der Agrarlandschaft: Habitatwahl, Sukzession, Bestäubungsleistung und Konkurrenz durch Honigbienen. Göttingen.
- STEFFAN-DEWENTER, I. UND TSCHARNTKE, T. (1999): Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. *Oecologia*, 121: 432-440.
- STURM, P., ZEHM, A., BAUMBACH, H., VON BRACKEL, W., VERBÜCHELN, G., STOCK, M., & ZIMMERMANN, F. (2018): Grünlandtypen - Erkennen- Nutzen - Schützen. Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag.
- TILMAN, D., FARGIONE, J., WOLFF, B., D'ANTONIO, C., DOBSON, A., HOWARTH, R., SCHINDLER, D., SCHLESINGER, W.H., SIMBERLOFF, D., SWACKHAMER, D. (2001): Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292:281-284.
- VAHLE, H.-C. (2011): Blühende Wiesen und Weiden. In *Wege zu einer blühenden Landschaft - Lebensgrundlage für Pflanze, Tier und Mensch* (pp. 68–70).
- VAN ELSSEN, T., & DANIEL, G. (2000): *Naturschutz praktisch*. Mainz: Bioland Verlags GmbH.
- VAN ELSSEN, T., & LORITZ, H. (2013): Vielfalt aus der Samentüte? Ein Positionspapier zur Integration des Ackerwildkrautschutzes in Ansaat-Blühstreifen-Programme. *Naturschutz Und Landschaftsplanung*, 45(5):155–160.
- VENNE, C. (2010): Sandackerbrachen als Lebensraum für Stechimmen. *Natur in NRW*, 3, 21–25.
- WAGNER, C., HOLZSCHUH, A., & WIELAND, P. (2014). Der Beitrag von Blühflächen zur Arthropodendiversität in der Agrarlandschaft, 1, 45–64.
- WASNER, U., & WOLFF-STRAUB, R. (1987): Ökologische Empfehlungen zur Mahd der Straßenränder. *Merkbl. Biotop- und Artenschutz* (Vol. 75). Recklinghausen (LÖLF).
- WESTRICH, P. (2018): *Die Wildbienen Deutschlands*. Ulmer Eugen Verlag.
- WIEDEN, M. (2015): Wildpflanzensaatgut im Spannungsfeld des Naturschutzes. *Naturschutz Und Landschaftsplanung*, 47(6), 181–190.
- WIESINGER, K., LANG, M., VAN ELSSEN, T., ALBRECHT, H., PRESTELE, J. & KOLLMANN, J. (2015): *Praxisbroschüre. Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildkräuter im*

Biobetrieb. Im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

ZURBUCHEN, A., & MÜLLER, A. (2012): Wildbienenenschutz - von der Wissenschaft zur Praxis. Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle für Natur- und Umweltschutz, Bristol-Stiftung, Zürich.

8.2 Bestimmungsliteratur

AMIET, F., M. HERMANN, A. MÜLLER, R. NEUMEYER (2001): Fauna Helvetica 6, Apidae 3, *Halictus*, *Lasioglossum*. – Schweizerische Entomologische Gesellschaft (Neuchatel): 1-208.

AMIET, F., M. HERMANN, A. MÜLLER, R. NEUMEYER (2004): Fauna Helvetica 9, Apidae 4, *Anthidium*, *Chelostoma*, *Coelioxys*, *Dioxys*, *Heriades*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia*, *Stelis*. – Schweizerische Entomologische Gesellschaft (Neuchatel): 1-273.

AMIET, F., M. HERMANN, A. MÜLLER, R. NEUMEYER (2007): Fauna Helvetica 20, Apidae 5, *Ammobates*, *Ammobatoides*, *Anthophora*, *Biastes*, *Ceratina*, *Dasygaster*, *Epeoloides*, *Epeolus*, *Eucera*, *Macropis*, *Melecta*, *Melitta*, *Nomada*, *Pasites*, *Tetralonia*, *Thyreus*, *Xylocopa*. – Schweizerische Entomologische Gesellschaft (Neuchatel): 1-356.

AMIET, F., M. HERMANN, A. MÜLLER, R. NEUMEYER (2010): Fauna Helvetica 26, Apidae 6, *Andrena*, *Melliturga*, *Panurginus*, *Panurgus*. – Schweizerische Entomologische Gesellschaft (Neuchatel): 1-317.

AMIET, F., A. MÜLLER, R. NEUMEYER (1999): Fauna Helvetica 4, Apidae 2, *Colletes*, *Dufourea*, *Hylaeus*, *Nomia*, *Nomioides*, *Rhophitoides*, *Rophites*, *Sphecodes*, *Systropha*. – Schweizerische Entomologische Gesellschaft (Neuchatel): 1-239.

MAUSS, V. (1994): Bestimmungsschlüssel für die Hummeln der Bundesrepublik Deutschland. – 5. Aufl., Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (Hamburg): 1-50.

SCHEUCHL, E. (1995a): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band I: Anthophoridae. – Eigenverlag (Velden/Vils): 1-158.

SCHEUCHL, E. (1995b): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band II: Megachilidae – Melittidae. – Eigenverlag (Velden/Vils): 1-116.

SCHMID-EGGER, C. & E. SCHEUCHL (1997): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs unter Berücksichtigung der Arten der Schweiz, Band III: Andrenidae. – Eigenverlag (Velden/Vils): 1-180.

WARNCKE, K. (1992): Die westpaläarktischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* LATR. (Hymenoptera, Apidae, Halictinae). – Bericht Naturforschende Gesellschaft Augsburg 52: 9-64.

8.3 Literatur zu Roten Listen

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [HRSG.] (2021) : Rote Liste und Gesamtartenliste Bayern - Bienen - Hymenoptera, Anthophila. Bearbeitung: Voith, J., Doczkal, D., Dubitzky, A., Hopfenmüller, S., Mandery, K., Scheuchl, E., Schuberth, J. & Weber, K. - Juni 2021, Augsburg, 38 S.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [HRSG.] (2004) : Rote Liste gefährdeter Bienen Bayern (Hymenoptera: Apidae). Bearbeitung: Mandery, K., Voith, J., Kraus, M., Weber, K. & Wickl, K.-H. - Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Augsburg), 166:179-188.

WESTRICH, P., FROMMER, U., MANDERY, M., RIEMANN, H., RUHNKE, H., SAURE, C. & VOITH, J. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands. – Naturschutz und Biologische Vielfalt (Bonn - Bad Godesberg) 70 (3): 373-416.

9 Anhang

Tab. 14: Artenliste der erfassten Wildbienen auf den bayerischen Flächen mit Angabe der jeweiligen Individuen-Anzahl pro TF. Der Gefährdungsstatus wurde der Roten Liste Bayern (RB) sowie der Rote Liste Deutschland (RD) entnommen. Informationen zur Nistweise (e = endogäisch, h = hypergäisch, eh = endogäisch und hypergäisch möglich, p = parasitisch) und Ernährung der Nachkommen (poly = polylektisch, oligo = oligolektisch, para = parasitisch, k.A. = keine Angabe) wurden aus dem Westrich (2018) übernommen. Bei den beiden weiß markierten Zahlen handelt es sich um die Summe aller Individuen bzw. Arten aller untersuchten TF.

ART	BESCHREIBER	R B	R D	NIST - WEI SE	NAH- RUNG DER BRUT	BAYERN																								INDIVI- DUEN PRO ART
						1 ns						2 s						3 s						4 ns						
						a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	
<i>Andrena bicolor</i>	FABRICIUS, 1775	-	-	e	poly									1													1			
<i>Andrena carantonica</i>	PÉREZ, 1903	-	-	e, h	poly																			1			1			
<i>Andrena dorsata</i>	KIRBY, 1802	-	-	e	poly																						1			
<i>Andrena falsifica</i>	PERKINS, 1915	-	-	e	poly																		1				1			
<i>Andrena flavipes</i>	PANZER, 1799	-	-	e	poly																				1		1			
<i>Andrena fulvata</i>	STOECKHERT, 1930	-	-	e	poly																				1		1			
<i>Andrena haemorrhoa</i>	FABRICIUS, 1781	-	-	e	poly																				2		3			
<i>Andrena labialis</i>	KIRBY, 1802	3	V	e	oligo	1																					1			
<i>Andrena lathyri</i>	ALFKEN, 1899	V	-	e	oligo				1																		1			
<i>Andrena minutula</i>	KIRBY, 1802	-	-	e	poly							1		1												3	6			
<i>Andrena nitida</i>	MÜLLER, 1776	-	-	e	poly																				1		1			
<i>Andrena ovatula</i>	KIRBY, 1802	-	-	e	poly				6			2	1		1		1			1					1		14			
<i>Andrena subopaca</i>	NYLANDER, 1848	-	-	e	poly							1			1										1	1	4			

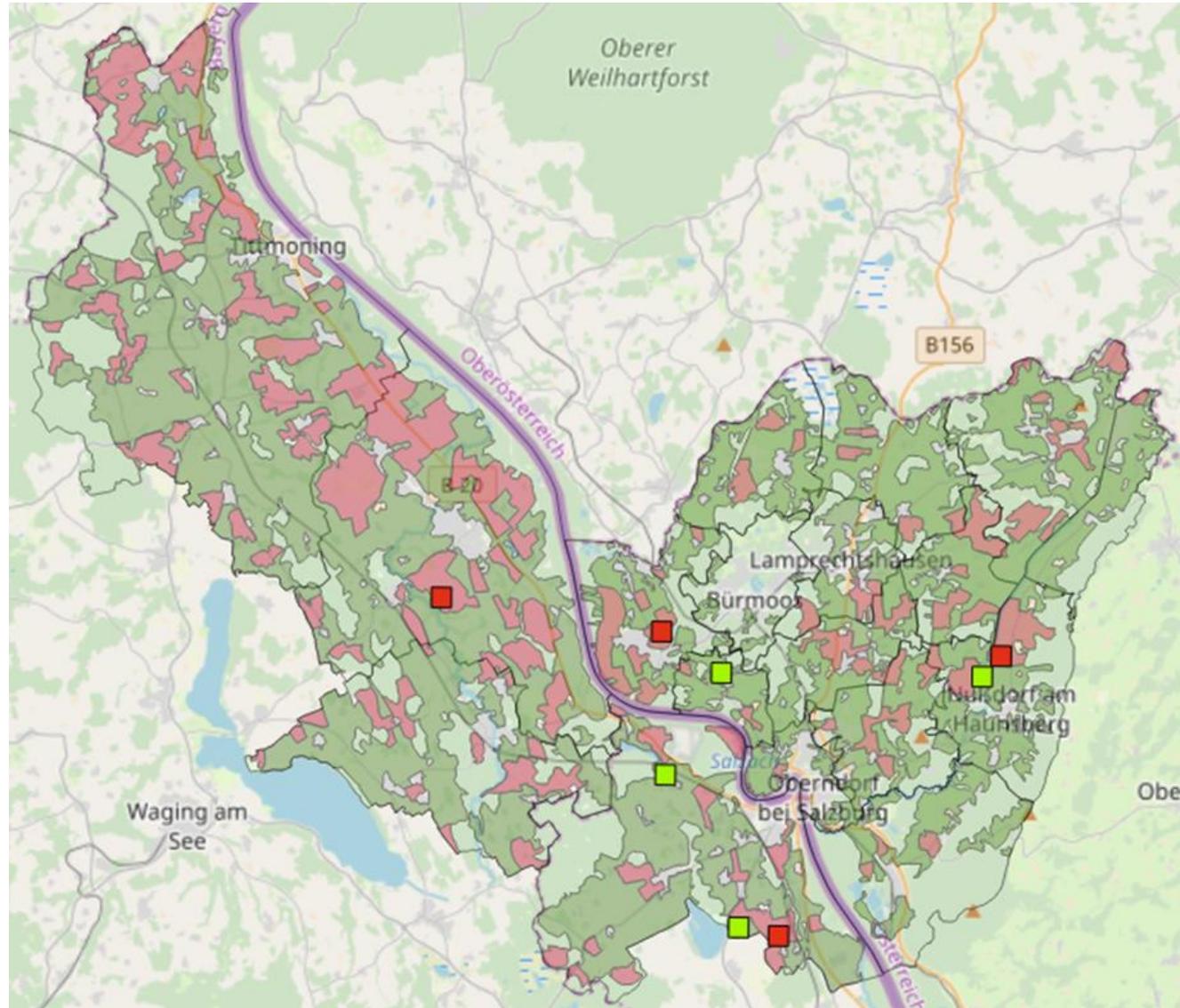


Abb. 44: Ergebnis der fernerkundlichen Einteilung des Untersuchungsgebiets mit qGIS in strukturarme (Blassrot) und strukturreiche (Olivgrün) Flächen. Die roten und hellgrünen Quadrate bezeichnen die ausgewählten Rasterzellen. Rot steht für strukturarm, Grün für strukturreich.