


Streuobstvielfalt in Österreich - Ergebnisse des Forschungsprojektes DivMoSt



Kurzfassung



 HBLA und Bundesamt
Klosterneuburg
Wein- und Obstbau



 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Klima- und Umweltschutz,
Regionen und Wasserwirtschaft



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Dieses Projekt wurde durch den Biodiversitätsfonds des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft gefördert.

Impressum

Streuobstvielfalt in Österreich – Ergebnisse des Forschungsprojektes DivMoSt (Kurzfassung)
ISBN 978-3-9505403-3-8

Herausgeber

Streuobst Österreich. Verein zur Förderung des Streuobstbaus
und zur Erhaltung obstgenetischer Ressourcen
c/o Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt
für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
info@streuobst.at
www.streuobst.at
ZVR-Zahl: 546313380

Autor*innen und für den Inhalt verantwortlich

Sophie Kratschmer, Markus Milchram, Samira Linhart, Peter Unglaub, Julia Lanner, Martin Strausz
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Zoologie

Eva M. Schöll, Isabella Weis
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft

Markus Immitzer*, Ardalan Daryaei, Franz Suppan, Francesco Vuolo
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Geomatik,
*WSL Schweizerische Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

Philipp Bodner, Eva Hinterbichler, Michael Krutzler, Martina Staples, Mirjam Weissmann
HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Wein & Obst Klosterneuburg RTD –
Einrichtung mit eigener Rechtspersönlichkeit an der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für
Wein- und Obstbau

Christian Holler
Ingenieurbüro DI Holler

Zitiervorschlag

Kratschmer S., Immitzer M., Holler C., Milchram M., Suppan F., Linhart S., Unglaub P., Lanner J.,
Strausz M., Weis I., Daryaei A., Vuolo F., Bodner P., Hinterbichler E., Staples M., Krutzler M.,
Weissmann M., Schöll E.M. 2026: Streuobstvielfalt in Österreich - Ergebnisse des
Forschungsprojektes DivMoSt (Kurzfassung). Eigenverlag Streuobst Österreich. 28 Seiten. ISBN 978-
3-9505403-3-8

Klosterneuburg, April 2026

Fotonachweise

Bild Titelseite: Blühende Streuobstbäume © P. Muigg.
Die Fotonachweise der übrigen Fotos sind jeweils bei der Abbildung im Text angeführt.
Layout: Schöll, E.M.

Die Kurzfassung fasst Ziele, Vorgehensweisen und Ergebnisse des Forschungsprojektes DivMoSt zusammen.

Kratschmer, S.; Milchram, M.; Linhart, S.; Unglaub, P.; Schöll, E.M.; Weis, I.; Immitzer, M.; Suppan, F.; Daryaei, A.; Vuolo, F.;
Rosner, F.G.; Staples, M.; Krutzler, M.; Holler, C. (2025): DivMoSt - BioDiversitätsMonitoring von Streuobstflächen: Methoden
zur bundesweiten Verortung von Streuobstflächen und Erfassung der Biodiversität von Indikatororganismen zur Ergänzung
etablierter Biodiversitätsmonitorings in Österreich. Endbericht. 181 Seiten. <https://short.boku.ac.at/kg9kvv>.
(Kontakt: divmost@boku.ac.at)

Teile des Endberichts wurden für die Erstellung der Kurzfassung mithilfe von Academic AI zusammengefasst und danach
weiter überarbeitet.

Inhalt

Vorwort	1
1 Hintergrund und Ziele des Forschungsprojektes	2
2 Streuobstbestände in Österreich - ein Überblick.....	3
2.1 Definition und Charakter von Streuobstbeständen	3
2.2 Entwicklung des Streuobstbestands in Österreich	5
3 Auswahl von Testgebieten und -flächen	6
4 Streuobstfachliche Kartierung: Durchführung und Ergebnisse	7
4.1 Zweck der Streuobstkartierung.....	7
4.2 Durchführung der streuobstfachlichen Kartierung	7
4.3 Ergebnisse.....	8
5 Biodiversität in Streuobstbeständen.....	12
5.1 Biodiversitätserhebung der Insekten	12
5.2 Biodiversitätserhebung der Fledermäuse	16
5.3 Biodiversitätserhebung der Vögel.....	18
6 Automatisierte Erfassung von Streuobstbeständen: Methodenentwicklung	21
7 Ausblick.....	24
8 Literatur	27

Zwischen Vielfalt und Handlungsbedarf: Streuobstbestände im Wandel

Der Endbericht des Projektes DivMoSt zeigt eindrucksvoll die Bedeutung wissenschaftlicher Forschung für den Schutz unserer natürlichen Lebensgrundlagen. Angesichts des fortschreitenden Biodiversitätsverlusts liefern derartige Untersuchungen eine unverzichtbare Grundlage für fundierte Entscheidungen im Naturschutz, in der Landnutzung und in der Politik.

Die Ergebnisse bestätigen: Streuobstwiesen sind Hotspots der Artenvielfalt und beherbergen eine bemerkenswerte Fülle an Tier- und Pflanzenarten. Gleichzeitig legen die Analysen jedoch erhebliche strukturelle Defizite bei der Pflege und Verjüngung der Bestände offen. Diese Diskrepanz unterstreicht den dringenden Handlungsbedarf!

DivMoSt verbindet klassische Feldforschung mit innovativen Methoden wie Fernerkundung und maschinellem Lernen und schafft damit eine zukunftsweisende Grundlage für ein effizientes Monitoring. Zugleich wird deutlich, dass weiterer Forschungsbedarf besteht, um langfristig tragfähige und praxisnahe Pflege- und Erhaltungsstrategien für unsere Streuobstbestände zu entwickeln.

Mein besonderer Dank gilt dem BMLUK für die finanzielle Unterstützung des Projekts über den Biodiversitätsfonds, dem engagierten Forschungsteam für seine herausragende Arbeit und den Bewirtschafter*innen für die Ermöglichung der Feldarbeiten.

Möge dieser Bericht dazu beitragen, das Bewusstsein für den Wert der Streuobstwiesen zu stärken und notwendige Schritte zu ihrem Schutz und ihrer nachhaltigen Entwicklung anzustoßen.



© Naturpark Obst-Hügel-Land

Rainer Silber
Obmann Verein Streuobst Österreich

1 Hintergrund und Ziele des Forschungsprojektes

SOPHIE KRATSCHMER

Der Rückgang der Biodiversität hängt eng mit menschlichen Eingriffen in die Natur zusammen ¹. Besonders die Intensivierung der Landwirtschaft hat in den letzten Jahrzehnten verschiedene Lebensräume stark verändert. Trotz hoher Ertragssteigerungen ², führte sie zu einem drastischen Rückgang extensiv genutzter, strukturreicher Offenlandflächen wie zum Beispiel Streuobstbeständen, auf welche viele Tier- und Pflanzenarten angewiesen sind ^{3,4}. Neben der Umstellung auf intensive Plantagensysteme und historischen Rodungsprämien wird der Bestandsrückgang vor allem durch Überalterung der Bäume und mangelnde Rentabilität im Verhältnis zum Arbeitsaufwand vorangetrieben. Zudem gefährden die Folgen des Klimawandels den Fortbestand der Streuobstkultur. Streuobstbestände bieten jedoch durch Altbäume, Baumhöhlen und Totholz wertvolle Nist- und Nahrungshabitate für Vögel, Fledermäuse oder Insekten ^{4,5}. Diese Tiere sind für Ökosystemleistungen wie Bestäubung oder natürliche Schädlingskontrolle relevant ⁶⁻⁸.



Streuobstwiesen sind ein wertvoller Lebensraum für viele Tierarten.

Bestehende Biodiversitätsmonitoring-Programme decken Streuobstlebensräume nur unzureichend ab (Brutvogelmonitoring: ~0,05 %; BINATS II: 0,48 % der Testflächen ^{9,10}). Zudem fehlt ein aktueller, flächendeckender Datensatz zum Vorkommen dieser Lebensräume in Österreich. Die breite gesellschaftliche Unterstützung für die Aufnahme des Streuobstanbaus in das immaterielle Kulturerbe der UNESCO unterstreicht die Relevanz ¹¹. Ein eigenes Monitoringsystem, um Streuobstflächen systematisch zu erfassen, Entwicklungen zu dokumentieren und gezielte Schutzmaßnahmen zu steuern, ist daher nötig.

Das Projekt DivMoSt (weitere Infos im [Endbericht](#) ²⁷) zielte zum einen auf die Methodentwicklung zur flächenhaften Abgrenzung bzw. Ausweisung von Streuobstbeständen ab. Zum anderen wurden Daten für die Indikatorgruppen Wildbienen, Tagfalter, Heuschrecken, Fledermäuse und Vögel erhoben, um die bestehenden Biodiversitätsmonitorings in ihrem räumlichen und zeitlichen Detailgrad zu verbessern und Wissenslücken zu schließen.

2 Streuobstbestände in Österreich - ein Überblick

CHRISTIAN HOLLER

2.1 Definition und Charakter von Streuobstbeständen

Streuobstbestände werden im DivMoSt-Projekt im Sinne der "Streuobstdefinition für Österreich" ¹² von anderen Landnutzungen abgegrenzt: „*Streuobstbestände setzen sich aus verschiedenen Obstbäumen zusammen, die in klassisch großkroniger Form erzogen werden und ohne dauerhafte Unterstützung freistehend sind. Als Obstbaum ist dabei jedes Gehölz zu verstehen, das auf naturgemäß erzogenen Kronen, essbare bzw. verarbeitbare Früchte trägt, d.h. es erfolgen Erziehungs- und Schnittmaßnahmen, die sich an den natürlichen Formen der unterschiedlichen Gehölze orientieren. Wesentlich sind, jeweils in unterschiedlicher Ausprägung, eine hohe Obstarten- und Obstsortenvielfalt, unterschiedliche Stammhöhen und Wuchsformen, sowie unterschiedliche Altersklassen im Bestand. Die Verteilung der Obstarten und Obstsorten ist regionaltypisch. Streuobstbäume finden sich unter anderem als Obstbäume auf Grünland (Streuobstwiesen), in Gärten, auf Ackerflächen, in Weingärten, als Baumzeilen und Alleen, als Haus- und Hofbäume sowie als Einzelbäume in der Landschaft.*“

Bei der DivMoSt-Streuobstkartierung wurden vor Ort alle Streuobstbestände erfasst, die dieser Definition entsprechen. Bei den faunistischen Erhebungen lag hingegen der Fokus auf Streuobstwiesen im engeren Sinne.

Geschlossene Streuobstbestände weisen Obstbaumdichten von ca. 40 bis ca. 250 Bäumen pro ha auf (unabhängig von der Gesamtzahl der Bäume im Einzelbestand). Bei sehr weiten Baumabständen handelt es sich um Einzelbäume in der Landschaft. Bei Bestandsdichten über 250 Bäumen pro ha, liegt meist eine Form von „Intensivobstbau“ vor. Bestandsstruktur und -dichte können in Abhängigkeit von naturräumlichen Gegebenheiten, regionalen Obstbautraditionen, Obstarten und Baumalter stark variieren. Aufgrund der Herausforderungen durch den Klimawandel, werden derzeit Konzepte entwickelt bei denen Streuobstpflanzungen erheblich dichter angelegt werden, um den Jungbäumen mehr Schutz zu bieten und ggf. zu einem späteren Zeitpunkt die Bestände auszulichten.

Kirschbäume auf einer Streuobstwiese im Naturpark Rosalia-Kogelberg.



Die Anordnung des Obstbaumbestandes auf der Fläche kann sehr unterschiedlich sein. Wobei eine unregelmäßige („verstreute“) Anordnung der Bäume (die gelegentlich mit dem Begriff Streuobst assoziiert wird) nicht zwingend ist. Diese entsteht häufig bei ehemals regelmäßigen Anpflanzungen, wenn ausfallende Bäume nicht nachgepflanzt werden. Weder Pflanzdichte noch Stammhöhe sind allein Kriterien für die Abgrenzung des Streuobstanbaus (Extensivobstbau) vom Intensivobstbau (Plantagenobstbau). Vielmehr ist es eine Summe von Faktoren: Unterlagen der Obstbäume, Sortenvielfalt, Intensität der Baumpflege und Obstnutzung, Art und Intensität der Nutzung des Unterwuchses und Strukturvielfalt im Bestand. Streuobstbestände werden extensiv bewirtschaftet, *„chemisch-synthetische Pflanzenschutz- und Düngemittel kommen in der Regel nicht zum Einsatz“*¹².

Streuobstwiesen wurden traditionell meist als Mähwiesen oder Weiden bzw. in einer Kombination aus Mahd und Beweidung bewirtschaftet und so der Grünlandaufwuchs landwirtschaftlich verwertet. Auf den Mähwiesen wurden in der Regel moderate Mengen an Wirtschaftsdünger aufgebracht, die auch die Nährstoffversorgung der Obstbäume sicherte. Die traditionelle Landbewirtschaftung war kleinteilig so, dass auf engem Raum ein vielfältiges Lebensraummosaik vorhanden war. Die Grünlandintensivierung sowie die Umwandlung von Grünland in Ackerland sind Entwicklungen, die u.a. auch maßgeblich zum Rückgang von Streuobstwiesen beigetragen haben und immer noch beitragen.

Aus Sicht des Naturschutzes wird als ideale Pflege von Streuobstwiesen die extensive Beweidung oder die extensive Mahd genannt. Bei Mähwiesen sind dabei an die Nutzungshäufigkeit angepasste (geringe) Gaben an Wirtschaftsdünger möglich bzw. auch sinnvoll, um Pflanzen- und Baumbestand zu erhalten. Um die Vegetationspflege mit dem Insektenschutz zu vereinbaren, wird ein Mosaik aus verschiedenen Lebensräumen und möglichst kleinräumiger Wechsel von Flächen in unterschiedlichem Pflegezustand angestrebt.

Mangels Verwertungsmöglichkeit für den Grünschnitt oder um die Bewirtschaftung der mit Obstbäumen bestandenen Flächen zu vereinfachen, ist mittlerweile auch die Bewirtschaftung von Streuobstwiesen durch Mulchen häufig anzutreffen. Aber auch eine Unterwuchspflege mit Rasenmäher oder Mähroboter ist zu finden, mit entsprechend negativen Folgen für die Wiesen als Ökosystem. Dem stehen Verbrachung und Verbuschung von Streuobstwiesen infolge der Aufgabe der Unterwuchspflege als ebenso negativ gegenüber.



Streuobstwiesen werden in Österreich noch häufig beweidet.

2.2 Entwicklung des Streuobstbestands in Österreich

Die Streuobstbäume landwirtschaftlicher Betriebe werden in der Agrarstrukturerhebung als „Extensivobstanlagen“ erfasst. Zu den Streuobstbeständen, die nicht zu landwirtschaftlichen Betrieben gehören, fehlen hingegen Statistiken. Daher können der aktuelle Gesamtbestand sowie die quantitative Entwicklung des Streuobstbestandes in Österreich und in den einzelnen Bundesländern, derzeit nur geschätzt werden^{13,14}. Die Schätzungen für das Jahr 2020 ergaben einen Gesamtbestand von ca. 4,2 Mio. Streuobstbäumen in Österreich, dem stehen ca. 35 Mio. Bäume im Jahr 1930 gegenüber. Vom aktuellen Bestand gehören ca. 55 % zu den landwirtschaftlichen Betrieben und ca. 45 % zur Nicht-Landwirtschaft.



© C. Holler

Streuobsthausgarten im Naturpark Rosalia-Kogelberg.

Streuobst ist in der Bewirtschaftung aufwändig und ökonomisch gegenüber dem Plantagenobstbau benachteiligt und daher stark rückläufig^{13,15}. Streuobstbestände werden zum Teil auch im Rahmen des Agrarumweltprogramms ÖPUL als punktförmige Landschaftselemente gefördert. Die Förderrichtlinie ist keine Definition von Streuobst, sondern trifft Festlegungen aus förder- und kontrolltechnischen Überlegungen. Es werden daher nur bestimmte Ausformungen des Streuobstbaues von der Förderung erfasst (z. B. sind Walnussbäume nicht förderfähig). Obstbäume, die nicht beantragt werden, sowie Bäume auf Flächen, die nicht von landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet werden, sind nicht erfasst.

Im Rahmen des ÖPUL werden ca. 1,1 Mio. Streuobstbäume gefördert, also nur ca. ein Viertel der in Österreich vorhandenen Streuobstbäume. Die landwirtschaftlichen Betriebe verfügen über ca. 2,3 Mio. extensive Obstbäume¹⁴, somit wird auch nur rund die Hälfte der Streuobstbäume der Betriebe von der Förderung erfasst und der erfasste Anteil variiert regional stark.

Zusammenfassend ist somit festzustellen, dass die vorhandenen quantitativen Daten zum Streuobstbau zwar geeignet sind, ein ungefähres Gesamtbild für Österreich zu geben und näherungsweise auch Schätzungen für die Bundesländer zu liefern. Die regionale Bestandssituation wird damit jedoch völlig unzureichend abgebildet. Nur für einzelne mehr oder weniger kleine Regionen liegen aus regionalen Vor-Ort-Kartierungen bessere Daten mit sehr unterschiedlichen Bezugszeiträumen vor^{16,17}. Der unzulängliche Kenntnisstand zur quantitativen Situation und zur regionalen Entwicklung der Streuobstbestände in Österreich war ein wesentliches Motiv für die Methodenentwicklung zur automatisierten Erhebung von Streuobstbeständen anhand von Fernerkundungs- und anderen Geodaten im DivMoSt-Projekt.

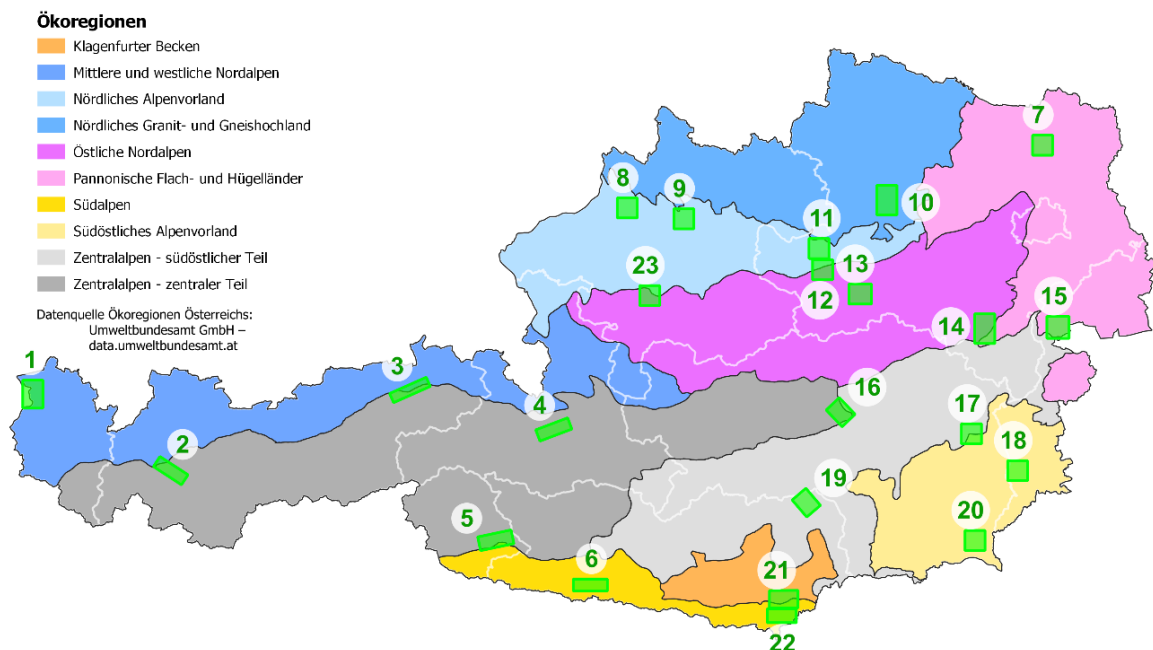
3 Auswahl von Testgebieten und -flächen

SOPHIE KRATSCHEMER

Für die Flächenauswahl wurde das Netzwerk von Streuobst Österreich genutzt, um die persönlichen Kontakte zu den Bewirtschafter*innen bzw. Besitzer*innen herzustellen. Ziel war es, repräsentative Flächen in Österreich zu finden, die unterschiedliche räumliche Muster, Bewirtschaftungsformen und Landschaftskontexte darstellen und damit die Ergebnisse für das gesamte Bundesgebiet belastbar und übertragbar machen.

Ein Testgebiet ist charakterisiert durch zwei Landschaftsausschnitte mit jeweils 1 km × 1 km, in denen die streuobstfachliche Kartierung stattgefunden hat, deren Ergebnisse auch die Parametereinstellungen der Fernerkundungsmethode verfeinerten. In den darin befindlichen Referenzflächen von je 625 m × 625 m wurden die Details der Biodiversität erhoben. Um diese beiden Landschaftsausschnitte herum wurde jeweils ein größeres Testgebiet von mindestens 100 km² festgelegt. Dieses Testgebiet wurde dazu verwendet, die gewonnenen Erkenntnisse aus den kleinen Landschaftsausschnitten in einem größeren Umfeld – dem umgebenden Testgebiet – anzuwenden. Das gilt vor allem für die Methodenentwicklung der automatisierten Erfassung von Streuobstbeständen.

Aufgrund des großen Interesses in den Regionen wurden 23 statt der geplanten 20 Testgebiete für die Beprobungen ausgewählt. Da der Fokus auf dem Kulturland lag, wurden Streuobstbestände in stark städtisch geprägten Räumen ausgeschlossen. Randbereiche von Siedlungen flossen dagegen ein, weil hier regional ein hoher Anteil an Streuobstbeständen zu erwarten war ¹⁶.



Verteilung der 23 repräsentativen Testgebiete (mind. 100 km²) mit Streuobstbeständen in den verschiedenen Ökoregionen Österreichs.

Die Referenzflächen (625 m × 625 m) ermöglichten eine repräsentative, großräumige Erfassung der Indikatorgruppen Wildbienen, Tagfalter, Heuschrecken, Fledermäuse und Vögel; ihre Größe entspricht etablierten Biodiversitätsmonitorings ^{10,18,19}. Innerhalb der Referenzflächen wurden nur Beprobungsflächen gewählt, die mindestens 120 m × 25 m große geschlossene Streuobstbestände aufwiesen. Reine Junganlagen wurden ausgeschlossen, da ihnen die für Streuobst typischen altersheterogenen Baumstrukturen fehlen.

4 Streuobstfachliche Kartierung: Durchführung und Ergebnisse

CHRISTIAN HOLLER, PHILIPP BODNER, EVA HINTERBICHLER, MARTINA STAPLES, MICHAEL KRUTZLER & MIRJAM WEISSMANN

4.1 Zweck der Streuobstkartierung

Mit der streuobstfachlichen Kartierung im Rahmen von DivMoSt wurden erstmals Streuobstbestände verteilt über ganz Österreich mit einer einheitlichen Methodik kartiert und ihr Zustand dokumentiert. Die Kartierung diente dazu, Basisdaten für die faunistischen Auswertungen zu liefern sowie die Grundlage für die Methodenentwicklung zur automatisierten Erhebung von Streuobstbeständen bereit zu stellen. Zudem können auf Basis der Kartierungsdaten vergleichende streuobstbaufachliche Analysen durchgeführt werden.

Der Fokus der DivMoSt-Streuobstkartierung lag darauf, Streuobstbäume von anderen Gehölzen zu unterscheiden. Bei der Streuobstkartierung wurden vor Ort alle Streuobstbestände erfasst, die der "Streuobstdefinition für Österreich" ¹² entsprechen.

4.2 Durchführung der streuobstfachlichen Kartierung

Die bei der Streuobstkartierung angewendeten Methoden basieren auf Methoden, die in verschiedenen regionalen Kartierungen in Österreich bereits eingesetzt wurden. Diese wurden im Hinblick auf die spezifischen Projektanforderungen für DivMoSt adaptiert.

Die streuobstfachliche Kartierung erfolgte für die 46 "Landschafts-ausschnitte" mit je einer Fläche von 1 km × 1 km. Ziel war es dabei, innerhalb der Landschaftsausschnitte alle vorhandenen Streuobstbestände zu verorten und deren Eigenschaften mit festgelegten Qualitätsparametern (durchschnittliches Bestandsalter, Unternutzung, Nachpflanzungen, Mistelbefall, Pflege der Obstbäume, Obstarten- und Strukturvielfalt) zu beschreiben.

Flächige und lineare Streuobstbestände wurden als Polygone abgegrenzt, Einzelobstbäume wurden als Punkte mit der Obstart verortet (keine Aufnahme der Obstsorten). Zusätzlich wurden auch jene Landschaftselemente kartiert, die ohne Vor-Ort-Kennntnis (z. B. auf einem Orthofoto) mit Streuobstbeständen verwechselt werden könnten (z. B. Feldgehölze, Intensivobstanlagen, u.a.). Die bei der Vor-Ort-Kartierung erhobenen Daten wurden anschließend im GIS digitalisiert.

Streuobstbestand auf ca. 900 m Seehöhe am Wilden Kaiser



Streuobstbestände sind in Österreich in Höhenlagen zwischen ca. 150 m und 1.400 m zu finden. Die untersuchten Landschafts-ausschnitte decken einen Höhenbereich von ca. 200 m bis ca. 1.100 m ab. Der damit abgedeckte Bereich der mittleren aktuellen Jahres-temperatur kann mit ca. 6,5 °C bis 11,5 °C abgeschätzt werden.

4.3 Ergebnisse

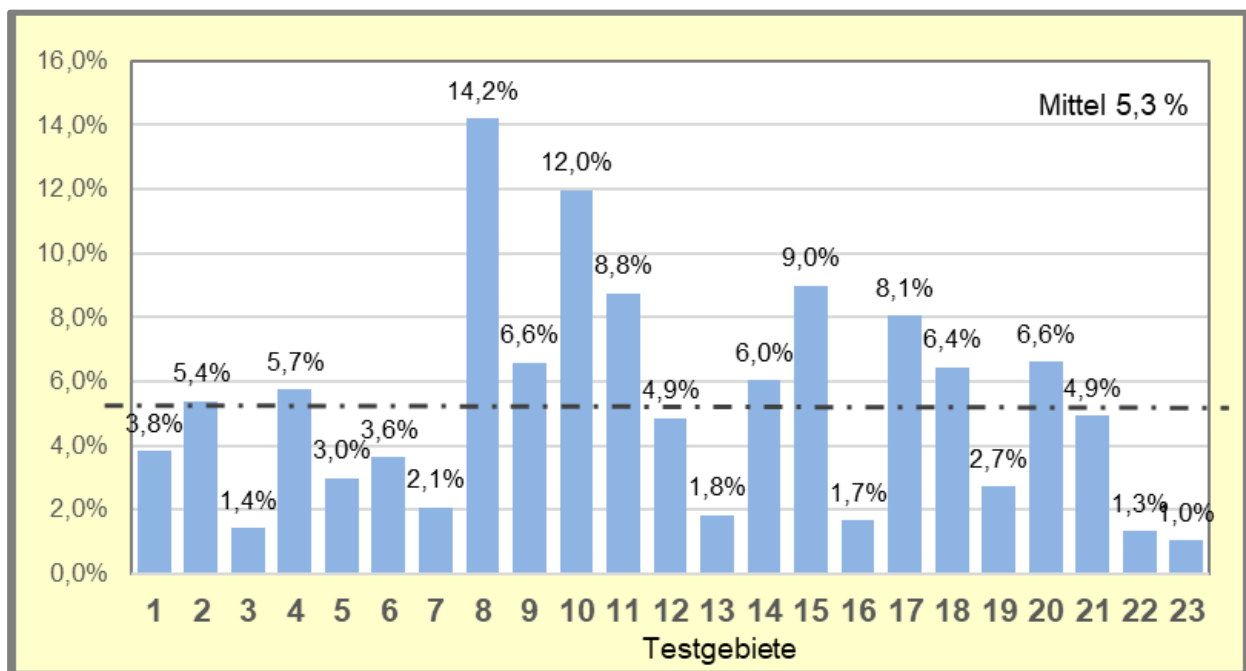
Insgesamt wurden 1.170 Streuobstpolygone erfasst sowie 5.900 Streuobstbäume als Einzelbäume mit der Obstart verortet, die gesamte erfasste Streuobstfläche beträgt damit 241,8 ha.

Wenn in den folgenden Auswertungen auf die Testgebiete (TG) Bezug genommen wird, dann ist damit jeweils nur die Summe der im TG kartierten Landschaftsausschnitten von je zweimal 1 km² gemeint und nicht die Gesamtfläche des Testgebietes (diese beträgt ca. 120 km² bis 170 km²).

4.3.1 Streuobstflächenanteil und Unternutzung

Im Mittel über alle 23 Testgebiete, beträgt der Anteil der Streuobstflächen 5,3 % der Fläche. In den einzelnen TG liegt dieser Anteil zwischen 1 % und 14 %, in nur zwei TG liegt dieser Anteil über 10 %.

Von den kartierten Streuobstbeständen befinden sich 79 % auf Grünland, 17 % in Hausgärten, und 3,6 % auf Brachen und Verbuschungen. Die Bestände auf Grünland können im weitesten Sinne als Streuobstwiesen bezeichnet werden, weisen jedoch unterschiedliche Art und Intensität der Grünlandpflege auf. In sechs TG liegt der Anteil an Hausgärten zwischen 30 % und 38 %, wobei diese Spitzenreiter in unterschiedlichsten Regionen verteilt über Österreich liegen. Diese Zahlen unterstreichen die hohe Bedeutung, die Hausgärten für den Streuobstanbau in Österreich zumindest regional haben.



Streuobst-Flächenanteil in den untersuchten Landschaftsausschnitten (inkl. Einzelbäume). Pro Testgebiet je 2 Landschaftsausschnitte mit je 1 km².

Die Anzahl der Einzelobstbäume außerhalb von geschlossenen Streuobstbeständen, liegt in den TG zwischen ca. 50 und 310 (Mittel ca. 140 Bäume). In den einzelnen Landschaftsausschnitten variiert dieser Wert naturgemäß sehr stark.

Die Anteile der Streuobstbestände, die Anzahl der Einzelobstbäume und die Unternutzung der Streuobstbestände sind Ausdruck der jeweils vorherrschenden Landschaftsstruktur und Landnutzung sowie deren Entwicklung und bilden diese in Bezug auf Streuobst quantitativ ab und zeigen deren große Variabilität über das österreichische Bundesgebiet.

4.3.2 Qualität der Streuobstbestände

Die Qualitätsparameter wurden nur bei den Streuobstpolygonen aufgenommen. Die folgenden Zahlen beziehen sich auf das flächengewichtete Mittel und nicht auf die Polygonanzahl.

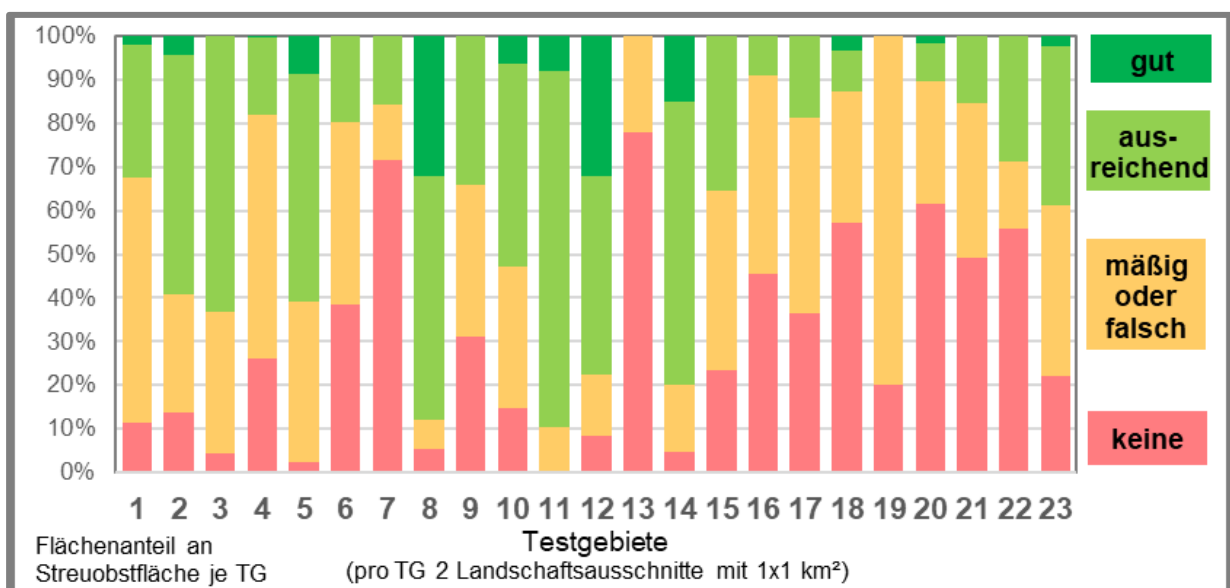
Bestandesalter der Streuobstbestände und Nachpflanzungen

Im Mittel über alle TG wurden die untersuchten Streuobstbestände beim durchschnittlichen Bestandesalter zu 71 % in die Kategorie „Mittel (20 bis 60 Jahre)“, zu 20 % in die Kategorie „Alt (> 60 Jahre)“ und zu 9 % in die Kategorie „Jung (< 20 Jahre)“ eingestuft. Auf 37 % der Flächen wurden „keine“ und auf 31 % wurden „wenige“ Nachpflanzungen festgestellt. Auf 23 % der Flächen konnten „ausreichende“ und auf 9 % „viele“ Nachpflanzungen festgestellt werden.

Diese Zahlen zeigen, dass im österreichischen Streuobstanbau insgesamt ein deutlich zu geringer Anteil an Nachpflanzungen vorhanden ist, um den Bestand auch nur auf dem aktuellen Niveau zu erhalten. Um dies zu erreichen, wären ca. 20 % Jungbäume im jeweiligen Bestand erforderlich (diese Zahl ergibt sich aus der durchschnittlichen Lebenserwartung von Streuobstbäumen). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen aber auch sehr deutlich, dass die diesbezüglichen Verhältnisse sehr unterschiedlich sind. In drei TG liegt der Anteil der Kategorie „Alt“ zwischen 50 % und 67 % und in elf TG liegt der Anteil der Kategorie „Jung“ unter 5 %. Somit ist die Problematik von Überalterung und fehlenden Nachpflanzungen regional noch sehr viel schärfer ausgeprägt. Andererseits stechen einige TG mit deutlich höherem Anteil in der Kategorie „Jung“ hervor, wobei jedoch nur zwei TG den o.g. Wert von 20 % knapp erreichen und nur ein TG deutlich darüber liegt. Letzteres liegt im niederösterreichischen Mostviertel und spiegelt die Aktivitäten der Region bzw. vor allem einzelner Betriebe wider. Diese stehen im Zusammenhang mit dem wirtschaftlichen Interesse an der Erhaltung der Mostkultur und an deren langfristiger Sicherung durch die Nachpflanzung von Obstbäumen.

Pflege der Obstbäume und Mistelbefall

Beim Parameter „Pflege der Bäume“ wurden im Mittel über alle TG die untersuchten Streuobstbestände zu 30 % in die Kategorie „keine“ Pflege und 33 % in die Kategorie „mäßig oder falsch“ gepflegt eingestuft. Als „ausreichend gut gepflegt“ wurden 32 % eingestuft und als „gut“ gepflegt 5 %. Bezüglich des Pflegezustands unterscheiden sich die Obstbaumbestände in den einzelnen TG deutlich. Einige TG stechen mit einem Anteil von bis zu 30 % gut gepflegter Bestände positiv hervor. Andererseits treten andere TG mit über 50 % in der Kategorie „keine Pflege“ hervor, zwei TG mit 70 % bis 80 %. Insgesamt lässt sich daraus schließen, dass der Baumpflegezustand in den österreichischen Streuobstbeständen mit 63 % „nicht“ und „mäßig oder falsch“ gepflegten Bäumen ein sehr bescheidener ist, jedoch herrschen diesbezüglich regional sehr unterschiedliche Verhältnisse. Auch hier ist als Ursache das regional sehr unterschiedliche Engagement für die Erhaltung der Streuobstkultur anzusehen.



Pflege der Bäume in den Streuobstbeständen in den untersuchten Landschaftsausschnitten.

Mistelbefall ist in den untersuchten Streuobstbeständen quer über die Regionen gegeben, zwar in unterschiedlichem Ausmaß, aber keine Streuobstregion bleibt geographisch oder klimatisch verschont. Verschiedene Untersuchungen berichten über eine verstärkte Ausbreitung der immergrünen Laubholzmistel (*Viscum album*) im Zuge des Klimawandels bzw. über einen verstärkten Befall und vom Befall bei Obstarten, die bisher nur wenig betroffen waren (vergl. u.a. ²⁰). Vor allem auch im Zusammenhang mit der mangelnden Baumpflege kann der Mistelbefall in allen Regionen zur bestandsbedrohenden Erscheinung für die Streuobstbäume werden.

Obstarten- und Strukturvielfalt

Beim Summenparameter „Obstarten- und Strukturvielfalt“ zeigt sich insgesamt ein erfreuliches Bild. Im Mittel wurden 48 % der Streuobstflächen bei der Obstarten- und Strukturvielfalt in die Kategorie „hoch“ und 33 % in die Kategorie „mittel“ eingestuft. 13 % der Streuobstbestände wurden in die Kategorie „gering“ und 6 % in die Kategorie „keine“ eingestuft. Selbst in den TG mit geringerer Vielfalt hat die Summe der Kategorien „mittel“ und „hoch“ noch Anteile von 40 % bis 50 %.

Es lässt sich erkennen, dass sich die Obstarten- und Strukturvielfalt tendenziell umgekehrt zum Pflegezustand und Anteil an Nachpflanzungen in den TG verhält. Dies überrascht nicht, da jüngere Bestände in der Regel auch bezüglich der Strukturvielfalt noch weniger ausdifferenziert sind. Dennoch muss dies auch als Hinweis darauf gesehen werden, dass bei der Forcierung von Pflege und Nachpflanzung, die Erhaltung und Schaffung von Strukturvielfalt nicht vergessen werden darf, selbst wenn die Obstnutzungsperspektive im Vordergrund steht.



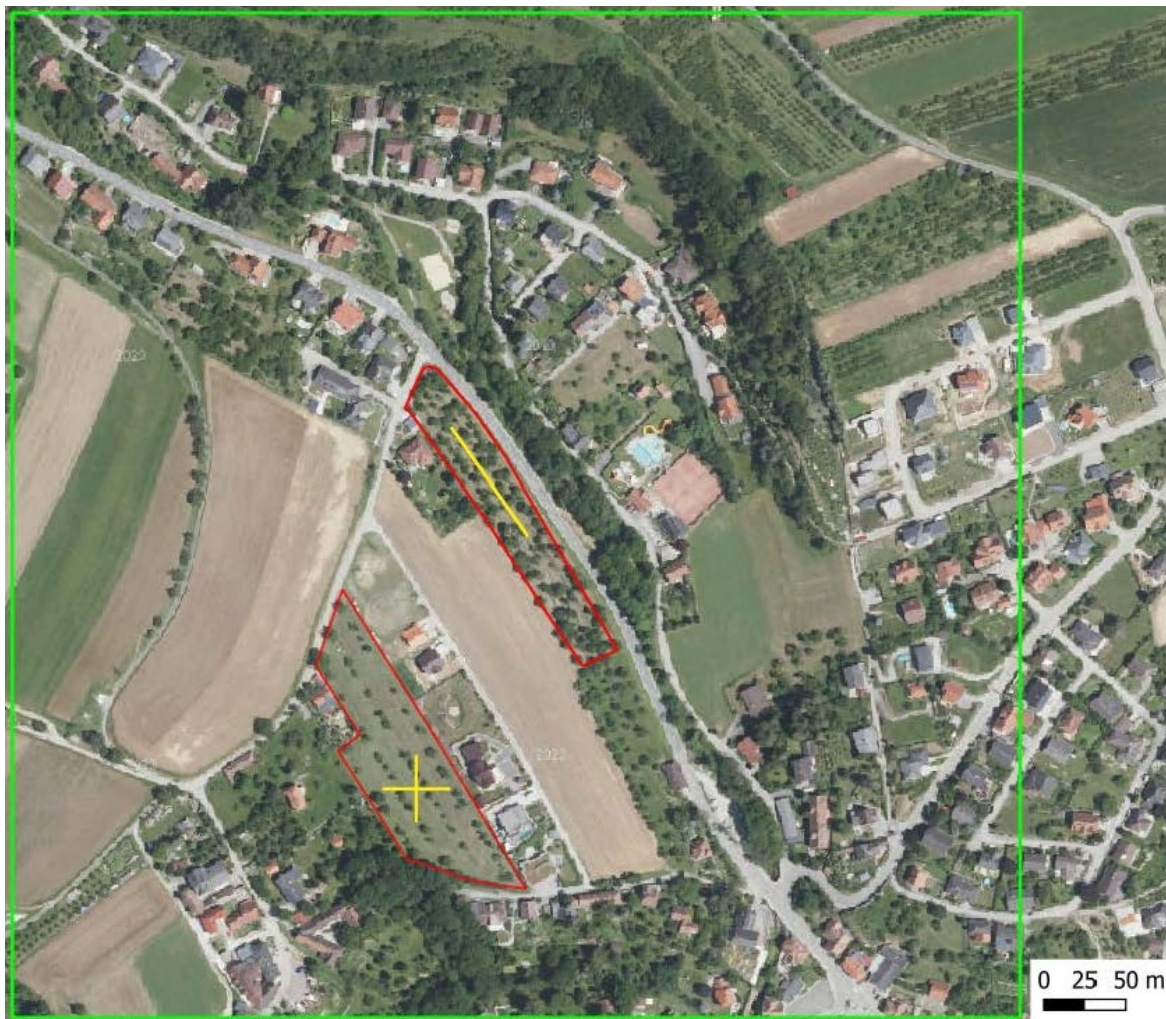
Streuobstgarten mit alten Marillenbäumen im Naturpark Rosalia-Kogelberg.

5 Biodiversität in Streuobstbeständen

5.1 Biodiversitätserhebung der Insekten

SOPHIE KRATSCHEMER & PETER UNGLAUB

Wildbienen, Tagfalter und Heuschrecken wurden auf insgesamt 57 Streuobstflächen (innerhalb von 46 Referenzflächen, welche in 23 Testgebieten paarweise verortet waren) österreichweit standardisiert mittels Transektmethode erhoben. Grund für den Unterschied zwischen Referenzflächen- und Streuobstflächenanzahl ist, dass in Referenzflächen mit hohem Streuobstanteil zwei Streuobstflächen beprobt wurden. Um möglichst das gesamte Artenspektrum zu erfassen, wurden Wildbienen- und Tagfaltererhebungen zwischen Anfang April und Ende August in vier Durchgängen pro Streuobstfläche durchgeführt. Heuschrecken wurden nur einmal pro Streuobstfläche im Spätsommer aufgenommen, da zu dieser Zeit die meisten Arten mit erwachsenen Individuen aktiv sind. Für Bienen und Tagfalter wurden ergänzend bis zu drei besonders geeignete Teilflächen, etwa blütenreiche Bereiche oder potenzielle Nistplätze, je Referenzfläche beprobt.



Beispiel für zwei Streuobstflächen (rot begrenzte Flächen) mit je einem Kreuztransekt und einem Linientransekt (gelbe Linien) in der Referenzfläche (grüner Rahmen) Naturpark Jauerling-Wachau.

Die Beprobungen erfolgten bei Bienen und Tagfaltern auf Sichtfang mit einem Insektennetz. Tagfalter wurden im Feld bestimmt und schwierig auseinanderzuhaltende Arten als Gruppen erfasst. Wildbienen wurden, wenn möglich, im Feld bestimmt (Hummeln, einige Schmal- und Furchenbienenarten) oder als Präparat im Labor determiniert. Honigbienen wurden im Feld mitgezählt. Heuschrecken wurden größtenteils akustisch (Verhören) und durch Beobachtungen erhoben. Kartiert wurde nur bei für die drei Insektengruppen optimaler Witterung (wenig Wind, Temperaturen über 13 °C für Tagfalter und Wildbienen, 20 °C für Heuschrecken). Auf den Beprobungsflächen wurde außerdem das Blütenangebot geschätzt und alle von Insekten bestäubten Pflanzenarten, welche zum Zeitpunkt der Wildbienenaufnahmen blühten, dokumentiert. Alle Insektenbeprobungen erfolgten in Anlehnung an Pascher et al., 2009²¹. Die genaue Beschreibung der Methode kann im detaillierten Endbericht²⁷ nachgelesen werden.

*Erhebung von Wildbienen
auf einer Streuobstwiese
im Burgenland.*



Insgesamt wurden auf 46 Streuobstflächen 321 Insektenarten nachgewiesen (einschließlich Exemplaren, die nur bis zur Gattung bestimmt werden konnten und hier als eigene Arten gezählt wurden). Summiert über alle Methoden (also inkl. der semi-quantitativen Erhebungen) ergaben sich 31 Heuschreckenarten mit 1.626 Individuen, 65 Tagfalterarten mit 2.251 Individuen und 225 Bienenarten (inkl. Honigbiene (*Apis mellifera*)) mit 5.196 Individuen. Bei den Bienen stellte die Honigbiene über 50 % der Individuen (2.719) und 2.450 Individuen gehörten zu den Wildbienen. Bezogen auf die österreichische Gesamtfaua wurden in den Streuobstflächen 24 % der 127 Heuschreckenarten, 30 % der 215 Tagfalterarten und 32 % der 700 Bienenarten erfasst – ein deutlicher Hinweis auf einen besonders wertvollen Lebensraum sowie die hohe Relevanz von Streuobstwiesen für Insekten. Begleitend wurden bei den Wildbienenerhebungen 230 auf die Bestäubung durch Insekten angewiesene Pflanzenarten dokumentiert (inkl. Obstbaumarten). Unter den Tagfaltern wurden mit Großer Feuerfalter (*Lycaena dispar*) und Schwarzer Apollo (*Parnassius mnemosyne*) zwei nach der FFH-Richtlinie geschützte Arten nachgewiesen.

Charakteristische Insektenarten auf Streuobstwiesen in Österreich

Die Definition charakteristischer Insektenarten für Streuobstflächen erfolgte für Wildbienen und Tagfalter anhand der PollHab-Methode²² (*Pollinators typical of habitats protected under the Habitats Directive*), die Kriterien wie Verbreitung, Habitatbindung und Futterpflanzenarten miteinbezieht. Die Methode wurde an die DivMoSt-Daten angepasst und als Grundlage dienten die Projektdaten sowie Informationen aus der Literatur^{23–26}. Die genauen Schritte und Bewertungen sind in den Anhängen des Endberichts dokumentiert²⁷.

Es wurden 15 nestbauende und eine parasitische charakteristische Wildbienenarten für den Lebensraum Streuobst definiert. Zusammengefasst sind es oberirdisch nistende Arten, die von Altbäumen, Käferfraßgängen und Totholz profitieren, wie etwa verschiedene Mauerbienenarten, die Gewöhnliche Löcherbienen (*Heriades truncorum*) und die Hahnenfuß-Scherenbienen (*Chelostoma florissomne*). Letztere ist oligolektisch, also beim Pollensammeln spezialisiert und angewiesen auf Hahnenfuß-Arten, die häufig im Unterwuchs der Bestände vorkamen. Die Zweihöckerige Mauerbiene (*Osmia leaiana*) und die gewöhnliche Löcherbiene sind oligolektisch auf Korbblütler, deren Angebot in den Streuobstwiesen hoch war. Die Rostrote Mauerbiene (*O. cornuta*) und die Gehörnte Mauerbiene (*O. bicornis*) sind früh im Jahr aktiv und zentrale Obstbaumbestäuber²⁸. Totholznister wie die Blauschwarze Holzbiene (*Xylocopa violacea*) oder die Baumhummel (*Bombus hypnorum*), die Baumhöhlen zum Nisten nutzt, unterstreichen die Bedeutung alter Bäume. Die Veränderliche Hummel (*B. humilis*) und die Ackerhummel (*B. pascuorum*) dürften vom extensiven Wiesenmanagement und einem hohen Kleeanteil, welcher Nektar liefert, auf Streuobstwiesen profitieren. Die Blüten der Obstbäume sind für Hummelköniginnen im Frühling bei der Nestgründung essenziell²⁴.

Ergänzend wurden mehrere bodennistende Schmalbienen als charakteristisch bewertet (*L. albipes*, *L. fulvicorne*, *L. laticeps*, *L. morio*, *L. villosulum*), die offene Bodenstellen zum Nisten benötigen²⁴. Als einzige brutparasitische Charakterart wurde die Gelbe Wespenbiene (*Nomada flava*) identifiziert. Brutparasiten sind Arten, die ihre Eier bei Wirtsarten einschmuggeln – eine Strategie, die vom Kuckuck bekannt ist. Die Gelbe Wespenbiene nutzt vielfältige Nektarquellen wie Löwenzahn, Fingerkraut und auch Zwetschke²⁶ und ihre Wirtsarten, z. B. die Gesellige Sandbiene, wurde ebenfalls auf Streuobstflächen dokumentiert.

Bei den sieben charakteristischen Tagfalterarten handelt sich nicht um hochspezialisierte oder stark gefährdete Arten, sondern um in Streuobstwiesen vorkommende Arten mit Bindung an extensiv bewirtschaftete Wiesen (z. B. Kleines Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*), Großes Ochsenauge (*Maniola jurtina*), Rotbraunes Wiesenvögelchen (*Coenonympha glycerion*), Schachbrett (*Melanargia galathea*)). Auch Arten mit einer gewissen Bindung an Waldnähe (Rostfarbiger Dickkopf (*Ochlodes sylvanus*), Landkärtchen (*Araschnia levana*), Schornsteinfeger (*Aphantopus hyperantus*)) sind charakteristisch für Streuobst. Für alle definierten Charakterarten gelten Streuobstwiesen als wichtige Lebensräume, wobei extensives Wiesenmanagement sowohl Larvenlebensräume als auch Nektarangebot für Adulte sichert²³.

Diese Ergebnisse unterstreichen, dass strukturreiche, extensiv gepflegte Streuobstbestände – mit Altbäumen, Totholz, offenen Bodenstellen und durchgängigem Blütenangebot – Schlüsselräume für Insektenvielfalt sind.



Der Große Feuerfalter ist eine FFH-Art und wurde in untersuchten Streuobstwiesen Österreichs nachgewiesen.



Holzienen sind bereits früh im Jahr aktiv und profitieren vom Pollen und Nektar der Obstbäume, aber auch vom Totholz als Nistplatz.

© S. Kratschmer



*Die Dunkelgrüne Schmalbiene (*Lasioglossum morio*) ist eine bodennistende Wildbienenart, die kleine Staaten gründet.*



*Der Schachbrettfalter (*Melanargia galathea*) profitiert von extensiv bewirtschafteten Wiesen in Streuobstbeständen.*

© S. Kratschmer

5.2 Biodiversitätserhebung der Fledermäuse

MARKUS MILCHRAM & SAMIRA LINHART

Zwischen 30.03.2024 und 02.09.2024 wurden 40 von 46 Flächen in drei Perioden (März/April, Mai/Juni, August/September) jeweils für mindestens drei aufeinanderfolgende Nächte mit Batloggern S2 (elekon AG, Luzern, Schweiz) beprobt. Sechs Flächen wurden mangels Gerätezahl (40 Stück) und wegen ausreichender regionaler Repräsentation ausgenommen. Eine Untersuchungsnacht reichte von 15 Minuten vor Sonnenuntergang bis 15 Minuten nach Sonnenaufgang.



© S. Kratschmer

Fledermausdetektor (Batlogger S2) auf einer Streuobstfläche.

Die automatische Rufvermessung und -klassifikation erfolgte mit Batexplorer (elekon) und ein Drittel der Klassifikationen wurde visuell mit Batexplorer bzw. bcAnalyze3 light 1.3.6 (ecoObs GmbH, Nürnberg, Deutschland) validiert. Die Bestimmung erfolgte auf Art- oder Gattungsniveau. Wo nötig wurden Artgruppen mit ähnlichem Rufverhalten gebildet. Ergänzend fanden auf 22 Referenzflächen Netzfänge mit Puppenhaarnetzen (8 - 12 m Länge, 4 - 8 m Höhe) statt, um akustisch schwer bestimmbar Arten nachzuweisen.

Insgesamt wurden 23 der aktuell 31 in Österreich nachgewiesenen Fledermausarten erfasst. Sechs Arten sind neben Anhang IV auch in Anhang II der EU FFH-Richtlinie gelistet²⁹. Zehn Arten gelten als „gefährdet“, eine als „stark gefährdet“ und eine als „vom Aussterben bedroht“³⁰. Die genauen Artenlisten können im Endbericht nachgelesen werden²⁷. Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*) wurden auf allen Referenzflächen nachgewiesen; die Brandtfledermaus (*Myotis brandtii*) nur auf einer Fläche. In den Netzfängen wurden 74 Individuen aus 20 Arten gefangen, darunter akustisch schwierig zu bestimmende Arten wie die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) sowie zwei Plecotus-Arten. Insgesamt wurden 6.996.085 Rufe in 531.136 Sequenzen über 960 Aufnahmenächte aufgezeichnet; 101.732 Aufnahmen wurden manuell validiert.



© S. Wegleitner

Netzfang auf einer Streuobstfläche im Pongau.

Charakteristische Fledermausarten auf Streuobstwiesen in Österreich

Bei der dreistufigen Bewertung wurden zunächst nur Arten berücksichtigt, die in allen österreichischen Bundesländern verbreitet sind, damit Aussagen österreichweit gültig sind. Für diese Arten wurde der Anteil der Nachweise auf den untersuchten Flächen ermittelt und durch die Anzahl besetzter 10 km × 10 km Rasterzellen aus dem aktuellen Artikel-17-Bericht gemäß EU FFH-Richtlinie ³¹ dividiert. So entstand ein Charakterwert, der spezialisierte Arten gegenüber Generalisten höher gewichtet.

Von den nachgewiesenen Arten kommen 17 in allen Bundesländern vor und wurden in die Charakteranalyse einbezogen. Dabei erzielte die Fransenfledermaus (*Myotis nattereri* s.l.) mit einem Charakterwert von 0,41 den mit Abstand höchsten Wert und kann als österreichweite Charakterart für Streuobstbestände angesehen werden.



© M. Milchram

Die gefährdete Bechsteinfledermaus wurde im Rahmen der Netzfangerhebungen regelmäßig festgestellt.

5.3 Biodiversitätserhebung der Vögel

EVA SCHÖLL & ISABELLA WEIS

In Österreich gehen die Bestände vieler Vogelarten zurück, die typisch für unsere Kulturlandschaften sind ³². Dazu zählen auch Arten, die in traditionellen Streuobstflächen leben. Diese Flächen sind wertvolle Lebensräume, ihre genaue Lage ist aber vielerorts nicht vollständig erfasst. Das macht es schwer, sie in bestehenden Langzeit-Beobachtungen angemessen zu berücksichtigen. Hier setzte das Projekt DivMoSt an. Ziel war es, die Vielfalt der brütenden Vogelarten in Streuobstbeständen und den angrenzenden Flächen zu erfassen und gleichzeitig zu prüfen, wie gut sich verschiedene Erhebungsmethoden dafür eignen, die Daten aufzunehmen. Neben klassischen Begehungen durch erfahrene Ornitholog*innen wurden auch Audiorekorder eingesetzt, die Vogelstimmen aufzeichnen. Diese Tonaufnahmen wurden anschließend auf zwei Arten ausgewertet: einmal händisch von Expert*innen und zusätzlich mit Hilfe eines Computerprogramms, das Vogelstimmen unter Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) automatisch erkennt.

Auf 44 Referenzflächen wurden die Vogelarten bei zwei Zählrunden im April/Mai und Mai/Juni 2024 von 13 Ornitholog*innen erfasst. Die Methode war überall gleich: Pro Fläche wurde ein zentraler Kartierungspunkt, sowie acht weitere Punkte im näheren Umkreis (mittlere Entfernung ca. 330 m); in Anlehnung an das Brutvogel-Monitoring von BirdLife Österreich ³³, besucht und jeweils fünf Minuten lang alle gehörten oder gesehenen Vogelarten notiert. Parallel zeichneten Audiorekorder Vogelstimmen auf. Die Audiorekorder wurden dafür am zentralen Punkt in der Streuobstfläche, die auch für die anderen Biodiversitätsaufnahmen beprobt wurden, installiert. Diese Audioaufnahmen wurden anschließend manuell ausgewertet, indem mit einer Software die Rufe sichtbar gemacht wurden. Dieselben Audioaufnahmen wurden auch automatisch mithilfe einer Software unter Einsatz von KI analysiert. Um die Qualität der automatischen Erkennung zu prüfen, wurden stichprobenhafte Kontrollen durchgeführt. So ließ sich effizient beurteilen, welche der nachgewiesenen Vogelarten verlässlich unter Einsatz der künstlichen Intelligenz nachgewiesen werden können. Da einige Audiogeräte wegen technischer Probleme ausgeschlossen werden mussten, standen für den Vergleich der Methoden nur Daten von 38 Referenzflächen zum Zeitpunkt der ersten Kartierung zur Verfügung.



Audiorekorder (AudioMoth) wurden in den Streuobstflächen installiert.

Bei den Kartierungen im Freiland wurden insgesamt 110 Vogelarten auf den 38 Referenzflächen nachgewiesen. Mithilfe der manuellen Auswertung der Audioaufnahmen konnten 69 Vogelarten nachgewiesen werden und bei der automatischen Auswertung und nach stichprobenhafter Überprüfung dieser Ergebnisse wurden ebenfalls 69 Vogelarten korrekt identifiziert.

Auch wenn die äquivalente Anzahl der Vogelarten bei der manuellen und automatischen Auswertung der Audiodaten auf den ersten Blick sehr erfolgsversprechend aussieht, muss darauf hingewiesen werden, dass es durchaus Unterschiede zwischen den Methoden gab, da manche Vogelarten zwar mit der einen Methode erfasst werden konnten, mit einer anderen Methode jedoch nicht. So wurden sechs Vogelarten sowohl im Freiland als auch mithilfe der automatischen Auswertung identifiziert, aber bei der manuellen Auswertung der Audiodateien nicht erfasst. Darüber hinaus wurden drei Vogelarten nur bei der manuellen Auswertung der Audiodateien nachgewiesen, jedoch nicht mithilfe der automatischen Auswertung oder bei der Kartierung im Freiland erfasst. Insofern fällt die Gesamtanzahl der mithilfe der drei Methoden erfassten Vogelarten, mit insgesamt 113 Vogelarten, höher aus als die Anzahl der Vogelarten jeder einzelnen Methode.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass alle drei Ansätze verschiedene Stärken haben. Die unterschiedlichen Artzahlen lassen sich vor allem durch die Wahl der Erhebungsmethode und deren Raumbezug erklären. Im Freiland wurden die Vogelarten an neun Kartierungspunkten erfasst; die Audiogeräte wurden im zentralen Punkt der Fläche installiert. Im Freiland zählen Fachleute sowohl gehörte als auch gesehene Vögel; Audiogeräte zeichnen hingegen nur detektierbare Laute auf. Zudem decken die neun Kartierungspunkte neben der zentralen Streuobstfläche auch angrenzende Lebensräume ab und bilden dadurch eine größere Vielfalt ab. Da Vögel mobil sind, können sie auch zur Nahrungssuche in die Streuobstflächen kommen, weshalb der Nachweis von Vogelarten an den Randpunkten dennoch relevant ist.

Charakteristische Vogelarten auf Streuobstwiesen in Österreich

Um für Streuobstflächen charakteristische Vogelarten zu bestimmen, wurde ein einfaches Punktesystem genutzt, das vier Aspekte berücksichtigt. Erstens wurde geprüft, wie eng eine Art an typische Strukturen wie alte Obstbäume, Baumhöhlen oder extensiv bewirtschaftetes Grünland gebunden ist; Arten ohne klaren Bezug wurden ausgeschlossen³⁴. Zweitens floss ein, wie der Lebensraum genutzt wird³⁵: Arten, die in Streuobstflächen brüten und ihren Nachwuchs dort aufziehen, wurden höher bewertet als solche, die die Flächen vor allem zur Nahrungssuche nutzen. Drittens wurde die Empfindlichkeit gegenüber Strukturverlust, intensiverer Landwirtschaft und Pestiziden berücksichtigt^{36,37}, wobei besonders sensible Arten mehr Punkte erhielten. Viertens spielte die Verbreitung in Österreich eine Rolle³⁵: weit verbreitete Brutvogelarten bekamen zusätzliche Punkte, da sie eine Relevanz für einen größeren räumlichen Bereich haben. Am Ende wurden die Punkte aus allen Kategorien addiert, um zu ermitteln, welche Vogelarten charakteristisch für Streuobstlandschaften sind. Eine Auswahl dieser Vogelarten wird im weiteren Verlauf kurz vorgestellt. Eine vollständige Liste der für Streuobstflächen charakteristischen Vogelarten ist in der Langfassung des Endberichts zu finden²⁷.



Viele Vogelarten nehmen auch gerne Nistkästen an, wenn alte Höhlenbäume in den Streuobstflächen fehlen.

Von den 229 in der österreichischen Roten Liste ³⁸ geführten Vogelarten zeigen 21 einen klaren Bezug zu Streuobstflächen – vier stark, 17 mäßig. Von ihnen nutzen 14 die Flächen vor allem zum Brüten und zur Jungenaufzucht, sieben hauptsächlich zur Nahrungssuche ³⁵. Der Wiedehopf (*Upupa epops*), eine Vogelart mit starker Bindung an strukturreiche Kulturlandschaften, ist in offenen Landschaften mit alten Bäumen anzutreffen ³⁹. Streuobstwiesen mit niedriger und lückiger Vegetation können als Nahrungshabitat dienen ⁴⁰.



© P. Muigg

Der Wiedehopf konnte in sieben Referenzflächen nachgewiesen werden.

Der Großteil der 21 Vogelarten (rund 90 %) reagiert empfindlich auf intensivere Landwirtschaft und den Verlust von Strukturen ^{36,37}. Drei Arten (Blauracke (*Coracias garrulus*), Ortolan (*Emberiza hortulana*), Raubwürger (*Lanius excubitor*)) kommen als Brutvögel nur in je einem Bundesland Österreichs vor und sind daher nur dort als charakteristische Streuobstarten geeignet ³⁵.

Insgesamt wurden 12 Arten als besonders charakteristisch für Streuobstflächen in Österreich eingestuft. Sieben davon - darunter Baumpieper (*Anthus trivialis*), Feldsperling (*Passer montanus*) und Wendehals (*Jynx torquilla*) - wurden sehr schlecht bei der automatischen Auswertung der Audiodaten erkannt. Gut konnten mithilfe der automatischen Auswertung die Arten Girlitz (*Serinus serinus*), Stieglitz (*Carduelis carduelis*) und Gartenrotschwanz (*Phoenicurus phoenicurus*) erkannt werden. Als Zugvogel ist der Gartenrotschwanz nur während der Brutzeit in den Streuobstflächen Österreichs anzutreffen. Die Vogelart bevorzugt halboffene Kulturlandschaften mit höhlenreichem Baumbestand ³⁶. Ähnliche Ansprüche an den Lebensraum hat auch die stark gefährdete Zwergohreule, die ebenfalls ein Zugvogel ist und in Baumhöhlen brütet ⁴¹. Alte, strukturreiche Streuobstwiesen eignen sich also hervorragend als Lebensraum für viele Arten, die beim Fehlen von geeigneten Höhlenbäumen auch Nistkästen annehmen.

Streuobstflächen sind wichtige Lebensräume für die heimische Vogelwelt. Auf den untersuchten Flächen wurden etwa 50 % der 217 regelmäßig in Österreich vorkommenden Brutvogelarten nachgewiesen. Das zeigt, dass Streuobstflächen zusammen mit den angrenzenden Lebensräumen erheblich zur Artenvielfalt beitragen.

6 Automatisierte Erfassung von Streuobstbeständen: Methodenentwicklung

MARKUS IMMITZER & FRANZ SUPPAN

Ziel war die Entwicklung einer einheitlichen und praxistauglichen Methode zur exakten Verortung von Streuobstbeständen in ganz Österreich. Die zentralen Rahmenbedingungen für die Entwicklung waren ein Zeitrahmen von zwei Jahren sowie die Anwendbarkeit auf das gesamte Bundesgebiet. Ein großer Mehrwert einer derartigen Methodik ist die Erweiterung bestehender Statistiken (z. B. der AMA). Es werden nicht nur klassisch landwirtschaftlich genutzte Streuobstflächen erfasst, sondern auch private Gärten sowie ökologisch wertvolle Einzelbäume in die Datengrundlage einbezogen.

Die eigens in diesem Projekt durchgeführte Streuobstkartierung (siehe Kapitel 4) stellt damit eine Notwendigkeit für die Entwicklung der Methodik dar, weil sie unter anderem alle relevanten Aspekte des Streuobstbaues in Österreich abdeckt, einen aktuellen Datensatz liefert und damit für die automatisierte Klassifikation die Grundlage bildet.

Die Methodik wurde anhand der 23 repräsentativen Testgebiete in Österreich entwickelt, trainiert und quantitativ überprüft. Um ein kosteneffizientes und zukunftssicheres Monitoring zu ermöglichen, greift das Modell ausschließlich auf österreichweit verfügbare, kostenfreie oder kostengünstige Daten zurück. Die Grundidee ist simpel, aber effektiv: Ein Streuobstbaum wird durch einen einzelnen Punkt repräsentiert. Dadurch können sowohl dichte Bestände als auch alleinstehende Bäume erfasst werden.

Der Prozess zur Identifikation der Bäume läuft in vier zentralen Schritten ab:

Detektion potenzieller Bäume anhand digitaler Oberflächenmodelle: Die Ausgangsbasis bilden digitale Oberflächen- und Geländemodelle mit einer Rastergröße von 1 m. Da die Laserscanning-Daten (LiDAR) in einzelnen Regionen bereits mehrere Jahre alt sind, wurden nur die Geländemodelle aus diesen Daten herangezogen. Die verwendeten Oberflächenmodelle stammten hingegen aus der regelmäßigen Luftbildbefliegung, wobei stets die aktuellste Befliegung berücksichtigt wurde. Durch die Differenzbildung aus dem Oberflächen- und dem Geländemodell wurde ein Höhenmodell, das die Objekthöhen (z. B. Baumhöhen) darstellt, generiert. In diesem Vegetationshöhenmodell wurden lokale "Spitzen" (Basispunkte) extrahiert, die zwischen 1,5 m und 30 m Höhe lagen. Dies entspricht den typischen Maßen von Streuobstbäumen (Hinweis: Sehr junge Bestände unter 1,5 m wurden systembedingt nicht erfasst).

Räumliches Ausschlussverfahren (Filterung): Am Beginn dieser Phase enthalten die Daten noch Millionen von Punkten pro Testgebiet. Jeder Punkt sollte im Idealfall einen Baum repräsentieren, jedoch nicht zwingend einen Streuobstbaum. In enger Zusammenarbeit mit den Streuobstexpert*innen des Projektteams wurden daher Regeln festgelegt, um die Datenmenge anhand von Geodaten zu reduzieren. Dies erspart Rechenzeit und verringert das Problem der Wolkenbedeckung in alpinen Tälern im darauffolgenden Schritt der Satellitendatenanalyse.

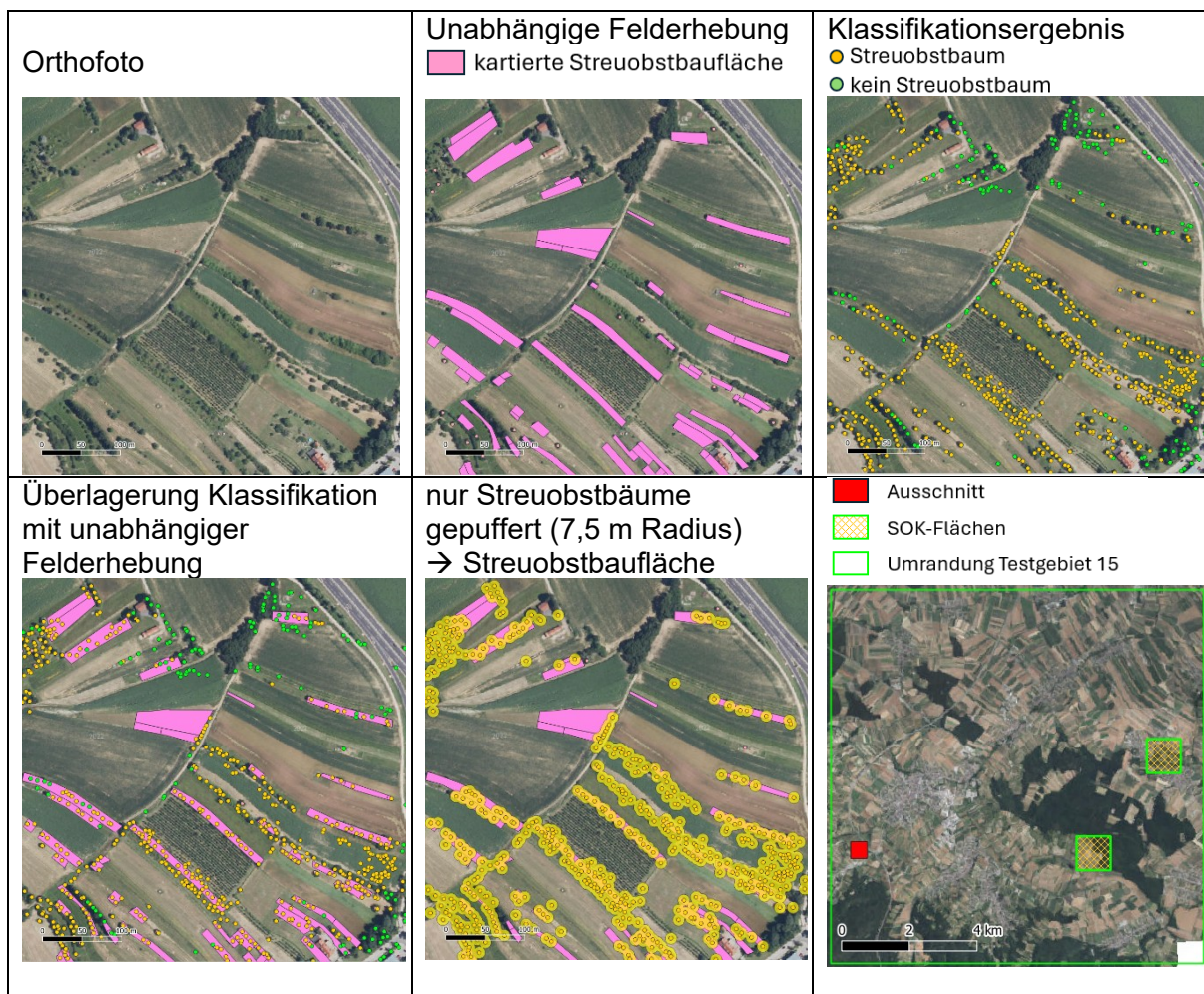
- **Höhengrenze:** Alle Bäume über 1.600 m Seehöhe wurden entfernt.
- **Waldflächen:** Durch den Abgleich mit der Waldmaske des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) wurden Bäume in Waldgebieten aus der Analyse ausgeschlossen. Dies reduziert die Datenmenge bereits um rund 70 %.
- **Infrastruktur und Naturflächen:** Gebäude, Gewässer und alpine Flächen (Daten aus der DKM und Landcover-Datensätzen des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen (BEV) wurden ebenfalls herausgefiltert, was eine weitere Reduktion um ca. 15 % bedeutet.

Klassifikation mittels Satellitendaten: Die verbliebenen potenziellen Bäume mussten im nächsten Schritt in die beiden Klassen Obstbaum bzw. anderer Laubbaum unterschieden werden. Hierfür werden multisaisonale, multispektrale Satellitendaten verwendet, um anhand des Reflexionsverhaltens der Blätter (bzw. Blüten) des Baumes im Jahresverlauf die Klassenzuordnung zu ermöglichen.

Getestet wurden Daten verschiedener Satellitensensoren (PlanetScope, Sentinel-2) sowie komprimierte Satellitendaten, die den gesamten Jahresverlauf darstellen (sogenannte *Alpha Earth Embeddings* von Google ⁴² und TESSERA von der University of Cambridge ⁴³). Als Klassifikator wurde *Random Forest* ⁴⁴ verwendet, welcher sich für derartige Fragestellungen als gut geeignet zeigte (z. B. ^{45,46}). Das Ergebnis: Obwohl die lokalen Modelle teils sehr gut abschnitten, lieferten vor allem die auf Sentinel-2 basierenden Embeddings die besten Ergebnisse in der überregionalen, österreichweiten Anwendung, mit dem zusätzlichen Vorteil eines einheitlichen österreichweiten Modells.

Nachbearbeitung und Fehlerkorrektur: Da die verwendeten Luftbilder häufig im Sommer (während der Vegetationsperiode) aufgenommen werden, kam es zu lokalen Fehldetektionen bei hochwachsenden Ackerkulturen wie Mais. Diese Flächen traten im Modell als extrem dichte Anhäufung potenzieller Bäume auf. Zur Bereinigung dieses Fehlers wurde eine Pufferzone von 7,5 m um die Punkte gelegt. Entstanden dadurch zusammenhängende Flächen von über 2.000 m², wurden diese genauer geprüft. Wenn die aktuell berechnete Objekthöhe aus dem Luftbild unter 6 m lag und das verlässliche LiDAR-Differenzmodell an dieser Stelle aber eine Höhe von unter 1,5 m anzeigte, wurde der Punkt als landwirtschaftliche Kultur deklariert und nicht als Streuobstbaum.

Die Verifizierung des Klassifikationsergebnisses mit einem unabhängigen Testdatensatz für das Testgebiet 15 Naturpark Rosalia-Kogelberg ¹⁷ zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen der Felderhebung und dem Klassifikationsergebnis für Streuobstflächen. Während viele Streuobstbäume richtig klassifiziert wurden, wurde bei der unabhängigen Feldbegehung eine größere Fläche in der Bildmitte als Streuobstfläche ausgewiesen, jedoch vom Klassifikator nicht als solche erkannt. Dabei handelt es sich jedoch um eine Neupflanzung, die auf dem Orthofoto noch nicht ersichtlich ist und daher nicht erfasst werden konnte. Die südöstlich davon liegenden Baumreihen/Hecken wurden vom Modell als Streuobstflächen klassifiziert, in der unabhängigen Felderhebung jedoch nur teilweise als Streuobst ausgewiesen. Dabei handelt es sich um Grenzfälle, die selbst im Gelände oft schwierig zu beurteilen sind.



Vergleich des Klassifikationsergebnisses mit einer unabhängigen Feldkartierung (siehe Holler & Hausmann, 2025¹⁷). (Orthofoto Grundkarte: basemap.at). SOK = Streuobstkartierung. Zu sehen ist ein kleiner Ausschnitt aus der Klassifikation, die für das gesamte Testgebiet 15 Naturpark Rosalia-Kogelberg sowie in den weiteren 22 Testgebieten durchgeführt wurde.

7 Ausblick

Im Rahmen des Projektes DivMoSt konnte erstmals ein österreichweiter Überblick zum Zustand von Streuobstbeständen mittels standardisierter streuobstbaufachlicher Methoden gegeben werden. Diese Methoden können auch für Untersuchungen in anderen Regionen herangezogen werden, damit wird die notwendige Vergleichbarkeit von Ergebnissen sichergestellt.

Die Entwicklung der Methoden zur automatisierten Erfassung von Streuobstbeständen zeigt in den über Österreich verteilten Testgebieten, ansprechende Ergebnisse. Ein logischer Folgeschritt wäre die flächendeckende Anwendung auf das gesamte Bundesgebiet. Als Basis hierfür sollten weitere streuobstfachliche Referenzdaten vor Ort erhoben werden, um das Auswertungsmodell weiter zu verbessern. Eine weitere mögliche Anwendung der automatisierten Erfassung stellt das Monitoring von Gebieten (z. B. für ausgewählte Naturparke) über einen längeren Zeitraum dar. Damit kann die vorhandene Dynamik im Streuobstbau erfasst werden, z. B. das Verschwinden von Streuobstbeständen, mit den daraus folgenden Konsequenzen für die Biodiversität, aber auch der Erfolg von Nachpflanzungen. Eine weiterführende Bearbeitung wäre im Hinblick auf die Unterscheidung unterschiedliche Obstarten mit den automatisierten Methoden notwendig.



© C. Holler

Junge Mostbirnbäume im Naturpark Pöllauer Tal.

Die Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen weist den Weg in Richtung flächiger, effizienter quantitativer Auswertungen zum Streuobstanbau. Vor-Ort-Erhebungen durch Streuobstexpert*innen sind jedoch als Referenzen weiterhin unersetzlich, insbesondere was den Zustand und die Qualität der Bestände betrifft. Diese bilden die Basis für die Planung von zielgerichteten regionalen Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Streuobstkultur.

Im Rahmen des Endberichtes wurden für die Tiergruppen Artengemeinschaftsanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse, ob und inwiefern sich Artengemeinschaften zwischen streuobstfachlichen Parametern, Landschaftsparametern und Bewirtschaftung unterscheiden, können im Endbericht ²⁷ und in den geplanten wissenschaftlichen Publikationen, die auf der Projekthomepage (<https://short.boku.ac.at/kq9kvy>) in Zukunft zur Verfügung stehen, nachgelesen werden.

Die Biodiversitätserhebungen des Projektes stellen den Startschuss für ein Biodiversitätsmonitoring dieses ökologisch besonders wertvollen Lebensraums in der Kulturlandschaft dar. Mit der Wiederholung der Erhebungen der Indikatortierarten in angemessenem zeitlichem Rahmen (z. B. alle 4 Jahre) können in Zukunft bessere Aussagen zu Bestandstrends der Tiergruppen in Streuobstflächen gegeben werden und die ökologische Entwicklung der Flächen beobachtet werden. Im nächsten Durchgang wird zusätzliche eine begleitende vegetationsökologische Studie empfohlen, die auch die Artenvielfalt der Pflanzen erhebt. Da Pflanzen die Basis für Nahrungsnetzwerke bilden, hängt die vorhandene Vegetation auch eng mit der Ausprägung der Artenvielfalt der Tiere zusammenhängen. Eine aufbauende Studie zum direkten Vergleich der Biodiversität von Pflanzen und Tieren auf Grünlandflächen könnte die Relevanz und die Besonderheit von Streuobstlebensräumen weiter hervorheben.

Streuobstwiesen sind wertvolle Lebensräume für eine große Vielfalt an Pflanzen und Tieren.





8 Literatur

1. Beckmann, M. *et al.* Conventional land-use intensification reduces species richness and increases production: A global meta-analysis. *Glob. Chang. Biol.* **25**, 1941–1956 (2019).
2. Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G. & Swift, M. J. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*. **277**, 504–509 (1997).
3. Firbank, L. G., Petit, S., Smart, S., Blain, A. & Fuller, R. J. Assessing the impacts of agricultural intensification on biodiversity: A British perspective. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* **363**, 777–787 (2008).
4. Kajtoch, Ł. The importance of traditional orchards for breeding birds: The preliminary study on Central European example. *Acta Oecologica* **78**, 53–60 (2017).
5. Kropfberger, J., Reiter, G. & Schmotzer, I. Quartier- und Lebensraumnutzung der Bechsteinfledermaus im Naturpark Obst-Hügel-Land. *ÖKO-L* **37**, 21–27 (2015).
6. Aizpurua, O. *et al.* Agriculture shapes the trophic niche of a bat preying on multiple pest arthropods across Europe: Evidence from DNA metabarcoding. *Mol. Ecol.* **27**, 815–825 (2018).
7. García, D., Miñarro, M. & Martínez-Sastre, R. Enhancing ecosystem services in apple orchards: Nest boxes increase pest control by insectivorous birds. *J. Appl. Ecol.* **58**, 465–475 (2021).
8. Radzevičiūtė, R., Theodorou, P., Schlegel, M. & Paxton, R. J. A two-part modelling approach reveals a positive effect of pollinator biodiversity in boosting the pollination of apple flowers. *Agric. Ecosyst. Environ.* **306**, (2021).
9. Frühauf, J., Teufelbauer, N. & BMLFUW. Bereitstellung des Farmland Bird Index für Österreich - Vorstudie. *Stud. zu LE 07-13* 144 (2008).
10. Pascher, K., Hainz-Renetzeder, C., Sachslehner, L., Frank, T. & Pachinger, B. *BINATS II – Erfassung der Biodiversität in den österreichischen Ackerbaugebieten Anhand der Indikatoren Landschaftsstruktur, Gefäßpflanzen, Heuschrecken, Tagfalter und Wildbienen – 2. Erhebungsdurchgang 2017/18 nach zehn Jahren.* vol. Endbericht (2020).
11. Breinesberger, J. *et al.* *Streuobstanbau in Österreich. Immaterielles Kulturerbe der UNESCO.* (2024).
12. ARGE Streuobst. Streuobst – Definition für Österreich. in *Besseres Obst* (ed. Fachorgan des Österr. Bundes-Obstbauverbandes) vol. 10/11 (Österreichischer Agrarverlag, Wien, 2017).
13. Bader, R. & Holler, C. Extensiver Obstbau in Österreich: Erfassung in der Statistik und Entwicklung seit 1930. *Stat. Nachrichten* **4**, (2013).
14. Statistik Austria. Landwirtschaftlicher Extensivobstbau 2020. (2022).
15. Breinesberger, J. & Holler, C. *Streuobstanbau in Österreich. Hintergrunddokument zur Bewerbung um Aufnahme in das österreichische Verzeichnis des immateriellen Kulturerbes.* (2022).
16. Holler, C. *et al.* 'Streuobstkartierung Südburgenland' - Studie i. A. d. Naturschutzbund Burgenland. *Abschlussbericht Leader-Projekt.* (2014).
17. Holler, C. & Hausmann, K. *Erhebung und Bewertung der Streuobstwiesen im Naturpark Rosalia-Kogelberg - Studie im Auftrag des Naturparks Rosalia-Kogelberg.* (2025).
18. Pascher, K. *et al.* *Field Guide for a Biodiversity Inventory in the Agrarian Region – Vascular Plants, Butterflies, Grasshoppers and Habitat Structures.* (2010).
19. Schindler, S. *et al.* *Österreichisches Biodiversitätsmonitoring ÖBM – Kulturlandschaft.* (2021).
20. Bilonozhko, Y., Tokarieva, O., Heinze, B. & Kodym, A. *MISTELUR Misteln im urbanen Raum als Frühwarnsystem für klimabedingte Waldschäden.* Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Wien. (2023).
21. Pascher, K. *et al.* *Kartierhandbuch Zur Biodiversitätserfassung Im Agrarraum: Gefäßpflanzen, Tagfalter, Heuschrecken, Sowie Zuordnung von Landschaftsstrukturen zu ausgewählten Biotoptypen.* (2009).
22. Università degli Studi di Padova. *PollHab - Pollinators Typical of Habitats Protected under the Habitats Directive - Inception Report.* <https://pollhab.com/> (2025).
23. Höttinger, H., Pendl, M., Wiemers, M. & Pospisil, A. Insekten in Wien: Tagfalter. in *Insekten in Wien* (eds. Zettel, H., Gaal-Haszler, S., Rabitsch, W. & Christian, E.) 349 (Gesellschaft für Entomofaunistik, Wien, 2013).
24. Scheuchl, E. & Willner, W. *Taschenlexikon Der Wildbienen Mitteleuropas: Alle Arten im Porträt.* (Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim, 2016).
25. Stettmer, C., Bräu, M., Gros, P. & Wanninger, O. *Die Tagfalter Deutschlands und Österreichs.* (Bayrische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), 2022).
26. Westrich, P. *Die Wildbienen Deutschlands.* (Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2018).
27. Kratschmer, S. *et al.* *DivMoSt - BioDiversitätsMonitoring von Streuobstflächen: Methoden zur bundesweiten Verortung von Streuobstflächen und Erfassung der Biodiversität von Indikatororganismen zur Ergänzung etablierter Biodiversitätsmonitorings in Österreich. Endbericht.* (2025).
28. Schindler, M. & Peters, B. Eignen sich die Mauerbienen *Osmia bicornis* und *Osmia cornuta* als Bestäuber im Obstbau? *Erwerbs-Obstbau* **52**, 111–116 (2011).
29. Europäische Union. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A31992L0043> (1992).
30. Spitzenberger, F. Rote Liste der Säugetiere Österreichs (Mammalia). in *Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs, Grüne Reihe Band 14/1* (ed. Zulka, K. P.) 45–62 (Böhlau Verlag GesmbH&Co.KG., Wien, Köln, Weimar, 2005).
31. Ellmayer, T., Igel, V., Kudrnovsky, H., Moser, D. & Paternoster, D. *Monitoring von Lebensraumtypen und Arten von gemeinschaftlicher Bedeutung in Österreich 2016–2018 und Grundlagenerstellung für den Bericht gemäß Art. 17 Der FFH-Richtlinie Im Jahr 2019: Teil 2: Artikel 17-Bericht.* https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2366&cHash=12aabea35b4ba8f9e37d0eafe1b09512 (2020).

32. Teufelbauer, N. & Seaman, B. *Farmland Bird Index Für Österreich: Indikator 2023 Bis 2029 - Teilbericht Indikator 2024*. (2025).
33. BirdLife Österreich. Monitoring der Brutvögel Österreichs Kurzinformation. https://www.birdlife.at/web/binary/saveas?filename_field=datas_fname&field=datas&model=ir.attachment&id=5787 (2018).
34. Andretzke, H., Schikore, T. & Schröder, K. Artensteckbriefe. in *Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands* (ed. Südbeck, P.) 135–695 (Radolfzell, 2005).
35. Teufelbauer, N. *et al.* *Österreichischer Brutvogelatlas 2013-2018*. (Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, Wien, 2024).
36. Bauer, H.-G., Bezzel, E. & Fiedler, W. *Das Kompendium Der Vögel Mitteleuropas - Passeriformes - Sperlingsvögel*. (Aula-Verlag GmbH, Wiebelsheim, 2005).
37. Bauer, H.-G., Bezzel, E. & Fiedler, W. *Das Kompendium Der Vögel Mitteleuropas - Nonpasseriformes - Nichtsperlingsvögel*. (Aula-Verlag GmbH, Wiebelsheim, 2005).
38. Dvorak, M. *et al.* Erhaltungszustand und Gefährdungssituation der Brutvögel Österreichs: Rote Liste (5. Fassung) und Liste für den Vogelschutz prioritärer Arten (1. Fassung). *Egretta* **55**, 6–42 (2017).
39. Andretzke, H., Schikore, T., Schröder, K., Linke, T. J. & Georg, M. Artensteckbriefe. in *Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands* (ed. Südbeck et al.) 98–665 (Münster, 2025).
40. Rieder, I. & Schulze, C. H. Brutbiologie, Nahrung und Habitatnutzung des Wiedehopfs (*Upupa epops*) in Kärnten. *Carinthia II* 167–182 (2010).
41. Scherzinger, W. & Mebs, T. *Die Eulen Europas: Biologie, Kennzeichen, Bestände*. (Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart, 2020).
42. Brown, C. F., Kazmierski, M. R., Pasquarella, V. J. & Rucklidge, W. J. AlphaEarth Foundations: An embedding field model for accurate and efficient global mapping from sparse label data. *arXiv Prepr. arXiv.2507.22291* arXiv.2507, (2025).
43. Feng, Z. *et al.* TESSERA: Temporal Embeddings of Surface Spectra for Earth Representation and Analysis. *arXiv* (2025) doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.20380>.
44. Breiman, L. Random Forests. *Mach. Learn.* **45**, 5–32 (2001).
45. Immitzer, M. *et al.* Optimal input features for tree species classification in Central Europe based on multi-temporal Sentinel-2 data. *Remote Sens.* **11**, (2019).
46. Daryaei, A., Lechner, M., Iglseder, A., Waser, L. T. & Immitzer, M. Remote Sensing Applications: Society and Environment Sentinel-2 vs. PlanetScope: Comparison and combination for tree species classification in two central European forest ecosystems. *Remote Sens. Appl. Soc. Environ.* **38**, 101617 (2025).