

# Abschlussbericht

**Ökosystemleistungen im Obstanbau** - Bewertung verschiedener Obstanbausysteme unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Kriterien

**AZ 37494/01**

**Projektbeginn:** 01.11.2021

**Laufzeit:** 24 Monate + 3 Monate

Stand: Freising, 29.01.2024

---

**Ein Gemeinschaftsprojekt von:**

**Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)**

Am Hofgarten 4

85354 Freising

Prof. Dr. Markus Reinke, Vizepräsident

Tel. 08161 71-3480

markus.reinke@hswt.de

<https://www.hswt.de/>



**VG Lalling**

Hauptstraße 28

94551 Lalling

Manfred Hunger, Geschäftsstellenleiter

manfred.hunger@vgem-lalling.bayern.de

<https://www.vg-lalling.de/>

Verwaltungsgemeinschaft Lalling  
Grattersdorf – Hunding – Lalling – Schaufling



**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	37494/01	Referat	<b>33/2</b>	Fördersumme	<b>124.989 €</b>
----	----------	---------	-------------	-------------	------------------

**Antragstitel** Ökosystemleistungen im Obstanbau - Bewertung verschiedener Obstanbausysteme unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Kriterien

**Stichworte** Ökosystemleistungen, Streuobstwiese

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>24 Monate + 3 Monate</b>	<b>1.11.2021</b>	<b>31.01.2024</b>	<b>1</b>

Zwischenberichte ein Zwischenbericht  
30.11.2022

**Bewilligungsempfänger** Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
Am Hofgarten 4  
85354 Freising

Tel 08161713480  
Fax

**Projektleitung**

Markus Reinke

**Bearbeiter**

Lars Lehmborg  
Anika Sebastian  
Rebekka Honecker  
Charlotte Serve

**Kooperationspartner** VG Lalling  
Hauptstraße 28  
94551 Lalling

***Zielsetzung und Anlass des Vorhabens***

Der Obstanbau ist eine Form der Landnutzung, die neben der Erzeugung von Obst in erheblichem Umfang gesellschaftliche Leistungen erzeugt. Zu nennen sind hier beispielsweise ein positiver Beitrag zum Landschaftsbild, zum Erhalt der biologischen Vielfalt, zum Boden- und Gewässerschutz sowie zu den genetischen Ressourcen. Der Umfang der bereitgestellten Leistungen ist entscheidend von der Nutzungsart und -intensität der Obstanbauflächen abhängig. Zu unterscheiden sind extensiv und intensiv genutzte Obstanbauflächen mit einer Vielzahl an Anbausystemen zwischen diesen beiden Nutzungsintensitäten.

Quantitative, vergleichende Bewertungen des sowohl betriebswirtschaftlichen als auch des gesellschaftlichen Nutzens der verschiedenen Anbausysteme im Obstbau fehlen weitestgehend. Dabei sind solche vergleichenden Studien, welche die betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekte mehrerer Obstanbausysteme berücksichtigen, höchst relevant, um wichtige Erkenntnisse für eine nachhaltige, ressourcenschonende Entwicklung von Obstanbausystemen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität zu gewinnen.

Das in der umweltpolitischen Diskussion eingeführte Konzept der Ökosystemleistungen (ÖSL) soll dazu genutzt werden, die vielfältigen, bisher nicht oder zu wenig beachteten gesellschaftlichen Leistungen, die

von den verschiedenen Obstanbausystemen in unterschiedlichem Umfang bereitgestellt werden, möglichst objektiv zu ermitteln und quantitativ zu bewerten.

Im Vorhaben sollen für eine ausgewählte Anzahl von extensiv genutzten Streuobstwiesen sowie von Obstplantagen zum einen die wirtschaftlichen Erträge dargestellt und zum anderen für ein Set ausgewählter Ökosystemleistungen eine quantifizierte Bewertung realisiert werden. Damit ein hoher Gradient in der Nutzungsintensität und der Ertragsmargen untersucht werden kann, werden Obstbestände von Obstbäuerinnen und Obstbauern aus der bayerischen Bodenseeregion und aus dem traditionellen Obstanbaugebiet des Lallinger Winkels mit Schwerpunkt auf Streuobstwiesen betrachtet.

Die Ergebnisse sollen zeigen, welchen betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wert extensive Streuobstwiesen und intensive Obstplantagen haben, wie Nutzungsintensität und Ökosystemleistungen zusammenhängen und welche Empfehlungen hieraus für die Bewirtschaftung von Streuobstflächen und Obstplantagen sowie für die Berücksichtigung des gesellschaftlichen Wertes beispielsweise bei der staatlichen Förderung im Rahmen von Agrar-Umweltprogrammen ausgesprochen werden können.

### ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

Das Projekt gliedert sich in sieben Arbeitspakete. Nach der Auswahl der Untersuchungsflächen (AP1) und der Auswahl zu betrachtender betriebswirtschaftlicher Parameter (AP2) und der Methodenentwicklung zur Quantifizierung der Ökosystemleistungen (AP3) erfolgt in (AP4) die Erfassung und Bewertung der betriebswirtschaftlichen Daten sowie der ausgewählten Ökosystemleistungen. Darauf aufbauend findet eine vergleichende Bewertung der verschiedenen Anbausysteme statt (AP5) um daraus in (AP6) Handlungsempfehlungen abzuleiten. (AP7) umfasst Publikationstätigkeiten sowie den Wissenstransfer.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Mit den durchgeführten Erhebungen konnte beim Großteil der betrachteten Ökosystemleistungen eine quantifizierte Bewertung realisiert werden. Zwar handelt es sich um Momentaufnahmen mit einem geringen Stichprobenumfang, Tendenzen lassen sich jedoch erkennen und Vorannahmen bestätigen.

In der Kategorie der versorgenden Ökosystemleistungen konnte mit dem gewählten Indikator eine erfolgreiche Quantifizierung erreicht werden. Der Indikator „Erntemenge“ ermöglichte eine Quantifizierung der Ökosystemleistung „Bereitstellung von Nahrungs- und Futtermitteln“. Die Auswertung der an diese Datenaufnahmen angegliederte betriebswirtschaftliche Betrachtung musste hingegen im Verlauf des Projekts angepasst werden, da festgestellt wurde, dass für eine verlässliche und reproduzierbare Aussage zu Kosten und Gewinnen in Abhängigkeit zu den drei Bewirtschaftungsformen (IP, Bio und Streuobst) einheitlichere Antworten notwendig gewesen wären sowie eine größere Anzahl an teilnehmenden Betrieben. Diese standen im Rahmen des Projektes nicht zur Verfügung. Verbesserungsmöglichkeiten wurden zum einen auch bei dem im Projekt gewählten Indikator zur ÖSL "Genetische Ressourcen" identifiziert. Die Nutzung des Indikators „Sorten/ha“ erwies sich nur für die Anwendung auf Streuobstwiesen, nicht aber auf einzeln abgegrenzte Versuchsfelder der Niederstammanlagen als sinnvoll.

Auch bei der Bewertung der gewählten regulierenden Ökosystemleistungen, wurden zur Quantifizierung der Leistung geeignete Indikatoren gefunden. Die Indikatoren „Habitatpotenzial“ und „Deckungsgrad und Diversität von Gefäßpflanzen“ zur Quantifizierung der Ökosystemleistung „Erhalt von Populationen und Lebensräumen / Beitrag zur biologischen Vielfalt“ stellten sich prinzipiell als geeignet heraus. Für eine valide

Aussage ist jedoch eine größere Stichprobe, als im vorliegenden Projekt verwendet, notwendig. Schwierigkeiten traten jedoch bei der Bewertung der regulierenden Ökosystemleistung „Quantitative Regulierung des Wasserhaushaltes“ mit dem Indikator "Infiltrationsrate" auf. Es wurde festgestellt, dass der gewählte Indikator die Ökosystemleistung nur teilweise abbildet und weitere Faktoren wie verschiedene Bodenparameter nicht berücksichtigt werden. Eine Ergebnisinterpretation war so nicht möglich. Weiter zeigte sich, dass bei der ÖSL "Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation" statt einer isolierten Betrachtung der reinen Nützlingszahlen, das Gesamtverhältnis der Schädlinge und Nützlinge betrachtet werden sollte.

Die Quantifizierung der kulturellen Ökosystemleistung war mit dem gewählten Indikator „Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit“ bedingt umsetzbar.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Untersuchungen die Darstellung der Stärken und Schwächen von im Projekt gewählten Indikatoren ausgewählter Ökosystemleistungen ermöglichen. Es lassen sich Ansatzpunkte für Verbesserungen der gewählten Indikatoren sowie erste Tendenzen für Handlungsempfehlungen ableiten

### ***Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation***

Das Projekt wurde zuerst im Rahmen des von der Baden-Württemberg-Stiftung organisierten Forschungskolloquiums "Zukunft der Streuobstwiesen" am 25.11.2021 vorgestellt. Am 20.07.2022 wurde es anlässlich der Feldtage auf der Versuchsstation in Schlachters am Bodensee vorgestellt und traf auf erstaunlich hohe Resonanz. Weitere Posterpräsentationen erfolgten am 06.05.2023 auf dem Green Future Day in Freising-Weihenstephan sowie am 03.10.2023 zum Streuobsttag Schlachters.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	9
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Zusammenfassung.....	11
1 Einleitung.....	13
1.1 Anlass und Hintergrund des Vorhabens.....	13
1.2 Zielsetzung.....	13
1.3 Vorgehen im Projekt.....	14
2 Untersuchungsgebiete.....	15
2.1 Bodenseeregion.....	16
2.2 Lallinger Winkel.....	16
2.3 Untersuchungsflächen.....	17
2.3.1 Auswahl der Untersuchungsflächen.....	17
2.3.2 Kurzbeschreibung der Untersuchungsflächen.....	20
3 Charakterisierung der Anbausysteme.....	23
4 Grundlagen des Ökosystemleistungsansatzes.....	31
4.1 Das Konzept der Ökosystemleistungen.....	31
4.2 Klassifikation von Ökosystemleistungen.....	31
4.3 Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen.....	32
4.4 Umweltleistungen von Agrarökosystemen.....	34
5 Auswahl der zu betrachtenden Ökosystemleistungen von Streuobstwiesen und Kernobstplantagen.....	35
5.1 Literaturübersicht zu den ÖSL von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen.....	36
5.2 Beschreibung der ÖSL von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen und mögliche Indikatoren zur standortabhängigen Quantifizierung.....	38
5.3 Auswahl der quantitativ zu bewertenden Ökosystemleistungen.....	58
6 Methodik zur quantitativen Erfassung der Ökosystemleistungen von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen in den Untersuchungsregionen.....	60
6.1 Methode zur Erfassung der Bereitstellung von Nahrungs- und Futterpflanzen.....	61
6.2 Methode zur Erfassung der genetischen Ressourcen für die Züchtung.....	62
6.3 Methode zur Erfassung der quantitativen Regulierung des Wasserhaushalts.....	62
6.3.1 Infiltrationsmessung.....	62
6.3.2 Bodenproben.....	64
6.4 Methode zur Erfassung des Erhalts von Populationen und Lebensräumen.....	66

6.4.1	Herleitung der Parameter zur Bestimmung des Habitatpotenzials von Streuobstbeständen und Obstplantagen .....	66
6.4.2	Erfassung des Habitatpotenzials im Gelände .....	68
6.4.3	Bewertung mittels Punktesystem .....	69
6.4.4	Erfassung der Diversität von Gefäßpflanzen .....	71
6.5	Methode zur Erfassung der Landschaftsästhetik .....	72
7	Methodik zur betriebswirtschaftlichen Bewertung von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen in den Untersuchungsregionen .....	77
8	Ergebnisse .....	79
8.1	betriebswirtschaftliche Bewertung von Niederstammanlagen (IP und Bio) und Streuobstwiesen mit Hilfe des Indikators „Ernteleistung“ .....	79
8.2	Bewertung der Untersuchungsflächen hinsichtlich ihrer Bereitstellung von Ökosystemleistungen sowie Bewertung bestimmter ÖSL auf Basis von Literatur .....	82
8.2.1	Nahrungs- und Futterpflanzen (CICES Code: 1.1.1.1).....	82
8.2.2	Holz (CICES Code: 1.1.1.2) .....	86
8.2.3	Genetische Ressourcen (CICES Code: 1.2.1.2).....	93
8.2.4	Regulierung des Wasserhaushalts (CICES Code: 2.2.1.3) .....	100
8.2.5	Erhalt von Populationen und Lebensräumen / Beitrag zur biologischen Vielfalt (CICES Code: 2.2.2.3) .....	105
8.2.6	Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation (CICES Code: 2.2.3.1) .....	114
8.2.7	Ästhetik (CICES Code: 3.1.2.4) .....	118
8.3	Zusammenfassende Bewertung, Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen .....	121
8.3.1	Bewertung der gewählten Ökosystemleistungen .....	121
8.3.2	Vergleich der Anbausysteme.....	126
9	Öffentlichkeitsarbeit.....	127
10	Fazit und Ausblick.....	128
11	Literaturverzeichnis.....	131
	Anhang I: Erfassungsbogen Habitatpotenzial .....	141
	Anhang II: Bewertungsschema Habitatpotenzial .....	149
	Anhang III: Bewirtschaftungsformblatt Streuobstwiese .....	161
	Anhang IV: Bewirtschaftungsformblatt Niederstammanlage .....	167

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Untersuchungsgebiete .....	15
Abbildung 2: Lage der Untersuchungsflächen in der Bodenseeregion .....	18
Abbildung 3: Lage der Untersuchungsflächen im Lallinger Winkel .....	19
Abbildung 4: 100-jähriger Streuobstwiesenbestand im Lallinger Winkel .....	23
Abbildung 5: Niederstammanlage am Bodensee .....	26
Abbildung 6: Wechselwirkungen zwischen Agrarökosystemen, Managementpraktiken, Ökosystemleistungen und der Landschaftsmatrix nach Power (2010) .....	34
Abbildung 7: Arbeitsschritte zur Auswahl der ÖSL, welche im Projekt quantitativ erfasst werden sollen .....	35
Abbildung 8: Messung der Bestandeshöhe, Zeichnung (Riehl, 2001) .....	61
Abbildung 9: Einfachring-Infiltrometer mit innenliegender Skala zum Ablesen des Wasserstandes... ..	62
Abbildung 10: Lage der Messpunkte zur Infiltrationsmessung in Niederstammanlagen .....	63
Abbildung 11: Lage der Messpunkte zur Infiltrationsmessung auf den Streuobstwiesen .....	63
Abbildung 12: Spatenstich .....	64
Abbildung 13: Entnahme und Mischen in Eimer .....	64
Abbildung 14: Einschlagen des Zylinders .....	65
Abbildung 15: Ausgraben des Zylinders .....	65
Abbildung 16: Einflussfaktoren des Habitatpotenzials .....	66
Abbildung 17: Größe, Lage und Anzahl der Vegetationsaufnahmeflächen in der Plantage .....	71
Abbildung 18: Größe, Lage und Anzahl der Vegetationsaufnahmeflächen in Streuobstwiesen .....	72
Abbildung 19: Neupflanzung (Apfel) .....	73
Abbildung 20: Ertragsphase (Apfel) .....	73
Abbildung 21: Altbäume (Birne) .....	73
Abbildung 22: Totholz .....	73
Abbildung 23: jüngere Anlage mit eher zierlichen Spindelbäumen .....	74
Abbildung 24: mittelalte Anlage mit opulenterem Erscheinungsbild der Spindelbäume .....	74
Abbildung 25: Darstellung der Ernteleistung als Erntemenge pro Stundenaufwand [in dt pro Akh] getrennt nach Bewirtschaftungsform (IP = Integrierte Produktion, Bio = Biologische Produktion und Streuobst = Produktion auf Streuobstwiesen) sowie Daten basierend auf einer im vorliegenden Projekt durchgeführten Umfrage und Daten basierend auf Literaturwerten .....	80
Abbildung 26: Dargestellt ist die mittlere Erntemenge [in dt/ha] je Bewirtschaftungsform (IP = Integrierte Produktion, Bio = Biologische Produktion und Streuobst = Produktion auf Streuobstwiesen). Die Anzahl der jeweils berücksichtigten Untersuchungsflächen ist als n (Stichprobengröße) angegeben. ....	82
Abbildung 27: Durchschnittlich anfallendes Rodungs-, Schnitt- und Wertholz (t TM/ha/a) auf Obstplantagen und Streuobstwiesen .....	87
Abbildung 28: Schnitt- und Rodungsholz als Energieträger .....	89
Abbildung 29: Heizöläquivalent .....	89
Abbildung 30: Düngegehalt Schnittholz (Schmid (2013), verändert nach Moser (1881)) .....	91
Abbildung 31: Sortenanzahl und Flächengröße je Fläche (ohne Differenzierung nach Obstart) .....	94
Abbildung 32: Anzahl der angegebenen Bäume je Obstart (absolut und anteilig) auf den Streuobstwiesen .....	94

Abbildung 33: Verteilung der Obstarten und -sorten auf den Streuobstwiesen. Die Angabe „N=“ bezieht sich auf die Anzahl der berücksichtigten Obstbäume auf der Fläche .....	96
Abbildung 34: Ergebnisse zur gewichteten Infiltrationsrate je Bereich und Fläche. Bei der gewichteten Durchschnittsberechnung wurden die Flächenanteile der einzelnen Bereiche berücksichtigt. Die Prozentzahl gibt den Anteil der Infiltrationsrate je Bereich in Bezug auf die Gesamteinfiltrationsrate an. ....	101
Abbildung 35: Verteilung der Kornfraktionen je Bereich und Fläche. ....	103
Abbildung 36: Anteil an organischer Substanz je Bereich und Fläche. ....	104
Abbildung 37: Dichte des Bodens je Bereich und Fläche. ....	104
Abbildung 38: Dargestellt ist das Habitatpotenzial je Bewirtschaftungsform (IP = Integrierte Produktion, Bio = Biologische Produktion und Streuobst = Produktion auf Streuobstwiesen) und Untersuchungsfläche differenziert nach den Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen].....	105
Abbildung 39: Dargestellt ist das Habitatpotenzial der Bewirtschaftungsform IP (Integrierte Produktion) differenziert nach den Untersuchungsflächen (1 bis 5), Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen], sowie Artengruppen. ....	107
Abbildung 40: Dargestellt ist das Habitatpotenzial der Bewirtschaftungsform Bio (Biologische Produktion) differenziert nach den Untersuchungsflächen (1 bis 5), Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen], sowie Artengruppen. ....	108
Abbildung 41: Dargestellt ist das Habitatpotenzial der Bewirtschaftungsform Streu (Produktion auf Streuobstwiesen) differenziert nach den Untersuchungsflächen (2 bis 9), Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen], sowie Artengruppen. ....	109
Abbildung 42: Verteilung der Artenanzahl. Boxplots mit Angabe von Median (Strich) und Mittelwert (Kreuz). Zahl der Kontrollflächen insgesamt a 24m <sup>2</sup> : in fünf verschiedenen IP und fünf verschiedenen Bio-Niederstammanlagen, vier verschiedenen Streuobstwiesen am Bodensee sowie sechs verschiedenen Streuobstwiesen im Lallinger Winkel. ....	111
Abbildung 43: Anteil an Arten an der jeweiligen Gesamtartenzahl, die Magerkeitszeiger darstellen und den Zeigerwerten nach Ellenberg mit der Stickstoffzahl (N) und den Werten 1-3 für stickstoffarme Standorte zugeordnet werden.. Nach Tafel 34 des Bestimmungsschlüssels für geschützte Flächen nach §30 BNatSchG / Art. 23 BayNatSchG (§30-Bestimmungsschlüssel) (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), 2022). ....	112
Abbildung 44: Schnitthäufigkeit je Fläche. Mit * markierte Flächen mit zusätzlicher Beweidung. Mit ** markierte Fläche mit ausschließlicher Beweidung. Auf IP und Bio ausschließlich Mulchen. ....	113
Abbildung 45: Bewertung des ästhetischen Wertes anhand der Eignungskriterien "Vielfalt des Bestandes" und "Natürliche Anmutung". Die Maximalpunktzahl liegt bei 30 Wertpunkten. Bei der mit * markierten Fläche liegen keine Daten zur Anzahl der Arbeitsdurchgänge/Saison (akustische und/oder olfaktorische Störungen) vor. **Intensivanlagen ***Streuobstbestände.....	118
Abbildung 46: Posterpräsentation am Streuobsttag in Schlachters (03.10.2023). ....	127
Abbildung 47: Reges Interesse am Infostand des ÖSL-Projektes am Streuobsttag in Schlachters (03.10.2023). ....	127



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über das Vorgehen und den Arbeitsstand .....	14
Tabelle 2: Grunddaten zur Lage, Größe und Bewirtschaftung der Untersuchungsflächen .....	21
Tabelle 3: Exemplarische Darstellung der ÖSL Kategorien nach CICES.....	32
Tabelle 4: Literaturnachweise zur qualitativen und quantitativen Bewertung der ÖSL von Niederstammanlagen und Streuobstwiesen.....	36
Tabelle 5: Übersicht der im Projekt quantitativ zu bewertenden Ökosystemleistungen .....	58
Tabelle 6: Datengrundlagen für die Bewertung der ÖSL im Projekt .....	59
Tabelle 7: Übersicht der Erfassungsmethoden .....	60
Tabelle 8: Relevanz der Habitatparameter für unterschiedliche Artengruppen .....	67
Tabelle 9: Zuordnung der Artengruppen* zu den für sie relevanten Baummikrohabitaten .....	68
Tabelle 10: Maximale Punktzahl je Artengruppe .....	69
Tabelle 11: Schema zur Gesamtbewertung des Habitatpotenzials einer Fläche .....	69
Tabelle 12: Schätzsкала nach Braun Blanquet .....	71
Tabelle 13: Bewertungsschlüssel Landschaftsbild .....	75
Tabelle 14: Übersicht der auf den Untersuchungsflächen durchgeführten Untersuchungen.....	78
Tabelle 15: Dargestellt sind mittlere Erträge und mittlerer Zeitaufwände differenziert nach Anbausystem. Die im Projekt ermittelten Daten sind in Schwarz dargestellt und Referenzdaten in Grau. ....	80
Tabelle 16: Dargestellt sind mittlere Erträge differenziert nach Most- und Tafelobst.....	81
Tabelle 17: Kennwerte zum Grünlandertrag. *geschätzt auf Grundlage von Bestandeshöhenmessungen **Berechnungsgrundlage bildet der Heupreis in BY von 99€ je Tonne Großballen, Stand Juni 2022. Es wird nur die Nutzung der Gesamtfläche berücksichtigt.....	84
Tabelle 18: Literaturwerte zur Menge an Schnitt-, Rodungs- und Wertholz in Frischmasse (FM) und Trockenmasse (TM) auf Obstplantagen und Streuobstwiesen. Umrechnung von Frischmasse (FM) → Trockenmasse (TM) nach Hagauer (2009), wonach 100 t-lutro Holzhackgut bei 35 % Wassergehalt 65 t-atro Holzhackgut entsprechen.....	87
Tabelle 19: Nährstoffwerte nach in der Beeck et al. (2006), erweitert mit Düngepreisen.....	90
Tabelle 20: Mittlere verkaufte Mengen und Preise für Holz (Schulz et al., 2020). ....	90
Tabelle 21: Gewinnbeträge nach Schulz et al. (2020) bei einer Umtriebszeit von 60 Jahren und 25 vermarktbareren Bäumen pro Hektar .....	91
Tabelle 22: Übersicht zu Sortenanzahl, Flächengröße und den drei häufigsten Sorten je Fläche.....	93
Tabelle 23: Rückgemeldete Apfel- und Birnensorten sowie die Gesamtanzahl an den jeweiligen Einzelbäumen auf insgesamt 11 Streuobstwiesen am Bodensee (4) und im Lallinger Winkel (7). Sorten, die nachweislich vor 1900 gekreuzt/gehandelt bzw. erwähnt wurden, sind farblich markiert (blaugrau). Sorten ab 1900 (beige), Sorten ohne Information (farblos). ....	98
Tabelle 24: Durchschnittliche Flächenanteile der jeweiligen Bereiche im System in Prozent und Mittelwert der finalen Infiltrationsrate samt Standardabweichung aus je drei Messreihen .....	100
Tabelle 25: Mittlere Schnitthäufigkeit je Produktionssystem und Region (Gesamtfläche) .....	112
Tabelle 26: Zusammenfassung von Erhebungen verschiedener Autoren zum Nützlingsvorkommen in unterschiedlich bewirtschafteten Obstanlagen. *** = $p < 0.001$ , ** = $p < 0.01$ .....	114
Tabelle 27: mittlere Individuenanzahl von Arthropoden auf Kontrollflächen unterschiedlich bewirtschafteter Obstanlagen (nach Rösler 2007) .....	117
Tabelle 28: Zusammenfassende Tabelle der Bewertungskriterien und ihrer Bewertung .....	121

Tabelle 29: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Höhlenbrüter) .....	149
Tabelle 30: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Baum-/Kronenbrüter) .....	150
Tabelle 31: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Buschbrüter) .....	151
Tabelle 32: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Bodenbrüter).....	152
Tabelle 33: Bewertung Habitatpotenzial Fledermäuse .....	153
Tabelle 34: Bewertung Habitatpotenzial Bilche .....	154
Tabelle 35: Bewertung Habitatpotenzial Spinnen.....	155
Tabelle 36: Bewertung Habitatpotenzial Käfer (Boden-,Streu- und Krautschichtbewohner) .....	156
Tabelle 37: Bewertung Habitatpotenzial holzbewohnende Käfer .....	157
Tabelle 38: Bewertung Habitatpotenzial Wildbienen (bodennistend) .....	158
Tabelle 39: Bewertung Habitatpotenzial Wildbienen (holznistend) .....	159
Tabelle 40: Bewertung Habitatpotenzial Wildbienen (hohlraumnistend) .....	160

## Abkürzungsverzeichnis

Bio	Biologische Produktion
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services
DüV	Düngeverordnung
KULAP	Kulturlandschaftsprogramm
IP	Integrierte Produktion
MAES	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services
ÖSL	Ökosystemleistungen
Streu	Streuobstwiese
VNP	Vertragsnaturschutzprogramm

## Zusammenfassung

Der Obstanbau trägt nicht nur zur Obstproduktion bei, sondern erzeugt auch bedeutende gesellschaftliche Leistungen. Darunter fallen die Produktion zusätzlicher Biomasse in Form von Grünland- und Holzertrag sowie positive Beiträge zum Landschaftsbild und zum Erhalt der biologischen Vielfalt. Die Nutzungsart und -intensität der Obstanbauflächen beeinflussen den Umfang dieser Leistungen. Quantitative Bewertungen dieser gesellschaftlichen Leistungen innerhalb der verschiedenen Anbausysteme im Obstbau gibt es bislang nur wenige.

Um diese Lücke zu schließen, wird sich in der umweltpolitischen Diskussion des Konzepts der Ökosystemleistungen (ÖSL) bedient. Ziel ist es, die gesellschaftlichen Leistungen verschiedener Obstanbausysteme objektiv zu ermitteln und quantitativ zu bewerten. Das Projekt konzentriert sich auf extensiv genutzte Streuobstwiesen sowie auf Erwerbsobstanlagen in der bayerischen Bodenseeregion und im Lallinger Winkel. Letztere werden im vorliegenden Bericht auch als Niederstammanlagen bezeichnet, wobei hier praxisübliche Anlagen mit Spindelerziehung auf schwach wachsender Unterlage gemeint sind.

Das Projekt umfasst sieben Arbeitspakete, einschließlich der Auswahl der Untersuchungsflächen, betriebswirtschaftlicher Parameter und Methoden zur Quantifizierung der Ökosystemleistungen.

Zum einen sollen die Grenzen und Potentiale der gewählten Indikatoren zur Quantifizierung der Ökosystemleistungen evaluiert werden. Zum anderen sollen die Ergebnisse der Erfassungen und Bewertungen den betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wert von Streuobstwiesen und Obstplantagen quantifizieren. Außerdem sollen methodische Grundsteine für weitere Untersuchungen gelegt werden, die den Zusammenhang zwischen Nutzungsintensität und Ökosystemleistungen aufzeigen und Empfehlungen für die Bewirtschaftung bzw. Optimierungsmöglichkeiten geben.

Mit den durchgeführten Erhebungen wurde eine quantifizierte Bewertung für die meisten betrachteten Ökosystemleistungen erreicht. Zwar handelt es sich um Momentaufnahmen mit einem geringen Stichprobenumfang, Tendenzen lassen sich jedoch erkennen und Vorannahmen bestätigen.

In der Kategorie der versorgenden Ökosystemleistungen wurde eine erfolgreiche Quantifizierung erreicht. Mittels des Indikators „Erntemenge“ konnte eine Quantifizierung der Ökosystemleistung „Bereitstellung von Nahrungs- und Futtermitteln“ erfolgreich durchgeführt werden. Die Auswertung der betriebswirtschaftlichen Daten musste im Verlauf des Projekts angepasst werden, da festgestellt wurde, dass für eine verlässliche und reproduzierbare Aussage zu Kosten und Gewinnen in Abhängigkeit zu den drei Bewirtschaftungsformen (IP, Bio und Streuobst) einheitlichere Antworten notwendig gewesen wären sowie eine größere Anzahl an teilnehmenden Betrieben. Diese standen im Rahmen des Projektes nicht zur Verfügung. Schwierigkeiten traten auch bei der Bewertung von regulierenden Ökosystemleistungen auf. Insbesondere bei der hier im Projekt gewählten Ökosystemleistung „Quantitative Regulierung des Wasserhaushaltes“ mit dem Indikator "Infiltrationsrate". Es wurde festgestellt, dass der gewählte Indikator die Ökosystemleistung nur teilweise abbildet und weitere Faktoren wie verschiedene Bodenparameter nicht berücksichtigt wurden. Eine abschließende Ergebnisinterpretation war in diesem Fall nicht möglich.

Verbesserungsmöglichkeiten wurden zum einen auch beim Indikator zur ÖSL "Genetische Ressourcen" identifiziert. Die Nutzung des Indikators „Sorten/ha“ erwies sich nur für die Anwendung auf

Streuobstwiesen, nicht aber auf einzeln abgegrenzte Versuchsflächen der Niederstammanlagen als sinnvoll. Weiters zeigte sich, dass bei der ÖSL "Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation" statt einer isolierten Betrachtung der reinen Nützlingszahlen, das Gesamtverhältnis der Schädlinge und Nützlinge betrachtet werden sollte.

Bei der Bewertung der gewählten regulierenden Ökosystemleistungen wurden zur Quantifizierung der Leistung geeignete Indikatoren gefunden. Die Indikatoren „Habitatpotenzial“ und „Deckungsgrad und Diversität von Gefäßpflanzen“ zur Quantifizierung der Ökosystemleistung „Erhalt von Populationen und Lebensräumen / Beitrag zur biologischen Vielfalt“ stellten sich prinzipiell als geeignet raus. Für eine valide Aussage ist jedoch eine größere Stichprobe, als im vorliegenden Projekt verwendet, notwendig

Die Quantifizierung der kulturellen Ökosystemleistung war mit dem gewählten Indikator bedingt umsetzbar.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Untersuchungen die Darstellung der Stärken und Schwächen von im Projekt gewählten Indikatoren ausgewählter Ökosystemleistungen ermöglichen. Es lassen sich Ansatzpunkte für Verbesserungen der gewählten Indikatoren sowie erste Tendenzen für Handlungsempfehlungen ableiten.

Das Projekt wurde auf verschiedenen Veranstaltungen präsentiert: Auf dem Forschungskolloquium "Zukunft der Streuobstwiesen", auf den Feldtagen und dem Streuobsttag in Schlachters am Bodensee sowie auf dem Green Future Day in Freising-Weihenstephan.

# **1 Einleitung**

## **1.1 Anlass und Hintergrund des Vorhabens**

Der Obstanbau ist eine Form der Landnutzung, die neben der Erzeugung von Obst je nach Nutzungsart und -intensität in erheblichem Umfang gesellschaftliche Leistungen erzeugt. Zu nennen sind hier beispielsweise ein positiver Beitrag zum Landschaftsbild, zum Erhalt der biologischen Vielfalt, zum Boden- und Gewässerschutz sowie zu den genetischen Ressourcen.

Misst man ein landwirtschaftliches Nutzungssystem alleine an seiner Produktionsleistung, so scheint ein traditionelles Agroforstsystem wie eine Streuobstwiese betriebswirtschaftlich heute häufig ökonomisch nicht mehr rentabel. Werden jedoch die gesellschaftlichen Leistungen eines Obstanbausystems mit in die Betrachtung einbezogen, ergibt sich ein anderes Bild. Die Beantwortung der Frage, in welchem Umfang diese gesellschaftlichen Leistungen von extensiv und intensiv genutzten Obstanbauflächen erzeugt werden und wie diese bei der Bewertung des gesellschaftlichen Nutzens berücksichtigt werden müssten, ist Ziel dieses Projektes.

Das in der umweltpolitischen Diskussion eingeführte Konzept der Ökosystemleistungen (ÖSL) soll dazu genutzt werden, die vielfältigen, bisher nicht oder zu wenig beachteten gesellschaftlichen Leistungen, die von den verschiedenen Obstanbausystemen in unterschiedlichem Umfang bereitgestellt werden, möglichst objektiv zu ermitteln und quantitativ zu bewerten.

## **1.2 Zielsetzung**

Ziel des Projektes ist die Schärfung des gesellschaftlichen und politischen Bewusstseins für den gesellschaftlichen Wert von Obstanbauflächen sowie die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für deren dauerhafte Erhaltung und Entwicklung. Erste Ergebnisse sollen Hinweise darauf liefern, welchen betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wert extensive Streuobstwiesen und intensive Obstplantagen haben und welche Abhängigkeiten von Nutzungsintensität und Ökosystemleistungen bestehen. Weiterhin soll ermittelt werden, inwieweit übergeordnete Faktoren wie Verordnungen, Vermarktungsnormen und Anreizsysteme die Bereitstellung von Ökosystemleistungen begünstigen oder nachteilig beeinflussen.

Es soll eine Basis geschaffen werden, den gesellschaftlichen Wert der verschiedenen Obstanbausysteme bei Entscheidungsfindungen und der Ausgestaltung von Förderinstrumenten zu berücksichtigen. Hierfür soll eine Bewertung von verschiedenen Kernobstanbausystemen durchgeführt werden, welche ökologische, ökonomische und soziale Aspekte auf der Grundlage des Konzeptes der Ökosystemleistungen verbindet. Mit dieser Bewertung soll zudem eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung von Obstanbausystemen geschaffen werden.

### 1.3 Vorgehen im Projekt

Das Projekt mit seinen 7 Arbeitspaketen erstreckt sich im Wesentlichen über 3 Phasen, die sich teilweise überschneiden und ergänzen. Die Arbeitspakete 1 bis 3 sind vor allem vorbereitend und strategisch ausgerichtet. Hier werden insbesondere die Fragestellungen zum methodischen Vorgehen eingehend behandelt und abgewogen. Diese Vorbereitungen beziehen sich dabei sowohl auf die Datenerhebung als auch auf die Flächenauswahl. Die Methodenentwicklung setzt eine umfangreiche Literaturrecherche voraus und beinhaltet einen komplexen Abwägungsprozess sowohl für die Erhebung der betriebswirtschaftlichen Daten als auch für die Erfassung der Ökosystemleistungen.

Die Arbeitspakete 4 und 5 beschäftigen sich mit den Daten selbst. Das Arbeitspaket 4 umfasst die Datenerhebung im Gelände, die auf den Ergebnissen der vorbenannten Arbeitspakete aufbauen. Das Arbeitspaket 5 komplettiert die aufgenommenen Geländedaten mit weiteren Daten aus der Literatur und kommt zu einer Wertung und Bewertung der Ergebnisse. Die Arbeitspakete 6 und 7 bereiten das erlangte Wissen auf, und machen es für die Öffentlichkeit verfügbar. Die folgende Tabelle 1 zeigt die projektspezifischen Teilschritte mit dem jeweilig angestrebten Ergebnis und gibt in der letzten Spalte einen Überblick über den Bearbeitungsstand.

*Tabelle 1: Übersicht über das Vorgehen und den Arbeitsstand*

Arbeitspaket	Arbeitsschritt	Output	Arbeitsstand
<b>AP1</b>	Auswahl von Betrieben und Flächen	Liste/Karte der Untersuchungsstandorte	✓
<b>AP2</b>	Methodenentwicklung ökonomische Parameter	Bewirtschaftungsbogen, welcher den Betrieben zur Datenerfassung bereitgestellt wird	✓
<b>AP3</b>	Recherche von Ökosystemleistungen	Übersicht an Ökosystemleistungen	✓
<b>AP3</b>	Recherche von Indikatoren zur Quantifizierung und dazugehörigen Erfassungsmethoden	Indikator- und Methodenübersicht	✓
<b>AP3</b>	Auswahl von zu bewertenden Ökosystemleistungen	Liste an Ökosystemleistungen, welche im Projekt bewertet werden	✓
<b>AP3</b>	Methodenverfeinerung für die Erfassung im Gelände	detaillierte Methodenbeschreibung	✓
<b>AP4</b>	Erfassung betriebswirtschaftlicher Daten der teilnehmenden Betrieben	Arbeitsschritte, Arbeitsaufwand und Erntemengen	✓
<b>AP4</b>	Erfassung der ausgewählten ÖSL im Gelände	Quantitative Daten zu einzelnen ÖSL	✓
<b>AP5</b>	Auswertung der im Gelände erfassten Daten	Diversität von Gefäßpflanzen Habitatpotenzial Sortenvielfalt Wasserinfiltrationsrate Landschaftsbild	✓
<b>AP5</b>	Recherche von bereits quantifizierten ÖSL im Obstanbau	Literaturübersicht	✓
<b>AP5</b>	Bewertung der ausgewählten ÖSL, welche nicht im Gelände erfasst wurden auf Basis bestehender Daten aus der Literatur	Abundanz/Diversität von Nützlingen Holzertrag	✓
<b>AP5</b>	Auswertung der Betriebsdaten	Betriebswirtschaftliche Parameter	✓

<b>AP5</b>	Vergleichende Bewertung der Anbausysteme und Schlussfolgerungen	Zusammenfassende Tabelle aller Bewertungskriterien und ihrer entsprechenden Bewertung	✓
<b>AP6</b>	Strategien und Handlungsempfehlungen	Kurzes, klar strukturiertes Strategiepapier mit Schlussfolgerungen bezüglich politischer und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen	✓
<b>AP7</b>	Wissenstransfer	Presseartikel, kompakte Zusammenfassung der Ergebnisse, zielgruppengerechte Aufbereitung, Informationsveranstaltungen	✓

## 2 Untersuchungsgebiete

Damit ein hoher Gradient in der Nutzungsintensität und auch der Ertragsmargen untersucht werden kann, wurden Kernobstbestände aus der bayerischen Bodenseeregion und aus dem traditionellen Obstanbaugebiet des Lallinger Winkels betrachtet. Bereits bestehende Kontakte zu Obstbauern in diesen beiden Regionen begünstigte die Auswahl der beiden Untersuchungsgebiete. Die Freilanduntersuchungen und Erhebungen wurden in diesen beiden Regionen durchgeführt.

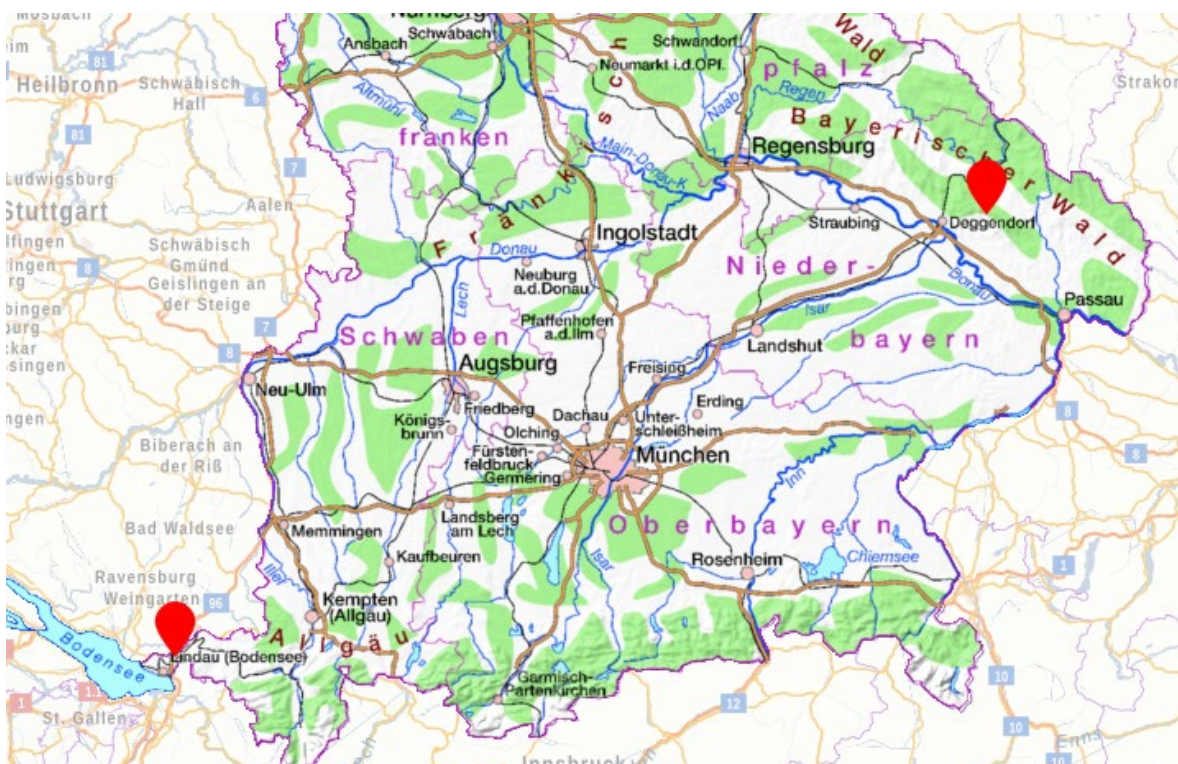


Abbildung 1: Lage der Untersuchungsgebiete (© Daten:geoportal.bayern.de, Bayerische Vermessungsverwaltung, EuroGeographics)

## 2.1 Bodenseeregion

Der Bodensee liegt auf einer Höhe von 395 m NN im voralpinen Hügel- und Moorland und nimmt eine Fläche von 536 km<sup>2</sup> ein. Die durchschnittlichen Jahrestemperaturen liegen in der Bodenseeregion zwischen 7,0°C bis 8,5°C. Die Jahresniederschläge variieren regional stark. Am nordwestlichen Bodenseeufer sind es im Mittel 750 mm Niederschlag und im Osten des Sees liegen die Niederschlagsmengen bei 1400 mm (Infodienst-Ländlicher Raum). Neben Gley und Moor sind im Untersuchungsraum dominierend die Bodentypen Braunerde und Parabraunerde zu finden (*bayernatlas.de*, o.J.). Aufgrund der Wärmespeicherfunktion des Bodensees und der damit verbundenen Effekte auf das regionale Klima sowie der zuverlässigen Niederschläge eignet sich das Bodenseegebiet für den Obstbau. Im gesamten länderübergreifenden Obstbaugebiet (Bayern und Baden-Württemberg) von Lindau über Tettnang, Ravensburg und Überlingen bis nach Stockach betreiben etwa 1000 Betriebe auf etwa 9000 ha Obstbau. Hierbei dominiert der Anbau von Apfel bei weitem. Weitere angebaute Obstarten sind Birne, Süß- und Sauerkirsche, Zwetschge sowie Beerenobst (Himbeere, Brombeere, Erdbeere und Heidelbeere) (Garming et al., 2018). Mit einer jährlichen Erntemenge von 280.000 bis 300.000 t zählt die Bodenseeregion zu den größten Apfel-Anbauregionen Europas, ca. ein Drittel der in Deutschland produzierten Äpfel stammt vom Bodensee.

## 2.2 Lallinger Winkel

Der Lallinger Winkel besteht aus den vier Gemeinden Lalling, Hunding, Schaufling und Grattersdorf, die sich im östlichen Teil des Landkreises Deggendorf in Niederbayern befinden. Als Obstregion Lallinger Winkel wird das Tal rund um Lalling und Hunding verstanden. Die in dieser Region schon lange bestehende, jahrhundertealte Tradition im Obstbau reicht bis auf die Gründung und den Ausbau des Klosters Niederaltaich zurück. Bis heute entfalten sich vielfältige Aktivitäten rund um das Thema Streuobst: Die Region engagiert sich von Maßnahmen zur Kulturlandschaftspflege über Erzeuger- und Vermarktungsinitiativen bis hin zu Freizeit- und Bildungsangeboten im Themengebiet Streuobstanbau.

Der Bestand an Obstbäumen beträgt ca. 6000 Bäume. Der Großteil der Bestände liegt am Ortsrand, in der freien Landschaft sind hingegen nur wenige Streuobstbestände zu finden. Ein Großteil der Streuobstbewirtschaftenden ist in Erzeugergemeinschaften organisiert. Die Vermarktung des Tafelobstes sowie der veredelten Produkte erfolgt überwiegend direkt ab Hof sowie auf den beiden jährlich stattfindenden Apfelmärkten.

Das für den Obstbau günstige, milde Klima verdankt der Lallinger Winkel seiner geschützten Lage und der geringen Höhe von ca. 450 m ü. NN (Blum, 2011). Auf drei Seiten ist der Talkessel von bewaldeten Bergrücken des Vorderen Bayerischen Waldes windgeschützt und damit weniger von Frost gefährdet (Meynen & Schmithüsen, 1953). Der Jahresniederschlag im Gebiet (vieljährige Mittelwerte 1991 – 2020) beträgt etwa 1100mm (DWD). Auf den Gneisen und Graniten als Ausgangsgesteine finden sich Braunerden mit meist geringer Basensättigung, sowie stellenweise Gleye (Bodenkundliche Übersichtskarte von Bayern-ÜBK25).



## **2.3 Untersuchungsflächen**

### **2.3.1 Auswahl der Untersuchungsflächen**

Für die drei Produktionsformen ökologische Niederstammanlage (Bio), integriert bewirtschaftete Niederstammanlage (IP) und Streuobstwiese wurde als Minimum die Anzahl von fünf Untersuchungsflächen angestrebt. Nach telefonischer Kontaktaufnahme mit den in Frage kommenden Betrieben wurden die Betriebe besichtigt und die Bereitschaft der Bewirtschafter zur Mitwirkung im Projekt abgefragt. Abhängig von der Parzellengröße, vom Baumbestand, Bodenart und der Lage des Betriebs wurden die Untersuchungsflächen festgelegt. Insgesamt wurden fünf integriert bewirtschaftete Erwerbsanlagen (Spindel), fünf ökologisch bewirtschaftete Erwerbsanlagen (Spindel) und sechs Streuobstwiesen in der Bodenseeregion (vgl. Abbildung 2) sowie neun Streuobstwiesen im Lallinger Winkel (vgl. Abbildung 3) für die geplanten Untersuchungen ausgewählt. Hierbei ist zu erwähnen, dass bestimmte Untersuchungen, wie die Messung der Infiltrationsrate, aufgrund sich unterscheidender abiotischer Standortverhältnisse zwischen dem Lallinger Winkel und der Bodenseeregion, nur in der Bodenseeregion durchgeführt werden.

Um die Heterogenität des Streuobstanbaus abzudecken sowie Unterschiede innerhalb dieser Produktionsform zu evaluieren, wurden Streuobstbestände mit unterschiedlicher Altersstruktur der Bäume, mit und ohne Biozertifizierung sowie mit und ohne Vermarktung des geernteten Obstes ausgewählt.

Der limitierten Anzahl der Untersuchungsflächen liegt eine Begrenzung des Aufwands und der Ressourcen zu Grunde.

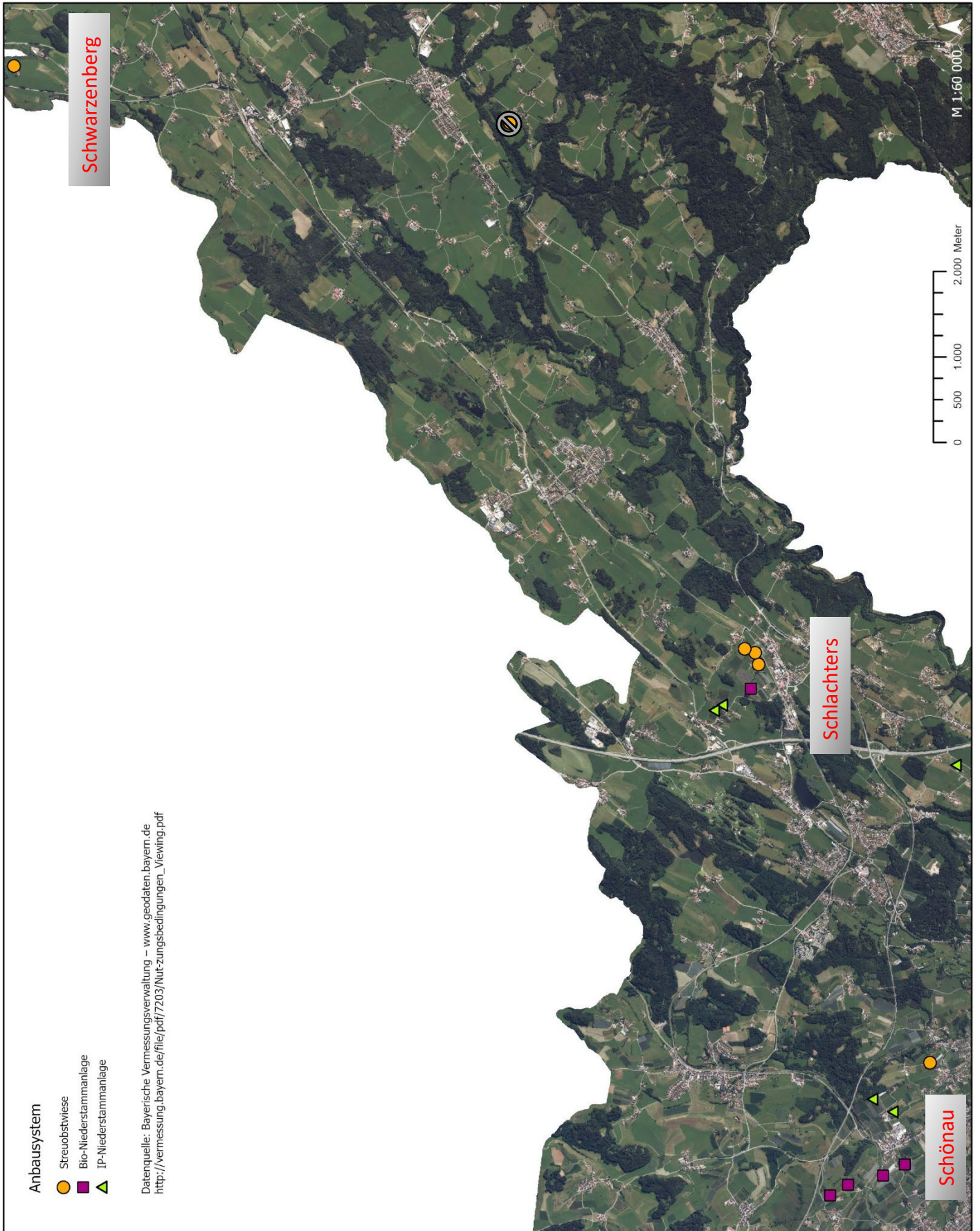


Abbildung 2: Lage der Untersuchungsflächen in der Bodenseeregion



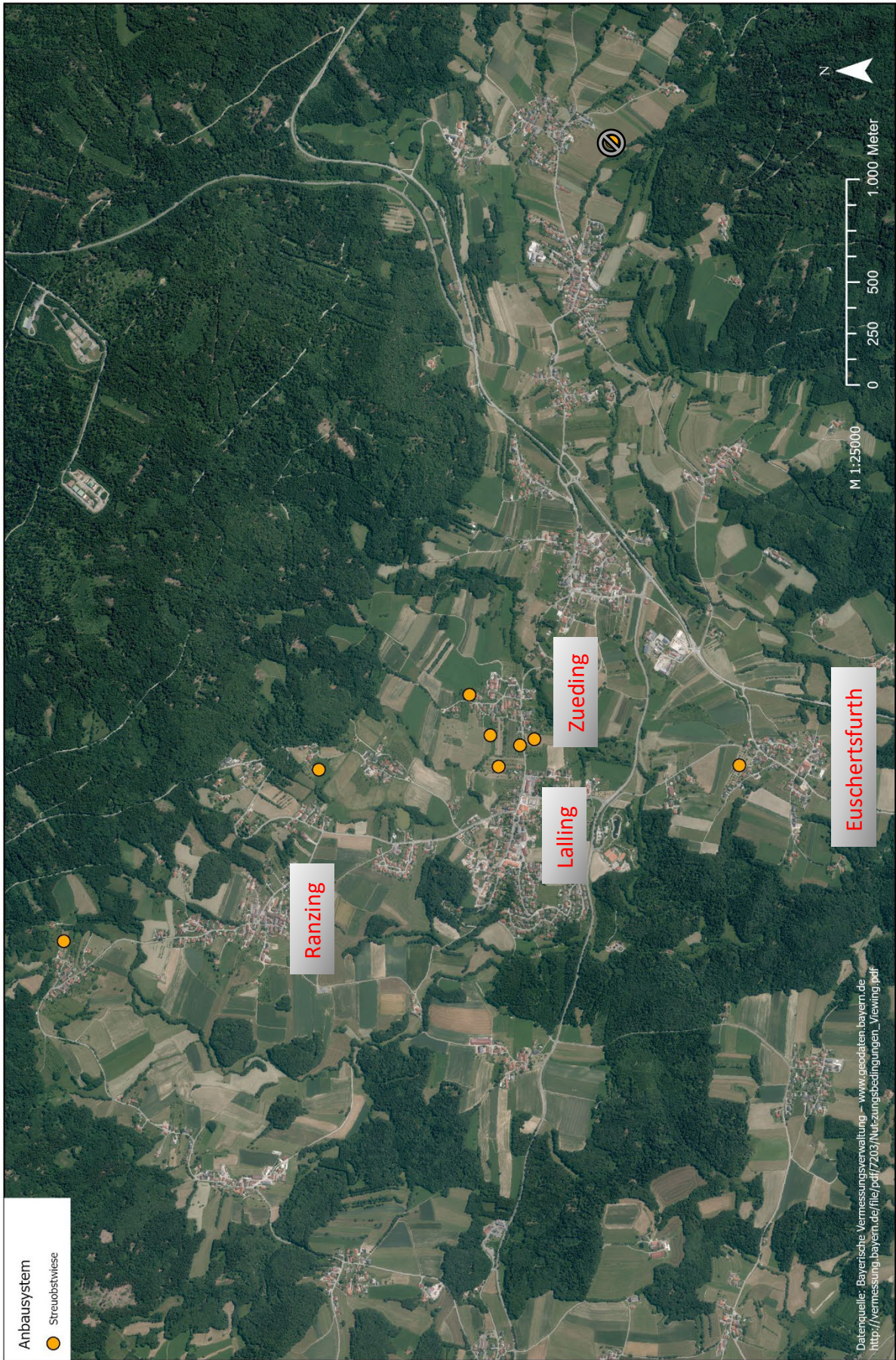


Abbildung 3: Lage der Untersuchungsflächen im Lallinger Winkel



### 2.3.2 Kurzbeschreibung der Untersuchungsflächen

Bei den ausgewählten Niederstammanlagen handelt es sich um reine Apfelkulturen. Bei den ausgewählten Streuobstwiesen sind hingegen weitere Obstarten vertreten. Die Größe der ausgewählten Untersuchungsflächen liegt zwischen knapp 0,3 ha und rund 2,1 ha. Bezüglich der Bodenbeschaffenheit wurde bei der Auswahl der Flächen Augenmerk auf eine gute Vergleichbarkeit gelegt. Demnach sind an allen Standorten Braunerden vorzufinden. Größerer Variabilität unterliegt die Hangneigung mit Werten zwischen weniger als 1% in relativ ebenen Lagen und einem Gefälle bis zu 21% in steileren Hanglagen.

Detailangaben zur Unternutzung, Flächengröße, Vermarktung etc. enthält die Tabelle 2 (vgl. S.21).

Die Daten in der Tabelle auf S. 21 wurden wie folgt erhoben: Die Anzahl der Bäume wurde für die Streuobstbestände im Rahmen der Geländearbeiten miterfasst. Die Anzahl der Bäume in den Niederstammanlagen wurde nicht weiter berücksichtigt. Die Angaben zum Bodentyp gehen auf die Kartenwerke des Bayrischen Landesamtes für Umwelt zurück und wurden aus der Übersichtsbodenkarte aus dem digitalen Dienst, dem UmweltAtlas Bayern ausgelesen. Der Maßstab der Karten beträgt 1:25.000 und begründet sich laut LfU auf verschiedenen Erhebungen die mit 300 bis 800 Bohrungen und Bodenprofilen im Gelände überprüft wurden. Die Hangneigung wurde mit Hilfe des BayernAtlas ermittelt. Aus der ermittelten Hanglänge und dem Höhenunterschied wurde die Hangneigung in % für die jeweilige Fläche berechnet.

Da die ausgewählten Niederstammanlagen meist aus mehreren „Quartieren“ bestehen, welche unterschiedlich bewirtschaftet werden und es sich um großflächige Anlagen handelt, wurde bei den Niederstammanlagen immer nur ein Teil der Gesamtanlage als Untersuchungsfläche ausgewählt. Die in der Tabelle angegebene Flächengröße bezieht sich daher bei den Niederstammanlagen immer nur auf die Größe der Untersuchungsfläche und nicht auf die der Gesamtanlage. Die betriebswirtschaftlichen Kenngrößen sowie die erfassten Ökosystemleistungen beziehen sich auf die in Tabelle 2 angegebene Flächengröße. Um Kenngrößen vergleichen zu können, erfolgt später eine Hochrechnung der Daten pro Hektar.

Zwei Bewirtschaftende (Flächen StreuBod\_6 und StreuLawi\_1) beendeten ihre Teilnahme während der Anfangsphase des Projekts. Zu diesen wurden keine weiteren Daten erhoben und die Flächen im weiteren Verlauf der Auswertung auch nicht weiter berücksichtigt. Damit ergibt sich eine Anzahl von insgesamt 13 Streuobstflächen.

Tabelle 2: Grunddaten zur Lage, Größe und Bewirtschaftung der Untersuchungsflächen

Flächen- bezeichnung	Region	Anzahl Bäume	Unternutzung	Pflanzenschutz	m über NN	Bodentyp	Hangneigung [%]	Flächengröße [ha]	Art der Bewirtschaftung	Vermarktung
<b>IP-Niederstammanlagen (n=5)</b>										
IPBod_1	Bodensee		keine	chemischer	445	30c	2	0,35	integriert	Direktvermarktung, Handel
IPBod_2	Bodensee		keine	chemischer	464	30c	7	0,70	integriert	Direktvermarktung, Handel
IPBod_3	Bodensee		keine	chemischer	436	30c	17,2	0,52	integriert	
IPBod_4	Bodensee		keine	chemischer	525	30c	9	0,34	integriert	Direktvermarktung, Handel
IPBod_5	Bodensee		keine	chemischer	531	30c	2	0,31	integriert	Direktvermarktung, Handel
<b>Öko-Niederstammanlagen (n=5)</b>										
BioBod_1	Bodensee		keine	biologischer	463	30c	5	0,30	EU-bio	
BioBod_2	Bodensee		keine	biologischer	466	30c	6	0,34	EU-bio	
BioBod_3	Bodensee		keine	biologischer	435	30c/68	8	0,38	EU-bio	
BioBod_4	Bodensee		keine	biologischer	430	30c/68	10	0,63	EU-bio	
BioBod_5	Bodensee		keine	biologischer	523	30c	0,6	0,45	EU-bio	
<b>Streuobstbestände (n=12)</b>										
StreuBod_1	Bodensee		Mahd	kein	523	30c	10	0,97	EU-bio	
StreuBod_2	Bodensee		Mahd/Beweidung	kein	526	30c	4,6	1,36	EU-bio	
StreuBod_3	Bodensee		Mahd	kein	521	30c	9	1,34	EU-bio	
StreuBod_4	Bodensee		Mahd	kein	434	30c	1,6	2,05	Demeter	
StreuBod_5	Bodensee		Mahd/Beweidung	kein	565	30c	12	1,07	EU-bio	
StreuBod_6	Bodensee		Mahd/Beweidung	kein	590	30c	9	0,39	EU-bio	
StreuLawi_1	Lallinger Winkel	16	Mahd	kein	500	744	1	0,16	ohne Pflanzenschutz	Eigenbedarf
StreuLawi_2	Lallinger Winkel	52	Mahd	kein	436	743	5	1,04	EU-bio	Direktvermarktung
StreuLawi_3	Lallinger Winkel	38	Mahd+Mulchen	kein	429	743	16	0,55	EU-bio	Eigenbedarf, Direktvermarktung, Handel
StreuLawi_4	Lallinger Winkel	40	Mulchen	kein	438	743	2	0,30	EU-bio	Eigenbedarf, Direktvermarktung, Handel
StreuLawi_5	Lallinger Winkel	28	Mahd+Mulchen	kein	437	743	2	0,60	EU-bio	Eigenbedarf, Direktvermarktung, Handel
StreuLawi_6	Lallinger Winkel	52	Mahd	kein	442	743	5	0,35	EU-bio	Eigenbedarf, Direktvermarktung, Handel
StreuLawi_7	Lallinger Winkel	38	Mahd	kein	436	743	2	0,55	ohne Pflanzenschutz	Eigenbedarf, Direktvermarktung
StreuLawi_8	Lallinger Winkel	91	Beweidung	kein	480	743	21	1,30	ohne Pflanzenschutz	Eigenbedarf, Direktvermarktung
StreuLawi_9	Lallinger Winkel	25	Mahd	kein	495	743 (711)	19	0,28	EU-bio	Eigenbedarf

**Bezeichnung der Bodentypen**

30c Vorherrschend Braunerde, gering verbreitet Parabraunerde aus kiesführendem Lehm (Deckschicht oder Jungmoräne) über tiefem Schluff- bis Lehmkies (Jungmoräne, carbonatisch, stark zentralalpin geprägt)

- 68 Bodenkomplex: Gleye mit weitem Bodenartenspektrum (Moräne), verbreitet mit Deckschicht, selten Moore; im Untergrund überwiegend carbonathaltig
- 743 Fast ausschließlich Braunerde aus skelettführendem (Kryo-)Sand bis Grussand (Granit oder Gneis)
- 744 Fast ausschließlich Braunerde aus skelettführendem (Kryo-)Lehm (Lösslehm, Granit oder Gneis)
- 711 Vorherrschend Braunerde, gering verbreitet Podsol-Braunerde und Lockerbraunerde aus (Kryo-) Sandschutt bis Sandgrus (Granit oder Gne

### 3 Charakterisierung der Anbausysteme

#### Streubstbau

---

Beim Streubstbau handelt es sich um eine Produktionsform mit regionalen, lokalen und individuellen Spezifika. Im Folgenden können daher nur allgemein kennzeichnende Charakteristika beschrieben werden. Wesentliches Kennzeichen des Streubstbaus ist die Doppelnutzung aus Baumbewirtschaftung und bodengebundener Kultur. Voraussetzung für diese Doppelnutzung sind hochstämmige Obstbäume. Hinsichtlich des Betriebsmittel-Einsatzes werden die Streubstbestände überwiegend extensiv bewirtschaftet (Rösler, 2007).

#### **Pflanzsystem, Pflanzmaterial, Sorten**

Im Streubstbau finden hauptsächlich Hochstämme Verwendung, wodurch eine Unternutzung der Bäume möglich wird. Hochstämme weisen eine Stammhöhe von mindestens 1,60 m auf. In vielen Streubstbeständen sind jedoch auch Halbstämme zu finden. Durch ihre zumeist starkwüchsigen Unterlagen (Sämlingsunterlage), können sich langlebige Bäume mit ausgeprägten Kronen entwickeln. Die Pflanzabstände variieren je nach Obstart und Nutzungsziel zwischen 8 und 20m. Die Umtriebszeit von hochstämmigen Obstbäumen beträgt nach Befragungen in der Bodenseeregion durchschnittlich 70 Jahre bei Apfel, 80 Jahre bei Birne und 60 Jahre bei Kirsche und Zwetschge (Sessler, 1996). Das maximale Lebensalter der Hochstämme ist jedoch weitaus höher und so finden sich häufig auch deutlich ältere Streubstbestände (vgl. Abbildung 4)

Auf den im Rahmen dieses Projektes untersuchten Streubstwiesen fanden sich zwischen 2-4 verschiedene Obstarten und zwischen 6-24 verschiedene Obstsorten pro Untersuchungsfläche.



Abbildung 4: 100-jähriger Streubstwiesenbestand im Lallinger Winkel

### **Unterwuchspflege**

Der überwiegende Anteil der Streuobstbestände befindet sich auf Dauergrünland, in einigen Regionen Deutschlands existieren jedoch auch Obstäcker mit Getreide, Kartoffeln oder Beerenobst als Unternutzung. Auf Streuobstwiesen wird der Unterwuchs je nach Nutzungsziel gemäht, beweidet oder gemulcht. Überwiegend wird der Aufwuchs als Viehfutter verwertet, bei fehlender Verwertungsmöglichkeit wird der Unterwuchs häufig gemulcht und auf der Fläche belassen. Die Schnitthäufigkeit ist meist extensiv - mäßig extensiv, variiert jedoch nach Nutzungsziel. Häufig werden die Baumstreifen zeitlich versetzt und mit anderen Geräten gemäht als die Freiflächen zwischen den Baumkronen. Bei den Untersuchungsflächen handelt es sich ausschließlich um Streuobstwiesen, deren Unternutzung folgendermaßen aussieht: 1 Fläche wird ausschließlich beweidet, 2 Flächen werden beweidet und gemäht, 9 Flächen werden gemäht, wovon bei 2 Flächen der Baumstreifen jedoch gemulcht wird und nur 1 Fläche wird vollständig gemulcht.

### **Pflanzenschutz**

Da die meisten Streuobstwiesen nicht im Haupt-, sondern höchstens als Nebenerwerb betrieben werden, ist eine Abhängigkeit vom ökonomischen Erfolg in der Regel nicht vorhanden. Dementsprechend zeichnet sich der Streuobstbau gegenüber dem Plantagenobstbau durch einen geringen Betriebsmittel-Einsatz aus. Im Großteil der Streuobstbestände wird heutzutage auf einen chemischen Pflanzenschutz verzichtet (Rösler, 2007). Dies kann insbesondere durch die Sortenvielfalt, den Anbau von robusteren und pflegleichteren Sorten, den Abstand zwischen den Bäumen, nützlingsfördernde Unterwuchspflege und der Unabhängigkeit von für den Markt relevanten Obst-Güteklassen bei der Direktvermarktung erreicht werden. Auch viele Streuobstbestände, die nicht biozertifiziert sind, erfüllen die Anforderungen der EG-Verordnung Ökologischer Landbau (Rösler, 2007). Auf den im Rahmen dieses Projektes untersuchten Flächen werden auf keiner Streuobstwiese chemische Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt.

### **Düngung**

Die Düngung auf den untersuchten Streuobstwiesen wird sehr unterschiedlich praktiziert und reicht von einem völligen Düngungsverzicht über die ausschließliche Beweidung bis zum Ausbringen von organischen Düngern bis hin zur mineralischen Düngung.

### **Obstertrag und Qualität**

Alternanzbedingt schwanken die Erntemengen im Streuobstbau stark von Jahr zu Jahr. Auch im Intensiv-Obstanbau schwanken die Erträge, jedoch aufgrund von Regulierungsmaßnahmen wie der Fruchtausdünnung und dem Einsatz von Sorten mit geringerer Alternanzneigung weniger stark. Für ausgewachsene Bäume geben Häseli et al. (2016) für Apfelbäume 2,2 dt (1,8-2,5 dt) und für Birnbäume 2,5 dt (2,0-3,0 dt) Ertragserwartung an. Der Großteil des angebauten Obstes auf Streuobstwiesen wird als Mostobst verwertet, ein vergleichsweise geringer Anteil wird als Tafelobst verwendet. Da ein Großteil des Tafelobstes dem Eigenverzehr dient oder direkt vermarktet wird, müssen die für den Markt relevanten Qualitätskriterien, welche sich auf die äußerliche Obstqualität beziehen, nicht erreicht werden.



### **Schutzmaßnahmen**

Witterungsschutzmaßnahmen wie Frostschutzberegnung, Hagelnetze etc. werden im Streuobstbau nicht angewandt. Es findet jedoch zunehmend eine Bewässerung von Jungbäumen in Trockenperioden statt um einen Anwuchserfolg sicherzustellen.

### **Arbeitsaufwand**

In den ersten 7 Jahren nach der Pflanzung erhalten die Bäume einen jährlichen Erziehungsschnitt und in späteren Jahren gelegentliche Erhaltungsschnitte. Der Unterwuchs wird je nach Nutzung gemäht, beweidet oder gemulcht. Weitere Arbeiten bestehen in der Nachpflanzung. Insbesondere die Ernte von Tafelobst auf den hochstämmigen Obstbäumen bedingt einen hohen Arbeitsaufwand.

### **Biodiversität**

Streuobstwiesen vereinen Merkmale von Wiesen und Wäldern. Dadurch entsteht eine Vielfalt an Mikrohabitaten, die unterschiedlichsten Organismengruppen als Lebensraum zur Verfügung stehen (Briemle et al., 2002). Die unterschiedliche Dichte sowie der unterschiedliche Altersaufbau der Bäume ergeben ein vielfältiges Lebensraumspektrum. Obstbäume auf starkwüchsiger Unterlage bieten günstige Voraussetzungen für die Entstehung von Baumhöhlen. Die Kronen der hochstämmigen Obstbäume stellen mit ihren starken Ästen Nistplätze sowie eine Unterlage für Moose, Flechten und Baupilze bereit (Rösler, 2007). Kronentotholz sowie stehendes Totholz sind ein weiteres wichtiges Habitatslement. Die Vegetation unter den Bäumen kann sich je nach Schnitthäufigkeit oder Beweidungsdauer bis zur Blüte oder Samenreife entwickeln und bietet eine wichtige Biotopstruktur für Kleintiere (Rösler, 2007). Durch verschiedene Obstarten und Sorten in Kombination mit den blühenden Pflanzen der Wiese erstreckt sich das Blütenangebot über einen längeren Zeitraum. Neben einer Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten umfasst das Kulturlandschaftselement Streuobstwiese eine Vielfalt an Kultursorten der verschiedenen Obstarten (Rösler, 2007). Da sich wichtige Kleinstrukturen erst mit zunehmendem Alter der Obstbäume bilden, steigt die ökologische Wertigkeit mit dem Alter des Streuobstbestandes.

## Niederstamm-Obstbau nach den Richtlinien der Integrierten Produktion

---

### Pflanzsystem, Pflanzmaterial, Sorten

Entsprechend der Richtlinien der integrierten Produktion wird der Anbau von Kernobst in Einzelreihensystemen (vgl. Abbildung 5) durchgeführt. Zur Durchführung eines sicheren und effizienten Pflanzenschutzes werden die Bäume in den Reihen klein gehalten (Kneib, 2006). Hierzu werden schwach wüchsige Unterlagen wie z.B. M9 zur Veredelung mit einer gewünschten Apfelsorte verwendet und empfohlen (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), 2014). Somit ist der IP-Kernobstanbau geprägt durch Niederstammanlagen mit Pflanzabständen, die so gewählt sind, dass genügend Standraum zur Verfügung steht, um damit den Einsatz weiterer mechanischer Erziehungsmaßnahmen auf niedrigem Niveau zu halten (Dickler & Schäfermeyer, 1993). Je nach Wüchsigkeit von Standort und Sorte liegen die Pflanzabstände bei ca. 0,8 m - 1,20 m. Reihenabstände liegen bei etwa 3 m bis 3,5 m (StMELF, 2014). Die Standzeit von Kernobstanlagen beträgt in der Regel mindestens 15 Jahre (Dannenmann, 2022). Die angebauten Sorten werden in Abhängigkeit des Standortes ausgewählt, so dass beispielsweise Berostung vermieden oder Ausfärbung gewährleistet werden kann. Es sollten Sorten mit Resistenz oder geringer Krankheitsanfälligkeit gewählt werden und das Pflanzmaterial gesund und virusfrei sein (Dickler & Schäfermeyer, 1993; Kneib, 2006). Bekannte empfohlene Sorten sind neben anderen Elstar, Gala, Jonagold, Pinova und Topaz (StMELF, 2014).



Abbildung 5: Niederstammanlage am Bodensee

### Bodenpflege

Ziel der Bodenpflege ist es, die ökologische Stabilität zu fördern sowie Bodenerosion und Verdichtung des Bodens zu vermeiden. Hierzu werden die Fahrgassen begrünt und nur der Baumstreifen aus Gründen der Wasser- und Nährstoffkonkurrenz von Beikräutern freigehalten. Die Offenhaltung der Baumstreifen reduziert zusätzlich eine mögliche Schädigung der Obstbäume durch Wühl- und Feldmäuse, da diese so, aufgrund von reduziertem Nahrungs- und Deckungsangebot, weniger in den Bereich der Wurzeln gelockt werden. Die Offenhaltung der Baumstreifen wird durch mechanische Verfahren, Abdeckung sowie durch den Einsatz von Herbiziden gewährleistet. Für die Begrünung der Fahrgasse wird eine schwachwachsende Gräser- und Kräutermischung empfohlen. Zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit wird die begrünte Fahrgasse regelmäßig gemulcht. Die Anzahl der Mulchvorgänge ist von der Witterung, der Wüchsigkeit der jeweiligen Gras- und Kräutermischung sowie der

Verwendungshäufigkeit von bienengefährlichen Pflanzenschutzmitteln abhängig. Diese dürfen aus Gründen des Bienenschutzes nicht auf blühende Strukturen ausgebracht werden. Sofern blühende Pflanzen vorhanden sind, muss daher vor dem Einsatz dieser Wirkstoffe, eine Mulchmahd erfolgen.

### **Pflanzenschutz**

Der Integrierte Pflanzenschutz ist nach dem Pflanzenschutzgesetz eine Kombination aus biologischen, chemischen, biotechnischen, pflanzenzüchterischen sowie anbau- und kulturtechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen. Bevorzugt angewandt werden zunächst Maßnahmen wie zum Beispiel der Einsatz von Granuloseviren gegen den Apfelwickler, *Bacillus thuringiensis* gegen Eulenraupen, Verwirrungsmethoden per spezifischen Pheromonen sowie Schnitt- und Hygienemaßnahmen. Das Entfernen kranker oder abgestorbener Pflanzen bzw. Pflanzenteile verhindert eine Infektion oder Ausbreitung der jeweiligen Erreger und Schädlinge. Im Pflanzenschutzgesetz vorgeschrieben ist zusätzlich eine Schädlings- und Krankheitsüberwachung der Obstanlagen. Geeignete Methoden hierfür sind beispielsweise Pheromon- und Alkoholfallen, Klopfproben sowie die regelmäßige Beprobung von Pflanzenteilen (Ast, Knospe, Blüte, Blatt und Frucht). Zusätzlich zu der Kontrolle von Schädlingen werden natürliche Gegenspieler wie Raubmilben oder Ohrwürmer gefördert. Neben den oben genannten Verfahren werden ebenfalls chemische Pflanzenschutzmittel ausgebracht. Die Art und Anzahl der Pflanzenschutzanwendungen hängt dabei von der wirtschaftlichen Schadensschwelle bzw. dem Infektionszeitpunkt ab. Zur Vermeidung von Resistenzen sollen hier Wirkstoffwechsel durchgeführt werden. Ebenso sind die Rückstandshöchstwerte im Obst einzuhalten. Dies wird mittels der jeweilig vorgeschriebenen Wartezeiten erreicht (Dickler & Schäfermeyer, 1993; Kneib, 2006). Welche Pflanzenschutzmaßnahmen auf den im Rahmen dieses Projektes untersuchten Niederstammanlagen durchgeführt werden, wird über ein Bewirtschaftungsformblatt erfasst.

### **Düngung**

Zur Erfassung des standortspezifischen Düngedarfs werden Boden- und Blattanalysen durchgeführt. Diese werden vor der Erstellung einer Neuanlage und in bestehenden Anlagen mindestens alle vier Jahre durchgeführt. Anhand der standortspezifischen Analyseergebnisse werden Mineralstoffmängel im Boden festgestellt und anschließend per angepasster Düngung ausgeglichen. Das Spektrum der Düngemaßnahmen umfasst zahlreiche Möglichkeiten wie Festmist von Huf- und Klautieren, Kompost, stickstoff- oder phosphathaltige Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel. Hierbei wird darauf geachtet, dass Stickstoffdüngungen nur während der Vegetationsperiode erlaubt sind. Zur Vorbeugung von physiologischen Mangelzuständen der Früchte wie z.B. Stippe oder Fleischbräune werden Blattdüngungen durchgeführt (Kneib, 2006).

### **Obstertrag und Qualität**

Im Erwerbsoflanbau wird ein gleichmäßiger Ertrag sowie eine gleichbleibende hohe Qualität der Früchte angestrebt. Sowohl der Ertrag als auch die Qualität der Früchte werden durch gartenbautechnische Methoden wie z.B. Düngung, Erziehungs-/Schnittmaßnahmen oder Fruchtbehangsregulierung beeinflusst. Durch diese Maßnahmen wird eine möglichst optimale Versorgung der Pflanzen und Früchte mit Nährstoffen und Licht gewährleistet, so dass ein entsprechender Ertrag aber auch eine gute Fruchtqualität (Fruchtgröße, Ausfärbung usw.) erzeugt wird. Außerdem kann durch die genannten Methoden Alternanz (Schwankung der Erträge) reduziert werden. Gegen witterungsbedingte Einflüsse wie z.B. Spätfröste, Hagel, Hitze oder Trockenheit kommen Schutzmaßnahmen wie Frostschuttberegnung, Hagelschutznetze und Tropfberegnung zum Einsatz (Büchele, 2018).

## **Arbeitsaufwand**

Der Erwerbsobstanbau ist arbeitsintensiv und weist starke saisonale Schwankungen hinsichtlich des Arbeitsaufkommens auf. Für ein Hektar Äpfel liegt der Richtwert bei etwa 600 Arbeitskraftstunden (Akh). Dabei umfasst bei den Äpfeln die Ernte den höchsten Arbeitszeitanteil (54%), gefolgt von der Behangsregulierung (20%), den Schnitтарbeiten (11%), 6% für Pflege der Infrastruktur und 4% für den Pflanzenschutz. Weitere Arbeitsschritte umfassen die Düngung und die Bodenbearbeitung 2%, Nachernte 1%, Verwaltung 1% und weitere Arbeiten 1% (Dietiker et al., 2017).

## **Biodiversität**

Neben dem vorrangigen Ziel der Produktion von qualitativ hochwertigen Früchten wird in der integrierten Obstproduktion der Erhalt der Biodiversität angestrebt. Insbesondere im Umfeld der Obstanlagen werden die Lebensräume für Flora und Fauna gefördert. Denn der integrierte Obstbau profitiert beispielsweise durch Bestäubung oder natürliche Schädlingsregulierung in direktem Maße von einer intakten Biodiversität. Die Richtlinien der integrierten Produktion geben weiter vor, dass mindestens drei der folgenden Optionen zur Förderung der Biodiversität durch die Betriebsleitenden wahrgenommen werden sollen: Nistkästen und/oder Sitzstangen für Greifvögel, Refugien für Prädatoren, Wirtspflanzen für Nützlinge, Bereitstellung von Lebensräumen für Insekten, Anpflanzung von Gehölzen, Erhaltung und Pflege von Streuobstbäumen, Bereitstellung der Flächen für ökologische Maßnahmen und vertragliche Zusicherung der Pflege für ökologisch wertvolle Flächen außerhalb des Betriebes (Kneib, 2006) Maßnahmen, die neue Habitate schaffen oder Refugien für Prädatoren bilden, sind beispielsweise Blühstreifen im Umfeld der Anlagen sowie Ankerpflanzen, welche Nützlingen als Nahrungs- und Schutzhabitat dienen, ebenso wie Stein und Totholzhaufen. Letztere werden beispielsweise von Mauswiesel angenommen (Jaenicke et al., 2019; Schade et al., 2018)

## **Niederstamm-Obstbau nach den Richtlinien der Biologischen Produktion**

---

### **Pflanzsystem, Pflanzmaterial, Sorten**

Hinsichtlich der Grundprinzipien des Obstanbaus gibt es zwischen der Integrierten Produktion und der Biologischen Produktion viele Überschneidungen. Ziele wie die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit durch nachhaltige Optimierung der Bodenpflege, Stärkung der Widerstandsfähigkeit der Obstgehölze gegen Schadorganismen oder Förderung und Ausnutzung natürlicher Regulationsmechanismen in Bezug auf Schädlinge und Krankheiten verfolgen beide Produktionsformen (Büchele, 2018). Auch das Pflanzsystem ist ähnlich. So wird beim Apfel ebenfalls vorwiegend die schwach wachsende Unterlage M9 verwendet. Die Pflanzabstände bewegen sich zwischen 1 m und 1,5 m und die Reihenabstände zwischen 3,5 m und 4 m (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), o.J.). Ein wesentlicher Unterschied im Biologischen Obstanbau ist, dass nur natürlich vorkommende oder naturidentische Stoffe zum regulierenden Eingreifen erlaubt sind. Ein besonderes Augenmerk bei der Biologischen Produktion liegt daher auf der Sortenwahl. Die Sorten sollten möglichst robust und resistent gegenüber Schaderregern sein. Beispielsweise werden die Sorten Topaz und Santana hier gewählt (Büchele, 2018).

## **Bodenpflege**

Ziel der Bodenpflege ist eine optimale Baumleistung und der Erhalt bzw. eine Steigerung von Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität. Da in der Biologischen Produktion der Einsatz von Herbiziden verboten ist, kommen hier zur Beikrautregulierung im Baumstreifen hauptsächlich mechanische Verfahren, wie z.B. Hack- und Fadengeräte, zum Einsatz (Büchele, 2018). Weitere Möglichkeiten sind das Abdecken des Baumstreifens mit organischem Material wie Rindenmulch aber auch mit Folien. Des Weiteren können Baumstreifen mit konkurrenzschwachen Gräsern und Kräutern begrünt werden. In den Fahrgassen werden kräuterreiche Mischungen verwendet. Hierbei verbessern tiefwurzelnde Pflanzen die Bodenstruktur und Leguminosen die Stickstoffversorgung. Zur Pflege der Fahrgassenvegetation sollte nicht zu häufig gemulcht werden, z.B. durch alternierendes Mulchen (nur jede zweite Gasse). Durch das höhere Angebot an Wurzeln und dem zeitweise höheren Bedeckungsgrad des Baumstreifens in der Biologischen Produktion, ist hier eine intensivere Bekämpfung von Feld- und Schermäusen notwendig (BLE, 2022).

## **Pflanzenschutz**

In der Biologischen Produktion sind chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel nicht zugelassen. Es dürfen hier im Notfall Kupfer- und Schwefelpräparate sowie weitere für den Bioobstbau zugelassene Pflanzenschutzmittel verwendet werden. Diese basieren auf natürlich vorkommenden oder naturidentischen Stoffen. Zusätzlich können gezielt Bakterien, Viren, tierische Nützlinge sowie biotechnische Verfahren wie Fallen und Pheromone eingesetzt werden. Eine große Rolle im Biologischen Pflanzenschutz stellen vorbeugende Maßnahmen dar, wie zum Beispiel die Verwendung von gesundem Pflanzgut, Sorten mit geringer Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen sowie pflanzenbauliche Maßnahmen (Schnitt, Bodenpflege etc.). Die Förderung von natürlichen Gegenspielern durch das Schaffen von Habitaten (z.B. Blühflächen und Hecken) sowie künstlichen Refugien wie Nistkästen oder Sitzstangen für Greifvögel ist ebenfalls eine wichtige Maßnahme (Büchele, 2018; BLE, 2022).

## **Düngung**

Zur optimalen Nährstoffversorgung sind in der Biologischen Produktion verschiedene Dünger tierischen und pflanzlichen Ursprungs zugelassen. Alle müssen im Anhang I der EG-Öko-Verordnung aufgeführt sein. Ausgewählte Phosphat- und Kaliumdünger sowie Kalke können ebenfalls verwendet werden. Bei Nachweis einer Nährstoffmangellage kann dieser nach Absprache mit Kontrollstellen per Blattdüngung mit zugelassenen mineralischen Spurenelementdüngern entgegengewirkt werden. Die Verwendung von mineralischen Stickstoffdüngern ist untersagt (Büchele, 2018; BLE, 2022).

## **Obstertrag und Qualität**

Ein gleichmäßiger Ertrag sowie eine gleichbleibende hohe Qualität der Früchte wird ebenfalls in der Biologischen Produktion angestrebt. Die hierfür eingesetzten Maßnahmen/Methoden ähneln denen der Integrierten Produktion mit dem Unterschied, dass nur Stoffe wie z.B. Dünger verwendet werden dürfen, die für die Biologische Produktion zugelassen sind. Schutzmaßnahmen wie Frostschutzberegnung, Hagelschutznetze und Tropfberegnung kommen auch in der Biologischen Produktion zum Einsatz.

## **Arbeitsaufwand**

Der Arbeitsaufwand in der Biologischen Produktion ist höher als der Aufwand in der Integrierten Produktion. Im Wesentlichen unterscheidet sich der Aufwand in folgenden Arbeitsschritten:

### Beikrautregulierung

Hier ist mit einem Aufwand von ungefähr zwei Stunden pro Hektar zu rechnen. Bei etwa sechs notwendigen Arbeitsgängen pro Jahr wären dies 12 Stunden pro Hektar und Jahr. Zusätzlich kommen in Abhängigkeit der jeweiligen Arbeitsgüte weitere 20 bis 64 Stunden pro Hektar für Handhacken hinzu.

### Handausdünnung

Da in der Biologischen Produktion keine anderen Methoden zur Regulierung des Behanges zugelassen sind, ist mit einem Arbeitsaufwand von 100 bis 200 Stunden zu rechnen.

### Pflanzenschutz

Aufgrund einer geringeren Wirkung sowie Stabilität müssen die hier zugelassenen Mittel häufiger ausgebracht werden.

### Mäuseregulierung

Die in der Biologischen Produktion zugelassenen Methoden zur Mäuseregulation verlangen einen hohen Arbeitsaufwand. In Jahren mit Massenvermehrung sind bis zu 40 Stunden je Hektar und Jahr aufzubringen (BLE, 2017).

## **Biodiversität**

Auch in der Biologischen Produktion hat eine intakte Biodiversität einen bedeutenden Effekt. Ein Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Bestäubung. Als unverzichtbarer Baustein des Pflanzenschutzes in der Biologischen Produktion zählen aber auch natürliche Gegenspieler, die in der Schädlingsregulierung eingesetzt werden. Neben den bereits im IP-Teil erläuterten biodiversitätsfördernde Maßnahmen, wie z.B. Nistkästen, Steinhaufen und Blühstreifen im Umfeld der Anlagen, können Blühstreifen in der Biologischen Produktion aufgrund geringerem Konfliktpotenzial mit der Bienenschutzverordnung auch in den Fahrgassen angelegt werden. Nützlinge können so aufgrund der räumlichen Nähe zu den Bäumen effektiver wirken (BLE, 2022).

## 4 Grundlagen des Ökosystemleistungsansatzes

### 4.1 Das Konzept der Ökosystemleistungen

Vor dem Hintergrund vielfältiger und zunehmender Ansprüche an die begrenzten Ressourcen der Erde sowie der zunehmenden Belastungen des Naturhaushalts, rückte das Konzept der Ökosystemleistungen in den Fokus der internationalen Umweltdiskussion (Grunewald & Bastian, 2018). Ziel des ÖSL-Konzeptes ist es, die ökologischen Leistungen und damit die Werte und den Nutzen der Natur bewusst zu machen, um diese bei Entscheidungsprozessen zu berücksichtigen und damit eine nachhaltige Landnutzung sicherzustellen. Damit soll der Überbeanspruchung der natürlichen Ressourcen sowie der Degradierung von Ökosystemen und damit unserer Lebensgrundlage entgegengewirkt werden (Grunewald & Bastian, 2018).

Eine allgemein akzeptierte, unstrittige Definition von Ökosystemleistungen existiert derzeit nicht. Es ist ebenfalls umstritten, ob das Konzept neben natürlichen Ökosystemen auch stark durch den Menschen geprägte Ökosysteme wie Agrarökosysteme (Grunewald & Bastian, 2018) und in diesem Falle Obstplantagen und Streuobstwiesen umfasst.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich unter anderem folgende Definitionen von Ökosystemleistungen: Nach der Definition des Millennium Ecosystem Assessment (2005) beschreiben Ökosystemleistungen den Nutzen von ökologischen Systemen für die Menschen beziehungsweise nach TEEB (2012) und Potschin & Haines-Young (2016) die direkten und indirekten Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlbefinden.

### 4.2 Klassifikation von Ökosystemleistungen

Ökosystemleistungen können ihrer Art und Funktion nach zu verschiedenen Kategorien zusammengefasst werden. Bevor man sich der Kategorisierung nach verschiedenen Modellen zuwendet, sollte zunächst erkannt werden, dass der Begriff der Ökosystemdienstleistung auf einer anthroporelativen und einer anthropozentrischen Perspektive beruht. Es könnte aus einer anderen Perspektive betrachtet werden, wird jedoch im allgemeinen Gebrauch ausschließlich auf den Nutzen für Menschen reduziert. Die Orientierung an diesem Nutzen spiegelt sich in den Klassifizierungen wider.

Aktuell versuchen Initiativen wie MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services) und im europäischen Raum vor allem die CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) eine einheitlichere Struktur und Definition unterschiedlicher ÖSL zu finden, um eine gewisse Vergleichbarkeit zu erreichen und eine Anwendbarkeit im spezifischen Kontext auch nach rechtlichen Rahmenbedingungen sicherzustellen. Im vorliegenden Projekt wurden die Kategorien nach CICES als Grundlage der weiteren Bearbeitung genutzt. Grundsätzlich kann zwischen regulierenden Leistungen, Versorgungsleistungen und soziokulturellen Ökosystemleistungen unterschieden werden. Weiterhin wird zwischen biotischen und abiotischen Leistungen unterschieden. Die folgende Tabelle 3 zeigt exemplarisch einige Kategorien von ÖSL nach CICES. Neben einer klaren Zuordnung und Gruppierung folgen auch beispielhafte Erklärungen. Demnach erhält jede Ökosystemleistung einen zugeordneten Code.

Tabelle 3: Exemplarische Darstellung der ÖSL Kategorien nach CICES

Section	Division	Group	Simple descriptor	Example Service	Code	Class
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Any crops and fruits grown by humans for food; food crops	Standing wheat crop before harvest (Proxy for: ecosystem contribution to growth of harvestable wheat)	1.1.1.1	Cultivated terrestrial plants (including fungi, algae) grown for nutritional purposes
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Material from plants, fungi, algae or bacterial that we can use	Harvestable surplus of annual tree growth	1.1.1.2	Fibres and other materials from cultivated plants, fungi, algae and bacteria for direct use or processing (excluding genetic materials)
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events	Controlling or preventing soil loss	The capacity of vegetation to prevent or reduce the incidence of soil erosion	2.2.1.1	Control of erosion rates
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection	Pollinating our fruit trees and other plants	Providing a habitat for native pollinators	2.2.2.1	Pollination (or 'gamete' dispersal in a marine context)
Cultural (Biotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Intellectual and representative interactions with natural environment	Researching nature	Site of special scientific interest, Natura 2000 site	3.1.2.1	Characteristics of living systems that enable scientific investigation or the creation of traditional ecological knowledge
Cultural (Biotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Intellectual and representative interactions with natural environment	The beauty of nature	Area of Outstanding Natural Beauty; panorama site	3.1.2.4	Characteristics of living systems that enable aesthetic experiences

### 4.3 Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen

Ökosystemleistungen sind Leistungen, die je nach Ihrer Ausprägung unterschiedliche Werte für die Gesellschaft haben. Die Quantifizierung einzelner Ökosystemleistungen und die anschließende Bewertung sind besondere Herausforderungen. Beispielsweise lässt sich die Bereitstellung von Nahrungs- und Futterpflanzen – eine Leistung aus der Klasse der Versorgungsleistungen - relativ leicht über die jeweiligen Mengen erfassen und bewerten. Wohingegen Leistungen aus der kulturellen Klassifizierung nur schwer quantitativ erfassbar und bewertbar sind. Welchen Wert hat beispielsweise eine blühende Apfelwiese und für wen ist diese Leistung überhaupt ein Beitrag zum Wohlergehen?

Generell sind zur Erfassung von Ökosystemleistungen Indikatoren notwendig, welche die jeweilige Leistung auf verschiedenen Maßstabsebenen (lokale Ebene, Landschaftsebene etc.) messbar/quantifizierbar machen. Die Schwierigkeit hierbei liegt darin einen Indikator zu finden, der die Ausprägung einer Ökosystemleistung in vollem Umfang darstellt und nicht nur einen Teilaspekt der Leistung widerspiegelt. Im oben genannten Beispiel (Nahrungs- und Futterpflanzen) dient die Erntemenge als Indikator. Im Falle der Erfassung von regulierende Leistungen können bestimmte



physikalische Größen, wie zum Beispiel die Infiltrationsrate im Zusammenhang mit der Leistung „Regulation des Wasserhaushaltes“, als Indikator dienen. Kulturelle Leistungen können beispielsweise über Befragungen von Menschen, welche die jeweilige Landschaft nutzen, quantifiziert werden. Aufgrund der spezifischen Indikatoren werden bei einer Quantifizierung von Ökosystemleistungen aus den oben genannten Klassen Zahlenwerte mit verschiedene Dimensionen wie z.B. Tonnen, ml/min, Euro aber auch Werte aus Punktesystemen generiert. Damit diese vergleichbar werden, kann ein übergeordnetes Skalensystem dienen. Alle Werte, egal mit welcher Dimension und aus welcher Klasse, können so entsprechend ihrer Ausprägung verschiedenen Skalenwerten zugeordnet und so auch untereinander verglichen werden (Grunewald & Bastian, 2018).

Ziel des Projektes ist es geeignete Indikatoren und Methoden für die Quantifizierung der ausgewählten Ökosystemleistungen zu entwickeln und zu testen. Die Erfassung und Bewertung der Ökosystemleistungen im Projekt erfolgt auf der Ebene der Untersuchungsflächen. Im Anschluss an die Detailbewertung der Untersuchungsfläche auf Basis selbst erhobener Daten im Projekt, werden die Ergebnisse mit Daten aus wissenschaftlichen Untersuchungen kombiniert und auf das jeweilige Obstanbausystem übertragen.



## 5 Auswahl der zu betrachtenden Ökosystemleistungen von Streuobstwiesen und Kernobstplantagen

Für die Definition und Abgrenzung der Ökosystemleistungen (ÖSL) in diesem Projekt wurde die Klassifizierung nach dem europäischen Klassifikationssystem CICES 5.1 (Common International Classification of Ecosystem Services) ausgewählt. Für Kommunikationszwecke wurden für die jeweiligen Leistungen vereinfachte Bezeichnungen in diesem Projekt verwendet. Auf dieser Basis wurde anschließend eine Liste mit allen Ökosystemleistungen erstellt. Bei der Klassifikation nach CICES 5.1 wird zwischen den drei Hauptsektionen (1) Versorgungsleistungen, (2) Regulierungsleistungen und (3) kulturelle Leistungen unterschieden.

Um die ÖSL von Streuobstwiesen und Kernobstplantagen möglichst umfassend darzustellen, wurden die für Streuobstwiesen und Kernobstplantagen relevanten ÖSL identifiziert und qualitativ beschreibend dargestellt. Da aus Gründen des Arbeitsaufwandes eine Quantifizierung aller von Obstanbauflächen erbrachten ÖSL nicht möglich war, erfolgte in einem ersten Schritt eine Auswahl unter Berücksichtigung der gesellschaftspolitischen Relevanz sowie der Relevanz für die Untersuchungsgebiete. Um Aussagen zur Nachhaltigkeit zu tätigen, ist es notwendig ein breites Spektrum an ÖSL zu betrachten (Grunewald & Bastian, 2018). Bei der Auswahl wurde daher darauf geachtet, aus jeder Hauptsektion (1) Versorgungsleistungen, (2) Regulierungsleistungen und (3) kulturelle Leistungen mindestens eine ÖSL zu berücksichtigen. Für den zweiten Auswahlschritt wurden mögliche Indikatoren zur quantitativen Erfassung der ÖSL recherchiert und ihre fachliche Eignung beurteilt. Die finale Auswahl der quantitativ zu erfassenden ÖSL (vgl. Tabelle 5) erfolgte dann auf Basis des Vorhandenseins von geeigneten Erfassungsmethoden sowie des Erfassungsaufwands (vgl. Abbildung 7).

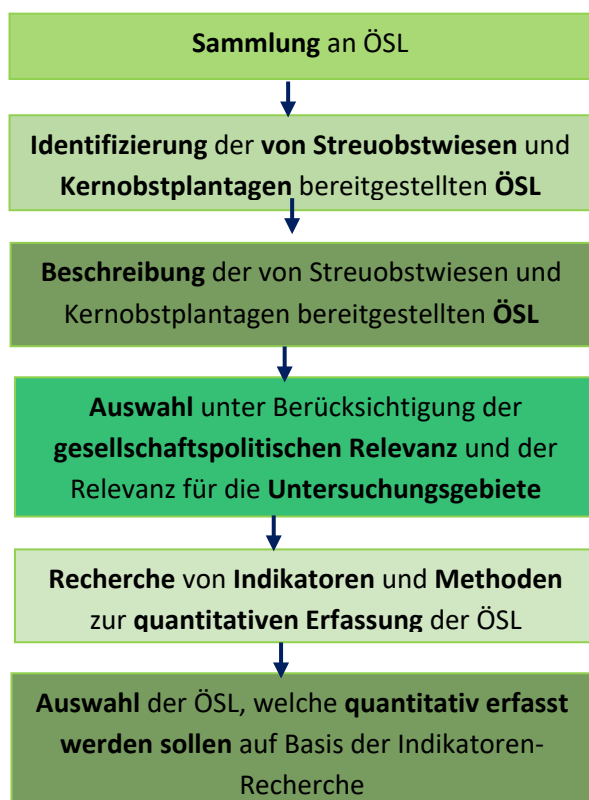


Abbildung 7: Arbeitsschritte zur Auswahl der ÖSL, welche im Projekt quantitativ erfasst werden sollen

## 5.1 Literaturübersicht zu den ÖSL von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen

In der folgenden Tabelle 4 wurden Studien recherchiert, welche entweder eine qualitative oder quantitative Bewertung von Ökosystemleistungen im Zusammenhang mit Niederstammanlagen oder Streuobstwiesen durchgeführt haben. ÖSL, welche im Rahmen des Projektes nicht im Gelände erfasst werden können, werden bei vorhandenen Daten aus der Literatur, u.a. auf dieser Basis bewertet.

Tabelle 4: Literaturnachweise zur qualitativen und quantitativen Bewertung der ÖSL von Niederstammanlagen und Streuobstwiesen

	Vereinfachte Bezeichnung	Code nach CICES 5.1	Literatur qualitative Bewertung	Literatur quantitative Bewertung	Literatur qualitative Bewertung	Literatur quantitative Bewertung
			Streuobstwiesen	Streuobstwiesen	Niederstammanlagen	Niederstammanlagen
V	Nahrungs- und Futterpflanzen	1.1.1.1	Demestihás et al. (2017)	Braun (2016)	Demestihás et al. (2019)	Samnegård, et al. (2018)
V	Holz	1.1.1.2		Wiegmann et al. (2007)		Schmid (2013)
V	Wildpflanzen für Ernährungszwecke	1.1.5.1				
V	Genetische Ressourcen	1.2.1.2		Braun (2016) Rösler (2007)		
R	Luftqualitätsregulation	2.1.1.2				
R	Visuelle Abschirmung	2.1.2.3				
R	Erosionsschutz	2.2.1.1				
R	Quantitative Regulierung des Wasserhaushalts	2.2.1.3				Merwin et al. (1994)
R	Bestäubung	2.2.2.1		Grassmann (2015)		Martínez-Sastre et al. (2020); Samnegård, et al. (2018)
R	Erhalt von Populationen und Lebensräumen	2.2.2.3		Dannenmann (2022); Kajtoch (2017) Rada et al. (2023) Rösler (2007)		Rösler (2007); Dannenmann (2022); Martínez-Sastre et al. (2020)
R	Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation	2.2.3.1		Rösler (2007)	Demestihás et al. (2019)	Rösler (2007); Samnegård, et al. (2018); Mody et al. (2011); García et al. (2021)
R	Regulierung der Bodenqualität	2.2.4.2				Glover et al. (2000); Rüdissler et al. (2021); Webber et al. (2022)
R	Regulierung der Wasserqualität	2.2.5.1			Demestihás et al. (2019)	
R	Kohlenstofffixierung	2.2.6.1		Wiedermann et al. (2022); Peßler (2012)	Demestihás et al. (2019)	
R	Mikroklimaregulierung	2.2.6.2			Demestihás et al. (2019)	
K	Erholung	3.1.1.1				
K	Ästhetik	3.1.2.4	Kornprobst (1994)			

K	Kulturerbe	3.1.2.3				
K	Grundlage für Bildung und Wissenschaft	3.1.2.1				

## 5.2 Beschreibung der ÖSL von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen und mögliche Indikatoren zur standortabhängigen Quantifizierung

Im Folgenden werden diejenigen ÖSL näher beschrieben, von welchen erwartet wird, dass diese von Streuobstwiesen und oder Niederstammanlagen erbracht werden. Weiterhin werden mögliche **Indikatoren** und **Methoden** zur Erfassung der jeweiligen Ökosystemleistung auf **lokaler Maßstabsebene** dargestellt.

### Nahrungs- und Futterpflanzen (Früchte und Heu)

(Zuordnung nach CICES 5.1: Kultivierte terrestrische Pflanzen (inkl. Pilze, Algen) für Ernährungszwecke CICES code 1.1.1.1)

#### Beschreibung der ÖSL:

Streuobstwiesen und Niederstammanlagen tragen zur Produktion von pflanzlichen Nahrungsmitteln bei. In Niederstammanlagen steht die Tafelobstproduktion im Vordergrund. Das Obst wird je nach Qualität (Tafel- und Mostobst) unterschiedlich vermarktet und dient im Streuobstbereich auch häufig dem Eigenverbrauch. Streuobstwiesen erzeugen neben Nahrungsmitteln mit ihrem Aufwuchs zusätzlich Futtermittel. Die Grünlanderträge hängen dabei vom Grünlandtyp und der Bewirtschaftung ab.

#### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, regionsspezifische Relevanz:

Als gesundheitsfördernder Ernährungsteil, hat die Obstproduktion einen hohen Stellenwert für die Gesellschaft. In den jeweiligen Produktionsregionen kommt den aus Obst hergestellten Produkten eine besondere Relevanz durch regionale Spezialitäten wie z.B. Most oder Edelbrände zu. Wenn eine Region für die Obstproduktion bekannt ist, kann dies zu einer starken regionsbezogenen Identifikation der einheimischen Bevölkerung führen sowie den Tourismus fördern.

#### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* Klima, Bodenbedingungen, Nährstoffverfügbarkeit, Wasserverfügbarkeit, Schaderregerdruck, Bestäubung

#### *Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:*

Bestäubung, Sorten, Veredelungsunterlage, Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln

#### Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

<b>Indikator</b>	<b>Erntemenge t/ha Tafelobst, Erntemenge t/ha Mostobst bei Streuobstwiesen zusätzlich: Erntemenge Heu/Gras in dt TM/ha</b>
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator
<b>Methode</b>	<b>Erntemenge:</b> Befragung der Betriebe mit standardisiertem Formblatt, ergänzende Daten aus den Vorjahren <b>Grünlandertrag:</b> Methode zur Ertragsschätzung bei Grünland (nach Voigtländer und Jacob (1987))
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche
<b>Erfassungsaufwand</b>	gering
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	Gut geeignet. Aufgrund der jährlichen Ertragsschwankungen, sollte der durchschnittliche Ertrag über mehrere Jahre hinweg als Indikator verwendet werden.

## Holz und Baumprodukte

(Zuordnung nach CICES 5.1: Pflanzl. Fasern oder andere Rohstoffe aus Kulturpflanzen, Pilzen, Algen, Bakterien 1.1.1.2)

### Beschreibung der ÖSL

Auf Streuobstwiesen fällt aufgrund des Baumschnitts der großkronigen Bäume regelmäßig Schnittgut in größeren Mengen an. Die Verwertung des Schnittgutes reicht dabei von Kompostierung bis hin zur energetischen Verwertung. Durch Sturmschäden oder altersbedingte Absterbeprozesse fällt gelegentlich auch Stammholz an. Dieses kann – bei gegebener Qualität – für die Herstellung von Möbeln oder als Brennholz verwendet werden. Da Niederstammanlagen im Vergleich zu Streuobstwiesen deutlich kurzlebiger sind, fällt hier ca. alle 10-20 Jahre Rodungsholz neben dem jährlich anfallenden Schnittholz an. Holz ist jedoch in beiden Obstanbausystemen nur ein Nebenprodukt.

### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, regionsspezifische Relevanz

Die Bereitstellung von Holz sei es als Bauholz, Möbelholz oder Brennholz ist eine wichtige Versorgungsleistung. Bei einer Nutzung des in Streuobstwiesen und Niederstammanlagen anfallenden Holzes können zusätzliche Einnahmen generiert werden.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:*

Klima, Bodenbedingungen, Nährstoffverfügbarkeit, Wasserverfügbarkeit

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:*

Größe des Baumes (Wuchsunterlage), Schnitthäufigkeit

### Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

Indikator	t/ha Trockenmasse Holz pro Jahr
Art des Indikators	Potenzialindikator
Methode	Bestimmung der Frischmasse für das Schnittholz Bestimmung des Wassergehalts und des Trockenmassegehalts
Erfassungsebene	Einzelfläche
Erfassungsaufwand	hoch
Einschätzung der Eignung des Indikators/Methode	Gut geeignet. Allerdings schwankt die jährlich anfallende Holzmenge sehr stark, weshalb die durchschnittliche Menge über mehrere Jahre hinweg als Indikator verwendet werden sollte.

## Genetische Ressourcen für die Züchtung

(Zuordnung nach CICES 5.1: Pflanzen (ganze Organismen) zur Zucht neuer Stämme oder Sorten 1.2.1.2)

---

### Beschreibung der ÖSL

Für die Züchtung von Nutzpflanzen stellen die vielen verschiedenen Obstsorten wichtige genetische Ressourcen zur Verfügung.

### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete

Die Sortenvielfalt bietet ein wichtiges Genreservoir für die künftige Züchtung im Obstbau und stellt damit eine wichtige Ressource für die Nahrungsmittelproduktion dar. Verändernde Umweltbedingungen erfordern dabei eine Vielfalt an Obstsorten als Grundlage für die Züchtung. Weiterhin ist eine sortenreiche Anbaufläche eine Absicherung bei den zukünftig häufiger auftretenden Schadereignissen und Extremwetterlagen.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* angepflanzte Sorten

### Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

Indikator	Anzahl der Sorten/ha
Art des Indikators	Potenzialindikator
Methode	Befragung der Betriebe, ggf. ergänzende Sortenkartierung ergänzende Daten aus der Literatur
Erfassungsebene	Einzelfläche
Erfassungsaufwand	gering
Einschätzung der Eignung des Indikators	Gut geeignet.

## Luftqualitätsregulation

(Zuordnung nach CICES 5.1: Filtration/Festlegung/Speicherung/Akkumulation durch Mikroorganismen, Algen, Pflanzen und Tiere CICES code 2.1.1.2)

---

### Beschreibung der ÖSL:

Aufgrund der Bereitstellung von Blattoberflächen an denen sich Luftpartikel ablagern sowie durch die Photosynthese (CO<sub>2</sub>-Aufnahme und O<sub>2</sub>-Abgabe) können Luftpartikel in und an Pflanzen akkumulieren und so zu einer Verbesserung der Luftqualität führen. Die Filterfähigkeit eines Baumes steigt mit zunehmender Gesamtblattfläche, da die für die Deposition zur Verfügung stehende Oberfläche zunimmt. Der in Niederstammanlagen praktizierte Pflanzenschutzmitteleinsatz muss bei der Bewertung berücksichtigt werden.



### **Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, regionspezifische Relevanz:**

Eine Regulierung der Luftqualität spielt nur eine Rolle in der Umgebung der Anbauflächen und ist somit stark regionspezifisch. Die Relevanz in den jeweiligen Regionen ist noch nicht bekannt.

### **Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen**

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und -geschwindigkeit

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:*

Pflanzdichte, Baumform (Nieder-, Halb- oder Hochstamm), Schnittform (Kronenmaße), Maße der Obstanbaufläche (Länge der Reihen, Anzahl der Reihen), Oberflächeneigenschaft der Blätter, Alter der Bäume, Dauer der belaubten Phase, Bodenvegetation, Pflanzenschutzmitteleinsatz

### **Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL**

<b>Indikator</b>	<b>Blattflächenindex</b> (Verhältnis der gesamten Blattoberfläche eines Bestandes zur gesamten Bestandsgrundfläche)
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator
<b>Methoden</b>	Verarbeitung von Fernerkundungsdaten oder geländebasierte Verfahren mit optischen Instrumenten (Bastias & Widmer, 2002)
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche
<b>notwendige Daten/notwendige Geräte</b>	Fernerkundungsdaten, Mehrfach-Lichtsensoren (Plant Canopy Analyser LAI-2000 von LiCor)
<b>Erfassungsaufwand</b>	hoch
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	Potentielle Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Luftqualität werden bei diesem Indikator nicht berücksichtigt

### **Visuelle Abschirmung**

(Zuordnung nach CICES 5.1: Minderung von visuellen Störungen 2.1.2.3)

### **Beschreibung der ÖSL**

Gehölzstrukturen wie Streuobstwiesen oder Obstplantagen können störende Elemente in der Landschaft verdecken, als Strukturelemente Offenlandschaften gliedern und sich damit positiv auf das Wohlbefinden von Menschen auswirken.

### **Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete**

Insbesondere in Gebieten, welche stark anthropogen überformt sind, spielt diese Leistung eine wichtige Rolle für das Wohlbefinden der Menschen. In den Untersuchungsgebieten ist diese Leistung von untergeordneter Relevanz.

### **Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen**

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* Anordnung und Größe der Gehölze

## **Erosionsschutz**

(Zuordnung nach CICES 5.1: Regulierung von Erosionsraten 2.2.1.1)

---

### **Beschreibung der ÖSL**

Die Ökosystemleistung Erosionsschutz beschreibt die Schutzwirkung von Ökosysteme gegenüber dem Bodenabtrag durch Wind oder Wasser (Grunewald & Bastian, 2018). So tragen Flächen mit einer dauerhaften Vegetationsbedeckung unter anderem durch die Regulierung des Oberflächenabflusses und Stabilisierung des Bodens durch die Wurzeln zur Reduzierung des Bodenabtrags bei (Syrbe et al., 2016). Die dauerhafte Bestockung mit Gehölzen sowie die dauerhafte Vegetation unter den Bäumen führt bei Streuobstwiesen zu einer Reduzierung der Wasser- und Winderosion. Auch bei Niederstammanlagen ist aufgrund der oberirdischen Pflanzenteile und der Wurzelmasse von einer Schutzwirkung gegenüber Wasser- und Winderosion auszugehen. Die vegetationslosen Baumstreifen beeinflussen allerdings die Erosionsschutzleistung einer Niederstammanlage.

### **Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete**

Durch den Abtransport wertvoller Bodenbestandteile wie Ton, Schluff und Humus kommt es zur Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit (von Haaren & Albert, 2016). Der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit ist ein gesellschaftliches Ziel, welches sowohl im Bodenschutzgesetz als auch im Naturschutzgesetz definiert ist (von Haaren & Albert, 2016). Mit der Erosion ist weiterhin ein Eintrag von Feinmaterial in benachbarte Habitate verbunden (von Haaren & Albert, 2016). Eine Schutzleistung ist daher sowohl im Interesse der Landwirtschaft als auch der Gesellschaft.

Besonders wichtig ist die Erosionsschutzleistung auf gefährdeten Standorten mit erosionsempfindlichen Böden, intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und in Hanglagen. Bei der Untersuchungsregion Lallinger Winkel handelt es sich um einen windgeschützten Talkessel, weshalb Erosion durch Wind hier keine Rolle spielt. Die Hanglagen des Lallinger Winkels weisen eine hohe Gefährdung gegenüber Wassererosion auf, jedoch befinden sich die Streuobstwiesen überwiegend in der Ebene. Aufgrund der Lage im voralpinen Hügelland befinden sich in der Bodenseeregion viele Obstanlagen in Hanglage. Wassererosion spielt hier somit ebenfalls eine Rolle.

### **Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen**

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* Relief, Bodeneigenschaften, Niederschlag

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* Art und Dauer der Vegetationsbedeckung, Wurzelmasse, Bodenbearbeitung

## Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

Indikator	Vermiedene Wassererosion (t/ha)	Sediment im Oberflächenabfluss
<b>Beschreibung</b>	Die Schutzwirkung gegenüber dem Bodenverlust kann über die Differenz zwischen hypothetische Abtragung ohne Vegetation und Erosion mit der aktuellen Vegetation beschrieben werden. Dieser Indikator zeigt die höchsten Werte dort, wo die ÖSL am höchsten ist.	Mit dem Indikator "Sediment im Oberflächenabfluss" kann der durchschnittliche Bodenverlust erfasst werden. Dieser Indikator zeigt die höchsten Werte dort, wo die ÖSL am kleinsten ist.
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator	Potenzialindikator
<b>Methoden</b>	<p><b>Modellierung mit Hilfe der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG)</b></p> <p>Differenz eines hypothetischen Abtrages (ohne Vegetation) und des aktuellen Abtrages mit der aktuellen Vegetation mit Hilfe der Bodenabtragungsgleichung</p> $A=K \times R \times S \times L \times C \times P$ <p>A: Mittlerer jährlicher Abtrag  K: Erodierbarkeit des Bodens  R: Erosivität durch Niederschlag  S: Hangneigung  L: Hanglänge  C: Bewirtschaftung, Bodenbedeckung  P: Querbewirtschaftung, Bodenschutz</p>	<p><b>Flächenhafte Messung des Bodenabtrags (&gt;50 m<sup>2</sup>)</b></p> <p>Eingrenzung der Messparzelle mit Blechen und Anbringen eines Auffangbehälters unter Flur zum Auffangen des oberflächlich abfließenden Wassers und erodiertem Material</p> <p><b>Punktuelle Messung des Bodenabtrags (&lt; 50 m<sup>2</sup>)</b></p> <p>Eingrenzung der Messparzelle mit Blechen und Anbringen eines Auffangbehälters unter Flur zum Auffangen des oberflächlich abfließenden Wassers und erodiertem Material am unteren Ende der Parzelle</p> <p>Bestimmung des Sedimentgehalts im Labor</p>
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche	Einzelfläche
<b>notwendige Daten, notwendige Geräte</b>	<p><b>Berechnung R-Faktor:</b> mittleren Niederschlagssummen der Sommermonate</p> <p><b>Berechnung K-Faktor:</b> Bodenart des Oberbodens nach DIN 19708 (genauer: Schluff- und Feinsandgehalt, % organische Substanz, Aggregatklasse, Durchlässigkeitsklasse)</p> <p><b>LS- Faktor:</b> erosive Hanglänge (Hangneigung aus dem DGM ermittelt)</p> <p><b>C-Faktor</b> Tabellenwert aus der Literatur</p>	Bleche, Auffangbehälter
<b>Erfassungsaufwand</b>	mittel	hoch
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	<p>Unterscheidung zum Bioanbau nicht möglich (kein separater C Faktor)</p> <p>Anwendungsgrenzen der ABAG bei gering geneigten Hängen (Lfl 2019)</p>	hoher Materialaufwand, Eingriff ins Gelände notwendig, Vergleichbarkeit der Flächen nur bei gleichen Regenereignissen möglich

## **Quantitative Regulierung des Wasserhaushalts**

(Zuordnung nach CICES 5.1: Erhalt des Wasserhaushalts und des Abflussregimes (inkl. Hochwasser-, Küstenschutz 2.2.1.3))

---

### **Beschreibung der ÖSL**

Die Wasserregulationsleistung beschreibt den Beitrag eines Ökosystems zum Rückhalt von Niederschlagswasser durch Abflussreduktion und Wasserspeicherung sowie zur Grundwasserneubildung. Die Abflussreduktion erfolgt durch Infiltration (Einsickern), Absorption (Aufnahme) und Evapotranspiration (Verdunstung und Transpiration). So haben Streuobstwiesen und Obstplantagen Einfluss auf die Wassermenge, die ins Grundwasser versickert oder oberflächlich abfließt. In Streuobstwiesen tragen sowohl die Baumschicht als auch die Krautschicht zur Reduzierung des Oberflächenabflusses bei. Auch die Spindelbüsche in Obstplantagen reduzieren durch Interzeption, Transpiration und ihre Wurzelmasse den Oberflächenabfluss. Die offenen Baumstreifen im Plantagenanbau reduzieren jedoch die Infiltration und erhöhen den Oberflächenabfluss in diesem Teilbereich der Gesamtfläche, da die Bodenoberfläche mit zunehmender Dauer des Regens dort verschlämmt.

Managementpraktiken im Obstbau wie Bewässerung, Bodenbearbeitung und auch das Befahren mit Traktoren, welches zur Verdichtung des Bodens führt, beeinflussen dabei die Regulierungsleistung.

### **Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete**

Die Regulierung des Wasserhaushalts bietet Schutz vor Überschwemmungen und Erosion. Dem Hochwasserschutz kommt insbesondere in Gebieten mit einer hohen Überschwemmungsgefahr eine große Bedeutung zu. Die Zunahme von Starkregenereignissen in den letzten Jahren erhöht die Bedeutung dieser Leistung für die Gesellschaft jedoch zunehmend auch in Gebieten mit geringer Überschwemmungsgefahr. Die Grundwasserneubildung ist essentiell für eine produktive Landwirtschaft und wird mit dem Klimawandel immer wichtiger.

### **Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen**

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* Geländeneigung, Niederschlagsmenge, Temperatur, Bodenart, organische Bodensubstanz, biologische Aktivität, Bodentextur- und -struktur

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* Art und Dauer des Bewuchses, Durchwurzelung, Verdichtung durch Maschinen, Bewässerung, Bodenbearbeitung

## Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

Indikator	Infiltrationsrate	tatsächlicher Oberflächenabfluss	modellierter Oberflächenabfluss
Art des Indikators	Potenzialindikator	Potenzialindikator	Potenzialindikator
Beschreibung	Die Infiltrationsrate erlaubt Rückschlüsse auf den Oberflächenabfluss. Der Anteil des Wassers, der nicht in den Boden infiltriert, fließt oberflächlich ab.  Dieser Indikator zeigt die höchsten Werte dort, wo die ÖSL am höchsten ist.	Dort wo die ÖSL am höchsten ist, zeigt der Indikator die niedrigsten Werte.	Dort wo die ÖSL am höchsten ist, zeigt der Indikator die niedrigsten Werte.
Methoden	<b>Messung mit Hilfe eines Doppelring-Infiltrometers</b>  Die Ringe werden auf die Fläche aufgebracht und mit Wasser gefüllt, wonach die Rate gemessen wird, mit der das Wasser in den Boden infiltriert. Diese wird ausgedrückt als Wasservolumen pro Bodenoberfläche und pro Zeiteinheit [L/T, zum Beispiel mm/min].	<b>Erfassung des Oberflächenabflusses mit Hilfe eines Sammelsystems auf einer Parzelle</b> Von einer mit Blechen abgegrenzten Fläche wird der Oberflächenabfluss über ein Ableitungsrohr zu einem Sammelbehälter geleitet (mit diesem System lässt sich auch der Bodenabtrag erfassen)  <b>Erfassung des Oberflächenabflusses mit Hilfe von Beregnungsversuchen</b> artifiziiell erzeugter Regen auf definierten Messparzellen  Vorteil der künstlichen Beregnung: reproduzierbare Niederschlagsereignisse so dass gewünschte Niederschlagsintensitäten und die hiermit mittelbar verbundenen Niederschlagseigenschaften wie Tropfengröße und-geschwindigkeit zu gewünschten Zeitpunkten im Gelände vorliegen Nachteil: Absorption der Gehölze bleibt unberücksichtigt	Zur <b>Abflussmodellierung</b> stehen verschiedene Modelle zur Verfügung. Je nach Modell sind verschiedene Eingangsparameter notwendig.
Erfassungsebene	Einzelfläche	Einzelfläche	Einzelfläche
notwendige Daten notwendige Geräte	Doppelring-Infiltrometer	je nach Messverfahren	je nach Modell
Erfassungsaufwand	sehr hoch	sehr hoch	hoch (abhängig von den Eingangsparametern)
Einschätzung der Eignung des Indikators	Mit der Infiltrationsrate wird nur ein Teilaspekt der Wasserregulierung erfasst. Die Absorption und Evapotranspiration der Gehölze, welche auch zur Regulierung des Oberflächenabflusses beitragen bleiben unberücksichtigt. vergleichbare Standorteigenschaften (Bodenart) der Flächen erforderlich	Messsystem lässt sich auch zur Erfassung des Sedimentabtrags verwenden  hoher Materialaufwand um gleichzeitige Messung auf allen Flächen zu ermöglichen  Vergleichbarkeit der Flächen nur bei identischen Regenereignissen	Werden umfassende Abflussmodelle verwendet, können Evapotranspiration, Absorption der Gehölze berücksichtigt werden.  Bei einfachen Modellen gibt es keine Unterscheidung zwischen IP und Bio.

## Bestäubung

(Zuordnung nach CICES 5.1: Bestäubung (oder "Verbreitung von Gameten" im marinen Kontext) 2.2.2.1)

### Beschreibung der ÖSL

Obstanbauflächen tragen insofern zur Bestäubungsleistung bei, indem sie Nahrungsquellen für Bestäuber sowie geeignete Niststrukturen bereitstellen. Dabei hängt das Nahrungsangebot stark von der Bewirtschaftungsintensität des Unterwuchses ab. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Niederstammanlagen hat dabei direkte Auswirkungen auf die Populationsgröße der Bestäuber.

### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete

Der überwiegende Teil unserer Wild- und Nutzpflanzenarten sind auf die Bestäubung durch Tiere angewiesen, weshalb der Bestäubungsleistung eine besondere Bedeutung für die Nahrungsmittelproduktion zukommt. In den obstbaugeprägten Untersuchungsgebieten tragen die Obstanbauflächen nicht nur zur Bestäubungsleistung bei, sondern sie sind selbst auf die Bestäubung angewiesen.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* umgebende Landschaft

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* Art und Zeitpunkt der Unterwuchspflege, Vegetationszusammensetzung, Vorhandensein von Kleinstrukturen, Einsatz von Pflanzenschutzmittel

### Mögliche Indikatoren für die Quantifizierung der ÖSL

Indikator	Abundanz und Diversität Bestäuber	Bestäubungserfolg	Habitatstrukturen für Bestäuber
<b>Beschreibung</b>	Die Abundanz von Bestäubern ermöglicht Rückschlüsse auf die potentielle Bestäubungsleistung	Nicht jeder Blütenbesuch führt automatisch auch zu einer Bestäubung. Deshalb eignet sich der Indikator "Bestäubungserfolg" zur genaueren Bestimmung der Bestäubungsleistung. Die Anzahl Samen pro Frucht liefern einen Hinweis auf den Bestäubungserfolg.	Auf Grundlage von vorgefundenen Nahrungs- und Nistplatzangeboten für Bestäuber können Rückschlüsse auf das Vorkommen von Bestäubern gezogen werden und damit auf die potentielle Bestäubungsleistung.
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator	Potenzialindikator	Potenzialindikator
<b>Methoden</b>	Erfassung mit Hilfe von mit Seifenwasser befüllten Farbschalen  Netzfang	Anzahl Samen/Frucht	Erfassung der Habitatstrukturen für Bestäuber (%Anteil der Fläche mit Pollen- und Nektarpflanzen, Anzahl Habitate für Nestanlagen und Überwinterung)
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche	Einzelfläche	Einzelfläche
<b>Erfassungsaufwand</b>	sehr hoch	sehr hoch	hoch
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	Jährliche Populationsschwankungen sowie weitere Einflussfaktoren wie die umgebende Landschaften machen Vergleiche schwierig		Die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bestäuber wird bei diesem Indikator nicht berücksichtigt

## Erhalt von Populationen und Lebensräumen

(Zuordnung nach CICES 5.1: Erhaltung von Aufzuchtpopulationen und -habitaten (inkl. Genpoolschutz) 2.2.2.3)

### Beschreibung der ÖSL

Obstanbauflächen tragen insofern zum Erhalt von Populationen und Lebensräumen bei, indem sie geeignete Strukturen für z.B. die Nahrungsaufnahme, Fortpflanzung und andere Bedürfnisse im Lebenszyklus einer Art bereitstellen. Von großer Bedeutung für die Fauna ist dabei die kombinierte Nutzbarkeit von Baum- und Krautschicht und damit ein Brutplatz- und Nahrungsangebot in enger räumlicher Nachbarschaft. Entscheidend für die Habitatqualität ist das Alter, die Bestandesdichte, die Art, Form und Größe der Obstgehölze, das Vorhandensein von Kleinstrukturen sowie die Bewirtschaftungsintensität der Obstbauflächen. Die Obstanbauflächen können sich jedoch in Abhängigkeit von den Bewirtschaftungspraktiken auch negativ auf Populationen und Lebensräume wildlebender Tier- und Pflanzenarten auswirken. Im Intensivobstbau können insbesondere der Dünger- und Pestizideinsatz die Habitatqualität der Fläche beeinträchtigen.

### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete

Der Erhalt der Vielfalt von Populationen und Lebensräumen wildlebender Tier- und Pflanzenarten ist im Hinblick auf die Stabilität der Ökosysteme und die damit verbunden zahlreichen überlebensnotwendigen Leistungen der Natur für die Gesellschaft von außerordentlicher Bedeutung.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* Standortfaktoren, Isolation bzw. Anbindung umgebende Landschaft

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* Baumdichte, Baumarten, Alter, Größe und Form der Gehölze, Sonderstrukturen, Unterwuchspflege, Dünger- und Pestizideinsatz

### Mögliche Indikatoren für die Quantifizierung der ÖSL

Indikator	Deckungsgrad und Diversität von Gefäßpflanzen /Anteil Charakterarten der Biotoptypen	Abundanz und Diversität von bestimmten Artengruppen	Habitatpotenzial für Säugetiere, Insekten und Vögel
Art des Indikators	Potenzialindikator	Potenzialindikator	Potenzialindikator
Methoden	Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (Angaben zur Art und Deckungsgrad)	je nach Artengruppe z.B. Brutvogel-Revierkartierung	Erfassung von Parametern, welche die Habitatqualität beeinflussen und anschließende Gesamtbewertung des Habitatpotenzials für die Fläche
Erfassungsebene	Einzelfläche	Einzelfläche	Einzelfläche
notwendige Daten, notwendige Geräte	Erfassungsbogen, Maßband, Markierungsstäbe	je nach Artengruppe	Erfassungsbogen, Luftbilder, Maßband
Erfassungsaufwand	hoch	sehr hoch	mittel
Einschätzung der Eignung des Indikators	Abhängigkeit der Artenausstattung von biotischen und abiotischen Standorteigenschaften;	zweijährige Erfassung notwendig aufgrund der jährlichen Populationsschwankungen	Die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln und Düngereinsatz auf die Fauna wird bei

	Die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln und Düngereinsatz auf die Flora wird hier berücksichtigt	bei bestimmten Artengruppen	diesem Indikator nur unzureichend berücksichtigt
--	---	-----------------------------	--

### Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation

(Zuordnung nach CICES 5.1: Kontrolle von Schädlingen 2.2.3.1; Kontrolle von Krankheitserregern 2.2.3.2)

#### Beschreibung der ÖSL

Obstanbauflächen tragen insofern zur natürlichen Schädlingsregulation bei, indem sie Habitate für Nützlinge bereitstellen. Inwieweit Obstanbauflächen zur natürlichen Schädlingsregulation beitragen, hängt unter anderem vom Nahrungsangebot und den Versteckmöglichkeiten für Nützlinge ab. Weiterhin kann der Einsatz von vielfältigen Sorten auf einer Obstanbaufläche zu einer Stabilisierung der Wechselwirkungen zwischen Schaderregern und Abwehrmechanismen beitragen (Rösler, 2007).

#### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete

Aufgrund der nachteiligen Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Mensch und Umwelt kommt der natürlichen Schädlingsregulation eine große gesellschaftliche Bedeutung zu. Auch für die Obstbauern ist aufgrund des betriebswirtschaftlichen Aufwands für den Einsatz von Pflanzenschutzmittel sowie der nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit eine natürliche Schädlingsregulierung relevant.

#### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* umgebende Landschaft

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* Umfang und Ausprägung von natürlichen Kleinstrukturen, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Sortenvielfalt, Unterwuchspflege

#### Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

Indikator	Diversität und Abundanz von Nützlingen	Prädatorenrate Nützlinge	Herbivoriegrad, Pathogenbefall
Beschreibung	Als Indikator für die Schädlingsregulation lässt sich die Diversität und Abundanz von Nützlingen in der Krautschicht und im Kronenbereich erfassen. Hierfür sind Freilanderhebungen und anschließende Laboruntersuchungen zur taxonomischen Einordnung erforderlich.	Als Indikator für die Schädlingsregulation lässt sich die Prädatorenrate erfassen.	Der Herbivoriegrad und das Ausmaß des Pathogenbefall geben Rückschlüsse auf die natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation.
Art des Indikators	Potenzialindikator	Potenzialindikator	Potenzialindikator
Methoden	Erfassung im Gelände und anschließende Laboranalyse  Klopfprobe in Baumkrone und anschließende Auswertung	Fraßkarten  Auf diesen Karten sind Eier von Schädlingen geklebt, sie werden in den Obstbäumen ausgehängt. Nach 48 Stunden werden die Karten wieder	Visuelle Beobachtung



	Aussieben, Bestimmung und Auszählung	eingeholt und der befallene/gefressene Anteil der Eier erfasst.	
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche	Einzelfläche	Einzelfläche
<b>notwendige Daten, notwendige Geräte</b>	Tablett, Stock, Markierungsband	Fraßkarten Lupe	
<b>Erfassungsaufwand</b>	sehr hoch	hoch	sehr hoch
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	Ein Rückschluss auf die tatsächliche Schädlingsreduzierung kann mit der alleinigen Erfassung der Diversität und Abundanz von Nützlingen nicht gezogen werden.	geeigneter Indikator	Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, welcher ebenfalls Auswirkungen auf Schädlingsbefall und Erkrankungen der Obstbäume hat, wird hierbei zur Leistung mit hinzugezählt. Folglich spiegelt dieser Indikator nicht die <b>natürliche</b> Schädlingsbekämpfung wider.

### Regulierung der Bodenqualität

(Zuordnung nach CICES 5.1: Zersetzungs- und Fixierungsprozesse und ihr Beitrag zur Bodenqualität 2.2.4.2)

### Beschreibung der ÖSL

Gehölze wie Obstbäume beeinflussen auf vielfältige Weise verschieden Bodenparameter. Voraussetzung dafür ist die Ausbildung eines umfangreichen, langlebigen Wurzelsystems (Quinkenstein & Kanzler, 2018). Durch Wurzelwachstum und Wurzelaktivität verändern sie die Bodenstruktur. Durch den Streufall und Wurzelausscheidungen bringen sie zusätzlich organisches Material in den Boden und schaffen so ein Habitat für Bodenorganismen und günstige Bedingungen für Streuabbau und Humusbildung (Quinkenstein & Kanzler, 2018). Obstanbauflächen tragen insofern zur Regulierung der Bodenqualität bei, indem sie günstige Lebensbedingungen für Bodenorganismen bereitstellen. Durch Bodenbearbeitung, Düngung, Bewässerung und Pflanzenschutzmitteleinsatz wird der pH-Wert, der Humusgehalt, die biologische Aktivität des Bodens und damit die Bodenqualität beeinflusst. Ob Streuobstwiesen und Obstplantagen günstige Lebensbedingungen für Bodenorganismen bereitstellen und so einen positiven Beitrag zur Bodenqualität leisten, hängt folglich stark von der Bewirtschaftung ab.

### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete

Die Bodenqualität ist eine wichtige Grundlage für die Produktion von Nahrungsmitteln und hat damit im Hinblick auf die Sicherstellung der Versorgungssicherheit für die Gesellschaft eine hohe Relevanz. Um auch zukünftig Obstbau in den Untersuchungsregionen betreiben zu können ist die Sicherung der Bodenqualität von großer Bedeutung.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* pH-Wert des Bodens, Bodenart, Bodenfeuchte, Temperatur

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:*

Aktivität der Bodenorganismen, Art und Menge der organischen Substanz, Durchlüftung des Bodens, Vegetation, Pflanzenschutzmitteleinsatz

**Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL**

<b>Indikator</b>	<b>Zersetzungsrates organischer Substanz</b>	<b>Abundanz Regenwürmer</b>	<b>Aktivität der Boden- mikroorganismen</b>	<b>Aggregatstabilität % wasserstabile Bodenaggregate</b>
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator	Potenzialindikator	Potenzialindikator	Potenzialindikator
<b>Beschreibung</b>	Die Zersetzungsrates organischer Substanz ist entscheidend für die Nährstoffnachlieferung.	Bodenlebewesen tragen zum Stoffumsatz sowie zur Verbesserung der Bodenstruktur bei. Die Abundanz von Regenwürmer eignet sich aufgrund ihrer Schlüsselfunktion für die Bodenqualität als Indikator.	Mikroorganismen sind am Auf-, Ab- und Umbau der organischen Substanz beteiligt, die Aktivität der Bodenmikroorganismen eignet sich daher als Indikator.	Da die Aggregation wesentlich den Wasser-, Luft-, Nährstoff- und Wärmehaushalt des Bodens steuert, ist sie ein wichtiger Indikator für die Bodenqualität (Wachendorf & Potthoff, 2014)
<b>Methoden</b>	Messung der Zersetzungsgeschwindigkeit von organischer Substanz mithilfe der Tea Bag Index Methode  Teebeutel mit Grün- und Rooibostee werden für 3 Monate vergraben Vergleich Ausgangs- und Endgewicht	1. Austreibung: mit einer Senf-Lösung (Probestelle 50x50cm) und 30-minütiges Aufsammeln der Würmer.  2. Handauslese: pflugsohlentiefe Ausgrabung eines Bodenblocks, Zerkrümelung des Bodenmaterials und Handauslese	Probenahme im Gelände anschließende Laboruntersuchung	Probenahme im Gelände anschließende Laboruntersuchung  Nasssieb-Verfahren nach Kemper & Rosenau (1986) im Labor mit Stechzylinderprobe  Tockensieb-Verfahren im Labor mit Stechzylinderprobe
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche	Einzelfläche	Einzelfläche	Einzelfläche
<b>notwendige Daten, Geräte</b>	Teebeutel	Spaten Austreibungsmittel	Stechzylinder	Stechzylinder, Siebe
<b>Erfassungsaufwand</b>	gering	hoch	hoch	hoch
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	Gut geeignet und einfach zu erfassen. Vergleichbarkeit der Flächen nur bei gleicher Witterung, gleichem pH-Wert gegeben	Gut geeignet, jedoch aufwendig. Vergleichbarkeit der Flächen nur bei gleicher Bodenart, gleichem pH-Wert, gleicher Witterung	Gut geeignet. Vergleichbarkeit der Flächen nur bei gleicher Bodenart, gleichem pH-Wert, gleicher Witterung	Bestimmte Methoden können nicht zwischen biologischer und verdichtungsbedingter Stabilität von Aggregaten unterscheiden

## Regulierung der Wasserqualität

(Zuordnung nach CICES 5.1: Regulierung der chemischen Wasserqualität von Süßwasser durch lebende Prozesse 2.2.5.1)

### Beschreibung der ÖSL

Die durch die Gehölze und Unterwuchs bewirkte Reduzierung des Oberflächenabflusses in Streuobstwiesen und Obstplantagen sowie die Aufnahme von Nährstoffen über die Wurzeln der Gehölze mindert den Austrag von Nähr- und Schadstoffen. Der Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Oberflächengewässer oder angrenzende Lebensräume kann so gemindert werden. Bei Obstanbausystemen mit übermäßigem Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ist von einem negativen Beitrag zur Wasserqualität auszugehen.

### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, Relevanz für die Untersuchungsgebiete

Der Bedarf an sauberem Wasser ist sowohl für die persönliche Nutzung als auch für die Landwirtschaft von Bedeutung.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

**Standortbezogene Einflussfaktoren:** Bodenmerkmale, Schadstoffeinträge Umfeld

### Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:

Unterwuchs, Gehölzkomponente, Bodenbearbeitung, Bewässerung, Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln

### Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

<b>Indikator</b>	<b>verhinderte Nitrat- und Phosphorauswaschung</b> Nitrat- und Phosphorgehalt im Oberflächenabfluss mg NO <sub>3</sub> /l Drainagewasser
<b>Beschreibung</b>	Der Gehalt von Nitrat und Phosphor im Oberflächenwasser erlaubt Rückschlüsse auf den verhinderten Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Oberflächengewässer.
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator
<b>Methoden</b>	Erfassung des Oberflächenabflusses im Gelände und anschließende Laboranalyse
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche
<b>notwendige Daten, notwendige Geräte</b>	Geräte zur Erfassung des Oberflächenabflusses
<b>Erfassungsaufwand</b>	im Zusammenhang mit der Messung des Oberflächenabflusses hoch
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	da hierfür der Oberflächenabfluss erfasst werden muss, Aufwand sehr hoch

## Kohlenstofffixierung

(Zuordnung nach CICES 5.1: Regulierung der chemischen Zusammensetzung von Atmosphäre und Ozeanen 2.2.6.1)

### Beschreibung der ÖSL:

Auf Obstplantagen und Streuobstwiesen wird Kohlenstoff in Form von Holzbiomasse und im Boden stabilisiert. Im Boden trägt das Wurzelsystem zur Kohlenstoffspeicherung bei. Die Baumart, das Alter des Systems, der Standort sowie die Bewirtschaftung führen zu unterschiedlichen Fixierungsraten. Aufgrund von relativ kurzen Standzeiten von Obstgehölzen (Niederstamm und Streuobst) spielt die Kohlenstofffixierung hier jedoch im Vergleich zu der Verweildauer des Kohlenstoffes in den fossilen Lagerstätten nur eine vernachlässigbare Rolle. Obstanlagen stellen somit keine wesentliche CO<sub>2</sub>-Senke dar. Hinzu kommt, dass bei beiden Produktionssystemen durch die Bewirtschaftung (Unterwuchspflege, Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz, thermische Verwertung von anfallendem Holz etc.) CO<sub>2</sub>-Emissionen in unterschiedlichem Umfang verursacht werden.

### Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, regionsspezifische Relevanz:

Kohlenstofffixierung hat als Anpassungsstrategie eine hohe Bedeutung im Rahmen des Klimawandels.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* Standort

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:* Maß der Obstanbaufläche (Länge der Reihen, Anzahl der Reihen), Baumzahl und –formen, Baumart und -alter, Bewirtschaftung

### Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL

<b>Indikator</b>	<b>Kohlenstoffvorrat in oberirdischer Gehölzbiomasse</b>
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator
<b>Methoden</b>	Bestimmung der Baumparameter im Feld mit anschließender Berechnung des Kohlenstoffgehaltes per Formel (Wiedermann et al., 2022)
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche
<b>notwendige Daten</b>	Baumparameter: Höhe, BHD, Kronendurchmesser
<b>Erfassungsaufwand</b>	sehr hoch
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	die unterirdischen C-Speicherpotential bleiben unberücksichtigt die durch die Bewirtschaftung verursachten CO <sub>2</sub> Emissionen werden bei diesem Indikator nicht berücksichtigt

## **Mikroklimaregulierung**

(Zuordnung nach CICES 5.1: Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit (inkl. Luftaustausch und Verdunstung) 2.2.6.2)

---

### **Beschreibung der ÖSL:**

Aufgrund von Beschattung, Verdunstung und der Beeinflussung der Luftbewegungen innerhalb der Anlagen wird das Mikroklima beeinflusst. Streuobstwiesen und Plantagen unterscheiden sich stark in der Anzahl der Bäume, der Baumformen sowie der vorhandenen Frei- bzw. Grasflächen. Die Beeinflussung des Mikroklimas wird daher Unterschiede aufweisen.

### **Bedeutung der ÖSL für die Gesellschaft, regionsspezifische Relevanz:**

Hohe Relevanz in Erholungs- und urbanen Räumen für das Wohlbefinden des Menschen. Weiterhin hat die Mikroklimaregulierung durch Obstanbaufläche eine hohe Bedeutung für angrenzende Agrarökosysteme (Windschutzeffekte, Beschattungseffekte etc.).

### **Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen**

**Standortbezogene Einflussfaktoren:** Topographie, benachbarte Gehölzbestände

**Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:** Größe der Anlage, Form und Anzahl von Bäumen, Größe der Freifläche

### **Mögliche Indikatoren für die die Quantifizierung der ÖSL**

<b>Indikator</b>	<b>Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Strahlungsintensität, Windgeschwindigkeit</b>
<b>Art des Indikators</b>	Potenzialindikator
<b>Methoden</b>	Aufstellung von Klimasensoren innerhalb und als Kontrolle außerhalb von Obstanlagen Messung im Jahresverlauf
<b>Erfassungsebene</b>	Einzelfläche
<b>notwendige Daten/notwendige Geräte</b>	Sensoren
<b>Erfassungsaufwand</b>	mittel je nach Anzahl an Messpunkten
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	Gut geeignet

## **Erholung**

(Zuordnung nach CICES 5.1: Merkmale lebender Systeme, die körperliche Aktivitäten ermöglichen 3.1.1.1; Merkmale lebender Systeme, die passive Aktivitäten ermöglichen 3.1.1.2)

---

### **Beschreibung der ÖSL**

Zur Erholung tragen beispielsweise körperliche Aktivitäten, Naturbeobachtungen aber auch passive Interaktionen (Wahrnehmung von Gerüchen, Farben, Geräuschen etc.) bei. Die hier beschriebene Leistung umfasst sowohl die Naherholung als auch den Tourismus. Die Eigenschaften eines Ökosystems oder einer landwirtschaftlichen Nutzfläche beeinflussen dabei den Erholungswert. Die Erholungswirkung ist dabei eng mit der Ästhetik einer Landschaft verknüpft. Die Auswahl von Erholungs- oder Urlaubsorten durch Erholungssuchende hängt jedoch auch von der Erschließung, Infrastruktur, Siedlungsnähe, Bevölkerungsdichte, dem Bekanntheitsgrad etc. ab.

Vom Obstbau geprägte Landschaften ermöglichen verschiedene Formen der Erholung. Erholungsmöglichkeiten wie z.B. das Beobachten der Obstblüte sowie von Tieren und Pflanzen, das Sammeln von Früchten oder das Spazieren gehen. Aktivitäten wie Spazieren gehen sind in erster Linie nicht auf Einzelflächen bezogen, sondern auf einen Landschaftsraum, welcher mit Streuobstwiesen und/oder Obstplantagen ausgestattet ist. Da Obstplantagen häufig eingezäunt sind, können diese in der Regel auch nicht begangen werden. Streuobstflächen hingegen können in der Regel frei begangen werden. Welchen Beitrag Obstanbauflächen zur Naherholung für Erholungssuchende leisten, kann daher nur auf Landschaftsebene erfasst werden.

Im nicht vordergründig zum Erwerb betriebenen Streuobstanbau kann die Erholung durch körperliche Aktivitäten auf der Streuobstwiese wie beispielsweise dem Baumschnitt, Wiesenpflege, Obstlese etc. von Bedeutung sein. Inwieweit die Bewirtschaftung einer Obstanbaufläche zur Erholung der Bewirtschaftenden beiträgt, hängt im Wesentlichen davon ab, ob diese im Haupt-, Nebenerwerb oder als Hobby bewirtschaftet wird. Diese Art von Erholung kann **flächenbezogen** durch Befragung der Bewirtschafter erhoben werden.

Obstanbauflächen bieten aber auch touristische Potenziale, welche sich aufgrund ihrer Funktion als Landschaftselement, aber auch aufgrund der von ihnen erzeugte Produkte ergeben.

### **Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen**

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* Zugänglichkeit, Entfernung zu Siedlungen, Erschließung, Flächenanteil von Obstanbauflächen in der Landschaft

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:*

Häufigkeit der Arbeitsgänge (Maschineneinsatz), Pflanzenschutzmittelausbringung, Vegetationsmerkmale, Strukturvielfalt

## Mögliche Indikatoren für die Quantifizierung der ÖSL "Erholung "

<b>Indikator</b>	Häufigkeit der Nennung von Streuobst oder Obstplantage als Landschaftsstrukturelement, welches zur Erholung beiträgt	Häufigkeit der Nennung von Streuobstwiesen oder Kernobstplantagen als Ort für Erholungsaktivitäten
<b>Art des Indikators</b>	Nachfrageindikator	Nachfrageindikator
<b>Methoden</b>	<p>Befragung der örtlichen Bevölkerung</p> <p>Befragung der örtlichen Bevölkerung, welche Strukturen im Untersuchungsgebiet zur Erholung beitragen</p> <p>vorgegebene Antwortmöglichkeiten: Hecken, Feldgehölze Wald, Äcker, Grünland Wasserflächen, Streuobstwiese, Obstplantage etc.</p> <p>optionale Ergänzung: Befragung, welche Veränderungen den Erholungswert der Landschaft im Gebiet negativ beeinflussen.</p> <p>"Schränken die folgenden Veränderungen die Erholungseignung im Gebiet ein?"</p> <p>vorgegebene Antwortmöglichkeiten: - Zunahme von Wald zu Lasten des Offenlandes - Zunahme von Hecken - Zunahme von Streuobstwiesen - Abnahme von Streuobstwiesen - Zunahme von Obstplantagen - Abnahme von Streuobstwiesen etc.</p> <p>angekreuzt werden kann jeweils "keine Einschränkung der Erholungseignung" oder "Einschränkung der Erholungseignung"</p>	<p>Kartenbasierte Befragung- Verortung auf einer vorabgegrenzten Karte</p> <p>Mögliche Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo in Ihrer Gemeinde gehen Sie Spazieren?</li> <li>• Wo in Ihrer Gemeinde beobachten Sie die Natur?</li> <li>• Wo in Ihrer Gemeinde sammeln Sie Wildkräuter?</li> </ul>
<b>Erfassungsebene</b>	Region, Gemeinde	Region, Gemeinde
<b>notwendige Daten, notwendige Geräte</b>	Fragebogen	vorabgegrenzte Landnutzungstypen
<b>Erfassungsaufwand</b>	sehr hoch	sehr hoch
<b>Einschätzung der Eig nung des Indikators</b>	Da der Beitrag von Obstanbauflächen zum Erholungswert nicht trennscharf vom ästhetischen Erscheinungsbild erfasst werden kann, sollte stattdessen bevorzugt die ÖSL "Ästhetik" erfasst werden.	stark abhängig von vorhandenen Alternativen und weiteren Faktoren

## Ästhetische Werte

(Zuordnung nach CICES 5.1: Gelegenheiten für ästhetische Erlebnisse, Eigenschaften lebender Systeme, die ästhetische Erfahrungen ermöglichen 3.1.2.4)

### Beschreibung der ÖSL

Gehölzstrukturen wie Obstanbauflächen haben einen großen Einfluss auf das Landschaftsbild. Je nach ihrer Anordnung, Artenzusammensetzung, Höhe der Gehölze und des Vorhandensein von technischen Elementen wie Hagelschutz-Vorrichtungen können Obstanbausysteme sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben. Wesentlich für die ästhetische Wirkung von Obstanbauflächen sind beispielsweise die Blühaspekte und das Blattwerk der Gehölze. Bei Streuobstwiesen können weiterhin die unterschiedlichen Höhen der Bäume sowie der Unterwuchs und die lückenhafte Anordnung der Bäume zur Ästhetik beitragen. Obstplantagen hingegen sind geometrisch und wirken daher als artifizielle Struktur, können aber trotzdem als ästhetisch ansprechend empfunden werden. Der ästhetische Wert hängt dabei stark von der umgebenden Landschaft ab, so können intensive Obstanbauflächen insbesondere in strukturarmen Agrarlandschaften das Landschaftsbild aufwerten. Die unterschiedlichen individuellen Präferenzen in der ästhetischen Wahrnehmung von Landschaftselementen erschweren eine Bewertung von Obstanbauflächen hinsichtlich ihrer Ästhetik.

### Parameter/Faktoren, welche die ÖSL in Obstanbausystemen beeinflussen

*Standortbezogene Einflussfaktoren:* umgebende Landschaft

*Anbausystem-/Bewirtschaftungsbezogene Einflussfaktoren:*

Bestandsgröße, Vegetationsmerkmale, Strukturvielfalt, Altersstruktur der Bäume, Unternutzung, technische Elemente wie z.B. Hagelnetze

### Mögliche Indikatoren für die Quantifizierung der ÖSL "Ästhetik"

<b>Indikator</b>	Häufigkeit der Nennung von Streuobst oder Obstplantage als schönes Landschaftsstrukturelement	Vielfalt, Eigenart, Natürlichkeit
<b>Art des Indikators</b>	Nachfrageindikator	Potenzialindikator
<b>Methoden</b>	<p><b>nutzerabhängige Methode</b></p> <p><b>Kartenbasierte Befragung- Verortung auf einer vorabgegrenzten Karte in Kombination mit Multiple Choice Fragen</b></p> <p>Die Teilnehmer werden zuerst gebeten, in einer Luftaufnahme (mit vorabgegrenzten Landnutzungstypen) der jeweiligen Untersuchungsfläche Orte zu markieren, die ihrer Meinung nach besonders schön sind.</p> <p>Dann sollen besonders ansprechende Strukturen über eine Multiple-Choice Frage identifiziert werden.</p>	<p><b>nutzerunabhängige Methode:</b></p> <p><b>Experten basierte Landschaftsbildbewertungsverfahren</b></p> <p>Bei der Bewertung des Landschaftsbilds werden drei Indikatoren betrachtet. Dazu zählen die Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit.</p> <p>Die Auswahl der Indikatoren Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit basiert auf Wahrnehmungstheorien sowie auf empirischen Untersuchungen</p>



<b>Erfassungsebene</b>	Region, Gemeinde	Fläche
<b>notwendige Daten, notwendige Geräte</b>	Fragebogen vorabgegrenzte Landnutzungstypen	Vielfalt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altersstruktur der Bäume</li> <li>• Baumartenzusammensetzung</li> <li>• Blühaspekte</li> <li>• Randstrukturen</li> <li>• Unterwuchs</li> </ul> Natürlichkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abwesenheit von akustischen Störungen (Geräusche, Lärm)</li> <li>• Abwesenheit von optischen Störungen (technische Strukturen)</li> <li>• Anordnung der Bäume</li> </ul> Eigenart naturraumtypische Eigenart (charakteristische Landschaftselemente)
<b>Erfassungsaufwand</b>	sehr hoch	mittel
<b>Einschätzung der Eignung des Indikators</b>	Berücksichtigung der tatsächlichen Nachfrage und dem Nutzen der ortansässigen Bevölkerung.	ästhetische Werturteile sind gruppenspezifisch und können je nach gesellschaftlicher Gruppierung sehr unterschiedlich sein

### Kulturerbe

(Zuordnung nach CICES 5.1: Merkmale lebender Systeme, die für Kultur oder Kulturerbe von Bedeutung sind 3.1.2.3)

### Beschreibung der ÖSL

Elemente in der Natur, welche Menschen helfen, sich mit der Geschichte und Kultur des Ortes aus dem sie stammen zu identifizieren. So sind viele Regionen am Bodensee ohne ausgedehnte Obstplantagen heute für den Betrachter fast ebenso wenig vorstellbar wie der Lallinger Winkel ohne seine typischen Streuobstwiesen. Streuobstwiesen haben eine lange Tradition und haben aufgrund ihrer lokalen geschichtlichen Zusammenhänge, Praktiken einen hohen kulturhistorischen Wert (Hoops, 2021).

### Grundlage für Bildung und Wissenschaft

(Zuordnung nach CICES 5.1: Merkmale lebender Systeme zur Erlernung wissenschaftlichen/ökologischen Wissens 3.1.2.1; Merkmale lebender Systeme, die eine allgemeine und berufliche Bildung ermöglichen 3.1.2.2)

### Beschreibung der ÖSL

Obstanbauflächen haben aufgrund ihrer Möglichkeiten zum Erkenntnisgewinn über natürliche Zusammenhänge sowie als Gegenstand für das Entwickeln von Kompetenzen eine hohe Bedeutung als Lehrobjekt für Umweltbildungseinrichtungen, Schulen, Hochschulen und die Allgemeinheit. Für die tatsächliche Erbringung dieser Leistung ist allerdings auch die Zugänglichkeit zu den Informationen bzw. die Erschließung dieses Bildungspotenzials relevant.

### 5.3 Auswahl der quantitativ zu bewertenden Ökosystemleistungen

Auf Basis der recherchierten Indikatoren und Erfassungsmethoden in Kapitel 5.2 sowie vorhandener Daten aus abgeschlossenen Studien (vgl. Tabelle 4) wurden folgende ÖSL für eine Quantifizierung im Rahmen dieses Projektes ausgewählt. Das Nichtvorhandensein von geeigneten Indikatoren und Methoden sowie ein hoher, im Projekt nicht umsetzbarer Erfassungsaufwand führten zum Ausschluss der im Folgenden rot markierten ÖSL.

Tabelle 5: Übersicht der im Projekt quantitativ zu bewertenden Ökosystemleistungen

		Vereinfachte Bezeichnung	Bezeichnung nach CICES 5.1	Code nach CICES 5.1
1.	V	Nahrungs- und Futterpflanzen	Kultivierte terrestrische Pflanzen (inkl. Pilze, Algen) für Ernährungszwecke	1.1.1.1
2.	V	Holz	Pflanzl. Fasern oder andere Rohstoffe aus Kulturpflanzen, Pilzen, Algen, Bakterien für die direkte Nutzung oder Verarbeitung (exkl. genetisches Material)	1.1.1.2
3.	V	Genetische Ressourcen	Pflanzen (ganze Organismen) zur Zucht neuer Stämme oder Sorten	1.2.1.2
4.	R	Luftqualitätsregulation	Filtration/Festlegung/Speicherung/Akkumulation durch Mikroorganismen, Algen, Pflanzen und Tiere	2.1.1.2
5.	R	Visuelle Abschirmung	Minderung von visuellen Störungen	2.1.2.3
6.	R	Erosionsschutz	Regulierung von Erosionsraten	2.2.1.1
7.	R	Quantitative Regulierung des Wasserhaushalts	Erhalt des Wasserhaushalts und des Abflussregimes (inkl. Hochwasser-, Küstenschutz)	2.2.1.3
8.	R	Bestäubung	Bestäubung (oder "Verbreitung von Gameten" im marinen Kontext)	2.2.2.1
9.	R	Erhalt von Populationen und Lebensräumen	Erhaltung von Aufzuchtpopulationen und -habitaten (inkl. Genpoolschutz)	2.2.2.3
10.	R	Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation	Kontrolle von Schädlingen 2.2.3.1; Kontrolle von Krankheitserregern 2.2.3.2	2.2.3.1
11.	R	Regulierung der Bodenqualität	Zersetzung und Fixierung organischer Substanz und ihr Beitrag zur Bodenqualität	2.2.4.2
12.	R	Regulierung der Wasserqualität	Regulierung der chemischen Wasserqualität von Süßwasser durch lebende Prozesse	2.2.5.1
13.	R	Kohlenstofffixierung	Regulierung der chemischen Zusammensetzung von Atmosphäre und Ozeanen	2.2.6.1
14.	R	Mikroklimaregulierung	Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit (inkl. Luftaustausch und Verdunstung)	2.2.6.2
15.	K	Erholung	Merkmale lebender Systeme, die aktive Aktivitäten ermöglichen 3.1.1.1; Merkmale lebender Systeme, die passive Aktivitäten ermöglichen 3.1.1.2	3.1.1.1
16.	K	Ästhetik	Eigenschaften lebender Systeme, die ästhetische Erfahrungen ermöglichen 3.1.2.4	3.1.2.4
17.	K	Kulturerbe	Merkmale lebender Systeme, die für Kultur oder Kulturerbe von Bedeutung sind 3.1.2.3;	3.1.2.3
18.	K	Grundlage für Bildung und Wissenschaft	Merkmale lebender Systeme zur Erlernung wissenschaftlichen/ökologischen Wissens 3.1.2.1; Merkmale lebender Systeme, die eine allgemeine und berufliche Bildung ermöglichen 3.1.2.2	3.1.2.1

Abkürzung in Spalte 2: "V"=Versorgende Leistung; "R"= Regulierende und erhaltende Leistung; "K"= Kulturelle Leistung;  
 Quantifizierung auf Grundlage von selbst erhobenen Daten;  Quantifizierung auf Grundlage von vorhandenen Daten aus der Literatur;  keine Quantifizierung

Da im Projekt nicht alle ÖSL auf Basis selbst erhobener Daten bewertet werden können, gibt die folgende Tabelle eine Übersicht über die verwendete Datengrundlage für die Bewertung.

Tabelle 6: Datengrundlagen für die Bewertung der ÖSL im Projekt

ÖSL-Kategorie	ÖSL	Indikator	Datengrundlage
V	<b>Nahrungs- und Futterpflanzen</b>	Erntemenge Tafel- und Mostobst (dt/ha) Grünlandertrag (dt TM/ha)	Selbst erhobene Daten + Literatur
V	<b>Holz</b>	t/ha Trockenmasse Holz pro Jahr	Literatur
V	<b>Genetische Ressourcen</b>	Obstsorten/ha	Selbst erhobene Daten
R	<b>Quantitative Regulierung des Wasserhaushalts</b>	Infiltrationsrate	Selbst erhobene Daten
R	<b>Erhalt von Populationen und Lebensräumen</b>	Habitatpotenzial Diversität von Gefäßpflanzen	Selbst erhobene Daten
R	<b>Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation</b>	Diversität und Abundanz von Nützlingen	Literatur
K	<b>Ästhetik</b>	Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit	Selbst erhobene Daten

## 6 Methodik zur quantitativen Erfassung der Ökosystemleistungen von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen in den Untersuchungsregionen

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der im Projekt angewandten Methoden zur Erfassung der ÖSL auf Ebene der Untersuchungsfläche.

Tabelle 7: Übersicht der Erfassungsmethoden

Kategorie	Ökosystemleistung	Indikator	Methodik
V	Nahrungs- und Futterpflanzen	Erntemenge Tafel- und Mostobst (dt/ha) Grünlandertrag (dt TM/ha)	Befragungen der Betriebe mit standardisiertem Formblatt
V	Genetische Ressourcen	Obstsorten/ha	Befragung der Betriebe ggf. ergänzende Sortenkartierung ergänzende Daten aus der Literatur
R	Quantitative Regulierung des Wasserhaushalts	Infiltrationsrate	Messung mit Hilfe eines Infiltrimeters
R	Erhalt von Populationen und Lebensräumen/ Beitrag zur biologischen Vielfalt	Habitatpotenzial	Erfassung von Parametern, welche die Habitatqualität beeinflussen und anschließende Gesamtbewertung des Habitatpotenzials für die jeweilige Fläche
		Deckungsgrad und Diversität von Gefäßpflanzen	Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (Angaben zur Art und Deckungsgrad)
K	Ästhetik	Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit	Erfassung von Parametern, welche die Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit beeinflussen und anschließende Gesamtbewertung des ästhetischen Wertes für die jeweilige Fläche

Im Folgenden werden die Methoden zur quantitativen Erfassung der ausgewählten ÖSL in den Untersuchungsregionen beschrieben.

## 6.1 Methode zur Erfassung der Bereitstellung von Nahrungs- und Futterpflanzen

Zur Dokumentation der Erntemengen in dt/ha wurden an die im Projekt beteiligten Bewirtschafter vor der Erntezeit Erfassungsbögen ausgeteilt. Von den Bewirtschaftern wurden hier die Erntemengen im Jahr 2022 differenziert nach Tafel- und Mostobst eingetragen.

Bei Streuobstwiesen wurde zusätzlich der Grünlandertrag über eine Methode zur Ertragsschätzung nach Voigtländer und Jacob (1987) erfasst. Bei dieser Methode wird der Grünlandertrag vor jeder Mahd überschlägig durch Messen der Bestandeshöhe abgeschätzt.

Die Streuobstwiesenbewirtschaftenden wurden dazu aufgerufen vor jeder Schnittnutzung an 5 repräsentativen Stellen die Bestandeshöhe der dichten Schicht und nach dem Wiesenschnitt die verbleibende Stoppelhöhe mit dem Zollstock zu messen.



Abbildung 8: Messung der Bestandeshöhe, Zeichnung (Riehl, 2001)

Laut Voigtländer und Jacob (1987) entspricht 1 cm laufende Bestandeshöhe etwa 1 dt TM/ha. Zur Berechnung des Grünlandertrags (dt TM/ha) wird vom Mittelwert der 5 Messungen der Bestandeshöhe die Stoppelhöhe abgezogen.

$$\text{Bestandeshöhe (cm)} - \text{mittlere Stoppelhöhe (cm)} = \text{dt Trockenmasse Ernteertrag je ha}$$

## 6.2 Methode zur Erfassung der genetischen Ressourcen für die Züchtung

### Plantagenanbau (Bio und IP):

Zur Erfassung der Bewirtschaftungsdaten wurde an die im Projekt beteiligten Praktiker ein Bewirtschaftungsformblatt ausgegeben. Neben Daten wie z.B. der jeweils durchgeführte Arbeitsschritt mit benötigten Arbeitsstunden und verwendetem Gerät tragen die Praktiker hier auch die Apfelsorten der Versuchsflächen ein. Sowohl im IP- als auch im Bioanbau befindet sich auf den jeweiligen Versuchsflächen je nur eine Apfelsorte (Ausnahmen: IP Nr. 1 mit 2 Sorten; Bio Nr. 5 mit 7 Sorten)

### Streuobstanbau:

Zur Erfassung der Sortenvielfalt auf den Streuobstwiesen wurde eine Begehung vor Ort mit den Bewirtschaftenden durchgeführt. Bei dieser Versuchsflächenbegehung wurden die jeweiligen Sorten der Hochstämme notiert. Ergänzend werden Angaben zur Sortenvielfalt auf Streuobstwiesen in der Literatur recherchiert.

## 6.3 Methode zur Erfassung der quantitativen Regulierung des Wasserhaushalts

### 6.3.1 Infiltrationsmessung

Für die Untersuchung der Ökosystemleistung „Regulierung des Wasserhaushaltes“ sollte als Teilaspekt der Wasserregulierung die Infiltrationsrate bestimmt werden. Hierzu kann ein Einfachring-Infiltrometer genutzt werden (Abbildung 9). Dieses aus einem Metallring mit innenliegender Skala bestehende Messinstrument wird im Boden fixiert, mit einer definierten Menge Wasser befüllt und anschließend die versickernde Menge Wasser pro Zeiteinheit mit Hilfe der innenliegenden Skala abgelesen.



Abbildung 9: Einfachring-Infiltrometer mit innenliegender Skala zum Ablesen des Wasserstandes. Im Hintergrund steht eine Gießkanne zur Befüllung des Infiltrometers sowie ein Hammer und ein Brett zum Einschlagen des Infiltrometers in den Boden

Im vorliegenden Projekt wurden in jeweils zwei IP- und Bioanlagen an drei unterschiedlichen Stellen der Anlage jeweils eine Messung zwischen den Bäumen im Baumstreifen (unverdichteter Boden), eine Messung in der Fahrgasse im Bereich der Fahrspur (verdichteter Boden) und eine Messung in der Fahrgasse zwischen den zwei Fahrspuren (weniger stark verdichteter Boden) durchgeführt.

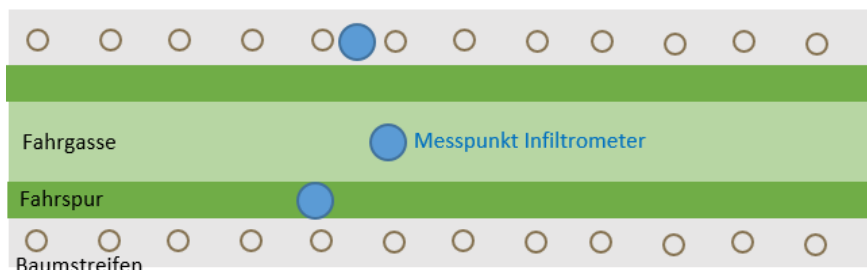


Abbildung 10: Lage der Messpunkte zur Infiltrationsmessung in Niederstammanlagen

Für diese Messungen wurden zeitgleich drei baugleiche Infiltrrometer installiert und anschließend zur Messung mit derselben Wassermenge befüllt. Als Ableseintervall für die infiltrierte Wassermenge wurde ein Zeitraum von zwei Minuten gewählt. Nach jedem Ableseereignis wurde der Wasserstand im Infiltrrometer wieder auf die Ausgangslage der Messung aufgefüllt, damit die auf den Boden einwirkende Wassersäule während jeder Messung möglichst konstant war. Jeder Messdurchgang dauerte etwa eine Stunde. Eine Messung wurde beendet, sobald sich ein ungefähres Gleichgewicht der Infiltrationsmengen eingestellt hatte. Die Messung wurde an zwei weiteren Stellen in derselben Anlage wiederholt.

Auf Streuobstflächen wurden aus Gründen der Datenvergleichbarkeit nur Flächen am Bodensee beprobt. Bis auf die Messpunkte wurden die Messungen identisch zu den Messungen auf den IP- und Bioanlagen durchgeführt. Als Messpunkte wurden auf zwei Streuobstflächen jeweils zwei Bereiche ausgewählt. Eine Messung in direkter Nähe zum Baumstamm im beschatteten Bereich und eine Messung außerhalb des Baumkronenschattens. Auf den Streuobstflächen wurden ebenfalls je Fläche drei Bereiche beprobt.

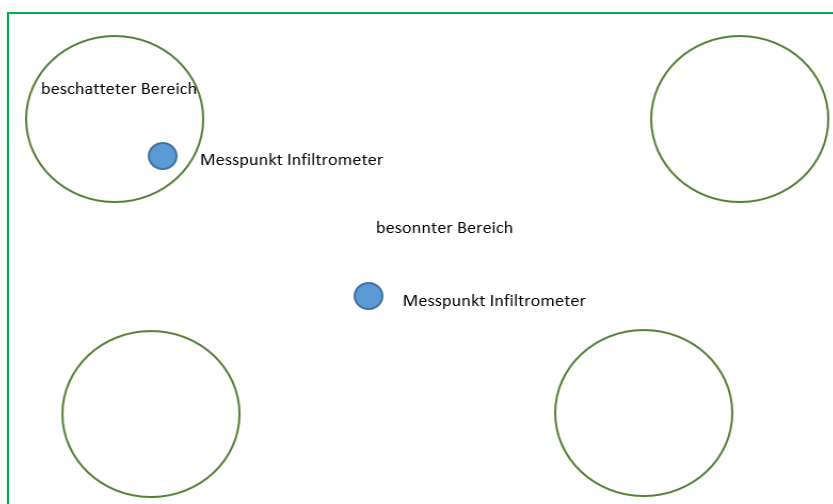


Abbildung 11: Lage der Messpunkte zur Infiltrationsmessung auf den Streuobstwiesen



### 6.3.2 Bodenproben

Mit dem Ziel, die Ergebnisse der Infiltrationsmessungen besser beurteilen zu können, wurden im darauffolgenden Jahr Bodenproben zur Bestimmung von Korngrößenverteilung, Bodenart, Organische Substanz und Bodendichte genommen. Die Probennahme erfolgte auf den gleichen Flächen (2x IP, 2x Bio, 2x Streuobstwiese).

Pro Fläche und Bereich (Baumstreifen, Gasse, Spur, Freifläche, Krone) wurde eine Mischprobe genommen. Dazu wurde - für eine einzelne Mischprobe - mit einem Spaten an 15 verschiedenen Entnahmestellen auf der Fläche in den Boden gestochen und von der Einstichwand jeweils die Erde abgeschürft. Das Material wurde zuerst in einem Eimer vermischt und anschließend eine Menge von etwa 1,0 l in einen handelsüblichen 3 l Gefrierbeutel gegeben (Abbildung 13).

Somit ergeben sich für das System IP  $2 \times 3 = 6$  Mischproben, für das System Bio ebenso  $2 \times 3 = 6$  Mischproben und für die Streuobstwiesen  $2 \times 2 = 4$  Mischproben. Die Untersuchung der insgesamt 16 Mischproben auf die Parameter Korngrößen (S, U, T), Bodenart und Organische Substanz [%] erfolgte in einem externen Labor (AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH).



Abbildung 12: Spatenstich



Abbildung 13: Entnahme und Mischen in Eimer

Für eine näherungsweise Bestimmung der Bodendichte wurden pro Fläche und Bereich drei Stechzylinderproben genommen. Verwendet wurden Stechzylinder von Eijkelkamp Soil & Water mit einem Durchmesser von 53 mm und einer Höhe von 51,0 mm (entspricht 100 cc Inhalt). Zuerst erfolgte ein Rückschnitt der Vegetationsdecke, dann wurden die Stechzylinder mittels Einschlaghilfe und rückschlagfreiem Hammer in den Boden getrieben. Die Zylinder wurden anschließend ausgegraben und das überstehende Bodenmaterial mit einem Spachtel vorsichtig entfernt. Die insgesamt 48 Stechzylinder wurden mit Schutzkappen versehen und ebenso an das externe Labor übersandt.





*Abbildung 14: Einschlagen des Zylinders*



*Abbildung 15: Ausgraben des Zylinders*

## 6.4 Methode zur Erfassung des Erhalts von Populationen und Lebensräumen

Für die Bewertung der Obstanbauflächen hinsichtlich ihres Beitrags zum Erhalt von Populationen und Lebensräumen wird im Gelände das faunistische Habitatpotenzial sowie die Diversität der Gefäßpflanzen der jeweiligen Fläche erfasst.

### 6.4.1 Herleitung der Parameter zur Bestimmung des Habitatpotenzials von Streuobstbeständen und Obstplantagen

Eine Bewertung der Obstanbauflächen im Hinblick auf ihre Habitatqualität setzt möglichst umfassende Kenntnisse der Ansprüche der Tierarten voraus. Statt einer Bewertung des Habitatpotenzials für einzelne Arten, werden **Parameter, welche potenziell zu einer hohen faunistischen Artenvielfalt** führen, erfasst und bewertet. Grundlage hierfür sind Forschungsergebnisse zu Einflussfaktoren auf die faunistische Artenvielfalt in Streuobstwiesen und Obstplantagen. In Obstanbausystemen wird das Habitatpotenzial von den **Strukturen des Umlands**, der **Anlagenstruktur**, von **Sonderstrukturen** und **Standortbedingungen** sowie durch **Bewirtschaftungsmaßnahmen** beeinflusst.

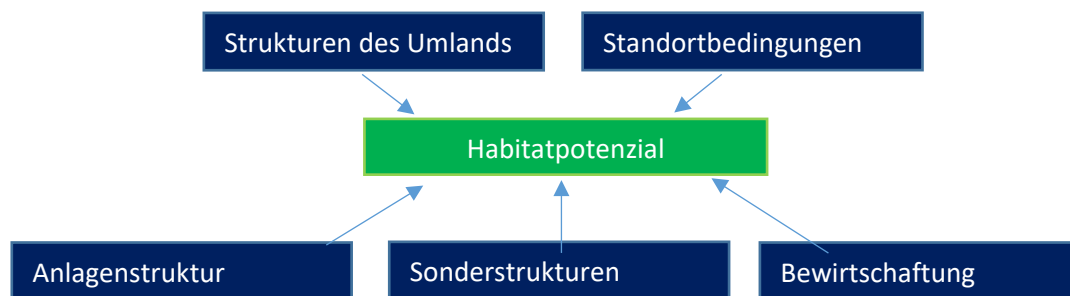


Abbildung 16: Einflussfaktoren des Habitatpotenzials

Um Aussagen über das Habitatpotenzial von Obstanbauflächen zu machen, wurde eine Methode entwickelt, welche auf relativ einfach zu erfassenden Parametern basiert. Es wird dabei angenommen, dass zwischen den gewählten Habitatparametern und der Ausbildung artenreicher Lebensgemeinschaften aufgrund von Angaben in der Literatur und empirischen Erfassungen ein Zusammenhang besteht. Die Gesamtbewertung des Habitatpotenzials setzt sich dabei aus der Bewertung der **Anlagenstruktur**, der **Sonderstrukturen** sowie der **Bewirtschaftung** zusammen. Die Einzelbewertungen der Parameter werden am Ende zu einem Gesamtwert zusammengeführt und drücken das Habitatpotenzial einer Fläche aus. Das **Habitatpotenzial** wird dabei für **einzelne Artengruppen\* getrennt bewertet**, da die verschiedenen Habitatparameter sich in der Relevanz für die jeweiligen Artengruppen\* unterscheiden.

Die Herleitung der im Gelände zu erfassenden Habitatparameter (vgl. Tabelle 8) erfolgte aufgrund der Habitatansprüche ausgewählter Arten der jeweiligen Artengruppe\*. Hierfür wurde folgende Literatur verwendet: Landschaftspflegekonzept Bayern Band II.5-Lebensraumtyp Streuobst (Kornprobst, 1994); Lebensraum Streuobstwiese-Vorschläge zur Umsetzung von Artenschutzzielen (Beigel et al., 1995), Ansprüche der Arten der EU-Vogelschutzrichtlinie an ihre Lebensstätten in den Streuobstwiesen (Deuschle et al., 2012), Untersuchungen zu den Arten der Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt (Schuboth & Krummhaar, 2019).

*\*nicht immer taxonomische Ordnungen*

Tabelle 8: Relevanz der Habitatparameter für unterschiedliche Artengruppen (\*=nicht immer taxonomische Ordnungen) x= für die jeweilige Artengruppe\* relevant

Habitatparameter/ Indikatoren	Begründung Parameter	Vögel (Höhlen- /Halb- höhlen- brüter)	Vögel (Baum- /Kronen- brüter)	Vögel (Busch- brüter)	Vögel (Boden- brüter)	Fleder- mäuse	Bilche (Schlaf- mäuse)	Spinnen	Käfer Boden-, Streu- und Kraut- schicht- bewohner	Holz- bewohn- ende Käfer	Wild- bienen (boden- nistend)	Wild- bienen (holz- nistend)	Wild- bienen (Hohl- raum- nistend)
<b>Kronenansatz bzw. Wuchsunterlage</b>	durch Wuchsunterlage beeinflusster Kronenansatz & Starkastanteil, welcher das Höhlenpotenzial und die Nutzbarkeit als Sing- und Ansitzwarte, Nistplatz beeinflusst	x	x			x	x			x			
<b>Altersstruktur Bäume</b>	Altbäume bieten vielfältige Strukturen verschiedene Baumhöhen/-größen bedeuten mehr nutzbare Höhenschichten, Höhlenpotenzial	x	x			x	x	x		x		x	
<b>Kronentotholz</b>	Lebensraum für totholzbewohnende Insekten, Nahrungshabitat für Vögel, Ansitzwarte	x	x							x			
<b>Stehendes Totholz</b>	Sing- und Ansitzwarten, Höhlenangebot, Lebensraum für totholzbewohnende Insekten Nahrungshabitat, Nisthabitat, Tagesversteck	X	x	x		x		x		x		x	x
<b>Baummikrohabitate (Baumhöhlen, Risse, Spalten)</b>	Nistplätze, Versteck- und Überwinterungsmöglichkeiten, Nahrungshabitat	x				x	x	x		x			x
<b>Epiphytische Moose oder Flechten</b>	Jagdhabitat, Nutzung für Nestbau	x	x					x					
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs- komponente</b>	<b>Grünlandtyp nach BayKompV</b>	Habitatqualität für Arthropoden bedingt Nahrungsangebot für Vögel, Fledermäuse	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<b>Blühzeitraum</b>	Nahrungsangebot für blütenbesuchende Insekten, Nahrung für adulte, holzbewohnende Käfer								x	x	x	x
<b>Sonderstrukturen</b>	<b>Hecken- /Gebüschstruktur Biotoptyp laut Bay- KompV</b>	Ansitzwarte, Singwarte, Rastplatz für Vögel Brutplatz für Vögel Nistmöglichkeit und Nahrung für Wildbiene Nahrungsquelle für Vögel, Leitstruktur Fledermäuse	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<b>Einzelbäume Biotoptyp laut Bay- KompV</b>	Ansitzwarte, Nisthabitat	X	X	X	X							
	<b>Säume- Gras- und Krautflur Biotoptyp laut Bay- KompV</b>	Nahrungsangebot, Rückzugslebensraum, Ansitzwarten	x	x	x	x			x	x	x	x	x
	<b>Totholz-/Reisig Haufen</b>	Nistplätze, Versteck- und Überwinterungs-möglichkeiten				x			x	x		x	x
	<b>Lesesteinhaufen</b>	Rückzugsraum, Nisthabitat							x				x
	<b>vegetationsarme Flächen</b>	Nistplätze, Überwinterungsmöglichkeiten für Insekten								x	x		
	<b>Nisthilfen Vögel</b>	Nistplätze	x										
	<b>Nisthilfen Fledermäuse</b>	Nistplätze					x						
<b>Sitzstangen</b>	Ansitzwarten für die Jagd	x	x										
<b>Bewirtschaftung</b>	<b>Unterwuchspflege</b>	beeinflusst Nahrungsverfügbarkeit für Fauna, bedingt Mortalität	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<b>Intensität Pflanzenschutzmittelei- nsatz</b>	beeinträchtigt die Nahrungsgrundlage der Fauna, bedingt Mortalität von Bodenorganismen und Insekten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

## 6.4.2 Erfassung des Habitatpotenzials im Gelände

Zur Erfassung der relevanten Habitatparameter im Gelände wurde ein Erfassungsbogen erstellt (vgl. Anhang I). Bei der Aufnahme von Baummikrohabitaten wurden verschiedene Typen separat ausgewiesen (vgl. Tabelle 9), da sich diese in ihrer ökologischen Wirkung auf die Organismengruppen und somit auch der Relevanz unterscheiden können. Die Differenzierung der Baummikrohabitats und Zuordnung der Artengruppen\* erfolgte nach Bütler et al. (2020).

Tabelle 9: Zuordnung der Artengruppen\* zu den für sie relevanten Baummikrohabitaten

Vögel (Baum-/Kronenbrüter)	Vögel (Höhlenbr.)	Käfer	Spinnen	Fledermäuse	Bilche	Baummikrohabitat
						kleine Bruthöhle $\varnothing < 4 \text{ cm}$
						Mittelgroße Bruthöhle $\varnothing 4\text{--}7 \text{ cm}$
						Große Bruthöhle $\varnothing > 10 \text{ cm}$
						Mulmhöhle mit Bodenkontakt $\varnothing > 10 \text{ cm}$
						Mulmhöhle ohne Bodenkontakt $\varnothing > 10 \text{ cm}$
						Kaminartiger, hohler Stamm mit Bodenkontakt $\varnothing > 30 \text{ cm}$
						Kaminartiger, hohler Stamm ohne Bodenkontakt $\varnothing > 30 \text{ cm}$
						Asthöhle $\varnothing > 10 \text{ cm}$
						Rindenbedeckte Einbuchtung am Stamm Tiefe $> 10 \text{ cm}$ ; Öffnung $\varnothing > 10 \text{ cm}$
						Stammbruch $\varnothing > 20 \text{ cm}$ an der Bruchstelle
						Starkastbruch mit freiliegendem Kernholz Fläche $> 300 \text{ cm}^2$ (A5; pragmatisch)
						Riss, Spalte Länge $\geq 30 \text{ cm}$ , Breite $> 1 \text{ cm}$ , Tiefe $> 10 \text{ cm}$
						tote Äste in der Krone, <b>schattig</b> $\varnothing > 10 \text{ cm}$
						tote Äste in der Krone, <b>besonnt</b> $\varnothing > 10 \text{ cm}$
						abgebrochener Starkast $\varnothing > 20 \text{ cm}$ , Länge des verbl. Astes $> 50 \text{ cm}$

### 6.4.3 Bewertung mittels Punktesystem

Um das Habitatpotenzial der einzelnen Flächen vergleichen zu können ist die Bewertung der erfassten Habitatparametern und eine anschließende Gesamtbewertung mittels Punktesystem erforderlich. Für jede Fläche ergibt sich eine Gesamtpunktzahl für das Habitatpotenzial der jeweiligen Artengruppe\*. Je mehr Punkte eine Fläche erreicht, desto höher ist ihr Habitatpotenzial für die jeweilige Artengruppe\*. Folgende Tabelle (Tabelle 10) gibt die maximal erreichbare Punktzahl beim Habitatpotenzial der jeweiligen Artengruppe an.

Tabelle 10: Maximale Punktzahl je Artengruppe \*

Artengruppe*	Anzahl relevanter Habitatparameter	Maximale Punktzahl
(Höhlen-/Halbhöhlenbrüter)	13	390
Vögel (Baum-/Kronenbrüter)	11	330
(Buschbrüter)	6	180
Vögel (Bodenbrüter)	6	180
Fledermäuse	8	240
Bilche (Schlafmäuse)	5	150
Spinnen	10	300
Käfer-Boden-, Streu- und Krautschichtbewohner	5	150
holzbewohnende Käfer	10	300
Wildbienen (bodennistend)	5	150
Wildbienen (holznistend)	7	210
Wildbienen (Hohlraumnistend)	8	240

Die Gesamtbewertung des Habitatpotenzials setzt sich dabei aus der Bewertung der Anlagenstruktur, der Sonderstrukturen sowie der Bewirtschaftung zusammen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Schema zur Gesamtbewertung des Habitatpotenzials einer Fläche

		Fläche 1	Fläche 2
Habitatpotenzial Höhlenbrüter	Punkte Anlagenstruktur-Baumkomponente		
	Punkte Anlagenstruktur-Unterwuchskomponente		
	Punkte Sonderstrukturen		
	Punkte Bewirtschaftung		
	<b>Gesamtpunktzahl Habitatpotenzial Höhlenbrüter</b>	max. 390 Punkte	max. 390 Punkte
Habitatpotenzial Spinnen	Punkte Anlagenstruktur-Baumkomponente		
	Punkte Anlagenstruktur-Unterwuchskomponente		
	Punkte Sonderstrukturen		
	Punkte Bewirtschaftung		
	<b>Gesamtpunktzahl Habitatpotenzial Spinnen</b>	max. 300 Punkte	max. 300 Punkte

## **Anlagenstruktur**

Die Größe und Eigenschaften der Bäume spielen für die Fauna als Nist-, Nahrungs- und Lebensraum eine wesentliche Rolle. Verschiedene Altersstufen der Bäume ermöglichen unterschiedlich nutzbare Höhenschichten sowie erst mit dem Alter auftretende Strukturmerkmale, wie beispielsweise eine raue Rindenstruktur. Als Optimalwert wurde daher das Vorhandensein aller Altersstrukturen definiert. In den Baumkronen belassenes Totholz, stehende Totholzbäume sowie Baumhöhlen bieten weitere wichtige Lebensräume. Moos- und Flechtenbewuchs dienen Insekten als Jagdhabitat als auch den Vögeln als Material zum Nestbau. Damit die Gehölze als Nistplatz, Sing- und Ansitzwarte genutzt werden können, ist eine gewisse Wuchshöhe und ein damit verbundener Starkastanteil erforderlich. Die Stammhöhe ist damit indirekt maßgeblich für die ökologische Wertigkeit. Als Optimalwert wurden ein Kronenansatz von  $\geq 1,80\text{m} - 1,60\text{m}$  definiert. Die Bewertung der Altersstruktur sowie des Anteils an stehendem Totholz erfolgte auf Grundlage von Deuschle et al. (2010). Für die Bewertung des Unterwuchses wurde die Biotopwertliste zur Anwendung der Bayerischen Kompensationsverordnung (BayKompV) zugrunde gelegt. Der Optimalwert stellt hier der Biotoptyp G214 „Artenreiches Extensivgrünland“ dar.

## **Sonderstrukturen**

Sonderstrukturen wie z.B. Hecken, Totholzhaufen, Krautsäume oder Nisthilfen bieten zusätzliche Nahrung und Rückzugsraum für verschiedenste Tierarten. Sie werden deshalb ebenfalls bei der Bewertung des Habitatpotenzials berücksichtigt. Artenreiche Hecken und Gebüsche wurden dabei in Anlehnung an die Bewertung der Bayerischen Kompensationsverordnung (BayKompV) höher bewertet als artenarme Bestände. Damit eine Gebüschstruktur ihre Habitatfunktion erfüllt, ist dabei eine gewisse Mindestbreite von 5m erforderlich (Duhme & Haase, 1985; Riess, 1986). Da die Störung durch Befahrung auf sonnenexponierten Böschungen, Abbruchkanten und vertikalen Erdaufschlüssen entfällt, wurden diese höher bewertet als besonnte, offene Bodenstellen und unbefestigte Wege.

## **Bewirtschaftung**

Die Unterwuchspflege beeinflusst die Beschattung und das Mikroklima für die in der Krautschicht wohnenden Insekten. Art und Häufigkeit der Unterwuchspflege beeinflussen zudem das Blütenangebot im Jahresverlauf. Als optimaler Wert wurde eine Unternutzung in Form einer extensiven Umtriebsweide und einer 1-2 schürigen Mahd definiert.

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wurde nicht berücksichtigt. Dies wird mit der fehlenden Information zu den Effekten von einzelnen spezifischen Pflanzenschutzmitteln und insbesondere von Tankmischungen auf die Artengruppen begründet.

Die Bewertungsbögen mit der Zuordnung der Punktzahl für die Ausprägung der einzelnen Parameter finden sich im Anhang II.

#### 6.4.4 Erfassung der Diversität von Gefäßpflanzen

Zur Erfassung der Diversität von Gefäßpflanzen wurden auf den Untersuchungsflächen Vegetationsaufnahmen nach Braun Blanquet durchgeführt. In einem Vegetationserfassungsbogen werden für jede Probefläche die einzelnen Arten und ihre jeweiligen Deckungsgrade nach der Schätzskala (Tabelle 12) dokumentiert.

Tabelle 12: Schätzskala nach Braun Blanquet

<b>r</b>	1 bis 3 Exemplare einer Art
<b>+</b>	< 1% Deckung
<b>1</b>	1 bis 5% Deckung oder weniger deckend aber mit hohen Individuenzahlen vorkommend
<b>2</b>	5 bis 25% Deckung oder weniger deckend, aber mit hohen Individuenzahlen vorkommend
<b>3</b>	25-50% Deckung
<b>4</b>	50-75% Deckung
<b>5</b>	75%-100% Deckung

Die Größe der Vegetationsaufnahmefläche mit 4m<sup>2</sup> orientiert sich an der vorgegebenen Breite der Fahrgassen in den Niederstammanlagen. Innerhalb von Niederstammanlagen wurden 6 Vegetationsaufnahmen im Bereich der bewachsenen Fahrgassen gemacht (vgl. Abbildung 17).

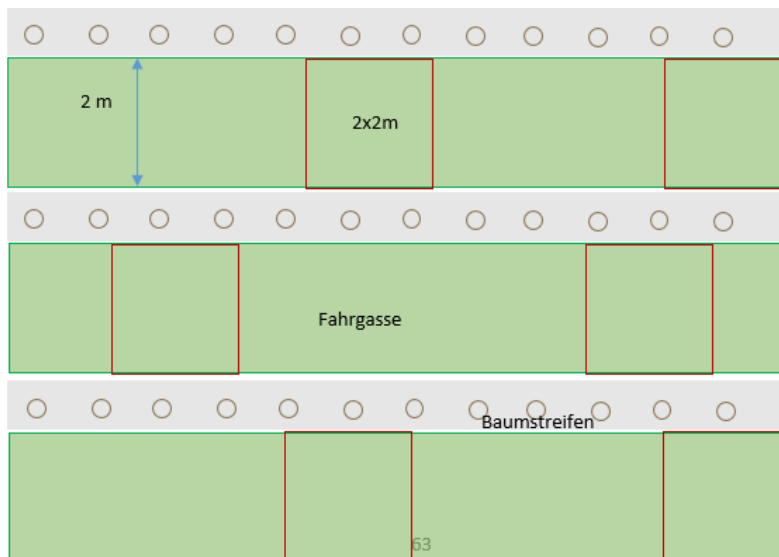


Abbildung 17: Größe, Lage und Anzahl der Vegetationsaufnahmeflächen in der Plantage

In Streuobstbeständen werden 3 Vegetationsaufnahmen im voll besonnten Bereich auf den Freiflächen zwischen den Baumkronen sowie 3 Vegetationsaufnahmen im beschatteten Bereich unterhalb der Baumkronen durchgeführt (vgl. Abbildung 18).

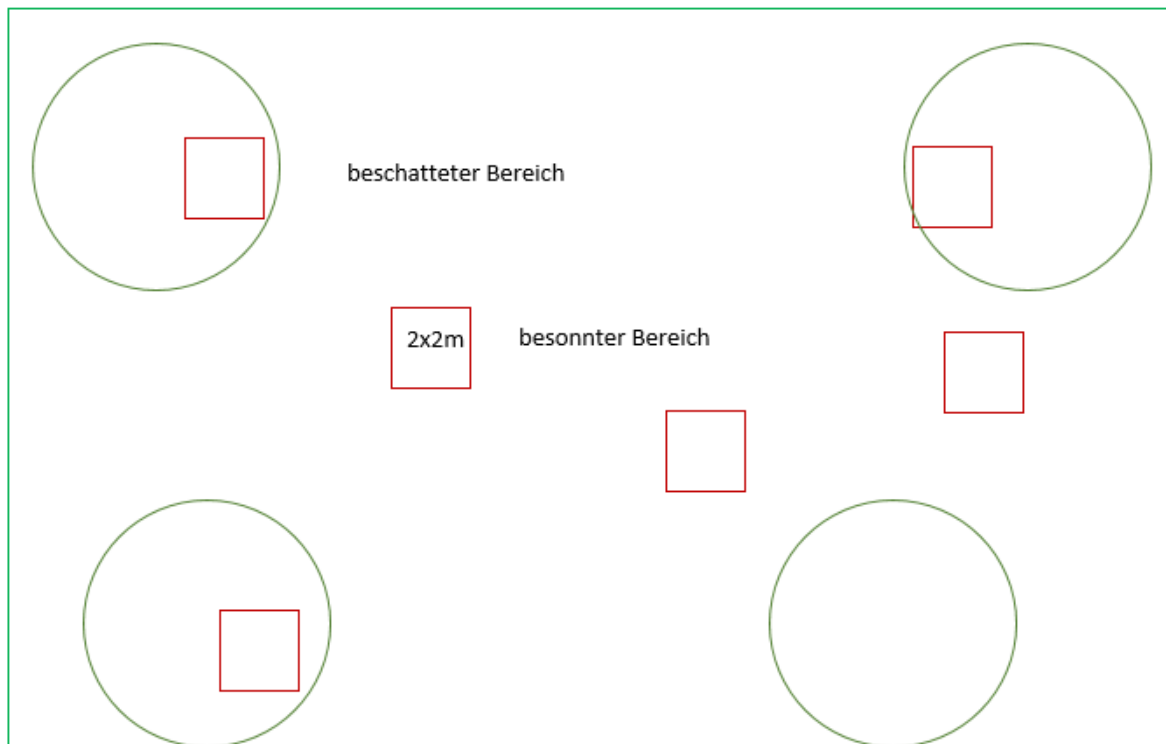


Abbildung 18: Größe, Lage und Anzahl der Vegetationsaufnahmeflächen in Streuobstwiesen

## 6.5 Methode zur Erfassung der Landschaftsästhetik

Die Quantifizierung von kulturellen Ökosystemleistungen wie der Landschaftsästhetik bleibt in Ermangelung einer validen Methodik eine Herausforderung. Zwar können Quantifizierungen beispielsweise durch die Analyse von Umfragen zur Wahrnehmung der Landschaftsästhetik durch die Bewohner in den jeweiligen Gebieten oder auch durch die Messung von ästhetischen Präferenzen anhand von Bildvergleichen, sog. Fotobefragungen erreicht werden. Diese als "nutzerbasiert" kategorisierten Methoden sind allerdings mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden und in diesem Projektvorhaben nicht umsetzbar.

Im vorliegenden Fall wurde daher auf die Vorgehensweise der klassischen Landschaftsbildbewertung mit „expertenbasiertem“ Ansatz ausgewichen. Dazu wurden bestimmte für den Kontext des Obstanbaus geeignete Kriterien definiert und ein Bewertungsschema erstellt. Die ästhetische Einstufung erfolgte über die Hinterlegung der Kriterien mit einem Punktesystem (vgl. Niederoest, 2014)

Zur ästhetischen Einstufung der verschiedenen Anbausysteme wurde als erstes Eignungskriterium die „Vielfalt des Bestandes“, ausgedrückt durch die Altersstruktur der Bäume, die Diversität an Obstarten und die Einstufung des Unterwuchses nach der BayKompV, gewählt. Ein zweites Kriterium bildet die „Natürliche Anmutung“, welche nach dem Ausmaß an optischen bzw. akustischen/olfaktorischen Störungen bewertet wird. Zudem werden hier als positiv betrachtet und dementsprechend bepunktet: der Altholzbestandteil, der in dem Fall auch Bäume in der Ertragsphase umfasst, bei den Streuobstwiesen; das Alter der Anlage bei den Plantagen (vgl. Tabelle 13).



Die nachfolgenden Abbildungen geben Beispiele für die verschiedenen Alterskategorien: Neupflanzung, Ertragsphase, Altbaum und Totholz.



*Abbildung 19: Neupflanzung (Apfel)*



*Abbildung 20: Ertragsphase (Apfel)*



*Abbildung 21: Altbäume (Birne)*



*Abbildung 22: Totholz*

Die Abbildung 23 und Abbildung 24 vermitteln die unterschiedliche Wirkung einer jüngeren bzw. älteren Anlage.



*Abbildung 23: jüngere Anlage mit eher zierlichen Spindelbäumen*



*Abbildung 24: mittelalte Anlage mit opulenterem Erscheinungsbild der Spindelbäume*

Tabelle 13 stellt die Bewertungskriterien inklusive Bepunktung dar.

Tabelle 13: Bewertungsschlüssel Landschaftsbild

Landschaftsästhetik	Eignungskriterium	Detailangaben	Gering (1)	Mittel (3)	Hoch (5)	
	Vielfalt des Bestandes	Altersstruktur der Bäume		Keine Durchmischung	2 Altersklassen	3 Altersklassen
		Obstarten		1 Obstart	2 Obstarten	≥ 3 Obstarten
		Unterwuchs		<ul style="list-style-type: none"> <li>- offener Boden</li> <li>- <b>G4</b> Tritt- und Parkrasen</li> <li>- <b>G11</b> Intensivgrünland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>G211</b> Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland</li> <li>- <b>G213</b> Artenarmes Extensivgrünland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>G212</b> Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland</li> <li>- <b>G214</b> Artenreiches Extensivgrünland</li> </ul>
	Natürliche Anmutung	Optische Störungen		Feste Einzäunung + Hagelnetz (inkl. Stützstrukturen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stützstrukturen</li> <li>- Hagelnetz</li> <li>- Einzelbaumschutz</li> </ul>	- Keine technischen Strukturen
		Akustische und/oder olfaktorische Störungen		> 12 Arbeitsdurchgänge /Saison	7 – 12 Arbeitsdurchgänge /Saison	6 Arbeitsdurchgänge /Saison
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Streuobstwiese: Altholzbestandsanteil (Ertragsphase+Altbaum)</li> <li>- Plantage: Alter der Anlage</li> </ul>		< 10 %  < 5 Jahre	10 - < 50 %  5 – 15 Jahre	mind. 50 %  > 15 Jahr
	<b>Total Punkte</b>			max. 30 Punkte		

Benötigte Daten bzw. Informationen konnten zum Teil aus bereits vorhandenen Erhebungen gezogen werden, beispielsweise aus den Habitatstrukturkartierungen (Altersstruktur, Obstarten, Unterwuchs) oder den Angaben der Bewirtschaftenden (akustische Störungen). Für die Streuobstflächen am Bodensee, für die keine Habitatstrukturkartierungen vorgesehen waren, wurden separate Erhebungen für die geforderten Parameter durchgeführt. Auch die optischen Störungen, welche sich auf technische Strukturen wie feste Zäune, Hagelnetze, Stützstrukturen oder Einzelbaumschutz beziehen, wurden separat erhoben.

## **7 Methodik zur betriebswirtschaftlichen Bewertung von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen in den Untersuchungsregionen**

Zur Ermittlung der betriebswirtschaftlichen Wertigkeit von Streuobstwiesen und Niederstammanlagen (sowohl nach Richtlinien der Integrierten Produktion (IP) als auch nach Richtlinien der Biologischen Produktion (Bio)) wurden zunächst Bewirtschaftungsformblätter erstellt (vgl. Anhang III & Anhang IV) und an die im Projekt beteiligten Praktiker ausgegeben. Für das Produktionsjahr 2022 trugen die Praktiker hier Daten wie Zeitbedarf der jeweiligen Arbeitsvorgänge, Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte und Ernteerträge, differenziert nach Most- und Tafelobst, ein.

Als Indikator für die Wertigkeit der oben genannten Produktionssysteme wurde die Ernteleistung gewählt, welche auch in anderen Studien für betriebswirtschaftliche Betrachtungen genutzt wird und beispielsweise in den Veröffentlichungen von Garming (2016) und Dietiker & Hanhart (2017) zu finden ist.

Für die im Projekt durchgeführte Bewertung wurden die flächenspezifischen Angaben der Praktiker zur besseren Vergleichbarkeit zunächst auf 1 ha bezogen und anschließend die mittlere Erntemenge (in dt/Akh) je Produktionssystem berechnet. Hierzu wurde getrennt nach Produktionssystem der Mittelwert der Gesamterntemenge (die Summe aus Tafel- und Mostobst in dt) aus den vier Untersuchungsflächen gebildet und durch den mittleren Zeitaufwand (in Akh) dividiert.

Als Referenzwerte dienten Angaben aus der Fachliteratur bzw. Angaben von Experten. Für Angaben von Zeitaufwänden (in Akh) bei den Anbausystemen Bio und IP wurde auf eine Datensammlung von Frau M. Wicke (persönliche Kommunikation, 11.05.2023), die sich im Rahmen ihrer Tätigkeit am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz schwerpunktmäßig mit dem Thema Betriebswirtschaft beschäftigt, zurückgegriffen. Die Daten für den Streuobstbereich stammen aus der Arbeit von Zander (2003). Informationen zu den Erntemengen (in dt) wurde im Produktionssystem IP aus dem Betriebsvergleich Niederelbe 2020/2021 (Görgens, 2022) entnommen. Für den Biologischen Anbau stammen die Daten aus dem Datensatz des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2022 (Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 2023). Die Daten für den Streuobstanbau wurden ebenfalls aus der Dissertation von K. Zander (Zander, 2003) entnommen.

Zusätzlich zu den oben genannten Daten wurden weitere Daten wie Menge und Art des eingesetzten Materials, eingesetztes Gerät sowie die Anzahl der durchgeführten Maßnahmen abgefragt (vgl. Anhang III & Anhang IV). Mit diesen Daten sollten Produktionskosten errechnet werden. Bei der Auswertung der Bewirtschaftungsformblätter wurde jedoch eine hohe Dateninhomogenität festgestellt. Insbesondere unterschieden sich die Daten in der Genauigkeit der Angaben verwendeter Materialien, dem individuell verwendeten Gerät und der jeweilig angewandten Methode. Aufgrund der kleinen Anzahl an beteiligten Betrieben (je vier IP- und Bio-Betriebe und sieben Streuobstbetriebe), konnte ein Ausgleich der festgestellten Varianzen nicht gewährleistet werden. Daher wurde auf eine monetäre Auswertung verzichtet.

Tabelle 14: Übersicht der auf den Untersuchungsflächen durchgeführten Untersuchungen

Flächenbezeichnung	Region	m über NN	Vegetationsaufnahmen	Habitatstrukturen	Sortenvielfalt	Wasserinfiltrationsrate	Erntemenge Gras	Erntemenge Tafelobst	Erntemenge Mostobst	Arbeitsaufwand
<b>IP-Niederstammanlagen (n=5)</b>										
IPBod_1	Bodensee	445	x	x	x	x	x	x	x	x
IPBod_2	Bodensee	464	x	x	x	x	x	x	x	x
IPBod_3	Bodensee	436	x	x	x	x	x	x	x	x
IPBod_4	Bodensee	525	x	x	x	x	x	x	x	x
IPBod_5	Bodensee	531	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Öko-Niederstammanlagen (n=5)</b>										
BioBod_1	Bodensee	463	x	x	x	x	x	x	x	x
BioBod_2	Bodensee	466	x	x	x	x	x	x	x	x
BioBod_3	Bodensee	435	x	x	x	x	x	x	x	x
BioBod_4	Bodensee	430	x	x	x	x	x	x	x	x
BioBod_5	Bodensee	523	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Streuobstbestände (n=15)</b>										
StreuBod_1	Bodensee	523	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuBod_2	Bodensee	526	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuBod_3	Bodensee	521	x	x	x	x	N/A	x	x	x
StreuBod_4	Bodensee	434	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuBod_5	Bodensee	565	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuBod_6	Bodensee	590	*	*	*	*	-	-	-	-
<b>Streuobstbestände (n=9)</b>										
StreuLawi_1	Lallinger Winkel	500	*	*	*	*	-	-	-	-
StreuLawi_2	Lallinger Winkel	436	x	x	x	x	N/A	x	x	x
StreuLawi_3	Lallinger Winkel	429	x	x	x	x	N/A	x	x	x
StreuLawi_4	Lallinger Winkel	438	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuLawi_5	Lallinger Winkel	437	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuLawi_6	Lallinger Winkel	442	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuLawi_7	Lallinger Winkel	436	x	x	x	x	x	x	x	x
StreuLawi_8	Lallinger Winkel	480	x	x	x	x	N/A	x	x	x
StreuLawi_9	Lallinger Winkel	495	x	x	x	x	x	x	x	x

x= bereits durchgeführt; x= nicht vorgesehen/durchgeführt

Die Tabelle 14 gibt einen Überblick über die durchgeführten Datenerhebungen auf den ausgewählten Flächen. Einige Daten, wie die Infiltrationsmessungen sind, wie zuvor ausgeführt, sehr zeitaufwendig und wurden daher nicht auf allen Standorten durchgeführt.



## 8 Ergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse dargestellt und die Bewertung der Untersuchungsflächen hinsichtlich betriebswirtschaftlicher Parameter sowie der Bereitstellung von Ökosystemleistungen ausgeführt. Die Bewertung einzelner ÖSL auf Basis von Literaturrecherche schließt sich an. In den Graphen und Tabellen wird sich größtenteils der Abkürzungen IP = Niederstammanlagen mit integrierter Produktion, Bio = Niederstammanlagen mit biologischer Produktion und Streuobst/Streu = Streuobstwiesen bedient.

### 8.1 betriebswirtschaftliche Bewertung von Niederstammanlagen (IP und Bio) und Streuobstwiesen mit Hilfe des Indikators „Ernteleistung“

Für das Produktionsjahr 2022 konnte anhand der von den projektbeteiligten Praktikern erhaltenen Angaben zu Erntemengen und Zeitaufwänden die höchste Ernteleistung (dt/Akh) bei den IP-Betrieben ermittelt werden. Mit einem Wert von 0,94 dt/Akh war sie deutlicher höher als die Ernteleistung der Bio-Betriebe. Hier wurde eine Ernteleistung von 0,73 dt/Akh ermittelt. Die geringste Ernteleistung zeigte die Obstbewirtschaftung auf Streuobstwiesen mit einem Wert von 0,23 dt/Akh (vgl. Abbildung 25).

Dieser hier je nach Produktionssystem beobachtete Unterschied der Ernteleistungen konnte durch Referenzdaten aus der Literatur bestätigt werden (Abbildung 25). Auch mit den in der Literatur recherchierten Daten wurde die höchste Ernteleistung mit 0,66 dt/Akh im IP-Bereich ermittelt. Literaturdaten zu Bio-Betrieben führten zu einer ermittelten Ernteleistung von 0,42 dt/Akh und die Analyse der Literaturdaten für Streuobstwiesen ergab eine Ernteleistung von 0,19 dt/Akh. Insbesondere bei den IP- und Bio-Datensätzen ist zu beobachten, dass das Datenniveau der im vorliegenden Projekt ermittelten Daten höher ist. Ursächlich hierfür ist zum einen die Erntemenge, die im Jahre 2022 hoch war (persönliche Mitteilung der beteiligten Praktiker) und zum anderen der geringere Datenumfang in der vorliegenden Studie von nur vier IP- und Bio-Untersuchungsflächen. Die Literaturdaten basieren auf deutlich größeren Datensätzen, was aufgrund der größeren Datenspreizung (Betriebe mit sehr geringem Ertrag und Betriebe mit überdurchschnittlich hohem Ertrag) zu einer Senkung des Mittelwertes führt.

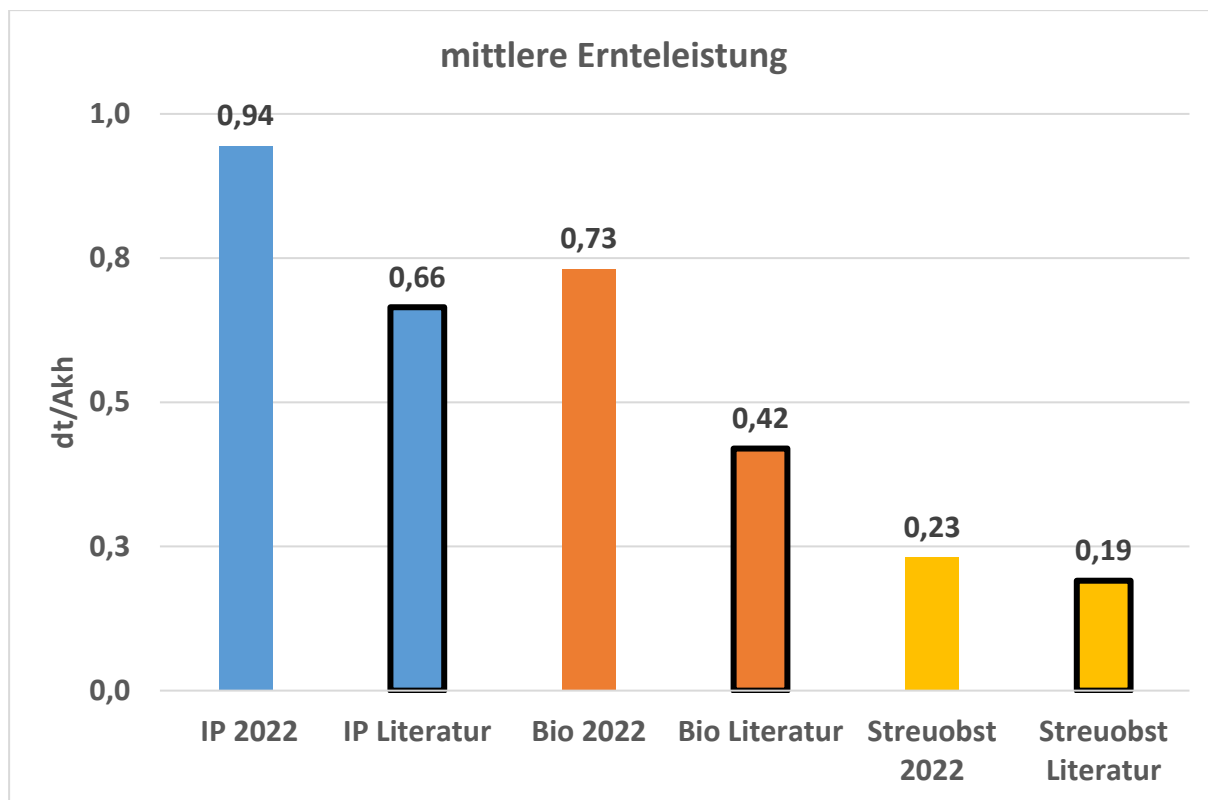


Abbildung 25: Darstellung der Ernteleistung als Erntemenge pro Stundenaufwand [in dt pro Akh] getrennt nach Bewirtschaftungsform (IP = Integrierte Produktion, Bio = Biologische Produktion und Streuobst = Produktion auf Streuobstwiesen) sowie Daten basierend auf einer im vorliegenden Projekt durchgeführten Umfrage und Daten basierend auf Literaturwerten.

Die höhere Ernteleistung der im Projekt beteiligten IP-Betriebe ist vorrangig dadurch zu erklären, dass der Ertrag auf den IP-Untersuchungsflächen im Vergleich zu den Bio-Flächen und den Streuobstwiesen höher war (Tabelle 15).

Tabelle 15: Dargestellt sind mittlere Erträge und mittlerer Zeitaufwände differenziert nach Anbausystem. Die im Projekt ermittelten Daten sind in Schwarz dargestellt und Referenzdaten in Grau.

	IP 2022	IP Literatur	Bio 2022	Bio Literatur	Streuobst 2022	Streuobst Literatur
<b>mitt. Ertrag pro ha [dt]</b>	528,47	344,00	403,61	235,04	43,78	40,50
<b>mitt. Zeitaufwand pro ha [Akh]</b>	559,39	517,47	551,85	559,95	189,49	212,50

In anderen vergleichenden Studien wurde ein höherer Ertrag, auf Flächen welche nach IP-Richtlinien bewirtschaftet wurden, ebenfalls beobachtet (Fricke et al., 2009; Goossens et al., 2017; Mayr, 2010; Widmer et al., 2004). Für die Ertragsunterschiede zwischen den verschiedenen Produktionssystemen werden in der Literatur unterschiedliche Ursachen genannt. Beispielsweise wurden geringere Alternanzeffekte nach dem Einsatz von chemischen Ausdünnpräparaten auf IP-Flächen im Vergleich zur Handausdünnung auf Bio-Flächen beobachtet (Widmer et al., 2004), was zu größeren Qualitäts- und Mengeneinbußen führte (Fricke et al., 2009). Einen weiteren Effekt auf die Qualität und den Ertrag scheinen die in den jeweiligen Produktionssystemen zugelassenen Pflanzenschutzmittel zu haben. Im Biologischen Apfelanbau sind chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel nicht zugelassen. Dies führt hier zu einer stärker limitierten Auswahl an Pflanzenschutzmitteln (Buchleither & Scheer, 2018). Die Möglichkeiten zur Krankheits- und Schädlingregulierung sind im biologischen Apfelanbau somit



eingeschränkter und anspruchsvoller, was die Ursache für ein höheres Auftreten von Krankheiten wie z.B. Apfelschorf und Feuerbrand in Bio-Anlagen sein kann (Mayr, 2010) und sich auf den Ertrag negativ auswirkt. Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Ernteleistungen im Streuobst waren im Vergleich zum IP- und Bio-Anbau am geringsten, da hier der Fokus nicht schwerpunktmäßig auf der Fruchtproduktion liegt, sondern auch auf ökologischen und ästhetischen Werten. Hierdurch kommt es zu einem geringen bis keinen Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln was zu einer deutlichen Reduktion des Anteils der Früchte sorgt, die den aktuell auf dem Markt geforderten Ansprüchen an Tafelobst genügen. Im Streuobstanbau ist daher der Anteil an Mostobst im Vergleich zu Tafelobst größer (Tabelle 16). Weitere Faktoren wie zum Beispiel eine geringere Vermeidung von Alternanz, Sortenwahl sowie Baumerziehung und Pflanzabstand wirken sich ebenfalls negativ auf den Ertrag aus.

*Tabelle 16: Dargestellt sind mittlere Erträge differenziert nach Most- und Tafelobst*

	<b>Ø Mostobst [dt/ha]</b>	<b>Ø Tafelobst [dt/ha]</b>
<b>IP</b>	83,72	444,75
<b>Bio</b>	19,86	383,75
<b>Streuobst</b>	29,24	14,53

## 8.2 Bewertung der Untersuchungsflächen hinsichtlich ihrer Bereitstellung von Ökosystemleistungen sowie Bewertung bestimmter ÖSL auf Basis von Literatur

### 8.2.1 Nahrungs- und Futterpflanzen (CICES Code: 1.1.1.1)

#### Bewertung der Produktion von Tafel- und Mostobst (Erntemenge pro ha)

Für die Bewertung der Ökosystemleistung (ÖSL) „Nahrungs- und Futterpflanzen“ (CICES Code: 1.1.1.1) wurden die unter Kapitel 7 beschriebenen Bewirtschaftungsformblätter hinsichtlich der Erntemengen ausgewertet. Hier zeigte sich, dass der höchste Fruchtertrag auf den nach IP-Richtlinien bewirtschafteten Versuchsflächen erzielt wurde. Dieser lag im Mittel bei 528,47 dt/ha gesamt und teilte sich in 444,75 dt/ha Tafelobst und 83,72 dt/ha Mostobst auf. Bei den Bio Flächen waren es im Mittel 403,61 dt/ha gesamt mit 383,75 dt/ha Tafelobst und 19,86 dt/ha Mostobst. Den geringsten Fruchtertrag erzielten die Streuobstwiesen. Insgesamt gab es hier im Jahr 2022 eine mittlere Ernte von 43,78 dt/ha. Das Verhältnis von Tafel- zu Mostobst war umgekehrt, denn es wurde mit 29,24 dt/ha mehr Mostobst als Tafelobst mit 14,53 dt/ha geerntet.

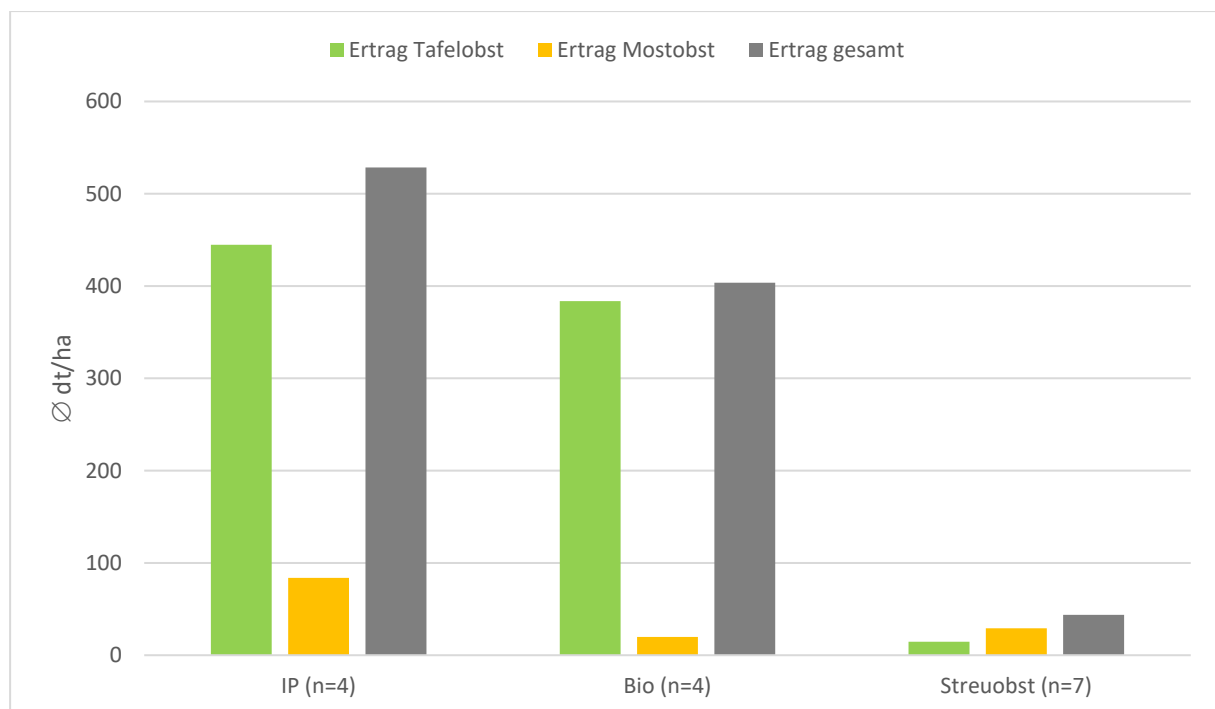


Abbildung 26: Dargestellt ist die mittlere Erntemenge [in dt/ha] je Bewirtschaftungsform (IP = Integrierte Produktion, Bio = Biologische Produktion und Streuobst = Produktion auf Streuobstwiesen). Die Anzahl der jeweils berücksichtigten Untersuchungsflächen ist als n (Stichprobengröße) angegeben.

Die Ökosystemleistung „Bereitstellung von Nahrungs- und Futterpflanzen“ war somit in Bezug auf den Fruchtertrag auf IP-Flächen am stärksten ausgeprägt. Ursächlich für dieses Ergebnis können, wie unter Kapitel 8.1 bereits genannt, verschiedene Faktoren sein, wie effektivere Alternanzvermeidung durch chemische Ausdünnpräparate gegenüber einer Handausdünnung (Widmer et al., 2004) oder ein eingeschränkteres Spektrum an zugelassenen Pflanzenschutzmitteln im Biologischen Apfelanbau, was zu einem erhöhten Auftreten an Krankheiten führen kann (Mayr, 2010) und somit auch eine negative Auswirkung auf den Ertrag hat sowie eine gezielte und planbare Nährstoffversorgung durch den Einsatz von Mineraldünger im IP-Anbau (Buchleither & Scheer, 2018). Der im Vergleich zu den Erträgen von IP- und Bio-Flächen geringe Fruchtertrag auf den Streuobstwiesen lässt sich hauptsächlich durch

einen sich stark unterscheidenden Bewirtschaftungsfokus erklären. Neben der Produktion von Früchten gibt es auf Streuobstwiesen ebenfalls einen Fokus auf das Grünland (siehe folgenden Abschnitt: „Bewertung der Produktion von Futtermitteln“) sowie auf ökologische und ästhetische Werte. Der vernachlässigbare Einsatz von Pflanzenschutzmaßnahmen sowie das Fehlen einer intensiven Ertragsförderung (z.B. durch Alternanzvermeidung oder durch eine Steigerung des Ertragspotenzials durch optimale Kombination von Sorte und Unterlage), führen zu einem geringeren Fruchtertrag und zu einem höheren Anteil an Mostobst (vgl. Tabelle 16).

#### Fazit

Der Indikator „Erntemenge Tafel- und Mostobst in dt/ha“ hat sich im vorliegenden Projekt zur quantitativen Darstellung der Ökosystemleistung „Nahrungs- und Futterpflanzen“ in Bezug auf den Teil „Nahrung“ als geeignet dargestellt.

## Bewertung der Produktion von Futtermitteln

Für jeden Mahdtermin wurden - wie unter Kapitel 6.1 beschrieben - über die Bestandeshöhenmessung ein Trockenmasse-Ernteertragswert (dt/ha) berechnet und die einzelnen Messwerte aufsummiert. Es wurde nur die Mahd der Gesamtfläche berücksichtigt.

Tabelle 17: Kennwerte zum Grünlandertrag. \*geschätzt auf Grundlage von Bestandeshöhenmessungen  
\*\*Berechnungsgrundlage bildet der Heupreis in BY von 99€ je Tonne Großballen, Stand Juni 2022. Es wird nur die Nutzung der Gesamtfläche berücksichtigt.

Region	System	Fläche	Grünlandtyp	Anzahl Schnitte Gesamtfläche	Ertrag auf Basis Gesamtfläche (dt TM/ha)*	Anzahl Schnitte Teilfläche (z.B. bedingt durch Größe des Mähwerks, Wegeführung etc.)	Nutzung Mahdgut	Düngung	Potentiell erreichbarer Verkaufspreis (€/ha)**
Bodensee	Streu	1	G212	2	100	1	Heu/Eingrasen	ja	990
		2	G213	0		1	Heu (Beweidung)	ja	
		3	G212	N/A		N/A	N/A	N/A	
		4	G212	4	48		Eingrasen	ja	475
		5	G211	1	41	2	Heu (Beweidung)	(ja)	406
Lallinger Winkel	Streu	2	G214	0		1	N/A	N/A	
		3	G212	1	N/A	4	Belassen auf Fläche/ Heu/Silage	N/A	
		4	G211	5	82		Belassen auf Fläche	nein	812
		5	G212	1	28	5	Belassen auf Fläche/ Heu/Silage	nein	277
		6	G211	3	76	3	Belassen auf Fläche	ja	752
		7	G211	1	43	2	Silage	ja	426
		8	G211	N/A		N/A	(Beweidung)	N/A	
		9	G214	1	30		Heu	nein	297

Die errechneten Erträge reichen je nach Grünlandtyp und Schnitthäufigkeit demnach von 28-100 dt TM/ha (Tabelle 17). Die Nutzungsfrequenz geht bis zu einer 5-maligen Mahd der Gesamtfläche. Bei einem Großteil der Untersuchungsflächen wird der Unterwuchs allerdings nur 1-Mal auf ganzer Fläche abgemäht. Per Definition zählt Grünland mit 1-2 Nutzungen pro Jahr als extensiv genutztes Grünland (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2021).

Die fünf Flächen mit bis zu zweimaliger Nutzung der Gesamtfläche erreichen im Durchschnitt 48 dt TM/ha. Damit liegen sie im Erwartungsbereich dessen, was bayernweit und landkreisunabhängig für extensiv genutztes Grünland als mittlerer Ertrag angegeben wird, nämlich 40 dt TM/ha (ebd.). Die Fläche Nr. 1 am Bodensee fällt mit einem vergleichsweise hohen Ertrag auf (100 dt TM/ha). Bei Wiesen

mit  $\geq 3$  Nutzungen pro Jahr werden für den Landkreis Lindau (Bodensee) 104 dt TM/ha als mittlerer Ertragswert angegeben, für den Landkreis Deggendorf 84 dt TM/ha (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2021).

Die untersuchten Streuobstwiesen erbringen nach wie vor die Ökosystemleistung der Futtermittelproduktion, wie sie fest in der Geschichte der Hochstammobstgärten verankert liegt (Zehnder & Weller, 2021). Das Gras wird von den meisten Wiesenbesitzern als Futtermittel weiterverwendet und in der Regel nur bei der Mahd von Teilflächen auf der Fläche belassen. Nur zwei von elf Bewirtschaftenden (Lallinger Winkel Nr. 4 und Nr. 6), zu denen Daten über die Nutzung des Mahdguts vorliegen, belassen dieses ausschließlich auf der Fläche, sprich mulchen ihre Fläche.

In der Bewirtschaftungspraxis ist es nicht unüblich, dass das Mahdgut der eigenen Flächen an andere Betriebe mit Nutztierhaltung verkauft wird (Braun, 2016). In Tabelle 17 ist der potentiell erreichbare Verkaufspreis auf Basis des Heupreises von 99 € je Tonne Großballen in Bayern (Stand Juni 2022) kalkuliert (Zinke, 2022).

Bei einem Nutzungswechsel der beiden gemulchten Flächen ließen sich durchaus Synergieeffekte für die beiden Flächen erzielen. Beide weisen den Grünlandtyp G211 („Mäßig extensives, artenarmes Grünland) auf. Ein Abtransport des Mahdguts von den Flächen bzw. ein Verkauf könnte durch die Reduzierung des Nährstoffeintrags zum einen den bioökologischen Wert erhöhen (Briemle et al., 2002), zum anderen eine Diversifizierung des Einkommens, sprich eine weitere Einnahmequelle, generieren.

#### Fazit

Der Indikator „Trockenmasse-Ernteertragswert“ eignet sich gut, um die nach wie vor gesellschaftlich relevante Produktion von Futtermitteln im Zuge der Grünlandnutzung von Streuobstwiesen zu beschreiben.

## 8.2.2 Holz (CICES Code: 1.1.1.2)

### **Bewertung der Bereitstellung von Holz (Literatur)**

Als Indikator für die Quantifizierung der ÖSL Holz wurde der Holzertrag in t TM/ha/a gewählt und über eine Literaturanalyse bewertet. Das Hauptaugenmerk lag auf Studien, die sich mit dem Holzertrag auf Obstplantagen und Streuobstwiesen beschäftigen, welcher durch regelmäßige Schnitt- und Rodungsmaßnahmen anfällt. Eine genaue Differenzierung der in der Literatur teils nur als „Obstplantagen“ bezeichneten Niederstammanlagen ging aus der Literatur nicht hervor. In der Regel beziehen sich die Werte auf IP-Anlagen, wobei allerdings keine allzu großen Unterschiede zu Bio-Anlagen vermutet werden dürfen.

Für eine vergleichende Analyse und Gegenüberstellung der zusammengetragenen Werte, wurden diese teilweise umgerechnet (vgl. Tabelle 18).

Schmid (2013) unterteilt das anfallende Schnittgut der Plantagen in manuellen Rückschnitt (1,2 t TM/ha/a) und Rodungsholz 16,7 t TM / ha). Die Rodung erfolgt alle 10-15 Jahre. Für eine Vergleichbarkeit der Werte wurden die 16,7 t TM (Mittelwert aus 10,5-22,5 t) durch 12,5 Jahre (Mittelwert aus 10-15 Jahre) geteilt. So erhält man einen Wert von 1,3 t TM /ha/a. Wolff (2004) gibt das Schnittholz auf Streuobstflächen mit 4,0 t TM /ha/a und das Rodungsholz mit 3,0 t TM /ha/a an. Wiegmann (2007) nennt im Mittel 1,00 t TM/ha/a für Streuobstwiesen und bezieht sich auf Rösch (1996) mit 1,00 t FM/ha/a aus gewerblich und landwirtschaftlich genutzten Obstplantagen sowie das IZES-Institut mit 3,80 t FM/ha/a aus Landschaftspflegemaßnahmen (Baur & Haas, 2002).

Das Landratsamt Esslingen ermittelte in einem sieben-jährigen Projekt für Streuobstflächen im Mittel 5788,71 m<sup>3</sup> auf 9500 ha Fläche (LRA-Esslingen, 2019). 5788,71 m<sup>3</sup> ergeben 1221,42 t FM/a (Umrechnungsfaktor 0,211 kg (Hagauer et al., 2009)), umgerechnet auf einen Hektar ergibt dies 0,13 t FM/ha/a.

Wertholz, welches auf Streuobstwiesen mit einer Umtriebszeit von bis zu 50-70 (im Mittel 60) Jahren, gewonnen werden kann, hat einen Wertholzertrag von 1,4 Festmetern/Baum (Schulz et al., 2020).

1,40 Festmeter entsprechen 1,40 m<sup>3</sup>, welche wiederum 0,91 t entsprechen (1,40 m<sup>3</sup> \* 0,65 t, (Prehofer Holz GmbH, o.J.); Klasse 2 entspricht 650 kg [Nuss 650kg]). In dem angegebenen Rechenbeispiel wurden 30 Bäume auf einem Hektar gepflanzt, von denen nach 50-70 Jahren noch 25 verwertet werden können (Schulz et al., 2020). So ergibt sich ein Wertholzertrag von 0,38 t/ha/a (0,91 t \* 25 Bäume / 60 Jahre).

Thrän et al. (2016) geben die Holz mengen bei bei mitteleuropäischen Obstanlagen mit 4,00-12,00 t FM/ha/a (im Mittel, 8,00 t FM/ha/a) bei Schnittholz an und Rodungsholz liegt bei 60-80 t/ha bei 10-15 Jahren alten Anlagen (im Mittel bei [70/12,5 Jahre] 5,60 t FM/ha/a). Streuobstwiesen liegen laut den Autoren bei 2,00-4,00 t FM/ha/a (im Mittel 3,00 t FM/ha/a). Im jährlichen Mittel liegt das Rodungsholz bei rund 3,0 t FM/ha/a (Thrän et al., 2016).

Tabelle 18: Literaturwerte zur Menge an Schnitt-, Rodungs- und Wertholz in Frischmasse (FM) und Trockenmasse (TM) auf Obstplantagen und Streuobstwiesen. Umrechnung von Frischmasse (FM) → Trockenmasse (TM) nach Hagauer (2009), wonach 100 t-lutro Holzhackgut bei 35 % Wassergehalt 65 t-atro Holzhackgut entsprechen.

System	Plantage		Streuobstwiese	
	t FM/ha/a	t TM/ha/a	t FM/ha/a →	t TM/ha/a
Schnittholz				
Schmid (2013)		1,20		
Wolff (2004)				4,00
Wiegmann (2007)				1,00
Schuchhardt (1984)	4,30 →	2,80		
Rösch (1996)	1,00 →	0,65		
Baur & Haas (2002)			3,80 →	2,47
LRA-Esslingen (2019)			0,13 →	0,08
Thrän et al. (2016)	8,0 →	5,20	3,00 →	1,95
Rodungsholz				
Schmid (2013)		1,34		
Wolff (2004)				3,00
Thrän et al. (2016)	5,60 →	3,64	3,00 →	1,95
Wertholzproduktion				
Schulz et al. (2020)				0,38
<b>Ø Schnittholz TM</b>	<b>2,46 ± 2,04</b>		<b>1,90 ± 1,49</b>	
<b>Ø Rodungsholz TM</b>	<b>2,49 ± 1,63</b>		<b>2,48 ± 0,74</b>	
<b>Summe</b>	<b>4,95</b>		<b>4,78</b>	

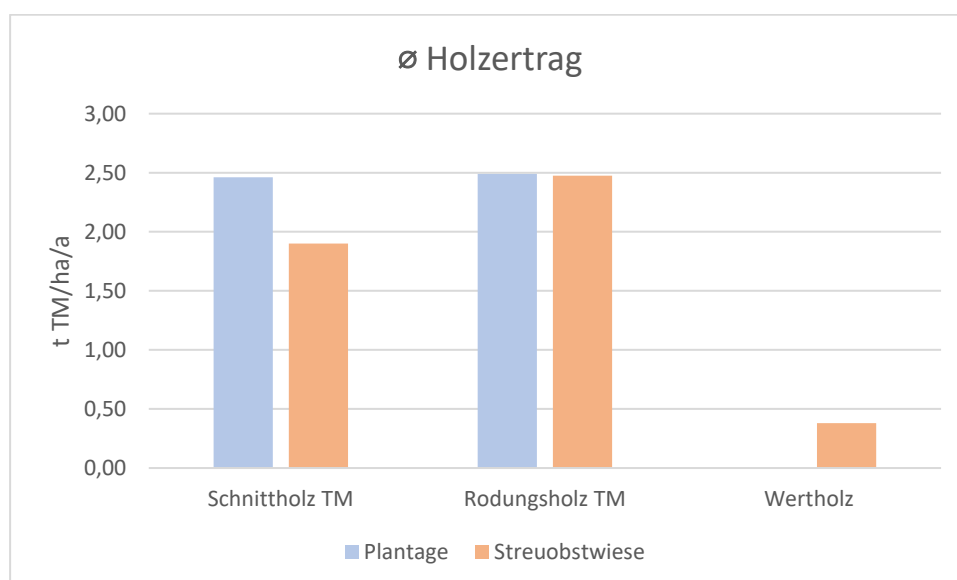


Abbildung 27: Durchschnittlich anfallendes Rodungs-, Schnitt- und Wertholz (t TM/ha/a) auf Obstplantagen und Streuobstwiesen

Im Mittel können also 4,95 t TM/ha/a Holzertrag durch Schnitt- und Rodungsmaßnahmen auf Plantagen sowie 4,38 t TM/ha/a auf Streuobstwiesen erreicht werden. Die Wertholzproduktion leistet mit 0,38 t/ha/a einen kleinen Beitrag zur Wertschöpfung auf Streuobstwiesen.

Aussagekräftiger für die Bewertung der ÖSL-Holz ist die monetäre/ökonomische und die ökologische/biologische Bewertung, welcher die Holzertragsmenge zu Grunde gelegt werden kann bzw. für diese sie als Ausgangsbasis dient.

### Monetäre/ökonomische Bewertung

#### *Schnitt- und Rodungsholz von **Plantagen** als Energieträger*

Der Ertrag aus Schnitt- und Rodungsholz von durchschnittlich 4,95 TM/ha/a entspricht einem Heizölequivalent von 2212,06 l, wobei die Verbrennungsanlagen einen Wirkungsgrad von 83-85 % besitzen und diese Abschläge mit eingerechnet werden müssen. Der aktuelle Preis von Heizöl lag laut Esyoil am 04.12.2023 bei 104,76 €/100 Liter (esyoil (2023); Schmid (2013), zitiert nach Braun (2016); Preise angepasst auf Stand vom 05.12.2023).

- Schnitt- und Rodungsholz	4,95 [t/ha/a]
- Heizöläquivalent	446,88 [l/t] (Braun, 2016)
- Preis Heizöl	104,76 [€/100 l]
- Abschlag 17 %	83 % Wirkungsgrad (Braun, 2016)
- Abschlag 15 %	85 % Wirkungsgrad (Braun, 2016)

$$\frac{\text{Schnitt- Rodungsholz (t/ha)} * \text{Heizöleq. (l/t)} * \text{Abschläge (\%)} * \text{Preis Heizöl (€/l)}}{100}$$

Aus dieser Berechnung ergibt sich, bei einem Wirkungsgrad von 83% (Abschlag 17%), ein Wert von 1923,40 €/ha/a und bei einem Wirkungsgrad von 85% (Abschlag 15%), 1969,75 €/ha/a (nach Braun (2016)).

#### *Schnitt- und Rodungsholz von **Streuobstflächen** als Energieträger*

Der Ertrag aus Schnitt- und Rodungsholz von durchschnittlich 4,38 TM/ha/a entspricht einem Heizölequivalent von 1957,33 l, wobei die Verbrennungsanlagen einen Wirkungsgrad von 83-85 % besitzen und diese Abschläge mit eingerechnet werden müssen. Der aktuelle Preis von Heizöl lag laut Esyoil am 04.12.2023 bei 104,76 €/100 Liter (esyoil (2023); Schmid (2013), zitiert nach Braun (2016); Preise angepasst auf Stand vom 05.12.2023).

- Schnitt- und Rodungsholz	4,38 [t/ha/a]
- Heizöläquivalent	446,88 [l/t] (Braun, 2016)
- Preis Heizöl	104,76 [€/100 l]
- Abschlag 17 %	83 % Wirkungsgrad (Braun, 2016)
- Abschlag 15 %	85 % Wirkungsgrad (Braun, 2016)

$$\frac{\text{Schnitt- Rodungsholz (t/ha)} * \text{Heizöleq. (l/t)} * \text{Abschläge (\%)} * \text{Preis Heizöl (€/l)}}{100}$$



Aus dieser Berechnung ergibt sich, bei einem Wirkungsgrad von 83% (Abschlag 17%), ein Wert von 1701,92 €/ha/a und bei einem Wirkungsgrad von 85% (Abschlag 15%), 1969,75 €/ha/a (nach Braun (2016)).

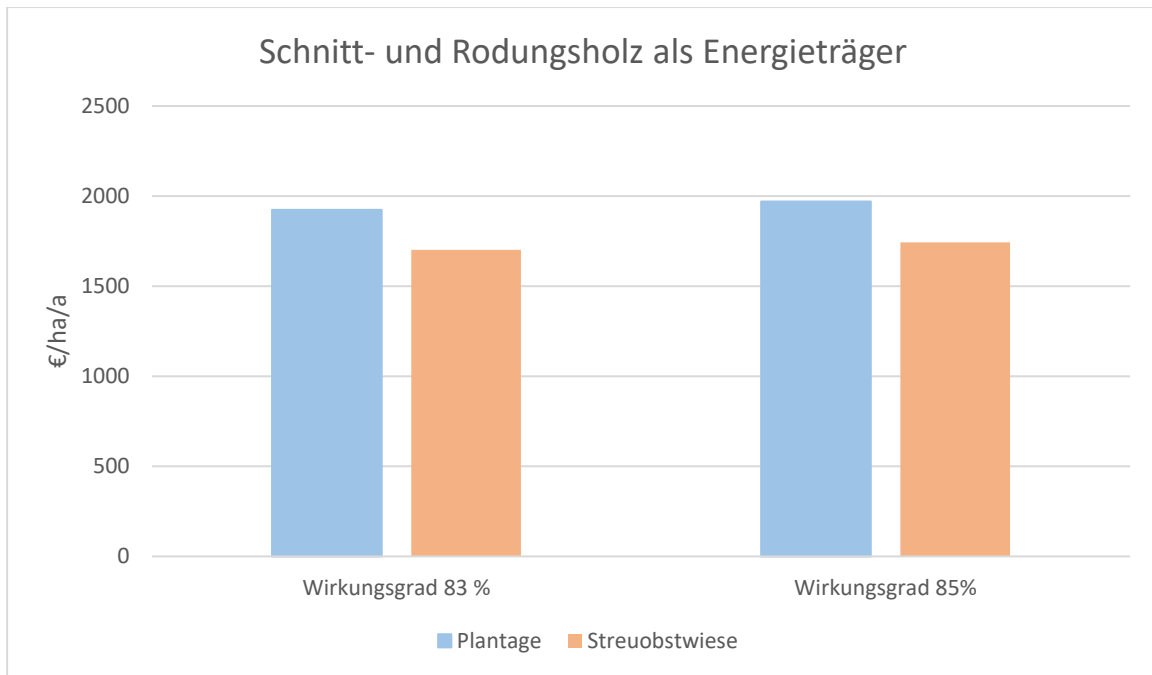


Abbildung 28: Schnitt- und Rodungsholz als Energieträger

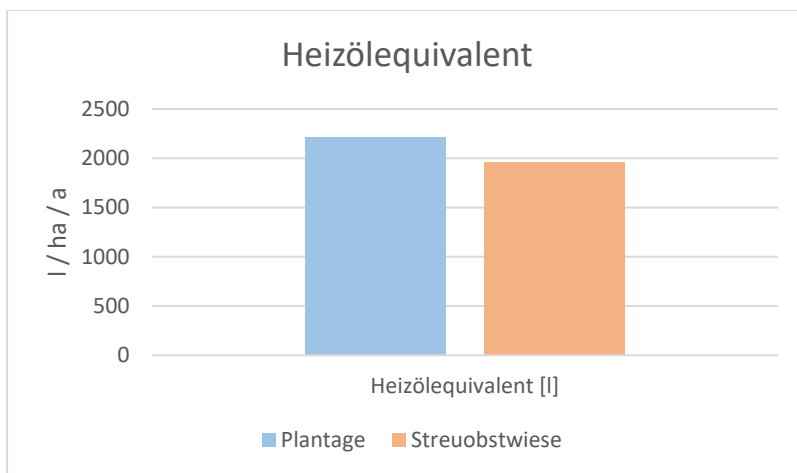


Abbildung 29: Heizöläquivalent

### Schnittholz als Dünger

Schnittgut kann als Mulchschicht ausgebracht werden und damit unter anderem als Dünger verwendet werden. Beeck et al. (2006) untersuchten Apfelkulturen und ermittelten die physikalischen- und chemischen Eigenschaften Holzhäcksel. Auf Grundlage dieser Ergebnisse, kann eine monetäre Bewertung für Plantagen anhand von Düngerpreisen vorgenommen werden.

Tabelle 19: Nährstoffwerte nach in der Beeck et al. (2006), erweitert mit Düngerpreisen

Mulchmaterial	Holzhäcksel	t/ha	Dünger	t/ha	Preis (€/t)	GP/€	
Mulchauflage	(cm)	5,0					
Ausbringmenge	(t TM/ha)	28,7					
Gesamtstickstoff (N <sub>t</sub> )	(%)	0,62	0,18	Kalksalmon-salpeter 27% N <sup>1</sup>	0,67	364,00	243,88
Phosphor	(% TM)	0,19	0,05	Diamonphosphat, 18 % N. 46 % Ü205 <sup>1</sup>	0,28	539,00	361,88
Kalium	(% TM)	0,53	0,15	Kornkali 40 % <sup>1</sup>	0,38	348,00	233,16
Magnesium	(% TM)	0,24	0,07	Kieserit 25 % MgO + 25 % S <sup>2</sup>	0,96	1278,00	856,26
Calcium	(% TM)	0,40	0,11	Calciumnitrat 15 % N, 26 % CaO <sup>3</sup>	2,67	490,00	328,30

Schnittholz ergibt in Bezug auf die Düngeleistung einen Gesamtwert von 2022,73 €/ha/a.

### Obstholz als Wertholz

Streuobstwiesen können als Agroforst-Systeme genutzt werden und durch die Wertholzproduktion Erträge erzielen. Der optimale Wertholzstamm ist astfrei, rund und gerade gewachsen. Der Mindestdurchmesser ist nicht festgelegt, sollte aber in Abhängigkeit von der Baumart ca. 40 cm betragen. Sobald die Bäume nach 50-70 Jahren ihren erntefähigen Durchmesser erreicht haben, können diese geerntet werden (Schulz et al., 2020).

Tabelle 20: Mittlere verkaufte Mengen und Preise für Holz (Schulz et al., 2020).

Zeitraum 2000-2015	Apfel	Birne	Elsbeere	Kirsche	Mehlbeere	Walnuss	Zwetschge	Bergahorn	Spitzahorn
∑ FM	20	98	86	495	18	115	21	5278	422
Ø-Jahr	1,3	6,1	5,4	30,9	1,2	7,2	1,3	328,9	
Ø-Preis €	225	249	371	223	237	395	313	410	265

Schulz et al. (2020) berechnen den Durchschnittspreis anhand einer Beispielfläche von einem Hektar mit 30 Bäumen, von denen nach 50-70 Jahren noch 25 Stück verkauft werden können. Laut den Autoren wird mit einer Ausfallquote von 15 % gerechnet. Für den Stamm wird ein Preis von 400 Euro/ fm (Festmeter) angenommen, wobei mit 1,4 fm/Baum gerechnet werden kann. Wird der

<sup>1</sup> (agrarheute, 2023)

<sup>2</sup> (Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH, o.J.)

<sup>3</sup> (Düngerexperte, 2023)

Erlös des Brennholzes noch mit einbezogen, so können insgesamt ca. 17.300 Euro / ha erwirtschaftet werden (Schulz et al., 2020).

Tabelle 21: Gewinnbeträge nach Schulz et al. (2020) bei einer Umtriebszeit von 60 Jahren und 25 vermarktbaeren Bäumen pro Hektar

Gesamterlös	17.300 €
Kosten inkl. Arbeitszeit	8.700 €
Gewinnbetrag	8.600 €
Jährlicher Gewinnbetrag	143 €

## Ökologische/biologische Bewertung

### Schnittgut als Nährstoffquelle

Im Erwerbsobstbau wird das Schnittgut maschinell zerkleinert und zur Humus- und Nährstoffversorgung in der Plantage belassen (Kleisinger und Sinn (2002), zitiert nach Schmid (2013))

Die zerkleinerte Biomasse besteht aus Holz, Laub und Grasmulch und kann in der Obstplantage ähnliche biologische Effekte erzeugen wie der Schlagabraum im Forst. Die Verringerung der Bodenverdunstung, die Einschränkung des Oberflächenabflusses, die Förderung des Bodenlebens sowie zusätzlicher Humus- und Nährstoffeintrag sind die positiven Haupteffekte dieser Verfahrensweise (Jäger et al. (1998), zitiert nach Schmid (2013)). Der Jährliche Schnittgutertrag aus Rückschnittmaßnahmen liegt nach Schmid (2013) bei 1,20 t/ha/a.

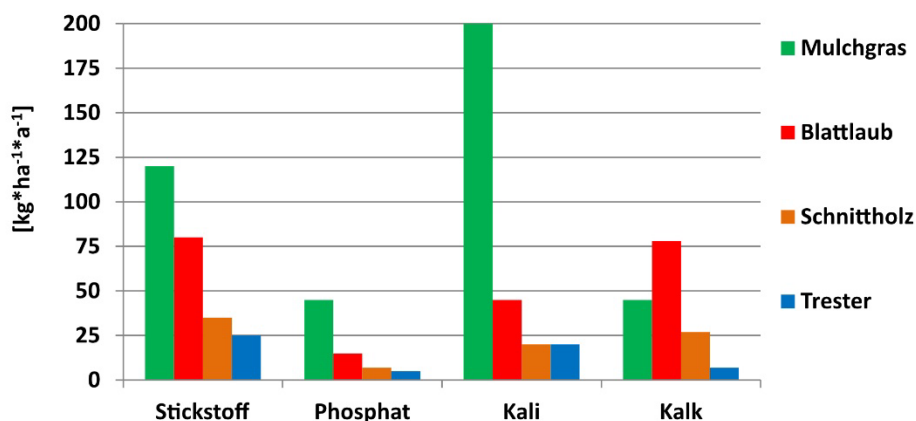


Abbildung 30: Düngegehalt Schnittholz (Schmid (2013), verändert nach Moser (1881)).

Es kann davon ausgegangen werden, dass das Schnittholz in dieser Menge nur einen sehr kleinen Anteil zum Nährstoffhaushalt in einer Obstplantage beiträgt (Schmid, 2013).

### Schnittgut als Habitat

Totholz- Reisighaufen bieten auf Streuobstwiesen und Plantagen für eine Vielzahl von Insekten und Kleintieren eine Nahrungsquelle und Lebensraum (NABU Limeshain e. V., 2022). So fördern diese bestäubungsrelevante Wildbienen und dienen als Unterschlupf- und Nistmöglichkeit für beispielsweise Mauswiesel und Igel. Sie dienen auch als Nisthilfe und Überwinterungsort für Eidechsen sowie als Nistplatz für Kleinvögel. In feuchten, schattigen Lagen können die Haufen auch einen

Lebensraum für Amphibien bieten (Kienzle et al., o.J.). Auf Grund dessen, bietet hier das Schnittholz ein hohes Maß an positiven Effekten für den Artenschutz und die Biodiversität.

#### Fazit

Die Ökosystemleistung „Holz“ stellt eine positive und vielseitige Leistung für die betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Werte. Zu nennen sind hier die Leistungen aus den Bereichen wirtschaftlicher Aspekte, wie Erträge aus der Wertholzproduktion oder die Energiegewinnung und die Bereitstellung von Habitaten als gesellschaftlicher Wert.

### 8.2.3 Genetische Ressourcen (CICES Code: 1.2.1.2)

#### Bewertung der genetischen Ressourcen

Die auf den untersuchten Flächen des Intensivobstanbaus angebauten Sorten – allesamt Apfel – sind Tabelle 22 zu entnehmen. Die Sorten Elstar, Gala, Braeburn, Red Prince® (eine Mutante von Jonagold) und Topaz, wie sie insbesondere auf den IP-Flächen zu finden sind, werden unter anderem in der Sortenempfehlung des „Bayerischen Obstbauleitfadens“ empfohlen (StMELF, 2014). Sie zählen zu den aktuellen Hauptsorten und bilden neben ein paar weiteren Sorten das derzeitige Marktsortiment (Büchle, 2018). Seit der Intensivierung des Obstanbaus setzt dieses sich aus nur rund 30 mengenmäßig und wirtschaftlich bedeutsamen Apfelsorten zusammen (BZL, 2023). Die hohe Sortenzahl (sieben Sorten) auf der Bio-Fläche Nr. 5 begründet sich mit der Eigenart dieser Fläche als Sortenversuchsfläche.

Tabelle 22: Übersicht zu Sortenanzahl, Flächengröße und den drei häufigsten Sorten je Fläche.

Region	System	Fläche	Anzahl Sorten	Flächen- größe (ha)	Anzahl Sorten/ha	Sortenname (bei Streuobstwiese Nennung der drei am häufigsten genannten Apfel- und Birnensorten)
Bodensee	IP	1	2	0,35		Gala, Elstar
		2	1	0,70		Topaz
		3	1	0,52		Zari
		4	1	0,34		Braeburn
		5	1	0,31		Red Prince®
	Bio	1	1	0,30		Santana
		2	1	0,34		Cox Orange
		3	1	0,38		Santana
		4	1	0,63		Topaz
		5	7	0,45		Santana, Topaz, Rubinola, Ariwa, Fujion, Gaia, Rene®
	Streu	1	14	0,97	14	Boskoop, Gehrers Rambour, Glasrenette/Jockenbacher
		2	24	1,36	18	Kardinal Bea, Williams Christbirne, Sonnenwirtsapfel
		3	6	1,34	4	Brettacher, Maunzenapfel, Boskoop
		4	N/A	1,07	N/A	N/A
		5	18	2,05	14	Boskoop, Brettacher, Jakob Fischer
Lallinger Winkel	Streu	2	N/A	1,04	N/A	N/A
		3	22	0,55	40	Clapps Liebling, Alexander Lucas/Gräfin v. Paris, Boskoop
		4	15	0,30	49	Boskoop, Fromms Goldrenette, Berlepsch
		5	21	0,60	35	Blenheim, Beutelsb. Rambur/Jonathan/ Tiroler, Boskoop
		6	27	0,35	76	Boskoop, Fromms Goldrenette, Jonathan
		7	19	0,55	34	Boskoop, Jonathan, Berlepsch/Winterrambour
		8	35	1,30	27	Boskoop, Fromms Goldrenette, Tiroler
		9	17	0,28	60	Boskoop, Tiroler, Winterrambour

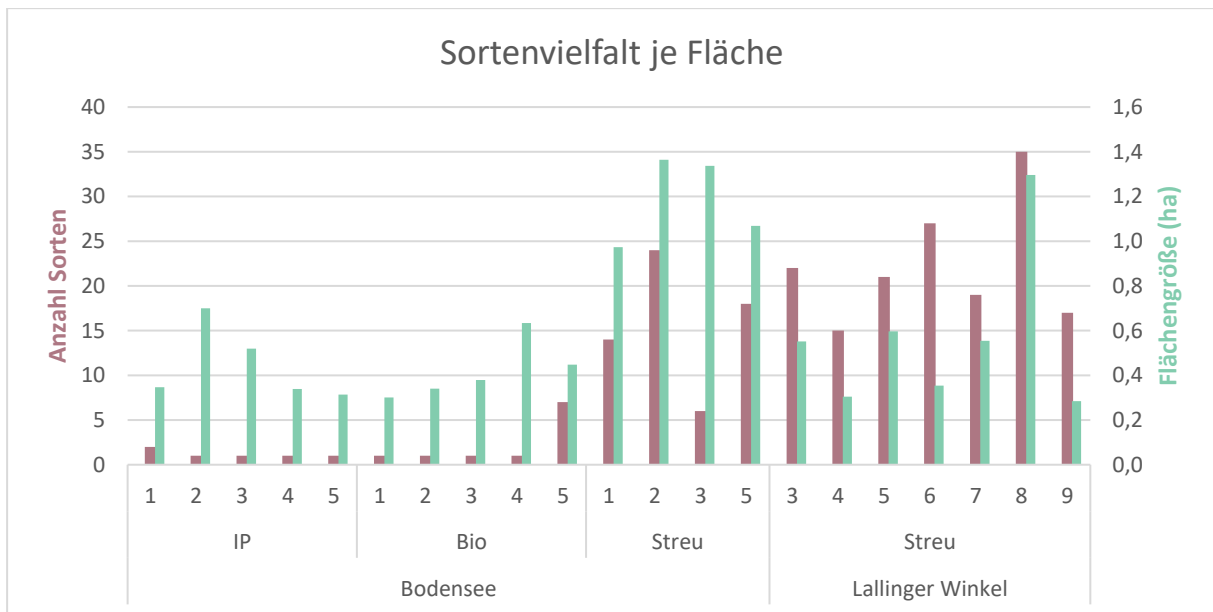


Abbildung 31: Sortenanzahl und Flächengröße je Fläche (ohne Differenzierung nach Obstart).

Auf den Streuobstwiesen wurden von den Bewirtschaftern selbst Angaben zu insgesamt 580 Bäumen gemacht. Die Obstart Apfel dominiert die Bestände deutlich (vgl. Abbildung 32 und Abbildung 33). Gesamtheitlich betrachtet stehen sich 416 (72%) Apfelbäume, 95 (16%) Birnbäume, 36 (6%) Pflaumenbäume, 10 (2%) Kirschbäume und 23 (4%) Walnussbäume gegenüber.

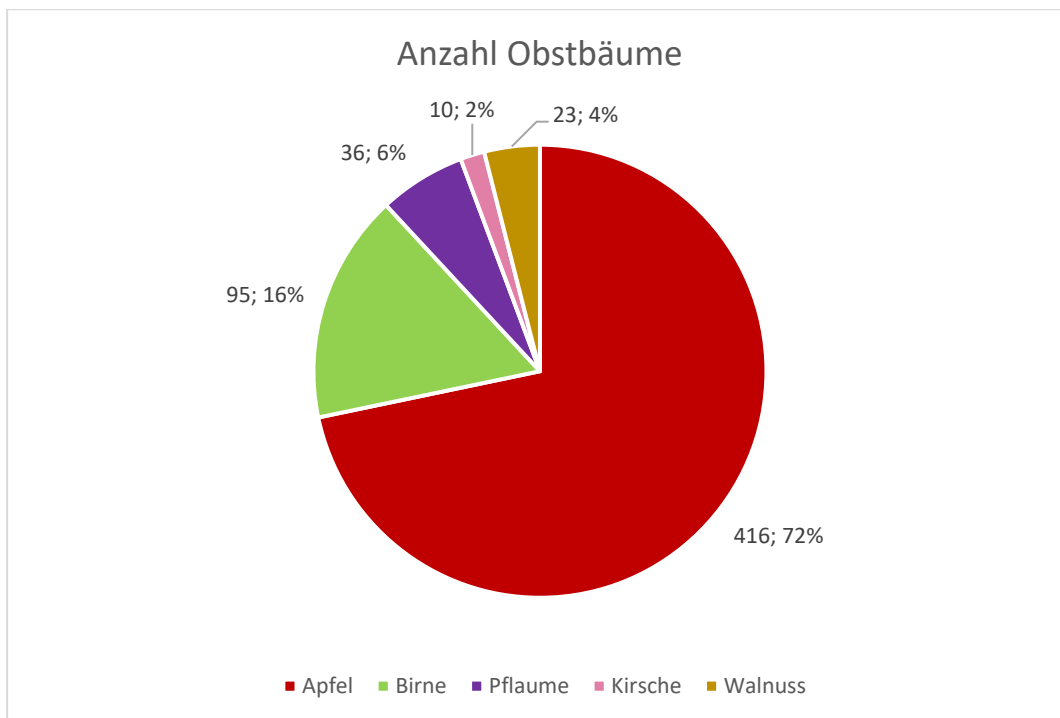


Abbildung 32: Anzahl der angegebenen Bäume je Obstart (absolut und anteilig) auf den Streuobstwiesen

Die einzelnen Streuobstwiesen in den Untersuchungsgebieten Bodensee und Lallinger Winkel stellen die Ökosystemleistung „Bereitstellung von genetischen Ressourcen“ in unterschiedlichem Maße zur Verfügung. Zehnder und Weller (2021, S. 111) betonen generell das „sehr heterogene [] Bild“ in Bezug auf die Zusammensetzung der Arten und Sorten auf Streuobstwiesen: „In den meisten Regionen ist der Apfel die am häufigsten vorkommende Art, gefolgt von Zwetschge/Pflaume, Birne und Kirsche, und

zwar in einer Verteilung von etwa 55 : 20 : 15 : 5 %. In manchen Regionen sind jedoch die Mostbirnen stärker vertreten, in anderen die Zwetschgen oder die Kirschen.“ (Zehnder & Weller, 2021, S. 111).

Die im vorliegenden Fall untersuchten Streuobstbestände folgen mehrheitlich einer anderen, wesentlich Apfel-dominierten Verteilung (vgl. Abbildung 33). Nur eine von elf Flächen führt alle vier Obstarten. Zu beachten ist allerdings, dass die Flächen am Bodensee Nr. 1 und Nr. 2 sowie die Flächen im Lallinger Winkel Nr. 3 und Nr. 5 jeweils zum gleichen Bewirtschafter bzw. der gleichen Bewirtschafterin gehören. Bei mehreren Flächeneinheiten im gleichen Besitz, können je Fläche andere Obstartenschwerpunkte gesetzt werden.

Von den Streuobstwiesenbewirtschaftenden wurden für beide Untersuchungsgebiete insgesamt 65 Apfelsorten, 21 Birnensorten und 8 Pflaumensorten rückgemeldet. Diese Aussage bezieht sich auf die den Bewirtschaftenden bekannten Sorten. Die aufgelisteten Apfel- und Birnensorten (Tabelle 23) bilden nicht das gesamte vorkommende Sortenspektrum ab. Bei einem Großteil der Teilnehmenden befinden sich Hochstämme unbekannter Sorte auf der Fläche. Auf fünf der elf Flächen steht mindestens 1 Baum von unbekannter Apfelsorte, in einem Fall wurden sogar mehr als 30 Einzelbäume angegeben. Auf vier Flächen steht mindestens 1 Baum von unbekannter Birnensorte und Zwetschgenbäume von unbekannter Sorte finden sich auf einer Einzelfläche. Walnüsse und Kirschen sind bei der Sortenbestimmung ausgenommen. Bei Letzteren wurde in vorliegender Erhebung lediglich zwischen Süß- und Sauerkirschen unterschieden. Bei Walnüssen ist eine Sortendifferenzierung ohnehin kaum gebräuchlich (Degenbeck et al., 2017).

Vom ursprünglich angedachten Indikator Sorten/ha wurde bei den IP- und Bio-Flächen Abstand genommen. Die Auswahl der Sorten wird hier auf Basis der Nachfrage des Marktes getroffen. Die absolute Anzahl der Sorten je Fläche mit der zugehörigen Flächengröße ist Tabelle 22 zu entnehmen und in Abbildung 31 graphisch dargestellt. Die Sortenanzahl je Streuobstwiese rangiert von 6 – 35 Sorten. Auf einen Hektar hochgerechnet stehen auf den Streuobstwiesen am Bodensee im Schnitt 13 Sorten und auf denen im Lallinger Winkel 46 Sorten. Insbesondere auf Streuobstwiese Nr. 3 am Bodensee zeigt sich ein geringes Ausnutzen des Flächenpotentials in Bezug auf den Anbau verschiedener Obstsorten.

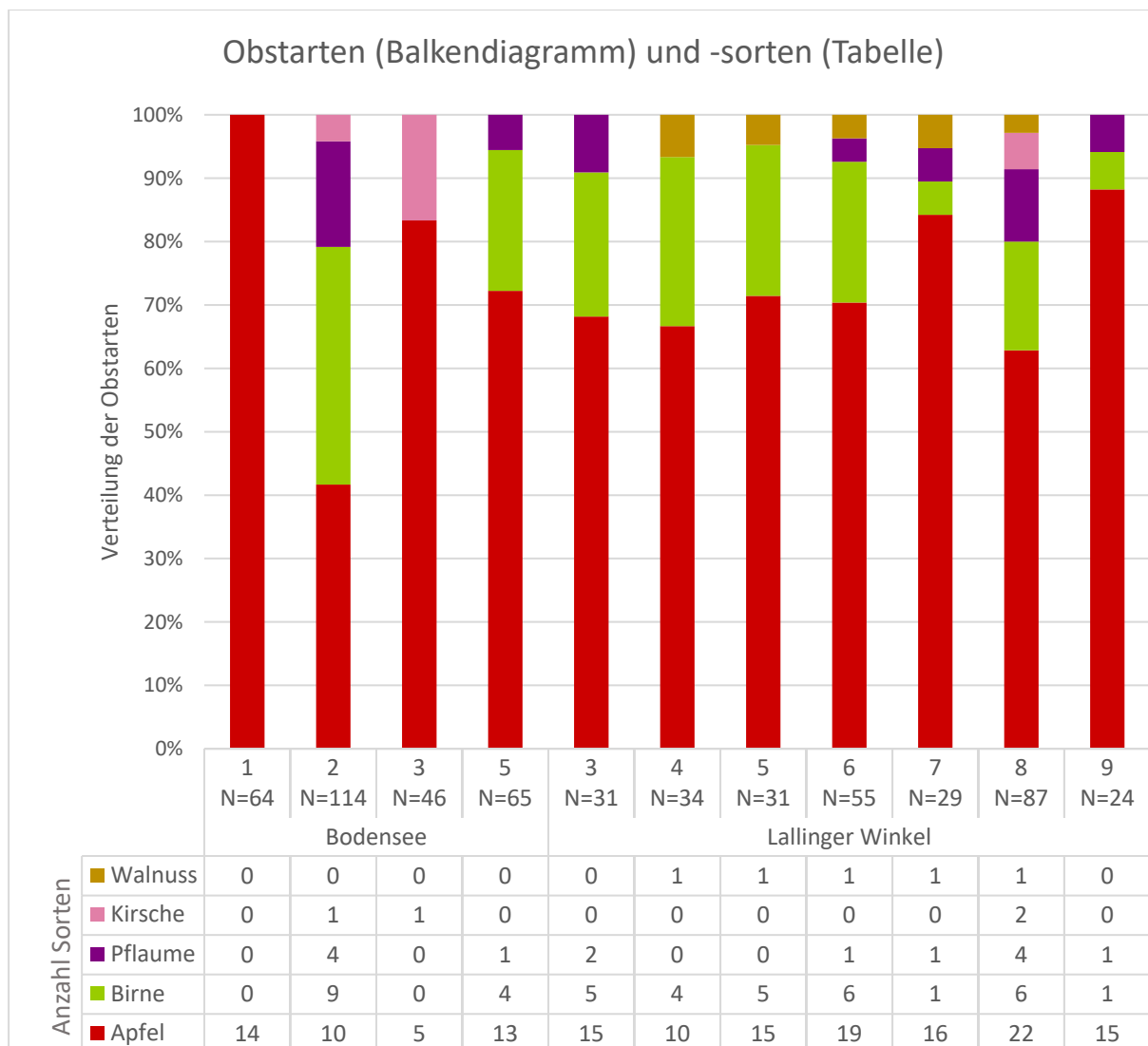


Abbildung 33: Verteilung der Obstarten und -sorten auf den Streuobstwiesen. Die Angabe „N=“ bezieht sich auf die Anzahl der berücksichtigten Obstbäume auf der Fläche

Auf Streuobstwiesen scheint ein überregionales Kernsortiment an Äpfeln und Birnen zu existieren: Die zehn häufigsten Apfelsorten (15%), die auf knapp der Hälfte der Untersuchungsflächen vorkommen, machen rund 44% des Baumbestandes aus (vgl. Tabelle 23). Hingegen kommen 35 von 65 Apfelsorten (54%) jeweils auf nur einer einzigen Fläche vor. Sie machen nur rund 21% des gesamten Baumbestandes aus und mehr als zwei Drittel der Sorten sind auf der jeweiligen Fläche mit nur einem Einzelbaum vertreten. Ähnlich wie bei Bosch und Vorbeck (2020, S. 3) „vereinigt somit ein kleinerer Anteil Sorten den größeren Anteil an Bäumen auf sich.“

Eine Erhebung der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau zum Sortenvorkommen von Apfel- und Birnensorten in mehreren bayerischen Landkreisen, listet die Sorten ‚Gravensteiner‘, ‚Jakob Fischer‘, ‚Jakob Lebel‘, ‚Boskoop‘ und ‚Brettacher‘ als die am häufigsten gemeldeten Apfelsorten auf (Degenbeck et al., 2017). Auch Bosch und Vorbeck (2020) bestätigen ‚Boskoop‘, ‚Brettacher‘ und ‚Jakob Fischer‘ als die häufigsten Apfelsorten in ihrem Untersuchungsgebiet, dem nördlichen bayerischen Schwaben. Diese Resultate decken sich mit den vorliegenden Ergebnissen der häufigsten Sorten auf den Untersuchungsflächen im Lallinger Winkel und am Bodensee (Tabelle 23).



Bei der Birne sind die Baumzahlen insgesamt geringer und die Obstart ist auch nicht auf allen Flächen bzw. in einem geringen Anteil vertreten (vgl. Abbildung 33). 14 von 21 Sorten (67%) kommen jeweils auf nur einer Fläche vor. ‚Williams Christbirne‘ findet sich auf der Mehrheit der Flächen. Weiter rangieren bei der Birne bayernweit wie auch bei den untersuchten Flächen die ‚Köstliche von Charneux‘ und ‚Gellerts Butterbirne‘ auf Streuobstwiesen ganz weit oben (Degenbeck et al., 2017).

Die in der Tabelle 23 auf Platz 3 gelistete Apfelsorte ‚Tiroler Maschankza‘ ist eine seltene, hierzulande nur im Bayerischen Wald verbreitete (Lokal-)Sorte (Gesellschaft für Pomologie und Obstsortenerhaltung Bayern, 2007). Im Lallinger Winkel ist sie auf allen sieben Flächen – für die eine Sortenerhebung vorliegt – vorzufinden, was ihre regionale Bedeutung verdeutlicht. Die Sorte Gunther-Apfel ist eine Lokalsorte neuerem Züchtungsvorhaben aus Lalling und ausschließlich in Lalling vertreten (Eberl-Walter, 2022).

Sowohl bei Apfel als auch bei Birne werden die häufigen Sorten größtenteils den sogenannten „alten Sorten“ zugerechnet. Nach einem Abgleich mit den Eintragungen im Sortenverzeichnis der Deutschen Genbank Obst (Julius Kühn-Institut, 2023) sind von den rückgemeldeten Apfelsorten der Untersuchungsgebiete mindestens 58% (38 von 65) bereits vor 1900 gekreuzt bzw. in Aufzeichnungen erwähnt worden. Zu neun Sorten sowie den unbekanntem Apfelbäumen bzw. –sorten liegen keine Informationen vor. Bei den rückgemeldeten Birnensorten zählen sogar mindestens 90% (19 von 21) zu den alten, vor 1900 entstandenen Sorten. Nach dieser zeitlichen Abgrenzung und Definition von „alten Sorten“ schließt die Auswertung Sorten wie Cox Orange und Boskoop mit ein, die derzeit auch im Erwerbsobstbau zu finden sind.

Die hohe Anzahl an verschiedenen Sorten sowie der hohe Anteil an sehr alten Sorten unterstreichen die Bedeutung der Streuobstwiesen als wichtiges Genreservoir. Während die neuentwickelten Apfelsorten der letzten Jahrzehnte zu einem großen Teil von den drei Stammsorten ‚Golden Delicious‘, ‚Cox Orange‘ und ‚Jonathan‘ abstammen, weisen die alten Sorten eine größere genetische Bandbreite auf (Banner, 2005).

Dadurch können die Eigenschaften der verschiedenen Sorten stark variieren, z.B. im Hinblick auf Blühzeitpunkt, Reifezeit, Haltbarkeit, Wüchsigkeit und Verwertungseigenschaften (Zehnder & Weller, 2021). Im Sinne einer Selbstversorgung wird eine möglichst große Diversifizierung angestrebt, um im Jahresverlauf möglichst lange, das heißt mittels Früh- und Spätsorten sowie speziell auch mittels Langlagersorten, die ohne professionelle Kühlung lagerfähig sind, mit Obst versorgt zu sein. Je nach Verarbeitungszweck ergeben sich verschiedene Anforderungen an Geschmack, Säuregehalt und Verbräunungseigenschaften (Banner, 2005).

Mit einer Sortenvielzahl und –vielfalt (Diversifizierung) kann eine Risikostreuung erreicht werden. Diese – insbesondere genetische – Vielfalt gilt es zu erhalten, um Eigenschaften wie Krankheits- und Schädlingsresistenz oder Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse auch für zukünftige Züchtungsvorhaben zu sichern. Bei geänderten Sortenanforderungen in der Zukunft, können die Eigenschaften der alten Sorten wieder an Bedeutung gewinnen (ebd.).

### Fazit

In Summe bilden die verschiedenen privat geführten Streuobstflächen neben den öffentlichen Einrichtungen (e.g. Bundessortenamt, Obstbauversuchsanstalten) eine wichtige Säule zum Erhalt alter Obstsorten auf unterschiedlichen Standorten. Diese ÖSL lässt sich mit dem Indikator Sorten/ha in einem ersten Schritt gut quantifizieren.

Für die Bewertung der Leistung einer Fläche als „lebende Genbank“, ist die reine Anzahl an Sorten nicht ausreichend. Wie die obigen Ausführungen erkennen lassen, sind ebenso Aspekte wie das Alter der Sorte, in besonderem Maße aber auch der Seltenheitswert der jeweils gepflanzten Sorte im Untersuchungsgebiet oder auch gebietsübergreifend zu berücksichtigen. Über eine Kategorisierung der Häufigkeit der Sorten (z.B. „sehr häufig“, „häufig“, „zerstreut“, „selten“ vgl. Bosch und Vorbeck (2020)) ließe sich die Bedeutung bzw. der potentielle Gefährdungsstatus einer bestimmten Sorte in einem Gebiet und damit gleichzeitig die Ökosystemleistung des Erhalts dieser aufzeigen.

Tabelle 23: Rückgemeldete Apfel- und Birnensorten sowie die Gesamtanzahl an den jeweiligen Einzelbäumen auf insgesamt 11 Streuobstwiesen am Bodensee (4) und im Lallinger Winkel (7). Sorten, die nachweislich vor 1900 gekreuzt/gehandelt bzw. erwähnt wurden, sind farblich markiert (blaugrau). Sorten ab 1900 (beige), Sorten ohne Information (farblos).

Nr.	Obstart Apfel	Sorten-vorkommen auf x Flächen	Anzahl Einzel-bäume	Obstart Birne	Sorten-vorkommen auf x Flächen	Anzahl Einzel-bäume
1	Boskoop	10	53	Williams Christbirne	6	16
2	Goldparmäne	8	10	Gellerts Butterbirne	4	6
3	Tiroler Maschanzka	7	13	Unbekannt	4	15
4	Brettacher	6	32	Conference	3	4
5	Jakob Fischer (Kreuzungsjahr 1903)	6	14	Köstliche von Charneux	3	3
6	Jonathan	6	12	Oberösterreichischer Weinbirne	2	6
7	Gravensteiner	6	10	Clapps Liebling	2	5
8	Unbekannt	5	39	Gute Luise	2	4
9	Fromms Goldrenette	5	24	Palmischbirne	2	4
10	Topaz	5	7	Nägelesbirne	1	8
11	Dülmener Rosenapfel	5	6	Bayerische Weinbirne	1	5
12	Kaiser Wilhelm	4	11	Wilde Eierbirne	1	4
13	Winterrambour	4	9	Alexander Lucas	1	3
14	Gunther-Apfel	4	4	Gräfin von Paris	1	3
15	Klarapfel	4	4	Schweizer Wasserbirne	1	2
16	Berlepsch	3	8	Madame Verte	1	1
17	Rote Sternrenette	3	7	Nordhäuser Winterforelle	1	1
18	Jockenbacher	2	12	Novembra	1	1
19	Maunzenapfel	2	10	Schweizerhose	1	1
20	Glasrenette	2	7	Triumph	1	1
21	Roter Berlepsch	2	7	Vereinsdechant	1	1
22	Jakob Lebel	2	6	Zuckerbirne	1	1
23	Rheinischer Bohnapfel	2	5			
24	Berner Rosenapfel	2	4			
25	Cox Orange	2	3			
26	Geflammtter Kardinal	2	3			
27	Danziger Kantapfel	2	2			
28	Ontario	2	2			

29	Prima	2	2			
30	Schmidberger Renette	2	2			
31	Schöner von Nordhausen	2	2			
32	Kardinal Bea	1	10			
33	Roter Boskoop	1	10			
34	Sonnenwirtsapfel	1	9			
35	Gehrsers Rambour	1	7			
36	Gewürzluiken	1	5			
37	Roter Bellefleur	1	5			
38	Blenheim	1	4			
39	Schlachtener Apfel	1	3			
40	Wintergravensteiner	1	3			
41	Aufhofer Klosterapfel	1	2			
42	Beutelsbacher Rambur	1	2			
43	Jonagold	1	2			
44	Rebella	1	2			
45	Admiral	1	1			
46	Alkmene	1	1			
47	Baldwin	1	1			
48	Baya Marisa	1	1			
49	Croncels	1	1			
50	Florina	1	1			
51	Gala	1	1			
52	Golden Delicious	1	1			
53	Idared	1	1			
54	James Grieve	1	1			
55	Manga Super	1	1			
56	McIntosh	1	1			
57	Paradiesapfel	1	1			
58	Pinova	1	1			
59	Pomme d'Or	1	1			
60	Roter Himbeerapfel	1	1			
61	Rubinola	1	1			
62	Santana	1	1			
63	Schneider	1	1			
64	Schöner von Wiltshire (Wachsrenette)	1	1			
65	Teser	1	1			
66	Urapfel	1	1			

## 8.2.4 Regulierung des Wasserhaushalts (CICES Code: 2.2.1.3)

### Bewertung der quantitativen Regulierung des Wasserhaushalts

Bei einem Infiltrationsverlauf stellt sich nach einer gewissen Zeit (ca. 2 h) ein annähernd gleicher Wert ein. Dieser Wert entspricht der finalen bzw. wassergesättigten Infiltrationsrate und gilt als Maß für die Wasserdurchlässigkeit eines Bodens (Baumgartner & Liebscher, 1996; Burghardt et al., 1998). Die Angabe erfolgt in mm pro Zeiteinheit, also bspw. mm/h oder mm/min (Blumenthal et al., 2018).

Zur Berechnung der Infiltrationsrate in mm/min wurde demnach zuerst für jeden der drei Messpunkte je Bereich und Fläche der Mittelwert der letzten drei Messwerte gebildet und dieser Wert ausgedrückt in m<sup>3</sup> durch die Fläche des Infiltrometers in m<sup>2</sup> geteilt. Im Anschluss wurde der Durchschnitt je Bereich und Fläche gebildet. Da die verschiedenen Bereiche von Baumstreifen, Gasse, Spur, Freifläche und Kronenbreich unterschiedlich hohe Flächenanteile einnehmen, wurde je Bereich der durchschnittliche Anteil ermittelt und als Faktor für die Ermittlung der anteilmäßigen bzw. gewichteten Infiltrationsrate genutzt (Tabelle 24).

*Tabelle 24: Durchschnittliche Flächenanteile der jeweiligen Bereiche im System in Prozent und Mittelwert der finalen Infiltrationsrate samt Standardabweichung aus je drei Messreihen*

System	Bereich	Spur	Baumstreifen	Gasse
		25 %	37 %	38 %
<b>IP-Niederstammanlagen</b>		MW ± STD [mm/min]		
Nr. 4		2,3 ± 0,4	4,4 ± 3,0	6,2 ± 3,0
Nr. 5		0,6 ± 0,6	6,3 ± 1,1	15,0 ± 1,4
<b>Bio-Niederstammanlagen</b>		MW ± STD [mm/min]		
Nr. 1		2,8 ± 1,4	14,6 ± 4,0	20,7 ± 3,9
Nr. 5		1,0 ± 0,1	8,5 ± 0,9	6,0 ± 1,2
System	Bereich	Freifläche	Krone	
		85 %	15 %	
<b>Streuobstwiesen</b>		MW ± STD [mm/min]		
Nr. 1		6,2 ± 0,3	7,6 ± 2,0	
Nr. 2		10,6 ± 4,4	11,6 ± 4,8	

Je Bereich und Fläche wurden aufgrund des hohen Aufwands nur drei Messreihen durchgeführt, weshalb keine statistische Analyse durchgeführt und nachfolgend nur Tendenzen beschrieben werden. Die anteilmäßige Infiltrationsrate zu den drei Bereichen in den Niederstammanlagen sowie zu den zwei Bereichen auf den Streuobstwiesen je untersuchter Fläche ist in Abbildung 34 dargestellt.

Es zeigt sich kein eindeutiges Bild und die ermittelten Werte folgen keinem klaren Muster. Während die Infiltrationsrate im Bereich der Gasse auf zwei Flächen unterschiedlicher Bewirtschaftungsform ähnlich hoch ist (IP Nr. 4 und Bio Nr. 5), gibt es innerhalb der Bewirtschaftungsform jeweils große Wertabweichungen. Insbesondere bei den zwei Bio-Flächen sind die Differenzen groß.

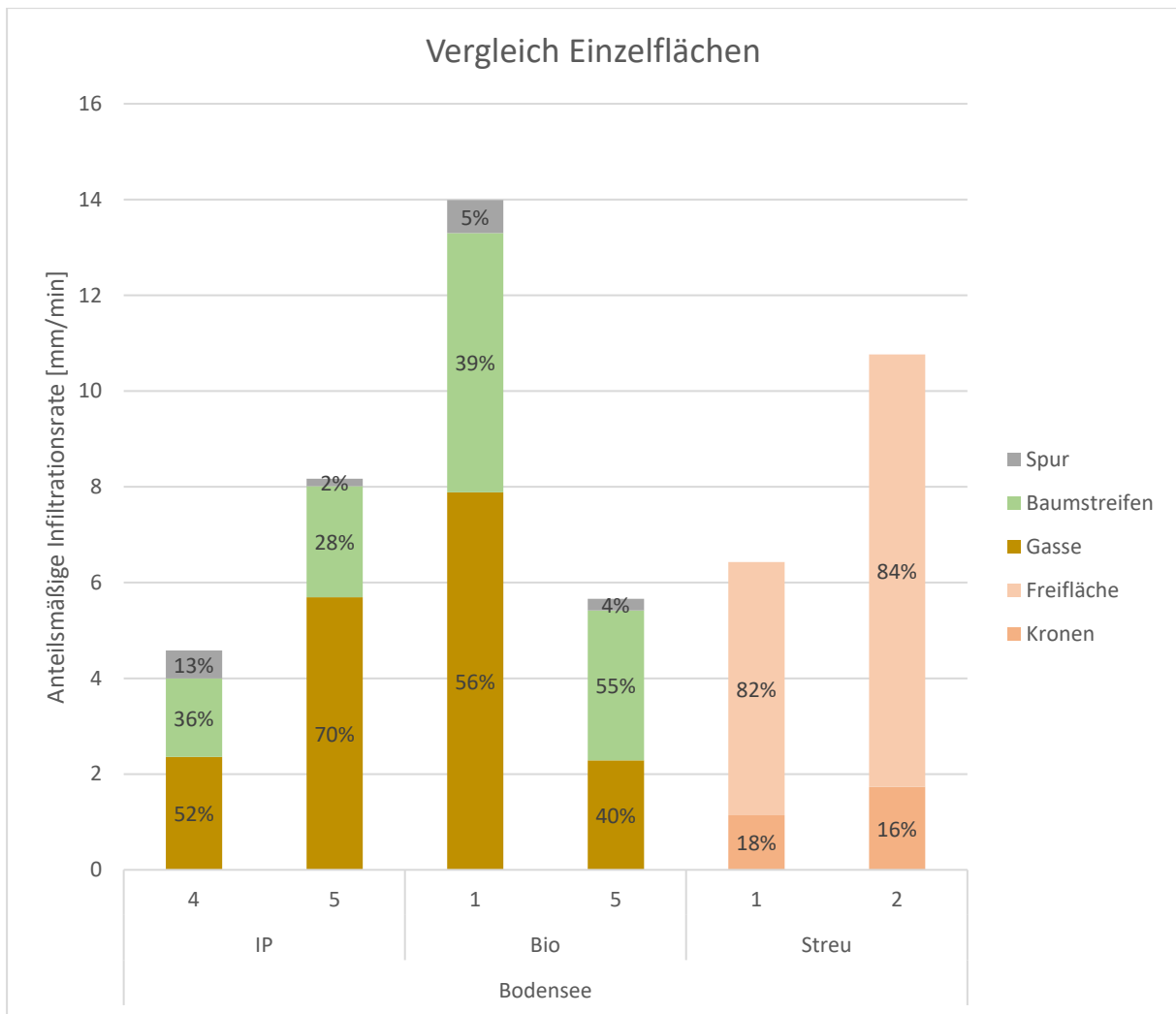


Abbildung 34: Ergebnisse zur gewichteten Infiltrationsrate je Bereich und Fläche. Bei der gewichteten Durchschnittsberechnung wurden die Flächenanteile der einzelnen Bereiche berücksichtigt. Die Prozentzahl gibt den Anteil der Infiltrationsrate je Bereich in Bezug auf die Gesamteinfiltrationsrate an.

Um Erklärungsansätze für diese unterschiedlichen Infiltrationsraten zu finden, wurden weitere bodenphysikalische Kennwerte, die mit der Versickerungsfähigkeit von Böden in Verbindung stehen, untersucht: Körnung, Humusgehalt und Bodendichte.

Humoser sandiger Lehm findet sich auf allen Bereichen der zwei Streuobstwiesen und der Bio Fläche Nr. 5 sowie in den Fahrgassen von IP Nr. 4 und Nr. 5. Die übrigen Bereiche der zwei IP Flächen sowie alle Bereiche der Fläche Bio Nr. 1 weisen sandigen Lehm auf (vgl. Abbildung 35 und Abbildung 36). Höhere Humusgehalte sollten eigentlich eine erhöhte Infiltrationsrate erwarten lassen, da Humus den Mineralboden stabilisiert (Schack-Kirchner, 2006). Diese Zusammenhänge lassen sich im vorliegenden Fall allerdings nicht erkennen. Trotz hoher Humusgehalte der Bio Fläche Nr. 5 sind die Infiltrationsraten im Vergleich zur Bio Fläche Nr. 1 geringer.

Abbildung 36 illustriert bezüglich der Humusgehalte ansonsten plausible Tendenzen: in den IP-Flächen, in denen der Baumstreifen mit Herbizid bearbeitet wird, zeigt sich ein geringerer Anteil an organischer Substanz im Vergleich zur Fahrgasse, die regelmäßig gemulcht wird. Im Bio-Anbau hingegen zeigt der Baumstreifen höhere Anteile an organischer Substanz, was zum einen auf die Art der Baumstreifenpflege zurück zu führen ist, bei der organisches Material (Beikräuter) zerkleinert und eingearbeitet wird. Zum, anderen werden organische Dünger verwendet. In den Streuobstwiesen

zeigt der Bereich unter der Krone höhere Anteile, was vermutlich auf Schnittgut, Laub und Fallobst unterhalb der Krone zurück zu führen ist. Bodenverdichtungen werden insbesondere als Folge von Befahrung sowie Bearbeitung des Bodens erwartet (Schnug & Haneklaus, 2002). Der Bereich Spur als befahrener Bereich weist durchwegs die geringsten Infiltrationsraten auf, die Bodendichte sticht jedoch nicht signifikant hervor (vgl. Abbildung 34 und Abbildung 37). Im Bereich der Fahrspuren zeigt sich über die vier Flächen des Erwerbsobstaus hinweg eine ähnlich hohe Verdichtung. Eine eindeutige Verdichtung in Abhängigkeit der Anzahl an Überfahrten ist nicht erkennbar, sonst hätten die Bio-Flächen geringere Infiltrationsraten in der Spur haben müssen als die IP Flächen. Hier hätte eine größere Anzahl an untersuchten Flächen vermutlich aussagekräftigere Ergebnisse geliefert.

Die im Bereich des Baumstreifens vergleichsweise hohen Bodendichten auf den IP-Flächen (vgl. Abbildung 37) sind vermutlich auf den fehlenden Bewuchs infolge von Herbizideinsatz und die darauf folgenden Verschlammungsprozesse zurückzuführen. Sie gehen einher mit vergleichsweise niedrigeren Infiltrationsraten als im Baumstreifen der biologisch bewirtschafteten Flächen (Abbildung 34). Der Grad an Verdichtung des Baumstreifens im Bioanbau mag auch abhängig von denen im Zuge der Baumstreifenpflege eingesetzten Geräte sein: Erfolgt die Beikrautregulierung durch oberflächliches Abschlagen, z.B. unter Einsatz eines Fadengeräts oder werden die Beikräuter durch Auflockerung der oberen Bodenschicht, z.B. mittels Krümler, bekämpft. Bei letzterem muss bei feuchter Witterung wiederum die Gefahr der Bodenverschlammung bedacht werden (Kuster et al., 2020). Dass dem nackten Boden, der beispielsweise bei der Anwendung von Voraufbauherbiziden entsteht, eine reduzierte Infiltrationsrate und ein erhöhter Abfluss folgt, haben Merwin et al. (1994) in ihren Untersuchungen gezeigt. Bei der Bewertung der geringeren Infiltrationsrate des Baumstreifens nach Herbizideinsatz ist zu berücksichtigen, dass das Wasser neben dem Baumstreifen in der Fahrgasse versickert, also nicht von der Fläche abfließt, so dass der Einfluss auf die gesamte Fläche bezogen gering zu sein scheint.

In dem Zusammenhang wird in der Literatur bei Vergleichen zwischen Streuobstwiesen zu offenen bzw. Acker-Flächen auf die regulatorische Leistung von Streuobstwiesen aufmerksam gemacht. Otto et al. (2005) weisen auf die verbesserte Wasseraufnahmefähigkeit von Streuobstwiesen im Vergleich zu herkömmlichen Ackerflächen hin. Kornprobst (1994) hält fest, dass die ganzjährig geschlossene Krautschicht den Hauptfaktor in der Regulationsleistung des Wasserhaushaltes darstellt. Bei Niederschlägen bietet sie einen erhöhten Schutz vor Oberflächenabfluss im Vergleich zu offenen Flächen. Eine geschlossene Krautschicht findet sich in der Regel auch in der Fahrgasse von Niederstammanlagen, wobei diese flächenmäßig nur einen Anteil von 38 % ausmacht.

### Fazit

Insgesamt lassen die vorliegenden Ergebnisse keine schlüssigen Aussagen zu. Die im Zuge der angewandten Methodik ermittelte Infiltrationsrate stellt aufgrund der hohen Variabilität der Ergebnisse keinen geeigneten Indikator zur Bewertung der quantitativen Regulation des Wasserhaushaltes dar.

Auf die Streuung von Einzelmessungen bei Infiltrationsmessungen im Feld wird generell hingewiesen (Blumenthal et al., 2018; Burghardt et al., 1998). Auch Schnug und Haneklaus (2002, S. 198) betonen explizit die „hohe [] Variabilität der Infiltrationsraten im Raum“, da die beeinflussenden Parameter an sich schon eine hohe räumliche Variabilität aufweisen.

Es gibt Hinweise, dass die Vegetationsdecke als beachtenswerter Einflussfaktor für die Versickerung gesehen werden kann. Fehlender Bewuchs im Baumstreifen, als Folge des Einsatzes von beispielsweise VA-Herbziden, führt zu Verschlammungsprozessen und einer reduzierten Infiltrationsrate.

Methodische Verbesserungen werden zum einen in der Anwendung eines Doppelringinfiltrometers, statt Einfachringinfiltrometers gesehen, bei dem der laterale Fluss des versickernden Wassers im Innenzylinder durch die Wassersäule des Wassers im Außenzylinder abgemildert wird und dadurch die Validität der Infiltrationsmessung erhöht wird (Burghardt et al., 1998). Zum anderen sollten für ein umfassendes Bild der Bodenverdichtung idealerweise auch tiefere Schichten berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall wurden die Bodenproben zur Bodendichte nur in der oberflächennahen Schicht genommen. Der Einfluss der durchwurzelbaren Schicht kommt hier also besonders zum Tragen, während mögliche Bodenverdichtungen in tieferen Schichten außer Acht bleiben.

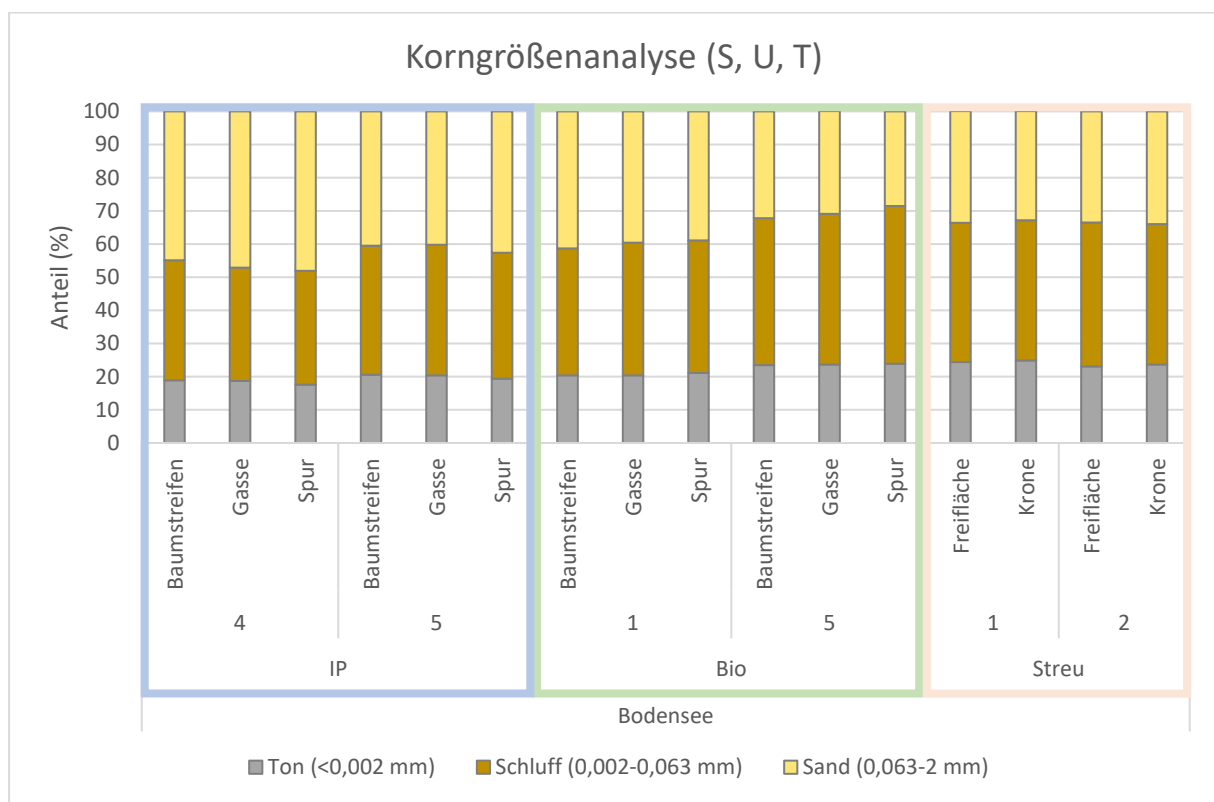


Abbildung 35: Verteilung der Kornfraktionen je Bereich und Fläche.

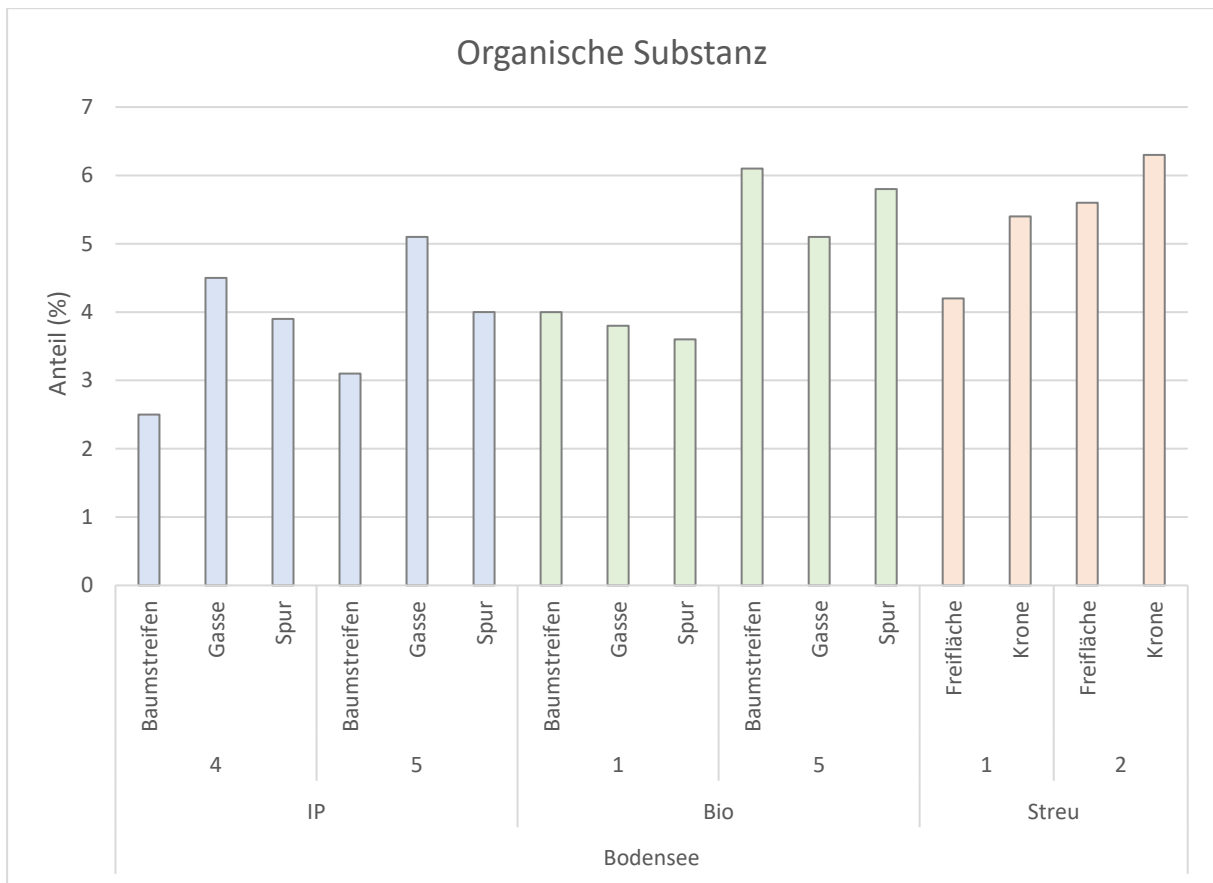


Abbildung 36: Anteil an organischer Substanz je Bereich und Fläche.

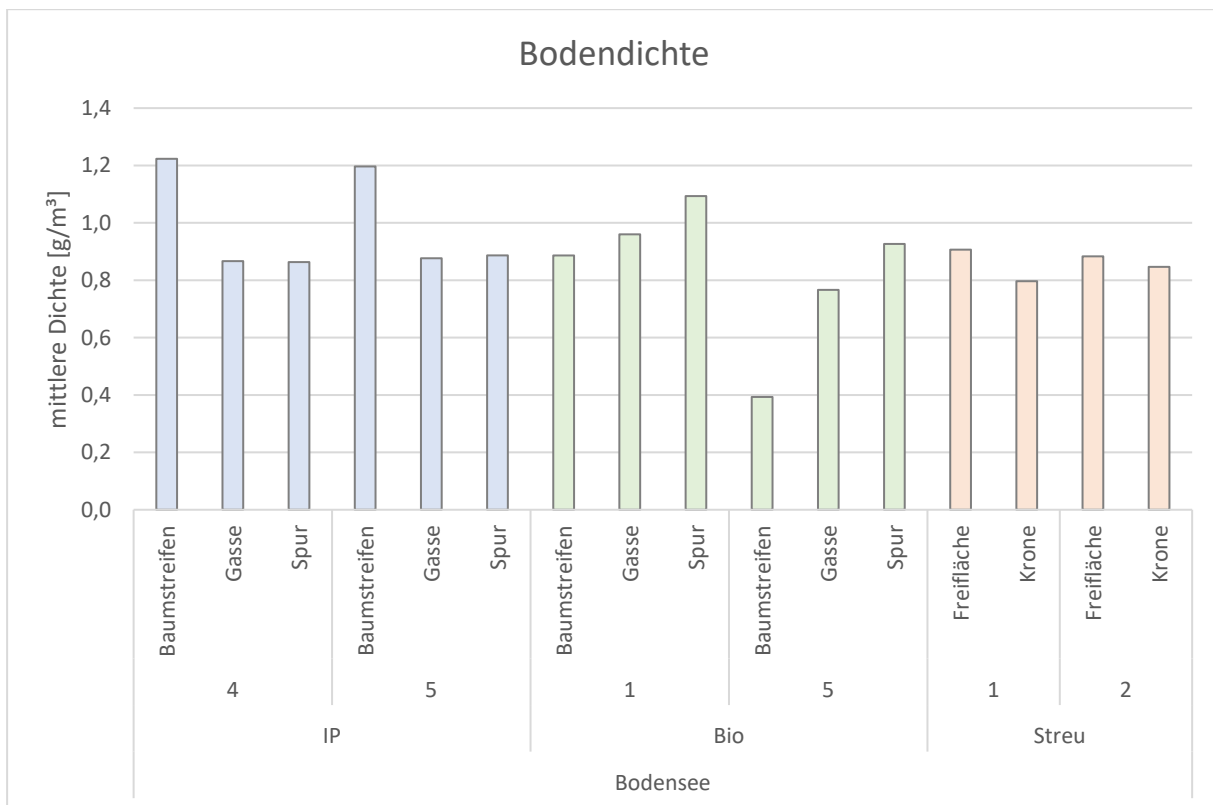


Abbildung 37: Dichte des Bodens je Bereich und Fläche.



## 8.2.5 Erhalt von Populationen und Lebensräumen / Beitrag zur biologischen Vielfalt (CICES Code: 2.2.2.3)

### Bewertung des Habitatpotentials

Die im vorliegenden Projekt aufgenommenen Daten zeigten, dass die Ökosystemleistung „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“ (CICES Code: 2.2.2.3) auf den IP- und Bio-Versuchsflächen am geringsten ausgeprägt (Abbildung 38) war. Die erreichten Wertpunkte lagen hier zwischen 150 und 525. Bei den Streuobstflächen lag der minimale Wert bei 850 Wertpunkten und der maximale bei 1570 Wertpunkten.

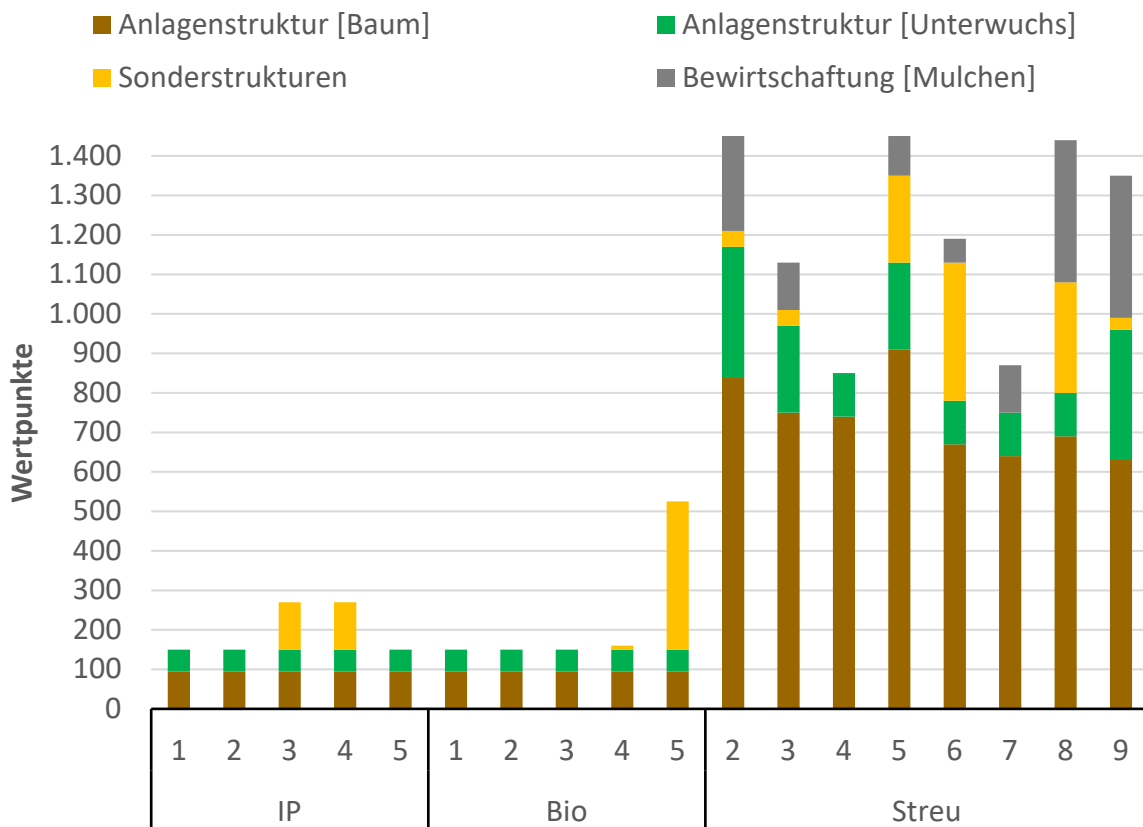


Abbildung 38: Dargestellt ist das Habitatpotenzial je Bewirtschaftungsform (IP = Integrierte Produktion und Bio = Biologische Produktion und Streuobst = Produktion auf Streuobstwiesen) und Untersuchungsfläche differenziert nach den Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen].

Die geringere Ausprägung der Ökosystemleistung „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“ bei IP- und Bio-Flächen liegt daran, dass der Fokus hier auf der Qualität und Quantität der Früchte liegt und die Flächen daher so gepflegt werden, dass optimale Bedingungen zur Fruchtproduktion vorliegen. Zur Steigerung der Fruchtqualität und eines optimalen Fruchtbehanges sind intensive Baumschnitte, eine Beikrautregulierung und Pflanzenschutzmaßnahmen notwendig. Letztere bedingen aufgrund des Bienenschutzes (BienSchV 1992) ebenfalls häufige Mulchvorgänge. Die genannten Bewirtschaftungsmaßnahmen lassen Strukturen wie Totholz oder hohe Vegetation im direkten Umfeld der Bäume nicht zu. Daher fehlen diese zur Etablierung von Habitaten wie zum Beispiel Höhlen in Altholz. Sonderstrukturen hingegen, wie in den IP-Flächen Nr. 3 und Nr. 4 (Walnussbäume) sowie in den Bio-Flächen Nr. 4 und Nr. 5 (Lesesteinhaufen und Hecke), steigern das Habitatpotenzial. Sie stellen

somit für IP- und Bio-Flächen, solange sie mit dem Betriebsablauf in keinem Konflikt stehen, eine gute Möglichkeit dar, das Habitatpotenzial zu steigern.

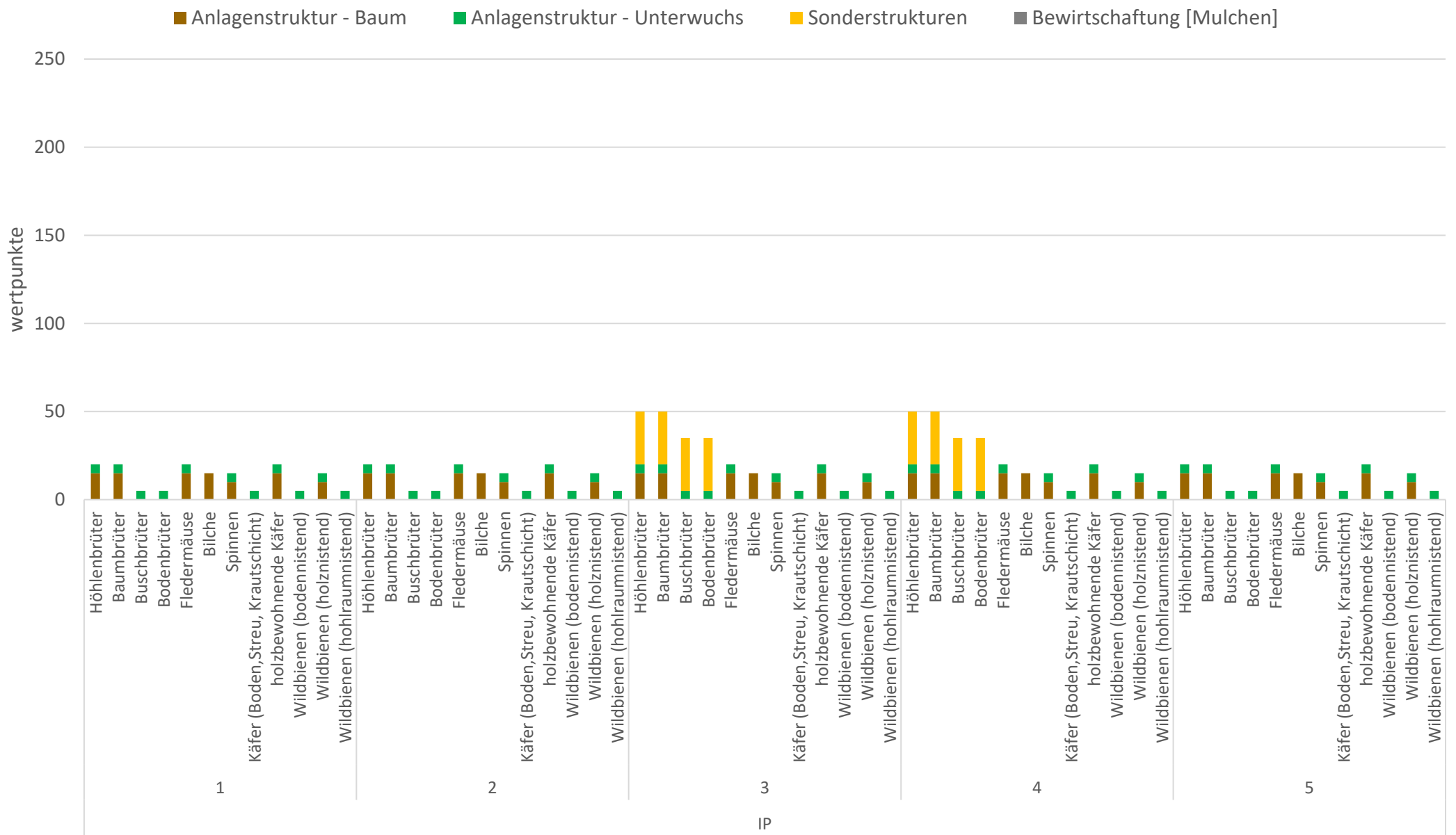


Abbildung 39: Dargestellt ist das Habitatpotenzial der Bewirtschaftungsform IP (Integrierte Produktion) differenziert nach den Untersuchungsflächen (1 bis 5), Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen], sowie Artengruppen.

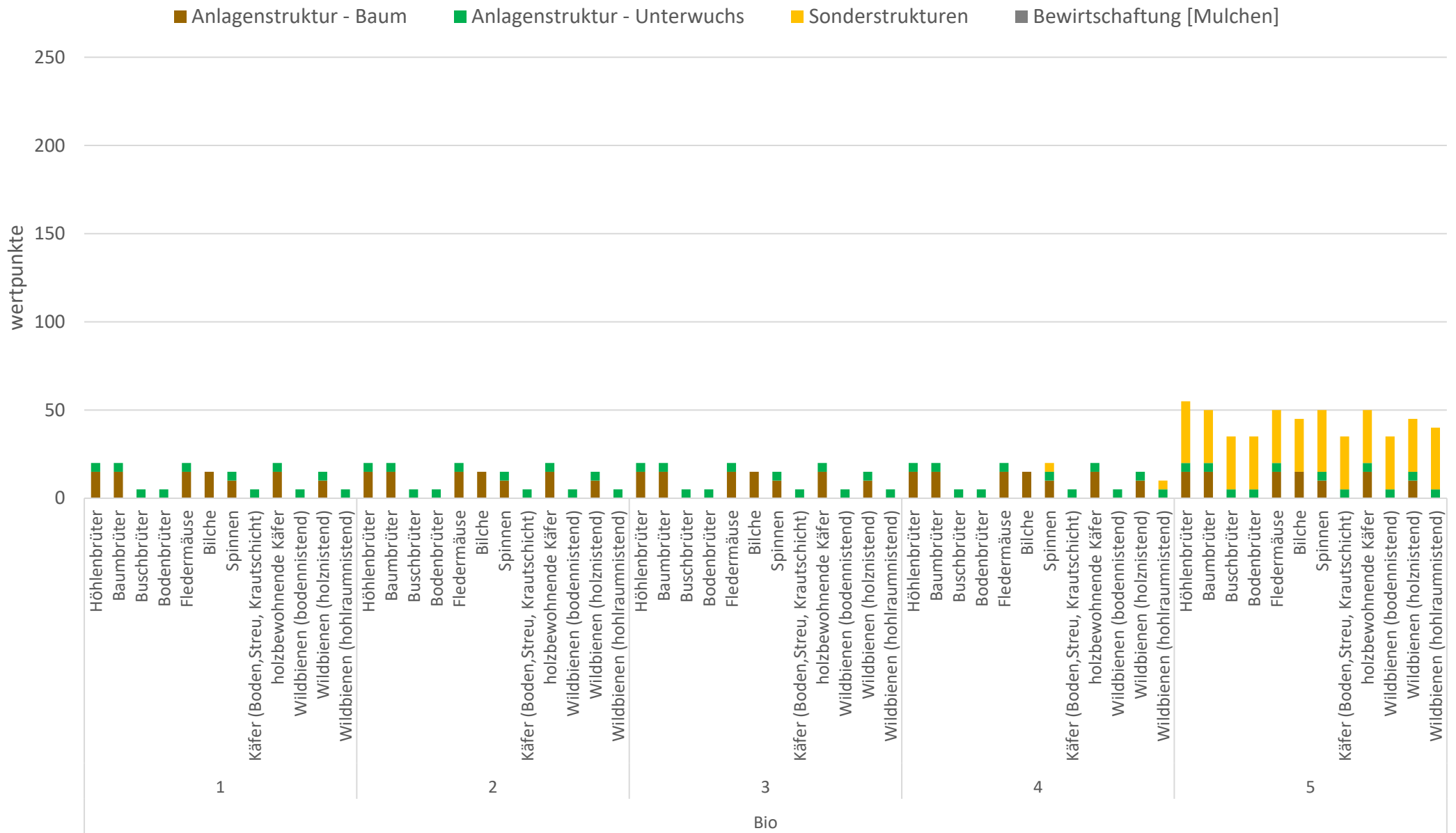


Abbildung 40: Dargestellt ist das Habitatpotenzial der Bewirtschaftungsform Bio (Biologische Produktion) differenziert nach den Untersuchungsflächen (1 bis 5), Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen], sowie Artengruppen.

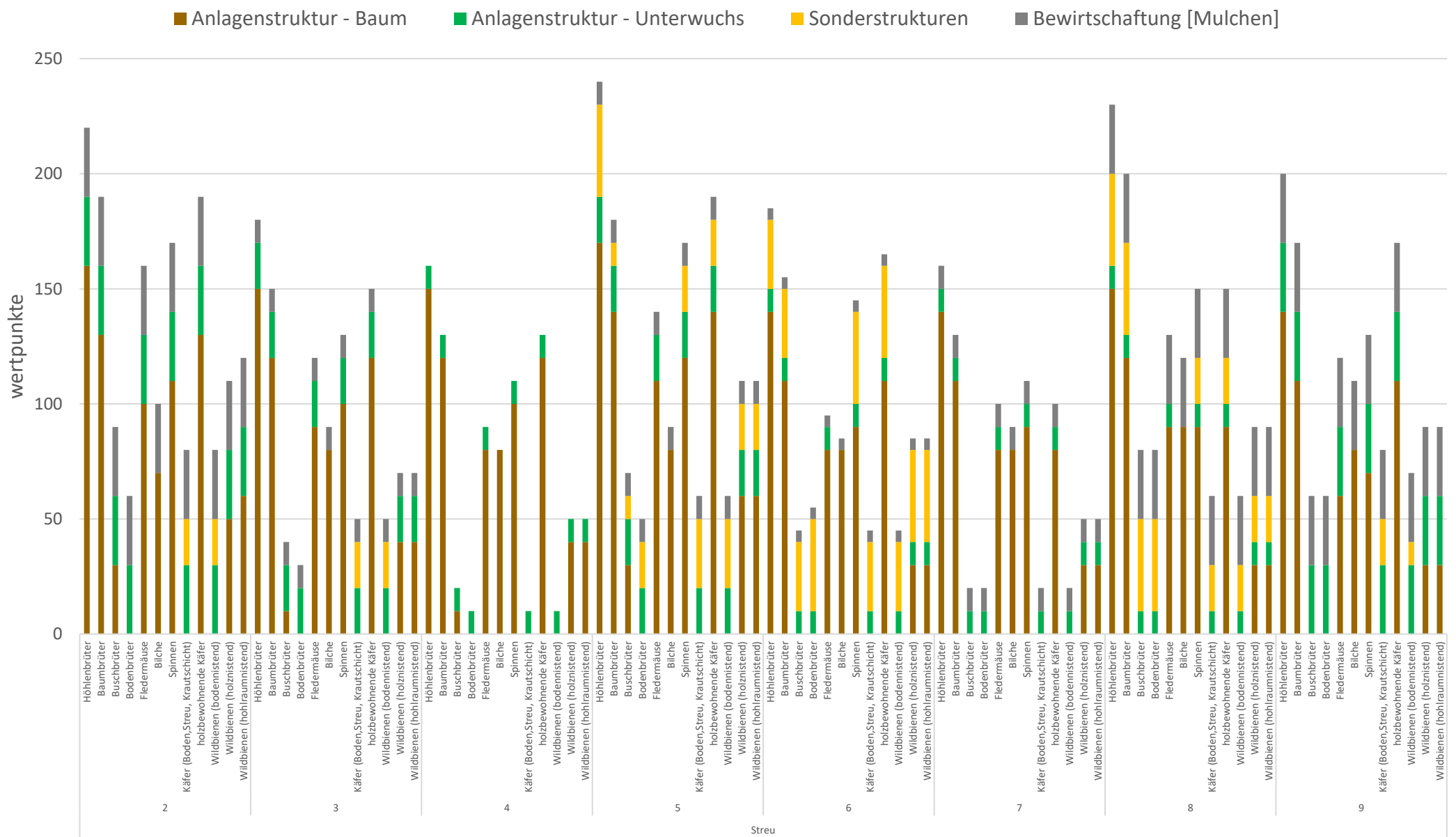


Abbildung 41: Dargestellt ist das Habitatpotenzial der Bewirtschaftungsform Streu (Produktion auf Streuobstwiesen) differenziert nach den Untersuchungsflächen (2 bis 9), Einflussfaktoren Anlagenstruktur [Baum], Anlagenstruktur [Unterwuchs], Sonderstrukturen und der Bewirtschaftung [Mulchen], sowie Artengruppen.

In der artengruppenspezifischen Betrachtung wurde deutlich, dass die auf den IP- und Bio-Versuchsflächen aufgenommenen Sonderstrukturen (Bäume und Hecke) einen positiven Effekt auf eine Vielzahl an Artengruppen hatte. Gerade bei den eben genannten Bewirtschaftungsformen kann mit Hilfe von Sonderstrukturen das Habitatpotenzial angehoben werden.

Bei Streuobstwiesen ist das Niveau des Habitatpotenzial für jede einzelne Artengruppe höher als bei IP und Bio. Insbesondere die Wuchsform der Bäume (Hochstamm mit Totholzstrukturen) ermöglichen eine Stratifizierung von Habitaten und sie bietet somit mehreren Artengruppen ein Habitat. Auch der extensiv bewirtschaftete Unterwuchs und Boden, sowie der vernachlässigbare Einsatz von PSM wirkt sich positiv auf das Habitatpotenzial aus.

## Bewertung der Gefäßpflanzendiversität /Artenvielfalt

Insgesamt wurden auf 20 Flächen Vegetationsaufnahmen nach der unter 6.4.4 beschriebenen Methodik durchgeführt (IP n = 5, Bio n = 5, Streuobst Bodensee n = 4, Streuobst Lallinger Winkel n = 6). Die Aufnahmen erfolgten zum Großteil von Mai – Juni 2022, übrige Flächen wurden im Folgejahr im gleichen Zeitraum begangen. Der Deckungsgrad der Arten je Fläche konnte bei der Auswertung nicht weiter berücksichtigt werden.

Auf den intensiv bewirtschafteten Flächen (IP und Bio) wurden im Schnitt jeweils 21 verschiedene Pflanzenarten gefunden. Bei den Streuobstbeständen am Bodensee lag die Anzahl durchschnittlich bei 28, bei denen im Lallinger Winkel bei 35. Die mittlere Artenanzahl/ 24m<sup>2</sup> in den jeweiligen Systemen ist in Abbildung 42 dargestellt.

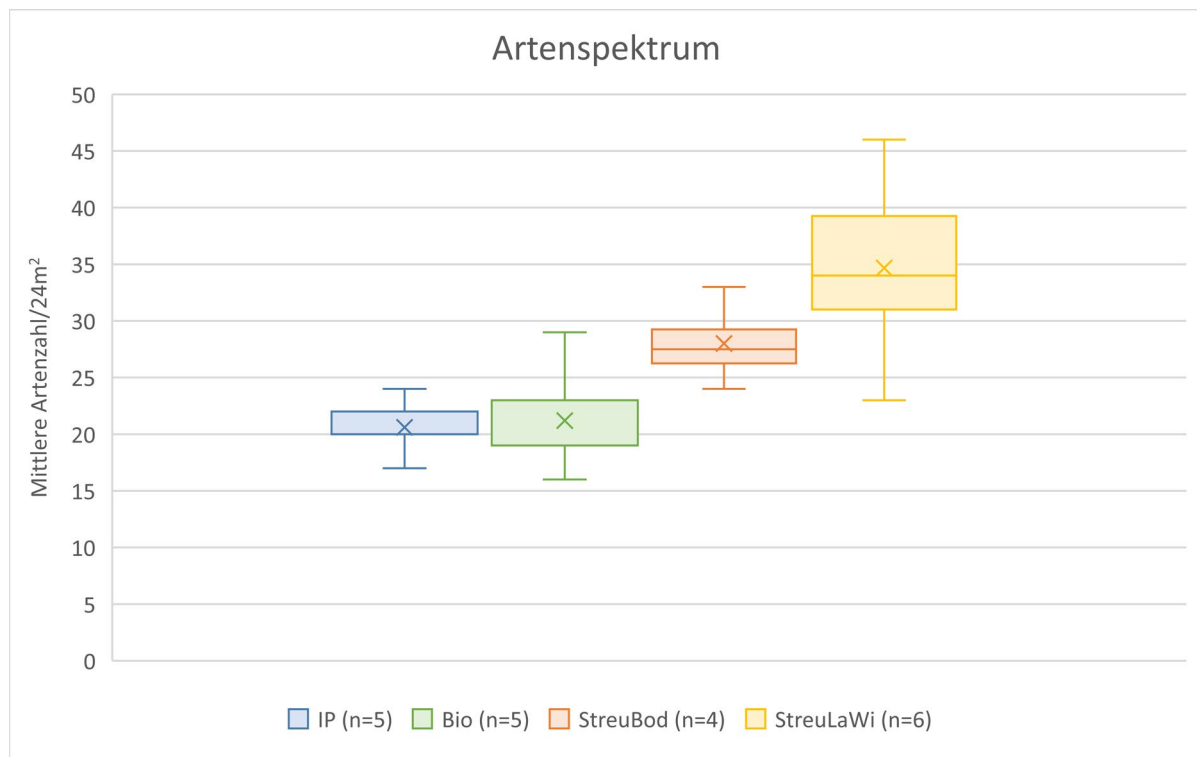


Abbildung 42: Verteilung der Artenanzahl. Boxplots mit Angabe von Median (Strich) und Mittelwert (Kreuz). Zahl der Kontrollflächen insgesamt a 24m<sup>2</sup>: in fünf verschiedenen IP und fünf verschiedenen Bio-Niederstammanlagen, vier verschiedenen Streuobstwiesen am Bodensee sowie sechs verschiedenen Streuobstwiesen im Lallinger Winkel.

Des Weiteren erfolgte eine Betrachtung des Anteils an Magerkeitszeigern. Auf den IP-Flächen findet sich ein kleiner Anteil an Magerkeitszeigern (0-6 %). Auf den Bio-Flächen hingegen wurden keine Pflanzenarten beobachtet, die die Kriterien der Tafel 34 des Bestimmungsschlüssels für geschützte Flächen nach §30 BNatSchG / Art. 23 BayNatSchG erfüllen (Abbildung 43). Auf den Streuobstwiesen im Lallinger Winkel liegt der Anteil unter fünf Prozent (0-4 %), bei denen im Lallinger Winkel dagegen deutlich höher (0-22 %).

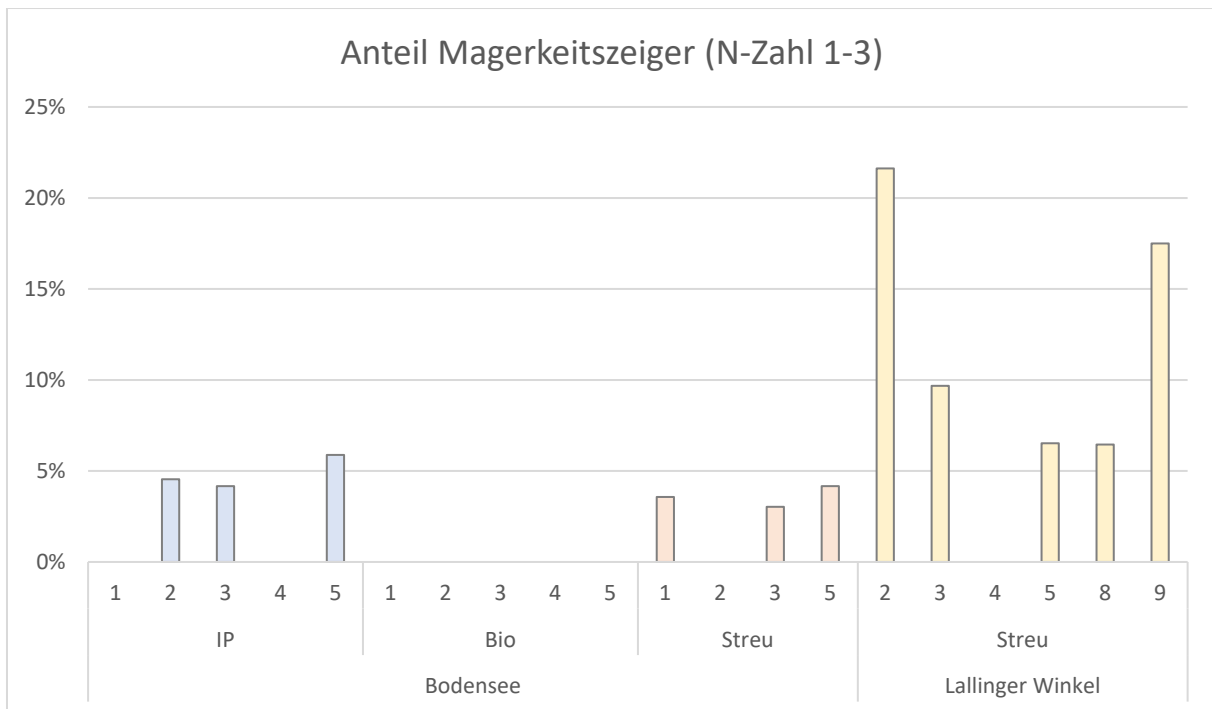


Abbildung 43: Anteil an Arten an der jeweiligen Gesamtartenzahl, die Magerkeitszeiger darstellen und den Zeigerwerten nach Ellenberg mit der Stickstoffzahl (N) und den Werten 1-3 für stickstoffarme Standorte zugeordnet werden.. Nach Tafel 34 des Bestimmungsschlüssels für geschützte Flächen nach §30 BNatSchG / Art. 23 BayNatSchG (§30-Bestimmungsschlüssel) (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), 2022).

Im Allgemeinen weisen intensiv bewirtschaftete Flächen tendenziell ein geringeres Spektrum an Arten auf, „die absoluten Artenzahlen“ zwischen IP- und Bio-Niederstammanlagen unterscheiden sich aber „vergleichsweise wenig“ (Rösler, 2007, S. 245). Aspekte wie häufigerer Schnitt, vermehrte Düngung sowie zeitweilige Beweidung gelten als Ursachen für eine floristische Verarmung (Ellenberg, 1996). Sie führen zu einer Durchsetzung von schnitttoleranten Arten, insbesondere Grasarten (Zehnder & Weller, 2021). Auch die vorliegenden Aufnahmeergebnisse deuten Auswirkungen der Bewirtschaftungsart auf die Gefäßpflanzendiversität an.

Bei den IP-Flächen liegt die Mulchfrequenz bei 6-12 Mal pro Jahr, wobei jeweils zwei Flächen vom gleichen Bewirtschafter bewirtschaftet werden (Nr. 1 und 2; Nr. 4 und 5). Bio-Anlagen werden 4-7 Mal pro Jahr gemulcht. Auch hier werden jeweils zwei Flächen vom gleichen Bewirtschafter unterhalten (Nr. 1 und 2; Nr. 3 und 4). Bei den Streuobstbeständen wurden bei genauerer Betrachtung auch Teilflächen gemäht (bspw. Wege). Da der Flächenanteil allerdings so gering ist und diese Teilbereiche für die Vegetationsaufnahmen ohnehin ausgeschlossen wurden, bleibt die Gesamtmahd als gewählter Indikator (Tabelle 25 und Abbildung 44).

Tabelle 25: Mittlere Schnitthäufigkeit je Produktionssystem und Region (Gesamtfläche)

Region	Bodensee			Lallinger Winkel
System (n = Zahl berücksichtigter Flächen) <sup>1</sup>	IP (n = 5)	Bio (n = 4)	Streu (n = 3)	Streu (n = 5)
Mittlere Zahl der Schnitte	8,6	5,5	1,5	1,6
Minimum - Maximum	6-12	4-7	0-2	0-5
<sup>1</sup> ausschließlich beweidete Streuobstbestände wurden nicht berücksichtigt				



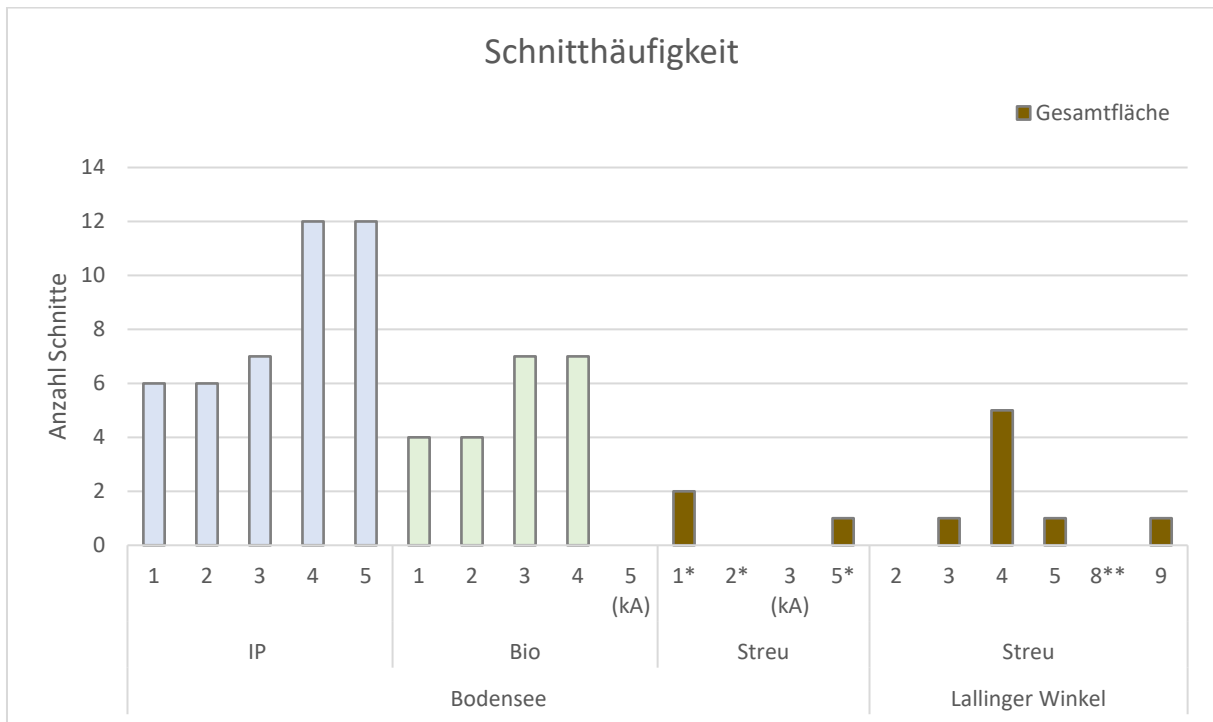


Abbildung 44: Schnitthäufigkeit je Fläche. Mit \* markierte Flächen mit zusätzlicher Beweidung. Mit \*\* markierte Fläche mit ausschließlicher Beweidung. Auf IP und Bio ausschließlich Mulchen.

Im Lallinger Winkel zeigen sich auf der Fläche Nr. 4 die Auswirkungen der mehrfachen Mulchvorgänge und dem Belassen des Mahdguts, i. e. Nährstoffeintrages, auf der Fläche. Hier wurden keine wertgebenden Arten nach Tafel 34 gefunden. Als Gegenbeispiel erweist sich Fläche Nr. 2, bei der laut Angabe kein Schnitt der Gesamtfläche vorgenommen wurde. Der Anteil an Magerkeitszeigern liegt hier mit 22 % am höchsten.

Die Streuobstflächen am Bodensee Nr. 1, 2 und 5 erfahren über einen Viehbesatz mit Schafen oder Hühnern alle einen regelmäßigen Düngereintrag. Auf den Flächen Nr. 1 und Nr. 2 erfolgte im Herbst zudem eine zusätzliche Ausbringung von Mist als Dünger. Mit diesen erhöhten Nährstoffeinträgen auf den Streuobstwiesen am Bodensee lassen sich die tendentiell niedrigeren Artenzahlen sowie niedrigeren Anteile an Magerkeitszeigern im Vergleich zu den Flächen am Lallinger Winkel erklären.

### Fazit

Die Erfüllung der Ökosystemleistung „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“ quantifiziert über den Indikator „Diversität von Gefäßpflanzen“ bzw. floristische Artenvielfalt, zeigt sich insbesondere auf Flächen mit extensiver Bewirtschaftung. Die Artenanzahl hängt aber auch von der umgebenden Landschaft ab, in die die Streuobstwiesen eingebettet sind. Dies wird deutlich im Vergleich der Flächen in Lalling zu denen am Bodensee. In Lalling bestehen mehr extensive Landnutzungen im Umfeld der Streuobstwiesen. Mit diesem erhöhten Einwanderungspotential, ist auch das Artenspektrum auf den Streuobstwiesen dort höher.

## 8.2.6 Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation (CICES Code: 2.2.3.1)

### Bewertung der natürlichen Schädlings- und Krankheitsregulation (Literatur)

Als Indikator für die Quantifizierung der ÖSL „Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation“ wurde die Diversität und Abundanz von Nützlingen festgelegt und diese auf Basis von Werten aus der Literatur beurteilt. Die in den Studien durchgeführten Untersuchungen zur Abundanz von Nützlingen bedienen sich unterschiedlicher Erfassungsmethoden und zeitlicher Rahmen. Die Quantifizierung liefert dadurch unterschiedliche Einheiten. Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse wird auf das Verhältnis der Werte zwischen den Systemen ausgewichen und die Individuenzahl bei IP dabei auf 100 % gesetzt.

Die Daten von Rösler (2007) zeigen, dass die Abundanz an Nützlingen insgesamt in den Streuobstwiesen am höchsten ist, gefolgt von den Bio-Niederstammanlagen und den IP-Anlagen. Auch Porcel et al. (2018) bestätigen den Unterschied zwischen den Niederstammanlagen. Bezogen auf die Abundanz aller natürlichen Feinde, lag der Wert in den ökologisch bewirtschafteten Niederstammanlagen signifikant höher als bei denen der integrierten Produktion.

Wie Tabelle 26 zu entnehmen, sind die Unterschiede in der Abundanz von Nützlingen bei einigen Taxa, insbesondere räuberischen Wanzen, hochsignifikant (Porcel et al., 2018; Rösler, 2007). Raubwanzen sind wichtige Gegenspieler von Blattsaugern, Blattläusen und Spinnmilben (Büchtele, 2018).

Tabelle 26: Zusammenfassung von Erhebungen verschiedener Autoren zum Nützlingsvorkommen in unterschiedlich bewirtschafteten Obstanlagen. \*\*\* =  $p < 0.001$ , \*\* =  $p < 0.01$

Quelle	Nach Rösler (2007), abgeändert		
Einheit und Methode	System		
mittlere Individuenzahl pro Klopfprobe (entspricht 50 geklopfte Ästen je Anlage)	IP (n = 10)	Bio (n = 10)	Streu (n = 10)
Räuberische Wanzen (Anthocoridae, Nabidae, Miridae)***	9,0	33,2	23,7
Ohrwürmer (Forficulidae)***	0,1	3,2	19,6
Marienkäfer (Coccinellidae)	0,9	1,6	3,2
Netzflügler Larven (Neuroptera)***	0,1	1,6	7,5
Webspinnen (Araneae)***	20,1	42,5	69,5
Kurzflügler (Staphylinidae)	0,1	0,4	1,2
Laufkäfer (Carabidae)	0,0	0,0	0,5
Schlupf-/Brack-/Erzwespen (Hymenoptera)**	8,3	29,2	36,0
<b>Gesamtindividuenzahl</b>	<b>38,6</b>	<b>111,7</b>	<b>161,2</b>
<b>Relation in %</b>	<b>100 %</b>	<b>289 %</b>	<b>418 %</b>
<b>Quelle</b>	Datensatz aus Porcel et al. (2018)		
<b>Einheit und Methode</b>	<b>System</b>		

Summe Individuenzahl aus Saugproben (15 je Anlage)	IP (n = 4)	Bio (n = 5)	
Blumenwanzen (Anthocoridae) **	150	481	
Weichwanzen (Miridae)***	12	435	
Ohrwürmer (Forficulidae)	168	185	
Marienkäfer (Coccinellidae)	10	29	
Netzflügler Larven (Neuroptera)	15	35	
Weichkäfer (Cantharidae)	4	8	
<b>Gesamtindividuenzahl</b>	359	1173	
<b>Relation in %</b>	100 %	327 %	
<b>Quelle</b>	Helsen et al. (2007)		
<b>Einheit und Methode</b>	<b>System</b>		
mittlere Individuenanzahl pro ‚shelter trap‘ aus Wellpappe (20 je Anlage)	IP (n = 51)	Bio (n = 42)	
Ohrwurm <i>F. auricularia</i>	1,5 (± 0,5 SE)	7,1 (± 1,3 SE)	
<b>Relation in %</b>	100 %	473 %	
<b>Quelle</b>	Dannenmann et al. (2020)		
<b>Einheit und Methode</b>	<b>System</b>		
Summe Individuenzahl aus Bodenfallen (5 je Fläche) und Klopfproben (100 Äste je Fläche) über Beobachtungszeitraum	IP (n = 1)	Streu (n = 1)	
Webspinnen (Araneae)	454	2996	
<b>Relation in %</b>	100 %	660 %	
<b>System</b>	IP	Bio	Streu
<b>Ø Relation in %</b>	100 %	437 %	551 %

Spinnen kommt als Generalisten eine wichtige Bedeutung in der Regulierung vieler verschiedener Schadinsekten zu (Brown et al., 2003). Auch bei diesen gibt es zwischen unterschiedlich bewirtschafteten Obstanlagen große Unterschiede in der Abundanz und die Werte auf den Streuobstwiesen sind am höchsten (vgl. Tabelle 26). In der Untersuchung von Dannenmann et al. (2020) war die Individuenzahl mehr als 6-mal so hoch (vgl. Tabelle 26).

Ausgeprägte Rindenstrukturen, anbrüchige Bäume und Totholz, wie sie in der Regel insbesondere auf Streuobstwiesen anzutreffen sind, stellen wesentliche Mikrohabitate dar und erhöhen neben der Individuen- auch die Artenzahl (Kielhorn, 2019).

Auch innerhalb des Systems der Niederstammanlagen verweisen Brown et al. (2003) auf den Faktor Alter von Apfelbäumen. Ihren Untersuchungen zufolge, ist die Diversität an Spinnen bei alten Apfelbäumen besonders hoch (Shannon-Index acht Jahre alte, ungepflegte Apfel-Anlage bei 1,75 sowie Shannon-Index acht Jahre alte, gepflegte Apfel-Anlage bei 1,84 vs. Shannon-Index drei Jahre alte, gepflegte Anlage bei 1,60).

Bei einem Vergleich von IP- und Bio-Niederstammanlagen in Bezug auf ihre Parasitoidengesellschaften, lag die Shannon-Diversität bei Proben von Bio-Flächen signifikant höher als bei IP-Flächen. Die Autoren führen neben den Umgebungseinflüssen das Management der Krautschicht und das Alter der Obstbäume als weitere Faktoren an (Herz et al., 2020).

Unterschiede zwischen IP- und Bio-Niederstammanlagen fanden sich auch beim Gemeinen Ohrwurm *Forficula auricularia*. In den shelter traps kam er im Durchschnitt in deutlich höheren Zahlen vor. Zudem hatten bei den Bio-Anlagen 14 % der Flächen mehr als 15 Ohrwürmer pro Falle, während dies bei den IP-Anlagen auf nur 2 % der Flächen zutraf (Helsen et al., 2007). Helsen et al. (2007) betonen in dem Zusammenhang die klare Regulationsleistung des Ohrwurms *Forficula auricularia* in Bezug auf die Blutlaus, *Eriosoma lanigerum*. Eine relativ hohe Abundanz an Ohrwürmern in den IP-Anlagen machte sogar einen weiteren Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln gegen die Blutlaus überflüssig.

### Fazit

Die Ökosystemleistung von Nützlingen besteht in der Regulierung der Populationen ihrer Beute bzw. Wirte und damit in einer Reduktion der Schädigung der Kulturpflanze (Herz et al., 2020). Die hier isoliert betrachteten absoluten Individuenzahlen eignen sich also gut, um erste Unterschiede zwischen den Produktionssystemen zu beschreiben. In der Gesamtbetrachtung der natürlichen Schädlingsregulation ist dieser Indikator allein nicht ausreichend und es muss das Verhältnis von natürlichen Gegenspielern zu Schadinsekten im Fokus stehen (vgl. Tabelle 27, Rösler 2007). Hier zeigt sich, dass bei Bio-Niederstammanlagen der Anteil an Schädlingen vergleichsweise hoch ist und als Resultat der Auswirkungen des gleichwohl betriebenen Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf die Lebensgemeinschaften gesehen werden kann (Rösler 2007).

Tabelle 27: mittlere Individuenanzahl von Arthropoden auf Kontrollflächen unterschiedlich bewirtschafteter Obstanlagen (nach Rösler 2007)

Quelle	Rösler (2007), abgeändert		
Einheit und Methode	System		
mittlere Individuenzahl pro Klopfprobe (entspricht 50 geklopften Ästen je Anlage)	IP (n = 10)	Bio (n = 10)	Streu (n = 10)
Nützlinge	38,6	111,7	161,2
Schädlinge	46,6	214,1	69,5
Indifferente	41,5	121,1	263,6
<b>Nützlings-Schädlings-Quotient</b>	0,83	0,52	2,32

## 8.2.7 Ästhetik (CICES Code: 3.1.2.4)

### Bewertung der Ästhetik

Die Ökosystemleistung „Ästhetik“ der ÖSL Kategorie Kulturelle ÖSL wurde über ein nutzerunabhängiges Verfahren, den Weg der „Expertensicht“, bewertet (Wöbse, 2002). Abbildung 45 zeigt die erreichten Wertpunkte je Fläche, differenziert nach den Eignungskriterien „Natürliche Anmutung“ und „Vielfalt des Bestandes“ sowie den zugehörigen Bewertungsparametern. Die Maximalpunktzahl liegt bei fünf Wertpunkten je Parameter und folglich 30 Wertpunkten insgesamt.

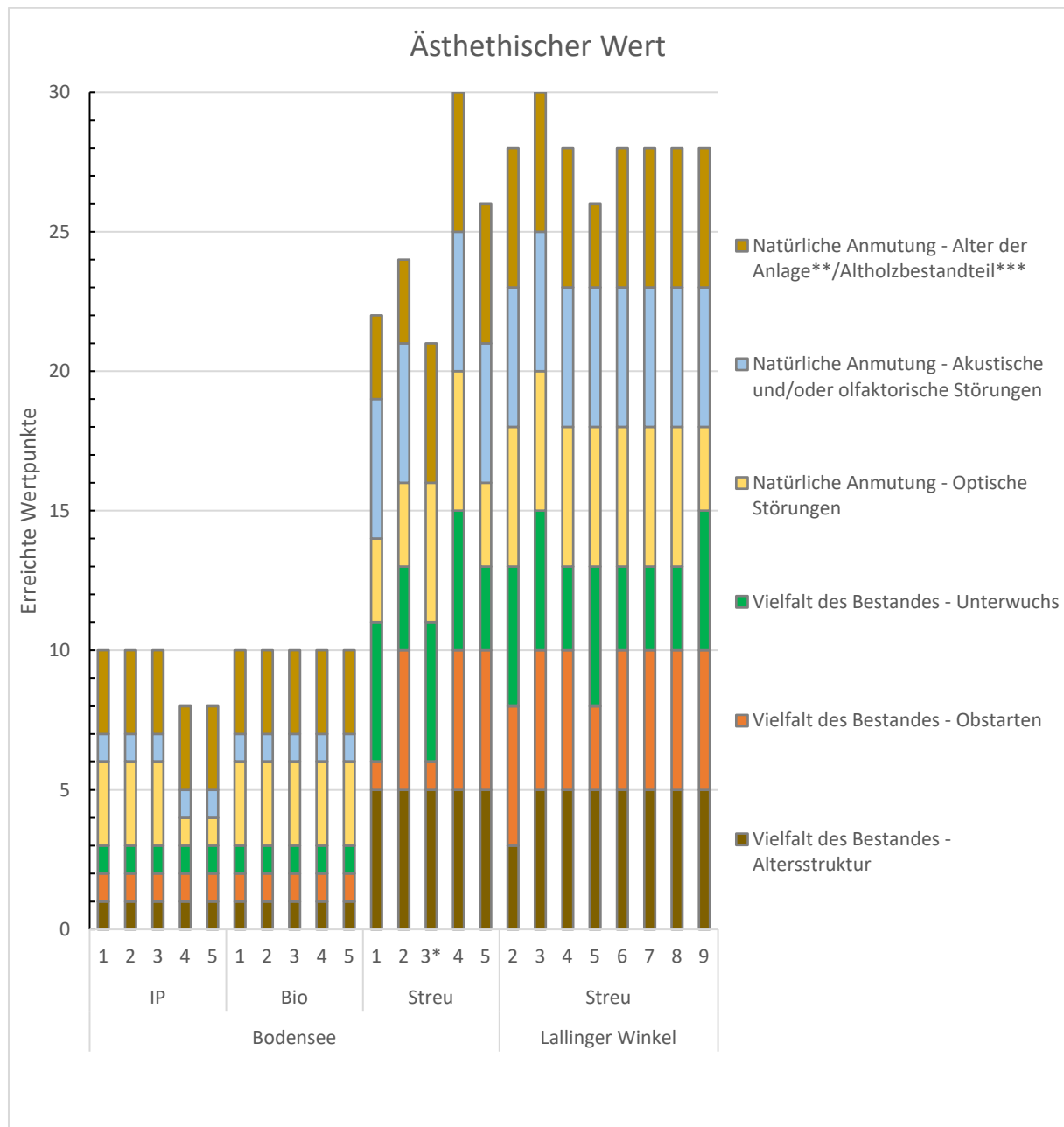


Abbildung 45: Bewertung des ästhetischen Wertes anhand der Eignungskriterien "Vielfalt des Bestandes" und "Natürliche Anmutung". Die Maximalpunktzahl liegt bei 30 Wertpunkten. Bei der mit \* markierten Fläche liegen keine Daten zur Anzahl der Arbeitsdurchgänge/Saison (akustische und/oder olfaktorische Störungen) vor. \*\*Intensivanlagen \*\*\*Streuobstbestände

Streuobstbestände erreichen in nahezu allen Kategorien eine relativ hohe Gesamtwertung. Die Gesamtpunktzahl liegt bei allen Flächen bei mindestens 20 von 30 Wertpunkten. IP- und Bio-Flächen

erreichen eine niedrigere Gesamtpunktzahl und kommen beide auf ein ähnlich hohes Niveau. Ursächlich für die geringere Bewertung der IP-Flächen Nr. 4 und Nr. 5 (8 Wertpunkte) im Vergleich zu den restlichen Flächen des Intensivobstanbaus ist eine Umzäunung. Die Streuobstwiesen am Bodensee Nr. 1 und 3 führen jeweils nur Apfel als einzige Obstart, dementsprechend niedriger ist die Vielfalt des Bestandes in der Hinsicht. Bei Fläche Nr. 3 muss beachtet werden, dass keine Angaben zur Anzahl der Arbeitsdurchgänge mit Maschinen (z.B. Mulchfahrten) vorliegen. Der Durchschnitt an Wertpunkten liegt für IP-Niederstammanlagen bei 9,2 Punkten, für Bio-Niederstammanlagen bei 10,0 Punkten und für Streuobstwiesen unabhängig von der Region bei 26,7 Punkten.

Es ergibt sich ein Gesamtbild, in dem sich Niederstammanlagen und Hochstammobstgärten einander gegenüberstehen, es aber keine Abrenzung zwischen Bio- und IP-Anlagen gibt. Die Vielfalt des Bestandes, die im Kontext der Landschaftsästhetik als Gestaltvielfalt verstanden wird (Nohl, 2001), tritt als wesentliches Unterscheidungskriterium auf. Sie ist ein „universales Schönheitskriterium“ (ebd.). Die Gestaltvielfalt von IP- und Bio-Flächen ist allerdings von Natur aus begrenzt, da die Rationalisierung im Obstanbau eine gewisse Einheitlichkeit erfordert, was unabdingbar zur Bildung gleichaltriger Bestände und Monokulturen führt. Diese zwei Grundprinzipien in der Bewirtschaftungspraxis lassen nur wenig Handlungsspielraum zu.

Die Naturnähe und in dem Sinne „natürliche Anmutung“ definiert Nohl (2001, S. 112) als die „Abwesenheit von Überbauungen und Versiegelungen, das Fehlen intensiver Landnutzungsformen und die Absenz von regelmäßig-geometrischen Mustern und technischen Strukturen“. Umzäunungen stellen sowohl bei Niederstammanlagen als auch bei Streuobstwiesen eine optische Störung der natürlichen Anmutung dar. Bei Streuobstwiesen sind sie bei kombinierter Nutzung des Grünlands als Weideland vor allem bei Jungbäumen nicht verzichtbar (Häseli et al., 2003; Zehnder & Weller, 2020).

Zudem bleiben die Aussagen begrenzt. Zwar liegen dem hier angewandten Bewertungsschema verallgemeinerbare Annahmen bezüglich der Auffassung von Ästhetik zugrunde, dennoch dürfen mögliche Diskrepanzen in Bezug auf die Bewertung der Ästhetik zwischen Experten und Laien nicht unbeachtet bleiben, da sich die Bewertungsmuster durchaus unterscheiden können (Buijs, 2009).

Artenreiches Grasland (u.a. auch G14 „Artenreiches Extensivgrünland“ nach BayKompV) mit einer Vielzahl an verschiedenen Blühpflanzen, Gräsern und Kräutern wirkt in der Regel ästhetisch auf den Betrachter und wird in Umfragen zur Landschaftsbildbewertung am meisten bevorzugt (Schüpbach et al., 2009). Im Kontext des intensiven Erwerbsobstanbaus kann eine Obstplantage mit kurz gehaltenem bzw. regelmäßig gemulchtem Unterwuchs (G4 „Tritt- und Parkrasen“, G11 „Intensivgrünland“) dagegen womöglich ansprechender bewertet werden als eine Anlage mit mittlerer Schnitthäufigkeit und hohem Gräseraufwuchs. Eine Fragebogenauswertung mit ausreichend großer Stichprobengröße - also eine nutzerabhängige Bewertung -, die zudem noch saisonale Veränderungen berücksichtigt, wäre hier zusätzlich aussagekräftiger. In Anbetracht des Arbeitsumfanges wurde jedoch, wie bereits erläutert, darauf verzichtet.

Befragungen bestätigen den Einfluss des jahreszeitlichen Wandels auf die Wahrnehmung von Landschaftselementen. Im Bildvergleich von verschiedenen Landschaftselementen und Kulturen erfuhren die Aufnahmen während der Blütezeit die höchste Bewertung (Schüpbach et al., 2009). Dies betrifft sowohl die Blüte der Blühpflanzen im Unterwuchs als auch die der Bäume und Sträucher. Apfelplantagen können demnach während des Blütezeitraums von März bis Mai durchaus in ihrer Ästhetik punkten (Löffler, 2023). Sowohl die Obstarten an sich, aber eben auch die verschiedenen Sorten der Obstarten weisen unterschiedliche Blühzeiträume auf (Kellerhals et al., 2014). Die Färbung

der Blütenblätter kann über die Obstarten von ausschließlich weiss (Kirschen, Pflaumen, Birnen) bis rosa (Apfel) variieren (Lucke et al., 1992). Sowohl in Plantagen als auch auf Streuobstwiesen kann der Blühzeitraum folglich ausgedehnt und die Vielfalt im Anblick erhöht werden.

Zehnder und Weller (2021) beschreiben die historische Entwicklung und Bedeutungsveränderung von Streuobstwiesen: Historisch gesehen liegen die Ursprünge der heutigen Streuobstwiesen im klassischen Agroforstsystem der sogenannten Baumäcker, also der Kombination von Obst- und Getreidebau. Es folgte der Wechsel zur weniger aufwändigen Unternutzung in Form von Grünland, die wiederum mit der gewinnbringenden Milchviehhaltung einherging. Eine weiter voranschreitende Rationalisierung in den 1950ern führte schließlich zum Bedeutungsverlust der Selbstversorgung mit Obst und zur Umorientierung des Erwerbsobstbaus hinzu Intensivanlagen. Aufgrund dieser Bedeutungsveränderung liegen dem Erhalt heutiger Streuobstwiesen weniger wirtschaftliche als viel mehr ökologische und eben landschaftsästhetische Motive zugrunde (Zehnder & Weller, 2021).

Ansatzpunkt zur Verbesserung dieser kulturellen Ökosystemleistung in Anlagen des Erwerbsobstbaus bietet beispielsweise die Kategorie „Vielfalt des Bestandes - Unterwuchs“. Ein regelmäßiges Mulchen der Fahrgasse ist aus arbeitstechnischer Sicht unerlässlich: Die selektive Förderung von Gräsern führt zu einer strapazierfähigen Grassnarbe, die für ein regelmäßiges Befahren der Gasse mit Maschinen im Zuge von Baumstreifenpflege, Pflanzenschutz, Ernte etc. notwendig ist (BBZ Arenenberg, 2015). Außerdem ist das Kurzhalten der Grassnarbe Bestandteil des Mäusemanagements (ebd.).

Zwar muss die Fahrgasse aus eben genannten Gründen regelmäßig gemulcht werden, doch eine gezielte Möglichkeit zur Förderung von Blühpflanzen bietet die Kombination aus Blühstreifen in der Fahrgasse oder im Vorgewende mit alternierenden Mulchvorgängen (BBZ Arenenberg, 2021).

Mehrjährige Blühstreifen in Kombination mit blütenreichen Hecken bieten besondere Synergieeffekte. Nicht nur erfahren Heckenstrukturen eine hohe landschaftsästhetische Bewertung durch die Bevölkerung, insbesondere Anfang Mai mit der Blüte (Schüpbach et al., 2009). In einer Untersuchung zum Vorkommen von Wildbienenarten in konventionellen Apfelplantagen am Bodensee haben von Königslöw et al. (2022) gezeigt, dass beide Strukturen einen wertvollen Beitrag zur kontinuierlichen Versorgung der Bienen mit diversen Pollen- und Nektarquellen bieten.

### Fazit

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen jedenfalls den hohen ästhetischen Wert der untersuchten Streuobstwiesen sowohl am Bodensee als auch im Lallinger Winkel, auch wenn sich der Indikator Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit, wie vorangehend beschrieben, aufgrund diskutierbarer Bewertungsmuster nur bedingt eignet.



## 8.3 Zusammenfassende Bewertung, Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

### 8.3.1 Bewertung der gewählten Ökosystemleistungen

Bisher wurden die untersuchten ÖSL teils auf Systemebene, teils auf Ebene der einzelnen Untersuchungsflächen bewertet. Letzterer Ansatz wurde verfolgt, um die Streuung der einzelnen Werte besser darstellen zu können, mögliche Verbindungen und Kausalitäten aufzudecken sowie ggf. flächen-/fallbezogene Handlungsempfehlungen abzuleiten. In nachfolgender Tabelle wird der Blick wieder auf die Systemebene gerichtet und es erfolgt keine Differenzierung der Streuobstflächen in die zwei Untersuchungsregionen Bodensee und Lallinger Winkel.

Tabelle 28: Zusammenfassende Tabelle der Bewertungskriterien und ihrer Bewertung

ÖSL	Bewertungs-kriterium/ Indikator	System	Ergebnis der Quantifizierung (Ø)		Eignung des Indikators
			Tafelobst	Mostobst	
Nahrungs- und Futterpflanzen	Erntemenge Tafel- und Mostobst (dt/ha)	IP (n = 5)	444,8	83,7	Gut geeignet
		Bio (n = 5)	383,8	19,9	
		Streu (n = 14)	14,5	28,2	
	Grünlandertrag (dt TM/ha)	IP	nicht vorgesehen		Gut geeignet
		Bio	nicht vorgesehen		
Streu (n = 8)		56,0 [28 – 100]			
Holz	Trockenmasse Holz pro Jahr (t TM/ha/a) [Summe Schnitt-, Rodungs- und Wertholz]	IP	5,0		Gut geeignet
		Bio			
		Streu	4,8		
Genetische Ressourcen	Obstsorten/ha	IP (n = 5)	-		Hochrechnung auf ha nicht sinnvoll
		Bio (n = 5)	-		
		Streu (n = 11)	33,7	Prinzipiell gut geeignet; Erweiterung auf Häufigkeitsstatus bzw. Seltenheitswert der gepflanzten Sorten sinnvoll	
Quantitative Regulierung des Wasserhaushaltes	Infiltrationsrate (mm/min) [aufsummiert aus Bereichen]	IP (n = 2)	6,4 [4,6 – 8,2]		Im kleinen Maßstab nicht geeignet
		Bio (n = 2)	9,8 [14,0 – 5,7]		
		Streu (n = 2)	8,6 [6,4 – 10,8]		
Erhalt von Populationen und Lebensräumen	Habitatpotential <sup>4</sup> [Wertpunkte]	IP (n = 5)	49,5		Gut geeignet
		Bio (n = 5)	56,8		
		Streu (n = 5)	308,4		
	Artenvielfalt Gefäßpflanzen	IP (n = 5)	20,6		Gut geeignet
		Bio (n = 5)	21,2		

<sup>4</sup> Aufgrund der niedrigen Stichprobe von fünf Versuchsflächen bei den Bewirtschaftungsformen IP und Bio lassen sich hier die Habitatpotenziale nicht qualitativ vergleichen. Einzelne Strukturen auf den Versuchsflächen, die das Habitatpotenzial beeinflussen, verzerren hier den Mittelwert. Bei einem Mittelwertvergleich wird aber sichtbar, dass sich das Datenniveau zwischen intensiver (IP und Bio) und extensiver Bewirtschaftung deutlich unterscheidet

	[Ø Artenzahl]	Streu (n = 10)	32,0	
<b>Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation</b>	Diversität und Abundanz von Nützlingen [Relation in %]	IP	100	Prinzipiell gut geeignet; Gesamtbetrachtung des „Nützlich zu Schädling“ Verhältnisses besser
		Bio	437	
		Streu	551	
<b>Ästhetik</b>	Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit [Wertpunkte]	IP (n = 5)	9,2	Bedingt geeignet; nutzerbasierte Verfahren ggf. aussagekräftiger
		Bio (n = 5)	10,0	
		Streu (n = 13)	26,7	

### **ÖSL „Nahrungs- und Futtermittelpflanzen“: Erntemenge Tafel- und Mostobst**

**Inhaltliche Bewertung:** Insbesondere bei der Erntemenge werden die Vorannahmen bezüglich der Leistungserbringung der verschiedenen Systeme bestätigt. Die IP-Produktion erzielt hier die höchsten Werte, gefolgt von der Bio-Produktion und mit großem Abstand dem Streuobstbau. Die unterschiedlich hohen Erträge müssen allerdings immer vor dem Hintergrund der Zielsetzung der Bewirtschaftung betrachtet werden. Während diese im Erwerbsobstbau ganz klar in einer positiven Gewinnbilanz liegt, stehen im Streuobstbau Traditionsbewusstsein und der Erhalt der Kulturlandschaft im Fokus.

**Methodische Bewertung:** Die ÖSL „Nahrungs- und Futterpflanzen“ lässt sich über den Indikator „Erntemenge des Obstes“ gut und einfach quantifizieren. Auf Betrieben des Erwerbsobstbaus werden die Daten zu Erntemenge und Arbeitsaufwand im Zuge der Betriebsdokumentation regulär erhoben. Bei den Streuobstwiesenbewirtschaftenden war der Rücklauf der Bewirtschaftungsformblätter hinsichtlich dieser Parameter gut. Eine ausreichende Menge an Vergleichswerten ist vorliegend.

**Handlungsempfehlung:** Aufgrund der bereits optimierten Bedingungen hinsichtlich der Erntemenge bei den Bewirtschaftungsformen IP und Bio wird für diese von einer Handlungsempfehlung abgesehen. Im Streuobstbau gibt es Handlungspotenzial. Ziel sollte hier sein, eine ausgeglichene Altersstruktur der Obstbäume zu schaffen, und die Bäume durch fachgerechte Schnittmaßnahmen möglichst lange in der Ertragsphase zu halten sowie Alternanz zu mindern, um auch hier die Produktionsfunktion bestmöglich zu fördern. Anreiz für diesen Arbeitseinsatz kann eine gesicherte Vermarktung der über die Selbstversorgung hinausgehenden Erträge von Most- und insbesondere Tafelobst sein. Dazu muss auf breiter Kundenseite eine bessere Aufklärung erfolgen, um die Akzeptanz für die vom Einzelhandel ausgeschlossenen, weil scheinbar unkonform und makelbehafteten Früchte zu schaffen.

### **ÖSL „Nahrungs- und Futtermittelpflanzen“: Grünlandertrag**

**Inhaltliche Bewertung:** Die Ergebnisse zeigen den Wert der Produktion von Futtermitteln auf, der nach wie vor in der Grünlandnutzung der Streuobstflächen liegt. Das Gras wird in den meisten Fällen abgeführt und als Futtermittel genutzt.

**Methodische Bewertung:** Die ÖSL „Nahrungs- und Futterpflanzen“ lässt sich über den Indikator „Grünlandertrag“ gut und einfach quantifizieren. Die methodische Umsetzung mittels Aufwuchshöhenmessungen ist von den Teilnehmenden einfach umzusetzen.

**Handlungsempfehlung:** Für Streuobstwiesenbewirtschaftende, die ihr Mahdgut bisher im Regelfall gemulcht und damit auf der Fläche belassen haben, empfiehlt es sich Anreize bzw. Vernetzungsmöglichkeiten zu schaffen, die eine Abführung des Schnittguts bzw. einen Verkauf als

Futtermittel vereinfachen. Hier würden Synergieeffekte geschaffen werden, da die Abführung im Sinne einer Einkommensdiversifizierung sowohl ökonomisch sinnvoll ist als auch ökologische Wertsteigerungen mit sich bringt (vgl. ÖSL „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“).

#### **ÖSL „Holz“: Trockenmasse Holz pro Jahr**

Inhaltliche Bewertung: In Summe fällt in beiden Systemen, Obstplantage und Streuobstwiese, im Schnitt ein ähnlich hoher jährlicher Ertrag an Trockenmasse Holz an, wobei auf Streuobstwiesen zusätzlich zum Schnitt- und Rodungsholz, die Wertholzproduktion einen kleinen Teil zum Gesamtertrag beiträgt. Der betriebswirtschaftliche bzw. gesellschaftliche Wert dieser ÖSL hängt von der weiteren Verwendung der Holzmasse ab.

Methodische Bewertung: Die ÖSL „Holz“ lässt sich mithilfe des Indikators „Trockenmasse Holz“ über die Auswertung von Literaturdaten gut beurteilen. Eine ausreichende Menge an Vergleichswerten ist vorliegend.

Handlungsempfehlung: Die Schnittmassnahmen und die Verwertung des Schnittguts müssen im Gleichgewicht stehen mit den ökologischen und ökonomischen Funktionen. Insbesondere auf Plantagen kann durch die Nutzung des Schnittguts zur Anlage von Totholzhaufen eine ökologische Wertsteigerung erreicht werden. Für Streuobstwiesenbewirtschaftende stellt die Wertholzproduktion eine weitere Möglichkeit der Einkommensdiversifizierung dar.

#### **ÖSL „Genetische Ressourcen“: Obstsorten/ha**

Inhaltliche Bewertung: Auf den Streuobstwiesen können regionale Unterschiede in der Ausnutzung des Flächenpotentials beobachtet werden, was Unterschiede in den Ambitionen und Ansprüchen an die Bewirtschaftung vermuten lässt. Auf einen Hektar hochgerechnet stehen auf den Streuobstwiesen im Lallinger Winkel im Schnitt mehr als dreimal so viele Sorten wie auf den Flächen am Bodensee.

Methodische Bewertung: Mittels des Indikators „Obstsorten/ha“ kann auf Streuobstwiesen das genetische Reservoir quantifiziert werden. Zusätzliche Beachtung sollte der Anteil an sog. „alten Sorten“ sowie insbesondere der Verbreitungs- bzw. Gefährdungstatus der gepflanzten Sorten finden. Die Bedeutung der Streuobstwiesen als wichtiges Genreservoir kann damit besser herausgearbeitet werden. Für die Untersuchungsflächen des Erwerbsobstbaus ist eine Hochrechnung auf Hektar nicht zielführend, da kein linearer Zusammenhang zwischen Sortenanzahl und Flächengröße angenommen werden kann. Die Untersuchungsflächen entsprechen nur einem Teil der Gesamtanlage (vgl. Kapitel 2.3.2). Die Betrachtung der auf dem Markt angebotenen, aktuellen Hauptsorten bietet sich besser an.

Handlungsempfehlung: Die Erweiterung des üblichen Kernsortiments auf bestehenden Streuobstwiesen sollte gefördert werden, womit für die Bewirtschaftenden eine weitere Diversifizierung erreicht wird. Zusätzlich verteilt sich dadurch der Erhalt unüblicher Sorten auf mehrere Standorte.

### **ÖSL „Quantitative Regulierung des Wasserhaushaltes“: Infiltrationsrate**

Inhaltliche Bewertung: Aufgrund der nicht geeigneten Methodik können keine inhaltlich validen Aussagen getroffen werden. Es scheint allerdings, dass die Verschlämmung im Baumstreifen für die Verringerung der Infiltration maßgeblicher zu sein scheint, als die Verdichtung über Traktoren in den Fahrgassen. Laut Literatur kann eine geschlossene Krautschicht Ansatzpunkt für eine bessere Wasseraufnahmefähigkeit sein.

Methodische Bewertung: Der gewählte Indikator „Infiltrationsrate“ eignete sich im vorliegenden Fall nicht, um die ÖSL der „Quantitativen Regulierung des Wasserhaushaltes“ zu beschreiben. Mit einer großen Streuung der Werte bei geringer Stichprobengröße lassen sich keine klaren Aussagen treffen oder Empfehlungen ableiten. Methodische Verbesserungen werden in der Verwendung eines Doppelringinfiltrimeters sowie in der Erhöhung des Stichprobenumfangs bzw. der Anzahl an Messreihen gesehen.

Handlungsempfehlung: /

### **ÖSL „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“: Habitatpotential**

Inhaltliche Bewertung: Grundsätzlich ist das Niveau des Habitatpotentials bei Streuobstwiesen für jede einzelne Artengruppe höher als bei IP und Bio. Ausschlaggebender Faktor ist insbesondere die Wuchsform der Bäume.

Methodische Bewertung: Bei der Erhebung des Habitatpotentials und dem Vergleich der Flächen kommt der geringe Stichprobenumfang zum Tragen. Einzelne Sonderstrukturen der Fläche, die nicht per se mit der Bewirtschaftungsform zu tun haben, beeinflussen die Gesamtwertung.

Handlungsempfehlung: Wie beschrieben, bieten Sonderstrukturen bei Niederstammanlagen einen großen Hebel zur Verbesserung des Habitatpotentials. Sonderstrukturen wie Hecken geben für alle betrachteten Organismengruppen einen Mehrwert. Alte Einzelbäume am Rand wirken sich besonders auf die verschiedenen Brutvögel positiv aus.

### **ÖSL „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“: Artenvielfalt Gefäßpflanzen**

Inhaltliche Bewertung: Die Fahrgassen von Obstplantagen zeigen eine geringere Artenanzahl je Flächeneinheit im Vergleich zu Streuobstwiesen. Die Erfüllung der ÖSL zeigt sich insbesondere auf Flächen mit extensiver Bewirtschaftung. Die Artenanzahl hängt aber auch von der umgebenden Landschaft ab, in die die Streuobstwiesen eingebettet sind. Dies wird deutlich im Vergleich der Flächen in Lalling zu denen am Bodensee. In Lalling bestehen mehr extensive Landnutzungen im Umfeld der Streuobstwiesen. Mit diesem erhöhten Einwanderungspotential, ist auch das Artenspektrum auf den Streuobstwiesen dort höher.

Methodische Bewertung: Die Vielfalt an Gefäßpflanzen als Indikator eignet sich gut, um die ÖSL „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“ zu quantifizieren. Für eine genaue Beurteilung der „Shannon-Diversität“ (im vorliegenden Fall nicht durchgeführt) sind Aufnahmen zur Individuenzahl der jeweiligen Art zu ergänzen. Als weiterer Aspekt wurde der Anteil an Magerkeitszeigern zur Auswertung gebracht.

Handlungsempfehlung: Der Anteil wertgebender Arten ist auch auf Streuobstwiesen zu erhöhen, durch eine möglichst extensive Grünlandnutzung. Der Abtransport des Mähguts bzw. der Verzicht auf Mulchen ist zu bevorzugen. Streuobstwiesen sollten immer im Verbund mit extensiv genutzten

Biotopstrukturen im Umfeld vernetzt sein. Die Neuanlage von Streuobstwiesen muss das Wiederbesiedlungspotenzial durch benachbarte Spenderflächen berücksichtigen.

### **ÖSL „Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation“: Abundanz von Nützlingen**

Inhaltliche Bewertung: Die ÖSL der „Natürlichen Schädlingsregulation“ kann insbesondere in Systemen erfüllt werden, in denen die natürlichen Kreisläufe entsprechend ungestört sind.

Methodische Bewertung: Die Abundanz von Nützlingen als Indikator eignet sich gut, um erste Unterschiede zwischen den Produktionssystemen in Bezug auf ihre „Natürliche Schädlingsregulation“ zu beschreiben. In der Gesamtbetrachtung der natürlichen Schädlingsregulation ist dieser Indikator allein nicht ausreichend und es muss das Verhältnis von natürlichen Gegenspielern zu Schadinsekten im Fokus stehen.

Handlungsempfehlung: Für Erwerbsoberflächen gilt es wie bisher, auf funktionelle Biodiversität zu setzen.

### **ÖSL „Ästhetik“: Vielfalt, Eigenart und Natürlichkeit**

Inhaltliche Bewertung: Streuobstwiesen erfüllen die kulturelle Leistung in Form der (Landschafts-) Ästhetik in besonderem Maße. Obstplantagen sind aufgrund ihrer Bewirtschaftungsprinzipien und der rationalisierten Anbauform in ihrer Gestaltvielfalt eingeschränkt.

Methodische Bewertung: Bei der kulturellen ÖSL „Ästhetik“ ließ sich mit der Wertpunktevergabe über die Landschaftsbildbewertung keine wirkliche Quantifizierung vornehmen. Die Ergebnisse dieses eher qualitativen Ansatzes können als Entscheidungsgrundlage aber durchaus unterstützend wirken.

Handlungsempfehlung: Bei Obstplantagen zeigen sich Verbesserungsansätze insbesondere beim Ausmaß und der Reduzierung von optischen Störungen sowie bei der Gestaltung des Unterwuchses bzw. der Fahrgassenbegrünung.

### 8.3.2 Vergleich der Anbausysteme

Bei den im Projekt generierten Daten handelt es sich um Momentaufnahmen mit einem geringen Stichprobenumfang, Tendenzen (ohne statistische Validität) lassen sich jedoch erkennen und Vorannahmen bestätigen. Ausgewählte Tendenzen werden im Folgenden beschrieben.

#### **Niederstammanlagen (IP und Bio)**

Die unter 8.2.1 dargestellten Ergebnisse bekräftigen, die Stärke der Erwerbsobstanlagen in Bezug auf die Erfüllung der Produktionsfunktion von Nahrungsmitteln. Insbesondere die integrierte Produktion liegt hier erwartungsgemäß an erster Stelle. Abseits der Erntemengen lässt sich bezüglich der Erbringung der betrachteten Ökosystemleistungen kein großer Unterschied zwischen der integrierten und biologischen Produktion erkennen. Die Abundanz an Nützlingen wird hier bewusst zurückgestellt, da sich bei der abschließenden Bewertung des Indikators herausgestellt hat, dass die Gesamtbetrachtung des „Nützlich zu Schädling“ Verhältnisses aussagekräftiger ist.

Im Zuge der Flächenbetrachtungen hat sich gezeigt, dass einzelne Sonderstrukturen bei Erwerbsobstanlagen unabhängig von der Bewirtschaftungsweise (IP oder Bio) sowohl auf das Habitatpotential als auch auf den ästhetischen Wert Einfluss nehmen und damit die Möglichkeit bieten, die betroffenen Ökosystemleistungen in beiden Systemen zu optimieren. Insbesondere alte, auf den Anlagen bewusst belassene Bäume oder Hecken beeinflussen das Habitatpotenzial gleich mehrerer Artengruppen (Vögel wie Höhlen-, Baum-, Busch- und Bodenbrüter, Insekten) positiv und haben daher einen besonders hohen Wert.

#### **Streuobstwiesen**

Streuobstwiesen hingegen können bei einer gezielten Nutzung des Unterwuchses mit der Produktion von Futtermitteln punkten. Diese spielt bei Erwerbsobstanlagen mit regelmäßigen und notwendigen Mulchfahrten im Zuge des Bienenschutzes und der Fahrgassenpflege keine Rolle.

Eine bewusste, extensive Nutzung hingegen bzw. der Abtransport des Mahdguts von den Streuobstwiesen kann auch andere, damit zusammenhängende Ökosystemleistungen positiv beeinflussen. Die Biodiversität beispielsweise mag im Zuge dessen eine Aufwertung erfahren, wie die erhobenen Daten andeuten.

Wie schon bekannt, bieten Streuobstwiesen aufgrund ihres Strukturreichtums ohnehin ein hohes Habitatpotential für viele Tierarten. Der ausschlaggebende Faktor liegt vor allem in der Anlagenstruktur bzw. der Beschaffenheit der Bäume mit (Kronen-)Totholz, ausgeprägten Rindenstrukturen und Höhlen.

Die Leistungsfähigkeit von Streuobstwiesen muss allerdings immer auch im räumlichen Kontext gesehen werden. Die umgebende Landnutzung - und damit einhergehend das Ausmaß an Spenderbiotopen - stellt eine wichtige Einflussvariable dar. Dieser Aspekt darf beim Vergleich der Streuobstflächen des Lallingers Winkels mit denen am Bodensee nicht vergessen werden. Das Potential der Leistung muss somit in Relation zur Umgebung gesetzt werden.

## 9 Öffentlichkeitsarbeit

Kurz nach Projektbeginn wurde das Projekt am 25.11.2021 im Rahmen des von der Baden-Württemberg-Stiftung organisierten Forschungskolloquiums "Zukunft der Streuobstwiesen" vorgestellt.

Im weiteren Verlauf wurde es am 20.07.2022 anlässlich der Feldtage auf der Versuchsstation in Schlachters am Bodensee vorgestellt und traf auf hohe Resonanz.

Weitere Posterpräsentationen erfolgten am 06.05.2023 auf dem Green Future Day in Freising-Weihenstephan sowie am 03.10.2023 im Zuge des Streuobsttages in Schlachters.



Abbildung 46: Posterpräsentation am Streuobsttag in Schlachters (03.10.2023).



Abbildung 47: Reges Interesse am Infostand des ÖSL-Projektes am Streuobsttages in Schlachters (03.10.2023).

Eine Publikation in der Fachzeitschrift „Naturschutz und Landschaftsplanung“ innerhalb der nachfolgenden Monate wird angestrebt.

## 10 Fazit und Ausblick

In jedem Fall sind die durchgeführten Erhebungen lediglich Momentaufnahmen. Tendenzen lassen sich jedoch erkennen sowie Vorannahmen bestätigen. Beobachtungen über einen längeren Zeitraum, mit einem größeren Umfang an Untersuchungsflächen würden die Validität der Aussagen erhöhen. Die durchgeführten Untersuchungen ermöglichen die Darstellung der Stärken und Schwächen ausgewählter Ökosystemleistungen verschiedener Obstanbausysteme auf Basis von Quantifizierungen. Auch die Stellschrauben zu Verbesserungsmöglichkeiten auf den einzelnen Flächen lassen sich ableiten.

Eine erfolgreiche Quantifizierung konnte in der Kategorie der versorgenden Ökosystemleistungen realisiert werden. Der Umfang an Auswertungen der betriebswirtschaftlichen Daten musste im Projektverlauf allerdings angepasst werden, da die ausgefüllten Bewirtschaftungsformblätter nicht alle das gleiche Maß an Vollständigkeit und Genauigkeit erfüllten.

Im Bereich der regulierenden Ökosystemleistungen zeigten sich Schwierigkeiten beim gewählten Indikator „Infiltrationsrate“ und der Interpretation der Ergebnisse. Die Indikatoren „Habitatpotenzial“ und „Deckungsgrad und Diversität von Gefäßpflanzen“ zur Quantifizierung der Ökosystemleistung „Erhalt von Populationen und Lebensräumen / Beitrag zur biologischen Vielfalt“ stellten sich prinzipiell als geeignet heraus. Bei den Indikatoren zur ÖSL „Genetische Ressourcen“ und „Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation“ wurden Verbesserungsmöglichkeiten in der Indikatoreauswahl identifiziert. Die Nutzung des Indikators „Sorten/ha“ erwies sich nur für die Anwendung auf Streuobstwiesen, nicht aber auf einzeln abgegrenzte Versuchsflächen der Niederstammanlagen als sinnvoll. Bei der ÖSL "Natürliche Schädlings- und Krankheitsregulation" sollte statt einer isolierten Betrachtung der reinen Nützlingszahlen, das Gesamtverhältnis der Schädlinge und Nützlinge betrachtet werden.

Die Quantifizierung der kulturellen Ökosystemleistung von Obstanbausystemen war mit gewähltem Indikator bedingt umsetzbar.

### **Abschließende Empfehlungen**

Die Resultate der Einzelbetrachtungen im vorliegenden Projekt, erlauben Vorschläge zur Anpassung von Förderinstrumenten in Bayern zu geben.

Wie sich gezeigt hat, spielen einzelne alte Bäume eine besondere Rolle, nicht nur auf Streuobstwiesen mit einer ohnehin heterogenen Altersstruktur bzw. einem hohen Anteil an Bäumen in der Altersphase, sondern besonders auch auf Obstplantagen, auf denen sie als Einzelelemente am Rand der Pflanzreihen eine Aufwertung von Ökosystemleistungen begünstigen. Es gilt, einen Anreiz für das Belassen dieser Bäume auf der Fläche zu setzen.

Im vergangenen Jahr wurde im Kulturlandschaftsprogramm Bayerns (KULAP) mit der Einführung der Massnahme I82 für Streuobstbäume ein wichtiger Schritt getan (StMELF, 2023a). Hier werden in Abhängigkeit des Alters der Bäume Pflegepauschalen für Schnittmaßnahmen gewährt. Ein Pflegebeitrag ist ein wichtiges Instrument für Ertragssicherung und langfristigen Erhalt der Bäume.

Im Zuge der Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) bzw. des Vertragsnaturschutzprogrammes (VNP) kann außerdem eine Förderung zum Erhalt bestehender Streuobstbäume (Zusatzleistung) beantragt werden, sofern die Bäume die Kriterien der Biotopkartierung erfüllen und eine Mindeststammhöhe von 1,40 m vorweisen (Q07/G28). Als Förderverpflichtung hält das Bayerische



Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2023) fest: „Förderfähig ist die erschwerte Bewirtschaftung unter bestehenden oder neu gepflanzten Streuobstbäumen auf landwirtschaftlich genutzter Fläche“. Der VNP-Fördersatz liegt seit 2022 bei 12 € pro Baum (StMELF, 2023). Das VNP ist in erster Linie ein wichtiges Tool für die Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und der Lebensräume und Lebensgemeinschaften heimischer Tier- und Pflanzenarten. Zum anderen fungiert es als „zentrales Instrument für die Umsetzung des Bayerischen Streuobstpakts“ (Bayerische Staatsregierung, 2022).

Auch beim KULAP, das allerdings nur für landwirtschaftliche Betriebe mit einer Mindestgröße von 3 ha an selbst bewirtschafteter Fläche in Frage kommt, gibt es eine Einzelbaumförderung in gleicher Höhe von 12 €/Baum (K78). Voraussetzung ist neben der gleichen Mindeststammhöhe auch der Kronendurchmesser von mind. 3m (StMELF, 2023).

Interviewergebnisse deuten an, dass für viele Bewirtschaftende der bürokratische Aufwand ein Hindernis für die Förderbeantragung darstellt und die Voraussetzung der Eigenart als angemeldeter Betrieb für die Teilnahme am KULAP erschwerend hinzukommt (S. Wolff, 2023). Eine finanzielle Entlohnung ist allerdings nach wie vor ein wichtiger Anreiz, für Erhalt und Pflege der Streuobstwiesen generell. Dieser Anreiz sollte deshalb weniger hürdenreich gestaltet werden, um die Bereitstellung der Ökosystemleistungen auf Streuobstwiesen zu sichern.

Die Tendenzen der Einzelbetrachtungen des vorliegenden Projekts, betonen die wichtige Stellung der Unterwuchspflege von Streuobstwiesen für die Erbringung der Ökosystemleistung „Erhalt von Populationen und Lebensräumen“. Es mag deshalb sinnvoll erscheinen, den Förderfokus auf eben diese zu legen bzw. die Baumförderung an eine ökologisch angepasste Unterwuchspflege zu binden. Damit gerät das Gesamtsystem in den Vordergrund. Dieser Ansatz wird im VNP regional nach den Anforderungen der örtlichen unteren Naturschutzbehörde umgesetzt.

Bewirtschaftungspraktiken, wie das Mulchen der flächenmäßig kleinen Baumstreifen in Kombination mit der extensiven Nutzung der größeren Freilandfläche, inklusive Abtransport des Mahdguts, sollten von einer Förderung nicht ausgeschlossen werden. Mehrere Schnittzeitpunkte bzw. die Aufteilung in Teilflächen werden als positiv bewertet (Zehnder & Weller, 2021).

Weiteres Instrument kann eine Zuschussung für den Erwerb von organismenschonenden Balkenmähern bzw. Geräten mit Messerbalken darstellen, als Option zusätzlich zur reinen Entlohnung der entsprechenden Arbeitsweise (VNP: Q08 Verwendung Messermähwerk; KULAP: K14 Insektenschonende Mahd).

Um gezielt gefährdete Sorten zu fördern, bietet es sich an, bei Pflanzaktionen, wie z.B. der Aktion „Streuobst für alle“, zusätzlich zum Ausschluss nicht förderungsfähiger Sorten (StMELF, 2022) den Fokus explizit auf eben jene, wenig verbreitete Sorten legen, um damit das bisher verbreitete Kernsortiment auf Streuobstwiesen in größerem Maßstab zu erweitern.

## **Ausblick**

Mit der vorliegenden Quantifizierung verschiedener Ökosystemleistungen wurde die Basis geschaffen, mit der erarbeiteten Methodik bei größerem Umfang der Untersuchungsflächen Ökosystemleistungen der Produktionssysteme zu bewerten und die Methodik ggf. weiter anzupassen. Die hier validierten Methoden können künftig Standards sein, um die Untersuchungen zu Obstanbausystemen vergleichbarer zu gestalten und über die Einzelprojekte hinweg eine vergleichbarere Datengesamtlage zu schaffen. Die begrenzte Anzahl an Strichprobenflächen reichte nicht aus, um insgesamt eine statistisch abgesicherte Aussage zu den Ökosystemleistungserfüllungen treffen zu können. Allerdings ist die Methodvalidierung hierdurch – und in einem gewissen Umfang auch eine Trendaussage zu den Ökosystemleistungserfüllungen der Obstanbausysteme – möglich gewesen.

## 11 Literaturverzeichnis

agrarteute. (2023, Dezember 5). *Marktpreise Kalidünger*. agrarteute.de. <https://markt.agrarteute.com/duengemittel-4/kaliduenger-22>

Bannier, H.-J. (2005). Genetische Verarmung beim Obst und Initiativen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt. *Samensurium*, 16, 61–68.

Bastias, R., & Widmer, A. (2002). Blattflächenindex und Lichtaufnahme in verschiedenen Apfel-Anbauformen. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 4(02), 66–66.

Baumgartner, A., & Liebscher, H. J. (1996). *Allgemeine Hydrologie. Quantitative Hydrologie* (2. Aufl.). Gebrüder Borntraeger.

Baur, F., & Haas, C. (2002). *Studie zur Weiterentwicklung der energetischen Verwertung von Biomasse im Saarland. Herleitung von Biomasse-Potenzialen in unterschiedlichen Betrachtungsebenen*. Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES). <https://www.izes.de/de/ver%C3%B6ffentlichungen/studie-zur-weiterentwicklung-der-energetischen-verwertung-von-biomasse-im>

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.). (2021). *Düngebedarfsermittlung 2022—Landkreiserträge Dauergrünland und mehrschnittiger Feldfutterbau*.

Bayerische Staatsregierung. (2022). *Glauber: Neue Fördermöglichkeiten für Streuobstbäume—Antragstellung für Vertragsnaturschutzprogramm ab sofort möglich*. Pressemitteilung vom 10. Januar 2022.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.). (2022). *Bestimmungsschlüssel für geschützte Flächen nach § 30 BNatSchG / Art. 23 BayNatSchG (§30-Schlüssel)*.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF). (2014). *Bayerischer Obstbauleitfaden: Empfehlungen und Hinweise zu Sorten und Unterlagen im Erwerbsobstbau*.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF). (2022). *Streuobst für alle! Merkblatt zur Förderung von Streuobst-Baumpflanzungen (nach den Finanzierungsrichtlinien Ländliche Entwicklung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten)*. Merkblatt.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF). (2023a). *Merkblatt zum Bayerischen Kulturlandschaftsprogramm (KULAP). Maßnahme 182—Streuobstpflge*. Merkblatt.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) (Hrsg.). (2023b). *Ökolandbau, Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP), „Moorbauernprogramm“ und Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm inkl. Erschwernisausgleich (VNP) VP 2023 bis 2027 Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM)*. Merkblatt.

*Bayernatlas.de*. (o. J.). BayernAtlas. <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=umwe&bgLayer=atkis&catalogNodes=110&layers=bb0343f9-43b6-450e-a1b5-019600eeb565&E=556083.62&N=5269638.75&zoom=8>.

BBZ Arenenberg (Hrsg.). (2015). *Konzept und Anbauempfehlung Mostapfelproduktion im Kt. St. Gallen und Thurgau* (2. Aufl.).

BBZ Arenenberg. (2021). *Alternierendes Mulchen*.

Beeck, C. in der, Pude, R., & Blanke, M. (2006). Holzhäcksel- und Miscanthusmulch erhalten die Bodenfeuchte und fördern die biologische Bodenaktivität sowie vegetatives und generatives Wachstum junger Apfelbäume. *Erwerbs-Obstbau*, 48, 47–61. <https://doi.org/10.1007/s10341-006-0008-6>

Beigel, H., Böhmer, H.-J., Distler, H., Kappes, G., Klein, H., Raab, B., & Schüle, P. (1995). *Ländliche Entwicklung in Bayern: Lebensraum Streuobstflächen—Vorschläge zur Umsetzung von Artenschutzzielen* (34; Materialien zur Ländlichen Entwicklung). Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

BienSchV. (1992). *Verordnung über die Anwendung bienengefährlicher Pflanzenschutzmittel (Bienenschutzverordnung). Bienenschutzverordnung vom 22. Juli 1992 (BGBl. I S. 1410), die zuletzt durch Artikel 6 der Verordnung vom 27. Juni 2013 (BGBl. I S. 1953) geändert worden ist.* [https://www.gesetze-im-internet.de/bienschv\\_1992/BienSchV\\_1992.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/bienschv_1992/BienSchV_1992.pdf)

Blum, P. (2011). *Entwurf einer kulturlandschaftlichen Gliederung Bayerns als Beitrag zur Biodiversität: 29 Vorderer Bayerischer Wald* (S. 6). Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Blumenthal, B., Kirchmeier, H., Marx, M., Brandhuber, R., & Demmel, M. (2018). *Regelspurverfahren im Ackerbau. Ergebnisse aus dem Agro-Klima-Forschungsprojekt*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz.

Bosch, H.-T., & Vorbeck, A. (2020). *Erfassung und Erhaltung alter Apfel- und Birnensorten im nördlichen bayerischen Schwaben. Ein überregionales LEADER-Projekt der Landkreise Aichach-Friedberg, Augsburg, Donau-Ries und Neu-Ulm*. LAG Monheimer Alb - AltmühlJura e.V.

Braun, J. P. (2016). *Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von Streuobstökosystemen im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön am Beispiel ausgewählter Streuobstbestände in Großenbrach* [Dissertation]. Technische Universität München.

Briemle, G., Fink, C., & Hutter, C.-P. (Hrsg.). (2002). *Wiesen, Weiden und anderes Grünland: Biotope erkennen, bestimmen, schützen* ([Überarb. Neuausg.], Bd. 1). Hirzel.

Brown, M. W., Schmitt, J. J., & Abraham, B. J. (2003). Seasonal and diurnal dynamics of spiders (Araneae) in West Virginia orchards and the effect of orchard management on spider communities. *Environmental Entomology*, 32(4), 830–839.

Büchle, M. (Hrsg.). (2018). *Lucas' Anleitung zum Obstbau* (33. Auflage). Verlag Eugen Ulmer.

Buchleither, S., & Scheer, C. (2018). Wege zu einer naturschonenen Obstproduktion. In *Lucas' Anleitung zum Obstbau* (33. Aufl., S. 90–96). Eugen Ulmer.

Buijs, A. E. (2009). Lay People's Images of Nature: Comprehensive Frameworks of Values, Beliefs, and Value Orientations. *Society & Natural Resources*, 22(5), 417–432. <https://doi.org/10.1080/08941920801901335>

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). (2017, November 28). *Arbeits- und Betriebswirtschaft*. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/obstbau/grundlagen-kern-und-steinobst/betriebswirtschaft/>

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). (2022, Februar 11). *Förderung der Biodiversität in Obstanlagen*. <https://www.oekolandbau.de/forschung/foerderung-der-biodiversitaet-in-obstanlagen/>

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). (o.J.). *Aufbau einer ökologischen Kern- und Steinobstanlage*. oekolandbau.de. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/obstbau/grundlagen-kern-und-steinobst/>

Bundesinformationszentrum Landwirtschaft. (2023, Januar 20). *Apfelanbau in Deutschland*. <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaftliche-produkte/wie-werden-unsere-lebensmittel-erzeugt/pflanzliche-produkte/aepfel>

Burghardt, W., Demuth, N., & Meuser, A. (1998). *Leitfaden flächenhafte Niederschlagswasserversickerung. Handlungsempfehlungen für Planer, Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden*. Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinlandpflaz in Zusammenarbeit mit der Universität-GH Essen.

Bütler, R., Lachat, T., Krumm, F., Kraus, D., & Larrieu, L. (2020). *Taschenführer der Baummikrohabitate: Beschreibung und Schwellenwerte für Feldaufnahmen*. Eidg. Forschungsanstalt WSL.

Dannenmann, D. (2022). *Arthropoden in Erwerbsobstanlagen: Arthropodenfauna, Diversität von Käfern und Wanzen und Vorschlag einer neuen Bewertungsmethode mit daraus folgenden biodiversitätsfördernden Maßnahmen für Obstanlagen*. Universität Koblenz-Landau.

Dannenmann, D., Hietel, E., & Wagner, T. (2020). Insekten in der Kulturlandschaft: Methodenvorschlag zur erleichterten Biodiversitätsbewertung von Erwerbsobstanlagen. *Naturschutz und Landschaftspflege*, 52(10), 480–488.

Degenbeck, M., Kilian, S., & Subal, W. (2017). Erfassung von Bayerns Streuobstsorten. Auf der Suche nach fast verlorenen Schätzen. *LWG aktuell*.

Demestihis, C., Plénet, D., Génard, M., Raynal, C., & Lescourret, F. (2017). Ecosystem services in orchards. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(2), 581. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0422-1>

Demestihis, C., Plénet, D., Génard, M., Raynal, C., & Lescourret, F. (2019). A simulation study of synergies and tradeoffs between multiple ecosystem services in apple orchards. *Journal of Environmental Management*, 236, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.073>

Deuschle, J., Reidl, K., & Küpfer, C. (2010). *Was brauchen Halsbandschnäpper, Wendehals, Steinkauz und Co?: Leitbild für das LIFE+-Projekt „Vogelschutz in Streuobstwiesen des Mittleren Albvorlandes und des Mittleren Remstales“*.

Deuschle, J., Röhl, M., Huber, S., Götz, T., & Häfner, C. (2012). *Ansprüche der Arten der EU-Vogelschutzrichtlinie an ihre Lebensstätten in den Streuobstwiesen des Mittleren Albvorlandes und des Mittleren Remstales*.

- Dickler, E., & Schäfermeyer, S. (1993). Guidelines for integrated production of pome fruits in Europe. *Acta Horticulturae*, 347, 83–96.
- Dietiker, D., Hanhart, J., & Bravin, E. (2017). Arbeiten im Obstbau. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 11, 9–13.
- Duhme, F., & Haase, R. (1985). *Konzept zur Erhaltung, Entwicklung und Neuschaffung von Hecken und Feldgehölzen unter dem Gesichtspunkt der Vernetzung von schützenswerten Biotopen unter der Berücksichtigung der Laubmischwälder Münchens*. TU München-Weihenstephan. Lehrstuhl für Landschaftsökologie.
- Düngerexperte. (2023). *Haifa Cal AG Calciumnitrat 15% N, 26% CaO*. Düngerexperte.de. <https://www.duengerexperte.de/de/info/impressum.html>
- Eberl-Walter, U. (2022). *Seltene Äpfel von alten Streuobstwiesen entlang des Gunthersteigs*. Ostbayern. Tourismusverband Ostbayern e.V. <https://partner.ostbayern-tourismus.de/2022/07/18/seltene-aepfel-von-alten-streuobstwiesen-entlang-des-gunthersteigs/>
- Ellenberg, H. (1996). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht* (5. Aufl.). Eugen Ulmer.
- esyoil. (2023, Dezember 4). *Esyoil*. <https://www.esyoil.com>
- Fricke, K., Görgens, M., Bravin, E., & Weibel, F. (2009). BIO: Tiefere Erntemenge—Bessere Preise. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 19(09), 8–10.
- García, D., Miñarro, M., Martínez-Sastre, R., & Marini, L. (2021). Enhancing ecosystem services in apple orchards: Nest boxes increase pest control by insectivorous birds. *Journal of Applied Ecology*, 58(3), 465–475. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13823>
- Garming, H. (2016). Auswirkungen des Mindestlohns in Landwirtschaft und Gartenbau: Erfahrungen aus dem ersten Jahr und Ausblick. *Thünen Working Paper*, 53.
- Garming, H., Dirksmeyer, W., & Bork, L. (2018). Entwicklungen des Obstbaus in Deutschland von 2005 bis 2017: Obstarten, Anbauregionen, Betriebsstrukturen und Handel. *Thünen Working Paper*, 100.
- Gesellschaft für Pomologie und Obstsortenerhaltung Bayern (Hrsg.). (2007). *Apfel- und Birnensorten Europas: Sortenkompandium ; Beschreibung und Abbildung von 600 Obstsorten, vorgestellt auf der EUROPOM 2005 vom 30. September - 9. Oktober 2005 im Rahmen der Bundesgartenschau in München* (1. Aufl.). Obst- und Gartenbauverl.
- Glover, J. D., Reganold, J. P., & Andrews, P. K. (2000). Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80(1–2), 29–45. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00131-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00131-6)
- Goossens, Y., Annaert, B., De Tavernier, J., Mathijs, E., Keulemans, W., & Geeraerd, A. (2017). Life cycle assessment (LCA) for apple orchard production systems including low and high productive years in conventional, integrated and organic farms. *Agricultural Systems*, 153, 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.007>
- Görgens, M. (2022). Betriebsvergleich Niederelbe 2020/2021. *Mitteilung des Obstbauversuchsrings des Alten Landes*, 77, 331–338.

- Grassmann, F. (2015). *Auswirkung der Wiederherstellung von historischen Streuobstflächen auf die Bestäubungsleistung: Eine Fallstudie für das Mostviertel*. Universität für Bodenkultur. <http://epub.boku.ac.at/obvbokhs/1082992>
- Grunewald, K., & Bastian, O. (Hrsg.). (2018). *Ökosystemdienstleistungen: Konzept, Methoden und Fallbeispiele*. Springer Spektrum. <http://www.springer.com/>
- Hagauer, D., Lang, B., Pastener, C., & Nemestothy, K. (2009). *Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente bei Holz- bzw. Energiebilanzrechnungen*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Häseli, A., Weibel, F., Brunner, H., König, P., & Benninger, P. (2016). *Biologischer Obstbau auf Hochstammbäumen: Produktion und Biodiversität erfolgreich kombinieren* (Ausgabe Schweiz, 2. Auflage). Bioaktuell.
- Häseli, A., Weibel, F., Brunner, H., Müller, W., Kranzler, A., Spornberger, A., Schramayr, G., & Waltl, K. (2003). *Biologischer Obstbau auf Hochstämmen*. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).
- Helsen, H., Trapman, M., Polfliet, M., & Simonse, J. (2007). Presence of the common earwig *Forficula auricularia* L. in apple orchards and its impact on the woolly apple aphid *Eriosoma lanigerum* (Hausmann). *IOBC/wprs Bulletin*, 30(4), 31–35.
- Herz, A., Kleespies, R. G., Stephan, D., Ehrich, C., & Pfitzner, H. (2020). *Demoapfel—Biologischer Pflanzenschutz als Ökosystemleistung im integrierten Kernobstanbau* (Schlussbericht FKZ 2811NA017). Julius Kühn-Institut.
- Hoops, C. (2021). *Kulturelle Ökosystemleistungen von Alley-Cropping Agroforstsystemen* (4; Working Paper Series on Environment and Sustainability Issues (COAST)).
- Jaenicke, H., Thiemann, K., Hamm, A., Lorenz, J., Klein, W., Klopp, K., Zoth, M., Hartmann, A., Pollok, E., Jentzsch, U., & Bierig, T. (2019). *Ökologische Vielfalt im integriert bewirtschafteten Obstbau*, 12. Julius Kühn-Institut. (2023). *Sorten*. Deutsche Genbank Obst.
- Kajtoch, Ł. (2017). The importance of traditional orchards for breeding birds: The preliminary study on Central European example. *Acta Oecologica*, 78, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.12.010>
- Kellerhals, M., Schütz, S., Christen, D., & Mühlentz, I. (2014). Befruchtung der Obstsorten. *Agroscope Transfer*, 41.
- Kemper, W. D., & Rosenau, R. C. (1986). Aggregate stability and size distribution. In *Methods of Soil Analysis* (S. 425–442). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c17>
- Kielhorn, K.-H. (2019). Die Webspinnen und Weberknechte (Arachnida: Araneae, Opiliones) von Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt. In *Untersuchungen zu den Arten der Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt* (S. 155–173).
- Kienzle, J., Maisel, H., Krismann, A., & Esenova, G. (o.J.). *Förderung der Artenvielfalt in Öko-Erwerbsobstanlagen. Maßnahmensteckbriefe*. Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie.

- Kneib, G. (Hrsg.). (2006). *Richtlinien integrierte Produktion. II. überarbeitete und erweiterte Richtlinie für den kontrollierten Anbau von Obst und Gemüse in der Bunderepublik Deutschland*. Bundausschuss Obst und Gemüse. Fachgruppe Obstbau.
- Kornprobst, M. (1994). *Lebensraumtyp Streuobst* (II.5; Landschaftspflegekonzept Bayern, S. 221). Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU).
- Kuster, T., Bravin, E., Brunner, J., Werth, J., Kitemann, D., Beck, M., Buchleither, S., Zoth, M., & Scheer, C. (2020). Leitfaden Unkrautregulierung im Obstbau. *Agroscope Transfer*, 361.
- Linnemann, K., & Peisker, J. (2017). *Biologische Vielfalt und Ökosystemleistungen in Agrarökosystemen des Biosphärengebiets Schwäbische Alb: Abschlussbericht*.
- Löffler, W. (2023, April 3). *Apfelblüte am Bodensee: Ein Meer aus weißen Blüten*. <https://www.fti.de/blog/fti-reisewelt/urlaubs-laender/europa/apfelbluete-bodensee/>
- LRA-Esslingen. (2019). *Projektbericht Bereich Streuobst 2019*. Landratsamt Esslingen - Ökologie, Landschaftspflege und Obstbau.
- Lucke, R., Silbereisen, R., & Herzberger, E. (1992). *Obstbäume in der Landschaft*. Eugen Ulmer.
- Martínez-Sastre, R., Miñarro, M., & García, D. (2020). Animal biodiversity in cider apple orchards. Simultaneous environmental drivers and effects on insectivory and pollination. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 295.
- Mayr, U. (2010). *Schlussbericht für das Projekt Nr 7: Vergleich von Produktionssystemen im Obstbau im Rahmen des Interreg IV-Programms Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein*. <https://www.interreg.org/projekte-1/interreg-v/projekte/iv/foerderung-von-innovationen-und-wissenstransfer/schlussbericht-interreg-iv-produktionsvergleich-1.pdf>
- Merwin, I. A., Stiles, W. C., & van Es, H. M. (1994). Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(2), 216–222.
- Meynen, E., & Schmithüsen, J. (1953). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands*. (1–2).
- Millennium Ecosystem Assessment (Hrsg.). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis ; a report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press. <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0666/2005010265-d.html>
- Mody, K., Spoerndli, C., & Dorn, S. (2011). Within-orchard variability of the ecosystem service 'parasitism': Effects of cultivars, ants and tree location. *Basic and Applied Ecology*, 12(5), 456–465. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.05.005>
- NABU Limeshain e. V. (2022, April 13). *Streuobstwiesen—Biotop mit Bedacht pflegen*. <https://www.nabu-limeshain.de/2022/04/13/streuobstwiesen-biotop-mit-bedacht-pflegen/>
- Niederöest, T. (2014). *Bewertung Hochstamm-Obstgärten. Zwischenbericht Pilotprojekt*. Amt für Raumplanung. Abteilung Natur und Landschaft.
- Nohl, W. (2001). *Landschaftsplanung*. Patzer Verlag.
- Otto, H., Schalcher, R., Fauland, K., Hofer, M., & Grill, D. (2005). Die Streuobstbestände. In D. Grill & H. Keppel (Hrsg.), *Alte Apfel- und Birnensorten für den Streuobstbau* (S. 44–54). Leopold Stocker Verlag.



- Peßler, C. (2012). *Carbon storage in orchards*. Universität für Bodenkultur. Department für Wald- und Bodenwissenschaften. Institut für Waldökologie (IFE). <http://epub.boku.ac.at/obvbokhs/1127195>
- Porcel, M., Andersson, G. K. S., Pålsson, J., & Tasin, M. (2018). Organic management in apple orchards: Higher impacts on biological control than on pollination. *Journal of Applied Ecology*, *55*(6), 2779–2789. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13247>
- Potschin, M., & Haines-Young, R. (2016). Defining and measuring ecosystem services. In M. Potschin, R. H. Haines-Young, R. Fish, & R. K. Turner (Hrsg.), *Routledge handbook of ecosystem services* (S. 25–44). Routledge.
- Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, *365*(1554), 2959–2971. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Prehofer Holz GmbH (Hrsg.). (o.J.). *Dichte und Härteklassen*. [https://www.prehofer-holz.at/fileadmin/bilder/Produkte/08\\_Garten/Dichte\\_und\\_Haerteklassen\\_neu.pdf](https://www.prehofer-holz.at/fileadmin/bilder/Produkte/08_Garten/Dichte_und_Haerteklassen_neu.pdf)
- Quinkenstein, A., & Kanzler, M. (2018). Wirkung von Agrargehölzen auf den Bodenstoffhaushalt. In *Agrarholz – Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft* (S. 273–313). Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-49931-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-662-49931-3_9)
- Rada, P., Bogusch, P., Pech, P., Pavlíček, J., Rom, J., & Horák, J. (2023). Active management of urban fruit orchard meadows is important for insect diversity. *Ecological Engineering*, *186*, 106833. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106833>
- Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH. (o.J.). *Kieserit 25+20*. Raiffeisen Düngershop. <https://www.raiffeisen-duengershop.de/produkt/einzelnaehrstoffe/mg-duenger/kieserit-2520>
- Riehl, G. (2001). *Ermittlung von Erträgen auf dem Grünland*. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (SMUL).
- Riess, W. (1986). *Konzepte zum Biotopverbund im Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern* (10/86; Laufener Seminarbeiträge, Nummer 10/86). Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).
- Rösch, C. (1996). *Vergleich stofflicher und energetischer Wege zur Verwertung von Bio- und Grünabfällen—Unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Baden-Württemberg*. Forschungszentrum Karlsruhe. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse.
- Rösler, S. (Hrsg.). (2007). *Natur- und Sozialverträglichkeit des integrierten Obstbaus: Ein Vergleich des integrierten und des ökologischen Niederstammobstbaus sowie des Streuobstbaus im Bodenseekreis unter besonderer Berücksichtigung ihrer historischen Entwicklung sowie von Fauna und Flora* (2. Aufl., Bd. 151). Infosystem Planung Univ.
- Rüdiger, J., Tasser, E., Peham, T., Meyer, E., & Tappeiner, U. (2021). Hidden engineers and service providers. Earthworms in agricultural land-use types of South Tyrol, Italy. *Sustainability*, *13*(312). <https://doi.org/10.3390/su13010312>
- Samnegård, U., Alins, G., Boreux, V., Bosch, J., García, D., Happe, A., Klein, A., Miñarro, M., Mody, K., Porcel, M., Rodrigo, A., Roquer-Beni, L., Tasin, M., & Hambäck, P. A. (2018). Management trade-offs on ecosystem services in apple orchards across Europe: Direct and indirect effects of organic production. *Journal of Applied Ecology*, *00*, 1–10. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13292>

- Schack-Kirchner, H. (2006). *Gesättigte Wasserleitfähigkeit und Infiltration: Messung und Bedeutung*. Skriptum Bodenkundliches Seminar SS 2006.
- Schade, T.-D., Pieper, B., & Trötschler, P. (2018). *Förderung der biologischen Vielfalt im Apfelanbau. Eine Maßnahmensammlung des PRO-PLANET-Apfelprojekts* (1. Auflage). NABU (Naturschutzbund Deutschland) e. V.
- Schmid, M. A. (2013). *Analyse und Optimierung innovativer Verfahrensketten zur Kaskadennutzung von Schnitt- und Rodungsholz aus Obstplantagen als biogener Festbrennstoff*.
- Schnug, E., & Haneklaus, S. (2002). Landwirtschaftliche Produktionstechnik und Infiltration von Böden—Beitrag des ökologischen Landbaus zum vorbeugenden Hochwasserschutz. *Landbauforschung Völkenrode*, 52(4), 197–203.
- Schuboth, J., & Krummhaar, B. (2019). *Untersuchungen zu den Arten der Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt* (2; Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, S. 408).
- Schuchhardt, F. (1984). Wärmeentzug bei der Kompostierung von Schnittholz. *Landbauforschung Völkenrode*, 34(4), 189–195.
- Schulz, V., Sharaf, H., Weisenburger, S., Morhart, C., Konold, W., Stolzenburg, K., Spiecker, H., & Nahm, M. (2020). *Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung*. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ).
- Schüpbach, B., Junge, X., Briegel, R., Lindemann-Matthies, P., & Walter, T. (2009). Ästhetische Bewertung landwirtschaftlicher Kulturen durch die Bevölkerung. *ART-Schriftenreihe*, 10, 1–136.
- Sessler, B. (1996). *Abschlussbericht Teilgebiet Obstanbau zum Forschungsprojekt „Umweltschonende Anbauverfahren von Gemüse und Obst“ im INTERREG-Programm „Bodensee-Hochrhein Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Institut für Agrarwirtschaft, 85 S.; Überlingen*. Universität Hohenheim, Institut für Obst-, Gemüse- und Weinbau; Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Institut für Agrarwirtschaft.
- Statistisches Bundesamt Wiesbaden. (2023). *Ökologische Anbaufläche, Ökologisch erzeugte Erntemenge (Baumobst): Deutschland, Jahre, Baumobstarten*. Tabellennr.: 41243-0003. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>
- Syrbe, R.-U., Schorcht, M., Grunewald, K., Meinel, G., & Kramer, J. (2016). Indikatoren für Ökosystemleistungen am Beispiel der Regulierung der Bodenerosion. In G. Meinel, D. Förtsch, S. Schwarz, & T. Krüger (Hrsg.), *Flächennutzungsmonitoring VIII. Flächensparen-Ökosystemleistungen- Handlungsstrategien* (S. 281–291).
- TEEB (Hrsg.). (2012). *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations ; [TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (1. publ. in paperback). Routledge.
- Thrän, D., Arend, O., Adwiraah, H., & Kaltschmitt, M. (2016). Nebenprodukte, Rückstände und Abfälle. In M. Kaltschmitt, H. Hartmann, & H. Hofbauer (Hrsg.), *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren* (3. Auflage, S. 273–324). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47438-9>
- Voigtländer, G., & Jacob, H. (1987). *Grünlandwirtschaft und Futterbau*. Ulmer Verlag.

- von Haaren, C., & Albert, C. (Hrsg.). (2016). *Ökosystemleistungen in ländlichen Räumen: Grundlage für menschliches Wohlergehen und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung*. Leibniz Universität Hannover. [http://www.ufz.de/export/data/global/190505\\_TEEB\\_DE\\_Landbericht\\_Langfassung.pdf](http://www.ufz.de/export/data/global/190505_TEEB_DE_Landbericht_Langfassung.pdf)
- von Königslöw, V., Fornoff, F., & Klein, A.-M. (2022). Wild bee communities benefit from temporal complementarity of hedges and flower strips in apple orchards. *Journal of Applied Ecology*, 59(11), 2814–2824. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14277>
- Wachendorf, C., & Potthoff, M. (2014). *Einfluss des Bodenlebens auf Streuabbau und Aggregatbildung* (H. Blume, K. Stahr, W. Fischer, G. Guggenberger, R. Horn, H. Frede, & P. Felix-Henningsen, Hrsg.; S. 1–10). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9783527678495.hbbk2014001>
- Webber, S. M., Bailey, A. P., Huxley, T., Potts, S. G., & Lukac, M. (2022). Traditional and cover crop-derived mulches enhance soil ecosystem services in apple orchards. *Applied Soil Ecology*, 178, 104569. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104569>
- Widmer, A., Husistein, A., & Weibel, F. (2004). Systemvergleichsversuch: Integrierte und biologische Apfelproduktion. Teil III: Wachstum, Ertrag, Kalibrierung, Boden. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 3, 6–9.
- Wiedermann, E., Hübner, R., Kilian, S., & Wiesmeier, M. (2022). *Festlegung von Kohlenstoff in Streuobstwiesen des Alpenvorlandes* (1. Aufl., Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Nummer 1). Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).
- Wiegmann, K., Heintzmann, A., Peters, W., Scheuermann, A., Seidenberger, T., & Thoss, C. (2007). *Bioenergie und Naturschutz: Sind Synergien durch die Energienutzung von Landschaftpflegeresten möglich?* [Endbericht an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit]. Öko-Institut e.V.
- Wöbse, H. H. (2002). *Landschaftsästhetik*. Eugen Ulmer.
- Wolff, F. (2004). *Biomasse in Baden-Württemberg—Ein Beitrag zur wirtschaftlichen Nutzung der Ressource Holz als Energieträger* [Dissertation, Universität Karlsruhe (TH). Fakultät für Wirtschaftswissenschaften]. <https://doi.org/10.5445/KSP/1000001614>
- Wolff, S. (2023). *Auswirkungen staatlicher Fördermaßnahmen auf Erhalt und Pflege von Streuobstbeständen im Land Brandenburg—Eine Situationsanalyse*. Lebenswissenschaftliche Fakultät. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Zander, K. (2003). *Ökonomische Bewertung des Streuobstbaus aus einzelbetrieblicher und gesellschaftlicher Sicht* (Bd. 20). Wissenschaftsverlag Vauk.
- Zehnder, M., & Weller, F. (2020). *Streuobstwiesen schützen* (10. Aufl.). Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL).
- Zehnder, M., & Weller, F. (2021). *Streuobstbau. Obstwiesen als nachhaltige Kulturlandschaft mit hoher Biodiversität* (4. Aufl.). Eugen Ulmer.
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64(2), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>

Zinke, O. (2022, Juni 16). *Heupreise fallen einfach nicht—Trotz zweitem Schnitt.*  
<https://www.agrarheute.com/markt/futtermittel/heupreise-fallen-einfach-trotz-zweitem-schnitt-594745>

## Anhang I: Erfassungsbogen Habitatpotenzial

Flächen-Nr:	Datum:	
-------------	--------	--

Gesamtanzahl Bäume auf der Fläche inkl. stehende Totholzbäume	
Anzahl Obstarten	

### Apfel

	Apfel- Strichliste	Summe Apfel
Neupflanzung		
Ertragsreife		
Altbaum, abgängig		
Kümmerwuchs		
<b>Summe</b>		

### Birne

	Birne- Strichliste	Summe Birne
Neupflanzung		
Ertragsreife		
Altbaum, abgängig		
Kümmerwuchs		
<b>Summe</b>		

Flächen-Nr:	Datum:	
-------------	--------	--

### Zwetschge

	Zwetschge- Strichliste	Summe Zwetschge
Neupflanzung		
Ertragsreife		
Altbaum, abgängig		
Kümmervuchs		
<b>Summe</b>		

### Sonstige

		Summe
Neupflanzung		
Ertragsreife		
Altbaum, abgängig		
Kümmervuchs		
<b>Summe</b>		

### Stehendes Totholz

	Strichliste	Summe
Anzahl stehende Totbäume		

### Bäume mit stark strukturierter Borke

	Strichliste	Summe
Anzahl		

### Kronenansatz

75% der Bäume haben einen Kronenansatz $\geq 1,80\text{m}$	
75% der Bäume haben einen Kronenansatz 1,40-1,79m	
75% der Bäume haben einen Kronenansatz 1,20-1,39m	
75% der Bäume haben einen Kronenansatz $< 1,20\text{m}$	



Flächen-Nr:	Datum:
-------------	--------

### Baumhöhlen, Risse, Spalten

Vögel (Höhlenbr.)	Käfer	Spinnen	Fledermäuse	Bilche	Wildbienen	Baumhöhle	Apfel (Strichliste)	Birne (Strichliste)	Anzahl Baumhöhlen, Risse etc.
						Baumhöhle Ø < 4 cm			
						Mittelgroße Bruthöhle Ø 4-7 cm			
						Große Bruthöhle Ø > 10 cm			
						Mulmhöhle <b>mit</b> Bodenkontakt Ø > 10 cm			
						Mulmhöhle <b>ohne</b> Bodenkontakt Ø > 10 cm			
						Kaminartiger, hohler Stamm <b>mit</b> Bodenkontakt Ø > 30 cm			
						Kaminartiger, hohler Stamm <b>ohne</b> Bodenkontakt Ø > 30 cm			
						Asthöhle Ø > 10 cm			
						Rindenbedeckte Einbuchtung am Stamm Tiefe > 10 cm; <b>Öffnung</b> Ø > 10 cm			
						<b>Stammbruch</b> Ø > 20 cm an der Bruchstelle			
						<b>Starkastbruch mit freiliegendem Kernholz</b> Fläche > 300 cm² (A5; pragmatisch)			
						<b>Riss, Spalte</b> Länge ≥ 30 cm, Breite > 1 cm, Tiefe > 10 cm			
						tote Äste in der Krone, <b>schattig</b> Ø > 10 cm			
						tote Äste in der Krone, <b>besonnt</b> Ø > 10 cm			
						abgebrochener Starkast Ø > 20 cm, Länge des verbl. Astes > 50 cm			



Flächen-Nr:	Datum:	
-------------	--------	--

### Moose und Flechten

	Apfel	Birne	Zwetschge	Kirsche		Summe Anzahl der Bäume mit Moosen oder Flechten
>10% des Stammes mit Moosen bedeckt						
>10% des Stammes mit Flechten bedeckt						

### Blühzeitraum- Unterwuchs

	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Blüten auf >20% der Gesamtfläche vorhanden								
Blüten auf 10-20% der Gesamtfläche vorhanden								
Blüten auf 1-9% der Gesamtfläche vorhanden								
keine Blüten vorhanden								

### Grünland-Biotoptyp laut Bay-KompV

<b>G214 Artenreiches Extensivgrünland</b> Deckung Magerkeitszeiger $\geq 25\%$ Anzahl wiesentypischer krautiger Blütenpflanzen* auf einer repräsentativen Probefläche von 25 m <sup>2</sup> $\geq 10^{**}$	
<b>G213 Artenarmes Extensivgrünland</b> Deckung Magerkeitszeiger $\geq 25\%$ Anzahl wiesentypischer krautiger Blütenpflanzen* auf einer repräsentativen Probefläche von 25 m <sup>2</sup> $< 10$	
<b>G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland</b> Deckung Magerkeitszeiger $1 - < 25\%$ Anzahl wiesentypischer krautiger Blütenpflanzen* auf einer repräsentativen Probefläche von 25 m <sup>2</sup> $\geq 10^{**}$	
<b>G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland</b> Deckung Magerkeitszeiger $1 - < 25\%$ Anzahl wiesentypischer krautiger Blütenpflanzen* auf einer repräsentativen Probefläche von 25 m <sup>2</sup> $5-9$	
<b>G11 Intensivgrünland</b> Deckung Magerkeitszeiger $< 1\%$ Anzahl wiesentypischer krautiger Blütenpflanzen* auf einer repräsentativen Probefläche von 25 m <sup>2</sup> $< 5$	
<b>G4 Tritt- und Parkrasen</b>	

\*) ausgenommen Stickstoffzeiger und Ruderalpflanzen

Flächen-Nr:	Datum:	
-------------	--------	--

### Standortgerechte, einheimische Einzelbäume

Baumart	B313 , alte Ausprägung	B312, mittlere Ausprägung	B311, junge Ausprägung

Nicht vorhanden

### Hecken-/Gebüschstruktur Biotoptyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang

Länge x Breite	m <sup>2</sup>	artenreich (B111)	mäßig artenreich (B112)	artenarm (B116)	Anmerkung

Nicht vorhanden

### Säume- Gras- und Krautflur Biotoptyp laut Bay-KompV

Länge x Breite	m <sup>2</sup>	artenreich (K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)	Anmerkung

Nicht vorhanden

Flächen-Nr:	Datum:	
-------------	--------	--

**Totholz-/Reisighaufen; liegender Stamm**

m <sup>2</sup> ; Durchmesser	Anmerkung

Nicht vorhanden

**vegetationsarme Flächen**

Typ	Anzahl
besonnte, offene Bodenstellen, ohne Bearbeitung und Pflanzenschutzmitteleinsatz  (Mindestgröße 30x30cm)	
besonnte, offene Bodenstreifen mind. 1m breit	
sonnenexponierte Böschungen  Abbruchkanten und Vertikale Erdaufschlüsse  (mind. 30cm hoher Aufschluss)	
Unbefestigte Wege, gering befahren	
Unbefestigte Wege, stark befahren	

Nicht vorhanden

Flächen-Nr:	Datum:	
-------------	--------	--

**Lesesteinhaufen**

m <sup>2</sup>	Anmerkung

Nicht vorhanden

**Nisthilfen Vögel**

Nistkasten-Typ für Kleinvögel für Eulenvögel	Ausrichtung Osten Südosten	Anmerkung

Nicht vorhanden

**Nisthilfen Fledermäuse**

	Anmerkung

Nicht vorhanden

## Anhang II: Bewertungsschema Habitatpotenzial

Tabelle 29: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Höhlenbrüter)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. <b>überwiegender Kronenansatz</b> Bei 75% der Bäume auf der Fläche	>= 1,80 m	1,40 m – 1,79 m	1,20 m- 1,39 m	< 1,20m	
2. <b>Altersstruktur Bäume</b>	jung & Ertrag & alt	Ertrag & alt oder nur alt	jung & Ertrag	nur jung	
3. <b>Kronentotholz</b>	vorhanden				nicht vorhanden
4. <b>stehendes Totholz</b>	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
5. <b>Baumhöhlen, Risse, Spalten</b>	10- 15 Baumhöhlen/Risse/ Spalten/ha	5-9 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha	1-5 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha		nicht vorhanden
6. <b>Epiphytische Moose oder Flechten</b>	vorhanden				nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
7. <b>Grünland- Biotoptyp laut Bay-KompV</b>	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland  G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland  G4 Tritt- und Parkrasen	
<b>Sonderstrukturen</b>					
8. <b>Hecken-/Gebüschstruktur</b> Biotoptyp laut Bay-KompV <b>mind.5m breit und 6m lang</b>	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
9. <b>Einzelbäume</b> <b>(standortgerechte, einheimische Baumarten)</b>	B313 , alte Ausprägung	B312, mittlere Ausprägung	B311, junge Ausprägung		nicht vorhanden
10. <b>Säume- Gras- und Krautflur</b> Biotoptyp laut Bay- KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
11. <b>künstliche Nisthilfen Vögel</b>	5/ha	4/ha	3/ha	1-2/ha	nicht vorhanden
12. <b>Ansitzwarten</b>	5/ha	4/ha	3/ha	1-2/ha	nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
13. <b>Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 30: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Baum-/Kronenbrüter)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. <b>überwiegender Kronenansatz Bei 75% der Bäume auf der Fläche</b>	>= 1,80 m	1,40 m – 1,79 m	1,20 m- 1,39 m	< 1,20m	
2. <b>Altersstruktur Bäume</b>	jung & Ertrag & alt	Ertrag & alt oder nur alt	jung & Ertrag	nur jung	
3. <b>Kronentotholz</b>	vorhanden				nicht vorhanden
4. <b>stehendes Totholz</b>	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
5. <b>Epiphytische Moose oder Flechten</b>	vorhanden				nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
6. <b>Grünland-Biototyp laut Bay-KompV</b>	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland  G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland  G4 Tritt- und Parkrasen	
<b>Sonderstrukturen</b>					
7. <b>Hecken-/Gebüschstruktur Biototyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang</b>	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
8. <b>Einzelbäume (standortgerechte, einheimische Baumarten)</b>	B313 , alte Ausprägung	B312, mittlere Ausprägung	B311, junge Ausprägung		nicht vorhanden
9. <b>Säume- Gras- und Krautflur Biototyp laut Bay-KompV</b>	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
10. <b>Ansitzwarten</b>	5/ha	4/ha	3/ha	1-2/ha	nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
11. <b>Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 31: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Buschbrüter)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. stehendes Totholz	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
2. Grünland-Biototyp laut Bay-KompV	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland G4 Tritt- und Parkrasen	
<b>Sonderstrukturen</b>					
3. Hecken-/Gebüschstruktur Biototyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
4. Einzelbäume (standortgerechte, einheimische Baumarten)	B313 , alte Ausprägung	B312, mittlere Ausprägung	B311, junge Ausprägung		nicht vorhanden
5. Säume- Gras- und Krautflur Biototyp laut Bay-KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
6. Unterwuchspflege	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 32: Bewertung Habitatpotenzial Vögel (Bodenbrüter)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
<b>1. Grünland-Biototyp laut Bay-KompV</b>	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland  G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland  G4 Tritt- und Parkrasen	
<b>Sonderstrukturen</b>					
<b>2. Hecken-/Gebüschstruktur</b> Biototyp laut Bay-KompV <b>mind.5m breit und 6m lang</b>	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
<b>3. Einzelbäume (standortgerechte, einheimische Baumarten)</b>	B313 , alte Ausprägung	B312, mittlere Ausprägung	B311, junge Ausprägung		nicht vorhanden
<b>4. Säume- Gras- und Krautflur</b> Biototyp laut Bay-KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
<b>5. Totholz-/Reisighaufen</b> <b>mind. 4m<sup>2</sup></b>	>3	3	2	1	nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
<b>6. Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierend es Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge



Tabelle 33: Bewertung Habitatpotenzial Fledermäuse

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. <b>überwiegender Kronenansatz</b> Bei 75% der Bäume auf der Fläche	>= 1,80 m	1,40 m – 1,79 m	1,20 m- 1,39 m	< 1,20m	
2. <b>Altersstruktur Bäume</b>	jung & Ertrag & alt	Ertrag & alt oder nur alt	jung & Ertrag	nur jung	
3. <b>stehendes Totholz</b>	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
4. <b>Baumhöhlen, Risse, Spalten</b>	10- 15 Baumhöhlen/Risse / Spalten/ha	5-9 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha	1-5 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha		nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
5. <b>Grünland-Biototyp laut Bay-KompV</b>	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland G4 Tritt- und Parkrasen	
6. <b>Hecken-/Gebüschstruktur</b> Biototyp laut Bay-KompV <b>mind.5m breit und 6m lang</b>	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
7. <b>künstliche Nisthilfen</b> <b>Fledermäuse</b>	2/ha	1/ha			nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
8. <b>Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 34: Bewertung Habitatpotenzial Bilche

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
<b>1. überwiegender Kronenansatz Bei 75% der Bäume auf der Fläche</b>	>= 1,80 m	1,40 m – 1,79 m	1,20 m- 1,39 m	< 1,20m	
<b>2. Altersstruktur Bäume</b>	jung & Ertrag & alt	Ertrag & alt oder nur alt	jung & Ertrag	nur jung	
<b>3. Baumhöhlen, Risse, Spalten</b>	10- 15 Baumhöhlen/Risse / Spalten/ha	5-9 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha	1-5 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha		nicht vorhanden
<b>Sonderstrukturen</b>					
<b>4. Hecken-/Gebüschstruktur Biotoptyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang</b>	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
<b>5. Säume- Gras- und Krautflur Biotoptyp laut Bay- KompV</b>	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
<b>6. Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 35: Bewertung Habitatpotenzial Spinnen

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. Bäume mit stark strukturierter Borke					
2. Altersstruktur Bäume	jung & Ertrag & alt	Ertrag & alt oder nur alt	jung & Ertrag	nur jung	
3. Kronentotholz	vorhanden				nicht vorhanden
4. stehendes Totholz	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
5. Baumhöhlen, Risse, Spalten	10- 15 Baumhöhlen/Risse / Spalten/ha	5-9 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha	1-5 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha		nicht vorhanden
6. Epiphytische Moose oder Flechten	vorhanden				nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
7. Grünland-Biototyp laut Bay-KompV	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland G4 Tritt- und Parkrasen	
<b>Sonderstrukturen</b>					
8. Hecken-/Gebüschstruktur Biototyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
9. Säume- Gras- und Krautflur Biototyp laut Bay-KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
10. Totholz-/Reisighaufen mind. 4m <sup>2</sup>	>3	3	2	1	
11. Lesesteinhaufen	>3	3	2	1	
<b>Bewirtschaftung</b>					
12. Unterwuchspflege	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 36: Bewertung Habitatpotenzial Käfer (Boden-,Streu- und Krautschichtbewohner)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur-Unterwuchs</b>					
<b>1. Grünland-Biototyp laut Bay-KompV</b>	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland G4 Tritt- und Parkrasen	
<b>Sonderstrukturen</b>					
<b>2. Hecken-/Gebüschstruktur</b> Biototyp laut Bay-KompV <b>mind.5m breit und 6m lang</b>	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
<b>3. Säume- Gras- und Krautflur</b> Biototyp laut Bay-KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
<b>4. vegetationsarme Flächen</b>	sonnenexponierte Böschungen, Abbruchkanten und Vertikale Erdaufschlüsse	besonnte, offene Bodenstellen, ohne Bearbeitung und Pflanzenschutzmitteleinsatz	Unbefestigte Wege, gering befahren		nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
<b>5. Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 37: Bewertung Habitatpotenzial holzbewohnende Käfer

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. <b>überwiegender Kronenansatz</b> Bei 75% der Bäume auf der Fläche	>= 1,80 m	1,40 m – 1,79 m	1,20 m- 1,39 m	< 1,20m	
2. <b>Bäume mit stark strukturierter Borke</b>					
3. <b>Altersstruktur Bäume</b>	jung & Ertrag & alt	Ertrag & alt oder nur alt	jung & Ertrag	nur jung	
4. <b>Kronentotholz</b>	vorhanden				nicht vorhanden
5. <b>stehendes Totholz</b>	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
6. <b>Baumhöhlen, Risse, Spalten</b>	10- 15 Baumhöhlen/Risse/ Spalten/ha	5-9 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha	1-5 Baumhöhlen/ Risse/Spalten/ha		nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
7. <b>Grünland-Biototyp laut Bay-KompV</b>	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensivgenutztes, artenreiches Grünland  G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensivgenutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland  G4 Tritt- und Parkrasen	
8. <b>Blühzeitraum (Monate mit Nahrungsangebot)</b>	8 Monate	6-7 Monate	5 Monate	3-4 Monate	< 3Monate
<b>Sonderstrukturen</b>					
9. <b>Hecken-/Gebüschstruktur</b> Biototyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
10. <b>Säume- Gras- und Krautflur</b> Biototyp laut Bay-KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
11. <b>Totholz-/Reisighaufen</b> mind. 4m <sup>2</sup>	>3	3	2	1	
<b>Bewirtschaftung</b>					
12. <b>Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide  1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd  Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd  alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge  > 4 schürige Mahd  Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 38: Bewertung Habitatpotenzial Wildbienen (bodennistend)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
<b>1. Grünland-Biototyp laut Bay-KompV</b>	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland G4 Tritt- und Parkrasen	
<b>2. Blühzeitraum (Monate mit Nahrungsangebot)</b>	8 Monate	6-7 Monate	5 Monate	3-4 Monate	< 3 Monate
<b>Sonderstrukturen</b>					
<b>3. Hecken-/Gebüschstruktur Biototyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang</b>	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
<b>4. Säume- Gras- und Krautflur Biototyp laut Bay-KompV</b>	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
<b>5. vegetationsarme Flächen</b>	sonnenexponierte Böschungen, Abbruchkanten und Vertikale Erdaufschlüsse	besonnte, offene Bodenstellen, ohne Bearbeitung und Pflanzenschutzmitteleinsatz	Unbefestigte Wege, gering befahren		nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
<b>6. Unterwuchspflege</b>	extensive Umtriebsweide 1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge > 4 schürige Mahd Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 39: Bewertung Habitatpotenzial Wildbienen (holznistend)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. Altersstruktur Bäume	jung & Ertrag & alt	Ertrag & alt Oder nur alt	jung & Ertrag	nur jung	
2. stehendes Totholz	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
3. Grünland-Biototyp laut Bay-KompV	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland G4 Tritt- und Parkrasen	
4. Blühzeitraum (Monate mit Nahrungsangebot)	8 Monate	6-7 Monate	5 Monate	3-4 Monate	< 3Monate
<b>Sonderstrukturen</b>					
5. Hecken-/Gebüschstruktur Biototyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
6. Säume- Gras- und Krautflur Biototyp laut Bay-KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
7. Totholz-/Reisig haufen mind. 4m <sup>2</sup>	>3	3	2	1	nicht vorhanden
8. Unterwuchspflege	extensive Umtriebsweide 1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd alternierendes Mulchen	2-3 Mulchgänge > 4 schürige Mahd Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge

Tabelle 40: Bewertung Habitatpotenzial Wildbienen (hohlraumnistend)

Parameter	Wertpunkte				
	30	20	10	5	0
<b>Anlagenstruktur- Baum</b>					
1. stehendes Totholz	>=5 %	4%	3-2%	1%	nicht vorhanden
2. Baumhöhlen, Risse, Spalten	10- 15 Baumhöhlen/Risse/Spalten/ha	5-9 Baumhöhlen/Risse/Spalten/ha	1-5 Baumhöhlen/Risse/Spalten/ha		nicht vorhanden
<b>Anlagenstruktur- Unterwuchs</b>					
3. Grünland-Biototyp laut Bay-KompV	G214 Artenreiches Extensivgrünland	G212 Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland G213 Artenarmes Extensivgrünland	G211 Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	G11 Intensivgrünland G4 Tritt- und Parkrasen	
4. Blühzeitraum (Monate mit Nahrungsangebot)	8 Monate	6-7 Monate	5 Monate	3-4 Monate	< 3Monate
<b>Sonderstrukturen</b>					
5. Hecken-/Gebüschstruktur Biototyp laut Bay-KompV mind.5m breit und 6m lang	B111, B112	B116	B12	B14	nicht vorhanden
6. Säume- Gras- und Krautflur Biototyp laut Bay-KompV	artenreich(K13)	mäßig artenreich (K12)	artenarm (K11)		nicht vorhanden
7. Totholz-/Reisighaufen mind. 4m <sup>2</sup>	>3	3	2	1	nicht vorhanden
8. Lesesteinhaufen	>3	3	2	1	nicht vorhanden
<b>Bewirtschaftung</b>					
9. Unterwuchspflege	extensive Umtriebsweide 1-2 schürige Mahd	max.3 schürige Mahd Standweide mit geringer Besatzdichte	>3- 4 schürige Mahd alternierend es Mulchen	2-3 Mulchgänge > 4 schürige Mahd Standweide mit großer Besatzdichte	>4 Mulchgänge



## Anhang III: Bewirtschaftungsformblatt Streuobstwiese

Formblatt zur Erfassung der Bewirtschaftung von Streuobstwiesen

Jahr	
Name	
Flächennummer	Eintrag erfolgt durch HSWT

Bodenart	Eintrag erfolgt durch HSWT
----------	----------------------------

	einheitlich	wechselnd	stark wechselnd
Bodeneigenschaften	Eintrag erfolgt durch HSWT	Eintrag erfolgt durch HSWT	Eintrag erfolgt durch HSWT

	ja	nein
Staunäse	Eintrag erfolgt durch HSWT	Eintrag erfolgt durch HSWT

Flächengröße	Eintrag erfolgt durch HSWT
--------------	----------------------------

Hangneigung	Eintrag erfolgt durch HSWT
-------------	----------------------------

Grünlandnutzung						
Schnittnutzung	Aufwuchs			Weidenutzung	Beweidung	
Nutzungszeitpunkt (Datum)				Auftriebstag (Datum)		
<b>eingesetztes Gerät</b> 1= Handmotor-balkenmäher 2= Schlepper-balkenmäherwerk 3= Kreisel-, Trommel-, Scheibenmäherwerk 4=Schlegel-, Sichelmulcher 5=Sense				<b>Besatz:</b> 1= Rinder, 2 = Schafe, 3= Pferde, 4=Ziegen, 5=Gänse, 6= Hühner		
<b>Verwertung Schnittgut:</b> 1=Heu, 2=Silage, 3= Eingrasen, 4= Belassen auf der Fläche				<b>Anzahl der Tiere (Stück):</b>		
<b>mittlere Bestandshöhe bei Nutzung (cm):</b> (Mittelwert von 5 Messungen)				<b>Auftriebsdauer (Tage):</b>		
<b>Stoppelhöhe nach Schnitt (cm):</b>				<b>Ganztagsweide (20-24h)</b> 1=ja, 2= nein		
<b>Fahrshäden:</b> 1= gering, 2= mittel, 3= stark				<b>Halbtagsweide (7-10h/ Tag)</b> 1=ja, 2= nein		
<b>Belassen des Mäh-/Mulchgutes im Baumstreifen</b> 1= ja, 2=nein				<b>Trittschäden:</b> 1= gering, 2= mittel, 3= stark		
<b>Mahd von Teilflächen</b> 1= nur Teilflächen gemäht 2= komplette Fläche gemäht				<b>Nachmahd (Datum):</b>		
<b>Arbeitsaufwand Schnitt in Stunden</b>				<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>		

Organische Düngung										
Datum	Ort der Düngung 1= baumbezogen, 2= Gesamtfläche	Größe der gedüngten Fläche (m <sup>2</sup> )	Form			Tierart			Menge (kg oder m <sup>3</sup> )	Arbeitsaufwand in Stunden
			Kompost	Mist	Gülle	Rind	Schwein	Pferd		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Mineralische Düngung					
Datum	Düngemitteltyp	Ort der Düngung 1= baumbezogen, 2= flächenbezogen	Größe der gedüngten Fläche (m <sup>2</sup> )	Menge (kg)	Arbeitsaufwand in Stunden

Pflege und Bodenbearbeitung		
Datum	z.B. walzen, abschleppen, eggen/striegeln	Arbeitsaufwand in Stunden

### Arbeitszeitbedarf -Baumschnitt

Datum	Erziehungsschnitt		Ertragsbaumpflege		Altbaumschnitt		Arbeitsaufwand Schnittgutentsorgung in Stunden
	Arbeitsaufwand Erziehungsschnitt in Stunden	Anzahl der geschnittenen Jungbäume	Arbeitsaufwand Ertragsbaumschnitt in Stunden	Anzahl der geschnittenen Ertragsbäume	Anzahl der geschnittenen Altbäume	Arbeitsaufwand Altbaumschnitt in Stunden	

### Arbeitszeitbedarf-Offenhaltung Baumscheiben Jungbäume

Datum	Anzahl der gepflegten Baumscheiben	Gerät zur Offenhaltung	Arbeitsaufwand in Stunden

### Arbeitszeitbedarf-Bewässerung Jungbäume

Datum	Anzahl der bewässerten Bäume	Wassermenge (m <sup>3</sup> )	Arbeitsaufwand in Stunden

### Ernte Mostobst von Hand

Datum	Obstart		Arbeitsstunden Schütteln & Aufklauben (h)	Anzahl der beernteten Bäume	Erntemenge (t)	Abtransport der Ernte Arbeitsaufwand (h)
	Apfel	Birne				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

### Maschinelle Ernte Mostobst

Datum	eingesetztes Gerät	Arbeitsstunden (h)	Anzahl der beernteten Bäume	Erntemenge (t)	Abtransport der Ernte Arbeitsaufwand (h)

### Ernte Tafelobst

Datum	Obstart		Arbeitsstunden Pflücken (h)	Anzahl der beernteten Bäume	Erntemenge (t)	Arbeitsaufwand weitere Arbeitsschritte (h)
	Apfel	Birne				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

### Verwendung der Ernte

	Menge (t)	Bemerkung
<b>Erntemenge Mostobst gesamt</b>		
Eigenverbrauch		
Verarbeitung zu Saft der Erzeugergemeinschaft		
Verkauf an Kelterei		
Verkauf an Brennerei		

Erntemenge Mostobst gesamt bezieht sich auf folgende Flächengröße:

	Menge (t)	Bemerkung
<b>Erntemenge Tafelobst gesamt</b>		
Eigenverbrauch		
für die Direktvermarktung		
für die Vermarktung über die Erzeugergemeinschaft		
für die Vermarktung über den Handel		

Erntemenge Tafelobst gesamt bezieht sich auf folgende Flächengröße:

## Anhang IV: Bewirtschaftungsformblatt Niederstammanlage

Formblatt zur Erfassung der Bewirtschaftung von Erwerbssubstanlagen:

**!! Die Angaben beziehen sich immer auf eine Anlage/Fläche. Somit ist für jede Anlage/Fläche ein eigenes Formblatt auszufüllen !!**

Bio

IP

Jahr	
Name	
Flächennummer	
Sorte	

Bodenart	Eintrag erfolgt durch HSWT
----------	----------------------------

	einheitlich	wechselnd	stark wechselnd
Bodeneigenschaften	Eintrag erfolgt durch HSWT	Eintrag erfolgt durch HSWT	Eintrag erfolgt durch HSWT

	ja	nein
Staunässe	Eintrag erfolgt durch HSWT	Eintrag erfolgt durch HSWT

Flächengröße	Eintrag erfolgt durch HSWT
--------------	----------------------------

Hangneigung	Eintrag erfolgt durch HSWT
-------------	----------------------------

Organische Düngung											
Datum	Ort der Düngung 1= Baumstreifen, 2= Gesamtfläche	Größe der gedüngten Fläche(ha)	Form			Tierart				Menge (kg oder m <sup>3</sup> )	Arbeitsaufwand in Stunden
			Kompost	Mist	Gülle	Rind	Schwein	Pferd	Geflügel		

Mineralische Düngung					
Datum	Düngemitteltyp	Ort der Düngung 1= Baumstreifen, 2= Gesamtfläche	Größe der gedüngten Fläche (ha)	Menge (kg)	Arbeits- aufwand in Stunden



**Baumpflege und Fahrgassenpflege**

<b>Datum</b>	<b>Getätigte Arbeit z.B. Baumschnitt, Mausbekämpfung, Mulchen, Mähen, etc.</b>	<b>Anzahl Arbeitskraft (S= Saison, F= Fest)</b>	<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	<b>Eingesetzte/s Methode/Gerät</b>

Bearbeitung Baumstreifen							
Datum	Art (mechanisch od. chemisch)	Mittel (Handelsname / Wirkstoff)	Mittelaufwand (kg o. l/ha)	Wasser (l/ha)	Anzahl Arbeitskraft (S= Saison, F= Fest)	Arbeitsauf- wand in Stunden	Eingesetztes Gerät

Behangsregulierung								
Datum	Art (mechanisch, Hand, chemisch)	Mittel (Handelsname / Wirkstoff)	Mittel- aufwand (kg o. l/ha/m)	Wasser (l/ha)	Begründung für Einsatz (Ansatz- förderung od. Ausdünnung)	Anzahl Arbeitskraft (S= Saison, F= Fest)	Arbeits- aufwand in Stunden	Eingesetztes Gerät

Pflanzenschutz und Pflanzenstärkung								
Datum	Art des Mittels (Fungizid, Insektizid, Herbizid, Pflanzenstärkung)	Mittel (Handelsname / Wirkstoff)	Mittelaufwand (kg o. l/ha/m)	Wasser (l/ha)	Begründung für Einsatz (Indikation)	Anzahl Arbeitskraft (S= Saison, F= Fest)	Arbeitsaufwand in Stunden	Eingesetztes Gerät

Witterungsschutz							
Datum	Grund der Maßnahme (Frost, Hagel, Hitze)	Maßnahme (Hagelnetz [auf/zu], Frostschutz [Kerze, Beregnung], Bewässerung, etc.)	Anzahl Material	Wasser (l/ha)	Anzahl Arbeitskraft (S= Saison, F= Fest)	Arbeitsaufwand in Stunden	Eingesetztes Gerät

Ernte				
Datum	Art (Tafel, Most)	Anzahl Arbeitskraft (S= Saison, F= Fest)	Arbeitsaufwand in Stunden	Eingesetztes Gerät

## Verwendung der Ernte

	Menge (t)
Erntemenge Mostobst gesamt	
Eigenverbrauch	
Verarbeitung zu Saft der Erzeugergemeinschaft	
Verkauf an Kelterei	
Verkauf an Brennerei	

Erntemenge Mostobst gesamt bezieht sich auf folgende Flächengröße:

---

	Menge (t)
Erntemenge Tafelobst gesamt	
Eigenverbrauch	
für die Direktvermarktung	
für die Vermarktung über die Erzeugergemeinschaft	
für die Vermarktung über den Handel	

Erntemenge Tafelobst gesamt bezieht sich auf folgende Flächengröße:

---