

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Professur für Waldbau
M.SC. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences

Masterarbeit

**Untersuchung der ökologischen Wertigkeit der
Streuobstbäume im Landkreis Emmendingen und
Identifikation von Faktoren zu ihrem Erhalt**

Martha Koelbing
Matr.-Nr.: 4331380

Erstgutachter: Prof. Dr. Jürgen Bauhus
Zweitgutachter: Prof. Dr. Albert Reif

Datum: 10.08.2021

INHALT

Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Danksagung.....	VIII
Abkürzungsverzeichnis.....	IX
Zusammenfassung.....	1
Abstract.....	2
1 Einführung.....	3
1.1 Problemstellung.....	3
1.2 Theoretischer Hintergrund.....	4
1.2.1 Definition Streuobstbäume.....	4
1.2.2 Streuobstbäume in der Gesellschaft.....	6
1.2.3 Ökologischer Wert der Streuobstwiesen.....	8
1.2.4 Pflege von Streuobstwiesen.....	11
1.2.5 Streuobstbäume in Baden-Württemberg.....	14
1.2.6 Streuobstbäume im Landkreis Emmendingen.....	17
1.2.7 Mikrohabitate als Instrument zur Bewertung des ökologischen Wertes von Bäumen.....	17
1.3 Zielsetzung.....	18
2 Material und Methoden.....	20
2.1 Untersuchungsgebiet.....	20
2.2 Datengrundlage.....	21
2.3 Datenerhebung.....	22
2.4 Aufbereitung der Daten.....	23
2.5 Statistische Auswertung.....	26
2.6 Ableitung von Handlungsempfehlungen.....	28
3 Ergebnisse.....	29
3.1 Verteilung der Streuobstbäume.....	29
3.2 Baumartenverteilung.....	31
3.3 Kronenansatzhöhe der Streuobstbäume.....	32

3.4 Nutzbarkeit der Streuobstbäume.....	32
3.5 Altersstruktur der Streuobstbäume.....	33
3.6 Mikrohabitatdiversität.....	38
3.7 Ökologische Wertigkeit.....	41
3.8 Relevante Faktoren für die Mikrohabitatdiversität eines Obstbaumes.....	44
4 Diskussion.....	46
4.1. Nutzbarkeit der Streuobstbäume im Untersuchungsgebiet.....	46
4.1.1 Altersstruktur der Streuobstbäume.....	46
4.1.2 Zugänglichkeit der Streuobstbaumkronen.....	47
4.2. Ökologischer Zustand der erfassten Streuobstbäume.....	49
4.2.1 Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume.....	49
4.2.2 Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume.....	50
4.3 Einzelbaumspezifische Faktoren die die Mikrohabitatdiversität eines Obstbaumes bedingen.....	51
4.4 Handlungsempfehlungen um ökologisch wertvolle Streuobstbäume zu erhalten....	53
4.5 Methodenkritik.....	54
5 Fazit.....	56
6 Literaturverzeichnis.....	58
Anhang.....	66
Eigenständigkeitserklärung.....	75

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Naturräume des Untersuchungsgebiets nach LUBW (2021).....	20
Abbildung 2: Beispiele für klassische Streuobstformationen.....	22
Abbildung 3: Streuobstbaumdichte im Untersuchungsgebiet.....	29
Abbildung 4: Anzahl der Streuobstbäume nach Ortschaften.....	29
Abbildung 5: Nutzbarkeit der Bäume nach Baumarten.....	32
Abbildung 6: Stammdurchmesser der Streuobstbäume pro Baumart.....	36
Abbildung 7: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume in den Ortschaften.....	39
Abbildung 8: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Baumarten.....	39
Abbildung 9: Mikrohabitatdiversität nach Nutzbarkeit der Bäume.....	40
Abbildung 10: Streuobstbäume nach ökologischer Wertigkeit sortiert.....	43
Abbildung 11: Ökologische Wertigkeit nach Nutzbarkeit der Bäume.....	43
Abbildung 12: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadien..	43
Abbildung 13: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Stammdurchmesser..	43
Abbildung 14: Einfluss der Prädiktoren auf die Mikrohabitatdiversität.....	44
Abbildung 15: Entwicklungsstadien der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit.....	47
Abbildung 16: Entwicklungsstadien der Streuobstbäume.....	47

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Anzahl der Streuobstbäume, die landwirtschaftliche Fläche und die Gesamtfläche der Ortschaft.....	30
Tabelle 2: Streuobstbaumarten nach Ortschaften.....	30
Tabelle 3: Kronenansatzhöhe der Streuobstbäume nach Ortschaften.....	31
Tabelle 4: Kronenansatzhöhe der Streuobstbäume nach Baumarten.....	32
Tabelle 5: Nutzbarkeit der Streuobstbäume nach Ortschaften.....	32
Tabelle 6: Nutzbarkeit der Streuobstbäume nach Baumarten.....	32
Tabelle 7: Entwicklungsstadium der Bäume nach Ortschaften.....	35
Tabelle 8: Entwicklungsstadium der Bäume nach Baumarten.....	35
Tabelle 9: Entwicklungsstadium der Bäume nach Nutzbarkeit der Bäume.	35
Tabelle 10: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Ortschaften.....	35
Tabelle 11: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Baumarten.....	36
Tabelle 12: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit.....	36
Tabelle 13: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadium.....	36
Tabelle 14: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Ortschaften.....	38
Tabelle 15: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Baumarten.....	38
Tabelle 16: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Kronenansatzhöhe.....	38
Tabelle 17: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit.....	38
Tabelle 18: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadium.....	39
Tabelle 19: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Stammdurchmesser.....	39
Tabelle 20: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Ortschaften,.....	42
Tabelle 21: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Baumarten.....	42
Tabelle 22: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Kronenansatzhöhe.....	42
Tabelle 23: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit.....	42
Tabelle 24: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadium....	42
Tabelle 25: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Stammdurchmesser.....	42
Tabelle 26: Ergebnisse des GLM mit der Antwortvariable Mikrohabitatdiversität in einer Poisson-Verteilung.....	45

Tabelle 27: Vergleich der Mikrohabitatdiversität der Bäume mit den Ergebnissen einer Auswahl anderer Publikationen.....	50
Tabelle 28: Priorisierung von Handlungsempfehlungen für ökologisch wertvolle Streuobstbäume.....	53

DANKSAGUNG

Ein Dank geht an Prof. Dr. Jürgen Bauhus, der die Erstbetreuung meiner Masterarbeit übernahm. Ebenfalls ein dank geht an Prof. Dr. Albert Reif, für die Zweitbetreuung dieser Arbeit. Zudem gebührt ein großer Dank Dr. Patrick Pyttel, der die Streuobstkartierung im Landkreis Emmendingen initiiert und alle Kartierenden bei der Durchführung betreut hat. Er stand mir bei vielen Fragen mit Antworten und Anregungen zur Seite. Für die Antworten und Hilfestellungen bei Statistischen Fragen möchte ich mich bei Josef Großmann bedanken. Bei Thomas Weich möchte ich mich für die hilfreichen Gespräche und die Unterstützung bei der Erstellung der kartographischen Daten bedanken. Ein weiterer Dank geht an die Kartierenden Holger Arnold, Barbara Blattgerste, Nick Heiter, Lena Holzapfel, Benjamin Panknin, Laura Rempel, Verena Schmid und Sonja Schweiger, für die Datenaufnahme, Bereitstellung der Daten und die Bereitschaft meine Fragen zu beantworten.

Meiner Familie und meinen Freundinnen und Freunden möchte ich für die vielfältige Unterstützung in den unterschiedlichsten Formen danken, wodurch meine Masterarbeit in dieser Form möglich wurde.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AIC	Akaike Informationskriterium
DOM	Digitales Oberflächenmodell
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
GIS	Geographisches Inforamtionssystem
GLM	Generalisiertes Lineares Modell
LK	Landkreis
LLG	Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
MLR	Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
NatSchG	Naturschutzgesetz

ZUSAMMENFASSUNG

In vielen Regionen Europas sind Streuobstwiesen ein fester Bestandteil der Kulturlandschaft. Die Kombination aus Unterwuchs und darüber locker verstreut wachsenden Bäumen bildet einen wertvollen Lebensraum für bis zu 5.000 Tier- und Pflanzenarten. Aufgrund der aufwändigen Pflege hat der Streuobstbestand in den letzten Jahrzehnten deutlich abgenommen. Zudem verlieren brachliegende Streuobstflächen an Lebensraumvielfalt und die Obstbäume sterben frühzeitig ab.

Um den Zustand der Streuobstbäume im Landkreis Emmendingen zu erfassen und Handlungsempfehlungen für den Erhalt ökologisch wertvoller Streuobstbäume zu erstellen, werden in der vorliegenden Masterarbeit erhobene Daten von Studierenden der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg aus dem Jahr 2019 zusammengeführt und ausgewertet. Hierbei werden die Nutzbarkeit und die ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume dargestellt. Des Weiteren wird anhand des Datensatzes untersucht, welche einzelbaumspezifischen Faktoren die Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume bedingen. Zudem werden anhand der Ergebnisse Handlungsempfehlungen für den Erhalt ökologisch wertvoller Streuobstbäume erarbeitet.

Die Ergebnisse dieser Masterarbeit zeigen, dass fast 70 % der Streuobstbäume eine zugängliche Baumkrone haben, was für ihre Beerntbarkeit spricht. Der Anteil der ertragsfähigen Bäume (fast 80 %) entspricht den Anteilen aus anderen Studien und den Empfehlungen. Der Prozentsatz der jungen Bäume ist, laut Empfehlung, jedoch zu gering, um den Bestand dauerhaft zu erhalten. Die ökologische Wertigkeit der einzelnen Bäume liefert ähnliche Ergebnisse wie die Mikrohabitatdiversität der Bäume. Im Vergleich zu Waldbäumen ist die Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume im Durchschnitt deutlich höher. Werden lediglich Bäume mit mindestens einem Mikrohabitat einbezogen, ist die Mikrohabitatdiversität an Streuobstbäumen fast drei Mal so hoch wie an Waldbäumen.

Der Einfluss des Stammdurchmessers und des Entwicklungsstadiums auf die Mikrohabitatdiversität ist den Erwartungen entsprechend, da dies ebenfalls für Waldbäume in weiteren Arbeiten nachgewiesen wurde. Die Kronenansatzhöhe und die Baumart werden in der Literatur ebenfalls als Einflussfaktoren für die Mikrohabitatdiversität erwähnt und konnten in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Weitere Untersuchungen dieser beiden Einflussfaktoren werden in Zukunft benötigt, um detailliertere Aussagen treffen zu können.

Um den Streuobstbestand zu erhalten, sind im gesamten Untersuchungsgebiet fast 5.000 Neupflanzungen und deren künftige Pflege empfohlen, sowie der Baumschnitt von über 1.400 Bäumen mit unzugänglicher Baumkrone.

ABSTRACT

In many regions of Europe, orchard meadows are an integral part of the cultural landscape. The combination of undergrowth and loosely scattered trees above forms a valuable habitat for up to 5,000 animal and plant species. Due to the time-consuming maintenance, the number of meadow orchards has declined significantly in recent decades. In addition, fallow orchard areas lose habitat diversity, and the fruit trees die prematurely.

In order to record the condition of the orchard trees in the Landkreis of Emmendingen, Germany and to create recommendations for the preservation of ecologically valuable orchard trees, data collected by students of the Albert-Ludwigs-Universität of Freiburg, Germany in 2019 will be compiled and evaluated in this master's thesis. The usability and ecological value of the orchard trees are presented. Furthermore, the data set will be used to investigate which individual tree-specific factors determine the microhabitat diversity of the orchard trees. In addition, recommendations for the conservation of ecologically valuable orchard trees are developed based on the presented results.

The results of this study show that almost 70 % of the orchard trees have an accessible crown, which indicates their high harvesting potential. The percentage of productive trees (almost 80 %) corresponds to the percentages from other studies and their related recommendations. However, according to the recommendation, the percentage of young trees is too low to maintain the stand in the long term. The ecological value of the individual trees provides similar results as the microhabitat diversity of the trees. Compared to forest trees, the microhabitat diversity of orchard trees is significantly higher on average. If only trees with at least one microhabitat are included, the microhabitat diversity of orchard trees is almost three times higher than that of forest trees.

The influence of trunk diameter and development stage on microhabitat diversity was expected, as this has already been demonstrated for forest trees in comparable studies. Crown height and tree species are also mentioned in the literature as influencing factors for microhabitat diversity, and can be confirmed. However, further studies concerning these two factors are needed to provide more detailed statements.

In order to maintain the orchard stand, almost 5,000 new plantings and their future maintenance are recommended in the entire study area, as well as pruning of more than 1,400 trees with inaccessible crowns.

1 EINFÜHRUNG

1.1 Problemstellung

In vielen Regionen Europas sind Streuobstwiesen ein fester Bestandteil der Kulturlandschaft, nichtsdestotrotz hat der Anteil der Streuobstwiesen in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen (Herzog 1998; Küpfer & Balko 2010). Laut der Streuobsterhebung des Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) von 2008 ist in Baden-Württemberg der Anteil der Streuobstbäume von 1965 bis 2008 um fast die Hälfte zurückgegangen (MLR 2009). Die vergleichsweise aufwändige Bewirtschaftung, führte dazu, dass ab Mitte des 20. Jahrhunderts auf andere Bewirtschaftungsweisen umgestiegen wurde (Herzog 1998; Lucke et al. 1992; Weller 2014b). Heute wird ein Großteil der noch bestehenden Streuobstwiesen von Privatpersonen bewirtschaftet und viele Bäume sind gar nicht oder unzureichend gepflegt (Seehofer et al. 2014), da viele Besitzer und Besitzerinnen nicht über ausreichend Fachwissen verfügen oder ihnen die Pflege zu aufwändig ist. Wenn die Obstbäume nicht gut gepflegt werden, sterben sie schneller ab und häufig bleiben Nachpflanzungen aus (Prinz et al. 2007).

In Streuobstwiesen führt die Kombination aus Unterwuchs und frei stehenden Einzelbäumen zu einem wertvollen Lebensraum für viele Organismen, unter anderem für diverse Kleinsäuger, Vögel, Reptilien, Amphibien und Anthropoden (LfL 2017; Herzog 1998). Streuobstwiesen bieten so mindestens 5.000 Arten einen Lebensraum (Seehofer et al. 2014). Mit dem Abnehmen der Streuobstwiesen geht dieser Lebensraum zurück. Das Fehlen von Gehölzstrukturen oder artenreichen Ackerrandstreifen zwischen den Feldern nimmt den heimischen Tieren außerdem Ausweichmöglichkeiten in andere Landschaftsstrukturen (Herzog 1998). Aber nicht nur die Umwandlung der Streuobstwiesen in andere Nutzungsformen verringert den Lebensraum, auch brachliegende Streuobstwiesen bieten für viele Organismen nicht die gleichen Bedingungen wie gut gepflegte Streuobstwiesen. Oft wird die artenreiche Wiese von kleineren Gehölzen überwuchert und die Obstbäume sterben aufgrund mangelnder Pflege nach und nach ab. Durch das Brachliegen werden die Flächen artenärmer (LfL 2017).

Um den Artenreichtum auf Streuobstwiesen zu erhalten, ist es wichtig, dass Bäume vorhanden sind, die eine Vielzahl an Mikrohabitaten aufweisen und somit für viele Organismen Raum bieten (LfL 2017; Lucke et al. 1992). Dies sind in der Regel alte Bäume mit einer großen Krone und einem hohen Stamm (Lucke et al. 1992). Um dem

frühzeitigen Absterben der Streuobstbäume entgegenzuwirken, müssen diese Bäume durch Schnittmaßnahmen gepflegt werden (Prinz et al. 2007).

Das MLR hat im Jahr 2008 eine Streuobsterhebung veranlasst, um die vorhandenen Streuobstbäume zu identifizieren und eine Zustandseinschätzung des Gesamtbestandes zu erhalten. Diese wurde von der Universität Hohenheim und der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen durchgeführt. Sie basierte auf einer Luftbildanalyse, und wurde durch eine Felddatenerhebung auf 120 stichprobenartig ausgewählten Flächen ergänzt (Küpfer & Balko 2010; Schmieder & Küpfer 2010). 2016 wurde die Streuobsterhebung anhand eines digitalen Oberflächenmodells (DOM) aktualisiert und korrigiert. Diese Erhebungen geben einen gewissen Überblick über die Situation in Baden-Württemberg, können aber keine detaillierten Aussagen über den Zustand der Streuobstbäume in bestimmten Regionen liefern (Borngräber et al. 2020).

Um Streuobstbäume gezielt zu erhalten, ist jedoch eine detailliertere Datengrundlage notwendig, in der auch der Zustand der einzelnen Bäume erfasst ist (Küpfer & Balko 2010). Hierzu wurde im Landkreis (LK) Emmendingen im Jahr 2019 in sechs Gemeinden eine einzelbaumspezifische Felderhebung der Streuobstbäume durchgeführt. Die vorliegenden Daten aus acht Abschlussarbeiten der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg werden im Rahmen dieser Arbeit in einem Datensatz zusammengefasst. Dieser dient als Grundlage, um einen detaillierten Überblick über den Zustand der Streuobstbäume in den kartierten Gemeinden zu geben. Zudem kann er den Gemeinden und anderen Akteuren als Datengrundlage für die Planung von Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden.

1.2 Theoretischer Hintergrund

1.2.1 Definition Streuobstbäume

Die Nutzungsform des Streuobstbaus ist schon seit einigen Jahrhunderten vorhanden, aber erst seit dem letzten Jahrhundert werden die Begriffe „Streuobst“ und „Streuobstwiese“ genutzt. Der erste bekannte Nachweis des Wortes „Streuanbau“, auf dem der Begriff „Streuobst“ aufbaut, ist von 1940 (Knauer 1940). Der Begriff grenzt die hochstämmigen einzeln stehenden Obstbäume von den dicht gepflanzten Niederstamm- und Spalierobstbäumen der Intensivobstwirtschaft ab. Diese Bezeichnung ist nicht mit den „Streuwiesen“ zu verwechseln, deren Gras aus Qualitätsmangel

als Einstreu, anstatt als Futter verwendet wurde. Die in der Landschaft einzeln, „verstreut“ stehenden Obstbäume prägen den Begriff „Streuobst“ (Weller et al. 1986).

In den letzten Jahrzehnten wurde der Begriff „Streuobst“ und „Streuobstwiese“ viel in der Literatur verwendet, aber es wurde keine komplett einheitliche Definition formuliert (unter anderem von Bünger 1996; Beigel et al. 1995; Lucke et al. 1992; Weller et al. 1986). Lucke et al. (1992) nannten für Streuobstbäume als charakteristische Merkmale großwüchsige Bäume, verschiedener Obstarten, Sorten und Altersstufen, die auf Feldern, Wiesen, Weiden in eher ungleichmäßigen Abständen „gestreut“ stehen, Einzelbäume die an Wegen, Straßen und Böschungen, oder in kleinen Baumgruppen und Baumreihen wachsen, zudem flächenhafte Anlagen mit weiteren Pflanzabständen, bei denen Einzelbäume klar erkennbar sind. Als typische Form dieser Bäume beschreiben sie den Hochstamm, aber auch Mittelstammbäume und große Sträucher können dazu gehören (Lucke et al. 1992).

Die Benennung von einzelnen Bäumen und kleinen Baumgruppen in der Landschaft findet sich in den meisten Definitionen von Streuobst wieder. Zudem wird oft die Nutzung des Unterwuchses, als Mähwiese, Weide oder Acker, und die Verwendung von Hochstämmen (die genannte Mindesthöhe variiert zwischen 1,60 m und 1,80 m) genannt. Weiter wird teilweise eine umweltfreundliche Unternutzung ohne synthetische Pestizide und stickstoffhaltige Dünger erwähnt (Bünger 1996; LfL 2017; MLR 2009).

Maier formulierte 2020 eine Definition mit dem kleinsten gemeinsamen Nenner für Streuobst:

„Streuobstbau ist der Anbau verschiedener Obstarten oder -sorten durch mehrheitlich großkronige Bäume verschiedener Stammhöhen, die bis in ein hohes Alter stabil und ertragsfähig sind und dabei keine regelmäßige intensive Behandlung mit Pflanzenschutz- und Düngemitteln benötigen“ (Maier 2020).

Diese Definition ist vergleichsweise knapp gehalten, mit dem Ziel möglichst viele der unterschiedlichen Streuobstformen mit einzubeziehen. Die Definition, die 2020 im Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz (LLG) festgehalten wurde, ist hingegen ausführlicher:

„Streuobstbestände sind eine historisch gewachsene Form des extensiven Obstbaus, bei dem großteils starkwüchsige, hochstämmige und großkronige Obstbäume in weiträumigen Abständen stehen. Charakteristisch für Streuobstbestände ist die regelmäßige Unternutzung als Dauergrünland. Daneben gibt es Streuobstäckern mit ackerbaulicher oder gärtnerischer Unternutzung, Streuobstalleen sowie sonstige linienförmige Anpflanzungen. Häufig sind Streuobstbestände aus Obstbäumen verschiedener Arten und Sorten, Alters- und Größenklassen zusammengesetzt. Sie

sollten eine Mindestflächengröße von 1.500 m² umfassen. Im Unterschied zu modernen Obst-Dichtpflanzungen mit geschlossenen einheitlichen Pflanzungen ist in Streuobstbeständen stets der Einzelbaum erkennbar.“ (LLG § 4 Abs. 7)

Diese Definition umfasst die meisten der zuvor genannten Merkmale von Streuobstbäumen und Streuobstwiesen und dient in dieser Arbeit als Orientierung für den Begriff „Streuobst“. Nach welchen Auswahlkriterien die Streuobstbäume in dem verwendeten Datensatz aufgenommen wurden, ist in Kapitel 2.3 *Datenerhebung* beschrieben. Ein Merkmal, das vermehrt bei der Betrachtung von Streuobst aus naturschutzfachlicher Sicht auftaucht, ist die Definition einer Flächengröße. Dabei geht es darum, dass, unabhängig von Besitzverhältnissen und Grundstücksgrenzen zusammenhängende Flächen zur Verfügung stehen, die als ein Lebensraum fungieren. Dies bedeutet nicht, dass kleinere Flächen nicht als Streuobstwiesen bezeichnet werden können, aber sie bieten nicht die gleichen Lebensraummöglichkeiten wie großflächige Streuobstgebiete. Jedoch können sie als Übergänge und Trittsteinbiotope ebenso ökologisch wertvoll sein (Erlach 1994; LfL 2017; Prinz et al. 2007).

1.2.2 Streuobstbäume in der Gesellschaft

Streuobstwirtschaft war lange Zeit in ganz Mitteleuropa eine verbreitete Bewirtschaftungsform von Feldern und Gärten und ist kulturell verankert. Es zieht sich ein Streuobstgürtel durch Mitteleuropa und die Bäume sind kaum aus der Landschaft wegzudenken. Durch diese Verankerung in der Gesellschaft, der Kultur, der Landwirtschaft und der Landschaft entstehen unterschiedliche Werte für die Gesellschaft. Streuobstbäume haben unter verschiedensten Aspekten einen gesellschaftlichen Wert, sie erfüllen einen ökonomischen Wert, einen landschaftsästhetischen Wert, einen landschaftskulturellen Wert, einen obstbaulichen Wert und einen ökologischen Wert (Herzog 1998; Lucke et al. 1992; Maurer 2013; MUNLV NRW 2009; Weller 2014b).

Die Streuobstwirtschaft wurde aus ökonomischen Gründen etabliert, um mehr Nahrungsmittel für die Bevölkerung zur Verfügung zu haben. In der Zeit der Ausbreitung des Streuobstbaus war die Bewirtschaftung von Land und Gärten mit hochstämmigen Obstbäumen und der Anbau von Gemüse, Feldfrüchten oder Futtergras darunter eine rentable Form der Bewirtschaftung. Ein wichtiger Schritt zur Etablierung des Streuobstbaus wurde durch den Adel nach dem dreißigjährigen Krieg getätigt, die ihre Untertanen zur Pflanzung und Pflege von Streuobstbäumen verpflichteten. Diese, für lange Zeit effektive, Bewirtschaftungsform wurde von der

Bevölkerung über ihre Verpflichtungen der Obrigkeit gegenüber hinaus übernommen und verbreitete sich (Lucke et al. 1992; Weller 2014b).

So war Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts ein recht dichter Streuobstbestand in Mitteleuropa vorhanden. In Deutschland waren dies vor allem Apfelbäume, Birnbäume, Pflaumenbäume und Kirschbäume (Herzog 1998). Der Streuobstbestand wurde jedoch durch die Industrialisierung und den Einsatz von Maschinen in der Landwirtschaft nach und nach durch Niederstamm- und Spalierobstanlagen ersetzt, da diese schneller und zuverlässiger Erträge einbrachten und mit Maschinen effektiver und kostengünstiger zu bewirtschaften waren. Ab Mitte der 1950 Jahre fand ein konsequenter Umstieg auf Niederstamm- und Spalierobstanbau statt, da der Streuobstbau nicht konkurrenzfähig genug war (Herzog 1998; Lucke et al. 1992; Weller 2014b). Dieser Umstieg wurde durch den 1957 in Kraft getretenen Generalplan für die Neuordnung des Obstbaus der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) und die damit verbundenen Prämien für die Rodung von Streuobst weiter befördert (Ullrich 1987). Zudem wurde im Handel vermehrt normiertes Obst angeboten, was die Erwartungen der Verbraucher bis zu einer makellosen Erscheinung des Obstes steigerte (MLR 2015). Durch die Verordnung der EWG 1971 über die Festsetzung der Qualitätsnorm für Tafeläpfel wurden Streuobstäpfel größtenteils gesetzlich aus der Vermarktung für Tafelobst ausgeschlossen (Baumhof-Pregitzer 1997). Zudem wurden um die Ortschaften neue Baugebiete erschlossen und der Streuobstgürtel um die Siedlungen musste vielerorts weichen (Güll 2015; MLR 2009). Die Streuobstbäume blieben meist nur auf den weniger gut zu bewirtschaftenden Flächen, wie z.B. Hängen, erhalten auf denen eine Umwandlung in Intensivobstbau, Acker oder Intensivgrünland nicht effektiv ist (Herzog 1998; Lucke et al. 1992; MUNLV NRW 2009; Weller 2014b).

Der ökonomische Wert der Streuobstwiesen bestand lange Zeit hauptsächlich im Ernteertrag der Obstbäume und der Bewirtschaftung darunter. Heutzutage besteht er mehr aus dem Nutzen der Streuobstbäume für die Imkerei, die Edelholznutzung der Hochstammobstbäume, der gezielten Vermarktung regionaler Produkte und dem Tourismus, für den der ästhetische Wert der Landschaft wesentlich ist (Lucke et al. 1992; Maurer 2013; MLR 2015).

Die ästhetischen Reize von Streuobstbäumen bestehen aus der Verteilung der Bäume in der Landschaft. Sie können Übergänge bilden, Struktur geben und Kontraste herstellen (Maurer 2013). Durch die Veränderung der Bäume über das Jahr entsteht Abwechslung, die die Landschaft unterschiedlich erscheinen lässt. So erblühen beispielsweise ganze Landstriche bei der Obstbaumblüte und es gibt traditionelle Großereignisse dazu (Herzog 1998). In dieser abwechslungsreichen Landschaft fühlen sich Menschen wohl und nutzen sie zur Erholung. Durch die lange Tradition der

Streuobstbaumnutzung prägen die Obstbäume das Orts- und Landschaftsbild. Sie wurden beispielsweise als charakterliche Hofbäume, Alleen an Straßen und als Schattenspender an Wegkreuzungen gepflanzt und sind so zu festen Kulturlandschaftselementen geworden (Herzog 1998; Weller 2014b).

Da der Streuobstbau in Europa weit verbreitet ist und die Bäume unter unterschiedlichen Umweltbedingungen wachsen, entwickelten sich über die Jahrhunderte angepasste Sorten an die jeweiligen Regionen. Es entstand eine Vielfalt an Wuchsformen, Geschmacksausprägungen und Resistenzen gegen Krankheiten und Witterungen mit einem großen Genreservoir. Diese Genvielfalt hat einen hohen Wert für den Obstbau. Durch die Industrialisierung und den weiteren Transport von Lebensmitteln zum Verkauf setzten sich einige wenige Sorten auf dem Markt durch, die großteils in Spalier- und Niederstammanlagen angebaut werden können. Alte regionale Sorten treten in den Hintergrund und die genetische Diversität und Sortenvarietät nimmt ab (Herzog 1998; Maurer 2013).

Nachdem die Streuobstwiesen an vielen Stellen von Intensivobstanlagen abgelöst wurden, bekamen sie ab den 1980 Jahren erneut Aufmerksamkeit, da der ökologische und ästhetische Wert der Streuobstwiesen von der Gesellschaft erkannt wurde (Weller 2014b). Seither hat die Nachpflanzung von Hoch- und Mittelstammobstbäumen wieder zugenommen, wobei ein Großteil der Bäume von Nebenerwerbslandwirten und Nebenerwerbslandwirtinnen und Privatpersonen gepflegt und genutzt wird (Herzog 1998; Lucke et al. 1992; Seehofer et al. 2014).

1.2.3 Ökologischer Wert der Streuobstwiesen

Der ökologische Wert und der Nutzen für die Umwelt ist bei Streuobstwiesen sehr vielseitig. Der Boden und der Wasserhaushalt profitieren von den Streuobstwiesen, das Klima wird reguliert und aufgrund von vielen unterschiedlichen Habitaten auf engem Raum gibt es eine sehr hohe Artenvielfalt von Flora und Fauna. Zudem tragen Streuobstwiesen zum Sortenerhalt von Obstsorten bei (Maurer 2013).

Die dichte Gründecke, meist aus Gras, und das Wurzelwerk der krautigen Pflanzen und Bäume beugen Erosionen vor, dies ist besonders bei Hanglagen positiv zu bemerken (Herzog 1998; Lucke et al. 1992; Prinz et al. 2007). Reduzierte Bodenerosion führt zu einer geringeren Eutrophierung des Oberflächenwassers, zudem werden auf Streuobstwiesen in der Regel kaum chemische Düngemittel eingesetzt, wodurch das Grundwasser sauberer bleibt (Erlach 1994; Herzog 1998). Die Wurzeln und Blätter der Pflanzen verhindern das schnelle Abfließen von Wasser, so dass Streuobstwiesen nicht so schnell austrocknen (Erlach 1994). Laubgehölze halten

das Kapilarwasser um bis zu sechs Mal besser im Boden zurück als Nadelgehölze (Herzog 1998). Zudem ist durch die Transpiration der Pflanzen eine höhere Luftfeuchtigkeit im Vergleich zu offenen landwirtschaftlichen Flächen festzustellen (Lucke et al. 1992). Die Taubildung ist in Streuobstwiesen um bis zu 80 % höher und es gibt bis zu 20 % mehr Niederschläge. Dies führt dazu, dass die Bodenfeuchtigkeit in Streuobstwiesen um bis zu zehn mal höher ist als in ihrem Umland (Lucke et al. 1992).

Die Bäume und Büsche haben eine erhebliche Wirkung auf die Temperatur und die Windgeschwindigkeit. Bäume, Büsche und Hecken mindern die Windgeschwindigkeit um bis zu 60 % ab (Lucke et al. 1992; Weller et al. 1986). Innerhalb der Streuobstwiesen gibt es stetig wechselnde Licht- und Schattenverhältnisse, sowohl über den Tag, wie auch über das Jahr verteilt, so dass auf engem Raum Ausweichmöglichkeiten bei zu kalten oder zu warmen Temperaturen zur Verfügung stehen (Herzog 1998; Lucke et al. 1992; Weller et al. 1986). Durch den Schutz der Bäume sind Temperaturunterschiede von Tag und Nacht auf Streuobstwiesen um bis zu 2 °C geringer als in der landwirtschaftlichen Umgebung (Weller et al. 1986).

Die Vielfältigkeit der Habitats auf Streuobstwiesen bietet bis zu 5.000 Pflanzen- und Tierarten einen Lebensraum (Beigel et al. 1995; Seehofer et al. 2014). Der Wechsel zwischen Bäumen und freien Flächen mit krautigen Pflanzen oder offenen Erdstellen bietet ein einmaliges Biotop, das für das Vorkommen vieler Tiere relevant ist (LfL 2017). Die enge Verzahnung von Lebensräumen auf unterschiedlichen Ebenen, sowie von Nist- und Nahrungsgebieten, ist für viele Tierarten ein großer Vorteil. Sie finden in unmittelbarer Nähe zu ihrem Nest ein ausreichendes Nahrungsangebot, das ihnen die Aufzucht der Jungen erleichtert (Beigel et al. 1995). In der Baumrinde, im Blattwerk, an den Blüten und Früchten der Bäume, im Totholz und in der krautigen Pflanzenschicht finden viele Gliederfüßer, Säugetiere und Vögel Nahrung. Nicht nur Pflanzenfresser kommen auf ihre Kosten, auch Prädatoren haben eine große Auswahl an Beutetieren in der Streuobstwiese (Erlach 1994, Herzog 1998, Lucke et al. 1992; MUNLV NRW 2009; Prinz et al. 2007). Durch weitere Strukturen wie Reisig- und Totholzhaufen, Lesesteinmauern- und haufen, Feldgehölze und Hecken sind häufig zusätzliche wertvolle Habitats für Tiere vorhanden, die den Artenreichtum weiter erhöhen können (MUNLV NRW 2009).

Durch eine extensive Unternutzung der Streuobstbäume kann sich eine artenreiche Flora auf den Wiesen entwickeln. Hier kommen viele Blühpflanzen und Gräserarten vor, darunter können auch, je nach Standort, Enziane, Orchideen oder seltene Nelkenarten sein (Beigel et al. 1995; Lucke et al. 1992). Das hohe Angebot an Blüten, sowohl in der krautigen Schicht, wie auch die Blüten an den Obstbäumen, zieht viele Insekten an (Beigel et al. 1995). Zudem kommen viele Holz- Laub- und Fruchtfressende Insekten

in unterschiedlichen Stadien vor (Lfl 2017). Das Totholz und die Höhlen an den Hochstammobstbäumen werden teilweise durch den lichten Baumbewuchs von der Sonne erwärmt und bieten so unterschiedliche Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen. Hierdurch finden sowohl wärmeliebende Insekten wie auch solche die feuchte und kühlere Orte bevorzugen einen hervorragenden Lebensraum (Erlach 1994; Großmann & Pyttel 2016; Lucke et al. 1992). Durch die Vielfältigen Lebensräume und Nahrungsangebote in Streuobstwiesen kommen bis zu 1.000 Gliederfüßerarten vor (Lucke et al. 1992). Dies ist um ein vielfaches mehr als in Intensivobstanbauflächen. So gibt es bis zu 80 % mehr Spinnen, bis zu 50 % mehr Laufkäfer, bis zu sechsmal so viele Fluginsekten und um die 16 fache Anzahl an Bienen (Erlach 1994).

Für Vögel kann die Streuobstwiese viele Funktionen erfüllen. Baumkronen, Höhlen und extensiv genutzte Wiesen bieten Vögeln viele Brut- und Nestbaumöglichkeiten. Die Streuobstbäume bieten Aufsitzplätze, diese werden sowohl als Singwarte, wie auch als Ansitzwarte für Greifvögel, die auf Nahrungssuche sind, und als Wachtposten während der Brutzeit genutzt. Das Blätterdach der Bäume bietet einen Wetterschutz vor Sonne und Niederschlag und mildert den Wind ab (Beigel et al.1995; Erlach 1994; Prinz et al. 2007). Hinzu kommt das reiche Nahrungsangebot an Insekten, Würmern, Kleinsäugern, Früchten, Obstkernen, Körnern und weiteren Pflanzenbestandteilen. Diese räumliche Nähe von Brut- und Nahrungsgebieten ist für viele Vögel entscheidend für eine erfolgreiche Nachwuchsaufzucht (Beigel et al.1995; Erlach 1994). Unter den vorkommenden Vögeln sind viele geschützte und gefährdete Vogelarten, unter anderem Steinkauz, Star, Rebhuhn, Raubwürger, Rotkopfwürger, Wiedehopf, Ortolan, Wendehals und Grauspecht. Zudem kommen viele weitere Vogelarten vor, wie Amsel, Kleinspecht, Grünspecht, Neuntöter, Buchfink, Kohlmaise, Blaumaise, Feldsperling, Gartenrotschwanz, Grauschnäpper und Mäusebussard (Beigel et al.1995; Lucke et al. 1992; MUNLV NRW 2009).

Auch Säugetiere profitieren von dem vielseitigen Angebot in den Bäumen und am Boden in Streuobstwiesen. Höhlen werden als Schlafquartiere und zur Nachwuchsaufzucht genutzt, am Boden, in den Sträuchern, Bäumen und der Luft gibt es für sie ebenfalls ein reiches Nahrungsangebot an Insekten, Würmern, Früchten, Samen, Blättern und weiteren Pflanzenbestandteilen. Für Siebenschläfer, Gartenschläfer, Haselmaus, Abendsegler, Bechsteinfledermaus und Fransenfledermaus sind Streuobstwiesen deshalb ein beliebter Lebensraum (Beigel et al.1995; Lucke et al. 1992; MUNLV NRW 2009).

Nicht nur die wilden Tiere und Pflanzen gibt es in einer fast einzigartigen Vielfalt auf Streuobstwiesen, auch die Sortenvielfalt der Streuobstbäume selbst ist erheblich. Wie schon erwähnt, hat sich durch die jahrhundertelange Kultur des Streuobstbaus eine

Sortenvielfalt entwickelt, die viele regional angepasste Sorten enthält, welche an die Standorte angepasst sind. Die meisten dieser Sorten findet man im Intensivobstbau nicht, so dass für viele Arten das einzige Genreservoir in den Streuobstwiesen selbst liegt (Herzog 1998; Maurer 2013).

Je nachdem, wie groß die Streuobstkomplexe sind, sind sie ein vollständiges Habitat für viele Arten oder dienen als Trittsteine zwischen größeren Biotopen. Diese vielseitigen ökologischen Dienstleistungen, die Streuobstwiesen auf einmal erbringen, sind schwer durch eine andere Kulturlandschaft auf einmal zu erreichen (Erlach 1994; Maurer 2013).

1.2.4 Pflege von Streuobstwiesen

Um die vielseitig wertvollen Streuobstwiesen zu erhalten, ist Pflege notwendig. Sie sind eine Kulturlandschaft, die durch den Menschen geschaffen wurde, und nur durch ihn erhalten bleibt (Bosch 2010; Beigel et al. 1995; Maurer 2013; Seehofer et al. 2014). Ohne Baumschnitt altern Obstbäume schneller, ihr Fruchtertrag lässt nach und durch die schwere Last der Früchte ist die Gefahr von Abbruch größerer Äste vorhanden. Zudem ist eine ungepflegte Baumkrone oft kaum zugänglich und erschwert damit die Obsternte (Bosch 2010).

Ältere Streuobstbäume und -bestände, haben einen besonders hohen ökologischen Wert, da sie vielen Organismen Lebensräume bieten (LfL 2017; Lucke et al. 1992; MUNLV NRW 2009). Um ein hohes Alter zu entwickeln, benötigen Streuobstbäume Pflege in Form von Baumschnitten, da sie ansonsten frühzeitig vergreisen und an Stabilität und Vitalität verlieren (Bosch 2010; MUNLV NRW 2009). Um einen dauerhaften Bestand auf einer Streuobstwiese zu sichern, müssen Bäume unterschiedlicher Altersstufen vorhanden sein, Nachpflanzungen müssen erfolgen, bevor die alten Bäume abgestorben sind. Der Anteil von Jungbäumen (Bäume bis zum 10. Standjahr) sollte etwa 12-15 % betragen (MUNLV NRW 2009; Weller 2014a). Während der Baumschnitt früher das Hauptziel hatte, den Obstertrag zu erhalten oder zu steigern und einen stabilen Baum entstehen zu lassen, liegt heute der Schwerpunkt teilweise auf den ökologisch relevanten Aspekten, alte Bäume entstehen zu lassen. Hierbei wird der Fokus beim Schnitt auf die Stabilität des Baumes oder, bei ungepflegten oder älteren Exemplaren, auf den Erhalt des Baumes gelegt (Bosch 2010).

Bei der Baumpflege, bei der der ökologische Wert der Bäume und der Erhalt der Obstbäume als Habitat im Vordergrund steht, wird nach Seehofer et al. (2014) auf eine Verbesserung der Vitalität und Lebensdauer geachtet. Dafür wird so geschnitten, dass

Jungtriebe maßvoll gefördert werden und der gewünschte Kronenaufbau erhalten bleibt oder hergestellt wird, falls er nicht vorhanden ist. Zudem wird etwa armdickes Totholz wenn möglich stehen gelassen, und Äste mit Höhlen werden möglichst am Baum belassen. Bereits abgestorbene Bäume können als Habitat stehen gelassen werden und nur der Feinastbereich wird entfernt. Dies gibt den anderen Bäumen und der Wiese mehr Licht und erleichtert die Wiesenpflege, ohne dass der Totholzstamm entfernt werden muss (Seehofer et al. 2014).

Je nach Alter, Zustand und Nutzungsziel der Streuobstbäume ist der Pflegeaufwand unterschiedlich hoch. Generell lässt sich der Streuobstbaumschnitt aber in vier Kategorien einteilen, die je nach Baumalter und -zustand angewandt werden:

- **Der Pflanzschnitt:** Dieser erfolgt bei der Pflanzung um der entstehenden Baumkrone eine Form zu geben und das Wachstum des Baumes anzuregen. Hierbei werden drei bis vier Triebe als spätere Leitäste belassen und auf etwa gleiche Länge zurückgeschnitten. Der Mitteltrieb wird ca. 10 cm länger gelassen wie die späteren Leitäste (Bosch 2016; LfL 2017).
- **Der Erziehungsschnitt:** Hierbei wird die durch den Pflanzschnitt angelegte Kronenform in den ersten Jahren nach der Pflanzung gefestigt. Idealerweise erfolgt er in den ersten sieben bis zehn Jahren jährlich. Konkurrenzäste zu den Leitästen und zu dicht wachsende Fruchtäste werden entfernt, um eine zugängliche lichte Baumkrone zu erhalten (Bosch 2016; LfL 2017).
- **Der Erhaltungsschnitt:** Nach dem Grundaufbau der Krone in den ersten Jahren nach der Pflanzung, können die Schnittabstände vergrößert werden. Ein Schnitt genügt dann alle ein bis vier Jahre, je nach Zustand des Baumes und Baumart. Das Ziel des Erhaltungsschnitts ist es, das Gleichgewicht zwischen Früchten und Triebzuwachs zu erhalten und die Entwicklung hin zu einem instabilen Baum zu verhindern (Bosch 2016; LfL 2017).
- **Der Erneuerungsschnitt:** Dies ist ein Schnitt zur Wiederherstellung der Vitalität oder der besseren Nutzbarkeit des Baumes. In der Regel ist dies bei lange nicht gepflegten Streuobstbeständen der Fall und kann bei Bäumen jeden Alters nötig sein. Je nach Alter und Zustand der Bäume erfolgt der Erneuerungsschnitt über mehrere Jahre (Bosch 2016; LfL 2017).

Um die typischerweise vorhandene Wiese unter den Hochstammobstbäumen zu erhalten, ist auch hier Pflege notwendig. Das früher als Viehfutter begehrte Schnittgut hat an Bedeutung verloren und die Mahd ist unter Bäumen, insbesondere in Hanglagen, mit Maschinen oft keine einfache Angelegenheit. Heutzutage rentiert sich deshalb die Heugewinnung auf Streuobstwiesen oft nicht mehr. Für Streuobstwiesen-

besitzer und -besitzerinnen ist es deshalb häufig nicht einfach, Landwirte oder Landwirtinnen zu finden, die ihre Wiese mähen (Seehofer et al. 2014; Weller 2014a).

Idealerweise wird ein bis zwei Mal im Jahr auf der Wiese gemäht um eine Verstaudung durch hochwüchsige, meist schnittempfindliche Stauden und später eine Verbuschung der Fläche zu verhindern (Lucke et al. 1992; Weller 2014a). Eine zu häufige Mahd und die Nutzung der Wiese beispielsweise als Rasenfläche führt zu einer extremen Artenverarmung, sowohl bei der Pflanzen- wie auch bei der Tiervielfalt, da jede Mahd eine wesentliche Veränderung des Lebensraumes darstellt und eine gewisse Anzahl an Tieren verletzt oder getötet wird. Mit jeder Mahd verändert sich die Struktur, das Mikroklima und das Nahrungsangebot (Küpfer & Balko 2010; Weller 2014a). Je nachdem welche Tiergruppe man besonders schützen oder fördern möchte, kann man die Mahd früher oder Später im Jahr durchführen (Weller 2014a).

Eine weitere Möglichkeit der Wiesenpflege ist die Beweidung. Hierbei ist zu beachten, dass die Tiere, häufig Pferde, Rinder, Schafe oder Ziegen, die Bäume nicht zu sehr schädigen. Sie fressen Blätter, junge Triebe, Obst und Rinde in ihrer Reichweite an den Bäumen ab und scheuern sich an den Stämmen und schädigen diese damit. Deshalb müssen besonders Jungbäume durch Zäune vor den Weidetieren geschützt werden (LfL 2017; Weller 2014a). Weidetiere fressen Wiesen nicht gleichmäßig ab, sie bevorzugen manche schmackhafteren Pflanzen gegenüber anderen, so dass sich die Pflanzengesellschaften auf der Wiese durch die Beweidung verändern. So können beispielsweise Brennnesseln, Disteln und Baumtriebe auf beweideten Wiesen die Oberhand gewinnen, während die schmackhaften Wiesenkräuter verschwinden. Trittschäden, die durch die Beweidung entstehen, können in geringem Maße die Artenvielfalt auf den Wiesen erhöhen, da sie Pflanzen- und Tierarten mit einem erhöhten Wärmebedürfnis die Möglichkeit geben, sich zu etablieren. In zu großem Ausmaß können sie die Wiese aber schädigen (Weller 2014a). Um die Beweidung als erfolgreiche Methode zur Pflege der Streuobstwiese einzusetzen, ist deshalb eine Abstimmung der Besatzstärke und Häufigkeit der Beweidung, die eventuell durch Mahd ergänzt werden muss, entscheidend (Küpfer & Balko 2010; Weller 2014a).

Die traditionelle Form der Streuobstwiesenpflege ist im Vergleich zu der modernen Landwirtschaft aufwändig. Deshalb wird sie häufig nur noch von Nebenerwerbslandwirten, Nebenerwerbslandwirtinnen und Privatpersonen in ihrer Freizeit durchgeführt (Küpfer et al. 2014).

1.2.5 Streuobstbäume in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg wird auch als „Streuobstbundesland“ bezeichnet, da fast jeder zweite Streuobstbaum Deutschlands in Baden-Württemberg steht (Küpfer & Balko 2010; MLR 2015; Weller 2014b). Aufgrund der geografischen und klimatischen Bedingungen stand auch schon zu Hochzeiten des Streuobstbaus ein erheblicher Teil der deutschen Streuobstbäume in Baden-Württemberg (Weller 2014b). Genaue Zahlen über den Streuobstbestand im Bundesland sind über die Jahre schwer zu vergleichen, da die Gebiete teils unterschiedlich eingeteilt waren und bei den Zählungen die Kriterien nicht einheitlich definiert wurden. Trotzdem lässt sich ein Trend in der Entwicklung erkennen.

In der reichsweiten Obstbaumerhebung um 1900 gab es im Großherzogtum Baden und im Königreich Württemberg insgesamt über 19 Millionen Streuobstbäume, dies waren etwa 12 % aller Obstbäume im Deutschen Reich (Güll 2015). In Württemberg wurde bei der Zählung eine Obstbaumdichte von 1.560 Bäumen pro 100 ha festgehalten. Für das Deutsche Reich wurde ein Schnitt von 480 Obstbäumen pro 100 ha notiert (Weller 2014b). Anhand der Daten des statistischen Reichsamtes von 1934 schätzt Ullrich (1987) den damaligen Obstbaumbestand im heutigen Baden-Württemberg auf 40 Millionen (Ullrich 1987). Dieser erhebliche Anstieg ist auf eine Umstrukturierung der Landwirtschaft und auf den Ausbau der Eisenbahn zurückzuführen. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden viele Weinbaugebiete aus mehreren Gründen, wie schlechtem Klima und Schädlingsbefall aufgegeben. In diesen Flächen standen bereits vereinzelt Obstbäume und meist waren es Hanglagen, die sich für intensive Ackernutzung nicht anboten, so dass die Streuobstwirtschaft ausgebaut wurde (Ullrich 1987; Weller 2014b). Der Ausbau der Eisenbahn führte dazu, dass Waren schneller zur Vermarktung weitere Strecken transportiert werden konnten und so auch schnell verderbliches Obst ein größeres Vermarktungsgebiet hatte und die Nachfrage anstieg (Hassler et al. 2004).

Im 2. Weltkrieg wurde ein Teil der Streuobstbäume zerstört, aber Anfang der 1950 Jahre wurden diese Einbußen bereits ausgeglichen. Bald darauf hielt der Wandel zu Niederstammintensivobstbaumkulturen auch in Baden-Württemberg Einzug (Güll 2015). 1965 waren nach dem Statistischen Bundesamt noch 18 Millionen Streuobstbäume in Baden-Württemberg vorhanden (Küpfer & Balko 2010). 1990 waren es bereits nur noch 11,4 Millionen Streuobstbäume, das ist ein Rückgang um 36,7 %. Bei der nächsten landesweiten Erhebung, die von der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen und der Universität Hohenheim durchgeführt wurde,

wurden im Jahr 2005 9,3 Millionen Streuobstbäume festgestellt (Küpfer & Balko 2010; Schmieder & Küpfer 2010). Dies ist wiederum ein weiterer Rückgang um 18,4 %.

Die landesweite Streuobsterhebung hat das Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Jahr 2008 in Auftrag gegeben. Anhand von Laserscandaten mit einer räumlichen Auflösung von einem Punkt pro m² aus den Jahren 2000 und 2005 wurde mit Geographischen Informationssystem (GIS) - Algorithmen und einem Verfahren zur Einzelbaumabgrenzung die Anzahl der vorhandenen Streuobstbäume ermittelt. Zur Validierung der Ergebnisse und um die Studie um qualitative Daten zu ergänzen, wurde an 120 nach dem Zufallsprinzip ausgewählten Streuobstbeständen eine Felddatenerhebung durchgeführt. Die Ergebnisse der Felddatenerhebung wurden auf den gesamten Streuobstbestand Baden-Württembergs hochgerechnet und können so nur einen groben Überblick über die Situation der Streuobstbäume geben, da diese in den unterschiedlichen Regionen stark variieren können. Auch die Auswertung der Laserscandaten kann die Situation nicht ausreichend abbilden, da das Verfahren fehlerbehaftet ist, jedoch kann sie einen Überblick über die Lage geben (Küpfer & Balko 2010; Schmieder & Küpfer 2010).

Neben der Anzahl der Streuobstbäume von 9,3 Millionen macht die Studien durch Hochrechnungen Aussagen über den Zustand der Bäume. Sie gibt an, dass 48 % der Bäume Apfelbäume, 11 % Birnbäume, 23 % Kirschbäume, 14 % zwetschgenartige Bäume und 4 % Walnussbäume sind. 13 % der Bäume waren 2008 noch nicht ertragsfähig, 74 % waren ertragsfähig, 12 % waren abgängige Bäume und 1 % war bereits abgestorben. Nur 21 % der Bäume hatte einen regelmäßigen Baumschnitt, 32 % einen unregelmäßigen Baumschnitt und 47 % keinen Baumschnitt erhalten (Küpfer & Balko 2010; Schmieder & Küpfer 2010).

2016 begann die Universität Hohenheim im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) mit einer Folgestudie der landesweiten Streuobsterhebung. Die neue Erhebung beruht auf DOM, photogrammetrischen Luftbilddaten mit einer räumlichen Auflösung von 40 cm aus den Jahren 2012 und 2015. Bei Feldbegehungen zur Validierung wurden auch hier Fehler festgestellt; die generierten Ergebnisse sind aber wesentlich verlässlicher als die von 2008. Hierbei wurden für das Jahr 2015 7,1 Millionen Streuobstbäume für Baden-Württemberg identifiziert. Dies macht einen Rückgang um 22,9 % im Vergleich zum Jahr 2005. Jedoch hat Borngräber (2020) Die Daten der landesweiten Streuobsterhebung von 2008 nochmals korrigiert und kam dabei auf 8,6 Millionen Bäume für das Jahr 2005, somit wäre bis zum Jahr 2015 ein Rückgang um 17 % zu verzeichnen (Borngräber et al. 2020).

Laut MLR sind 116.000 ha Streuobstwiesen in Baden Württemberg vorhanden, davon werden 60.000 ha von Privatpersonen gepflegt, 30.000 ha gehören zu landwirt-

schaftlichen Betrieben und 26.000 ha gehören Kommunen. Diese Zahlen verdeutlichen den Rückgang der Streuobstwiesen und dass ein Großteil der Flächen nicht in der Haupterwerbslandwirtschaft vorhanden ist, da die Streuobstwirtschaft für diese nicht mehr rentabel ist (MLR 2015; Seehofer et al. 2014).

Während lange Zeit das Interesse an Streuobstwiesen in der Gesellschaft abnahm, gibt es inzwischen einige Bereiche in denen das Interesse wieder steigt. Die Nachfrage nach regionalem und biologischem Obst nimmt zu. Das Thema Streuobst ist auch im Tourismus vertreten und es wird gezielt Werbung damit gemacht. Es entstehen vielseitige Vermarktungsinitiativen bei denen durch hochwertige Nischenprodukte ein höherer Preis erzielt werden kann. Zudem nimmt die Nachfrage nach Obstbaumschnittkursen zu, da junge Menschen das teilweise vergessene Wissen wieder erlernen möchten. Überdies haben sich Initiativen gebildet, die die Streuobstwiesen erhalten möchten, wodurch auch die Politik auf die Streuobstwiesen aufmerksam geworden ist und versucht, deren Erhalt durch gezielte Förderprogramme und Gesetze voran zu bringen. So sind Streuobstwiesen seit 2020 im Naturschutzgesetz (NatSchG) und Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz (LLG) Baden-Württembergs erwähnt und seit 2021 sind sie immaterielles Kulturerbe (MLR 2015; Hochstamm Deutschland 2021; proBiene 2021; STM BW 2021).

Durch das 2019 gestartete Volksbegehren „Rettet die Bienen“ angestoßen, wurden am 23. Juli 2020 Änderungen im NatSchG und LLG Baden-Württembergs erlassen, wodurch die Streuobstbäume besser geschützt und ihr Erhalt gefördert wird (proBiene 2021; STM BW 2020). Nach der Änderung der beiden Gesetze, dürfen Streuobstwiesen mit einer Größe von mindesten 1.500 m² nur mit Genehmigung in eine andere Nutzungsart umgewandelt werden. Falls eine solche Genehmigung erteilt wird, muss die Umwandlung ausgeglichen werden, vorrangig durch Neupflanzungen (STM BW 2020).

Im März 2021 wurde durch den Antrag des Vereins Hochstamm Deutschland e.V. vom Oktober 2019 der Streuobstanbau von der Kultusministerkonferenz in das nationale Verzeichnis des immateriellen Kulturerbes aufgenommen. Die Ernennung zum immateriellen Kulturerbe soll dazu beitragen, Traditionen zu erhalten, weiterzuentwickeln und das öffentliche Bewusstsein für diese Traditionen zu fördern. Dies soll jetzt auch dem Streuobstbau zugute kommen (Hochstamm Deutschland 2021; STM BW 2021).

1.2.6 Streuobstbäume im Landkreis Emmendingen

Im LK Emmendingen sind nach Borngräber et al. (2020) 62.799 Streuobstbäume vorhanden, das sind 1,44 % der Streuobstbäume in Baden-Württemberg. Rechnerisch ist pro 0,92 ha ein Streuobstbaum vorhanden (Borngräber et al. 2020), dies ist eine mittelmäßige Dichte für Baden-Württemberg. Über die Streuobstdichte in der Vergangenheit liegen für den LK Emmendingen keine Daten vor, jedoch ist davon auszugehen, dass sich die Entwicklung ähnlich vollzogen hat wie in ganz Baden-Württemberg.

Da Streuobst in einigen Regionen im LK Emmendingen eine hohe Bedeutung hat, gibt es Initiativen zum Erhalt des Streuobstbaus. Hierzu gehören unter anderem der KOGL – Kreisverband für Obstbau, Garten und Landschaft Emmendingen e.V., der den Sortenerhaltungsgarten in Kenzingen betreibt, sich um die Vernetzung von Streuobstinteressierten bemüht, praktische Unterweisung zur Streuobstpflge gibt und ein ökologisches Bewusstsein vermittelt, um eine naturnahe nachhaltige Bewirtschaftung zu fördern (KOGL 2021). Der Betrieb Jung Fruchtsäfte GbR in Teningen ist Teil der vom Land geförderten Aufpreisinitiative für Streuobst und fördert somit bei Verbrauchern das Bewusstsein für regionale Streuobstprodukte (MLR 2021). Durch diese Akteure rückt der Streuobstbau in der Region bei einigen Menschen wieder mehr ins Bewusstsein. Der entstehende Datensatz aus den hier zusammengeführten Kartierungen kann helfen, den Streuobstanbau weiter zu fördern, da eine Zustandsbewertung möglich ist und die förderbedürftigen Bäume und Gebiete identifiziert werden können.

1.2.7 Mikrohabitate als Instrument zur Bewertung des ökologischen Wertes von Bäumen

Die Bestimmung der Mikrohabitate als potentiellen Lebensraum ist in vielen Fällen einfacher als die Erfassung der einzelnen Arten (Puimalainen et al. 2002). Anhand der vorkommenden Mikrohabitate an Bäumen ihren ökologischen Wert einzuschätzen, ist bei der Beurteilung von Habitatbäumen in Wäldern in der forstwissenschaftlichen Forschung inzwischen eine gängig angewandte Methode (vgl. unter anderem Asbeck et al. 2021; Großmann & Pyttel 2019; Larrieu & Cabanettes 2012; Regnery et al. 2013). Da von einem positiven Zusammenhang von der Anzahl und der Diversität der Mikrohabitate und den vorkommenden Organismen ausgegangen wird, können Mikrohabitate als Indikator für die Artenvielfalt an den Bäumen verwendet werden (Winter 2005; Winter & Möller 2007).

Diese Methode der Strukturhebung wurde zur naturschutzfachlichen Beurteilung von Streuobstbäumen noch nicht häufig angewandt. Eine der wenigen Publikationen, wo dies durchgeführt wurde, ist von Großmann und Pyttel (2016) an einer Streuobstwiese mit einem kleinen Stichprobenumfang. Aufgrund der geringen untersuchten Baummenge, liefert diese Studie keine repräsentativen Ergebnisse für Streuobstbestände im allgemeinen, jedoch zeigt sie, dass die Methode durchaus auch für Streuobstbäume geeignet ist (Großmann & Pyttel 2016).

1.3 Zielsetzung

Die Felderhebungsdaten von acht Studierenden der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg aus dem Jahr 2019 von sechs Gemeinden bzw. sieben Ortschaften des LK Emmendingen werden für die vorliegende Arbeit vereinheitlicht und zusammengeführt. Dieser Datensatz dient als Grundlage um den Zustand der Streuobstbäume in den sechs Gemeinden darzustellen. Zudem kann er weiteren Akteuren und Akteurinnen und den Gemeinden zur Verfügung gestellt werden, um an der Pflege und dem Erhalt der Streuobstbäume zu arbeiten.

Anhand der einzelbaumspezifischen Daten für 27.624 Streuobstbäume in dem erstellten Gesamtdatensatz kann die Situation der Streuobstbäume dargestellt werden und wird mit folgenden Fragestellungen bearbeitet:

(1) Wie ist die Nutzbarkeit der Streuobstbäume im LK Emmendingen und den Ortschaften?

(2) Wie ist die ökologische Wertigkeit der erfassten Streuobstbäume im LK Emmendingen und den jeweiligen Ortschaften?

Eine Darstellung der Ergebnisse anhand von Karten, soll eine übersichtliche Darstellung, auch für Laien, ermöglichen, damit vielen Menschen die Situation der Streuobstbäume verdeutlicht werden kann.

Der ausführliche Datensatz lässt es zu, weitere Fragen über Streuobstbäume zu beantworten. Um den Erhalt und das Entstehen ökologisch wertvoller Streuobstbäume zielgerichteter fördern zu können, wird die anschließende Frage untersucht:

(3) Welche einzelbaumspezifischen Faktoren bedingen die Mikrohabitatdiversität eines Obstbaumes?

Die Ergebnisse aus den vorangegangenen Fragen können dabei helfen, gezielte Handlungsempfehlungen zur Förderung und dem Erhalt der Streuobstbäume zu erstellen. Darum wird im Anschluss die folgende Frage erörtert:

(4) Welche Handlungsempfehlungen lassen sich aus den Ergebnissen der vorangegangenen Fragen ableiten, um ökologisch wertvolle Streuobstbäume zu erhalten?

Zu Beginn werden die acht einzelnen Datensätze vereinheitlicht und zusammengeführt. Anhand des einheitlichen neuen Datensatzes werden die ersten drei Fragen bearbeitet. Die erhaltenen Ergebnisse werden im Anschluss diskutiert um Handlungsempfehlungen für die Praxis zu erstellen.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Untersuchungsgebiet

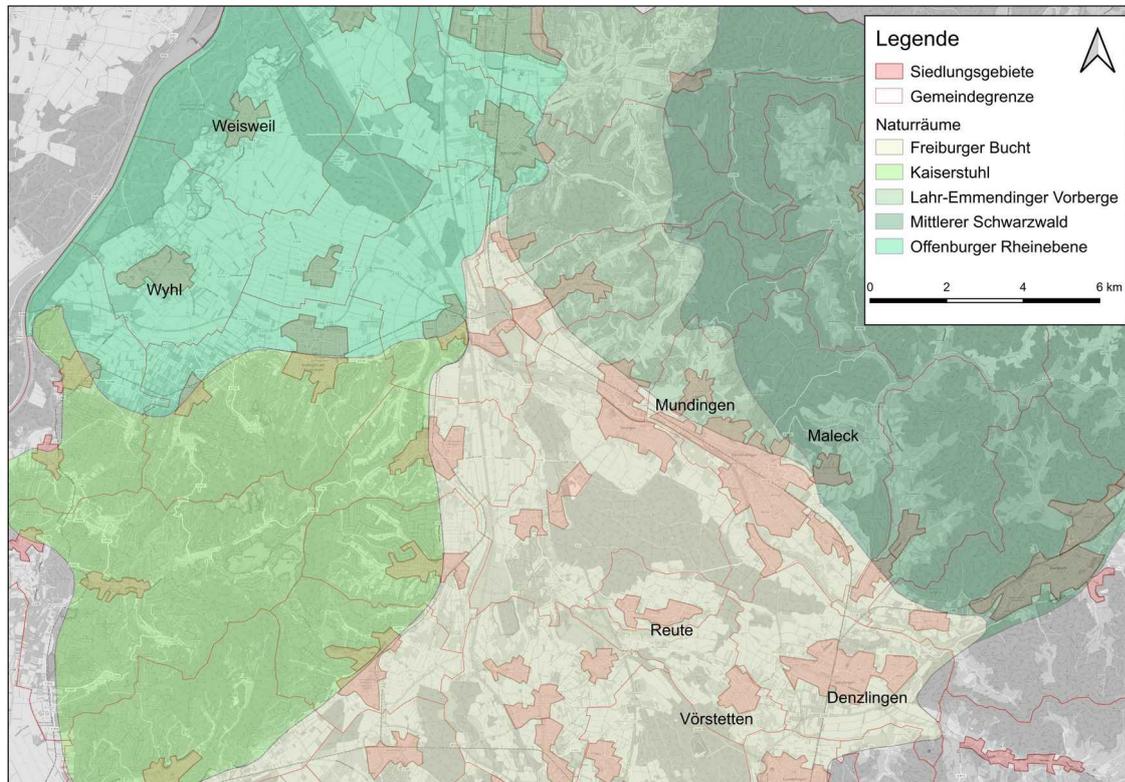


Abbildung 1: Naturräume des Untersuchungsgebiets nach LUBW (2021).

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über den westlichen Teil des LK Emmendingen in Südbaden. Der LK Emmendingen liegt nördlich von Freiburg i. Br. und erstreckt sich vom Schwarzwald im Osten über die Rheinebene und den Kaiserstuhl bis zum Rhein im Westen (LUBW 2021). In sechs der 24 Gemeinden im LK wurden die Streuobstbäume kartiert. In den Gemeinden Denzlingen, Reute, Vörstetten, Weisweil und Wyhl am Kaiserstuhl wurde das gesamte Gemeindegebiet und in der Gemeinde Emmendingen wurden die beiden Ortsteile Maleck und Mundingen auf Streuobstbäume untersucht. Von den 680 km² des LK Emmendingen (LRA Emmendingen 2021) wurden 77 km² auf Streuobstbäume kartiert.

Die Ortschaft Maleck liegt am westlichen Rande des Naturraums Mittlerer Schwarzwald, welcher an den Naturraum Lahr-Emmendinger Vorberge angrenzt, in dem Mundingen liegt (siehe Abbildung 1). Die Gemeinden Denzlingen, Reute und Vörstetten liegen in dem Naturraum Freiburger Bucht, welcher südwestlich an den Mittleren Schwarzwald und die Lahr-Emmendinger Vorberge anschließt. Weisweil und

Wyhl sind westlich der Lahr-Emmendinger Vorberge und der Freiburger Bucht in der Offenburger Rheinebene gelegen (LUBW 2010b; LUBW 2021).

Im Mittleren Schwarzwald sind Braunerden aus lehmigem Sand bis sandigem Lehm, grusig und steinig auf Gneisen vorhanden, zudem Podsol-Braunerden aus anlehmigem oft grusig-steinigen Sand auf Buntsandstein. In der Rheinebene ist der Boden von Braunerden aus anlehmigem Sand bis sandigem Lehm auf Schotter der Würmeiszeit mit Lößauflagen und Auenböden aus sandig-schluffigem bis tonigem Lehm auf Schwemmland geprägt (LRA Emmendingen 2019). Die nutzbaren Feldkapazitäten sind vereinzelt gering bis mittel (50-120 mm), jedoch in den meisten Bereichen mittel bis sehr hoch (120-230 mm). Die natürliche Bodenfruchtbarkeit ist mit wenigen Ausnahmen in allen untersuchten Ortschaften mittel bis sehr hoch. An wenigen Stellen um Denzlingen, Maleck und Vörstetten ist die natürliche Bodenfruchtbarkeit lediglich gering bis mittel (LGRB 2021).

Die durchschnittliche Jahrestemperatur lag von 1981-2010 in den kartierten Gemeinden zwischen 10,2 °C in Emmendingen und 11 °C in Vörstetten. Der durchschnittliche Jahresniederschlag lag in dieser Zeit im Mittel zwischen 768 mm pro Jahr in Reute und 990 mm pro Jahr in Emmendingen (LEL 2019).

Die Landschaft im Untersuchungsgebiet ist von Offenland, das großteils landwirtschaftlich genutzt wird, und Wald geprägt. Im Westen sind Wyhl und Weisweil durch die bewaldete Rheinaue und den Rhein begrenzt. Nordöstlich von Weisweil befindet sich der „Forchheimer Wald“. Maleck und Mundingen am Rand des Schwarzwaldes sind durch den bewaldeten „Eichberg“ voneinander getrennt. Zwischen Denzlingen, Vörstetten und Reute sind kleinere Waldflächen vorhanden und nördlich von Reute verläuft der Wald „Teninger Allmend“. Dazwischen befinden sich landwirtschaftlich genutzte Flächen die großteils als Ackerland, Dauergrünland und Obstgärten genutzt werden. Lediglich in Mundingen und auf einer kleinen Fläche in Denzlingen wird in den untersuchten Ortschaften Wein angebaut (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021).

2.2 Datengrundlage

Die verwendeten Daten der Streuobstbäume wurden von acht Studierenden der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Jahr 2019 mit Hinblick auf einen Streuobstzensus für den LK Emmendingen aufgenommen. Die Studierenden nahmen die Streuobstbäume auf und verwendeten ihre selbst erhobenen Daten für ihre Bachelor- oder Masterarbeit (siehe Arnold 2019; Blattgerste 2019; Heiter 2019; Holzapfel 2019; Panknin 2019; Rempel 2019; Schmid 2019; Schweiger 2019).

Die Streuobstdefinition für den Streuobstzensus wurde in Anlehnung an die Streuobsterhebung Baden-Württembergs formuliert (Küpfer & Balko 2010; Schmieder & Küpfer 2010). Um auszuschließen, dass Vollerwerbsstrukturen als Streuobstbäume aufgenommen werden, wurde ein Pflanzabstand von mindestens 5 m zwischen den Obstbäumen festgelegt. Damit einzelne kleinere, dicht bepflanzte Streuobstflächen aber dennoch berücksichtigt werden, durfte der Abstand bei einzelnen Reihen oder kleinen Beständen auch geringer sein. Des Weiteren fand kein Ausschluss von Obstbäumen über die Kronenansatzhöhe statt, da auch Bäume mit niedrigen Kronenansätzen wertvolle Habitatstrukturen vorweisen können. Hier unterscheidet sich die Definition des Streuobstzensus deutlich von der Streuobsterhebung Baden-Württembergs (Arnold 2019; Blattgerste 2019; Heiter 2019; Holzapfel 2019; Panknin 2019; Rempel 2019; Schmid 2019; Schweiger 2019).

2.3 Datenerhebung



Abbildung 2: Beispiele für klassische Streuobstformationen. Links: Baumgruppe, rechts: Großflächige offene Anpflanzung (Arnold 2019).

Die Datenerhebung erfolgte anhand einer luftbildanalytischen Erstaufnahme und durch Messungen im Gelände. Für die luftbildanalytische Erstaufnahme wurden in QGIS mithilfe des Luftbildes, des Flurstückskatasters, des Flächennutzungsplans und der abgegrenzten Waldflächen die Bäume nach festgelegten Kriterien bezüglich ihrer Position und des Kontextes der Flächennutzung aufgenommen und in ein Shapefile zur weiteren Bearbeitung eingefügt. Die hierfür benötigten Dateien (Luftbild, Flurstückskataster, Flächennutzungsplan und abgegrenzte Waldflächen) wurden vom Landratsamt Emmendingen zur Verfügung gestellt (Arnold 2019; Blattgerste 2019; Heiter 2019; Holzapfel 2019; Panknin 2019; Rempel 2019; Schmid 2019; Schweiger 2019).

Aufgenommen wurden Obstbäume in klassischen Streuobstformationen (Beispiele siehe Abbildung 2), Dazu gehören Einzelbäume auf offenen Feldern, Baumgruppen

und Alleen außerhalb der Siedlungsgebiete, und großflächig offene Anpflanzungen, wo Einzelbäume im Luftbild erkennbar sind. Zudem wurden private Gärten, die außerhalb der Siedlungsgebiete liegen, und hauptsächlich dem Lebensmittelanbau dienen, berücksichtigt, sowie Flurstücke mit großen alleinstehenden Gebäuden, auf denen Bäume erkennbar sind, die nicht im Hausgarten oder Innenhof stehen. Obstbäume in parkähnlichen Anlagen, die im Flächennutzungsplan als Grünfläche oder Parkplatz ausgewiesen sind, wurden ebenfalls berücksichtigt. Nicht aufgenommen wurden Obstplantagen wie Spalierbaumanlagen, Obstbäume im Wald, Bäume in ausgewiesenen Kleingartenanlagen, Flurstücke mit Bäumen innerhalb von Siedlungen, auf denen ein Haus steht und nicht zum Zwecke der Obstnutzung gepflanzte Bäume, wie Straßenbegleitgrün, Hecken und Bäume an Bächen oder Flüssen (Arnold 2019; Blattgerste 2019; Heiter 2019; Holzapfel 2019; Panknin 2019; Rempel 2019; Schmid 2019; Schweiger 2019).

Nach der luftbildanalytischen Erstaufnahme erfolgten die Messungen im Gelände. Hierbei wurden die in der luftbildanalytischen Erstaufnahme identifizierten Bäume darauf überprüft, ob sie den Kriterien des Streuobstzensus entsprechen und in den Aufzeichnungen fehlende Bäume, die auf dem Luftbild nicht zu erkennen waren oder später gepflanzt wurden, konnten ergänzt werden. Bei allen Bäumen die die Kriterien erfüllen, wurden Parameter für den Zensus aufgenommen und über QField, die Erweiterung von QGIS für mobile Endgeräte, in die angelegten Shapefiles der luftbildanalytischen Erstaufnahme eingefügt. Die Parameter lassen sich in Metadaten, dendrometrische Daten, Daten zur potentiellen Nutzbarkeit und Indikatoren für den ökologischen Wert unterteilen (Arnold 2019; Blattgerste 2019; Heiter 2019; Holzapfel 2019; Panknin 2019; Rempel 2019; Schmid 2019; Schweiger 2019). Im Anhang 1 ist die vollständige Liste aller erhobenen Parameter mit Erläuterungen aufgelistet.

Ein Großteil der Parameter wurde von allen Kartierenden in allen Gebieten auf die gleiche Weise erfasst. Auf die Parameter, die nicht von allen Kartierenden erfasst oder auf gleiche Weise erfasst wurden, wird unter Abschnitt *2.4 Aufbereitung der Daten* genauer eingegangen.

2.4 Aufbereitung der Daten

Als Teil der vorliegenden Arbeit wurden die erhobenen Streuobstdaten der acht Kartierenden der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg zusammengefügt, aneinander angepasst und aufbereitet. Hierfür wurden die Daten mit QGIS 18.1 Zürich und R 3.4.4 in Rstudio 1.3.1093 bearbeitet (QGIS 2021; R Core Team 2021; RStudio 2021).

Zu Beginn wurden die Dateien der Kartierenden gesichtet und alle als Shapefile und als Komma-getrennte-Werte (csv) zur weiteren Bearbeitung in QGIS abgespeichert. Alle Daten wurden in das Koordinatensystem EPSG 25832 UTM zone 32N (Maptiler 2021) transformiert, da sie vorher in unterschiedlichen Koordinatensystemen abgespeichert waren. Die acht Datensätze wurden manuell abgeglichen, um festzustellen, welche Kriterien aufgenommen, wie sie benannt und codiert wurden. Im nächsten Schritt wurde die Benennung der Kriterien vereinheitlicht um die Datensätze zusammenzuführen. Nach der Zusammenführung der Datensätze zu einer Datei wurden die Codierungen der Kriterien vereinheitlicht. Falls die Datenaufnahme in den Datensätzen unterschiedlich erfolgt war, wurde die detailreichste Dokumentation, die es in allen Einzeldatensätzen gab, für den Gesamtdatensatz festgehalten. Zusätzlich wurden die detailreicheren Erfassungen, die nur teilweise vorhanden sind, behalten. Im Folgenden werden die Parameter und ihre Vereinheitlichung, die für die Beantwortung der Forschungsfragen benutzt wurden genauer beschrieben.

- Der Parameter „**Ortschaft**“ wurde von allen Kartierenden innerhalb der individuellen „Baum_ID“ erfasst und konnte aus dieser extrahiert werden. So können die Bäume den Ortschaften „Denzlingen“, „Maleck“, „Mundingen“, „Reute“, „Vörstetten“, „Weisweil“ und „Wyhl“ zugeordnet werden.
- Im gesamten Untersuchungsgebiet wurde anhand des Parameters „**Baumart**“ nach den Arten „Apfel“, „Birne“, „Kirsche“, „Walnuss“, „zwetschgenartige“ (umfasst mehrere Unterarten der Gattung *Prunus*) und „Sonstige“ unterschieden. Diese Einteilung wurde von der Streuobsterhebung Baden-Württemberg übernommen (Küpfer & Balko 2010; Schmieder & Küpfer 2010).
- Die „**Kronenansatzhöhe**“ wurde von allen Kartierenden als Parameter erfasst, jedoch wurde sie teilweise nur eingetragen, wenn sie eine bestimmte Höhe nicht übersteigt, diese wurde auf 120 cm, 125 cm oder 130 cm festgelegt. Deshalb mussten alle Kronenansätze, die über 120 cm beginnen, zusammengefasst werden. Aus diesem Grund kann die Kronenansatzhöhe nur in Gruppen anstelle von Einzelwerten betrachtet und ausgewertet werden.
- Der Parameter „**Nutzbarkeit**“ wurde in allen Ortschaften erhoben um die Zugänglichkeit der Baumkronen für Pflege- und Erntemaßnahmen zu kategorisieren. Hier wurde nach „zugänglich“, „mäßig zugänglich“, „unzugänglich“ und „keine Angabe“ unterteilt.
- Unter dem Parameter „**Entwicklungsstadium**“ haben die Kartierenden den Entwicklungszustand der Bäume den folgenden Stadien nach Hilkenbäumer (1964) zugeteilt: „Jugendstadium“, „Stadium des Ertragsanstiegs“, „Ertrags-

stadium“, „Altersstadium“ und „Abgangsstadium“. Zudem ist noch die Kategorie „abgestorben“ vorhanden, hier sind alle stehenden toten Bäume erfasst.

- Der „**Stammdurchmesser**“ wurde als Parameter zur Bestimmung des Alters der Bäume gewählt (Mordini 2009). Dieser wurde, wie in der Forstwirtschaft üblich, auf 130 cm Höhe gemessen. Falls dies nicht möglich war, da die Baumkrone tiefer begann, wurde der Stammdurchmesser 10 cm unterhalb des Kronenansatzes gemessen.
- Zur Betrachtung des möglichen ökologischen Wertes der Bäume wurde die „**Mikrohabitatdiversität**“ ausgewertet (Großmann et al. 2020; Großmann & Pyttel 2016, Winter & Möller 2007). In manchen Datensätzen wurde nur erfasst, ob mindestens ein Mikrohabitat eines Typs vorhanden ist, in anderen wurde zusätzlich die Anzahl der vorhandenen Mikrohabitate eines Typs erfasst. Für den Gesamtdatensatz lassen sich somit nur Aussagen darüber treffen, wie viele unterschiedliche Mikrohabitatstypen pro Baum vorhanden sind und nicht wie viele Mikrohabitate ein Baum aufweist. Wenn vorhanden, wurden die Daten über die Anzahl der Mikrohabitate in separaten Spalten aufgeführt, um diese Information nicht zu verlieren. Im Folgenden wird bei der Anzahl von unterschiedlichen Mikrohabitaten von Mikrohabitatdiversität gesprochen. Eine Liste aller aufgenommenen Mikrohabitate ist in Anhang 1 enthalten.
- Die „**ökologische Wertigkeit**“ wurde anhand der Mikrohabitatdiversität und des Stammdurchmessers nach Formel 1 angelehnt an Kiehne (2015) berechnet. Kiehne (2015) hat mit Bezug auf den Mikrohabitatkatalog von Kraus et al. (2016) die Bewertungen für die unterschiedlichen Mikrohabitatstypen angelegt. Diese wurden von den Kartierenden, der der hier verwendeten Streuobstdaten, angepasst (siehe Anhang 2) (Arnold 2019; Blattgerste 2019; Heiter 2019; Holzapfel 2019; Panknin 2019; Rempel 2019; Schmid 2019; Schweiger 2019). Für den Stammdurchmesser hat Kiehne (2015) Gewichtungsfaktoren abhängig von der Stammdicke vergeben (siehe Anhang 3), welche in

Formel 1: Berechnung der ökologischen Wertigkeit der Einzelbäume.

$$\text{Ökologische Wertigkeit} = (A_x * (P_x * (S_x + E_x))) * D_y$$

A_x = Mikrohabitatdiversität

P_x = Basiswert der Mikrohabitate

S_x = Seltenheit des Mikrohabitats

E_x = Entwicklungsdauer des Mikrohabitats

D_y = Gewichtungsfaktor nach Stammdurchmesser

die Berechnung für die ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume übernommen wurden. Bei der Berechnung der ökologischen Wertigkeit berücksichtigt Kiehne (2015) außerdem die Baumarten, diesen hat er Basiswerte zugewiesen. Da diese Basiswerte der Baumarten aber für Obstbäume nicht vorhanden sind, wurde die Baumart bei der Berechnung der ökologischen Wertigkeit hier nicht berücksichtigt.

Überdies wurden die Daten auf Unstimmigkeiten und Fehler untersucht, die zu widersprüchlichen Aussagen bei einzelnen Bäumen führten. Hierzu zählte z.B. die Prüfung ob der Kronenansatz unter der Baumhöhe liegt, ein Baum nicht als "abgestorben" und gleichzeitig „vegetativ“ bezeichnet wird und dass die individuelle Baum-ID nicht doppelt vergeben wurde. Diese Fehler wurden nach bestem Wissen und Verständnis der Daten bereinigt.

2.5 Statistische Auswertung

Um die Nutzbarkeit und die ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume zu beschreiben, wurde eine deskriptive statistische Auswertung durchgeführt. Diese wurde ebenfalls mit R in Rstudio umgesetzt (R Core Team 2021; RStudio 2021).

Zur Beantwortung der Frage welche einzelbaumspezifischen Faktoren die Mikrohabitatdiversität eines Obstbaumes bedingen, wurde eine Modellierung mit einem generalisierten linearen Modell (GLM) mit R in R Studio durchgeführt (R Core Team 2021; RStudio 2021). Hierzu wurde der Diversitätsindex der Mikrohabitatdiversität nach Simpson pro Baum berechnet (Funktion „diversity“ im Paket „Vegan“, Orksanen et al. 2021). Der Simpson-Index wurde hier gewählt, da er nicht die Anzahl der Mikrohabitate pro Typ einbezieht, sondern nur berücksichtigt, ob die Mikrohabitattypen vorhanden sind oder nicht (Orksanen et al. 2021) und die Daten teilweise nur in dieser Form vorliegen.

Im nächsten Schritt wurde die Mikrohabitatdiversität und der daraus errechnete Simpson-Index auf Normalverteilung geprüft. Bei beiden wurde sowohl grafisch wie auch anhand des Anderson-Darling Tests (Funktion „ad.test“ im Paket „nortest“, Gross & Ligges 2015) keine Normalverteilung festgestellt. Da es sich bei der Mikrohabitatdiversität um Zählraten handelt, wurde für die Modellierung eine Poisson-Verteilung angenommen. Der Simpson-Index wurde in eine Binomialverteilung umgerechnet (Dormann 2017).

Die Parameter, die in Abschnitt 2.4 *Aufbereitung der Daten* beschrieben wurden, wurden auf ihre Tauglichkeit für die Modellierung geprüft und bei Bedarf angepasst. Ziel war es, dass die faktoriellen Parameter, nicht zu ungleiche Gruppengrößen

enthalten, die die Aussagen der Ergebnisse verzerren können. Der Parameter „Nutzbarkeit“ wurde nicht in die Modellierung mit einbezogen, da die drei Gruppen zu ungleich verteilt waren um mit einem aussagekräftigen Ergebnis zu rechnen. Ebenso wurde der Parameter „ökologische Wertigkeit“ nicht mit einbezogen, da er durch die Mikrohabitate bedingt ist und diese somit nicht durch ihn entstehen können.

Zusätzlich zu den in Kapitel 2.4 *Aufbereitung der Daten* beschriebenen Parameter wurden noch folgende Kenngrößen als mögliche Prädiktoren in Betracht gezogen: „Vitalität“, „Baumschnitt“, „Stabilität“ und „Baumhöhe“. Von diesen Kenngrößen wurde lediglich die „Baumhöhe“ in die Regression mit einbezogen. Bei den anderen Parametern waren die Gruppen zu ungleich verteilt oder zu wenige Gruppen vorhanden um mit einem aussagekräftigen Ergebnis zu rechnen.

Die Parameter die in die Regression als Prädiktoren aufgenommen werden sollten, wurden vorab mit der Mikrohabitatdiversität und dem Simpson-Index auf Linearität getestet, um einen möglichen Einfluss zu erkennen. Zudem wurden mit allen Prädiktoren mit beiden Antwortvariablen einzelne Generalisierte Lineare Modelle durchgeführt. Diese wurden anhand des Akaike Informationskriterium (AIC) verglichen (Dormann 2017). Da alle verwendeten Prädiktoren im einzelnen GLM bessere Ergebnisse als das Nullmodell lieferten, wurden sie auf Kolinearität getestet (Funktion `ggpairs`, Paket „GGally“) (Großmann et al. 2020). Falls zwei Prädiktoren eine Korrelation aufwiesen (Korrelationskoeffizienten > 0.7), wurde der Prädiktor ausgewählt, dessen GLM einen besseren AIC hatte, um im GLM mit mehreren Prädiktoren eingesetzt zu werden (Dormann et al. 2013). Folgende Prädiktoren wurden nach der Prüfung auf Korrelation zur Testung verschiedener GLM mit mehreren Prädiktoren verwendet: „Stammdurchmesser“, „Entwicklungsstadium“, „Ortschaft“, „Baumart“ und „Kronenansatzhöhe“. Hierbei wurden die Prädiktoren in unterschiedlichen Kombinationen in verschiedenen Modellen getestet. Bis auf den Prädiktor „Stammdurchmesser“ wurden alle Prädiktoren als faktorielle Daten verwendet, der Prädiktor „Stammdurchmesser“ wurde skaliert verwendet (Funktion „`scale`“), um eine Fehlengewichtung zu vermeiden (Handl & Kuhlenkasper 2017).

Die Dispersionsparameter, der als am besten befundenen Modelle, wurden mittels der R-Pakete DHARMA (Hartig & Lohse 2021) und AER (Kleiber & Zeileis 2008) überprüft um zu sehen ob die ausgewählten GLM die Varianzannahmen der Analyse erfüllen (Burk 2020; Dormann 2017). Da die Modelle eine starke Streuung des Mittelwerts aufwiesen („Overdispersion“), wurden sie mit einer negativen Binomialverteilung wiederholt (R-Paket „MASS“, Ripley et al. 2021) und die Dispersion im Anschluss erneut geprüft (Dormann 2017).

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung wurden mit R und QGIS dargestellt (QGIS 2021; R Core Team 2021). Teilweise wurden die Ergebnisse auf Gemeinde- bzw. Ortschaftsebene dargestellt, teilweise für das ganze Untersuchungsgebiet. Karten, die die Ergebnisse in aufbereiteter Form enthalten, sind auf der beigefügten CD zu finden.

2.6 Ableitung von Handlungsempfehlungen

Um aus den Ergebnissen Handlungsempfehlungen für den Erhalt wertvoller ökologischer Bäume abzuleiten, wurden einige Kriterien der Parameter betrachtet. Daraus wurde abgeleitet, in welchen Ortschaften besonders hoher Schnittbedarf herrscht und wo der Nachpflanzungsbedarf besonders hoch ist. Zudem wurde anhand der Ergebnisse diskutiert, welche Baumarten für Nachpflanzungen zu empfehlen sind.

Bei dem Parameter „Entwicklungsstadium“ wurden die Stadien „Jugendstadium“ und „Stadium des Ertragsanstiegs“ zusammengefasst und den ebenfalls zusammengefassten Stadien „Altersstadium“ und „Abgangsstadium“ gegenübergestellt. Dort, wo prozentual der Anteil der Bäume in den beiden älteren Stadien den Anteil der Bäume in den jüngeren Stadien am meisten übersteigt, ist der größte Handlungsbedarf für Nachpflanzungen. Zudem wurde der Anteil der abgestorbenen Bäume betrachtet, diese müssen ebenfalls durch Nachpflanzungen ergänzt werden. Bei dem Parameter „Nutzbarkeit“ wurde der Anteil der nicht zugänglichen Baumkronen betrachtet. In den Ortschaften, wo dieser Anteil am größten ist, ist der meiste Schnittbedarf vorhanden.

Die Ortschaften wurden nach dem Handlungsbedarf priorisiert. Ortschaften, in denen die Differenz zwischen jungen und alten Bäumen groß war, ein hoher Anteil an abgestorbenen Bäumen vorhanden ist und viel Schnittbedarf herrscht, hatten die höchste Priorität. Zusätzlich wurde noch berechnet, wie viele Bäume nachgepflanzt werden müssen, damit der Überschuss an alten Bäumen und abgestorbenen Bäumen ausgeglichen wird und noch zusätzlich 10% mehr Jungbäume als Altbäume im Bestand vorhanden sind, wie es von Küpfer et al. (2014) empfohlen wird.

3 ERGEBNISSE

3.1 Verteilung der Streuobstbäume

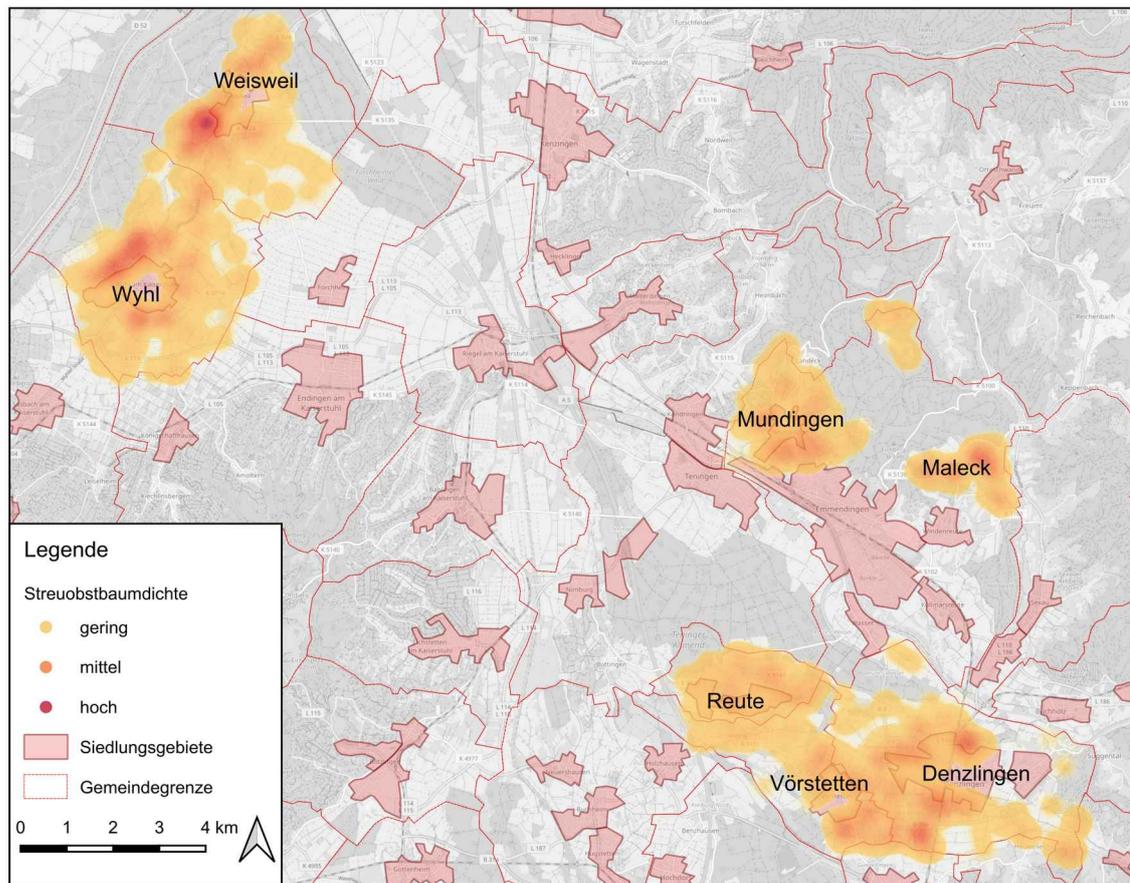


Abbildung 3: Streuobstbaumdichte im Untersuchungsgebiet.

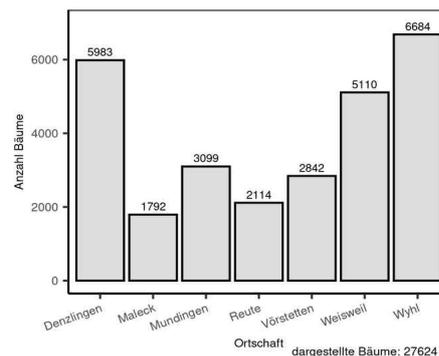


Abbildung 4: Anzahl der Streuobstbäume nach Ortschaften.

In sieben Ortschaften im LK Emmendingen wurden 27.624 Streuobstbäume erfasst. Davon wurden 5.983 Bäume (21,7 %) in Denzlingen, 1.792 Bäume in Maleck (6,5 %), 3.099 Bäume in Mundingen (11,2 %), 2.114 Bäume in Reute (7,7 %), 2.842 Bäume

(10,3 %) in Vörsstetten, 5.110 Bäume (18,5 %) in Weisweil und 6.684 Bäume (24,2 %) in Wyhl aufgenommen (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4).

Im Durchschnitt stehen im Untersuchungsgebiet pro Hektar 3,6 Streuobstbäume, diese Zahl schwankt zwischen den Ortschaften von 2,7 Bäumen je Hektar in Weisweil bis zu 7,6 Bäumen je Hektar in Maleck (Siehe Tabelle 1). In Maleck ist die Streuobstbaumdichte mit 7,6 Bäumen pro Hektar besonders hoch. Trotzdem ist in Maleck mit 6,5 % der geringste Anteil der erhobenen Streuobstbäume zu finden, da die Ortschaft auch die geringste Fläche hat. Betrachtet man nur die landwirtschaftlich genutzten Flächen der Ortschaften, ist die Streuobstdichte in Mundingen mit 13,2 Bäumen pro Hektar landwirtschaftliche Fläche höher als in Maleck (10,9 Bäume pro ha landwirtschaftliche Fläche), jedoch haben beide Ortschaften im Vergleich zu den anderen untersuchten Gemarkungen eine höhere Dichte an Streuobstbäumen.

Tabelle 1: Anzahl der Streuobstbäume, die landwirtschaftliche Fläche und die Gesamtfläche der Ortschaft. (Quelle der Flächenangaben: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021; Schweiger 2019; Panknin 2019).

Ortschaft	Anzahl Bäume		Landwirtschaftliche Fläche		Gesamtfläche		
	absolut	Prozent	ha	Baum / ha	ha	Prozent	Bäume / ha
Denzlingen	5983	21,66	974	6,14	1694	22,11	3,53
Maleck	1792	6,49	164	10,93	237	3,09	7,56
Mundingen	3099	11,22	235	13,19	860	11,22	3,60
Reute	2114	7,65	268	7,89	479	6,25	4,41
Vörsstetten	2842	10,29	500	5,68	788	10,28	3,61
Weisweil	5110	18,50	728	7,02	1909	24,92	2,68
Wyhl	6684	24,20	1087	6,15	1695	22,12	3,94
absolut	27624	100,00	3956	6,98	7662	100,00	3,61

Tabelle 2: Streuobstbaumarten nach Ortschaften.

Ortschaft	Baumarten												Anzahl gesamt	
	Apfel		Kirsche		Zwetschgenartig		Walnuss		Birne		Sonstige			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Denzlingen	2807	46,92	806	13,47	1058	17,68	355	5,93	486	8,12	471	15,67	5983	21,66
Maleck	1181	65,90	91	5,08	174	9,71	40	2,23	260	14,51	46	5,11	1792	6,49
Mundingen	1220	39,37	544	17,55	368	11,87	567	18,30	259	8,36	141	9,05	3099	11,22
Reute	1116	52,79	249	11,78	269	12,72	148	7,00	186	8,80	146	13,74	2114	7,65
Vörsstetten	1571	55,28	337	11,86	351	12,35	157	5,52	224	7,88	202	14,14	2842	10,29
Weisweil	3865	75,64	281	5,50	283	5,54	318	6,22	185	3,62	178	6,93	5110	18,50
Wyhl	2576	38,54	1216	18,19	717	10,73	1428	21,36	312	4,67	435	12,95	6684	24,20
gesamt	14336	51,90	3524	12,76	3220	11,66	3013	10,91	1912	6,92	1619	5,86	27624	100,00

3.2 Baumartenverteilung

Der Anteil der Baumarten variiert zwischen 14.336 Exemplaren (51,9 %) bei den Apfelbäumen und 1.912 Exemplaren (6,9 %) bei den Birnbäumen. Über 50 % der Bäume sind Apfelbäume, die anderen Baumarten nehmen zwischen 12,8 % (Kirsche) und 6,9 % (Birne) ein (vgl. Tabelle 2). Des Weiteren gibt es 1.611 (5,9 %) Bäume die unter „Sonstige“ zusammengefasst wurden.

Mit über 75 % ist der Apfelbaumanteil in Weisweil deutlich höher als in den anderen Ortschaften, auch in absoluten Zahlen stehen hier mit 3.865 Bäumen die meisten

Apfelbäume aller untersuchten Ortschaften. Dadurch ist der Anteil anderer Baumarten in Weisweil geringer als in den übrigen Ortschaften. Der Birnbaumanteil ist beispielsweise in Maleck mit 14,5 % (260 Bäumen) viermal so hoch wie in Weisweil. Wyhl und Mündingen weisen mit 21,4 % (Wyhl) und 18,3 % (Mündingen) einen Walnussbaumanteil auf, der drei- bis vierfach so hoch ist wie in den übrigen Ortschaften. Diese beiden Ortschaften besitzen ebenfalls einen besonders hohen Anteil an Kirschbäumen, in Wyhl sind es 18,2 % und in Mündingen 17,6 %. In Denzlingen sticht der hohe Anteil an zwetschgenartigen Bäumen heraus, mit 17,7 % liegt er um 5 Prozentpunkte höher als in Reute, der Ortschaft mit dem zweithöchsten Anteil an zwetschgenartigen Bäumen (Siehe Tabelle 2).

3.3 Kronenansatzhöhe der Streuobstbäume

Über die Hälfte der Streuobstbäume hat einen Kronenansatz von über 120 cm Höhe (62,4 %, 17.238 Bäume), nur 10,8 % (2.979 Bäume) haben einen Kronenansatz von unter 60 cm (vgl. Tabelle 3). Der größte Anteil an Bäumen mit einem Kronenansatz unter 60 cm steht in Denzlingen mit 24,8 % und 1.484 Bäumen. In Weisweil hingegen sind kaum Bäume mit einem so niedrigen Kronenansatz zu finden, nur 0,7 % (38 Bäume). Weisweil hat prozentual den höchsten Anteil an Bäumen mit einem Kronenansatz von über 120 cm mit 76,4 % (3.906 Bäume), dicht gefolgt von Wyhl mit 76 %, auf dessen Fläche auch in absoluten Zahlen die meisten Bäume mit so einem hohen Kronenansatz stehen (5.078 Bäume).

Vergleicht man die Baumarten untereinander, hat der größte Anteil aller kartierten Bäume je Baumart einen Kronenansatz von über 120 cm (siehe Tabelle 4). Bei den zwetschgenartigen Bäumen ist dieser Anteil mit 43,8 % (1.409 Bäumen) am geringsten, hier gibt es auch den größten Anteil an Bäumen mit einem Kronenansatz von unter 60 cm Höhe (20,2 %, 649 Bäume). Bei den Walnussbäumen ist es genau umgekehrt, sie haben prozentual den größten Anteil an Bäumen mit einem Kronenansatz über 120 cm (88 %, 2.651 Bäume) und den geringsten Anteil an Bäumen mit einem Kronenansatz von unter 60 cm (5 %, 152 Bäume).

Tabelle 3: Kronenansatzhöhe der Streuobstbäume nach Ortschaften.

Ortschaft	Kronenansatzhöhe in cm								Anzahl gesamt	
	1-60		61-90		91-120		über 120			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Denzlingen	1484	24,80	1513	25,29	1109	18,54	1877	31,37	5983	21,66
Maleck	290	16,18	457	25,50	220	12,28	825	46,04	1792	6,49
Mündingen	132	4,26	316	10,20	480	15,49	2171	70,05	3099	11,22
Reute	187	8,85	239	11,31	261	12,35	1427	67,50	2114	7,65
Vörstetten	351	12,35	233	8,20	304	10,70	1954	68,75	2842	10,29
Weisweil	38	0,74	439	8,59	727	14,23	3906	76,44	5110	18,50
Wyhl	497	7,44	569	8,51	540	8,08	5078	75,97	6684	24,20
gesamt	2979	10,78	3766	13,63	3641	13,18	17238	62,40	27624	100

Tabelle 4: Kronenansatzhöhe der Streuobstbäume nach Baumarten.

Baumart	Kronenansatzhöhe in cm								Anzahl gesamt	
	1-60		61-90		91-120		über 120			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Apfel	1111	7,75	1972	13,76	1886	13,16	9367	65,34	14336	51,90
Kirsche	388	11,01	527	14,95	631	17,91	1978	56,13	3524	12,76
Zwetschgenartig	649	20,16	627	19,47	535	16,61	1409	43,76	3220	11,66
Walnuss	152	5,04	93	3,09	117	3,88	2651	87,99	3013	10,91
Birne	285	14,91	249	13,02	270	14,12	1108	57,95	1912	6,92
Sonstige	394	24,34	298	18,41	202	12,48	725	44,78	1619	5,86
gesamt	2979	10,78	3766	13,63	3641	13,18	17238	62,40	27624	100,00

Tabelle 5: Nutzbarkeit der Streuobstbäume nach Ortschaften.

Ortschaft	Nutzbarkeit der Bäume								Anzahl Gesamt	
	zugänglich		maessig zugänglich		nicht zugänglich		keine Angabe			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Denzlingen	4061	67,88	1321	22,08	515	8,61	86	1,44	5983	21,66
Maleck	1617	90,23	101	5,64	30	1,67	44	2,46	1792	6,49
Mundingen	2174	70,15	691	22,30	199	6,42	35	1,13	3099	11,22
Reute	1339	63,34	635	30,04	107	5,06	33	1,56	2114	7,65
Vörstetten	1711	60,20	861	30,30	177	6,23	93	3,27	2842	10,29
Weisweil	3672	71,86	1221	23,89	58	1,14	159	3,11	5110	18,50
Wyhl	4659	69,70	1410	21,10	337	5,04	278	4,16	6684	24,20
gesamt	19233	69,62	6240	22,59	1423	5,15	728	2,64	27624	100,00

Tabelle 6: Nutzbarkeit der Streuobstbäume nach Baumarten.

Baumart	Nutzbarkeit der Bäume								Anzahl gesamt	
	zugänglich		maessig zugänglich		nicht zugänglich		keine Angabe			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Apfel	10358	72,22	3296	22,98	673	4,69	9	0,06	14342	51,92
Kirsche	2225	63,12	1041	29,53	257	7,29	1	0,03	3525	12,76
Zwetschgenartig	2166	67,25	798	24,77	254	7,89	2	0,06	3221	11,66
Walnuss	2378	78,92	538	17,86	95	3,15	2	0,07	3013	10,91
Birne	1342	70,19	450	23,54	120	6,28	0	0,00	1912	6,92
Sonstige	764	47,42	117	7,26	24	1,49	714	44,32	1611	5,83
gesamt	19233	69,62	6240	22,59	1423	5,15	728	2,64	27624	100,00

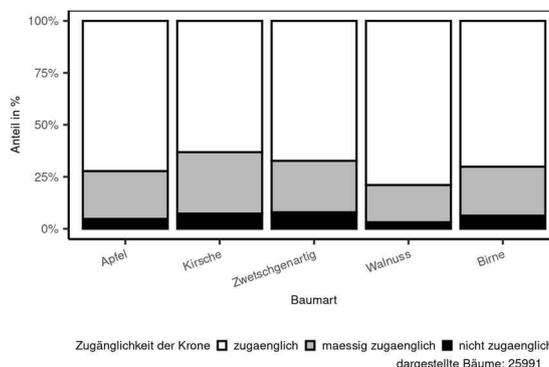


Abbildung 5: Nutzbarkeit der Bäume nach Baumarten. Die Kategorie „keine Angabe“ wurde nicht mit einbezogen.

3.4 Nutzbarkeit der Streuobstbäume

Fast 70 % (19.233 Bäume) der Streuobstbäume haben eine zugängliche Krone, an diesen Bäumen kann gut Obst geerntet werden. 22,6 % (6.240 Bäume) haben eine mäßig zugängliche Krone und bei 5,2 % (1.423 Bäume) ist die Baumkrone nicht zugänglich. Bei 2,6 % (728 Bäume) der Bäume wurde keine Angabe dazu gemacht (siehe Tabelle 5). In Maleck ist der Anteil der Bäume mit zugänglicher Krone mit über

90 % (1.617 Bäume) besonders hoch, der Anteil an Bäume mit mäßig zugänglicher Krone ist mit 5,6 % (101 Bäumen) deutlich geringer als in den anderen Ortschaften. Der Anteil an Bäumen mit einer nicht zugänglichen Krone ist in Weisweil mit 1,1 % (58 Bäume) und Maleck mit 1,7 % (30 Bäume) besonders gering.

Die Zugänglichkeit, mäßige Zugänglichkeit und Unzugänglichkeit der Baumkronen verteilt sich über alle Baumartengruppen, ohne besondere Ausreißer (vgl. Abbildung 5). Etwas mehr Bäume mit zugänglicher Krone gibt es bei den Walnussbäumen mit 78,9 % und bei den Apfelbäumen mit 72,2 % (siehe Tabelle 6). Mehr Bäume mit unzugänglicher Baumkrone gibt es bei den Zwetschgenartigen Bäumen mit 7,9 % und bei den Kirschbäumen mit 7,3 %.

3.5 Altersstruktur der Streuobstbäume

Gut 40 % der Streuobstbäume befinden sich im Ertragsstadium, dies sind 11.315 Bäume. Im Jugendstadium befinden sich 12,6 % (3.475 Bäume), 13,8 % im Stadium des Ertragsanstiegs (3.821 Bäume). Im Altersstadium, hier neigt sich die Ertragsfähigkeit dem Ende zu, sind 24,2 % der Bäume (6.683 Exemplare), im Abgangsstadium sind es 5,8 % (1.611 Bäume) und 2,6 % (713 Bäume) sind abgestorben (siehe Tabelle 7). Bei 6 Bäumen wurde keine Angabe zum Entwicklungsstadium gemacht.

Der Anteil der Bäume im Jugendstadium ist höher als der Anteil der Bäume im Abgangsstadium. Dies trifft sowohl auf den Gesamtdatensatz als auch auf die einzelnen Ortschaften zu (vgl. Tabelle 7). Wyhl hat mit 19,9 % einen bemerkenswert hohen Anteil an Bäumen im Jugendstadium, mit 9,9 % hat die Ortschaft aber auch den höchsten Anteil an Bäumen im Abgangsstadium und mit 4,2 % den höchsten Anteil an abgestorbenen Bäumen. Nimmt man die Bäume im Jugendstadium und die Bäume im Stadium des Ertragsanstiegs zusammen, machen sie 26,4 % aus, während die Bäume im Altersstadium und im Abgangsstadium zusammen 30 % ausmachen. Somit ist im Gesamtdatensatz der Anteil an älteren Bäumen höher als an jüngeren Bäumen. Dies trifft bis auf Wyhl und Denzlingen auch auf die einzelnen Ortschaften zu.

Bei der Betrachtung der Streuobstbäume nach Baumarten und Entwicklungsstadien wird deutlich, dass im Jugendstadium, im Stadium des Ertragsanstiegs, im Ertragsstadium und im Altersstadium der Anteil aller erfassten Arten relativ nahe beieinander liegt. Bei den Bäumen im Abgangsstadium gibt es jedoch eine größere Variation. Während es bei den Walnussbäumen mit 1,2 % (37 Bäumen) sehr wenige Individuen im Abgangsstadium gibt, ist der Anteil bei den Kirschbäumen mit 10 % (351 Bäumen) wesentlich höher (vgl. Tabelle 8).

Der Großteil der Bäume im Jugendstadium und im Stadium des Ertragsanstiegs hat eine zugängliche Krone. Von allen zugänglichen Bäumen machen sie jeweils 17,1 % aus (siehe Tabelle 9). Die Bäume im Ertragsstadium und im Altersstadium verteilen sich auf die drei Gruppen „zugänglich“, „mäßig zugänglich“ und „nicht zugänglich“ und haben in allen drei Gruppen einen hohen Anteil. Jedoch ist der Anteil der Bäume im Altersstadium mit einer zugänglichen Krone geringer als die Anteile an Bäumen mit mäßig oder nicht zugänglicher Krone und der Anteil der nicht zugänglichen Bäume im Ertragsstadium mit 30,9 % etwas geringer als die Anteile der ertragsfähigen Bäume in den anderen Gruppen. Der größte Anteil der Bäume im Abgangsstadium hat eine zugängliche Krone, jedoch machen sie im Gesamtvergleich nur einen geringen Anteil der zugänglichen Baumkronen aus, und die Anzahl der Bäume mit mäßig und unzugänglicher Krone ist nur etwas geringer. Die abgängigen Bäume machen mit 28,2 % einen hohen Anteil der Bäume mit nicht zugänglicher Krone vom Gesamtdatensatz aus.

Bei den Kategorien der Stammdurchmesser hat die Kategorie „21-40 cm“ mit fast 40 % (10.896 Bäumen) den höchsten Anteil (siehe Tabelle 10). Die Anteile in den Kategorien „1-10 cm“ und „11-20 cm“ liegen beide über 20 %, sind aber, aufgrund der logarithmischen Unterteilung, genauer unterteilt und umfassen damit nur halb so viele Werte. Zusammengefasst beträgt ihr Anteil 48,7 % und liegt damit über dem Anteil in der Kategorie „21-40 cm“. Bäume die eine Stammdicke von über 80 cm haben, gibt es lediglich 65 im Datensatz, das macht 0,2 % aus.

Der durchschnittliche Stammdurchmesser aller erhobenen Streuobstbäume liegt bei 22,8 cm (vgl. Tabelle 10). Er bewegt sich zwischen 19,4 cm in Reute und 23,5 cm in Wyhl. Sie liegen somit relativ nahe beieinander. Die Streuobstbäume mit einem Stammdurchmesser von 1-10 cm liegen in Mundingen mit 10,7 % deutlich unter den Anteilen der anderen Ortschaften. Die Ortschaft Reute hat insgesamt wenig dicke Bäume. Insgesamt sind lediglich 5 % der Bäume 41-80 cm dick und dicker als 80 cm sind keine Bäume vorhanden. Wyhl hat hingegen einen hohen Anteil an dicken Bäumen, die Kategorie „Stammdurchmesser 41-80 cm“ macht hier 15,4 % aus und die Kategorie „81-140 cm“ 0,4 %. In Wyhl stehen 29 der 65 Bäume, mit einem Stammdurchmesser von über 80 cm.

Betrachtet man den durchschnittlichen Stammdurchmesser pro Baumart, wird deutlich, dass Kirsch- und Walnussbäume deutlich dicker sind, der Durchschnitt ist bei ihnen über 10 cm dicker als bei den Apfel- und Birnbäumen. Die zwetschgenartigen Bäume sind mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 18,3 cm dünner als die Apfel- und Birnbäume (vgl. Tabelle 11). Dies wird auch in der Kategorie „Stammdurchmesser 11-21 cm“ deutlich, hier befinden sich 38,5 % der zwetschgenartigen

Bäume, aber nur 12,7 % der Walnussbäume und 13,4 % der Kirschbäume. Der Anteil der Bäume mit einem Stammdurchmesser von 41-80 cm beträgt bei den zwetschgenartigen Bäumen lediglich noch 2 % (865 Bäume), bei den Walnuss- und Kirschbäumen annähernd 30 %. In der Kategorie mit über 80 cm Stammdurchmesser gibt es keine zwetschgenartigen Bäume mehr und auch nur noch einen Apfelbaum (vgl. Abbildung 6). Der Anteil der Walnussbäume mit einer Dicke von über 80 cm liegt hingegen bei über 1 % und 33 Bäumen.

Fast alle Bäume im Jugendstadium sind zwischen 1 und 10 cm dick (99,7 %), nur 11 Bäume (0,3 %) haben einen Stammdurchmesser von 11-20 cm. Bei den Bäumen mit einer Stammdicke von 21-40 cm haben die Gruppen „Ertragsstadium“, „Altersstadium“, „Abgangsstadium“ und „abgestorben“ ähnlich große prozentuale Anteile (vgl. Tabelle 13). Von den 65 Bäumen mit einem Stammdurchmesser von über 80 cm sind 7 im Ertragsstadium, 51 im Altersstadium, 6 im Abgangsstadium und einer abgestorben.

Tabelle 7: Entwicklungsstadium der Bäume nach Ortschaften.

Ortschaft	Entwicklungsstadium der Bäume														Anzahl gesamt	
	Jugendstadium		Stadium des Ertragsanstiegs		Ertragsstadium		Altersstadium		Abgangsstadium		abgestorben		keine Angabe			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Denzlingen	841	14,06	1273	21,28	2382	39,81	1147	19,17	254	4,25	86	1,44	0	0,00	5983	21,67
Maleck	92	5,13	159	8,87	1128	62,95	308	17,19	61	3,40	44	2,46	0	0,00	1792	6,49
Mundingen	166	5,36	246	7,94	1590	51,31	968	31,24	94	3,03	34	1,10	1	0,03	3099	11,22
Reute	171	8,09	270	12,77	886	41,91	688	32,54	66	3,12	33	1,56	0	0,00	2114	7,66
Vörstetten	306	10,77	283	9,96	970	34,13	1053	37,05	139	4,89	90	3,17	1	0,04	2842	10,29
Weisweil	567	11,10	623	12,19	2341	45,81	1094	21,41	333	6,52	148	2,90	4	0,08	5110	18,51
Wyhl	1332	19,93	967	14,47	2018	30,19	1425	21,32	664	9,93	278	4,16	0	0,00	6684	24,17
gesamt	3475	12,58	3821	13,83	11315	40,96	6683	24,19	1611	5,83	713	2,58	6	0,02	27624	100,00

Tabelle 8: Entwicklungsstadium der Bäume nach Baumarten. Bei abgestorbenen Bäumen wurde die Baumart nicht erfasst.

Baumart	Entwicklungsstadium in 5 Stufen														Anzahl gesamt	
	Jugendstadium		Stadium des Ertragsanstiegs		Ertragsstadium		Altersstadium		Abgangsstadium		abgestorben		keine Angabe			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
Apfel	1923	13,41	1962	13,69	5997	41,83	3464	24,16	989	6,90	0	0,00	1	0,01	14336	51,91
Kirsche	384	10,90	410	11,63	1270	36,04	1108	31,44	351	9,96	0	0,00	1	0,03	3524	12,75
Zwetschgenartig	343	10,65	464	14,41	1501	46,61	801	24,88	109	3,39	0	0,00	2	0,06	3220	11,66
Walnuss	387	12,84	457	15,17	1429	47,43	703	23,33	37	1,23	0	0,00	0	0,00	3013	10,90
Birne	239	12,50	273	14,28	803	42,00	507	26,52	90	4,71	0	0,00	0	0,00	1912	6,92
Sonstige	199	12,29	255	15,75	315	19,46	100	6,18	35	2,16	713	44,04	2	0,12	1619	5,86
gesamt	3475	12,58	3821	13,83	11315	40,96	6683	24,19	1611	5,83	713	2,58	6	0,02	27624	100,00

Tabelle 9: Entwicklungsstadium der Bäume nach Nutzbarkeit der Bäume. Bei abgestorbenen Bäumen wurde die Nutzbarkeit nicht erfasst.

Nutzbarkeit der Bäume	Entwicklungsstadium der Bäume														Anzahl gesamt	
	Jugendstadium		Stadium des Ertragsanstiegs		Ertragsstadium		Altersstadium		Abgangsstadium		abgestorben		keine Angabe			
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent
zugänglich	3288	17,10	3295	17,13	8209	42,68	3812	19,82	629	3,27	0	0,00	0	0,00	19233	69,62
maessig zugänglich	97	1,55	467	7,48	2664	42,69	2430	38,94	581	9,31	0	0,00	1	0,02	6240	22,59
nicht zugänglich	90	6,32	59	4,15	439	30,85	434	30,50	401	28,18	0	0,00	0	0,00	1423	5,15
keine Angabe	0	0,00	0	0,00	3	0,41	7	0,96	0	0,00	713	97,94	5	0,69	728	2,64
gesamt	3475	12,58	3821	13,83	11315	40,96	6683	24,19	1611	5,83	713	2,58	6	0,02	27624	100,00

Tabelle 10: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Ortschaften.

Ortschaft	Stammdurchmesser in cm												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	1-10		11-20		21-40		41-80		81-140		keine Angabe				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Denzlingen	1766	29,52	1609	26,89	2010	33,60	584	9,76	14	0,23	0	0	5983	21,66	20,69
Maleck	349	19,48	545	30,41	759	42,35	138	7,70	1	0,06	0	0	1792	6,49	21,73
Mundingen	330	10,65	753	24,30	1516	48,92	491	15,84	9	0,29	0	0	3099	11,22	27,26
Reute	538	25,45	667	31,55	800	37,84	105	4,97	0	0,00	4	0,19	2114	7,65	19,41
Vörstetten	604	21,25	678	23,86	1217	42,82	326	11,47	1	0,04	16	0,56	2842	10,29	22,83
Weisweil	824	16,13	1509	29,53	2260	44,23	496	9,71	11	0,22	10	0,20	5110	18,50	23,44
Wyhl	1891	28,29	1398	20,92	2334	34,92	1032	15,44	29	0,43	0	0,00	6684	24,20	23,54
gesamt	6302	22,81	7159	25,92	10896	39,44	3172	11,48	65	0,24	30	0,11	27624	100,00	22,81

Tabelle 11: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Baumarten.

Baumart	Stammdurchmesser in cm												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	1-10		11-20		21-40		41-80		81-140		keine Angabe				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Apfel	3282	22,89	4060	28,32	6128	42,75	858	5,98	1	0,01	7	0,05	14336	51,90	20,67
Kirsche	593	16,83	473	13,42	1350	38,31	1078	30,59	27	0,77	3	0,09	3524	12,76	31,66
Zwetschgenartig	718	22,30	1238	38,45	1191	36,99	65	2,02	0	0,00	8	0,25	3220	11,66	18,27
Walnuss	496	16,46	383	12,71	1229	40,79	870	28,87	33	1,10	2	0,07	3013	10,91	32,10
Birne	524	27,41	623	32,58	594	31,07	164	8,58	3	0,16	4	0,21	1912	6,92	20,04
Sonstige	689	42,56	382	23,59	404	24,95	137	8,46	1	0,06	6	0,37	1619	5,86	17,61
gesamt	6302	22,81	7159	25,92	10896	39,44	3172	11,48	65	0,24	30	0,11	27624	100,00	22,81

Tabelle 12: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit

Nutzbarkeit der Bäume	Stammdurchmesser in cm												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	1-10		11-20		21-40		41-80		81-140		keine Angabe				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
zugänglich	5651	29,38	5350	27,82	6583	34,23	1614	8,39	30	0,16	5	0,03	19233	69,62	20,13
maessig zugänglich	412	6,60	1391	22,29	3295	52,80	1107	17,74	26	0,42	9	0,14	6240	22,59	28,98
nicht zugänglich	132	9,28	282	19,82	677	47,58	314	22,07	8	0,56	10	0,70	1423	5,15	29,65
keine Angabe	107	14,70	136	18,68	341	46,84	137	18,82	1	0,14	6	0,82	728	2,64	27,58
gesamt	6302	22,81	7159	25,92	10896	39,44	3172	11,48	65	0,24	30	0,11	27624	100	22,81

Tabelle 13: Stammdurchmesser der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadium.

Entwicklungsstadium	Stammdurchmesser in cm												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	1-10		11-20		21-40		41-80		81-140		keine Angabe				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Jugendstadium	3464	99,68	11	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3475	12,58	3,87
stadium des Ertragsanstieg	1936	50,67	1687	44,15	191	5,00	6	0,16	0	0,00	1	0,03	3821	13,83	11,27
Ertragsstadium	465	4,11	3996	35,32	6071	53,65	761	6,73	7	0,06	15	0,13	11315	40,96	24,28
Altersstadium	201	3,01	1040	15,56	3536	52,91	1847	27,64	51	0,76	8	0,12	6683	24,19	34,17
Abgangsstadium	130	8,07	288	17,88	762	47,30	425	26,38	6	0,37	0	0,00	1611	5,83	31,62
abgestorben	106	14,87	136	19,07	334	46,84	133	18,65	1	0,14	3	0,42	713	2,58	27,55
keine Angabe	0	0,00	1	16,67	2	33,33	0	0,00	0	0,00	3	50,00	6	0,02	12,33
gesamt	6302	22,81	7159	25,92	10896	39,44	3172	11,48	65	0,24	30	0,11	27624	100,00	22,81

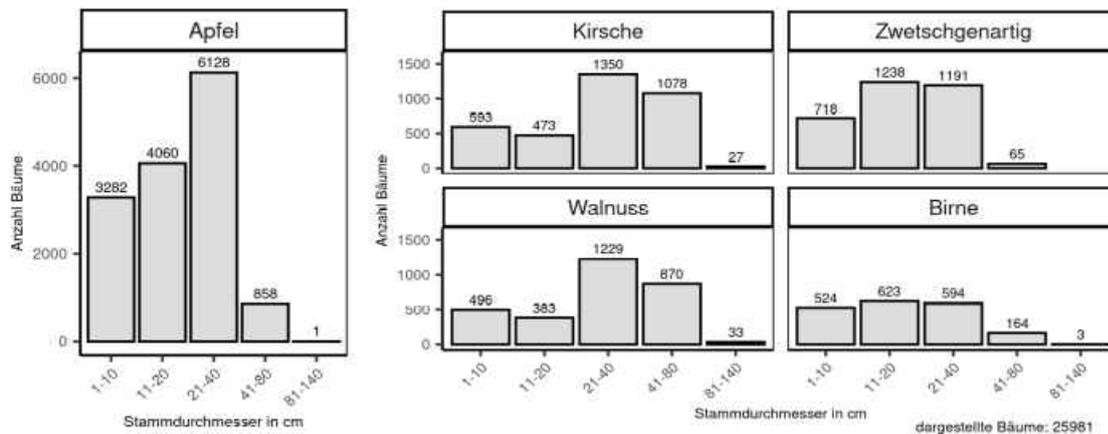


Abbildung 6: Stammdurchmesser der Streuobstbäume pro Baumart. Die Kategorien "Sonstige" und "keine Angabe" wurden nicht berücksichtigt.

3.6 Mikrohabitatdiversität

Maximal konnten 13 unterschiedliche Mikrohabitate an einem Streuobstbaum gefunden werden, dies war aber nur bei 5 Bäumen im gesamten Untersuchungsgebiet der Fall. An weiteren 63 Bäumen wurden 11-12 Mikrohabitate festgestellt. 11.021 Bäume, 39,9 %, haben gar keine Mikrohabitate, 34,1 % der Bäume haben ein oder zwei Mikrohabitate. Im Gesamtdurchschnitt sind 1,7 Mikrohabitate pro Baum vorhanden (vgl. Tabelle 14).

In Wyhl stehen drei der fünf Bäume mit 13 Mikrohabitaten und 34 Bäume mit 11-12 Mikrohabitaten, damit hat Wyhl den deutlich größten Bestand an Bäumen mit besonders vielen Mikrohabitaten. Dennoch ist in dieser Ortschaft nicht der höchste Durchschnittswert an Mikrohabitaten pro Baum zu finden. In Maleck stehen keine Bäume mit mehr als 10 Mikrohabitaten (vgl. Abbildung 7). Dafür ist hier der prozentuale Anteil an Bäumen ohne Mikrohabitate mit 11,9 % besonders gering, und die durchschnittliche Anzahl an Mikrohabitaten ist mit 2,2 die zweithöchste unter den Ortschaften. In Vörstetten ist der prozentuale Anteil an Bäumen ohne Mikrohabitate mit 58,1 % besonders hoch und der Durchschnittswert an Mikrohabitaten pro Baum mit 1,3 am geringsten.

Im Vergleich der Baumarten untereinander ist die durchschnittliche Mikrohabitatdiversität pro Baum bei den Kirschbäumen mit 2,1 am höchsten und bei den Walnussbäumen mit 1,4 am geringsten. Bei den Walnussbäumen liegt auch prozentual der höchste Anteil an Bäumen ohne Mikrohabitate (vgl. Tabelle 15). Die meisten Bäume mit vielen Mikrohabitaten sind bei den Apfel- und Kirschbäumen zu finden. Von den 5 Bäumen mit 13 Mikrohabitaten sind 3 Kirschbäume und 2 Apfelbäume. 39 Apfelbäume und 14 Kirschbäume haben 11-12 Mikrohabitate. Bei den Birnbäumen gibt es keinen Baum der mehr als 10 Mikrohabitate aufweist (siehe Abbildung 8).

Betrachtet man die Kronenansatzhöhe in Bezug auf die Mikrohabitatdiversität, zeigt sich, dass bei Obstbäumen mit einem Kronenansatz von mindestens 120 cm die durchschnittliche Mikrohabitatdiversität mit 1,9 am höchsten ist. Diese Kategorie der Kronenansatzhöhen ist die einzige, die eine höhere durchschnittliche Mikrohabitatdiversität aufweist als der Gesamtdurchschnitt. Alle Bäume mit 13 Mikrohabitattypen befinden sich in dieser Kategorie. Auch nimmt sie in allen Mikrohabitatdiversitätskategorien ab 5 Mikrohabitattypen den größten Anteil ein (siehe Tabelle 16). Bei den Bäumen mit 0 Mikrohabitaten haben die Bäume mit einer Kronenansatzhöhe von mindestens 120 cm prozentual den geringsten Anteil und die Bäume mit einer Kronenansatzhöhe unter 60 cm den prozentual größten Anteil.

Bei den Bäumen mit nicht zugänglicher Baumkrone ist die durchschnittliche Mikrohabitatdiversität pro Baum mit 2,7 am höchsten und bei den Bäumen mit zugänglicher Krone mit 1,3 am niedrigsten. Die Bäume mit zugänglicher Krone beinhalten auch den höchsten Anteil an Bäumen ohne Mikrohabitate (vgl. Abbildung 9). Die 5 Bäume mit 13 Mikrohabitaten sind auf die Bäume mit mäßig (3 Bäume) und nicht zugänglicher Baumkrone (2 Bäume) verteilt. Von den 63 Bäumen mit 11-12 Mikrohabitaten sind 33 Bäume mit mäßig zugänglicher Krone und 14 Bäume mit nicht zugänglicher Krone. Bei den Bäumen mit zugänglicher Krone, sind nur 12 Bäume mit 11-12 Mikrohabitaten zu finden (siehe Abbildung 9).

Bei 93,3 % der Streuobstbäume im Jugendstadium wurden keine Mikrohabitate vorgefunden, maximal wurden 3-4 Mikrohabitate bei Bäumen in diesem Entwicklungsstadium gefunden und das auch nur an vier Bäumen (siehe Tabelle 18). Die durchschnittliche Mikrohabitatdiversität liegt bei Bäumen im Jugendstadium bei 0,08. Bei Bäumen im Abgangsstadium liegt sie bei 4,6 und ist damit im Vergleich der Entwicklungsstadien am höchsten. Die fünf Bäume mit 13 Mikrohabitaten verteilen sich auf Bäume im Abgangs- und im Altersstadium (2 und 3 Bäume). Die Streuobstbäume mit 11-12 Mikrohabitaten befinden sich auch größtenteils in diesen beiden Stadien, nur vier davon sind abgestorben.

Die höchste durchschnittliche Mikrohabitatdiversität mit 6,2 ist bei Bäumen mit einer Stammdicke von 81-140 cm festzustellen. Mit dieser Stammdicke gibt es nur 2 Bäume, die keine Mikrohabitate aufweisen. Alle 5 Bäume mit 13 Mikrohabitaten sind 41-80 cm dick. Die Bäume mit 11-12 Mikrohabitaten verteilen sich über die Stammdicken „41-80 cm“ mit 39 Bäumen, „21-40 cm“ mit 20 Bäumen, „81-140 cm“ mit 3 Bäumen und „11-21 cm“ mit einem Baum. Von den Bäumen mit einem Stammdurchmesser von 1-10 cm haben 85,1 % keine Mikrohabitate. Das Maximum von 5-6 Mikrohabitaten in dieser Stammdicke wurde an 11 Bäumen vorgefunden. Der Durchschnitt an Mikrohabitaten pro Baum liegt bei den Bäumen mit 1-10 cm Stammdurchmesser bei 0,2 (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 14: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Ortschaften.

Ortschaft	Mikrohabitatdiversität																Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		1-2		3-4		5-6		7-8		9-10		11-12		13				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Denzlingen	3108	51,95	1616	27,01	664	11,10	360	6,02	187	3,13	39	0,65	9	0,15	0	0,00	5983	21,66	1,38
Maleck	213	11,89	969	54,07	420	23,44	145	8,09	38	2,12	7	0,39	0	0,00	0	0,00	1792	6,49	2,18
Mundingen	913	29,46	1125	36,30	415	13,39	353	11,39	209	6,74	73	2,36	10	0,32	1	0,03	3099	11,22	2,33
Reute	837	39,59	925	43,76	220	10,41	95	4,49	30	1,42	5	0,24	2	0,09	0	0,00	2114	7,65	1,29
Vörstetten	1651	58,09	672	23,65	234	8,23	136	4,79	102	3,59	40	1,41	6	0,21	1	0,04	2842	10,29	1,29
Weisweil	1300	25,44	2382	46,61	884	17,30	388	7,59	132	2,58	22	0,43	2	0,04	0	0,00	5110	18,50	1,86
Wyhl	2999	44,87	1725	25,81	839	12,55	543	8,12	397	5,94	144	2,15	34	0,51	3	0,04	6684	24,20	1,93
gesamt	11021	39,90	9414	34,08	3676	13,31	2020	7,31	1095	3,96	330	1,19	63	0,23	5	0,02	27624	100,00	1,74

Tabelle 15: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Baumarten

Baumart	Mikrohabitatdiversität																Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		1-2		3-4		5-6		7-8		9-10		11-12		13				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Apfel	5419	37,80	5207	36,32	1880	13,11	987	6,88	618	4,31	184	1,28	39	0,27	2	0,01	14336	51,90	1,78
Kirsche	1265	35,90	1100	31,21	575	16,32	327	9,28	176	4,99	64	1,82	14	0,40	3	0,09	3524	12,76	2,10
Zwetschgenartig	1371	42,58	1106	34,35	433	13,45	212	6,58	78	2,42	19	0,59	1	0,03	0	0,00	3220	11,66	1,52
Walnuss	1486	49,32	924	30,67	326	10,82	181	6,01	67	2,22	24	0,80	5	0,17	0	0,00	3013	10,91	1,35
Birne	735	38,44	808	42,26	215	11,24	105	5,49	36	1,88	13	0,68	0	0,00	0	0,00	1912	6,92	1,43
Sonstige	745	46,02	269	16,62	247	15,26	208	12,85	120	7,41	26	1,61	4	0,25	0	0,00	1619	5,86	2,20
gesamt	11021	39,90	9414	34,08	3676	13,31	2020	7,31	1095	3,96	330	1,19	63	0,23	5	0,02	27624	100,00	1,74

Tabelle 16: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Kronenansatzhöhe.

Kronenansatzhöhe in cm	Mikrohabitatdiversität																Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		1-2		3-4		5-6		7-8		9-10		11-12		13				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
1-60	1666	55,92	807	27,09	328	11,01	137	4,60	35	1,17	4	0,13	2	0,07	0	0,00	2979	10,78	1,1
61-90	1440	38,24	1289	34,23	654	17,37	284	7,54	79	2,10	18	0,48	2	0,05	0	0,00	3766	13,63	1,67
91-120	1487	40,84	1411	38,75	499	13,71	179	4,92	51	1,40	12	0,33	2	0,05	0	0,00	3641	13,18	1,4
über 120	6428	37,29	5907	34,27	2195	12,73	1420	8,24	930	5,40	296	1,72	57	0,33	5	0,03	17238	62,4	1,94
gesamt	11021	39,90	9414	34,08	3676	13,31	2020	7,31	1095	3,96	330	1,19	63	0,23	5	0,02	27624	100	1,74

Tabelle 17: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit

Nutzbarkeit der Bäume	Mikrohabitatdiversität																Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		1-2		3-4		5-6		7-8		9-10		11-12		13				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
zugänglich	8893	46,24	6617	34,40	2241	11,65	1009	5,25	377	1,96	84	0,44	12	0,06	0	0,00	19233	69,62	1,34
maessig zugänglich	1668	26,73	2248	36,03	1016	16,28	621	9,95	478	7,66	173	2,77	33	0,53	3	0,05	6240	22,59	2,48
nicht zugänglich	412	28,95	428	30,08	208	14,62	191	13,42	121	8,50	47	3,30	14	0,98	2	0,14	1423	5,15	2,71
keine Angabe	48	6,59	121	16,62	211	28,98	199	27,34	119	16,35	26	3,57	4	0,55	0	0,00	728	2,64	4,37
gesamt	11021	39,90	9414	34,08	3676	13,31	2020	7,31	1095	3,96	330	1,19	63	0,23	5	0,02	27624	100,00	1,74

Tabelle 18: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadium.

Entwicklungsstadium	Mikrohabitatdiversität															Anzahl gesamt	Durchschnitt		
	0		1-2		3-4		5-6		7-8		9-10		11-12		13				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Jugendstadium	3243	93,32	228	6,56	4	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3475	12,58	0,08
Stadium des Ertragsanstiegs	2829	74,04	914	23,92	72	1,88	6	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3821	13,83	0,36
Ertragsstadium	3797	33,56	5787	51,14	1369	12,01	301	2,66	61	0,54	10	0,09	0	0,00	0	0,00	11315	40,96	1,27
Altersstadium	972	14,54	2074	31,03	1662	24,87	1136	17,00	635	9,50	176	2,63	25	0,37	3	0,04	6683	24,19	3,23
Abgangsstadium	133	8,26	293	18,19	369	22,91	380	23,59	282	17,50	118	7,32	34	2,11	2	0,12	1611	5,83	4,64
abgestorben	41	5,75	118	16,55	210	29,45	197	27,63	117	16,41	26	3,65	4	0,56	0	0,00	713	2,58	4,41
keine Angabe	6	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	0,02	0,00
gesamt	11021	39,90	9414	34,08	3676	13,31	2020	7,31	1095	3,96	330	1,19	63	0,23	5	0,02	27624	100,00	1,74

Tabelle 19: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Stammdurchmesser.

Stammdurchmesser in cm	Mikrohabitatdiversität															Anzahl gesamt	Durchschnitt		
	0		1-2		3-4		5-6		7-8		9-10		11-12		13				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
1-10	5362	85,08	846	13,42	83	1,32	11	0,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6302	22,81	0,21
11-20	3028	42,30	3219	44,96	737	10,29	156	2,18	15	0,21	3	0,04	1	0,01	0	0,00	7159	25,92	1,07
21-40	2372	21,77	4609	42,30	2058	18,89	1128	10,35	581	5,33	128	1,17	20	0,18	0	0,00	10896	39,44	2,31
41-80	239	7,53	726	22,89	786	24,78	707	22,29	483	15,23	187	5,90	39	1,23	5	0,16	3172	11,48	4,28
81-140	2	3,08	4	6,15	11	16,92	18	27,69	15	23,08	12	18,46	3	4,62	0	0,00	65	0,24	6,22
keine Angabe	18	60,00	10	33,33	1	3,33	0	0,00	1	3,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	30	0,11	0,83
gesamt	11021	39,90	9414	34,08	3676	13,31	2020	7,31	1095	3,96	330	1,19	63	0,23	5	0,02	27624	100,00	1,74

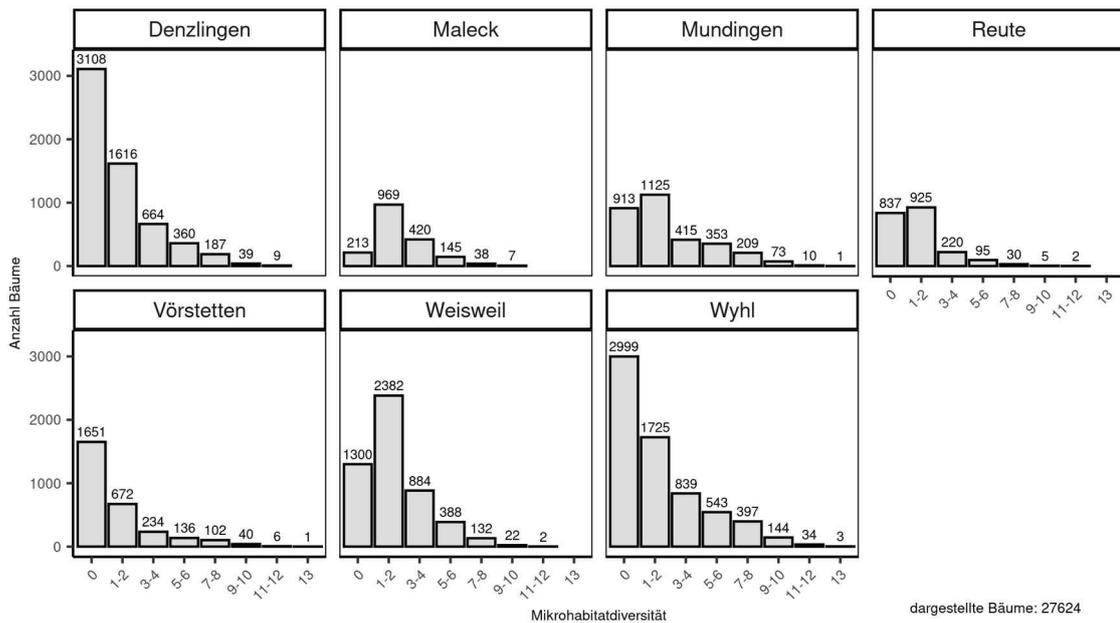


Abbildung 7: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume in den Ortschaften.

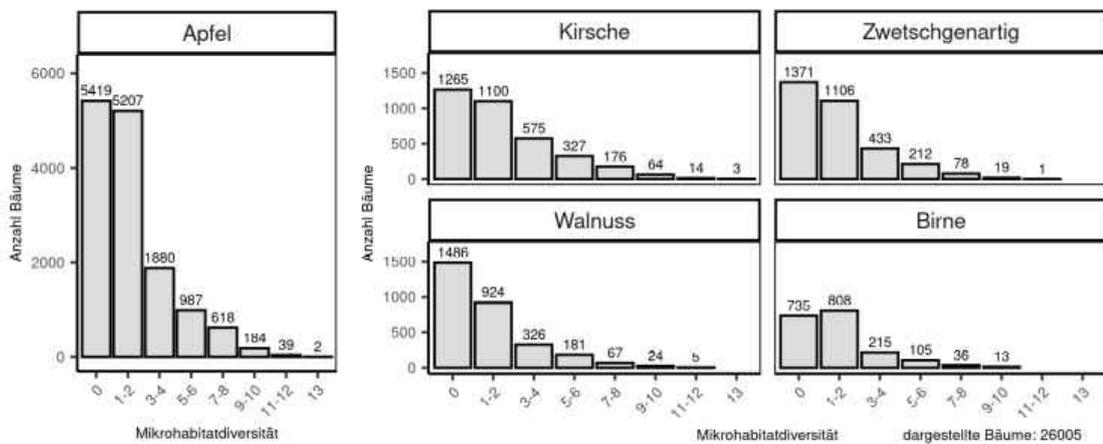


Abbildung 8: Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume nach Baumarten. Die Kategorie "Sonstige" wurde nicht berücksichtigt.

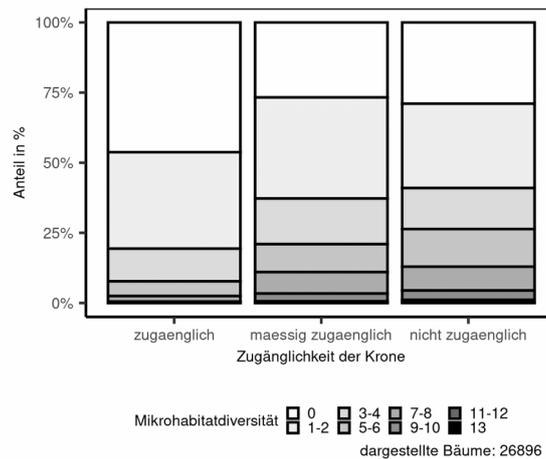


Abbildung 9: Mikrohabitatdiversität nach Nutzbarkeit der Bäume. Die Kategorie "keine Angabe" wurde nicht berücksichtigt.

3.7 Ökologische Wertigkeit

Die in Anlehnung an Kiehne (2015) berechnete ökologische Wertigkeit der kartierten Streuobstbäume im LK Emmendingen befindet sich zwischen 0 und 315. 39,9 % (11.021 Bäume) der Bäume haben eine ökologische Wertigkeit von 0 (siehe Abbildung 10), an diesen Bäumen wurden keine Mikrohabitate festgestellt. 150 Bäume (0,5 %) haben eine ökologische Wertigkeit von über 160. Die maximal erreichte ökologische Wertigkeit liegt bei 315, diesen Wert hat ein Baum erreicht. Darauf folgt ein Baum mit einer ökologischen Wertigkeit von 305 und ein Baum mit 290.

Die durchschnittliche ökologische Wertigkeit aller Bäume liegt bei 18,5. 19.654 Bäume (71,1 %) haben eine geringere ökologische Wertigkeit als der Durchschnitt. Der durchschnittliche ökologische Wert der Bäume in Reute, ist mit 11,1 deutlich unter dem Gesamtdurchschnitt (vgl. Tabelle 20). Von den 150 Bäumen mit einer ökologischen Wertigkeit über 160 stehen 94 auf Wyhler Gemarkung. 29 weitere Bäume mit einer so hohen ökologischen Wertigkeit stehen in Mundingen. In den restlichen Ortschaften stehen zwischen 1 und 10 Bäume mit einer ökologischen Wertigkeit über 160. Vörstetten hat mit 58,1 % einen hohen Anteil an Bäumen mit einer ökologischen Wertigkeit von 0, jedoch sind in den Kategorien mit hoher ökologischer Wertigkeit nicht deutlich weniger große Anteile zu verzeichnen als in den anderen Ortschaften.

Die durchschnittliche höchste ökologische Wertigkeit haben die Kirschbäume mit 26,4, sie liegen deutlich über dem Gesamtdurchschnitt von 18,5. Die Birnbäume liegen mit 13,8 deutlich unter dem Durchschnitt der ökologischen Wertigkeit des Gesamtdatensatzes. 65 der 150 Streuobstbäume mit einer ökologischen Wertigkeit von über

160 sind Kirschbäume und weitere 43 sind Walnussbäume. Von den zwetschgenartigen Bäumen sind in dieser Kategorie keine vorhanden (siehe Tabelle 21).

Eine ökologische Wertigkeit von über 160 ist hauptsächlich bei Bäumen mit einem Kronenansatz von über 120 cm festgestellt worden (vgl. Tabelle 22). Ab einer ökologischen Wertigkeit über 40 stellen die Bäume mit einem Kronenansatz von über 120 cm die prozentual größte Gruppe dar. Bei einer ökologischen Wertigkeit von 0 stellen sie die kleinste Gruppe dar und die Bäume mit einem Kronenansatz von 1-60 cm haben den prozentual größten Anteil (55,9 %, 1.666 Bäume).

Die Obstbäume mit zugänglicher Krone haben mit 13,3 eine deutlich geringere durchschnittliche ökologische Wertigkeit im Vergleich zum Gesamtdatensatz und auch zu den anderen Gruppen (siehe Tabelle 23). Die Hälfte der Bäume mit einer ökologischen Wertigkeit über 160 haben eine mäßig zugängliche Krone. In absoluten Zahlen gesehen, haben mehr Bäume mit einer mäßig zugänglichen Krone eine ökologische Wertigkeit von über 160 und 80,1-160 als Bäume mit einer nicht zugänglichen Krone. Jedoch ist der prozentuale Anteil von Bäumen mit nicht zugänglicher Krone in beiden Kategorien höher (vgl. Abbildung 11).

Die Streuobstbäume im Jugendstadium erreichen maximal eine ökologische Wertigkeit von „20,1-40“, 93,3 % von ihnen haben aber eine ökologische Wertigkeit von „0“. So liegt die durchschnittliche ökologische Wertigkeit der Bäume im Jugendstadium bei 0,6 (vgl. Tabelle 24). Die höchste durchschnittliche ökologische Wertigkeit ist bei den Streuobstbäumen im Abgangsstadium mit 54,3 zu finden. 93 der 150 Bäume mit einer ökologischen Wertigkeit von über 160 sind im Altersstadium, 46 im Abgangsstadium, 3 im Ertragsstadium und 8 sind bereits abgestorben. Jedoch ist der prozentuale Anteil der Bäume im Abgangsstadium mit einer ökologischen Wertigkeit von über 160 höher als bei den Bäumen im Altersstadium (siehe Abbildung 12).

85,1 % der Streuobstbäume mit einem Stammdurchmesser von 1-10 cm haben eine ökologische Wertigkeit von 0. Die höchste ökologische Wertigkeit die bei diesen Bäumen erreicht wird, ist in der Kategorie „40,1-80“, die gesamt durchschnittliche ökologische Wertigkeit dieser dünnen Bäume liegt bei 1,6. Sie ist somit deutlich am geringsten (vgl. Tabelle 25). Die höchste durchschnittliche ökologische Wertigkeit ist mit 158,7 bei den Bäumen mit einem Stammdurchmesser von 81-140 cm zu finden.

Von den Streuobstbäumen mit einer ökologischen Wertigkeit von über 160 hat kein Baum einen dünneren Stammdurchmesser als 41 cm (siehe Abbildung 13). Von den 150 Bäumen in der höchsten ökologischen Wertigkeitsstufe haben 121 einen Stammdurchmesser von 41-80 cm und 29 einen Stammdurchmesser von 81-140 cm. Bei den Streuobstbäumen mit einem Stammdurchmesser von 21-40 cm wurde

maximal eine ökologische Wertigkeit von 80,1-160 erreicht, in dieser Kategorie sind 273 (2,5 %) Bäume.

Tabelle 20: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Ortschaften,

Ortschaft	Ökologische Wertigkeit												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		0,1-20		20,1-40		40,1-80		80,1-160		160,1-315				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Denzlingen	3108	51,95	1481	24,75	564	9,43	580	9,69	240	4,01	10	0,17	5983	21,66	15,16
Maleck	213	11,89	1070	59,71	292	16,29	181	10,10	35	1,95	1	0,06	1792	6,49	16,88
Mundingen	913	29,46	1060	34,20	361	11,65	491	15,84	245	7,91	29	0,94	3099	11,22	26,06
Reute	837	39,59	940	44,47	162	7,66	132	6,24	41	1,94	2	0,09	2114	7,65	11,13
Vörstetten	1651	58,09	644	22,66	201	7,07	203	7,14	133	4,68	10	0,35	2842	10,29	14,15
Weisweil	1300	25,44	2025	39,63	937	18,34	654	12,80	190	3,72	4	0,08	5110	18,50	19,46
Wühl	2999	44,87	1790	26,78	635	9,50	703	10,52	463	6,93	94	1,41	6684	24,20	21,76
absolut	11021	39,90	9010	32,62	3152	11,41	2944	10,66	1347	4,88	150	0,54	27624	100,00	18,47

Tabelle 21: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Baumarten.

Baumart	Ökologische Wertigkeit												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		0,1-20		20,1-40		40,1-80		80,1-160		160,1-315				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Apfel	5419	37,80	5102	35,59	1682	11,73	1454	10,14	650	4,53	29	0,20	14336	51,90	17,22
Kirsche	1265	35,90	1018	28,89	464	13,17	433	12,29	279	7,92	65	1,84	3524	12,76	26,43
Zwetschgenartig	1371	42,58	1051	32,64	412	12,80	326	10,12	60	1,86	0	0,00	3220	11,66	14,17
Walnuss	1486	49,32	791	26,25	232	7,70	261	8,66	200	6,64	43	1,43	3013	10,91	19,71
Birne	735	38,44	799	41,79	167	8,73	145	7,58	61	3,19	5	0,26	1912	6,92	13,82
Sonstige	745	46,02	249	15,38	195	12,04	325	20,07	97	5,99	8	0,49	1619	5,86	23,96
gesamt	11021	39,90	9010	32,62	3152	11,41	2944	10,66	1347	4,88	150	0,54	27624	100,00	18,47

Tabelle 22: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Kronenansatzhöhe.

Kronenansatzhöhe in cm	Ökologische Wertigkeit												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		0,1-20		20,1-40		40,1-80		80,1-160		160,1-315				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
1-60	1666	55,92	757	25,41	294	9,87	207	6,95	52	1,75	3	0,10	2979	10,78	11,12
61-90	1440	38,24	1265	33,59	536	14,23	418	11,10	99	2,63	8	0,21	3766	13,63	16,23
91-120	1487	40,84	1353	37,16	459	12,61	261	7,17	79	2,17	2	0,05	3641	13,18	13,00
über 120	6428	37,29	5635	32,69	1863	10,81	2058	11,94	1117	6,48	137	0,79	17238	62,40	21,39
gesamt	11021	39,90	9010	32,62	3152	11,41	2944	10,66	1347	4,88	150	0,54	27624	100,00	18,47

Tabelle 23: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit.

Nutzbarkeit der Bäume	Ökologische Wertigkeit												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		0,1-20		20,1-40		40,1-80		80,1-160		160,1-315				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
zugänglich	8893	46,24	6338	32,95	1972	10,25	1465	7,62	523	2,72	42	0,22	19233	69,62	13,29
maessig zugänglich	1668	26,73	2156	34,55	843	13,51	923	14,79	575	9,21	75	1,20	6240	22,59	27,90
nicht zugänglich	412	28,95	400	28,11	180	12,65	254	17,85	152	10,68	25	1,76	1423	5,15	31,66
keine Angabe	48	6,59	116	15,93	157	21,57	302	41,48	97	13,32	8	1,10	728	2,64	48,67
gesamt	11021	39,90	9010	32,62	3152	11,41	2944	10,66	1347	4,88	150	0,54	27624	100,00	18,47

Tabelle 24: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadium.

Entwicklungsstadium	Ökologische Wertigkeit												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		0,1-20		20,1-40		40,1-80		80,1-160		160,1-315				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
Jugendstadium	3243	93,32	203	5,84	29	0,83	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3475	12,58	0,61
Stadium des Ertragsanstiegs	2829	74,04	874	22,87	95	2,49	22	0,58	1	0,03	0	0,00	3821	13,83	2,62
Ertragsstadium	3797	33,56	5595	49,45	1308	11,56	511	4,52	101	0,89	3	0,03	11315	40,96	10,50
Altersstadium	972	14,54	1962	29,36	1267	18,96	1560	23,34	829	12,40	93	1,39	6683	24,19	38,44
Abgangsstadium	133	8,26	260	16,14	298	18,50	553	34,33	321	19,93	46	2,86	1611	5,83	54,31
abgestorben	41	5,75	116	16,27	155	21,74	298	41,80	95	13,32	8	1,12	713	2,58	48,97
keine Angabe	6	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	0,02	0,00
gesamt	11021	39,90	9010	32,62	3152	11,41	2944	10,66	1347	4,88	150	0,54	27624	100,00	18,47

Tabelle 25: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Stammdurchmesser.

Stammdurchmesser in cm	Ökologische Wertigkeit												Anzahl gesamt		Durchschnitt
	0		0,1-20		20,1-40		40,1-80		80,1-160		160,1-315				
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent	
1-10	5362	85,08	806	12,79	109	1,73	25	0,40	0	0,00	0	0,00	6302	22,81	1,58
11-20	3028	42,30	3151	44,01	723	10,10	246	3,44	11	0,15	0	0,00	7159	25,92	8,09
21-40	2372	21,77	4597	42,19	1820	16,70	1834	16,83	273	2,51	0	0,00	10896	39,44	20,37
41-80	239	7,53	445	14,03	497	15,67	832	26,23	1038	32,72	121	3,81	3172	11,48	66,18
81-140	2	3,08	3	4,62	1	1,54	6	9,23	24	36,92	29	44,62	65	0,24	158,71
keine Angabe	18	60,00	8	26,67	2	6,67	1	3,33	1	3,33	0	0,00	30	0,11	9,10
gesamt	11021	39,90	9010	32,62	3152	11,41	2944	10,66	1347	4,88	150	0,54	27624	100,00	18,47

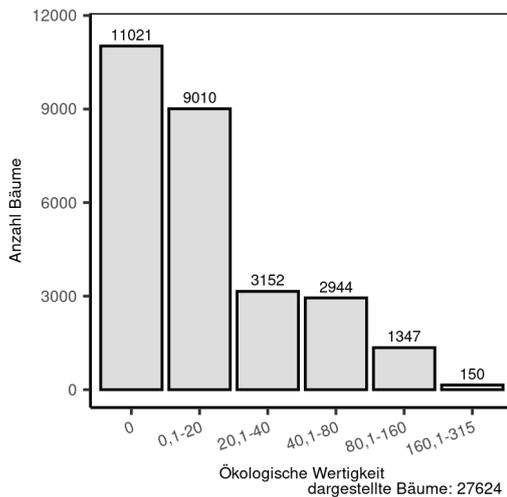


Abbildung 10: Streuobstbäume nach ökologischer Wertigkeit sortiert.

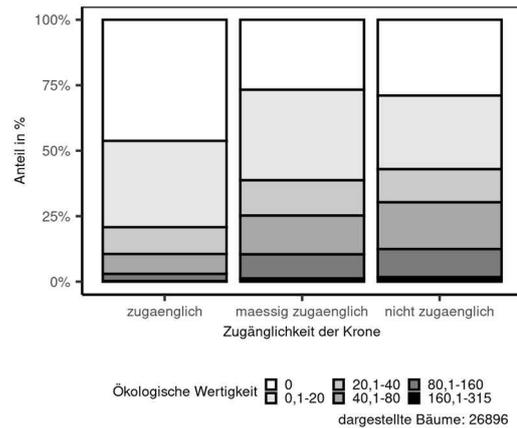


Abbildung 11: Ökologische Wertigkeit nach Nutzbarkeit der Bäume. Die Kategorie "keine Angabe" wurde nicht berücksichtigt.

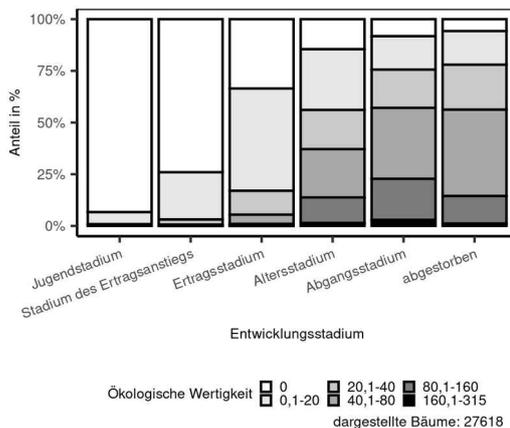


Abbildung 12: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Entwicklungsstadien. die Kategorie "keine Angabe" wurde nicht berücksichtigt.

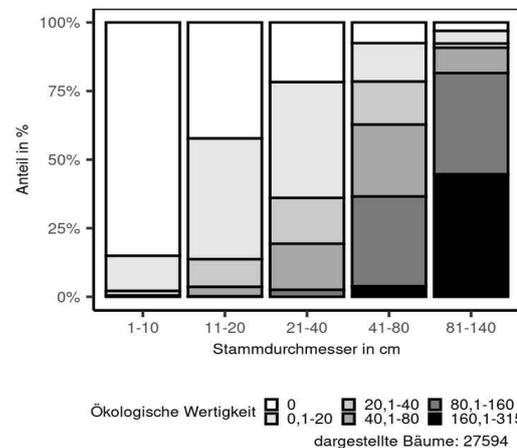


Abbildung 13: Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume nach Stammdurchmesser. die Kategorie "keine Angabe" wurde nicht berücksichtigt.

3.8 Relevante Faktoren für die Mikrohabitatdiversität eines Obstbaumes

Aus dem Generalisierten Linearen Modell mit negativer Binomialverteilung geht hervor, dass die fünf Prädiktoren, Ortschaft, Baumart, Kronenansatzhöhe, Entwicklungsstadium und Stammdurchmesser alle einen positiven Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume haben. Das Modell mit der negativen Binomialverteilung weist im Vergleich zum Modell mit der Poisson-Verteilung einen geringeren AIC auf und der Dispersionsparameter mit 0,999 ist nahe 1, somit ist keine „Overdispersion“ vorhanden.

Bis auf die Ortschaften Wyhl ($p = 0,018$) und Weisweil ($p = 0,17$) ist das Signifikanzniveau mit $p < 0,001$ für alle Kategorien aller Prädiktoren hoch signifikant. Bei der Ortschaft Maleck ist der positive Einfluss im Vergleich zu den anderen Ortschaften am stärksten ausgeprägt (Estimate = 0,44), in Vörstetten am geringsten (Estimate = -0,52) (siehe Abbildung 14 a).

Bei den Apfel- und zwetschgenartigen Bäumen liegt der Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität über 1 und bei den Kirsch- und Walnussbäumen unter 1 (siehe Abbildung 14 b). Wenn ein Baum zwetschgenartig ist, lässt dies die Mikrohabitatdiversität im Vergleich zu den anderen Baumarten rechnerisch am meisten ansteigen (Estimate = 0,08). Ein Walnussbaum hingegen verzeichnet den geringsten Anstieg (Estimate = -0,86).

Kronenansatzhöhe, Entwicklungsstadium und Stammdurchmesser weisen eine positive Korrelation zur Mikrohabitatdiversität auf (vgl. Abbildung 14 c, d und e). Die beide Kategorien „61-90“ und „91-120“ der Kronenansatzhöhe haben nahezu den gleichen

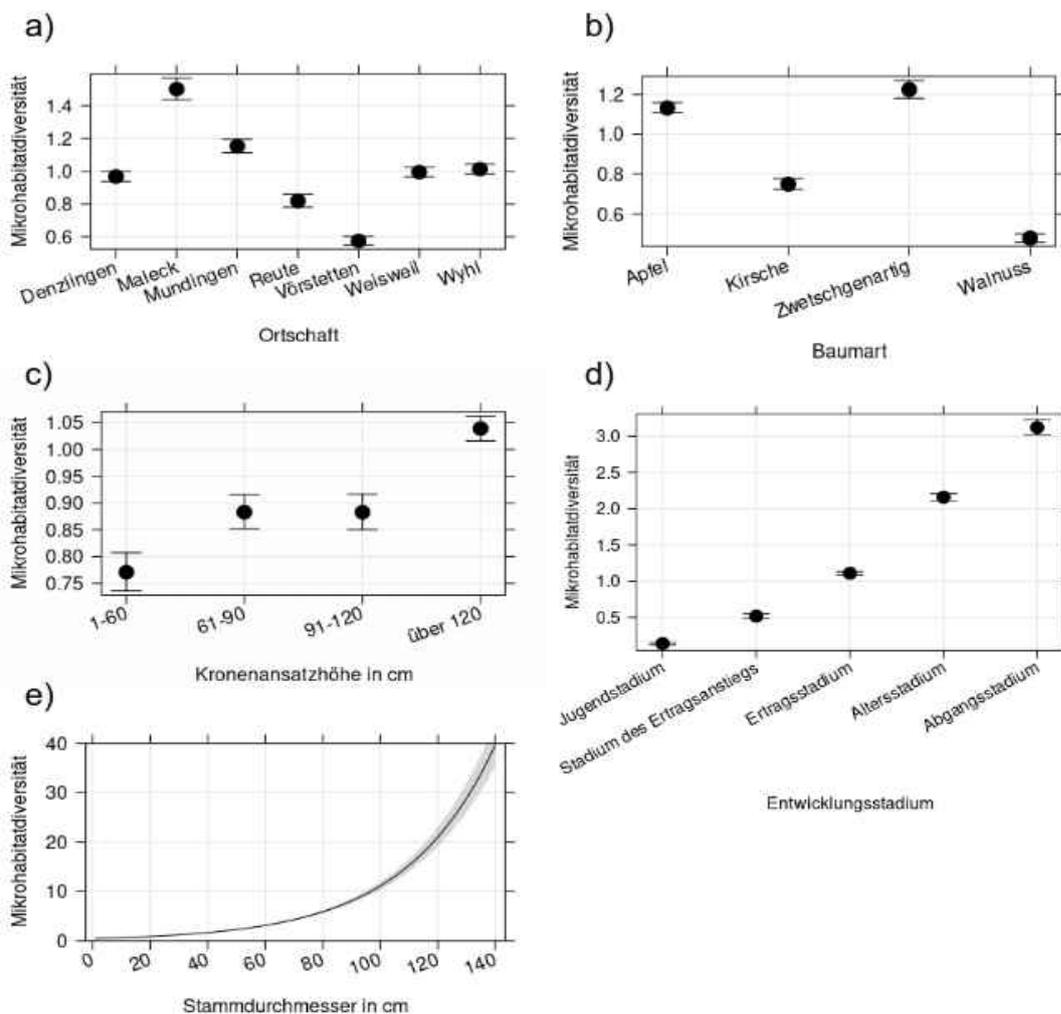


Abbildung 14: Einfluss der Prädiktoren auf die Mikrohabitatdiversität. Die Punkte stellen den Einfluss des Prädiktors dar, die Balken den 95%- Konfidenzintervall.

Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität. Bei einer Kronenansatzhöhe von über 120 cm steigt die Mikrohabitatdiversität rechnerisch an, bei einer Kronenansatzhöhe unter 61 cm sinkt sie ab.

Mit fortschreitendem Entwicklungsstadium steigt die Mikrohabitatdiversität, auch der Einfluss des Entwicklungsstadiums nimmt zu. Der Stammdurchmesser hat von allen Prädiktoren den höchsten Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität (vgl. Tabelle 26).

Die Modelle mit dem Simpson-Index der Mikrohabitatdiversität wurden verworfen, da kaum signifikante Ergebnisse erzielt werden konnten.

Tabelle 26: Ergebnisse des GLM mit der Antwortvariable Mikrohabitatdiversität in einer Poisson-Verteilung. Es sind angegeben: die Steigung (Estimate), der Standardfehler (Std. Error), der Z-Wert (t value) und der P-Wert ($Pr(>|z|)$).

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2,06	0,07	-29,51	0,00
Stammdurchmesser	0,48	0,01	63,90	0,00
Entwicklungsstadium				
Stadium des Ertragsanstiegs	1,32	0,07	18,44	0,00
Ertragsstadium	2,09	0,07	31,14	0,00
Altersstadium	2,75	0,07	40,52	0,00
Abgangsstadium	3,12	0,07	45,33	0,00
Kronenansatzhöhe in cm				
61-90	0,14	0,03	5,10	0,00
91-120	0,14	0,03	4,89	0,00
über 120	0,30	0,02	12,63	0,00
Baumart				
Kirsche	-0,41	0,02	-22,68	0,00
Zwetschgenartig	0,08	0,02	4,23	0,00
Walnuss	-0,86	0,02	-37,06	0,00
Ortschaft				
Maleck	0,44	0,02	17,58	0,00
Mundingen	0,18	0,02	8,11	0,00
Reute	-0,17	0,03	-6,08	0,00
Vörstetten	-0,52	0,03	-20,33	0,00
Weisweil	0,03	0,02	1,38	0,17
Wyhl	0,05	0,02	2,38	0,02

4 DISKUSSION

4.1. Nutzbarkeit der Streuobstbäume im Untersuchungsgebiet

4.1.1 Altersstruktur der Streuobstbäume

Rund 80 % der Streuobstbäume befinden sich in einem Entwicklungsstadium, in dem mit einem Obstertrag gerechnet werden kann. Bei den Bäumen im Stadium des Ertragsanstiegs, im Ertragsstadium und im Altersstadium kann davon ausgegangen werden, dass sie Obsterträge liefern (Hilkenbäumer 1964). Somit kann bei 79 % der Bäume im Untersuchungsgebiet mit einem Obstertrag gerechnet werden (vgl. Tabelle 7). Dieser Anteil ist ähnlich wie bei Schmieder und Küpfer (2010) für ganz Baden-Württemberg (74 %) und beim Trinationalen Umweltzentrum (2020) für den Tüllinger Berg (73 %). Ein Anteil von 75-80 % ertragsfähiger Bäume wird auch bei Küpfer et al. (2014) für naturschutzfachlich wertvolle Streuobstbestände empfohlen. Somit entspricht der Anteil ertragsfähiger Bäume im Untersuchungsgebiet den Richtwerten für ökologisch wertvolle Streuobstgebiete.

Küpfer et al. (2014) empfehlen des weiteren einen Anteil von 15 % Jungbäumen und 5-10 % abgängiger Bäume, das bedeutet mehr Jungbäume als abgängige Bäume. Bei der Betrachtung der Bäume im Jugendstadium und im Abgangsstadium kommen die erhobenen Werte den empfohlenen noch relativ nahe mit 12,6 % der Bäume im Jugendstadium und 5,8 % der Bäume im Abgangsstadium (vgl. Abbildung 15). In den vorliegenden Daten gibt es jedoch noch eine zusätzliche Unterteilung in Stadium des Ertragsanstiegs und Altersstadium. Es ist damit zu rechnen, dass ein Baum im Alters- oder im Abgangsstadium nicht mehr all zu lange bestehen bleibt. Um einen abgängigen Obstbaum adäquat zu ersetzen, muss die Pflanzung des Jungbaumes vor dem Absterben des alten Baumes vorgenommen werden, da der Jungbaum mindestens 7 bis 10 Jahre benötigt, bis mit Erträgen gerechnet werden kann (LfL 2017). Mit diesem Hintergrund kann man die Bäume im Stadium des Ertragsanstiegs den Bäumen im Abgangsstadium gegenüberstellen und die Bäume im Jugendstadium den Bäumen im Altersstadium. Diese beiden Kategorien sollten sich jeweils mindestens ausgleichen bzw. idealerweise sollte das junge Stadium einen größeren Anteil haben als das alte Stadium. Bei den Bäumen im Stadium des Ertragsanstiegs und den Bäumen im Abgangsstadium ist dies im gesamten Gebiet und den einzelnen Ortschaften der Fall. Bei den Bäumen im Jugendstadium und im Altersstadium ist es in allen Ortschaften und dem Gesamtdatensatz nicht der Fall. Auch wenn man jeweils die

beiden Kategorien „Jugendstadium“ und „Stadium des Ertragsanstiegs“ sowie „Altersstadium“ und „Abgangsstadium“ zusammenzählt, ist der Anteil der alten Bäume im gesamten Untersuchungsgebiet größer. Lediglich in den Ortschaften Denzlingen (35,3 % jüngere und 23,4 % ältere Bäume) und Wyhl (34,4 % jüngere und 31,3 % ältere Bäume) ist der Anteil der jungen Bäume höher als der Anteil der alten Bäume. Um auch in der Zukunft mit einem dauerhaften Bestand mit Erträgen rechnen zu können, müsste also der Anteil der Jungbäume in fast allen Ortschaften aufgestockt werden.

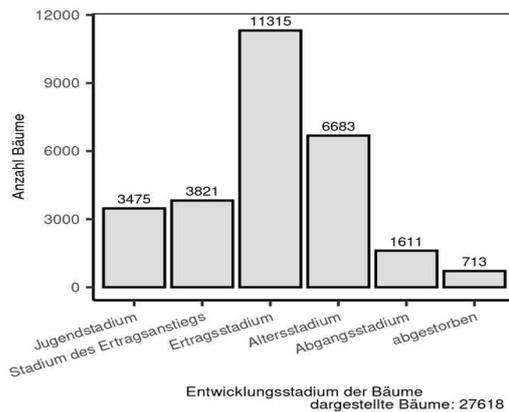


Abbildung 15: Entwicklungsstadien der Streuobstbäume. Die Kategorie „keine Angabe“ wurde nicht berücksichtigt.

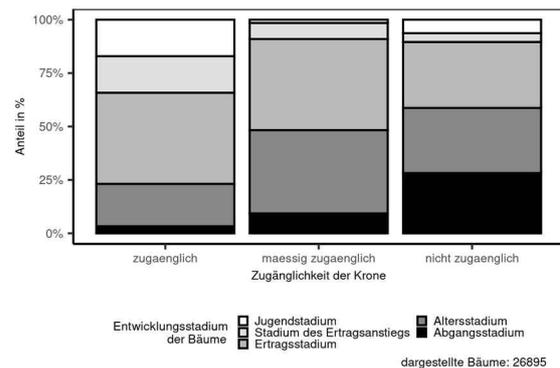


Abbildung 16: Entwicklungsstadien der Streuobstbäume nach Nutzbarkeit. Die Kategorien "keine Angabe" und „abgestorben“ wurden nicht mit einbezogen.

4.1.2 Zugänglichkeit der Streuobstbaumkronen

Das Kriterium Zugänglichkeit der Baumkrone, das zur Einschätzung der Nutzbarkeit der Obstbäume für Pflege- und Erntemaßnahmen genommen wurde, ist in keiner anderen Streuobsterhebung auf diese Weise ausgewertet worden. In den meisten Fällen werden die Bäume nach Pflegezustand eingeteilt, um die Nutzung der Streuobstbäume einzuschätzen (vgl. Behret et al. 2006; Berger 2008; Schmieder & Küpfer 2010; Trinationales Umweltzentrum 2020). Durch die Kategorie der Zugänglichkeit der Baumkrone zeichnet sich auf den ersten Blick ein positives Bild für den Zustand der Bäume in der Region ab (siehe 3.4 Nutzbarkeit der Streuobstbäume). Fast 70 % der Streuobstbäume weisen eine zugängliche Krone auf und nur ca. 5 % haben eine unzugängliche Baumkrone.

Jedoch ist hierbei zu berücksichtigen, dass eine zugängliche Baumkrone nur bedingt mit dem Kriterium Pflegezustand verglichen werden kann. So haben Bäume im Jugendstadium und Stadium des Ertragsanstiegs meist eine zugängliche Baumkrone (siehe Abbildung 16), da sie noch keine groß gewachsene weit entwickelte Baumkrone

haben. Hinzu kommt, dass die Baumarten- und Sorten unterschiedliche Wuchsformen haben, welche unterschiedlich gut zugänglich sind. Z.B. zählen Walnussbäume zu den pflegeleichten Obstbäumen, da sie in der Regel ohne viel Schnittaufwand eine zugängliche Krone ausbilden (Kornprobst 1994). Dies wird auch in dem analysierten Datensatz ersichtlich, 78,9 % der Walnussbäume haben eine zugängliche Baumkrone. Zwetschgenartige Bäume sind teilweise nahe an einer Buschform oder sind mehrstämmig und bilden sehr dichte Kronen aus (Kornprobst 1994). Diese dicht gewachsenen Kronen sind ohne Baumschnitt häufig schlechter zugänglich, was sich auch in den vorliegenden Ergebnissen widerspiegelt. So sind 7,9 % der zwetschgenartigen Bäume schlecht zugänglich und nur 3,2 % der Walnussbäume.

Die unterschiedliche Zugänglichkeit der Baumkronen in den Gemeinden steht im Verhältnis zu den vorkommenden Baumarten. So haben Maleck und Weisweil mit 1,7 % bzw. 1,1 % nur einen geringen Anteil an Bäumen mit einer unzugänglichen Krone. Beide Ortschaften haben einen hohen Anteil an Apfelbäumen (Vgl. Tabelle 2). Diese haben mit 72,2 % einen hohen Anteil an zugänglichen Baumkronen. Wohingegen Denzlingen mit dem höchsten Anteil an Zwetschgenartigen Bäumen (17,7 %) mit 8,6 % die meisten Bäume mit unzugänglichen Kronen aufweist.

4.2. Ökologischer Zustand der erfassten Streuobstbäume

4.2.1 Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume

Der Gesamtdurchschnitt der Mikrohabitatdiversität liegt bei den untersuchten Daten bei 1,7, was im Vergleich zu einigen Studien in Wäldern nicht besonders hoch erscheint (vgl. Tabelle 27). Da aber 39,9 % der Streuobstbäume keine Mikrohabitate aufweisen, wird durch diese Bäume der Durchschnittswert deutlich gesenkt. Werden nur die 16.603 Bäume mit einem oder mehreren Mikrohabitaten in die Berechnung mit einbezogen, liegt der Durchschnittswert bei 2,9. Dies ist deutlich höher als bei Studien in denen ausgewählte Habitatbäume untersucht wurden (unter anderem bei Großmann 2016; Kiehne 2015; Regnery et al. 2013). Im Vergleich zu Kiehne (2015) und Regnery et al. (2013) ist die Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume etwa drei mal so hoch wie an den untersuchten Waldbäumen (vgl. Tabelle 27).

Ebenfalls ist der Wert höher, wenn nur Bäume mit einem Stammdurchmesser von über 20 cm mit einbezogen werden, wie es bei einigen Aufnahmen in Wäldern gehandhabt wurde (siehe Johann & Schaich 2016; Vuidot et al. 2011; Winter 2008). Unter diesen Umständen wird die Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume von 2,7 lediglich von

den Bäumen im Naturrest, das seit mindestens 100 Jahren nicht bewirtschaftet wurde (siehe Winter 2008), übertroffen. Im Vergleich zu den anderen Studien ist die Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume jedoch mindestens um einen Punkt höher als bei den Waldbäumen (vgl. Tabelle 27).

Die Fallstudie von Großmann und Pyttel (2016) auf einer Streuobstwiese südlich von Freiburg, mit Apfel- und Nussbäumen, konnte sehr hohe Werte für die Mikrohabitatdiversität aufzeichnen. Jedoch stellt die erhobene Streuobstwiese von Großmann und Pyttel (2016) keine repräsentative Stichprobe für ein größeres Gebiet dar, da sie auf einer einheitlich naturschutzfachlich geförderten Wiese durchgeführt wurde. Die Werte sind daher kaum mit den vorliegenden Ergebnissen der erhobenen Daten aus dem LK Emmendingen vergleichbar.

Bei Großmann und Pyttel (2016) ist, wie auch in den vorliegenden Ergebnissen, ein Unterschied der durchschnittlichen Mikrohabitatdiversität zwischen den Obstbaumarten zu erkennen (auch wenn er bei Großmann und Pyttel (2016) nicht signifikant war). Der Unterschied zwischen Baumarten wurde ebenfalls in Studien mit Wald- und Stadtbäumen festgestellt (Großmann et al. 2020; Vuidot et al. 2011; Kozák et al. 2018; Larrieu & Cabanettes 2012). Großmann und Pyttel (2016) verzeichneten eine sehr hohe Mikrohabitatdiversität (4,3) bei Walnussbäumen, wohingegen die Walnussbäume im LK Emmendingen im Vergleich zu den anderen Baumarten die geringste Mikrohabitatdiversität (1,4, vgl. Tabelle 22) aufweisen. Eine Erklärung für dieses gegensätzliche Ergebnis gibt es bisher nicht.

Aus dem vorliegenden Datensatz geht für Kirsch- und Apfelbäume die höchste durchschnittliche Mikrohabitatdiversität hervor. Beide Baumarten weisen ebenfalls einen hohen Anteil der Bäume mit 11 oder mehr Mikrohabitaten auf (vgl. Tabelle 22). Laut Kornprobst (1994) bilden Apfelbäume im Vergleich zu anderen Obstbäumen relativ schnell Mikrohabitate aus und Kirschbäume verhältnismäßig spät. Der im Vergleich dünne durchschnittliche Stammdurchmesser der Apfelbäume von 20,7 cm spricht für diese These. Sowie dass die Kirschbäume im Untersuchungsgebiet mit 31,7 cm den zweit dicksten durchschnittlichen Stammdurchmesser haben und eine hohe Anzahl an Bäumen im Alters- und Abgangsstadium aufweisen. Diese beiden Faktoren, dicker Stammdurchmesser und ältere Bäume, fördern die Anzahl der Mikrohabitats (Vuidot et al. 2011; Winter et al. 2014). Das zeigt auch die hohe durchschnittliche Mikrohabitatdiversität der Bäume zwischen 81 und 140 cm Stammdurchmesser von 6,2. Diesen Zusammenhang haben unter anderem auch Asbeck et al. (2020), Großmann et al. (2020) und Larrieu und Cabanettes (2012) bei Wald- und Stadtbäumen nachgewiesen. Der deutliche Anstieg der Mikrohabitatdiversität mit dem

Tabelle 27: Vergleich der Mikrohabitatdiversität der Bäume mit den Ergebnissen einer Auswahl anderer Publikationen.

Mikrohabitatdiversität pro Baum	Auswahlkriterium	Anzahl aufgenommener Mikrohabitat-typen	Baumarten	Region	Quelle
Gesamt: 0,84 Weißtanne: 0,1 Fichte: 0,3 Douglasie: 0,5 Rotbuche: 1,3	Alle Bäume mit mindestens 1 Mikrohabitat	61	Weißtanne, Rotbuche, Fichte, Douglasie und weitere	Südschwarzwald	Kiehne 2015, Das Marteloskop Rosskopf als Grundlage zur Beurteilung von betriebswirtschaftlichen und naturschutzfachlichen Aspekten im Bergmischwald
lebende Bäume: ca. 1 abgestorbene Bäume: ca. 1,2	Mikrohabitat-Bäume	9	77% Eichen, Koniferen und weitere	Südfrankreich	Regnery et al. 2013, Which factors influence the occurrence and density of tree microhabitats in Mediterranean oak forests?
Kommunalwald: 0,92 staatlicher Wald: 0,98 Kleinparzelliger Privatwald: 1,39	Ab einem Stammdurchmesser von 20 cm	31	77% Europäische Buche und weitere	Schwäbische Alb	Johann, Schaich 2016: Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests
Weißtanne: 0,8 Fichte: 1,2 Rotbuche: 1,4 Bergahorn: 1,6	Habitatbäume	64	Bergahorn, Rotbuche, Weißtanne, Fichte	Schwarzwald	Großmann 2016, Wirksamkeit von Habitatbäumen und deren Auswahlkriterien für den Biodiversitätserhalt – eine Fallstudie im Bergmischwald
lebenden Bäume: 1,58 Abgestorbene Bäume: 2,82 Fichten und Tannen: 1,72 Buchen: 2,23 Eichen: 2,66	im Flachland Bäume ab 20 cm, in Bergregionen ab 30 cm Stammdurchmesser	26	Eiche, Buche, Tanne, Fichte und weitere	Frankreich, Flachland- und Bergregionen	Vuidot et al. 2011, Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats
Wirtschaftswald: ca. 1-1,55 Naturreservat: ca. 1,55-3,1	Bäume ab 20 cm Stammdurchmesser	21	Tiefland-Buchenwald	Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg	Winter 2008, Mikrohabitate und Phasenkartierung als Kern der Biodiversitätserfassung im Wald
Gesamt: 3,9 Apfel lebend: 2,9 Walnuss lebend: 4,3	Apfelbäume ab 10 cm und Walnussbäume ab 14 cm Stammdurchmesser	64	Walnussbäume und Apfelbäume	Schönberg, Südschwarz-wald	Großmann, Pyttel 2016, Ökologische Bewertung von Streuobstwiesen anhand von Mikrohabitaten – ein Fallbeispiel
Gesamt: 1,74 Ab 15 cm Stammdurchmesser: 2,38 Ab 20 cm Stammdurchmesser: 2,67 Ab 1 Mikrohabitat: 2,9	Streuobst-bäume	20	Apfel, Kirsche, Zwetschgenartige, Birne, Walnuss und weitere	Landkreis Emmendingen	Hier ausgewerteter Datensatz von sieben Ortschaften im LK Emmendingen, erhoben 2019.

Entwicklungsstadium (vgl. Tabelle 18) zeigt dies ebenfalls. Dies stimmt mit den Erkenntnissen von Vuidot et al. (2011) und Winter et al. (2014) überein.

Die bereits erwähnten Parameter beeinflussen auch die durchschnittliche Mikrohabitatdiversität in den Ortschaften. Die höchsten Durchschnittswerte sind in Maleck, Mundingen und Wyhl vorhanden (siehe Tabelle 14). In Maleck und Mundingen ist der Anteil an Bäumen im Jugendstadium geringer als in den anderen Ortschaften (5,1 % und 5,4 %), somit sind weniger Bäume mit einer geringen Mikrohabitatdiversität vorhanden. Zudem ist der durchschnittliche Stammdurchmesser in Mundingen mit 27,3 cm am höchsten, was ebenfalls die Mikrohabitatdiversität positiv beeinflusst. In Wyhl gibt es einen hohen Anteil an Bäumen im Jugendstadium (19,9 %), aber gleichzeitig weist Wyhl auch den größten Bestand an Bäumen mit vielen Mikrohabitaten auf,

wodurch der negative Einfluss der jungen Bäume auf die Mikrohabitatdiversität ausgeglichen wird.

4.2.2 Ökologische Wertigkeit der Streuobstbäume

Ein Großteil der Bäume (71,1 %) hat eine niedrige ökologische Wertigkeit, die geringer ist als die durchschnittliche ökologische Wertigkeit des Datensatzes (18,5). Ein kleiner Anteil von 0,5 % besitzen eine hohe ökologische Wertigkeit von „160 – 315“. Die Ergebnisse der ökologischen Wertigkeit entsprechen den Ergebnissen der Mikrohabitatdiversität und des Stammdurchmessers. Dies war zu erwarten, da die ökologische Wertigkeit aus diesen beiden Parametern berechnet wird, jedoch hätte durch die Gewichtung der Mikrohabitattypen auch eine Änderung auftreten können. Diese Gewichtung der Mikrohabitate macht es möglich, besonders seltenen und ökologisch wertvollen Mikrohabitaten mehr Bedeutung zuzuschreiben, wodurch Bäume mit solchen Mikrohabitaten hervorgehoben werden können. Da der Stammdurchmesser nicht nur mit der Mikrohabitatdiversität sondern auch mit der Häufigkeit von gleichen Mikrohabitaten positiv korreliert (Asbeck et al. 2020; Larrieu & Cabanettes 2012), kann die berechnete ökologische Wertigkeit als besseres Auswahlkriterium für ökologisch wichtige Bäume verwendet werden.

Die ökologische Wertigkeit wurde bisher in einigen wenigen Studien für Marteloskope im Wald berechnet (vgl. Kiehne 2015; Mordini 2009). Hierbei wurde auch der Baumart ein Wert zugeschrieben. Da dies in der Berechnung der ökologischen Wertigkeit der Streuobstbäume, aufgrund fehlender Daten, nicht vorgenommen wurde, sind die Ergebnisse nicht vergleichbar. Eine Gewichtung der Obstbaumarten könnte die ökologische Wertigkeit als Kriterium noch weiter präzisieren und würde eine Vergleichbarkeit mit Waldbäumen zulassen.

4.3 Einzelbaumspezifische Faktoren die die Mikrohabitatdiversität eines Obstbaumes bedingen

Die positive Korrelation des Stammdurchmessers mit der Mikrohabitatdiversität wurde bereits in einigen Studien belegt (unter anderem von Asbeck et al. 2020; Großmann & Pyttel 2016; Larrieu & Cabanettes 2012; Regnery et al. 2013) und auch der vorliegende Datensatz bestätigt diese. Der Parameter „Entwicklungsstadium“ ist mit dem Parameter „Stammdurchmesser“ verknüpft, da beide mit dem Alter des Baumes zusammenhängen (Lucke et al. 1992). Somit ist die positive Korrelation von fortschreitendem Entwicklungsstadium und Mikrohabitatdiversität anhand des Ergebnisses

des Stammdurchmessers nachvollziehbar. Da an Waldbäumen und auch bei Großmann und Pyttel (2016) die Entwicklungsstadien nicht auf gleiche Weise aufgenommen wurden, ist ein direkter Vergleich hier nicht möglich.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Streuobstbäume mit einem Kronenansatz von über 120 cm einen positiveren Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität ausüben als Bäume mit einem niedrigeren Kronenansatz. Dies geht mit Aussagen aus der Streuobstliteratur einher, dass mittel- und hochstämmige Streuobstbäume mehr Mikrohabitate ausbilden als Niederstammobstbäume (unter anderem bei Küpfer et al. 2014; LfL 2017; MUNLV NRW 2009). Inwiefern sich die Mikrohabitatdiversität mit noch höheren Kronenansatzhöhen, über 120 cm, weiter steigert, lässt sich an dem analysierten Datensatz nicht ablesen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf mit differenzierter aufgenommenen Kronenansatzhöhen.

In anderen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Baumart einen signifikanten Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität hat (unter anderem bei Großmann 2016; Kozák et al. 2018; Larrieu & Cabanettes 2012). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass auch bei Streuobstbäumen ein signifikanter Zusammenhang zwischen Baumart und Mikrohabitatdiversität besteht. Bei Baumarten, die im Durchschnitt einen dünneren Stammdurchmesser haben (Apfel- und zwetschgenartige Bäume) ist der Einfluss der Baumart auf die Mikrohabitatdiversität positiver als bei Baumarten, die im Durchschnitt einen dickeren Stammdurchmesser aufweisen (Kirsch- und Walnussbäume). Vergleicht man zwetschgenartige Bäume und Walnussbäume, die beide eine ähnliche Verteilung in den Entwicklungsstadien und eine nahe beieinander liegende durchschnittliche Mikrohabitatdiversität haben (vgl. Tabelle 8 und Tabelle 22), wird dies deutlich. Dieses Ergebnis kann auf den unterschiedlichen durchschnittlichen Stammdurchmessern der Baumarten beruhen. Daraus kann eine rechnerische Überschätzung der Arten entstehen.

Dass die Ortschaften einen Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität ausüben, kann als eine rechnerische Überschätzung durch die anderen Prädiktoren angenommen werden, in dem der Einfluss der Ortschaften durch den durchschnittlichen Zustand der Bäume in den Ortschaften bedingt wird.

4.4 Handlungsempfehlungen um ökologisch wertvolle Streuobstbäume zu erhalten

Im gesamten Untersuchungsgebiet liegt eine Überalterung des Bestandes vor. Um den Bestand zu erhalten, müssen möglichst bald Bäume nachgepflanzt werden. In Vörstetten, Mundingen und Reute ist der größte Handlungsbedarf vorhanden. In

Vörstetten sind 21,2 % mehr alte Bäume als junge Bäume und 3,2 % abgestorbene Bäume vorhanden, die ersetzt werden sollten. Um dieses Defizit auszugleichen, müssen mindestens 693 Bäume gepflanzt werden. Dann wäre zwar ein Gleichgewicht zwischen Alt- und Jungbäumen vorhanden, aber noch nicht 5-10 % mehr Jungbäume als Altbäume wie bei Küpfer et al. (2014) empfohlen. Hierfür müssen weitere 284 Bäume gepflanzt werden. Dies würde auf der Gemarkung Vörstetten eine Erhöhung des Streuobstbestandes um 34,4 % bedeuten.

Nach dieser Berechnung müssten in Mundingen 994 Bäume und in Reute 557 Bäume zum Bestandserhalt nachgepflanzt werden. Dies wäre eine Erhöhung um 32,1 % bzw. 26,4 % (siehe Tabelle 28). Für den Gesamtbestand des Untersuchungsgebiets würde diese Nachpflanzungsstrategie vorübergehend zu einer Bestandserhöhung von 16,2 % führen. Das entspricht fast den 17 % Rückgang der Streuobstbäume in Baden-Württemberg von 2005 bis 2015 (Borngräber et al. 2020). Die Bestandserhöhung würde aber nur bestehen bleiben, wenn in Zukunft jeder abgestorbene Baum direkt oder sogar noch vor seinem Absterben durch eine weitere Neupflanzung ergänzt wird. Zusätzlich zu den Pflanzungen muss die Pflege, unter anderem der qualifizierte Obstbaumschnitt, der neu gepflanzten Streuobstbäume gewährleistet werden, damit sie sich gut entwickeln und nicht vorzeitig altern (Küpfer et al. 2014).

Laut den Ergebnissen der vorliegenden Modellierung sind Apfelbäume und zwetschgenartige Bäume zur Nachpflanzung zu empfehlen, da diese beiden Arten den höchsten positiven Einfluss auf die Mikrohabitatdiversität ausüben. Jedoch werden zwetschgenartige Bäume tendenziell nicht so alt (Lucke et al. 1992) und vermehren sich über Ausläufer, was teilweise zur schnelleren Verbuschung der Wiesen führt. Demnach sind sie nicht ideal, um pflegeleichte Streuobstwiesen anzulegen. Apfelbäume bilden hingegen schnell Höhlen aus (Kornprobst 1994), sind häufig die vorherrschende Obstart in Streuobstbeständen (z.B. bei Beckmann 2008; Behret et al. 2006;

Tabelle 28: Priorisierung von Handlungsempfehlungen für ökologisch wertvolle Streuobstbäume. Differenz junge - alte Bäume: Jugendstadium + Stadium des Ertragsanstiegs - Altersstadium - Abgangsstadium. Nicht zugänglich: Bäume mit einer nicht zugänglichen Baumkrone. Fett gedruckte Werte sind unter dem Durchschnitt.

Ortschaft	Differenz junge - alte Bäume		abgestorbene Bäume		Nicht zugänglich		Mikrohabitatdiversität	Ökologische Wertigkeit	Baumbestand	Priorisierung	Maßnahmen	Ausgleichsneupflanzungen	+ 10% des Bestandes	Neupflanzungen gesamt	Erhöhung in Prozent
	absolut	Prozent	absolut	Prozent	absolut	Prozent									
Denzlingen	713	11,92	86	1,44	515	8,61	1,38	15,16	5983	3	Baumschnitt	-627	598,3	-28,7	-0,48
Maleck	-118	-6,58	44	2,46	30	1,67	2,18	16,88	1792	6	Nachpflanzung	162	179,2	341,2	19,04
Mundingen	-650	-20,97	34	1,10	199	6,42	2,33	26,06	3099	2	Nachpflanzung, Baumschnitt	684	309,9	993,9	32,07
Reute	-313	-14,81	33	1,56	107	5,06	1,29	11,13	2114	2	Nachpflanzung, Baumschnitt	346	211,4	557,4	26,37
Vörstetten	-603	-21,22	90	3,17	177	6,23	1,29	14,15	2842	1	Nachpflanzung, Baumschnitt	693	284,2	977,2	34,38
Weisweil	-237	-4,64	148	2,90	58	1,14	1,86	19,46	5110	4	Nachpflanzung	385	511	896	17,53
Wyhl	210	3,14	278	4,16	337	5,04	1,93	21,76	6684	5	Nachpflanzung	68	668,4	736,4	11,02
gesamt	-998	-3,61	713	2,58	1423	5,15	1,74	18,47	27624			1711	2762,4	4473,4	16,19

Schmieder & Küpfer 2010) und werden auch für Nachpflanzungen als dominante Art empfohlen (Seehofer et al. 2014). Der Nachteil an Apfelbäumen ist lediglich, dass sie regelmässige Instandhaltungsschnitte benötigen, um lange bestehen zu bleiben (Kornprobst 1994). Die vorliegenden Daten sprechen gegen eine Empfehlung von Walnussbäumen zur Nachpflanzung, jedoch ergibt die Erhebung von Großmann und Pyttel (2016) und Angaben aus der Literatur ein anderes Ergebnis. Großmann und Pyttel (2016) zeigen ein sehr hohes Mikrohabitatvorkommen an Walnussbäumen und in der Literatur werden Walnussbäume zum Erhalt von Streuobstwiesen empfohlen, da sie sehr pflegeleicht sind, kaum Schnittbedarf haben, im Alter Höhlen ausbilden und vergleichsweise alt werden (Kornprobst 1994; Lucke et al. 1992). Zudem ist das Klima im LK Emmendingen für Walnussbäume gut geeignet, da sie ein warmes Klima bevorzugen (Lucke et al. 1992). Für das Pflanzen von Kirschbäumen spricht die hohe durchschnittliche Mikrohabitatdiversität, die sie im vorliegenden Datensatz aufweisen und dass sie nach wenigen Jahren nur noch sehr wenige Baumschnitte benötigen (Kornprobst 1994). Dagegen spricht, dass sie laut Kornprobst (1994) erst spät und dann nur wenige Höhlen ausbilden und dass die Modellierung aus dem vorliegenden Datensatz einen geringen positiven Effekt der Baumart Kirsche auf die Mikrohabitatdiversität ergeben hat.

Generell gilt: eine Durchmischung der Baumarten- und sorten ist zu empfehlen und Streuobstbäume müssen gepflegt werden, nur unterschiedlich intensiv. Falls diese Pflege nicht gewährleistet werden kann und die Obsternte nicht relevant ist, kann auch auf andere Baumarten umgestellt werden, um eine halboffene Landschaft zu erhalten. Hierbei sollte auf heimische, wenn möglich regional vorkommende Baumarten geachtet werden (Seehofer et al. 2014). Eine Liste möglicher Baumarten wurde von Seehofer et al. (2014) erstellt und ist im Anhang zu finden (siehe Anhang 4).

Der Baumschnitt gilt als essentielle Maßnahme um einen Obstbaum lange und vital am Leben zu erhalten (Bosch 2010; Küpfer et al. 2014; Prinz et al. 2007; Seehofer et al. 2014). Es ist davon auszugehen, dass alle Bäume der untersuchten Best nde mit unzugänglicher Baumkrone einen Baumschnitt benötigen, sowie noch ein weiterer unbekannter Anteil an Bäumen, da der Schnittbedarf nicht gezielt ermittelt wurde. Von den 1.423 Streuobstbäumen mit nicht zugänglicher Baumkrone stehen 515 auf der Gemarkung Denzlingen, 337 in Wyhl, 199 in Mundingen und 177 in Vörstetten. Dies sind jeweils zwischen 5 % und 8,6 % der Bäume in den Ortschaften, diese haben definitiv Schnittbedarf.

4.5 Methodenkritik

Der vorliegende Datensatz gibt einen detailgetreuen Überblick über die einzelnen Streuobstbäume im Untersuchungsgebiet und Auskunft über viele relevante Faktoren. In dieser Detailschärfe werden Streuobstbäume äußerst selten großflächig aufgenommen. Jedoch wären noch präzisere Aussagen möglich gewesen, wenn eine genauere Absprache vor der Datenaufnahme mit den Kartierenden stattgefunden hätte. Wären von allen Kartierenden die Mikrohabitate nicht nur nach Präsenz und Absenz aufgenommen, sondern auch nach Anzahl, wären weitere Aussagen und Vergleiche möglich gewesen. Des Weiteren hätte eine vollständige Aufnahme der Kronenansatzhöhe (anstatt nur bis zu einer bestimmten Höhe) detailliertere Informationen über die Wirkung der Kronenansatzhöhe auf die Mikrohabitatdiversität zugelassen.

Um weitere Aussagen über den Streuobstbestand treffen zu können, wären Informationen über den fachlichen Schnitzzustand und zur Unternutzung bzw. dem Unterwuchs der Bäume sinnvoll gewesen. Beides war im Rahmen der hier vorliegenden Analyse vorangegangenen Kartierungen aufgrund von fehlendem Fachwissen und mangelnder Kapazität nicht möglich.

Die Berechnung der ökologischen Wertigkeit ohne Einbezug des Wertes der Baumarten besteht lediglich aus Stammdurchmesser, Mikrohabitattypen und Mikrohabitatdiversität, wobei sich Mikrohabitatdiversität und Stammdurchmesser gegenseitig bedingen. Somit wird lediglich der unterschiedliche Wert der Mikrohabitate hervorgehoben. Durch den Einbezug eines Wertes der Baumarten kann ein aussagekräftigerer Wert entstehen, der sich auch mit den Ergebnissen von Waldbäumen vergleichen lässt.

Insgesamt ist ein solider Datensatz entstanden, aus dem sich Maßnahmen für die kartierten Gebiete ableiten lassen. Es wird sich zeigen, ob diese detaillierte Streuobstkartierung einen Beitrag zum Erhalt der Streuobstbestände liefern kann.

5 FAZIT

Die Nutzbarkeit der Streuobstbäume im LK Emmendingen konnte mit dem erstellten Datensatz anhand des Entwicklungsstadiums der Bäume und der Zugänglichkeit der Baumkronen dargestellt werden (Forschungsfrage 1). Der Anteil ertragsfähiger Bäume von fast 80 % entspricht den empfohlenen 75-80 % an ertragsfähigen Bäumen, die von Küpfer et al. (2014) für naturschutzfachlich wertvolle Streuobstbestände empfohlen werden. Das Verhältnis von Jung- und Altbäumen zeigt eine Überalterung des Bestandes auf. Fast 70 % der Obstbäume weisen eine zugängliche Baumkrone für Pflege- und Erntemaßnahmen auf und nur gute 5 % besitzen eine unzugängliche Baumkrone.

Durch die Berechnung der ökologischen Wertigkeit der Streuobstbäume konnte die Forschungsfrage 2 ebenfalls beantwortet werden. Gut 70% der Streuobstbäume weisen eine geringere als die durchschnittliche ökologische Wertigkeit des Datensatzes auf und nur 0,5 % erreichen eine hohe ökologische Wertigkeit von „160-315“. Die Ergebnisse der ökologischen Wertigkeit entsprechen den Ergebnissen der Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume. Die durchschnittliche Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume ist im ausgewerteten Datensatz deutlich höher als sie bei vergleichbaren Studien an Waldbäumen nachgewiesen wurde.

Drei einzelbaumspezifische Faktoren konnten als wesentliche Einflussgrößen für die Mikrohabitatdiversität eines Obstbaumes festgestellt werden (Forschungsfrage 3). Zum einen wird die Mikrohabitatdiversität durch den Stammdurchmesser und das Entwicklungsstadium entscheidend beeinflusst. Dieses Ergebnis macht noch einmal deutlich, dass das Entwicklungsstadium und der Stammdurchmesser eng verknüpfte Parameter sind. Des Weiteren hat sich die Kronenansatzhöhe als wichtiger Faktor für die Mikrohabitatdiversität herausgestellt. Es wurde deutlich, dass Bäume mit einer Kronenansatzhöhe von über 120 cm die Mikrohabitatdiversität positiver beeinflussen als Bäume mit einer niedrigeren Kronenansatzhöhe. Als vierte relevante Einflussgröße wurde die Baumart identifiziert. Apfel- und zwetschgenartige Bäume weisen eine positivere Wirkung auf die Mikrohabitatdiversität als Kisch- und Walnussbäume auf, eine rechnerische Überschätzung durch die anderen Prädiktoren ist hierbei jedoch nicht ausgeschlossen. Künftige Studien zum Einfluss weiterer Prädiktoren auf die Mikrohabitatdiversität der Streuobstbäume, die im Rahmen dieser Arbeit nicht aufgenommen wurden, sind zu empfehlen.

Die vorangegangenen Ergebnisse geben Aufschluss für Handlungsempfehlungen zum Erhalt ökologisch wertvoller Streuobstbäume (Forschungsfrage 4). Die Ergebnisse zeigen, dass im gesamten Untersuchungsgebiet zu wenig Jungbäume vorhanden sind.

Als eine Handlungsempfehlung lässt sich daher ableiten, dass fast 5.000 Bäume nachgepflanzt und zukünftig gepflegt werden sollten. Der größte Bedarf an Nachpflanzungen besteht in Vörstetten, Mundingen und Reute. Als weitere Handlungsempfehlung lässt sich der Baumschnitt der über 1.400 Bäume mit unzugänglicher Baumkrone ableiten. In Wyhl, Mundingen und Vörstetten ist der Schnittbedarf an unzugänglichen Baumkronen am höchsten. Die beschriebenen Handlungsempfehlungen zeigen auf, welche Gemeinden den höchsten Handlungsbedarf haben. Für die Umsetzung kann die Baumauswahl weiter präzisiert werden, unter anderem durch den Einbezug weiterer Parameter im nun vorhandenen Datensatz. Eine fachliche Einschätzung des Schnittbedarfs und die Erreichbarkeit und Kooperation der Besitzenden sind darüber hinaus ebenfalls mögliche Grundlagen einer konkreten Maßnahmenplanung.

Die Abnahme der Streuobstbestände in den letzten Jahrzehnten zeigt den großen Handlungsbedarf, um diesen vielfältigen Lebensraum zu erhalten. Durch den nun vorhandenen soliden Datensatz für die sechs Gemeinden im LK Emmendingen und die in der vorliegenden Masterarbeit herausgestellten Einflussfaktoren und Handlungsempfehlungen kann nun mit der konkreten Planung von Maßnahmen zum Erhalt der Streuobstbäume begonnen werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit können somit einen wichtigen Beitrag leisten, um die einzigartige Kulturlandschaft der Streuobstwiesen in der Region zu erhalten und ihrem weiteren Rückgang entgegenzuwirken.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Arnold, H. (2019): Nutzung und Schutz von Streuobstbäumen in der Gemeinde Wyhl am Kaiserstuhl. Masterarbeit an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 75 Seiten
- Asbeck, T.; Großmann, J.; Paillet, Y.; Winiger, N.; Bauhus, B. (2021): The Use of Tree-Related Microhabitats as Forest Biodiversity Indicators and to Guide Integrated Forest Management. *Current Forestry Reports*, Seite 59-68. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00132-5>
- Asbeck, T.; Messier, C.; Baumhus, J. (2020): Retention of tree-related microhabitats is more dependent on selection of habitat trees than their spatial distribution. *European Journal of Forest Research*, Seite 1015-1028.
- Baumhof-Pregitzer, M.; Langer, S.; Schollmeier, D. (1997): Streuobst Ideen, Aktionen, Konzepte zum Erhalt der Streuobstwiesen in Baden-Württemberg. Stiftung Naturschutzfonds beim Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg, 71 Seiten
- Beckmann, D. (2008): Erfassung und Bewertung ausgewählter Streuobstwiesen im Ravensberger Hügelland. Diplomarbeit an der Fakultät für Biologie der Universität Bielefeld, 82 Seiten
- Behret, I.; Jäckle, H.; Kaiser, B.; Bühler, I. (2006): Erfassung des Pflegezustandes der Streuobstwiesen südlich von Mössingen. 39 Seiten
- Beigel, H.; Böhmer, H.-J.; Distler, H.; Kappes, G.; Klein, H.; Raab, B.; Schüle, P. (1995): Lebensraum Streuobstflächen – Vorschläge zur Umsetzung von Artenschutzzielen. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 184 Seiten
- Berger, J. (2008): Zustandsanalyse und Zielkonzept zur Erhaltung und Entwicklung von Streuobstwiesen – Dargestellt am Beispiel einer Gemeinde des Biosphärenreservats Rhön. *Natur- und Landschaftsschutz*, Seite 155-167.
- Blattgerste, B. (2019): Schutz und Nutzung von Streuobst im Landkreis Emmendingen. Bachelorarbeit an dem Institut für Umweltsozialwissenschaften und Geographie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 48 Seiten
- Borngräber, S.; Krismann, A.; Schlieder, K. (2020): Ermittlung der Streuobstbestände Baden-Württembergs durch automatisierte Fernerkundungsverfahren. *Naturschutz und Landschaftspflege*, 17 Seiten. Stuttgart
- Bosch, H.-T. (2010): Die Pflege alter Obstbäume. *Kleinbrennerei Fachinformation für Obst- & Getreidebrennerei*, Seite 12-15. Stuttgart

- Bosch H.-T. (2016): Naturgemäße Kronenpflege am Obsthochstamm. Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee, Ravensburg, 192 Seiten
- Bünger, L. (1996): Erhaltung und Wiederbegründung von Streuobstbeständen in Nordrhein-Westfalen. LÖLF-Schriftenreihe, 210 Seiten
- Burk, L. (2020): Poisson-Regression und ihre Leiden. 53 Seiten. <https://poisson.tadaa-data.de/>
- Dormann, C. F. (2017): Parametrische Statistik. Verteilungen, maximum likelihood und GLM in R. Springer, Spektrum, Berlin, Heidelberg, 361 Seiten
- Dormann, C. F.; Elith, J.; Bacher, S.; Buchmann, C.; Carl, G.; Carré, G.; Marquéz, J. R. G.; Gruber, B.; Lafourcade, B.; Leitão, P. J.; Münkemüller, T.; McClean, C.; Osborne, P. E.; Reineking, B.; Schröder, B.; Skidmore, A. K.; Zurell, D.; Lautenbach, S. (2013): Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, Seite 27-46. doi: 10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x
- Erlach, A. (1994): 3. Ökologie des Streuobstbaues. Grüne Reihe des Lebensministeriums - 7. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Seite 57-102.
- Gross, J. und Ligges, U. (2015): Package 'nortest', Tests for Normality. <https://cran.r-project.org/web/packages/nortest/nortest.pdf>
- Großmann, J. (2016): Wirksamkeit von Habitatbäumen und deren Auswahlkriterien für den Biodiversitätserhalt – eine Fallstudie im Bergmischwald. Masterarbeit an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 88 Seiten
- Großmann, J. und Pyttel, P. (2016): Ökologische Bewertung von Streuobstwiesen anhand von Mikrohabitaten – ein Fallbeispiel. Badischer Landesverband Naturkunde und Naturschutz, Seite 105-117.
- Großmann, J. und Pyttel, P. (2019): Mikrohabitate und Baumdimension als Grundlage der Habitatbaum-Auswahl im Bergmischwald. *Natur und Landschaft*, Seite 531-541. doi: 10.17433/12.2019.50153759.531-541
- Großmann, J.; Pyttel, P.; Bauhus, J.; Lecigne, B.; Messier, C. (2020): The benefits of tree wounds: Microhabitat development in urban trees as affected by intensive tree maintenance. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12 Seiten. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126817>
- Güll, R. (2015): Streuobstwiesen Von der früheren Normalität bis zur heutigen Einzigartigkeit. *Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg*, Seite 38-42
- Handl, A. und Kuhlenkasper, T. (2017): *Multivariate Analysemethoden, Theorie und Praxis mit R*. Springer Spektrum, Berlin, 536 Seiten

- Hartig, F. und Lohse L. (2021): Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models Version 0.4.1.
<https://cran.r-project.org/web/packages/DHARMA/DHARMA.pdf>
- Hassler, M.; Hassler, D.; Alberti, J. (2004): Obstwiesen im Kraichgau von Blütenpracht, Steinkäuzen, Säften und Destillaten; eine kleine Natur- und Kulturgeschichte der Obstwiesen. Ubstadt-Weiher Basel: Verlag Regionalkultur, Heidelberg, 320 Seiten
- Heiter, N. (2019): Streuobstzensus in der Gemeinde Weisweil. Masterarbeit an der Professur für Waldbau der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 66 Seiten
- Herzog, F. (1998): Streuobst: a traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europe. *Agroforestry Systems* 42, Seite 61–80
- Hilkenbäumer, F. (1964): Obstbau. Grundlagen, Anbau und Betrieb. Parey, Berlin, Seite 138-151
- Hochstamm Deutschland e.V. (2021): Kulturerbe erhalten. <https://www.hochstamm-deutschland.de/#article-20>
- Holzappel, L. (2019): Schutz und Nutzung von Streuobst in der Gemeinde Vörstetten. Bachelorarbeit an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 56 Seiten
- Johann, F. und Schaich, H. (2016): Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests. *Forest Ecology and Management*, Seite 70-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.08.037>
- Kiehne, J. (2015): Das Marteloskop Rosskopf als Grundlage zur Beurteilung von betriebswirtschaftlichen und naturschutzfachlichen Aspekten im Bergmischwald. Masterarbeit an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 109 Seiten
- Kleiber, C. und Zeileis, A. (2008): *Applied Econometrics with R*. Springer-Verlag, New York, 222 Seiten, doi: 10.1007/978-0-387-77318-6
- Knauer, W. (1940): *Der Obst- und Gemüsemarkt. Bd. 2: die deutschen Anbauggebiete*. Niemann & Moschinski, Hamburg, Berlin, 446 Seiten
- KOGL Kreisverband für Obstbau, Garten und Landschaft Emmendingen e.V. (2021): *Der KOGL - seine Ziele und Aufgaben*. <https://www.kogl-emmendingen.de/>
- Kornprobst, M. (1994): *Lebensraumtyp Streuobst - Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.5*. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), München, 221 Seiten
- Kozák, D.; Mikoláš, M.; Svitok, M.; Bače, R.; Paillet, Y.; Larrieu, L.; Nagel, T.A.; Begovič, K.; Čada, V.; Diku, A.; Frankovič, M.; Janda, P.; Kameniar, O.; Keren, S.; Kjučukov, P.; Lábusová, J.; Langbehn, T.; Málek, J.; Mikac, S.; Morrissey, R. C.; Nováková, M. H.;

- Schurrman, J. S.; Svobodová, K.; Synek, M.; Teodosiu, M.; Toromani, E.; Trotsiuk, V.; Vítková, L.; Svoboda, M. (2018): Profile of tree-related microhabitats in European primary beech-dominated forests. *Forest Ecology and Management*, Seite 363-374. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.07.021>
- Kraus, D.; Bütler, R.; Krumm, F.; Lachat, T.; Larrieu, L.; Mergner, U.; Paillet, Y.; Rydkvist, T.; Schuck, A.; Winter, S. (2016): Katalog der Baummikrohabitate –Referenzliste für Feldaufnahmen. Integrate + Technical Paper 13, European Forest Institute. 15 Seiten
- Küpfer, C. und Balko, B. (2010): Streuobstwiesen in Baden-Württemberg – Wie viele Obstbäume wachsen im Land und in welchem Zustand sind sie? *Horizonte*, Seite 38-41.
- Küpfer, C.; Habeck, J.; Deuschle, J. (2014): Aufwertung von Streuobstbeständen im Kommunalen Ökokonto, Praxisleitfaden. Referat 56, Naturschutz und Landschaftspflege, Regierungspräsidium Stuttgart, 25 Seiten
- LEL Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum (2019): Klimadaten in den Gemeinden Baden-Württembergs. https://www.lel-web.de/app/ds/lel/a3/Online_Kartendienst_extern/Karten/92411/index.html
- Larrieu, L. und Cabanettes, A. (2012): Species, live status, and diameter are important tree features for diversity and abundance of tree microhabitats in subnatural montane beech-firforests. *Canadian Journal of Forest Research*, Seite 1433-1445. <https://doi.org/10.1139/x2012-077>
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (2017): Streuobst erhalten - pflegen - nutzen. 2. Auflage, 19 Seiten
- LGRB Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Regierungspräsidium Freiburg (2021): Daten Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau. https://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_geola_bod
- LLG (2020): Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz (LLG) Vom 14. März 1972 § 4 Begriffe, Fassung vom 23.07.2020. http://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/d9b/page/bsbawueprod.psm1?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=1&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-Lw_KultGBWV26P4#focuspoint
- LRA Landratsamt Emmendingen (2019): Natürliche Grundlagen, Naturräumliche Gliederung. Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum, 2 Seiten

LRA Landratsamt Emmendingen (2021): Der Landkreis: vom Rhein bis zum Schwarzwaldgipfel. <https://www.landkreis-emmendingen.de/landkreis-politik/landkreis-gemeinden>

LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2021): Daten- und Kartendienst der LUBW. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2010): Naturräume Baden-Württembergs. 74 Seiten

Lucke, R.; Silbereisen, R.; Herzberger, E. (1992): Obstbäume in der Landschaft. Eugen Ulmer, Stuttgart, 284 Seiten

Maier, A.; Bieling, C.; Schmieder, K. (2020): Erhalt und Weiterentwicklung des Streuobstbaus in Baden-Württemberg Erfolgsfaktoren, Hemmnisse und Lösungsansätze. Naturschutz und Landschaftsplanung, Seite 524-529.

Maptiler (2021): EPSG:25832. <https://epsg.io/25832>

Maurer, J. (2013): Landschaftsökologischer Wert geförderter Obstbaumpflanzungen in Niederösterreich. Diplomarbeit an der Fakultät für Lebenswissenschaften an der Universität Wien, 101 Seiten

MLR Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg (2009): Streuobstwiesen in Baden-Württemberg Daten, Handlungsfelder, Maßnahmen, Förderung. 26 Seiten

MLR Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (2015): Streuobstkonzeption Baden-Württemberg, Aktiv für Reichtum und Vielfalt unserer Streuobstlandschaft. 3. Auflage, 39 Seiten

MLR, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (2021): Streuobstportal Baden-Württemberg, Aufpreisinitiativen. https://streuobst.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Vermarktung/JUNG_Fruchtsaefte_GbR

Mordini, M. (2009): Modellierung und Beurteilung der ökologischen und ökonomischen Wirkungen von waldbaulichen Eingriffen Einrichtung zweier Marteloscope in eichenreichen Flächen. Masterarbeit im Department Umweltwissenschaften Institut für Terrestrische Ökosysteme der Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 50 Seiten

MUNLV NRW Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2009): Streuobstwiesenschutz in Nordrhein-Westfalen, Erhalt des Lebensraumes, Anlage, Pflege, Produktvermarktung. 96 Seiten

Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Stevens, M. H. H.; Wagner, H. (2021): Community

- Ecology Package: Ordination, Diversity and Dissimilarities R package version 2.5-7.
<http://127.0.0.1:27081/library/vegan/html/diversity.html>
- Panknin, B. (2019): Streuobst in Mündingen, Ökologische Wertigkeit, Nutzung und Vermarktung. Bachelorarbeit an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 52 Seiten
- Prinz M.; Renetzeder C.; Schmitzberger I.; Stocker-Kiss A.; Wrбка T. (2007): Obstbaumwiesen als Schlüsselemente zur Erhaltung und Förderung der natürlichen Vielfalt in österreichischen Agrikurlandschaften. Ländlicher Raum, 25 Seiten.
<http://www.laendlicher-raum.at>
- proBiene – Freies Institut für ökologische Bienenhaltung (gemeinnützig) GmbH (2021): Rettet die Bienen. <https://volksbegehren-artenschutz.de/ablauf>
- Puumalainen, J.; Kennedy, P.; Folving, S. (2002): Monitoring forest biodiversity: a European perspective with reference to temperate and boreal forest zone. Journal of Environmental Management, Seite 5-14. [https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(02\)00183-4](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(02)00183-4)
- QGIS project (2021): QGIS Benutzerhandbuch.
https://docs.qgis.org/3.16/de/docs/user_manual/index.html
- R Core Team (2021): R: A Language and Environment for Statistical Computing.
<https://www.R-project.org/>
- Regnery, B.; Paillet, Y.; Couvet, D.; Kerburiou, C. (2013): Which factors influence the occurrence and density of tree microhabitats in Mediterranean oak forests?. Forest Ecology and Management, Seite 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.01.009>
- Rempel, L. (2019): Streuobstzensus 2019, Schutz und Nutzung von Streuobst im Landkreis Emmendingen, Untersuchungsgebiet Denzlingen Ost. Bachelorarbeit an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 57 Seiten
- Ripley, B.; Venables, B.; Bates, D. M.; Hornik, K.; Gebhardt, A.; Firth, D. (2021): Package 'MASS'. <https://cran.r-project.org/web/packages/MASS/MASS.pdf>
- RStudio.org (01.04.2021): RStudio. <https://www.rstudio.com/>
- Schmid, V. (2019): Schutz und Nutzung von Streuobst im Landkreis Emmendingen. Bachelorarbeit am Institut für Umweltwissenschaften und Geographie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 57 Seiten
- Schmieder, K. und Küpfer, C. (2010): Landesweite Streuobsterhebung in Baden-Württemberg. Landinfo, Seite 7-12.
- Schweiger, S. (2019): Erfassung und Bewertung der Streuobstbestände in Emmendingen Maleck, Zusatzthema: Erstellung eines pädagogischen Konzeptes für

- Grundschüler. Bachelorarbeit an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 108 Seiten
- Seehofer, H.; Wagner, F.; Mayer, M.; Baumhof-Pregitzer, M.; Geiger, J.; Habeck, J.; Heinzemann, R.; Kpfer, C.; Meyer, M. (2014): Neue Wege für Streuobstwiesen Praxiserfahrungen aus dem LIFE+-Projekt „Vogelschutz in Streuobstwiesen des Mittleren Albvorlandes und des Mittleren Remstales“. 1. Auflage, 42 Seiten
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2021): Regionaldaten.
<https://www.statistik-bw.de/SRDB/>
- STM BW Staatsministerium Baden-Württemberg (2020): Gesetzesblatt für Baden-Württemberg, Gesetz zur Änderung des Naturschutzgesetzes und des Landwirtschafts- und Landeskulturgesetzes, vom 23. Juli 2020. Seite 651-657
- STM BW Staatsministerium Baden-Württemberg Pressestelle der Landesregierung (2021): Schwörtage und Streuobstanbau sind immaterielles Kulturerbe.
<https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/schwoertage-und-streuobstanbau-sind-immaterielles-kulturerbe/>
- Trinationales Umweltzentrum (2020): Technischer Abschlussbericht Projekt Modellregion Biotopverbund Markgräflerland (MOBIL) Förderung von Obstwiesen und Vogelarten im Vogelschutzgebiet 8311-441- „Tüllinger Berg und Gleusen“. 26 Seiten
- Ullrich, B. (1987): Streuobstwiesen. Hölzinger, J., Ulmer, Stuttgart, Seite 551-570
- Vuidot, A.; Paillet, Y.; Archaux, F.; Gosselin, G. (2011): Influence of tree characteristics and forest management in tree microhabitats. *Biological Conservation*, Seite 441-450.
 doi:10.1016/j.biocon.2010.09.030
- Weller, F. (2014a): XIII-7.9 Streuobstwiesen. Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege 12. Erg. Lfg. 4/04. Hampicke, U.; Böcker, R.; Konold, W.,
<https://doi.org/10.1002/9783527678471.hbni2004001>, Seite 1-42
- Weller, F. (2014b): XI-2.11 Streuobstwiesen. Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege - 18. Erg. Lfg. 2/06. Hampicke, U.; Böcker, R.; Konold, W.,
<https://doi-org.ezproxy-unifr-2.redi-bw.de/10.1002/9783527678471.hbni2006001>, Seite 1-42
- Weller, F.; Bernhard, K.; Linspach, H.-M.; Oyler, W. (1986): Untersuchungen über die Möglichkeiten zur Erhaltung des landschaftsprägenden Streuobstbaues in Baden-Württemberg. Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg, Seite 75-78
- Winter, S. (2005): Ermittlung von Struktur-Indikatoren zur Abschätzung des Einflusses forstlicher Bewirtschaftung auf die Biozönosen von Tiefland-Buchenwäldern. Dissertation an der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technische Universität Dresden, 322 Seiten

Winter, S. (2008): Mikrohabitate und Phasenkartierung als Kern der Biodiversitätserfassung im Wald. LWF aktuell, Seite 40-42.

Winter, S. und Möller, G. C. (2007): Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation. Forest Ecology and Management, Seite 1251-1261. doi:10.1016/j.foreco.2007.10.029

Winter, S.; Höfler, J.; Michel, A.K.; Böck, A.; Ankerst, D. P. (2014): Association of tree and plot characteristics with microhabitat formation in European beech and Douglas-fir forests. European Journal Forest Research, Seite 335-347. doi:10.1007/s10342-014-0855-x

ANHANG

Anhang 1:

Liste der erhobenen Parameter bei der Kartierung der Streuobstbäume

Bezeichnung	Attribute / Beispiele	Erläuterung	Format
Baum_ID	z.B. DE_0001000_001	Identifikationsnummer für den Streuobstzensus 2019: Ort_Flurstücksnummer_individuelle Baumnummer.	Factor
Kommune	- DE - EM - MU - RE - VO - WE - WY	Code der Kommune, der auch in der Baum-ID enthalten ist. - DE: Denzlingen - EM: Emmendingen Maleck - MU: Mündingen - RE: Reute - VO: Vörstetten - WE: Weisweil - WY: Wyhl	Factor
Datum	z.B. 01.10.2019	Aufnahmedatum.	Factor
Erreichbar	- erreichbar - nicht erreichbar - NA	Aufnahmedatum des jeweiligen Baumes. Ist der Baum erreichbar, sind alle weiteren Daten exakte Messungen. Ist der Baum nicht erreichbar, sind alle weiteren Daten Schätzwerte. NA steht für keine Angabe.	Factor
Abgestorbe	- abgestorben - nicht abgestorben	Der jeweilige Baum ist abgestorben oder nicht abgestorben.	Factor
Baumart	- Apfel - Birne - Kirsche - Zwetschgenartige - Walnuss - Sonstige - abgestorben	Baumart des jeweiligen Baumes.	Factor
Baumhoehe	Zahlenwert - NULL	Angaben in cm. NULL steht für keine Angabe.	Integer
DM	Zahlenwert - 0	Stammdurchmesser. Brusthöhendurchmesser auf 130cm Höhe oder 10 cm unter dem Kronenansatz, falls	Integer

		diese unter 120cm Höhe anfängt. 0 steht für keine Angabe.	
Kronenansa	Zahlenwert - NULL	Höhe des Kronenansatzes. Angaben in cm. NULL steht für Werte über 120cm.	Integer
Entwicklun	- Jugendstadium - Stadium des Ertragsanstiegs - Ertragsstadium - Altersstadium - Abgangsstadium - abgestorben - NA	Entwicklungsstadium in der sich der jeweilige Baum befindet. NA steht für keine Angabe.	Factor
Vitalitaet	- generativ - vegetativ - abgestorben - NA	Die Vitalität des Baumes, definiert über generatives oder vegetatives Wachstum. NA steht für keine Angabe.	Factor
Nutzung	- zugaenglich - maessig zugaenglich - nicht zugaenglich - abgestorben - NA	Zugänglichkeit der Krone für Ernte- und Pflegemaßnahmen, definiert über drei Stufen: Eine zugängliche Krone, eine mäßig zugängliche Krone und eine Krone deren Zugänglichkeit nicht gegeben ist. NA steht für keine Angabe.	Factor
Baumschnit	- Schnittwunden - keine Schnittwunden - abgestorben - NA	Schnittwunden am Baum stehen für einen Baumschnitt. NA steht für keine Angabe.	Factor
Stabilitae	- stabil - maessig stabil - instabil - abgestorben - NA	Stabilität des jeweiligen Baumes, definiert über drei Stufen: stabil, mäßig stabil und instabil. NA steht für keine Angabe.	Factor
Neupflanzu	- Ja - Nein - NULL	Neu gepflanzter Baum. Nur in Weisweil (WE), Reute (RE), Mundingen (MU) und Vörstetten (VO) aufgenommen. NULL steht für keine Angabe.	Factor
Spechthoeh	- 0 - 1	Spechthöhle. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Spechtfra	- 0	Spechtfraßhöhle.	Integer

	- 1	Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	
Hoehlen	- 0 - 1	Höhlen allgemein. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Hohler_Sta	- 0 - 1	Hohler Stamm. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Wassergefu	- 0 - 1	Wassergefüllte Struktur. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Insektenbo	- 0 - 1	Insektenbohrloch. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Freiliegen	- 0 - 1	Freiliegendes Splintholz, Verlust der Rinde. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht das Ausmaß.	Integer
Freilieg_1	- 0 - 1	Freiliegendes Kernholz, häufig durch Bruch. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht das Ausmaß.	Integer
Stammrisse	- 0 - 1	Nicht überwallte, Splint freilegende Stammverletzung. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht das Ausmaß.	Integer
Rindentasc	- 0 - 1	Rindentaschen: Rindenpartien die Abstehen und Splint freigeben. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht das Ausmaß.	Integer
Totholz	- 0 - 1	Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht das Ausmaß.	Integer
Stammfussh	- 0 - 1	Stammfußhöhle: natürlich gewachsener Hohlraum im Wurzelbereich. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Gewebewuch	- 0 - 1	Gewebewucherung: Krebsartiges Wachstum, raue Rindenoberfläche oder Rindenschäden. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt,	Integer

		nicht das Ausmaß.	
Pilzfrucht	- 0 - 1	Pilzfruchtkörper. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Nester	- 0 - 1	Vogel- und andere Wirbeltiernester, meist auf Ästen, Astgabeln oder Hexenbesen. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Asthoehlen	- 0 - 1	An Abstabbrüchen entstandene Faulhöhlen. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Mistel	- 0 - 1	Misteln am Baum. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Vörstetten (VO), Weisweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen. Sie sind auch in dem Kriterium Epiphyten enthalten. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Mistelmana	- Ja - Nein - NULL	Mistelmanagement. Nur in Wyhl (WY) aufgenommen. NULL steht für keine Angabe.	Factor
Alter Mist	Zahlenwert - NULL	Alter Misteln. Nur in Wyhl (WY) aufgenommen. NULL steht für keine Angabe.	
Efeu	- 0 - 1 - NULL	Nur in Weisweil (WE) aufgenommen. Ist auch in dem Kriterium Epiphyten enthalten. NULL steht für keine Angabe.	Integer
Spechtetag	- 0 - 1	Spechthöhlenetage. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Hohler_Ast	- 0 - 1	An Bruchstelle eines mehr oder weniger horizontal wachsenden Astes entstandene Höhlung. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Epiphyten	- 0 - 1	Deutlich sichtbarer Moos- und/oder Flechtenbewuchs (ab etwa 25 % Bedeckung), Misteln, Kletterpflanzen.	Integer

		Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht das Ausmaß.	
Saft_u_Har	- 0 - 1	Deutlich sichtbarer Saft- oder Harzfluss. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht das Ausmaß.	Integer
Mikrohabit	Zahlenwert	Anzahl aller vorgefundenen Typen an Mikrohabitaten bzw. Mikrohabitatsdiversität. Addition aller erhobenen Typen an Mikrohabitaten.	Integer
Nisthilf_	- 0 - 1	Nisthilfe für den Steinkautz. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Nisthilf_1	- 0 - 1	Nisthilfe für Fledermäuse. Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Nisthilf_2	- 0 - 1	Nisthilfe für weitere Höhlenbrüter (außer Steinkautz und Fledermäuse). Es ist nur An- und Abwesenheit vermerkt, nicht die vorhandene Anzahl.	Integer
Nisthilfen	Zahlenwerte	Anzahl der vorgefundenen Nisthilfen. Addition von Nisthilf_1, Nisthilf_2 und Nisthilf_.	Integer
Oeko-Bew	Zahlenwert	Berechnete Ökologische Bewertung angelehnt an Kiehne 2015 anhand der Mikrohabitats und des BHD.	Integer
Bemerkung	Freitext	Anmerkungen zum Baum	Factor
XUTM	z.B. 419304,562143	EPSG:25832 - ETRS89 / UTM Zone 32N (fehlt leider bei 11 Bäumen)	Factor
YUTM	z.B. 5322885,22868	EPSG:25832 - ETRS89 / UTM Zone 32N (fehlt leider bei 11 Bäumen)	Factor
An_Spechth	Zahlenwerte	Anzahl der Spechthöhlen. Nur bei Maleck (EM), Mündingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Spechtf	Zahlenwerte	Anzahl der Spechtfraßhöhlen. Nur in Maleck (EM), Mündingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Hoehlen	Zahlenwerte	Anzahl der Höhlen allgemein. Nur in Maleck (EM), Mündingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Wasserg	Zahlenwerte	Anzahl der Wassergefüllten Strukturen.	Integer

		Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	
An_Freilie	Zahlenwerte	Menge desFreiliegenden Splintholzes, Verlust der Rinde. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU) und Weissweil (WE) aufgenommen.	Integer
An_Freili1	Zahlenwerte	Menge des Freiliegenden Kernholzes, häufig durch Bruch. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU) und Weissweil (WE) aufgenommen.	Integer
An_Stammri	Zahlenwerte	Menge der nicht überwallten, Splint freiliegenden Stammverletzungen. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU) und Weissweil (WE) aufgenommen.	Integer
An_Rindent	Zahlenwerte	Anzahl der Rindentaschen: Rindenpartien die Abstehen und Splint freigeben. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Totholz	Zahlenwerte	Menge des Totholzes. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU) und Weissweil (WE) aufgenommen.	Integer
An_Stammfu	Zahlenwerte	Anzahl der Stammfußhöhlen: natürlich gewachsener Hohlraum im Wurzelbereich. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Pilzfru	Zahlenwerte	Anzahl der Pilzfruchtkörper. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Nester	Zahlenwerte	Anzahl der Vogel- und andere Wirbeltiernester, meist auf Ästen, Astgabeln oder Hexenbesen. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Asthoeh	Zahlenwerte	Anzahl der Aa Astabbrüchen entstandene Faulhöhlen. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer

An_Misteln	Zahlenwerte	Anzahl der Misteln am Baum. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Hoh_Ast	Zahlenwerte	Anzahl der an Bruchstelle eines mehr oder weniger horizontal wachsenden Astes entstandene Höhlung. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Nisthil	Zahlenwerte	Anzahl der Nisthilfen für den Steinkäutz. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Nisthi1	Zahlenwerte	Anzahl der Nisthilfen für Fledermäuse. Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer
An_Nisthi2	Zahlenwerte	Anzahl der Nisthilfen für weiter Höhlenbrüter (außer Steinkautz und Fledermäuse). Nur in Maleck (EM), Mundingen (MU), Weissweil (WE) und Wyhl (WY) aufgenommen.	Integer

Anhang 2:

Bewertung der Mikrohabitattypen nach Kiehne (2015)

Mikrohabitat	Basiswert	Seltenheitswert	Entwicklungsdauer
Spechthoeh	4	4	1
Spechtfras	1	2	1
Spechtetag	4	4	2
Hoehlen	3	4	4
Asthoehlen	4	4	4
Hohler_Ast	4	4	4
Hohler_Sta	3	4	4
Wassergefu	4	3	4
Insektenbo	2	3	1
Freiliegen	4	1	3
Freilieg_1	4	5	5
Stammrisse	4	5	5
Rindentasc	2	3	2
Totholz	4	3	4
Stammfussh	2	2	4
Gewebewuch	2	4	5
Pilzfrucht	2	4	5
Epiphyten	2	2	2
Saft_u_Har	2	5	3
Nester	1	3	1

Anhang 3:

Gewichtungsfaktor des Stammdurchmessers nach Kiehne (2015)

Stammdurchmesser in cm	Gewichtung
< = 40	0,5
40,1-60	0,75
60,1-80	1
80,1-100	1,25

Anhang 4:

Auswahl gebietsheimischer Gehölze Baden-Württembergs die zur Ausbildung großer Kronen keinen Erziehungs- und Erhaltungsschnitt benötigen nach Seehofer et al. (2014) :

- Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)
- Eberesche (*Sorbus aucuparia*)
- Feld-Ahorn (*Acer campestre*)
- Gewöhnliche Esche* (*Fraxinus excelsior*)
- Hainbuche* (*Carpinus betulus*)
- Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*)
- Speierling (*Sorbus domestica*)
- Stiel-Eiche* (*Quercus robur*)
- Trauben-Eiche* (*Quercus petraea*)
- Vogelkirsche (*Prunus avium*)
- Walnuss (auf Sämling) bis 25% (*Juglans regia*)
- Winter-Linde (*Tilia cordata*)

EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbständig verfasst zu haben. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und alle wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommenen Inhalte als solche kenntlich gemacht. Die eingereichte Masterarbeit war oder ist weder vollständig noch in wesentlichen Teilen Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens. Die elektronische Version der eingereichten Masterarbeit stimmt in Inhalt und Formatierung mit den auf Papier ausgedruckten Exemplaren überein.

Freiburg, den 04.08.2021

Martha Koelbing