

## **Kleine Anfrage**

**des Abg. Ralf Nentwich GRÜNE**

**und**

## **Antwort**

**des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum  
und Verbraucherschutz**

### **Versuchsflächen in Baden-Württemberg**

#### **Kleine Anfrage**

Ich frage die Landesregierung:

1. Welche Ziele werden mit den Pilotversuchsflächen zur Entwicklung klimaresilienter Streuobstsysteme in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heilbronn) verfolgt, wer ist Projektträger und wer begleitet den Versuch wissenschaftlich?
2. Wie ist der derzeitige Entwicklungsstand der Pilotversuchsflächen in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heilbronn) unter Angabe der Anzahl, des Alters und des Gesundheitszustands der gepflanzten Bäume und Sträucher?
3. Welche bisherigen Erkenntnisse liegen bezüglich Klimaresilienz, Ertragsentwicklung und artenschutzfachlicher Wirkung im Rahmen der Pilotversuchsflächen in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heilbronn) vor?
4. Wie werden die Forschungsergebnisse der Pilotversuchsflächen in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heilbronn) dokumentiert und wie erfolgt der Wissenstransfer zu den Streuobstbesitzenden?
5. Wie viele Projektaufrufe, Informationsveranstaltungen, Workshops, Fortbildungsangebote oder Exkursionen zur Umsetzung der Streuobstkonzeption 2030 wurden seit deren Einführung durchgeführt?

1.8.2025

Nentwich GRÜNE

## Begründung

Die Streuobstwiesen in Baden-Württemberg sind ein bedeutendes Kulturland-  
schaftselement mit hoher ökologischer Bedeutung für Klima- und Artenschutz.  
Angesichts der zunehmenden klimatischen Herausforderungen gewinnen klima-  
resiliente Anbausysteme im Streuobstbereich immer mehr an Bedeutung. Die  
Landesregierung hat mit der Streuobstkonzption 2030 und den Pilotversuchs-  
flächen in Spiegelberg und Nordheim wichtige Impulse gesetzt, um nachhaltige  
Bewirtschaftungsformen zu erforschen und zu fördern. Mit der Kleinen Anfrage  
soll Transparenz um den Stand der Pilotprojekte geschaffen werden, um ggf. not-  
wendige politische Nachsteuerung zu ermöglichen.

## Antwort\*)

Mit Schreiben vom 17. September 2025 Nr. MLR29-0141-57/8/3 beantwortet das  
Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Ein-  
vernehmen mit dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft die  
Kleine Anfrage wie folgt:

*1. Welche Ziele werden mit den Pilotversuchsflächen zur Entwicklung klimaresi-  
lienter Streuobstsysteme in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heil-  
bronn) verfolgt, wer ist Projektträger und wer begleitet den Versuch wissen-  
schaftlich?*

Zu 1.:

Zu dem Projekt Klimawandelanpassung im Streuobst – Potentialstudie für klima-  
resiliente Bewirtschaftungssysteme und Erprobung alternativer Baumarten und  
Anbausysteme gehörte neben der systematischen Literaturrecherche und der  
Durchführung von Experteninterviews auch ein Praxisteil, für den die zwei Ver-  
suchsflächen in Spiegelberg und Nordheim genutzt wurden.

### *Versuchsfläche Spiegelberg (Spiegelberg, Rems-Murr-Kreis)*

Auf der Versuchsfläche in Spiegelberg lautete die Zielsetzung, ein Pflanzdesign  
zu entwickeln, durch welches folgende Schwerpunkte untersucht werden sollten:  
das Potenzial von Sämlingen und wurzelechten Bäumen, die optimale und unge-  
störte Entwicklung des Wurzelwerks am Standort, der Einfluss von entwicklungs-  
fördernden Maßnahmen für die Zielbäume (z. B. durch aufgeladene Pflanzenkohle  
und Ammenbäume) sowie die Pflanzung von Klimagehölzen (z. B. Maulbeeren,  
Pekannüsse, Esskastanien, Feigen) und ihre Eignung für den Streuobstbau.

Die Pflanzung nicht gebietseigener Gehölze bedarf gemäß den Vorgaben des § 40  
Absatz 1 BNatSchG einer Genehmigung der zuständigen Behörde (höhere Natur-  
schutzbehörde), es sei denn, es handelt sich um einen Anbau von Pflanzen in der  
Land- und Forstwirtschaft. Für die Versuchsfläche Spiegelberg wurde durch das  
Regierungspräsidium Stuttgart eine Genehmigung erteilt, dass die Ausbringung  
nicht gebietsheimischer Arten im Rahmen des Projektes erfolgen darf.

### *Versuchsfläche Obsthang (Nordheim, Heilbronn)*

Bei der Versuchsfläche Obsthang handelt es sich um die Fläche eines land-  
wirtschaftlichen Betriebes, die biologisch bewirtschaftet wird. In mehreren  
Pflanzaktionen in den Jahren 2022 bis 2024 wurden insgesamt 181 klima- und  
standortangepasste Obstgehölze gepflanzt (z. B. Äpfel, Quitten, Aprikosen, Sas-

---

\*) Der Überschreitung der Drei-Wochen-Frist wurde zugestimmt.

katoon-Felsenbirnen, Weinbergpflirsiche, Feigen, Mandeln, Pekannüsse, Maulbeeren, Granatäpfel, Tafeltrauben, Minikiwis, Haselnusstrüffelsträucher, Wollmispeln und Pawpaws.

Grundidee des Versuchs war die Durchführung eines obstbaufachlichen, sozialkooperativen, ökonomischen Experiments. Ansporn waren nicht nur die wissenschaftliche Untersuchung der Pflanzungen und die Ernte der Früchte, sondern auch das Knüpfen von Kontakten und der Austausch von Fachwissen bei gemeinsamen Aktionstagen, an denen beispielsweise auch Geflüchtete und Schulklassen beteiligt waren.

Durch Baumpatenschaften und damit verbundene Bewirtschaftungsprämien soll die Pflege der Bäume langfristig gesichert werden.

#### *Projekträger und wissenschaftliche Begleitung*

Die Projektleitung und wissenschaftliche Begleitung werden von Frau Dr. Janet Maringer (Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH) und Herrn Christoph Schulz (Ingenieurbüro Christoph Schulz) durchgeführt.

#### *2. Wie ist der derzeitige Entwicklungsstand der Pilotversuchsflächen in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heilbronn) unter Angabe der Anzahl, des Alters und des Gesundheitszustands der gepflanzten Bäume und Sträucher?*

Zu 2.:

Eine Bonitur der Pflanzungen auf der Versuchsfläche Spiegelberg findet am 14. September 2025 nach Triebabschluss statt, auf der Versuchsfläche Obsthang eine Woche zuvor. Bei der Bonitur werden neben Vitalität und Krankheiten auch die jährlichen Zuwächse gemessen. Eine statistische Auswertung findet im Nachgang statt. Die Ergebnisse liegen Ende September 2025 vor.

#### *3. Welche bisherigen Erkenntnisse liegen bezüglich Klimaresilienz, Ertragsentwicklung und artenschutzfachlicher Wirkung im Rahmen der Pilotversuchsflächen in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heilbronn) vor?*

Zu 3.:

Die Pflanzungen auf beiden Versuchsflächen sind in den Jahren 2022 bis 2024 vorgenommen worden, weshalb aufgrund der kurzen Laufzeit der Versuche noch keine gesicherten Aussagen zu Klimaresilienz, Ertragsentwicklung und artenschutzfachlicher Wirkung getroffen werden können. Im Folgenden werden deshalb zunächst die Ergebnisse der ersten Bonitur geschildert.

#### *Versuchsfläche Spiegelberg (Spiegelberg, Rems-Murr-Kreis)*

Die auf der Versuchsfläche Spiegelberg gepflanzten Arten zeigten unterschiedliche Anwuchserfolge. Es wurden insgesamt 64 Apfelbäume gepflanzt.

Darunter die Sorten Winterprinz, Schwaikheimer Rambur, Pojnik und Haberts Renette, von denen im Frühjahr 2024 nicht alle Individuen austrieben. Dies lag an den schlechten Witterungsbedingungen während der Pflanzung, bei denen die Wurzeln vermutlich aufgrund von länger anhaltender Staunässe im Boden abstarben.

Von den 32 gepflanzten Bittenfelder Sämlingen trieben zwei Sämlinge, vermutlich aus denselben Gründen, nicht aus. Von jenen Bäumen, die anwuchsen, variierte das Längenwachstum zwischen den Sorten erheblich. Die Sorte Winterprinz zeigte mit 103,3 cm [ $\pm$  29,06 cm] den stärksten Zuwachs, während Pojnik mit 2 cm kaum wuchs.

Die anderen Sorten wuchsen im Schnitt 50 bis 60 cm.

Beim Vergleich der entwicklungsfördernden Maßnahmen (Ammenbäume und Pflanzenkohle verglichen mit keiner zusätzlichen Maßnahme) konnte in der ersten Vegetationsperiode noch kein deutlicher Unterschied festgestellt werden. Die verglichenen Bäume wuchsen im Durchschnitt ca. 35 cm, wobei die Varianz des Zutriebs für die Pflanzungen mit Ammenbäumen stark variierte. Hier variierte der Zutrieb zwischen 10 cm und 30 cm.

Alle 32 gepflanzten Exemplare der Esskastanie wurden im Oktober 2024 als lebendig erfasst. Sie wurden in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Wurzellänge (45 cm und 90 cm) unterteilt sowie mit und ohne Ammenbaum getestet. Die Bäume mit Ammenbäumen verzeichneten einen größeren Zuwachs. Dieser lag im Durchschnitt bei 20 cm Triebhöhe, während Kastanien ohne Ammenpflanzung durchschnittlich 10 cm weniger wuchsen. Einige Bäume wurden während des Versuchs stark von Schafen verbissen, was sich entsprechend negativ auf das Triebhöhenwachstum auswirkte.

Zur Testung der Direktsaat wurden Tresterbeete angelegt. Zwar keimten die Sorten Genereuse de Vitry und Falsche Schafsnase, jedoch variierte das Wachstum stark und die weiteren Sorten wiesen keine Keimlinge auf. Es ist demnach weiteres Ausprobieren notwendig, um die Beete erfolgreich zu gestalten.

Bei den Walnussbeeten zeigte sich ein besserer Keimerfolg mit einer einfachen Umsetzung. Für die Maulbeeren und Pekannüsse stellten ein starker Frostschaden im Frühjahr und ein weiterer Schafsbiss im Spätsommer ein Problem dar. Dieses beeinträchtigte das Wachstum der Pflanzen. Einzelne Maulbeer- und Pekannussorten überstanden die Schäden aber.

#### *Versuchsfläche Obsthang (Nordheim, Heilbronn)*

Die Bonitur des Obstbergs vom 19. Oktober 2024 zeigt nach zwei Jahren eine überwiegend positive Entwicklung der artenreich gepflanzten Obstbäume und Gehölze. Die Pflanzungen wurden in einem Boniturverfahren nach dem Schulnotensystem bewertet, wobei eine „2“ (gut) als erwünschtes Ergebnis angestrebt wurde. Eine Bewertung mit Schulnote 1 deutete auf eine besonders gute Anpassung der Pflanzen an den Standort hin, während niedrigere Bewertungen auf Anpassungsprobleme hindeuteten.

Die Apfelbäume erzielten im Schnitt eine hervorragende Note (1,29), Aprikosen (1,58), Feigen (1,92) und Pfirsiche (1,25) erreichten ebenfalls sehr gute Werte. Die Tafeltrauben schnitten insgesamt mit 1,67 gut ab, zeigten jedoch je Sorte Unterschiede. Diese Pflanzen eigneten sich demnach bisher besonders gut für den Standort. Als weniger geeignet erwiesen sich der Granatapfel (2,5) und die Pawpaw (3,5).

Der Standort zeigte sich bisher als frostsicher und es war bereits 2024 die erste kleine Ernte von Pfirsichen, Aprikosen, Quitten, Feigen, Mandeln und Mirabellen möglich.

Der Krankheitsbefall blieb trotz feuchter Witterung gering. Es gab leichte Anzeichen von Kräuselkrankheit bei Pfirsichen und Pilzbefall an Aprikosen und Quitten. Eine Pseudomonasinfektion zeigte sich an Aprikosen und Mandeln. Tierische Schäden durch den Apfelwickler an Quitten und Schneckenfraß an Pawpaws sowie Pfirsichfrüchten traten nur vereinzelt auf. Es werden bereits Nachpflanzungen in Randbereichen und Fehlstellen geplant, um die insgesamt 365 Pflanzstellen vollständig zu besetzen.

4. Wie werden die Forschungsergebnisse der Pilotversuchsflächen in Spiegelberg (Rems-Murr) und Nordheim (Heilbronn) dokumentiert und wie erfolgt der Wissenstransfer zu den Streuobstbesitzenden?

Zu 4.:

Die bisherigen Ergebnisse des Projekts liegen in Form eines Endberichtes vor, der im Juni dieses Jahres veröffentlicht wurde. Der Endbericht kann auf dem Streuobstportal des Landes unter *Klimawandelanpassung im Streuobst (Anlage 1)* digital eingesehen werden. Dort ist auch ein zugehöriges Booklet (*Anlage 2*) abrufbar. Je nach Bedarf und Kontext können darin praxisnahe Informationen zu passenden Anbausystemen und Maßnahmen von Praktikerinnen und Praktikern nachgeschlagen werden.

Ferner fanden anlässlich des Internationalen Tags der Streuobstwiese Exkursionen zu beiden Pilotflächen statt. In den Jahren 2024 und 2025 konnte eine jährliche Besucherzahl von ca. 50 (Versuchsfläche Spiegelberg) bis ca. 100 Personen (Versuchsfläche Obsthang) verzeichnet werden. Auch gab es gesonderte Führungen für interessierte Mitglieder verschiedener Obst- und Gartenbauvereine.

Die Ergebnisse wurden zusätzlich durch zahlreiche Fachvorträge veröffentlicht:

2023	2024	2025
9.10.2023: Vortrag von Christoph Schulz: „Die mögliche Bedeutung angepasster Unterlagen und wurzelechter Bäume für die Zukunft des Streuobstanbaus“, Pomologen Stammtisch Ilsfeld	1.3.2024: Vortrag von Janet Maringer: „Klimaresiliente Bewirtschaftungsformen und alternative Baumarten im Streuobstanbau“, Kompetenzzentrum Streuobst (Oberlausitz Stiftung)	15.2.2025 Vortrag von Christoph Schulz „Zukunftshoffnung wurzelechte Obstgehölze“, 7. Fructus – Winterhöck: Obstsortenvielfalt mit moderner Technik fördern
2.11.2023: Vortrag von Christoph Schulz: „Ideen für die Zukunft des Streuobstanbaus“, OGV Leutenbach	23.2.2024: Vortrag von Christoph Schulz: „Aspekte für den Streuobstanbau der Zukunft: Unterlagen, Obstarten und beispielhafter Pflanzenschutz“, Sachkundefortbildung in Metzgingen-Neuhausen	22.2.2025 Vortrag von Christoph Schulz „Von der Wurzel herdenken – Mögliche Ansätze für die Streuobstbäume der Zukunft“, Obstkundliches Treffen des Kreisverbands Regensburg für Gartenkultur und Landschaftspflege
8.11.2023: Vortrag von Christoph Schulz: „Ideen für die Zukunft des Streuobstanbaus“, Pomologen Stammtisch Ebersbach/Fils	29.2.2024: Vortrag von Christoph Schulz: „Potentialstudie Zukunft des Streuobstbaus“, Hauptversammlung des Obst- und Gartenbauvereins e. V. Großbottwar	25.2.2025 Runder Tisch Klimaangepasste Streuobstwiesen. Projekt „Biologische Vielfalt“, Veranstaltung in Kernen Remstal
3.12.2023: Vortrag von Christoph Schulz: „Die Bedeutung angepasster Unterlagen und wurzelechter Bäume für die Zukunft des Streuobstanbaus“, Veranstaltung OGV und Landwirtschaftsamt	8.4.2024: Vortrag von Christoph Schulz: „Klimaresiliente Bewirtschaftungssysteme und alternative Baumarten im Streuobstanbau“, Pomologenstammtisch Gaggenau	15.3.2025 Vortrag von Janet Maringer „Klimaresiliente Bewirtschaftung im Streuobstanbau – Werkzeugkästen für Praktiker:innen“, Grüne Liga, Erfurt, Thüringen
	2.4.2024: Vortrag von Christoph Schulz: „Klimaresiliente Bewirtschaftungssysteme und alternative Baumarten im Streuobstanbau“, Pomologenstammtisch Ilsfeld	27.3.2025 Vortrag von Janet Maringer „Werkzeugkästen für klimafitte Streuobstwiesen“, Bietigheim-Bissingen
	24.8.2024: Vortrag von Christoph Schulz: „Von der Wurzel her für die Zukunft denken“, Stiftung Internationales Begegnungszentrum St. Marienthal, Ostritz	25.4.2025 Vortrag von Christoph Schulz „Von der Wurzel herdenken – Mögliche Ansätze für die Streuobstbäume der Zukunft“, Streuobstkompetenzzentrum Burgbernhem

2023	2024	2025
	12.-13.9.2024: Vortrag von Janet Maringer „Klimaresiliente Bewirtschaftung im Streuobstanbau - Werkzeugkästen für Praktiker:innen“, Streu-Obst-Wiesen-Tag im Burgenland (Österreich)	24.6.2025: Vortrag „klimaangepasste Anbaumethoden“, Fortbildungsreihe zu Streuobst bei der Ulmer Akademie
	28.9.2024: Vortrag von Janet Maringer „Klimaresiliente Bewirtschaftung im Streuobstanbau - Werkzeugkästen für Praktiker:innen“, LOGL	25.-27.7.2025 Vortrag von Janet Maringer „Klimawandel im Streuobstbau. Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen auf Versuchsflächen“, Internationale Streuobst-Tagung in und mit der Ev. Akademie Bad Boll
	4.12.2024: Vortrag von Christoph Schulz: „Wandel in der Weinberglanschaft – mit Obst aktiv gestalten?“, Weinbauseminar in der WG Clebronn- Güglingen	24.-25.9.2025 Vortrag von Christoph Schulz „Zukunftsperspektiven im Obst- und Gartenbau“, Fortbildung für Beratungskräfte, Immenstadt am Bodensee
		25.9.2025 Vortrag von Janet Maringer, Gewerbeakademie in Offenburg
		11.10.2025 Vortrag von Christoph Schulz „Wurzeln/Unterlagenvielfalt“, Überregionales Obst- und Gartenfachwartetreffen des LOGL, Baumschule Müller, Bammental
		25.10.2025 Vortrag von Christoph Schulz „Die Zukunft unserer Obstbäume - Von der Wurzel hergedacht“, Internationales Pomologen-Treffen, Chemnitz
		29.10.2025 Vorträge von Janet Maringer und Christoph Schulz bei der Stiftung Oberlausitz zum Projektabschluss

*5. Wie viele Projektaufrufe, Informationsveranstaltungen, Workshops, Fortbildungsangebote oder Exkursionen zur Umsetzung der Streuobstkonzeption 2030 wurden seit deren Einführung durchgeführt?*

Zu 5.:

Für die Umsetzung der Streuobstkonzeption 2030 werden unter Berücksichtigung der begrenzten Mittel und personellen Kapazität die Fortführung der Förderung Baumschnitt Streuobst und die Stärkung bestehender Initiativen als prioritär eingestuft.

Zusätzlich werden vermehrt Projekte gefördert, die drängende Praxisfragen angehen, beispielsweise zur Klimawandelanpassung im Streuobst, zur Mistelbekämpfung, zur Sortenerhaltung, zur Vermarktung von Streuobst als Tafelobst, zur Ausweitung von Umweltbildungsangeboten über die Streuobstpädagogik oder zur Förderung der Streuobstkultur. Je nach Projektziel gehören auch Informationsveranstaltungen und Fachvorträge zum Leistungsumfang der Projekte.

## Beispiele für aktuelle Projekte:

Projekttitlel	Projektnehmer/-in	Laufzeit
Klimafitte Anzuchts- und Etablierungsverfahren für den Streuobstbau	Pomologen Verein e. V. Arbeitsgemeinschaft Wurzel	2025-2027
Walnussvielfalt in Baden-Württemberg	Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee	2025-2027
Traditionelle Sorten im Lebensmitteleinzelhandel Ausbau und Verstetigung der Handelsplattform Streuobst	Schwäbisches Streuobstparadies e. V.	2025-2026
Mistelbekämpfung auf Gemarkung Ölbronn-Dürrn	Gemeinde Ölbronn-Dürrn	2023-2025
1.000 Bäume für den Landkreis Reutlingen	Kreisverband der Obst- und Gartenbauvereine Reutlingen e. V.	2025-2027
Die Streuobstwiese – Unser Klassenzimmer im Grünen	Internationale Streuobstakademie ISA gGmbH	2024-2025
Erfassung und Sicherung kirschgenetischer Ressourcen - Ergänzungsprojekt	Stadt Mössingen	2024-2025
Kirschenvielfalt: molekulargentische Überprüfung unklarer Sorten	Stadt Mössingen	2025

Die Umsetzung weiterer Maßnahmen der Streuobstkonzeption bis 2030 bleibt abhängig von der Haushaltslage sowie der Nachfrage nach der Förderung Baumschnitt Streuobst und dem damit verbundenen Mittelbedarf.

Hauk

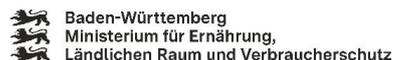
Minister für Ernährung, Ländlichen Raum  
und Verbraucherschutz

Klimawandelanpassung im Streuobst - Potentialstudie  
für klimaresiliente Bewirtschaftungssysteme und  
Erprobung alternativer Baumarten und Anbausysteme  
- Endbericht -



**Herausgeber**

Ministerium für Ernährung, Ländlicher Raum  
und Verbraucherschutz  
Kernerplatz 10  
70182 Stuttgart



**Projektleitung**

Dr.-Ing. Janet Maringer<sup>1</sup>

**Autoren/ Autorinnen**

Dr.-Ing. Janet Maringer<sup>1</sup>

Mika Radtke<sup>1</sup>

Christoph Schulz<sup>2</sup>

**<sup>1</sup> Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH**

Hausanschrift:  
Gerhard-Koch-Straße 2  
73760 Ostfildern

Postanschrift:  
Postfach 1253  
73748 Ostfildern

**<sup>2</sup> Ingenieurbüro Christoph Schulz**

Hauptstraße 97/1  
74226 Nordheim



Stand der Veröffentlichung

06.2025, 1. Auflage

**Folgende Autoren wirkten bei den nachfolgend gelisteten Kapiteln mit:**

Herbert Wolz, Kapitel „Echte Walnuss (*Juglans regia*)“

Michael Rudolf, Kapitel „Feige (*Ficus carica*)“ und „Quitte (*Cydonia vulgaris*)“

Dr. Patrick Pyttel, Kapitel „Speierling (*Sorbus domestica*)“ und „Elsbeere (*Sorbus tominalis*)“

Gerd Meyer, Kapitel „Maulbeere (*Morus spec.*)“

Walter Hartmann, Kapitel „Zwetschge (*Prunus domestica*)“

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund.....	1
2	Methodisches Vorgehen.....	4
3	Herausforderungen für den gegenwärtigen und zukünftigen Streuobstbau.....	5
3.1	Sozioökonomische Entwicklungen – Ein kleiner historischer Abriss .....	5
3.2	Mögliche Auswirkungen des Klimawandels.....	6
4	Stellschrauben im Streuobst-System.....	9
4.1	Mikroklimatische Anpassungen .....	9
4.2	Wasserinfiltration und –speicherung im Boden .....	10
4.3	Aspekt der Bodenfruchtbarkeit .....	11
4.4	Nährstoffverfügbarkeit .....	13
4.5	Förderung von Wurzelsymbionten.....	16
4.6	Förderung der Biodiversität .....	17
5	Varianten struktureller Anpassungsmöglichkeiten .....	17
5.1	Klassische Bewirtschaftungsform Streuobstwiese .....	18
5.2	Windschutzhecken .....	19
5.2.1	Funktion .....	19
5.2.2	Gestaltung.....	21
5.3	Schattenbäume (Überhälter) .....	22
5.3.1	Funktion .....	22
5.4	Gestaltung.....	23
5.5	Komplexe Fruchtanbausysteme .....	24
5.5.1	Funktion .....	24
5.5.2	Gestaltung.....	25
5.6	Arbeiten entlang von Konturlinien und Keyline-Design.....	29
5.6.1	Funktion .....	30
5.6.2	Gestaltung entlang von Konturlinien .....	31

---

6	Pflanzung und Etablierung .....	33
6.1	Wurzelechte Bäume .....	34
6.2	Anzuchtbeete, Direktsaat und Veredelung vor Ort .....	38
6.3	Gekaufte Pflanzware .....	41
6.4	Pflanzzeitpunkt .....	45
6.5	Größe und Bodenverbesserung in Pflanzlöchern .....	46
6.5.1	Pflanzenkohle .....	49
6.6	Begleitvegetation (Ammengehölze) .....	50
6.7	Wühlmausschutz .....	54
6.8	Baumscheibe .....	54
6.9	Bewässern .....	59
6.10	Erziehungsschnitt .....	60
7	Bewirtschaftung .....	61
7.1	Nährstoffversorgung .....	61
7.1.1	Ausgesuchte Pflanzennährstoffe .....	62
7.2	Düngung .....	64
7.2.1	Schritt 1: Nährstoffanalyse .....	64
7.2.2	Schritt 2: Düngemittel .....	65
7.2.3	Schritt 3: Düngemittelapplikation .....	66
7.3	Beweidung .....	69
7.4	Grünlandbewirtschaftung in Abhängigkeit des Wurzel- und Sprosswachstums der Bäume .....	75
8	Pflanzenportraits .....	76
8.1	Apfel ( <i>Malus domestica</i> ) .....	78
8.2	Birnen ( <i>Pyrus communis</i> ) .....	79
8.3	Zwetschgen ( <i>Prunus domestica</i> ) .....	80
8.4	Esskastanie ( <i>Castanea sativa</i> ) .....	81
8.5	Echte Walnuss ( <i>Juglans regia</i> ) .....	83

---

8.6	Quitte ( <i>Cydonia vulgaris</i> ).....	85
8.7	Speierling ( <i>Sorbus domestica</i> ).....	86
8.8	Elsbeere ( <i>Sorbus torminalis</i> ).....	87
8.9	Mispel ( <i>Mespilus germanica</i> L.).....	88
8.10	Maulbeeren ( <i>Morus spec.</i> ).....	89
8.11	Aprikose ( <i>Prunus armeniaca</i> ).....	90
8.12	Feigen ( <i>Ficus carica</i> ).....	92
8.13	Pappel ( <i>Populus ssp.</i> ).....	93
8.14	Weide ( <i>Salix spp.</i> ).....	94
8.15	Erle ( <i>Alnus spp.</i> ).....	95
9	Pilotfläche Spiegelberg.....	97
9.1	Methoden.....	97
9.2	Maßnahmenkonzeption und Pflanzung.....	98
9.3	Ergebnisse.....	103
10	Pilotfläche Obsthang.....	107
10.1	Methoden.....	107
10.2	Maßnahmenkonzeption und Pflanzung.....	108
10.3	Ergebnisse.....	109
11	Fazit und Ausblick.....	119
12	Glossar.....	121
	Literaturverzeichnis.....	125

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prinzipien der ökologischen Resilienz für das System Streuobst (blaue Kugel) innerhalb unterschiedlicher Systemgrenzen (Hangschultern). Das Bild oben zeigt sich ändernde Parameter, wodurch sich die Systemgrenzen verschieben und das System „Streuobst“ in ein anderes Ökosystem (gestrichelter Ball) übergeht. Die untere Graphik beschreibt, wie zukünftige Systemgrenzen aussehen könnten, innerhalb derer das System Streuobst pendeln muss, damit es einen kritischen Wendepunkt nicht überschreitet (verändert nach Maxwell (2014)).	3
Abbildung 2: Zusammenhang zwischen organischem Eintrag im Boden und dem Aufbau von Humus ( $C_{org}$ ) im Boden (Wiesmeier et al. 2020).	13
Abbildung 3: Geschlossener Nährstoffkreislauf wie es früher für Streuobstwiesen üblich war (Hügel 2023).	14
Abbildung 4: Heckenstruktur mit Ruhezone (abgeschwächten Windgeschwindigkeiten) auf der windabgewandten Seite. Die Ausdehnung der Ruhezone entspricht dem sieben- bis achtfachen der Heckenhöhe.	20
Abbildung 5: Draufsicht auf eine mehrstufig gestaltete Hecke mit mittig gepflanzten hohen Sträuchern/ Bäumen und niedrigen in den Randbereichen.	22
Abbildung 6: Struktur von komplexen Fruchtanbausystemen organisiert in Ebenen unter Berücksichtigung der Belegung (%) innerhalb der Ebene (vertikale Projektion der Kronen auf die horizontale Bodenoberfläche). Angaben zur Besetzung der Ebene stammen aus Andrade 2024).	27
Abbildung 7: Zickzack Gräben zur Bewässerung in steilen Hanglagen zur Minimierung von Bodenabtrag (verändert nach Lucas 1854).	31
Abbildung 8: Abmooskugel an einem Apfelbaum.	36
Abbildung 9: Wachstumsunterschiede zwischen direkt gesäten (hellgrün) und in der Baumschule gezogenen und später verpflanzten Sämlingen (dunkelgrün). Die y-Achse zeigt Wuchshöhen (cm), auf der x-Achse ist die Zeitachse seit Aussaat abgebildet (Wilfling und Braun-Stehlik 2024).	40
Abbildung 10: Biologisch abbaubare Filztöpfe haben einen ähnlichen Effekt wie Pflanzpatronen oder Air-Pruning Töpfe (Aufnahme stammt aus Streuobstkompetenzzentrum in Burgbernheim).	43
Abbildung 11: Sämling herangezogen in einer Pflanzpatrone (Aufnahme wurde bei Botanik-Weißenburg gemacht).	44

---

Abbildung 12: Zum Verpflanzen eignen sich Bäume mit einem geschlossenen Trieb (Bild oben), während ein noch im Trieb befindlicher Baum nicht verpflanzt werden darf (Bild unten). .....	46
Abbildung 13: Bäume dürfen beim Pflanzen nicht zu tief und nicht zu hoch gepflanzt werden, so dass sie nach Absenkung des Pflanzbodens an der richtigen Position stehen. In der Abbildung ist die optimale Pflanztiefe vor und nach dem Zuschütten des Pflanzloches schematisch dargestellt. ....	47
Abbildung 14: Erlen als Ammenbäume für eine schnelle Anbindung an Mykorrhizapilze und für eine gute Stickstoffversorgung neben einem Bittenfelder Sämling (hier vor dem Pflanzschnitt dargestellt). Die Erlen werden regelmäßig zurückgeschnitten und als Mulchmaterial verwendet. So baut sich mit der Zeit mehr Humus auf. ....	51
Abbildung 15: Kreisrund freigehackte Baumscheibe um einen Jungbaum. ....	55
Abbildung 16: Unterdrückung von Beikräutern sowie zur kontinuierlichen Wasser- und Nährstoffversorgung werden Baumscheiben und Schafswolle um die Setzlinge gelegt (Aufnahme stammt von einem Schulprojekt in der Stadt Weißenburg in Bayern). ...	57
Abbildung 17: Scheiben aus Holz und Wolle um die Setzlinge zur Unterdrückung von Beikräutern. Ist der Konkurrenzdruck sehr hoch wird zusätzlich die Grasnarbe umgedreht (Aufnahme stammt von einem Schulprojekt in der Stadt Weißenburg in Bayern). ....	58
Abbildung 18: Im äußeren Kronenbereich (blauer Rand), welcher sich in einem ca. 2 m breiten Band um den peripheren Kronenbereich erstreckt, sollte die Düngemittelapplikation erfolgen (Bildquelle Baum). ....	67
Abbildung 19: Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tierhaltung (verändert nach Rahmann 2007). ....	69
Abbildung 20: Zuwachsraten im Jahr 2024 der gepflanzten wurzelechten Apfelbäume (Winterprinz, Schwaikheimer Rambur, Pojnik, Haberts Renette) und den Vergleichspflanzungen von Bittenfelder Sämlingen. N gibt die Stichprobenumfänge je Art wieder. ....	104
Abbildung 21: Vergleich der Längentriebe von Apfelbäumen mit, ohne Ammenbäumen oder Pflanzenkohle. ....	105
Abbildung 22: Zuwachsraten der Esskastanien ( <i>Castanea sativa</i> ) mit und ohne Ammenbäume. ....	106
Abbildung 23: Feige mit Schulnote 1 .....	110
Abbildung 24: Einjährige Kaki mit Schulnote 2. ....	111

---

Abbildung 25: Zweijährige Kaki mit Schulnote 1.....	112
Abbildung 26: Quitte mit Schulnote 2. ....	113
Abbildung 27: Quitte mit Schulnote 1. ....	114
Abbildung 28: Pfirsich mit Schulnote 1. ....	115
Abbildung 29: Aprikose mit Schulnote 3. ....	116
Abbildung 30: Maulbeere mit Schulnote 1. ....	117
Abbildung 31: Maulbeere mit Schulnote 2. ....	118

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale verschiedener Unterlagen und deren Einfluss auf den Platzbedarf der Bäume (Schaal 1921; Stadler-Kaulich 2021; Kranz und Deemter 2021; Wilfling und Grolm 2024).....	28
Tabelle 2: Mögliche Ammengehölze zur Unterstützung von Obstgehölzen.....	53
Tabelle 3: Nährelemente die ein Boden für eine gute Pflanzenversorgung aufweisen sollte (KAK von 10 cmol/kg, Boden pH-Wert von 7,0, aus Hügel (2023)). ....	66
Tabelle 4: Übersicht über Unterlagen für Aprikosen (Skala und Skala 2023). ....	91

---

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
Bspw.	Beispielsweise
C <sub>org</sub>	organischer Kohlenstoff
EBC	European Biochar Certificate
GV/ha	Großvieheinheiten pro Hektar
KAK	Kationenaustauschkapazität
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
LOGL	Landesverband für Obstbau, Garten und Landschaft Baden-Württemberg
Selven	Agroforstsysteme mit Weide- oder Wiesenutzung
THG-Emissionen	Treibhausgas-Emissionen
t C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Tonnen Kohlenstoff pro Hektar und Jahr
z. T.	Zum Teil

---

### **Zusammenfassung**

Die klimaresiliente Bewirtschaftung von Streuobstwiesen ist ein zentrales Thema, um die ökologischen, wirtschaftlichen und kulturellen Funktionen dieser wertvollen Ökosysteme in Zeiten des Klimawandels zu sichern. Streuobstwiesen sind nicht nur Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten, sondern auch wichtig für die heimische Obstproduktion und die Naherholung. Aufgrund steigender Temperaturen, veränderter Niederschlagsmuster und zunehmender Extremwetterereignisse steht ihre nachhaltige Nutzung vor großen Herausforderungen.

Auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche und zahlreichen Experteninterviews konnte gezeigt werden, dass die Stabilisierung der mikroklimatischen Gegebenheiten, die Verbesserung der Bodenwasserinfiltration und -speicherung, die Bodenfruchtbarkeit sowie die Förderung von Wurzelsymbionten, Stellschrauben in der Bewirtschaftung von Streuobstwiesen darstellen. Die genannten Aspekte können durch strukturelle Anpassungen der Bestandsstruktur positiv beeinflusst werden. Ein weiteres Augenmerk fällt auf die Pflanzung und Etablierung der Jungbäume und hier im Speziellen auf eine gute Wurzel Ausbildung. Zudem darf die, zum gegenwärtigen Zeitpunkt, häufig vernachlässigte Düngung und die damit einhergehende Versorgung der Bäume mit Nährstoffen nicht außer Acht gelassen werden. Gleichzeitig bietet eine ergänzende Bestockung mit zusätzlichen Baumarten (bspw. Maulbeere (*Morus*), Speierling (*Sorbus domestica*), u.a.) eine vielversprechende Möglichkeit, den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen. Ein ganzheitlicher Ansatz, der ökologische und wirtschaftliche Faktoren berücksichtigt, ist dabei entscheidend für den langfristigen Erhalt dieser Kulturlandschaft.

## 1 Hintergrund

Streuobstwiesen sind kultur-historische und traditionelle Anbausysteme in Europa. Sie wachsen in Deutschland, aber auch in Frankreich, England, Luxemburg, Nord-Spanien, Österreich, der Schweiz, Slowenien und Tschechien (Hammel und Arnold 2012). Ursprünglich von den Römern zur Selbstversorgung in weite Teile Europas eingeführt, konzentriert sich der Streuobstbau in Deutschland auf Baden-Württemberg und Bayern (BUND Landesverband Baden-Württemberg e.V. 2021). Dabei hat Baden-Württemberg in Bezug auf die Flächenausdehnung und Anzahl der Bäume im europäischen und nationalen Vergleich die größten zusammenhängenden Streuobstbestände mit aktuell 7,1 Mio. Bäumen - Tendenz stark sinkend (Borngräber et al. 2020).

Streuobstwiesen sind Ökosysteme, die von Bewirtschafterinnen und Bewirtschaftern auf der Grundlage lokaler Kenntnisse und Erfahrungen gestaltet werden. Wie viele andere traditionelle landwirtschaftliche Systeme, sind Streuobstwiesen neben dem Klimawandel vom raschen globalen, technologischen Wandel bedroht. Die FAO (2023) bezeichnet traditionell bewirtschaftete Systeme wie Streuobstwiesen als hochproduktiv, da sie anders als landwirtschaftlich intensiv bewirtschaftete Flächen nicht von großen Nährstoff- und Energiezufuhren abhängen. In Zeiten von Ressourcenknappheit gewinnen sie daher an Relevanz bei der nachhaltigen Ausrichtung landwirtschaftlicher Produktionssysteme. Hinzu kommt die große Vielfalt an Tier-, Pflanzen- und Pilzarten sowie über 6.000 Obstsorten (Wilinger 2022), welche in Zeiten des Klimawandels Potential für eine hohe genetische Flexibilität bereitstellen.

Heutzutage steht der Streuobstbau vor neuen Herausforderungen und Bedrohungen, von denen einige im Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen. Zunehmende Erwärmung und Trockenheit sowie eine Häufung extremer Wetterereignisse, wie zum Beispiel Hitzewellen oder Starkregen, sind nur einige der Probleme, mit denen die Erzeugerinnen und Erzeuger in den kommenden Jahrzehnten noch stärker zu kämpfen haben werden. Hinzu kommt eine starke Überalterung der Streuobstwiesenbewirtschafterinnen und -bewirtschafter. Als Folge ist eine kontinuierliche Bewirtschaftung der Streuobstwiesen nicht mehr gewährleistet, wodurch viele Bestände ein extremes Pflegedefizit aufweisen (Henle et al. 2024). So sind sie letztlich dem Verfall preisgegeben (Bürckmann et al. 2022). Zentrale Herausforderung im 21. Jahrhundert ist es deshalb, Streuobstwiesen zu ökonomisch

---

attraktiven und klimaresilienten Systemen weiterzuentwickeln bzw. aktiv umzugestalten.

Sich dieser Herausforderungen bewusst, entwickelte sich in den letzten Jahren eine plurale Forschungslandschaft zu sozio-ökonomischen und ökologischen Aspekten im Streuobstbau. Die Schwerpunkte liegen auf klimaangepassten Sorten in Kombination mit Standorteignungen (Eberhard Karls Universität Tübingen 2024), Eindämmung von Schaderregern (bspw. Schwarzer Rindenbrand) (Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) 2023b; Bürckmann et al. 2022) und auf Vermarktungsstrategien (Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz o. J.). Wenig Beachtung finden bislang klimaresiliente Bewirtschaftungssysteme und alternative Baumarten im Streuobstbau.

Konnte das System *Streuobstwiese* bislang mit traditionellen Bewirtschaftungsmethoden innerhalb bestehender Systemgrenzen stabil gehalten werden, häufen sich in den letzten Jahren Ausfälle, hervorgerufen durch klimatische Extremereignisse (Grundler und Bade 2021). Vom Prinzip der ökologischen Resilienz hergedacht, stellt sich daher die Frage, wie Streuobstwiesen zukünftig gestaltet werden können, um innerhalb neuer klimatischer Rahmenbedingungen überlebensfähig zu bleiben (siehe Abbildung 1 unten). Nur innerhalb dieser angepassten Systemgrenzen können Streuobstwiesen langfristig existieren. Sollte die Anpassung nicht gelingen und ein kritischer Wendepunkt überschritten werden, drohen irreversible Schäden und letztlich das Verschwinden dieser Kulturlandschaften inklusive ihrer hohen Arten- und Sortenvielfalt (siehe Abbildung 1 oben).

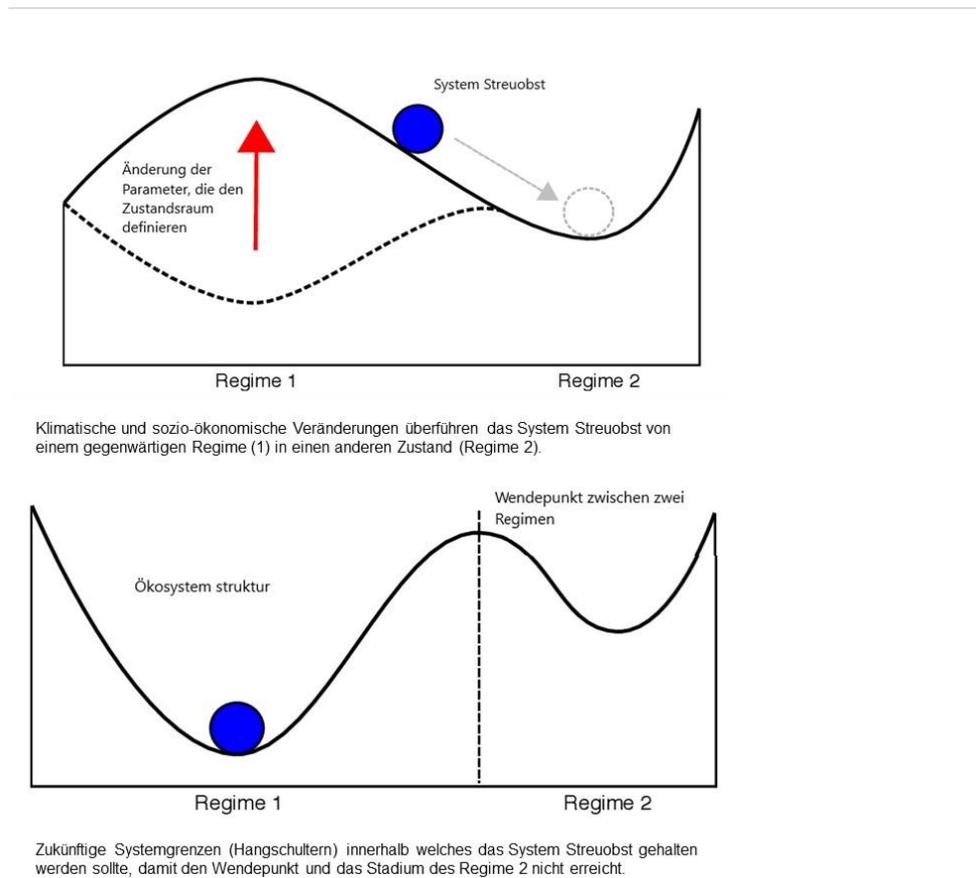


Abbildung 1: Prinzipien der ökologischen Resilienz für das System Streuobst (blaue Kugel) innerhalb unterschiedlicher Systemgrenzen (Hangschultern). Das Bild oben zeigt sich ändernde Parameter, wodurch sich die Systemgrenzen verschieben und das System „Streuobst“ in ein anderes Ökosystem (gestrichelter Ball) übergeht. Die untere Graphik beschreibt, wie zukünftige Systemgrenzen aussehen könnten, innerhalb derer das System Streuobst pendeln muss, damit es einen kritischen Wendepunkt nicht überschreitet (verändert nach Maxwell (2014)).

Hier setzt die vorliegende Studie an, mit dem Ziel, Aspekte zu klimaresilienten Bewirtschaftungssystemen und alternativen Baumarten zusammenzutragen und daraus Leitfäden für die Praxis zu erstellen. **Damit keine Einschränkungen in der Betrachtungsweise entstehen, wurde die aktuelle Definition von gesetzlich geschütztem Streuobst (Land Baden-Württemberg 23.06.2015, § 33a Abs. 1 NatSchG in Verbindung mit § 4 Abs. 7 LLG) nicht berücksichtigt. Die vorliegende Publikation stellt den aktuellen Stand der Forschung dar. Sie ändert daher nichts an den fachlichen Vorgaben an Kompensationsmaßnahmen nach § 15 Abs. 2**

---

### **BNatSchG sowie an den Ausgleich von Streuobstbeständen nach § 33a Abs. 3**

**NatSchG.** In der vorliegenden Publikation wurden vielmehr alle extensiv bewirtschafteten, fruchtproduzierenden Systeme und ihre Eigenschaften betrachtet. Basis dieser Studie bildet eine umfangreiche Literaturrecherche, welche durch Praktiker- und Experteninterviews vervollständigt ist.

## **2 Methodisches Vorgehen**

Die systematische Literaturrecherche lehnt sich an die *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) Methode an (Moher et al. 2009). Schritt 1 bestand aus einer Literaturrecherche unter Verwendung relevanter Schlüsselwörter. In Schritt 2 wurde die gesamte Literatur gesichtet und relevante Literatur wurde detailliert exzerpiert (Schritt 3). Mit Hilfe wissenschaftlicher Literaturdatenbanken (Google scholar, Web of Science, internationaler Katalog des KIT) wurden peer-review Publikationen und graue Literatur gesucht, deren Veröffentlichungsjahr zwischen 1800 und 2024 liegt und sich mit den Themen „Klimawandelauswirkungen“, „Streuobstbau“, „Meadow Orchard“, „Grünlandbewirtschaftung“, „Obstwaldgärten“, Keyline-Design“, „syntropische Agroforstwirtschaft“, „Pflanzsubstrate“, „organische Düngung“, „Bodenaufbau“, „Mikroklima“, „Wasserspeicherkapazität“, „klimaresiliente Baumarten“, „Mob-Grazing“, „regenerative Landwirtschaft“, „Agrarökologie“ auseinandersetzen. Die einzelnen Begriffe wurden mit AND oder OR kombiniert abgefragt. Insgesamt wurden 445 Publikationen (Stand 11/2024) identifiziert und ausgewertet.

Neben der Literaturanalyse wurden Expertenbefragungen durchgeführt. Mögliche Interviewpartner ergaben sich aus der inhaltlichen Projektstruktur bzw. den zu bearbeitenden Themenbereichen. Die Experten wurden kontaktiert und entweder persönlich oder online befragt. Der jeweilige Fragenkatalog war auf spezifische Themen, passend zum Wissensbereich der jeweiligen Experten, ausgerichtet. Auf diese Weise konnten relevante Inhalte individuell erfragt werden, ohne sich an einen standardisierten Fragebogen halten zu müssen.

### **3 Herausforderungen für den gegenwärtigen und zukünftigen Streuobstbau**

Das Problem verstehen bevor nach Lösungen gesucht wird.

#### **3.1 Sozioökonomische Entwicklungen – Ein kleiner historischer Abriss**

Sozio-ökonomische Veränderungen im 20. Jahrhundert bedingen neben klimatischen Veränderungen einen flächigen Verfall von Streuobstbeständen. Eingeleitet wurde dieser Verfall durch den Emser Beschluss des Bundesernährungsministeriums vom 15. Oktober 1953. Dieser befürwortete die Rodungen von Streuobstbeständen und Obstbaumalleen, weshalb bis in die 1970-er Jahre viele Bäume gefällt wurden. Streuobstwiesen in Ortsrandlagen wurden als Baugebiete ausgewiesen und Hochstämme von wirtschaftlich attraktiveren Niederstammformen abgelöst (Biologische Station Kreis Paderborn – Senne e.V. o. J.; BUND Landesverband Baden-Württemberg e.V. 2021; Bundesregierung 1986). Hauptgründe für den Fokus auf die Ende des 19. Jahrhunderts aufkommenden Niederstamm-Systeme waren frühere Ertragseintritte, geringere Alternanz, bessere Vermarktungschancen und damit verbunden eine höhere Wirtschaftlichkeit (Spiecker et al. 2009).

Zeitgleich wurden mit dem wirtschaftlichen Aufschwung Deutschlands Importe für Mostobst aus anderen EU-Staaten sehr günstig. In der Folge sanken lokale Mostobstpreise. Somit standen und stehen heutzutage immer noch geringe Ertragspreise hohen zeitlichen Pflegeaufwänden von Streuobstbeständen gegenüber, was deren Rentabilität weiter absinken lässt. Zwar nahm seit den 1980-er Jahren im Zuge der Gesundheitsbewegung der Konsum von Obstsaften zu, häufig werden Streuobstsäfte jedoch durch andere Getränke substituiert. Der Absatzmarkt für Streuobstprodukte ist deshalb weiterhin sehr eingeschränkt. In der Konsequenz sank seit ca. 1950 der flächige Anteil von Streuobstbeständen von rund 1,5 Mio. ha deutschlandweit auf ein Drittel bis zu Beginn der 2000-er Jahre (Güll 2015).

Neben der geringen Rentabilität sind viele Streuobstwiesen-Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter nicht mehr auf den Obstertrag als Versorgungsstandbein angewiesen. Junge Flächenbesitzer nutzen ihre Flächen vermehrt als Freizeitgelände und vernachlässigen vielfach die Wiesen- und Baumpflege (Bürckmann et al. 2022).

### 3.2 Mögliche Auswirkungen des Klimawandels

Streuobstsysteme sind, wie andere Ökosysteme auch, von standörtlichen und klimatischen Gegebenheiten abhängig. Infolge von veränderten klimatischen Bedingungen, zeigen sich in den letzten Jahren vermehrt Schäden in Streuobstbeständen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit in den kommenden Dekaden weiter zunehmen werden (Grundler und Bade 2021).

Die jährlichen Durchschnittstemperaturen erhöhten sich in Baden-Württemberg allein in den letzten 40 Jahren um rund 1,6°C (Klima-Sachverständigenrat Baden-Württemberg 2023). Damit verbunden sind weitere Veränderungen in der Anzahl von Hitzetagen sowie Niederschlagsverteilungen und -regimen. Es ist damit zu rechnen, dass bis zum Ende des Jahrhunderts die Längen der Vegetationsperioden um 26 bis 69 Tage zunehmen<sup>1</sup>, wohingegen Frosttage abnehmen werden (Climate Service Center Germany (GERICS) 2021). Wärmeliebende Baumarten, wie bspw. Esskastanie, Quitte oder Feige können, sofern kein Spätfrost auftritt, von höheren Temperaturen und längeren Vegetationsperioden profitieren. Außerdem verbreitert sich das Sortenspektrum klassischer Obstarten von sehr frühen bis zu sehr spät-reifenden Sorten.

Wärmere Frühjahrstemperaturen lassen Obstbaumarten verfrüht blühen. Innerhalb der letzten 30 Jahre (1992 bis 2021) verschob sich die Apfelblüte um durchschnittlich 11 Tage nach vorne (gegenüber dem Referenzzeitraum 1961 – 1990) (LUBW 2022). Darüber hinaus reagieren Sorten der gleichen Art unterschiedlich auf mildere Frühjahrstemperaturen, weshalb einige Individuen früher als andere blühen können. Damit steigt die Gefahr von (Spät-) Frostschäden auf Art- und Individuen-Ebene (Rueß 2020). Im Zusammenhang mit dem Klimawandel haben sich viele Studien auf die Vorhersage des Frostrisikos konzentriert. Die Analysen bringen widersprüchliche Ergebnisse hervor (Augsburger 2013; Baraer et al. 2010; Bennie et al. 2010; Eccel et al. 2009) und weisen komplexe Muster mit antagonistischen Effekten von steigenden Temperaturen und deren Schwankungen auf (Gu et al. 2008; Linkosalo et al. 2000; Rigby und Porporato 2008; Rochette et al. 2004). In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass Spätfrostschäden vermehrt bei Pflanzenarten auftreten, die an den Rändern ihres Minimumtemperaturlimits wachsen (Cittadini et al. 2006). Ein weiterer

---

<sup>1</sup> Betrachtung der fernen Zukunft (2071-2100) unter Annahme des RCP 4.5-8.5; Referenzzeitraum ist immer 1971-2000

---

Effekt von einem früh beginnenden Blütenaustrieb ist ein mögliches Ausbleiben von geeigneten Bestäubern (Godow 2019).

Innerhalb der Vegetationsperiode zwischen April und Oktober, werden sich zukünftig Trockentage häufen (Zunahme um 2,2 bis 17,7 Tage), bei gleichzeitigem Anstieg der Tage mit Temperaturen von über 30°C (17 bis 32 Tage) (LUBW 2021). Dies lässt Böden bis in tiefe Schichten austrocknen. Als Schutz vor Wasserverlust schließen die Pflanzen ihre Stomata, was die Transpiration hemmt. In Folge der nicht abgeführten latenten Wärme steigen die Temperaturen im Baum und in den Früchten. Durch die geringe Wasseraufnahmemöglichkeiten und die steigenden Temperaturen in den Bäumen geraten diese unter Wasserstress (Teuling et al. 2019; Grundler und Bade 2021). Darüber hinaus führt Wasserstress zu sinkenden Säurekonzentrationen in den Früchten, wodurch die Festigkeit nachlässt und es zu verfrühtem Fruchtfall und einer geringeren Fruchtgröße kommen kann (L'Association du domaine de Merval 2021). Stresssituationen, induziert durch Wassermangel, schwächen die Bäume und machen sie anfälliger gegenüber Schaderregern und Obstbaumkrankheiten wie z. B. dem Obstbaumsplintkäfer (*Scolytus mali*) oder dem Schwarzen Rindenbrand (*Diplodia* spp.) (Krämer und Hüttner 2022). Höhere Temperaturen lassen die Reproduktionszyklen der Schaderreger steigen und begünstigen bisher in Baden-Württemberg weitgehend unbekannt Arten wie den asiatischen Marienkäfer oder Walnussfruchtfliegen (Stöckli 2019). Dies führt dazu, dass die Aktivitätsperiode der Schädlinge verlängert wird und die Anzahl der Organismen, die Obstbäume angreifen können, zunimmt.

Verstärkt wird klimatisch bedingter Wasserstress bei Obstbäumen durch Nährstoffmangel (Minimumgesetz) und den immer weiter expandierenden Befall der Laubholzmistel. Misteln entziehen als immergrüne Halbschmarotzer besonders älteren Apfelbäumen Wasser und Mineralstoffe. Dies geschieht nicht nur während der Vegetationsperiode, sondern auch während der winterlichen Saftruhe, was dem Baum zusätzlich Ressourcen entzieht (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2020).

Neben steigenden sommerlichen Temperaturen dürfen die Konsequenzen milderer Winter, wie sie ebenfalls prognostiziert werden, nicht außer Acht gelassen werden (Lehrstuhl für Physische Geographie 2020). Milde und feuchte Winter können zu einer

---

mangelnden Vernalisation<sup>2</sup> für einige Obstarten führen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass bestimmte Kältesummen für einige Obstarten nicht mehr ausreichen werden, um in die generative Phase eintreten zu können (L'Association du domaine de Merval 2021). Zudem wird es weiterhin phasenweise tiefe winterliche Temperaturen geben, sodass die Frosthärte von Gehölzen je nach Standort wichtig bleibt (Lindner 2021).

Im Klimawandel werden neben veränderten Temperaturen auch modifizierte Niederschlagsregime und -ereignisse prognostiziert, welche bereits teilweise in den letzten Jahren zu beobachten sind. So wird mit einer Abnahme der sommerlichen Regenfälle um bis zu 19 % gerechnet, Winterniederschläge werden hingegen zunehmen (um 8 % bis 28 %). Sommerliche Niederschlagsereignisse werden häufig in Form von Starkregenereignissen kombiniert mit Stürmen und Hagel auftreten (LUBW 2021). Starkniederschlagsereignisse erhöhen das Risiko von Nährstoffauswaschungen aus den Böden und führen zu einer erhöhten Bodenerosion (Schliebner et al. 2023). Dies wirkt entsprechend negativ auf die Nährstoffversorgung von Pflanzen aus. Zudem können Hagel- und Sturmereignisse, neben Fruchtschäden, zu Wunden an der Baumrinde führen. Offene Rindenstellen erhöhen das Risiko von Pilzinfektionen und führen in der Konsequenz zu einem früheren Ableben des Baumes. Ebenso schädlich wirkt sich hohe Sonneneinstrahlung auf die Baumrinde aus. Hier kann es zu Sonnenbrand, Schalenbräune oder Glasigkeit am Obst kommen (Streuobstwiesen-Bündnis Niedersachsen e.V. 2023). All diese klimatischen und sozio-ökonomischen Aspekte bedingen, dass die Bewirtschaftung stark zurückgeht, einhergehend mit einer Gefährdung vieler Streuobstbestände. Gleichzeitig sind sozio-ökonomische Aspekte die Stellschrauben für einen zukunftsfähigen Streuobstbau.

---

<sup>2</sup> Als Vernalisation wird der natürliche Kälteimpuls bezeichnet, den Pflanzen zum Blühen und Wachstum benötigen.

## 4 Stellschrauben im Streuobst-System

Sich den verändernden klimatischen Herausforderungen bewusst, werden seit den 1980-er Jahren Ökosystem-Mimikry-Ansätze in der Landwirtschaft entwickelt (Lefroy und Hobbs 1997). Hierbei werden Funktionsprinzipien natürlicher Ökosysteme auf agrarökologische übertragen, mit dem Ziel, die Resilienz von Systemen gegenüber Umweltschwankungen und Schädlingen zu erhöhen (Lefroy 1999). Zentrale Bestandteile des Ansatzes sind: die Wahrung bzw. Förderung einer hohen Pluralität an Bodenorganismen (Mikroorganismen, Pilzmyzel) als Grundlage einer effektiven Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit, der Einsatz von Nutzpflanzen und -tieren entsprechend ihrer ökologischen Nischen, die Förderung synergetischer Beziehungen sowie die Erhöhung des Bodenwasserspeichervermögens durch einen kontinuierlichen Humusaufbau (Holt-Giménez 2002; Lesemann o. J.; Shepard 2013). Studien zeigen, dass agrarökologische Systeme resilient und weniger anfällig auf klimatische Veränderungen reagieren (Lin et al. 2008; Altieri et al. 2015). Vor diesem Hintergrund werden im nachfolgenden Kapitel Stellschrauben im Streuobstbau beschrieben, die zu klimaresilienten Systemen (Kapitel 5) führen.

### 4.1 Mikroklimatische Anpassungen

Hohe Lufttemperaturen, starke Sonneneinstrahlung, geringe relative Luftfeuchtigkeit und starker Wind sind Faktoren, die Verdunstungsprozesse von Böden- und Blattoberflächen (Evapotranspiration<sup>3</sup>) begünstigen. Wassersparende Anbausysteme müssen deshalb so aufgebaut bzw. angepasst werden, dass die Luftfeuchtigkeit in Bodennähe möglichst hochgehalten wird (Deutscher Wetterdienst 2022). In Bereichen mit geringerer Luftbewegung, bspw. hinter Windschutzhecken (Kapitel 5.2), bildet sich mehr Tauwasser, welches in den Boden versickert und so zu einer verbesserten Wasserversorgung im Pflanzenbestand beiträgt. Dies wirkt sich wiederum positiv auf den Ertrag aus. Auf humosen Sandböden konnten bspw. Ertragssteigerungen im Obstanbau um 20% durch Windschutzhecken gemessen werden (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2005).

Vergleichbare Effekte entstehen bei dichten, linearen oder flächigen, mehrschichtigen Bestandsstrukturen (Kapitel 5.5). In solchen Systemen werden Pflanzen entsprechend

---

<sup>3</sup> Summe von Wasser aus Transpiration (Pflanzen) und Evaporation (Boden).

ihren Lichtansprüchen, Schattentoleranzen und Wurzelformen gepflanzt, sodass sie sich gegenseitig unterstützen, anstelle zu konkurrieren. Ein dichter, mehrstöckiger Aufbau oder die Pflanzung von Schattenbäumen (Kapitel 5.3) verringert Windgeschwindigkeiten, wodurch die relative Luftfeuchtigkeit ansteigt. Untersuchungen zeigen, dass Schattenbäume ein besseres Mikroklima für Kulturpflanzen schaffen, indem sie Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen ausgleichen und so für eine kühlere und feuchtere Atmosphäre sorgen, als offene Systeme (Stadler-Kaulich 2021; Beer et al. 1997). Lin et al. (2008) zeigen, dass Beschattungen innerhalb eines Bestands Temperaturen während des Sonnenhöchststands senken und gegen Abend weniger rasch absinken lassen. Damit sind Pflanzen weniger Hitzestress am Tag als auch Kältestress in der Nacht ausgesetzt. Zudem minimieren Beschattungen und geminderte Windgeschwindigkeiten Verdunstungsprozesse aus den Böden; folglich steht den Kulturpflanzen mehr Wasser zur Verfügung (Hildmann et al. 2019). Als Folge von weniger Temperatur- und Wasserstress lassen Pflanzen ihre Spaltöffnungen länger geöffnet, was die Photosynthese- und Wuchsleistungen erhöht (Stadler-Kaulich 2021). Zudem kann eine Stabilisierung des Mikroklimas die Gefahr von Spätfrösten minimieren. Hier entscheiden bereits Zehntelgrade über die Weiterentwicklung der Blüten. Ebenfalls kann durch einen stockwerkartigen Aufbau und einhergehender Beschattung Sonnenbrand an Früchten und speziell an den (Hoch-)Stämmen vorgebeugt werden. (Siegler 2024).

#### **4.2 Wasserinfiltration und –speicherung im Boden**

Damit Wasser den Kulturpflanzen möglichst kontinuierlich über die gesamte Vegetationsperiode zur Verfügung steht, müssen Böden eine ausreichend hohe Wasserspeicherkapazität aufweisen. Zunächst gilt es, hohe Versickerungsraten und reduzierte Oberflächenabflüsse anzustreben, was der Grundwasserneubildung zugutekommt (Schwarzer 2023). Auf Grünlandstandorten variieren Versickerungsraten je nach Vegetationszusammensetzung respektive Komplexität des Wurzelsystems sowie dem Grad der Bodenverdichtung und Artenzusammensetzung (ReLaVisio - Regenerative Landwirtschaft 2023). Zur Verbesserung der Infiltration sollte der Boden möglichst viele tiefreichende, vertikal verlaufende und stabile Grobporen bzw. Röhren aufweisen, die vor allem durch Regenwürmer und Pflanzenwurzeln unterschiedlicher Durchmesser entstehen

(Bohner 2022). Diese ermöglichen eine gute Luft- und Wasserführung im Boden. Generell erhöhen Bäume die Bodengesundheit, da sie den Bodenkohlenstoff ( $C_{org}$ ) erhöhen, die Bodenstruktur verbessern (Aggregatstabilität, Porosität und hydraulische Leitfähigkeit), die Bodenerosion verringern und Wasserinfiltration fördern (siehe Kapitel 8). Im Umkehrschluss bedeuten mehr Baumarten auf der Fläche eine verbesserte Bodenstruktur, vorausgesetzt das Laub kann sich vor Ort zersetzen.

Einige Baumarten, wie z. B. die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) (Kapitel 8.15), sind fähig Bodenverdichtungen zu durchbrechen und das Grobporenvolumen im Wurzelraum deutlich zu erhöhen, sodass die Bodendurchlüftung signifikant verbessert wird (Meyer et al. 2011). Allgemein lockern Baumwurzeln Böden bis in tiefe Bodenschichten, weshalb stauende Schichten seltener auftreten und Niederschlagswasser besser infiltrieren kann (Stadler-Kaulich 2021).

Bestimmte Baumarten, darunter Pappeln (*Populus spec.*) (Kapitel 8.13), Weiden (*Salix spec.*) (Kapitel 8.14) und tiefwurzelnde Grünlandpflanzen, wie bspw. Luzerne und Rotklee (Bohner 2022), sind in Trockenphasen weiterhin vorteilhaft für die Umschichtung von Wasser und Nährstoffen aus tiefen in obere Bodenschichten (Bayala und Prieto 2020; Gerjets et al. 2017; Lang und Zörb C. 2021). Sie transportieren Wasser in Bereiche ihrer erdoberflächennahen Feinwurzeln. Ist dieser Bereich trocken, diffundiert Feuchtigkeit aus den Feinwurzeln in die Umgebung und die Feinwurzeln versorgen damit auch benachbarte, flachwurzelnde Pflanzen mit Wasser (*Biobewässerung*). Dieser Effekt wird durch ein Netz an Mykorrhiza im Boden ergänzt (Singh et al. 2019).

Ein weiterer wichtiger Aspekt in Bezug auf Wasserinfiltrationsraten und Wasserspeichervermögen von Böden ist der stetige Humusaufbau bzw. dessen Erhalt. So vermag Humus das Drei- bis Fünffache seines Eigengewichts an Wasser aufzunehmen und zu speichern (Blume et al. 2016) und ist damit widerstandsfähiger gegenüber Starkregenereignissen und langen Trockenphasen. Ein Boden mit einem Dauerhumusanteil von 6 t/ha kann bspw. bis zu 30.000 L Wasser speichern (Ehnts 2018).

#### **4.3 Aspekt der Bodenfruchtbarkeit**

Ebenso wie Wasser werden durch tiefwurzelnde Pflanzen auch Nährstoffe in bodennahe Schichten „gepumpt“ (*Biodüngung*). Tiefwurzelnde Arten wie Esskastanie

---

(*Castanea sativa*) (Kapitel 8.4) und Walnuss (*Juglans regia*) (Kapitel 8.5) lösen Nährstoffe der unteren Bodenschichten und bauen damit ihre Biomasse, u.a. die Blätter, auf. Fällt im Herbst das Laub zu Boden und wird zersetzt stehen die freiwerdenden Nährstoffe flachwurzelnden Pflanzen zur Verfügung. Beide Aspekte, Biodüngung und -bewässerung, machen Pflanzengemeinschaften resilienter gegenüber Trockenphasen und produktiver, auch in Regionen variabler Niederschläge. (Stadler-Kaulich 2021).

Um Humus aufzubauen ist ein kontinuierlicher Eintrag von organischem Material (Biomasse) notwendig. Das organische Material kann in situ gebildet oder von externen Quellen zugeführt werden. Zu beachten ist, dass Humus auf- und abbauende Prozesse keinen linearen Prozessen unterliegen (Poeplau et al. 2011) (Abbildung 2). Kommt es zu einer Biomassenzufuhr über die bisherigen eingetragenen Mengen, steigt zunächst der Anteil organischen Kohlenstoffs ( $C_{org}$  Grundbaustein für Humus) im Boden an. Dieser Prozess hält an, bis ein Gleichgewicht zwischen Auf- und Abbauprozessen erreicht ist. Danach nähert sich der  $C_{org}$ -Anteil einer gesättigten Kurve, jedoch nur unter kontinuierlicher Zufuhr von Biomasse. Der Humusanteil im Boden bleibt stabil. Wird der Eintrag organischer Biomasse vermindert, überwiegen Abbauprozesse und der Humusanteil im Boden sinkt. In welchen Mengen Biomasse einem Boden zum Humusaufbau zugefügt werden muss, ist abhängig von den jeweiligen standortspezifischen Gegebenheiten (Klima, Bodenart).

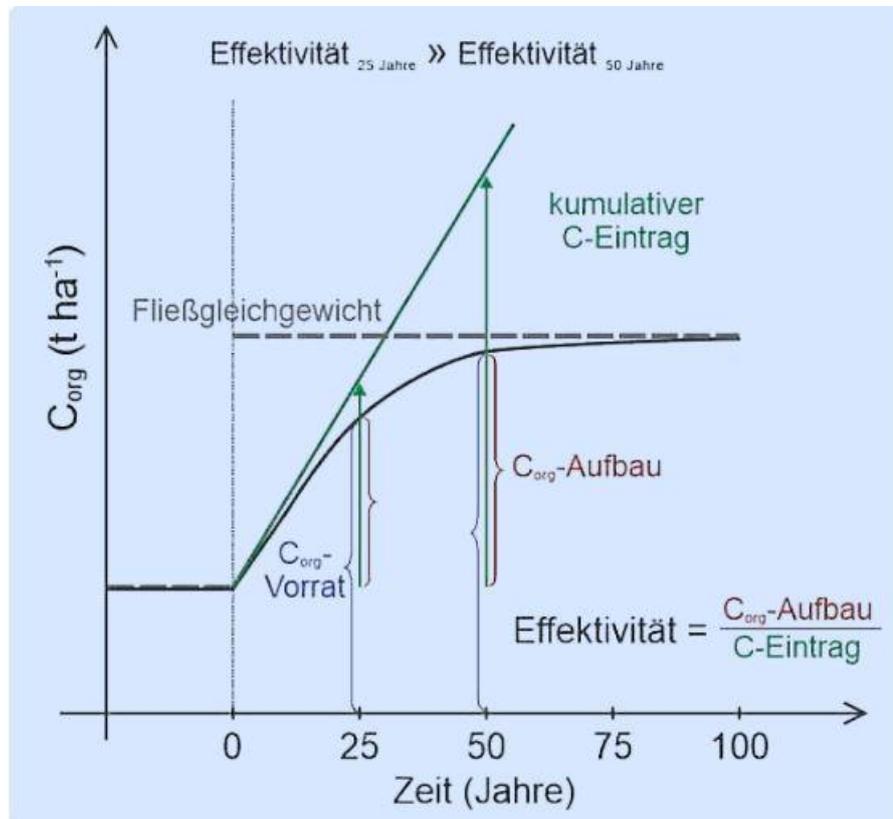


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen organischem Eintrag im Boden und dem Aufbau von Humus ( $C_{org}$ ) im Boden (Wiesmeier et al. 2020).

Zum langfristigen Humusaufbau im Boden darf dem System Streuobst keine Biomasse entzogen werden. Ernterückstände in Form von Trester und Schnittgut, sollten entweder als Pflanzenkohle oder als Hackschnitzel, auf die Fläche zurückgebracht werden (siehe Kapitel 6.5.1). Für einen raschen Humusaufbau ist es notwendig, Biomasse von außen zuzuführen, bspw. in Form von abgelagertem Mist oder Kompost (siehe Kapitel 7.2.2).

#### 4.4 Nährstoffverfügbarkeit

In direktem Zusammenhang mit dem Humusanteil im Boden steht dessen Nährstoffspeichervermögen und -verfügbarkeit. Im Streuobstbau wurde den Bodeneigenschaften bis dato wenig Beachtung geschenkt. Es ist bekannt, dass Böden für den Streuobstbau eine Tiefgründigkeit von mindestens 60 cm, eine gute Wasser-

und Luftdurchlässigkeit, pH-Werte (des Bodenwassers) zwischen 5,5 – 7,5 und einen mittleren bis hohen Humusgehalt aufweisen sollten (Häseli et al. 2016). Nicht mehr ausreichend im Bewusstsein ist, dass Obstbäume auf Streuobstwiesen auf eine regelmäßige Düngung angewiesen sind. Waren früher Nährstoff- und Wasserkreisläufe geschlossen (Abbildung 3), sind diese seit den 1960-er Jahren unterbrochen. Ab dieser Zeit nahm die extensive Grünlandwirtschaft mit Verzicht auf Düngung und der Abfuhr von Schnittgut immer mehr zu (Zehnder 2010).

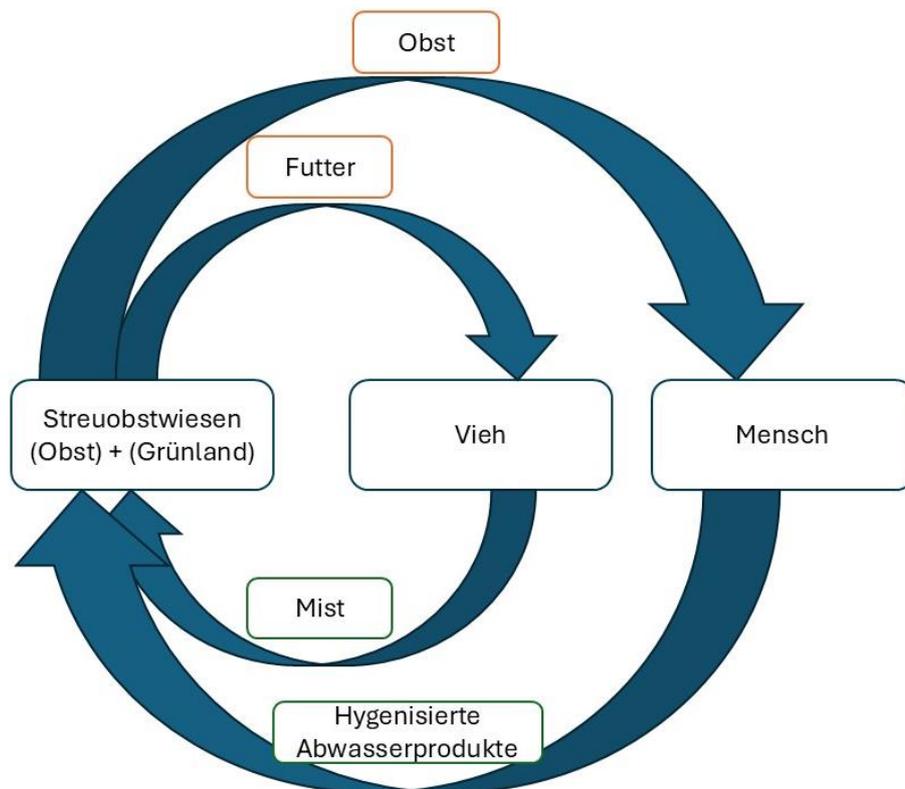


Abbildung 3: Geschlossener Nährstoffkreislauf wie es früher für Streuobstwiesen üblich war (Hügel 2023).

Ursprünglich waren Streuobstflächen meist Obstäcker und später Viehweiden, auf denen regelmäßig eine organische Düngung erfolgte (Grünwald 2023). Mit dem Fokus des Erwerbsobstbaus auf Niederstammanlagen, wird die Bewirtschaftung und Pflege von extensiven Hochstammflächen immer stärker vernachlässigt (siehe Kapitel 3.1),

dies beinhaltet auch deren Düngung. Gleichzeitig entziehen Obsternten extensiven Streuobstwiesen jährlich im Durchschnitt ca. 12 kg Phosphor, 76 kg Kalium und 44 kg Stickstoff pro Hektar. Zudem führt eine zweischürige Mahd der Wiese zu einem zusätzlichen Entzug von 25 kg Phosphor, 60 kg Kalium und 100 kg Stickstoff (Roos 2023). Die Abfuhr von anderen Nährstoffen wie bspw. Eisen, Zink, Bor, Mangan und Silicium wurde noch nicht flächig bilanziert. In Folge des Nährstoffentzugs durch Mahd und Ernte kommt es zu einem Versorgungsengpass. Untersuchungen in Baden-Württemberg zeigen erhebliche Nährstoffmängel in den meisten Streuobstwiesenböden. Diese führen dazu, dass der Bedarf der Bäume mit den verfügbaren Nährstoffen nicht abgedeckt werden kann (Zehnder 2010). In Folge dessen kommt es zu mangelhafter Vitalität der Bäume und einer höheren Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Krankheiten (Hügel 2023).

Da Wasser Nährstoffe im Boden mobilisiert, ist eine ausreichende Bodenfeuchte entscheidend für die Nährstoffverfügbarkeit. Modellierungen zeigen, dass steigende Durchschnittstemperaturen und veränderte Niederschlagsmuster in den kommenden Dekaden zum Absinken der Bodenfeuchte führen werden (Füssel et al. 2017). Erste Auswirkungen zeigten die drei aufeinander folgenden heißen Sommermonate der Jahre 2018, 2019 und 2020, welche besonders den 5 bis 15-jährigen Obstbäumen stark zusetzten (Grundler und Bade 2021). In diesem Zusammenhang sind Bodengare und Humusgehalt wichtige Bodeneigenschaften.

Die Bodengare stellt einen idealen Zustand des Bodens für den Anbau von Pflanzen dar und entsteht aus einem Zusammenspiel zwischen Boden, Pflanzen und Mikroorganismen. Eine gute Bodengare besitzt eine feine Krümelstruktur und eine ausgeglichene Porigkeit (unterschiedliche Porengrößen). Dies wird durch vielfältigen Pflanzenbewuchs und eine hohe biologische Aktivität erreicht. Gerade vor dem Hintergrund der prognostizierten Zunahmen von Starkniederschlagsereignissen schützt eine gute Bodengare vor innerer Erosion. Anders als bei der oberflächlichen Erosion dringt das Niederschlagswasser bei der inneren Erosion in den Boden ein. Durch fehlende Großporen und einem hohen Wassergehalt im Boden werden kleine Bodenpartikel mobil und verstopfen größere Poren. In der Folge bilden sich Sperrhorizonte, sodass kein Wasser in den Unterboden eindringen kann, während der Oberboden komplett wassergesättigt ist. Tiefwurzelnde Pflanzen wirken einer solchen Bodenverdichtung vorbeugend entgegen.

---

Weiterhin beeinflusst der Humusanteil im Boden die Bodengare. Beide befinden sich in positiver Wechselwirkung zueinander. So unterstützt eine gute Bodengare humusaufbauende Prozesse, ein hoher Humusgehalt wiederum ermöglicht eine gute und schnelle Garebildung (Cropp 2021). Ziel sollte es deshalb sein, Humus sowie eine stabile Bodengare und Nährstoffversorgung auf Streuobstwiesen zu erhalten und weiter aufzubauen.

#### **4.5 Förderung von Wurzelsymbionten**

Die Förderung von Wurzelsymbionten trägt zu einer effektiven Wasser- und Nährstoffnutzung in Baumbeständen bei. Mykorrhizapilze stellen wichtige Vertreter solcher Symbionten dar. Sie befinden sich an den Wurzelspitzen ihrer Wirtspflanzen und verlängern mit ihren feinen Pilzhyphen das Wurzelsystem. Dabei tauschen Bäume Zuckerlösungen gegen Wasser und Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor mit den Mykorrhizapilzen aus. Außerdem können Leitungsbahnen zwischen benachbarten Bäumen, auch unterschiedlicher Arten, durch Mykorrhizapilze entstehen, da diese sich über ihre Hyphen verbinden (Deeg 2018). Mithilfe dieser Leitungsbahnen tauschen sowohl Jungbäume als auch ausgewachsene Bäume Kohlenhydrate untereinander aus, um ihr Wachstum und Überleben zu sichern (Simard et al. 1997; Klein et al. 2016).

Gerade in Trockenzeiten weisen Pflanzen mit einer guten Mykorrhiza-Symbiose hohe Widerstandskraft auf. Gründe dafür liegen in der vergrößerten Wurzeloberfläche und der guten Phosphat-Versorgung, welche die hydraulische Leitfähigkeit der Wurzeln und den luftlosen Kontakt zwischen Boden und Pflanze durch die Anwesenheit der Mykorrhizapilze erhöht (Stadler-Kaulich 2021).

Es gibt noch zwei weitere Wurzelsymbionten an Pflanzenwurzeln, die ihre Wirtspflanze hauptsächlich mit Stickstoff versorgen. Zu ihnen zählen die Knöllchenbakterien (*Rhizobiaceae*) und Frankia-Bakterien. Knöllchenbakterien verursachen Verdickungen entlang des Wurzelsystems ihrer Wirtspflanze. Sie, ebenso wie Frankia-Bakterien (*Frankia alni*), sind dabei in der Lage Luftstickstoff in pflanzenverfügbaren, wasserlöslichen Stickstoff umzuwandeln. Viele Leguminosen (Hülsenfrüchtler) gehen mit Knöllchenbakterien eine Symbiose ein. Sie liefern den Bakterien ausreichend Kohlenhydrate und erhalten im Gegenzug Stickstoff zum Aufbau ihrer lebensnotwendigen Proteine. Auch benachbarte Pflanzen profitieren von der Stickstofffixierung, so auch Obst- und Beerengehölze umgeben von Leguminosen (z. B. Klee).

#### **4.6 Förderung der Biodiversität**

Die Förderung von biologischer Vielfalt ist ein zentraler Baustein in Agrarökosystemen. Dabei werden zwei Kategorien von biologischer Vielfalt unterschieden. Die Vielfalt von Organismen, bei der jedes Individuum seine eigene ökologische Nische besetzt (Überschneidungen sind möglich). Aufgrund der ökologischen Nische werden innerhalb einer Ökosystemstruktur spezifische Funktionen übernommen. Man spricht von einer funktionalen Vielfalt (Loreau et al. 2001). Die zweite Kategorie sind unterschiedliche genetische Ausprägungen innerhalb derselben Art. Die genetische Vielfalt ermöglicht Ökosystemen auf sich verändernde Umweltbedingungen zu reagieren. Es handelt sich dabei um die Reaktionsvielfalt (Cabell und Oelofse 2012). Die biologische Vielfalt verbessert also die Resilienz, weil nur ein Teil des vorhandenen Genpools auf gegenwärtige Umweltbedingungen reagiert, während die anderen Gene passiv im System vorhanden sind. Sich verändernde Umweltbedingungen können die bis dato „schlafenden“ Genotypen aktivieren, wodurch die Umwelteinflüsse abgepuffert werden können. Ist ein Ökosystem also reich an Arten und Genotypen reagiert es resilienter auf variable (Umwelt-) Einflüsse.

Hans-Joachim Bannier vom Pomologen Verein (2005) zeigt die zunehmende Verarmung genetischer Vielfalt bei Apfelmulturen auf. Gab es um die Jahrhundertwende (1900) noch etwa 1.000 dokumentierte Apfelsorten, so sind heute nur noch rund 10 bis 20 Sorten im Handel erhältlich. Einhergehend mit der drastischen Abnahme genetischer Vielfalt sinkt die Resistenz gegenüber abiotischen und biotischen Störungen in Obstkulturen. Zudem ist die Unterlagenvielfalt eingeschränkt. Seit ca. 70 Jahren werden im Hochstamm Streuobstbau zunehmend Bittenfelder Sämlinge als Unterlage verwendet, heutzutage wird die Unterlage bei 95 % der Veredelungen genutzt. Wurde zur Gewinnung von Unterlagen bis in die 1970-er Jahre noch üblicherweise Trester ausgesät und die stärksten Sämlinge als Unterlage verwendet, werden sie heutzutage zumeist aus Massenproduktionen von zwei großen Unterlagenbaumschulen dazugekauft.

#### **5 Varianten struktureller Anpassungsmöglichkeiten**

Diversifizierte landwirtschaftliche Praktiken, wie Agroforstwirtschaft, silvopastorale und polykulturelle Systeme, bieten zahlreiche Beispiele dafür, wie komplexe Agrarökosysteme sich klimatischen Extremereignissen anpassen und den

Auswirkungen des Klimawandels trotzen können (Lin 2011). Strukturell komplexe Systeme können nachweislich hohe Temperaturschwankungen abpuffern, Bodenwasser besser verfügbar machen und so Bedingungen schaffen, die den optimalen Anforderungen der Kultursorten näherkommen (Lin et al. 2008). In den nachfolgenden Unterkapiteln werden ausgehend von klassisch bewirtschafteten Streuobstwiesen-Systemen Möglichkeiten aufgezeigt, komplexere Systeme zu gestalten.

### **5.1 Klassische Bewirtschaftungsform Streuobstwiese**

Der zeitliche Horizont zur Darstellung gegenwärtiger Bewirtschaftungsformen im Streuobstbau bezieht sich auf die Nutzung seit Anfang des 20. Jahrhunderts. Zu dieser Zeit wurde die Nutzung unter Hochstämmen von Beerenobst, Gemüse, Hackfrüchten, Getreide oder Futtergras (Lucke et al. 1992; Schaal 1921) zu extensiver Weide- und Grünlandnutzung umgestellt (Lucas 1844; Böttner 1914). Seit Mitte des 20. Jahrhunderts bestehen Streuobstwiesen i. d. R. aus zwei Nutzungsebenen: dem Grünland und den Bäumen. Das Grünland unter Streuobstwiesen ist hochwertiges Futter für Schafe und Ziegen (ertragsärmere Standorte) sowie Rinder (produktivere Standorte) (Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) (Hrsg.) 2022). Es wird jedoch für die gängige landwirtschaftliche Viehhaltung nur in geringem Maße verwendet. Begründet liegt dies in den tief ansetzenden Baumkronen und engen Reihenabständen (i. d. R. 12 m \* 12 m), was den Einsatz großer Landmaschinen erschwert. Eine wirtschaftlich rentable Gewinnung von Futtermitteln für Viehhaltungsbetriebe ist damit nicht gegeben. Zudem sind die in Privatbesitz befindlichen Streuobstflächen aufgrund der Realerbteilung in Baden-Württemberg häufig kleinteilig. In Folge der geringfügigen landwirtschaftlichen Nutzung wird das Grünland unter Obstwiesen häufig mehrmals im Jahr großflächig gemulcht oder gemäht; das anfallende Mahdgut wird meist abgeführt (Schwabe 2000). Alternativ wird das Grünland von Schafen, Ziegen, Rindern und Pferden beweidet, meist in Form von Stand- und Umtriebsweiden.

Aus naturschutzfachlicher Sicht werden ein-, zwei- oder dreischürige Schnitte mit einer Abfuhr der Mahd befürwortet. Dies fördert die Artenvielfalt der Wiesengesellschaften, schränkt aber gleichzeitig den Nährstoffhaushalt der Bäume ein (Zehnder 2010). Nichtsdestotrotz ist eine regelmäßige Mahd erforderlich, damit die Wiesen nicht

verbuschen. Eine Nährstoffzufuhr in Form von Düngemitteln ist in Streuobstbeständen meist fehlend bis gering (Dahlem et al. 2002; Zehnder 2010).

Im fachmännischen Obstbaumschnitt überwiegen in Baden-Württemberg die Methoden nach „Oeschberg“ bzw. dessen erweiterte Form, der „Oeschberg-Palmer-Schnitt“. Ziel ist dabei, zügig eine stabile und harmonische Baumkrone mit drei bis vier gut belichteten Leitästen aufzubauen, die im weiteren Lebensverlauf einen hohen Fruchtbehang tragen können. Neben vielen Vorteilen, die der Oeschbergschnitt aufweist, muss ergänzt werden, dass dessen konsequente Umsetzung die Ausbildung einer sortenspezifischen Krone verhindert. Insbesondere bei Sorten, die eine sehr spezifische natürliche Kronenform aufweisen, wie z. B. die Oberösterreichischer Weinbirne mit ihrem christbaumartigen Wuchs, sind daher individuelle Anpassungen der Schnittmethode erforderlich. (Zehnder 2024).

Bei der Baumpflege im Streuobstbau geht es ab der Ertragsphase darum, Holzwachstum (Vitalität) und Fruchtbildung im Gleichgewicht zu halten. Je nach Altersstufe und Pflegezustand des Baumes wird zwischen Pflanz-, Erziehungs-, Erhaltungs- und Verjüngungsschnitt unterschieden. Im Laufe des Baumlebens verlängern sich die Schnittintervalle dabei immer weiter. Zu lange Schnittintervalle bzw. unzureichende Pflege von Streuobstbäumen führen zum Vergreisen und zu Schäden, wie z. B. Astausbrüchen und Mistelbefall. In der Baumpflege von Hochstämmen ist der Leitfaden des KOB zu beachten (Bosch 2024). Mit Revitalisierungsschnitten gehen zuweilen größere Schnittwunden (> 5 cm Durchmesser) einher, die meist Eintrittspforten für Pilze werden. Die Bäume werden dann durch das Eindringen der Pilzhyphen in ihre Leitbahnen geschwächt und sterben ab.

## **5.2 Windschutzhecken**

### **5.2.1 Funktion**

Stehen Streuobstwiesen an windexponierten Standorten oder werden auf solchen geplant, sind Maßnahmen zum Schutz vor hohen Windgeschwindigkeiten erforderlich. Dies kann durch Pflanzungen von Windschutzhecken quer zur Hauptwindrichtung (Westwindrichtung) erreicht werden (Bohner 2022). Abhängig von der Heckenhöhe entstehen im windabgewandten Bereich mikroklimatische Verbesserungen durch geringere Luftbewegungen (Abbildung 4). In dieser Ruhezone, welche sich über eine

Strecke des sieben- bis achtfachen der Heckenhöhe erstreckt, werden Windgeschwindigkeiten um bis zu 50 % reduziert (Crawford 2024).

Der Effekt von Windschutzhecken in Abhängigkeit ihrer Dichte wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Crawford (2024) empfiehlt, dichte Hecken ohne Winddurchlässigkeit für eine effektive Reduktion des Windfeldes. Andere Autoren verweisen auf eine Durchlässigkeit von ca. 40 % (Stadler-Kaulich 2021; Savanna Institute 2019; Ringler et al. 1997). Gründe, die für winddurchlässige Hecken sprechen, sind die geringere Ausbildung von Verwirbelungen auf der windabgewandten Seite und einer flächigeren ausgebildeten Windruhezone, sowie geringere Wahrscheinlichkeiten von Pilzinfektionen bei Kulturpflanzen (Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) e.V. 2006).

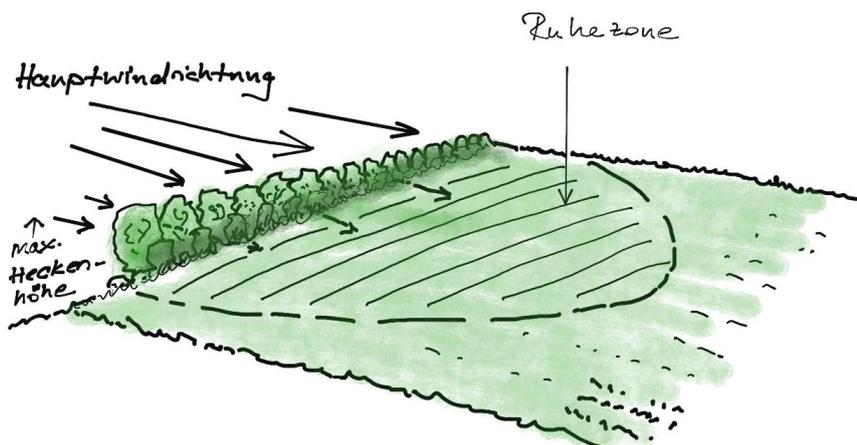


Abbildung 4: Heckenstruktur mit Ruhezone (abgeschwächten Windgeschwindigkeiten) auf der windabgewandten Seite. Die Ausdehnung der Ruhezone entspricht dem sieben- bis achtfachen der Heckenhöhe.

Durch die reduzierten Windgeschwindigkeiten verringern sich Windbrüche sowie die Wasserverdunstung von Boden- und Blattoberflächen (Kranz und Deemter 2021). Dadurch liegen die Lufttemperaturen hinter einer Windschutzhecke im Vergleich zu umliegenden exponierten Standorten um 2°C höher (fördert Aktivität der Bodenorganismen), die Spaltöffnungen der Pflanzen sind länger geöffnet, was die Photosynthese produktiver werden lässt. Aufgrund der Taubildung steigt die

Bodenfeuchtigkeit. Mit dieser besseren Wasserverfügbarkeit steigt die Photosyntheseleistung, wodurch je nach Kultursorte bis zu 30% höhere Erträge erzielt werden können (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2005; Crawford 2024).

In Mulden und Senken können Hecken die angebauten Kultursorten vor zuströmender Kaltluft und Windfrost schützen. Da Kaltluft wie eine zähe Masse hangabwärts fließt, muss sie um die Kultursorten herum geleitet werden (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2005; Bastide et al. 2020). Dazu wird die Heckenstruktur ausgehend vom höchsten topographischen Punkt schräg hangabwärts gepflanzt.

Neben den mikroklimatischen Vorteilswirkungen verbessern Hecken die Bodenstruktur durch Humusbildung (Laubabfall) sowie durch tiefwurzeln- oder stickstofffixierende Pflanzen in der Hecke (Crawford 2024).

### 5.2.2 Gestaltung

Windschutzhecken sollten wie folgt geplant sein:

- Ausrichtung 90° zur Hauptwindrichtung,
- Auswahl der Heckenpflanzen so wählen, dass sie bis in den Herbst hinein belaubt sind und den Windschutzeffekt halten,
- Auswahl der Heckenpflanzen in ihrem Höhenwachstum so wählen, dass die angestrebte Ruhezone erreicht wird,
- schnellwachsende Arten pflanzen, damit eine Schutzwirkung möglichst rasch eintritt,
- Obstgehölze aufgrund bestehender Wurzelkonkurrenz im Abstand der Heckenhöhe pflanzen,
- auf immergrüne Arten in der Hecke verzichten, da sich durch diese Regenschatten ausbildet,
- ggf. auf Arten verzichten, die Ausläufer bilden oder Wirtspflanzen für Feuerbrand sind,
- mehrschichtiger, pyramidaler Aufbau bis zum Boden reichend (mittige Baumschicht (> 5 m), seitlich begrenzende Kraut- und Strauchschicht (< 5 m) (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2005) (Abbildung 5),
- Baumabstände innerhalb der Hecke mindestens 10 m, da es sonst zu Verschattungen in der darunter liegenden Strauch- und Krautschicht kommt (Meyerhoff 2011),

- Querschnittsbreite 5 m bis 10 m
- Verwendung von standortgerechten und naturraumtypischen Gehölzen für einen hohen Naturschutzwert (Breuning et al. 2002; NABU 2024),
- Integration von schnellwachsenden Baumarten (Pappeln, Weiden) zur Erzeugung von Hackschnitzeln,
- Integration von Werthölzern,
- Anpflanzung von Gehölzen mit hohem Rohprotein- und Mineralstoffgehalten (Sal-Weide, Holunder, Maulbeere) bei Laub-Futterhecken (Book 2022).

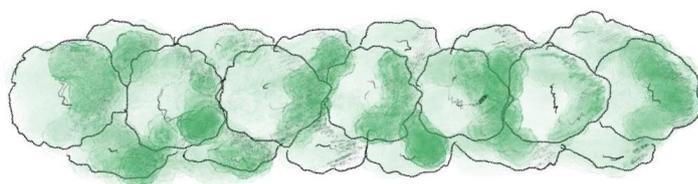


Abbildung 5: Draufsicht auf eine mehrstufig gestaltete Hecke mit mittig gepflanzten hohen Sträuchern/Bäumen und niedrigen in den Randbereichen.

### 5.3 Schattenbäume (Überhälter)

#### 5.3.1 Funktion

Bei neu-geplanten Streuobst-Systemen können Schattenbäume eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Dies sind Bäume, welche die mittlere Bestandshöhe (bspw. durchschnittliche Baumhöhe der Fruchtgehölze) überragen. Weisen bestehende Streuobst-Systeme größere Lücken auf, so können hier ebenfalls Schattenbäume gepflanzt werden.

Schattenbäume verringern Windgeschwindigkeiten und stabilisieren so die mikroklimatischen Bedingungen im Bestand und schützen zusätzlich bei starken Winden oder Stürmen vor Schäden an Ästen, Blüten oder Früchten der unterliegenden Streuobstbestände (Wallace 1997; Lin et al. 2008). Diese Wirkung auf das Bestandsinnenklima wird von der Kronenstruktur, Blattdichte und Höhe des Kronenansatzes beeinflusst. Zudem wird durch den Schattenwurf der Bäume die direkte Sonneneinstrahlung und die Menge an Sonnenlicht reduziert. Weniger direktes Sonnenlicht bedeutet geringere Bodentemperaturen und Evapotranspirationsverluste, was zu feuchteren Bedingungen im Boden führt.

Zumeist werden hochwüchsige Bäume als Schattenbäume angepflanzt, die über ein sehr tiefreichendes Wurzelsystem verfügen. Über die Wurzeln pumpen sie Nährstoffe und Wasser in die oberen Bodenschichten, die dann Kultursorten mit flachem Wurzelsystem zur Verfügung stehen. Durch die Kombination von Kultursorten mit unterschiedlich tief reichenden Wurzeln entsteht ein vielfältigen Porensystem. Weiterhin wird mehr Laub und damit organischer Kohlenstoff in den Boden eingetragen und somit dessen Humusgehalt erhöht. Durch die Etablierung von Hecken wird somit CO<sub>2</sub> in der unter- und oberirdischen Biomasse gespeichert (Drexler und Don 2024).

Ernteeinbußen in Folge einer Beschattung der Kultursorten werden in der Literatur nicht beschrieben (bspw. Lin et al. 2008). Im Gegenteil zeigt eine Metaanalyse von Laub et al. (2022) zur Auswirkung von Beschattung auf Beeren- und Obstkulturen, dass Erträge bis zu einer Überschattung von 40 % ansteigen und erst darüber hinaus absinken. Viele Grünlandarten tolerieren ebenfalls ein gewisses Maß an Beschattung. Untersuchungen zeigen, dass erhöhte Biomasseproduktionen bis zu einer Beschattung von 50 % anhalten (Laub et al. 2022; Spiecker et al. 2009).

Unterstützt werden diese Synergien durch eine geringere Anfälligkeit für Krankheiten und Schädlinge. Bestände mit unterschiedlichen Baumarten und damit mit einem heterogenen Kronenaufbau sind weniger risikobehaftet als Monokulturen (Bos et al. 2007).

#### **5.4 Gestaltung**

Für die Gestaltung von Schattenbäumen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Baumarten und damit verbunden Wurzelraum, Ausdehnung der Baumkrone und Allelopathien.
- Aufgrund der Baumgröße sind Abstände zu anderen hochwachsenden Bäumen zwischen 12 m und 15 m einzuhalten.
- Auf 7 m bis 8 m hoch aufasten (Spiecker et al. 2009; Grolm 2024).
- Die Wahl der Baumart wird bedingt durch die Lichtansprüche und Schattenverträglichkeit der darunter wachsenden Kultursorten / Grünlandarten.
- Regelmäßige Kronenpflege ist erforderlich.

## **5.5 Komplexe Fruchtanbausysteme**

### **5.5.1 Funktion**

Komplexe Fruchtanbausysteme können linear in syntropischen Baumstreifen oder flächig in Obstwaldgärten organisiert sein. Der Begriff syntropische Baumstreifen wurde von Ernst Götsch, einem Schweizer Landwirt und Forscher, geprägt (Andrade 2024). Mehrschichtige Baumstreifen wurden allerdings schon Anfang 1900 beschrieben. So konstatierte Schaal lineare, multidimensionale Baumstreifen für den Apfelanbau auf Äckern und Grünland als stabile, ertragssichere Anbausysteme (Schaal 1921). Ein solches mehrschichtiges System kann auch als flächiges Fruchtanbausystem etabliert werden. In diesem Fall wird von Obstwaldgärten gesprochen.

Die Hauptprinzipien von komplexen Fruchtanbausystemen sind natürliche Sukzessionsprozesse und die Organisation von Vegetation in Ebenen (Schichten), ähnlich jener in natürlichen Ökosystemen. Hier unterstützen sich Pflanzen und Mikroorganismen gegenseitig, bspw. bereiten schnellwachsende Pionierarten begünstigende pedogene- und mikroklimatische Bedingungen für langsam wachsende Baumarten der späten Sukzessionsphase (Klimaxarten) auf. Diese Prozesse werden in syntropischen Baumstreifen und Obstwaldgärten in Form, Funktion und Dynamik nachgebildet, indem die Anordnung der Pflanzen im Raum, sowohl horizontal als auch vertikal, und zeitlich entsprechend ihren ökologischen Nischen (inkl. Lebenszeit) organisiert sind. Ziel ist eine Optimierung der Photosyntheseleistung und daraus resultierend eine hohe Biomasseproduktion respektive CO<sub>2</sub>-Sequestrierung (Andrade 2024), ohne dass es zu konkurrenzbedingtem Säulenwuchs kommt (Crawford 2024).

Hinsichtlich der in Kapitel 4 genannten Stellschrauben sind demnach komplexe Fruchtanbausysteme für alle sechs genannten Aspekte vorteilhaft. Zudem erweisen sich diese Systeme als sehr klimaresilient (Philpott et al. 2008). Die geschichteten Vegetationsebenen bedingen einen graduellen Licht- und damit Temperaturabfall im Bestand, so dass mehr Feuchtigkeit im Boden gehalten wird (Andrade et al. 2020). Weiterhin werden Wurzelsymbiosen gefördert (Stadler-Kaulich 2021), Nährstoffkreisläufe geschlossen und Humus stetig aufgebaut (Jacke und Toensmeier 2005; Verein für Regenerative Landwirtschaft e.V. 2018). Tiefwurzelnende Baumarten dienen zusätzlich als Nährstoff- und Wasserpumpe. Die Wurzelsysteme der Pflanzen stabilisieren den Boden und reduzieren Erosion, insbesondere an Hängen und in

erosionsgefährdeten Gebieten (Stadler-Kaulich 2021). Aufgrund der Arten- und Sortenvielfalt steigt die Biodiversität, sowohl oberirdisch als auch im Boden und jene Bestände sind resilienter gegenüber (a-)biotischen Schädigungen (Philpott et al. 2008). Die in die oberste Schicht wachsenden Schattenbäume schützen die unteren Kulturen vor harschen Witterungsbedingungen und Sonneneinstrahlungen. Systemimmanent ist, dass zwar aufgrund der dichten Bepflanzung mit unterschiedlichen Arten und Sorten der Bewirtschaftungsaufwand (schneiden, mähen) steigt, dafür aber gleichzeitig das Risiko von Erntetotalausfällen sinkt (Björklund et al. 2019).

### 5.5.2 Gestaltung

Die Frage wo Pflanzen optimal im Bestand und in der zeitlichen Abfolge organisiert werden, hängt von ihren ökologischen Nischen ab. Oberstes Gebot ist, dass ihre Ausmaße (Baumkrone, Kronenansatz, Baumhöhe, Wurzellänge und -form) sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Ebene berücksichtigt werden. Die Pflanzdichte nimmt von der untersten zur obersten Ebene und mit der Zeit ab (Abbildung 6), mit dem Ziel das Sonnenlicht und die damit verbundene Photosyntheseleistung optimal auszunutzen (Andrade 2024). Hart- und/ oder Schnittholz sowie Nuss- und Obstbäume unterschiedlicher Höhen können bspw. in Kombination mit mehrjährigen Sträuchern und Unterkulturen (bspw. Kartoffeln, Kürbis, Grünspargel) gepflanzt werden. Ihre Platzierung erfolgt entsprechend der Art-spezifischen ökologischen Nischen. Im Falle von syntropischen Baumstreifen ist es für die optimale Raumausnutzung sinnvoll, die Kombination der Arten zwischen den Baumreihen zu wechseln (Pasini 2020). Die Grünlandbewirtschaftungsform bedingt dabei die Distanz zwischen den Reihen.

Sowohl bei linearen als auch bei flächigen mehrschichtigen Systemen variieren die Angaben zu Pflanzabständen zwischen den Pflanzen und werden in festen Distanzen oder als zeitveränderlich angegeben. Für Hoch-, Mittel- und Kurzstämme (auch Spindel genannt) variieren Pflanzabstände zwischen 7 m bis 10 m, 4 m bis 5 m bzw. 2 m bis 3 m (Tabelle 1) (Schaal 1921; Stadler-Kaulich 2021). Kranz und Deemter (2021) orientieren sich beim Pflanzen an den im ausgewachsenen Zustand erreichten Baumdurchmesser (+ Puffer), so dass sich volle Kronen entwickeln können. Crawford (2024) hingegen befürwortet Pflanzabstände zwischen  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{2}$  der Baumkronendurchmesser. Werden Bäume unterschiedlicher Kronendurchmesser

kombiniert, wie bei mehrschichtigen Baumstreifen, wird der durchschnittliche Kronendurchmesser zweier benachbarter Bäume für die Abstandsermittlung zugrunde gelegt. Innerhalb der Wertespanne ( $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  des Baumkronendurchmessers) orientieren sich die Pflanzabstände an den Lichtverhältnissen (Nord-Süd-Ausrichtung). Der Abstand zwischen zwei Bäumen wird damit größer, wenn die Lichtverhältnisse ungünstig sind (bspw. Nordseite). Lucas (1910) wählt die Abstände von Bäumen in Abhängigkeit der standörtlichen Gegebenheiten (inkl. Bodenverhältnissen) sowie der Obstart. Auf tiefgründigen Böden bilden Bäume größere Kronenbereiche aus als auf mageren. Dementsprechend müssen Baumabstände angepasst werden. Er empfiehlt hochstämmige Apfel- und Birnenbäume auf tiefgründigen Standorten in einem Abstand von 10 m (Waldnüsse, Esskastanien 12 m bis 14 m, Zwetschgen 5 m bis 6 m, Pflaumen/ Weichseln 6 m bis 8 m) zu pflanzen. Auf Baumäckern vergrößert sich der Abstand bis auf 15 m, während in rauen Lagen und/ oder auf flachgründigen Böden 7 m bis 8 m ausreichen. Bäume in Hanglagen dürfen enger (8 m) gepflanzt werden, da die Kronenbereiche übereinanderstehen.

Wichtig ist, dass zu enge Pflanzabstände über die Zeit zu hohen, dünnen und unproduktiven Bäumen führen (Crawford 2024). Engere Pflanzungen und spätere Ausdünnung der Bestände haben den Vorteil, dass ein zeitnahe, unterstützender Austausch mit Kohlenhydraten zwischen der Nachbarvegetation und eine frühe Mykorrhiza-Symbiose einsetzen kann. Zudem haben Gruppenpflanzungen von Bäumen und Sträuchern eine schnelle positive Wirkung auf die Bodengüte, Bodenfauna und das Mikroklima. Ein Hauptaugenmerk bei Planungsprozessen liegt deshalb auf den Baumhöhen und Kronenbreiten der ausgewachsenen Bäume. Weiterhin sind Lichtansprüche, Wuchsgeschwindigkeiten, Wurzelkonkurrenz (Beachtung der Wurzelform und -tiefe) und Allelopathie zu berücksichtigen.

Wie aus Abbildung 6 ersichtlich, werden zwischen die Baumebenen zusätzlich noch Sträucher gepflanzt. Stadler-Kaulich (2021) stellt jedem Obstgehölz, abhängig von den Bodenverhältnissen, zusätzlich noch ein bis zwei Begleitbaumarten (Ammengehölze, siehe Kapitel 6.6) zur Seite. Werden alle Gehölze betrachtet, so ergeben sich sehr enge Pflanzabstände, die natürlichen Gegebenheiten nachempfunden sind. Eine Waldlichtung wird bspw. sehr schnell von Baum-Sämlingen besiedelt. Es bildet sich eine Art Teppich, in dem die Sämlinge dicht an dicht stehen. So finden die

Sämlingswurzeln durch dichte Pflanzabstände rasch Wurzelsymbionten (Stadler-Kaulich 2021). Mit der Zeit dünne sich die Sämlingsdichten aus und es verbleiben jene, die in die Kronenschicht hineinwachsen. Im Falle von komplexen Fruchtanbausystemen werden alle „Sukzessionsstadien“ meist zur selben Zeit gepflanzt. Im Verlauf der Bestandsentwicklung werden lichtliebende, kurzlebige Gehölze wieder entfernt. Ihr hinterlassener Platz steht dann den langlebigen Kulturen zur Verfügung.

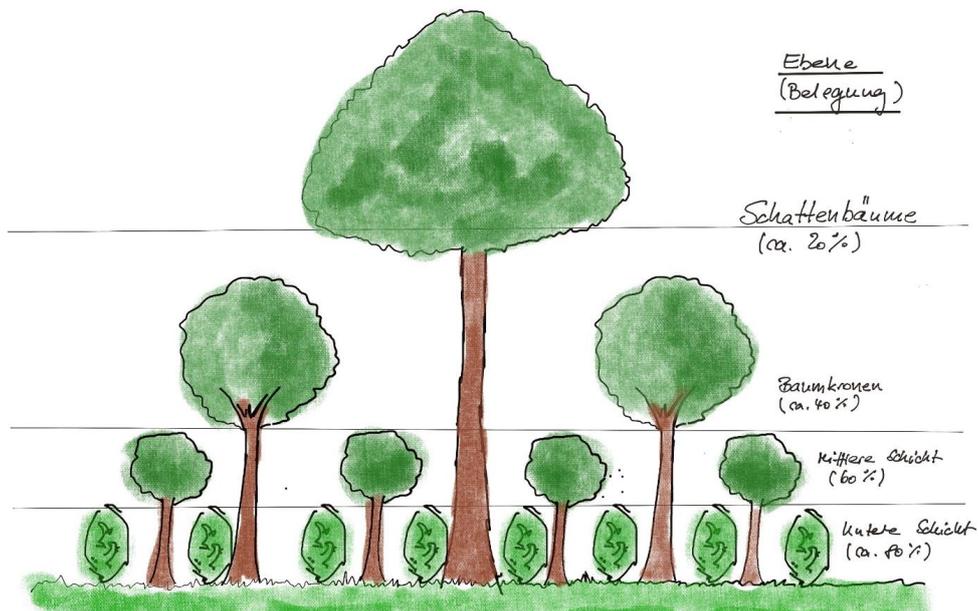


Abbildung 6: Struktur von komplexen Fruchtanbausystemen organisiert in Ebenen unter Berücksichtigung der Belegung (%) innerhalb der Ebene (vertikale Projektion der Kronen auf die horizontale Bodenoberfläche). Angaben zur Besetzung der Ebene stammen aus Andrade 2024).

Tabelle 1: Merkmale verschiedener Unterlagen und deren Einfluss auf den Platzbedarf der Bäume (Schaal 1921; Stadler-Kaulich 2021; Kranz und Deemter 2021; Wilfling und Grolm 2024).

Unterlagen	Baumhöhen (Meter)	Lebensdauer (Jahre)	Platzbedarf (Quadratmeter)	Stamm-Stamm- Abstand (Meter)
starkwüchsig	8 – 10 +	100 – 130 +	70 - 80	7 - 10 m
mittelwüchsig	5 – 7	30 – 40	70 - 80	4 - 5 m
schwachwüchsig	3 – 5	20 – 30	12 – 16	2 – 3 m

### 5.5.2.1 Beispiele Gestaltungsmöglichkeiten

Zur Verdeutlichung der Pflanzabstände und -systeme werden an dieser Stelle exemplarisch Pflanzbeispiele für mehrschichtige Baumreihen beschrieben.

#### Pflanzbeispiel I mehrschichtige Baumreihe (Stadler-Kaulich 2021: 134)

Im Pflanzplan für eine Hochstamm-Reihe werden die Hochstämme im Abstand von 10 m gepflanzt, der Abstand zwischen den Reihen ist je nach Ziel der Grünlandbewirtschaftung zu wählen. Zwischen die Hochstämme (bei 5 m) wird ein Edelholzbaum, welcher im Laufe der Zeit hoch aufgeastet wird, gepflanzt. Im Abstand von ca. 1,40 m ausgehend von den Hochstämmen werden zwischen diese und den Edellaubbäumen Beerensträucher bzw. Arten der unteren Schicht gepflanzt (im Falle von Streuobstwiesen Grünlandansaat).

#### Pflanzbeispiel II mehrschichtige Baumreihe (Schaal 1921):

Schaal (1921) beschreibt ein „vielversprechendes Anbausystem für die Zukunft“ wie folgt: Innerhalb der Reihen im Abstand von 10 m \* 10 m werden Hochstämme auf Wildlingsunterlagen (*Malus sylvestris*, sehr starkwüchsig) gepflanzt. Dazwischen werden im Abstand von 3,30 m jeweils Bäume auf schwachwüchsigen Unterlagen mit einer Lebenserwartung von 30 bis 40 Jahren gepflanzt. Am Ende ihrer Lebenszeit werden diese entnommen und bereiten Platz für die Kronen der Hochstämme. Diese befinden sich zu dieser Zeit in der Vollertragsphase.

#### Pflanzbeispiel III mehrschichtige Baumreihe (Pasini 2020):

Hier werden mehrschichtige Baumreihen unterschiedlichster Artenzusammensetzung (Apfel, Pflaume, Beerensträucher, Trauben, Brombeeren, Heidelbeeren, Eschen,

---

Pappeln und Erdbeeren) beschrieben. Anders als bei den vorangegangenen Beispielen werden hier auch essbare Kletterpflanzen integriert und die Artenzusammensetzung wechselt zwischen den Reihen. Dieses sehr diverse System bietet sukzessive Erntemengen, sodass Totalausfälle auf ein Minimum reduziert werden.

Allen Beispielen gemeinsam ist, dass sich das System mit der Zeit verändert und es mit zunehmender Kronenentwicklung der Obstbäume zu Baum-/Strauchentnahmen auf den unteren Ebenen kommt. Integrierte Schattenbäume, die über die Hauptbaumebene hinausragen, werden hoch aufgeastet.

**Pflanzbeispiel IV Obstwaldgarten aus bestehender Streuobstwiese (Kranz und Deemter 2021):**

Kranz und Deemter (2021) beschreiben, wie eine bestehende, sehr verbuschte Streuobstwiese in ein mehrschichtiges Obstwaldgarten System überführt werden kann. Je nach Zielsetzung können große schattenspendende Arten (Walnuss, Esskastanie) und/ oder Sträucher platziert werden. Auch Kletterpflanzen wie Kiwi (*Actinidia arguta*) oder Wein (*Vitis vinifera*) werden integriert. Es wird auch auf die Gefahren von zu schneller Auslichtung hingewiesen und wie man einer Massenverbreitung von lichtliebenden Pionierarten (z. B. Brombeeren) vorbeugen kann.

**5.6 Arbeiten entlang von Konturlinien und Keyline-Design**

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Strukturanpassungsmöglichkeiten müssen in hügel- oder bergigen Landschaften auf Standorten mit hohem Oberflächenabfluss Maßnahmen ergriffen werden, um Wasser und Nährstoffe im Boden zu halten. Wenn keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden und die Böden unbedeckt sind, fließt Niederschlagswasser ungehindert hangabwärts und nimmt nährstoffreiche Bestandteile der Oberböden mit sich. Als Folge werden Bodenentwicklungsprozesse gestört und Pflanzen unzureichend mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Um dem entgegenzuwirken ist es sinnvoll, entlang der Konturlinien zu arbeiten. Kontur- oder Höhenlinien sind jene Bereiche, die auf der gleichen Höhe über Normalnull liegen.

Keyline oder Hauptlinien-Design ist ein Planungswerkzeug, welches entlang von Kontur- oder Höhenlinien arbeitet. Es wurde von P. A. Yeomans Anfang der 1950-er Jahre entwickelt und basiert auf der Analyse vorherrschender Geländetopografien

mit dem Ziel natürliche Wasserbewegungen zu verstehen und durch Maßnahmen gezielt zu steuern. Oberflächenabflüsse werden so minimiert und Wasser verbleibt länger und gleichmäßiger im Boden, anstelle über Oberflächenabflüsse rasch in Vorfluter zu fließen (Yeomans und Yeomans 2008).

### 5.6.1 Funktion

Zentrales Prinzip im Keyline-Design ist die Analyse und Nutzung natürlicher topographischer Gegebenheiten, insbesondere vorhandener Hügel, Täler und Wasserfließlinien. Ausgangspunkt ist eine imaginäre (Schlüssel-)Linie, die sich in den oberen Hangbereichen befindet. Von hier fließt Wasser, der Erdanziehungskraft folgend, hangabwärts. Das Keyline-Design setzt an diesem Punkt an und fußt auf zwei Säulen. Erstens werden Wasserwege durch die Schaffung von Terrassen, Gräben und Dämmen verlängert (Krawczyk 2022), wodurch es flächig in die Böden einsickert (Shepard 2013). Als Folge wird die Bodenfeuchtigkeit erhöht, was mit positiven Wirkungen auf die Nährstoffverfügbarkeit und das Pflanzenwachstum verbunden ist. Des Weiteren werden Maßnahmen ergriffen, um die Infiltration und Speicherung des Wassers im Boden zu verbessern. Dazu werden Bodenstrukturen, -gefüge und -fruchtbarkeit verbessert und ggf. stauende Schichten im Unterboden entfernt (Perkins 2019). Zum Einsatz kommen häufig tiefwurzelnde und stickstofffixierende Pflanzen.

Vorteile von Keyline-Design Ansätzen in Hanglagen ergeben sich somit aus:

- Erosionsschutz durch verringerten Oberflächenabfluss,
- höhere Bodenfeuchte bei gleichzeitiger Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und -struktur,
- bessere Nährstoff- und Wasserversorgung der Kultursorten und somit resilientere Pflanzstandorte gegenüber klimatischen Extremereignissen (Krawczyk und Duncan 2018).

Nachteilig sind:

- anfänglich hohe Investitionskosten (Zeit, Geld, Ressourcen, Planungskosten),
- die Komplexität der Planung (Wasserverlaufsanalyse und gegensteuernde Maßnahmen)
- aufgrund des aufwendigen Pflügens und der Errichtung wasserspeichernder Elemente kann eine effektive Flächennutzung, insbesondere beim maschinellen Mähen mit großen Geräten, behindert werden.

Ein sehr simples Verfahren, Wasser länger in der Landschaft zu halten, wurde bereits vor 180 Jahren beschrieben (Lucas 1854; Böttner 1914). In jener Zeit wurden Bewässerungsgräben in Hanglagen beschrieben, die gerade neu gepflanzte Obstbäume versorgen sollten. Zu diesem Zwecke wurden die Obstbäume über kleine Gräben miteinander verbunden. Direkt neben jeden Obstbaum wurde jeweils ein kleines Loch gegraben. Dies diente zum einen der Bewässerung, zum anderen wurde Bodenabtrag aufgefangen. In sehr steilen Hanglagen wurden zur Minimierung der Wasserfließgeschwindigkeit die Gräben im Zickzack entlang der Hangkonturlinien angelegt (Abbildung 7).

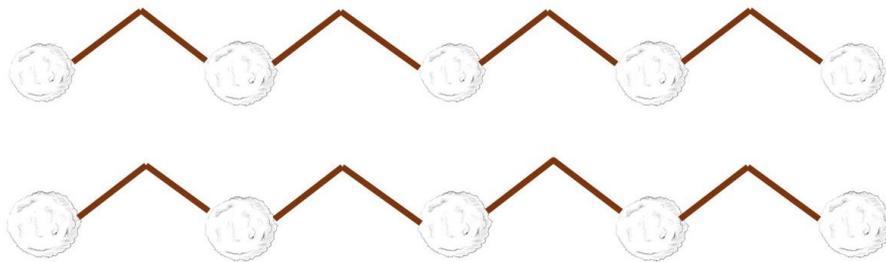


Abbildung 7: Zickzack Gräben zur Bewässerung in steilen Hanglagen zur Minimierung von Bodenabtrag (verändert nach Lucas 1854).

### 5.6.2 Gestaltung entlang von Konturlinien

Wenn entlang von Höhenlinien gepflanzt werden soll, muss zunächst festgelegt werden, ob zwischen den Baumreihen immer der gleiche Abstand vorhanden sein muss. Bei gleichen Abständen der Baumreihen muss ein Keyline-Design angewendet werden. Andernfalls kann mit zu ermittelnden Konturlinien gearbeitet werden.

Zur Ermittlung der Konturlinien kann ein Rahmen in Form eines hölzernen A verwendet werden, wobei eine Wasserwaage oder ein Lot die beiden Schenkel verbindet bzw. mittig trennt. Grundlage ist eine Karte (vorteilhaft mit Höhenlinien) oder ein Luftbild, anhand derer ein Startpunkt gewählt wird. Ein „Bein“ des A-Rahmes wird an den Ausgangspunkt gestellt und markiert, das andere „Bein“ wird hangaufwärts oder -abwärts bewegt, bis die Wasserwaage perfekt ausbalanciert ist. Dieser Punkt wird ebenfalls mit einem Stein oder Stock markiert. Das zweite „Bein“ bleibt an dieser Stelle, während das erste „Bein“ herumschwingt, bis die Wasserwaage ausbalanciert ist. Der sich wiederum daraus ergebende Punkt wird ebenfalls markiert. Die Wiederholung

---

dieses Prozesses über die gesamte Fläche ergibt miteinander verbundene Punkte, welche die Kontur- oder Höhenlinie, entlang derer gepflanzt werden kann, darstellt.

Der Entwurf mit Schlüssellinien im Keyline-Design geht einen Schritt weiter als die Arbeit entlang von Konturen- oder Höhenlinien. Dieses Design ist sinnvoll, wenn regelmäßige Abstände für Arbeiten jeglicher Art benötigen werden. Etwa, wenn Baumreihen in einem Abstand von 10 m angelegt werden sollen. Ein Blick auf eine topographische Karte mit Höhenlinien macht dies deutlich. Je nach Grad der Hangneigung liegen die Kontur- oder Höhenlinien enger oder weiter auseinander, was eine maschinelle Bewirtschaftung unmöglich machen würde. Grundgedanke im Keyline-Design ist, dass die Startreihe auf der Hangkontur liegt, aber am sogenannten Keypoint (Schlüsselpunkt) beginnt. Um diesen zu identifizieren, werden in einem ersten Schritt auf einer topographischen Karte Hangrücken und (Seiten-)Täler markiert. Innerhalb dieser Täler liegt jeweils ein Wendepunkt (inflection point), an dem die Hangkontur von konkav zu konvex übergeht. Ersichtlich ist dieser durch die Änderung der Höhenlinien-Abstände. Der Keypoint befindet sich unterhalb des Wendepunktes am Übergang der Steigung von flach zu steil. Ab hier beginnt das Wasser natürlicherweise langsamer hangabwärts zu fließen. Zwischen den einzelnen Tälern kann sich die Lage der Wendepunkte unterscheiden, weshalb sie spezifisch für jedes Tal identifiziert werden müssen. Die Wendepunkte werden in einem GPS gespeichert und im Feld aufgesucht. Für größere Gebiete können Geoinformationssysteme (QGIS, ArcGis) oder Online-Tools (Verge Permaculture 2024) verwendet werden.

In Feldbegehungen werden die Keypoints unterhalb der Wendepunkte erkennbar. Sobald Keypoints identifiziert sind, werden diese markiert. Das Markieren der Höhenlinie geschieht wiederum mit einem A-Rahmen. Da es sich um eine Konturlinie ausgehend vom Keypoint handelt, wird sie Keyline oder Schlüssellinie genannt. Von dieser Schlüssellinie aus können weitere Reihen in regelmäßigen Abständen hangauf- oder hangabwärts markiert werden. Dazu werden ausgehend von der Schlüssellinie in einem regelmäßigen Abstand, bspw. 10 m, hangauf- oder hangabwärts Punkte markiert, die dann zu einer weiteren Reihe verbunden werden.

## 6 Pflanzung und Etablierung

Viele Publikationen weisen auf die Bedeutung guter Pflanz- und Etablierungsbedingungen für junge Bäume hin und geben ausführliche praktische Anleitungen (bspw. Dahlem et al. 2002; Landschaftspflegeverband Aschaffenburg e.V. (Hrsg.) 2011; Siegele 2023; Schliebner et al. 2023). Eine sehr detaillierte Pflanzanleitung gibt die Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL, Arbeitsgruppe Kulturlandschaft und Landschaftsentwicklung (IAB 4a) o.J.).

Pflanzanleitungen sind zwingend zu beachten, denn Versäumnisse im Wachstum während der Jugendphase können im Alter nicht mehr nachgeholt werden (Grünwald 2023). Die Bedingungen während der Etablierungsphase (ersten vier Jahre nach Pflanzung) von Obstbäumen sind deshalb von entscheidender Bedeutung, gerade auch vor den besonderen Herausforderungen im Klimawandel. Im nachfolgenden werden Möglichkeiten diskutiert klimaresiliente Jungbäume zu etablieren, dabei verstehen sich diese als Ergänzung zu den oben genannten bereits bestehenden Pflanz- und Pflegehinweisen.

Im Zuge des Klimawandels, mit vermehrt längeren Trockenphasen sowie höherem Schädlingsdruck, liegt der Fokus auf einem gut ausgebildeten Wurzelsystem. Vor diesem Hintergrund werden seit einigen Jahren vermehrt (wieder) Themen, wie wurzelechte Bäume (bspw. Corbett 2007; Kleinz und Weinrich 2016), Veredlung vor Ort (Wilfling und Grolm 2024), junges Pflanzgut und Diversität von Unterlagen (Kompetenzzentrum Oberlausitzer Streuobstwiesen 2024) diskutiert. Im Rahmen des Forschungsprojektes Schwarzer Rindenbrand (angesiedelt am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg gefördert durch das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg) werden verschiedene Unterlagen auf die Anfälligkeit gegen den Schwarzen Rindenbrand mit einer anfälligen Sorte (Gewürzluike) und einer resistenteren Sorte (Brettacher) veredelt und geprüft. Prädestiniert für die Anfälligkeit mit Schwarzen Rindenbrand ist bspw. die Unterlage M9, die aber aufgrund ihrer Schwachwüchsigkeit weniger im Streuobstbau als in Erwerbsobstplantagen eingesetzt wird. Durch für diese Unterlage typische Luftwurzelausbildung wird ein Befall begünstigt, der oftmals einen Befall an der Sorte auslöst. Eine optimale Unterlagen-Sorten-Kombination ist im Hinblick auf die klimatischen Veränderungen von großer Bedeutung, um einem Befall mit Schaderregern entgegenzuwirken (Nagel 2024).

Obstbäume bestehen zumeist aus zwei genetisch unterschiedlichen Sorten. Eine Unterlage, welche das Wurzelsystem und Teile des Stammes ausbilden, und der Edelsorte. Die Edelsorte baut Teile des Stammes und der Krone auf und ist ausschlaggebend für die Qualität und Ertrag der Früchte. Die Unterlage bestimmt maßgeblich die Stärke des Baumwuchses, seine Standortansprüche, Toleranzen oder Anfälligkeiten gegenüber Trockenheit, Krankheiten und Schädlingen.

Die Vielfalt an Unterlagen gewinnt im Zuge des Klimawandels immer mehr an Bedeutung. Klimaangepasste Unterlagen sind Gegenstand aktueller Forschungen<sup>4</sup>. Einen kleinen Einblick gibt Kapitel 6.2, welches in den kommenden Jahren durch Forschungsergebnisse weiter vervollständigt werden muss. Zunächst liegt der Fokus auf der autovegetativen Vermehrung von Kernobst.

### **6.1 Wurzelechte Bäume**

Die generative Vermehrung von Kernobst ist mit Herausforderungen verbunden. Oftmals unterscheiden sich die Nachkommen genetisch gravierend vom Mutterbaum, weshalb eine generative Vermehrung bei den meisten Kernobstsorten nicht in Betracht kommt. Eine Ausnahme bilden die Sorten Burr Knot und Weißer Winterkalvill (Kleinz und Weinrich 2016), sowie Bittenfelder, Antonovka und Grahams Jubiläum. Weitere Möglichkeiten autovegetativer Vermehrungstechniken sind:

1. **Einhügeln der Veredelungsstelle (Hilfswurzel).** Dabei wird die Veredelungsstelle unterhalb der Bodenoberfläche eingepflanzt, sodass das oberste Auge des Edelreißers unterhalb der Bodenoberfläche liegt. Mit zunehmenden Triebwachstum wird die Erde angehäuelt. Im Laufe der Zeit bildet der veredelte Teil des Baumes selbst Wurzeln aus. Kemmer und Kirchhoff (1952) halten diese Methode für nachteilig, besonders auf schwach wachsenden Unterlagen, da die freigemachten Wurzeln nicht so üppig wachsen wie jene aus Samen. Erfahrungen aus der Praxis werden in den kommenden Jahren folgen, da jene Methode auf der Versuchsfläche in Spiegelberg (siehe Bericht zu Pilotfläche der vorliegenden Studie) und von einigen Privatpersonen angewendet wird.

---

<sup>4</sup> EIP Projekt „Zukunftsorientierter Streuobstanbau“ (<https://kob-bavendorf.de/projekt-archiv/zukunftsorientierter-streuobstbau.html>).

2. **Bewurzelung von Sprossteilen.** Dazu werden tiefhängende ein- bis zweijährige Triebe im Frühsommer (Mai, Juni) in den Boden abgeseckt und mit abgelagertem Kompost angehäufelt. Die Verbindung mit der Mutterpflanze bleibt so lange bestehen, bis sich Wurzeln an der Kontaktstelle Trieb und Boden gebildet haben. Dies kann bis zu 3 Jahren dauern. Voraussetzung für diese Methode sind bodennahe Zweige. Versuche von Kemmer und Kirchhoff (1952) zeigten gute Anwachsergebnisse.
3. **Abmoosen.** Hierbei wird ein Kronentrieb in ein Gefäß (Abmooskugel, Plastikbehälter, Frischhaltefolie) zur Bewurzelung eingebettet (Abbildung 8). Bei dieser Methode wird ca. 2 cm der Rinde unterhalb einer Blattknospe an einem ein- oder zweijährigen Trieb entfernt. Die offene Stelle wird mit einem Gemisch aus Moos und Erde ummantelt und dadurch feucht gehalten bis sich eigene Wurzeln gebildet haben (siehe Lex 2018). Versuche von Kemmer und Kirchhoff (1952) zeigten wenig Erfolge, was sie auf das sehr kleine Anwuchsgefäß zurückführten. Erfahrungen von Praktikern sprechen für diese Methode (Shafikulgarden 2024; JSacadura 2023).
4. **Ammenwurzel-Stecklinge (sofort Amme).** Diese Methode hat sich bei der Verwendung von M27-Ammenwurzeln bewährt. Bei vielen Sorten können Stecklinge mit und ohne Bewurzelungshormon bewurzelt werden. Die Geschwindigkeit der Wurzelbildung hängt von den Anzuchtbedingungen ab (beheizt/ unbeheizt) (Kemmer und Kirchhoff 1952).
5. **Wurzelsteckling.** Für diese Methode werden Wurzelteile von vorzugsweise jungen Bäumen, die etwa bleistift dick sind, abgeschnitten und neu verpflanzt. Je nach Standortbedingungen (Gewächshaus, Freiland) können Wurzelstecklinge in einer Wachstumsperiode etwa 50 cm hohe Triebe hervorbringen (Elizapples 2016).
6. **Stecklinge.** Einjährige Triebe von ca. 50 cm bis 60 cm werden Ende Juni/ Anfang Juli geschnitten und in ein ebenso tiefes Loch gesteckt, nachdem die Blätter bis auf die oberen drei entfernt sind. Die Stiele der Blätter sollten allerdings am gesamten Stecken stehen gelassen werden. Die noch vorhandenen oberen Blätter werden halbiert und ragen aus dem Loch heraus. Das Loch wird mit einem Gemisch aus 50 % gutem Kompost und 50 % altem (6-7 Jahre) Pferdemist aufgefüllt (Maringer 19.07.2024).

7. **Vermehrung durch Abriss.** Hierbei wird die ca. 3-jährige Mutterpflanze im Winter auf 3 cm über dem Boden eingekürzt. Im Frühjahr bilden sich neue Triebe, die ab einer Länge von 20 cm mit Erde angehäuelt werden. Es bilden sich Wurzeln an den Trieben.



Abbildung 8: Abmooskugel an einem Apfelbaum.

Zu den Eigenschaften von wurzelechten Bäumen gibt es wenig gesicherte Quellen. Hugh Ermen von der Brogdale Horticultural Research Station (UK) und Dipl. agrar Ing. (FH) Herbert Wolz sind zu diesem Thema Pioniere in der Forschung. Ihr

---

Forschungszeitraum erstreckte sich über mehr als 25 Jahre. In seinen unveröffentlichten Arbeiten beschreibt Hugh Ermen, dass wurzelechte Bäume sehr vital, mit reichem Fruchtertrag, wenig anfällig gegenüber Krankheiten und Schädlingen, langlebig und resistent gegenüber Trockenperioden sind (Corbett 2007; Elizapples 2016). Herbert Wolz ergänzt diese Beobachtungen wie folgt:

- Wurzelechte Bäume sind großblättrig und erreichen damit hohe Assimilationsleistungen.
- Sie bilden ein dichtes Blätterdach, wodurch Äpfel und Stamm vor zu hoher Sonneneinstrahlung geschützt werden.
- Eine hohe Blattmasseproduktion bedingt eine Mulchschicht (sofern Laub auf der Fläche belassen wird), welche den Boden vor Austrocknung schützt und die Bioturbation anregt.
- Starkes, bis weit in den Juli reichendes Triebwachstum, zum Zwecke der Fruchtholzbildung und zur Verhinderung der Vergreisung durch Quirlholzbildung.
- Sie treiben spät im Jahr aus, weshalb sie auch in Frostlagen gepflanzt werden können. Im Klimawandel mit zeitig einsetzenden Frühjahren, einhergehend mit steigender Spätfrostgefahr, entgehen diese Baumarten mit hoher Wahrscheinlichkeit einem Blütenfrost.
- Sie bilden ein umfangreiches Wurzelwerk über ihre Kronentraufe hinweg und dringen in tiefe Bodenschichten vor, wodurch sich ihre Wasser- und Nährstoffaufnahme verbessert.
- Genetisch bedingt haben sie Ertragspausen (Alternanz), was der Holzproduktion zugutekommt und einer Vergreisung entgegenwirkt.

Diese Aussagen werden durch Beobachtungen von Kleinz und Weinrich (2016), Kemmer und Kirchhoff (1952) und Christoph Schulz unterstützt. In privaten Voruntersuchungen von Letztgenanntem wurden an sechs „Methusalem“ Apfelbäumen<sup>5</sup> mit Stammumfängen bis über 2,25 m und geschätztem Alter bis 120 Jahren genetische Proben von Zweigen und Wurzeln genommen und analysiert. Als wurzelecht konnten drei identifiziert werden. Im Juni 2024 wurden bei *Ecogenics* in der

---

<sup>5</sup> Methusalem-Bäume sind sehr alte mächtige Obstbäume von extremer Vitalität und Gesundheit.

Schweiz im Rahmen des Schwarzen Rindenbrand-Projekts, angesiedelt bei der LTZ-Augustenberg, durch Christoph Schulz weitere 35 Methusalem-Apfelbäume aus Baden-Württemberg auf ihre Wurzelechtheit untersucht (Nagel 2024). Die Ergebnisse aus dem Methusalem-Projekt zeigten, dass etwa ein Drittel der Sorten wurzelecht waren (Christoph Schulz unveröf. publ.). Weitere Einblicke in die Zusammenhänge zwischen hoher Vitalität und Wurzelechtheit sind durch solche Studien zu erwarten. Zu diesen Aspekten wird vermutet, dass es keine hinderlichen Abwehrreaktionen zwischen Unterlage und veredelter Sorte gibt (Corbett 2007) und sich zudem ein vollständiges, sehr vitales und wüchsiges Wurzelsystem ausbilden kann.

Zu beachten ist, dass wurzelechte Bäume einen Großteil ihrer Assimilate in die Holzproduktion investieren und damit die Fruchtbildung vernachlässigen. Auch bei wurzelechten Sorten, zeigen triploide Sorten ein stärkeres Wachstum als diploide Sorten. Um dies zu unterbinden, empfiehlt Corbett (2007) auf eine Stickstoffdüngung sowie auf Bewässerung (außer während sehr langer Trockenperioden) zu verzichten, ein- und zweijährige Zweige horizontal zu fixieren und während des Sommers, statt im Winter, zu schneiden.

## **6.2 Anzuchtbeete, Direktsaat und Veredelung vor Ort**

Eine vor 1900 häufig praktizierte Möglichkeit qualitativ hochwertige Unterlagen zu erhalten, war deren Anzucht in Beeten oder am Zielort. Hierzu eignen sich Wildlinge, herangezogen aus dem Holzapfel (*Malus sylvestris*), oder stark wachsende Apfelsorten (Bittenfelder, Grahams Jubiläum, Antonowka, Jakob Fischer, Tobiäsler, Markgräfler, Rheinischer Bohnapfel, Hauxapfel u.v.m (Wilfling und Grolm 2024; Maringer 02.09.2024)). Charakteristisch für die Sämlinge ist ein später Eintritt in die Ertragsphase (7 – 10 Jahre), wobei sie Erträge bis ins Alter von 80 – 100 Jahren produzieren. Mit einer Lebensspanne von 100 – 130 Jahren (max. 160 Jahre) werden sie recht alt (Wilfling und Grolm 2024). Weiterhin sind die genannten Sorten sehr widerstandsfähig gegenüber Schädlingen. Aufgrund ihrer Starkwüchsigkeit erreichen ihre Wurzeln meist tiefliegende Bodenschichten und haben damit einen besseren Anschluss zu Wasser- und Nährstoffquellen. Die Aussaat von Unterlagen fördert weiterhin die genetische Vielfalt und damit eine gute Anpassung an vorherrschende klimatische und standörtliche Gegebenheiten.

Die Art der Sämlingsvermehrung wurde bereits im 19. Jahrhundert beschrieben und wird gegenwärtig von Alois Wilfling wieder aufgegriffen und gelehrt (Wilfling und Grolm

---

2024). Lucas (1848) beschreibt in seinem Buch „Kurze Anleitung zur Obstkultur“ das Verfahren wie folgt:

Saatbeete werden im Herbst mit reifem Kompost gedüngt. Mit einem Reihenabstand von 20 cm werden 5 cm tiefe Rillen in Ost-West-streichender Richtung gezogen (Lucas 1914). Nach der Obsternte werden unbeschädigte, keimfähige Samen mit Resten von Kerngehäusen reihenweise eingestreut. Wird Trester verwendet, so muss dieser aus Tuchpressen und nicht aus Walzpressen stammen (Maringer 02.09.2024). Letztgenannte verletzen die Kernhülle, wodurch die Samen in ihrer Keimung gehemmt werden.

Erfolgt eine Aussaat im Frühjahr, müssen die Samen über den Winter stratifiziert werden (Lucas 1914; Wilfling und Grolm 2024). Hierzu werden in Holzkästen oder Tontöpfen Samen, Sand, Erde oder Kohle abwechselnd geschichtet und so verschlossen, dass keine Mäuse eindringen können. Die Kisten oder Töpfe werden 60 cm tief in den Boden vergraben (Frostsicherheit) und im Frühjahr, wenn der Boden frostfrei ist, können die Samen gesät werden. Dazu werden sie mit Sand vermischt, in die 5 cm tiefen Saatrinnen gestreut und mit 2 cm guter Gartenerde bedeckt und angedrückt. Über den Sommer muss das Beet gehackt und frei von Beikräutern gehalten werden. Bei längeren Trockenphasen empfiehlt sich zusätzliche Bewässerung. Trockenes Saatgut kann zur Keimvorbereitung entweder für 3 bis 4 Wochen in feuchter Watte in den Kühlschrank gelegt (Christoph Schulz) oder für 3 bis 4 Tage gewässert werden (Maringer 19.07.2024). Danach kann es wie beschrieben gesät werden.

Für eine erfolgreiche Keimung muss das Saatbeet nährstoffreich und feucht gehalten werden. Um ein gutes Wachstum zu forcieren, empfiehlt Lucas (1848) schwächere Pflanzen zu pikieren, so dass ein Abstand von 6 – 10 cm zwischen den Keimlingen erreicht wird. Später wird dieser Abstand auf 50 cm erweitert (Wilfling und Grolm 2024). Nach einem Jahr sind die Sämlinge bereit zum Verpflanzen an den finalen Standort. Dort können sie auch veredelt werden. Herrschen allerdings unzureichende Witterungsbedingungen oder sind die Sämlinge noch zu klein, empfiehlt Lucas (1914) ein weiteres Jahr für die Umpflanzung zu warten. Ältere Sämlinge (> 2 Jahre) sollten nicht mehr verpflanzt werden, da das Anwachsen selten Erfolg zeigt (Lucas 1848). Im gleichen Verfahren wie beschrieben kann eine Aussaat auch direkt am finalen Standort erfolgen. Zu beachten ist, dass bereits bei der Aussaat Wühlmaus-, Schnecken- und

Wildtierverschädigung-Schutz angebracht werden sollte, da dies im Nachhinein nicht mehr möglich ist (Wilfling und Grolm 2024).

Untersuchungen von Wilfling und Braun-Stehlik (2024) zeigen, dass keine Wachstumsunterschiede zwischen direkt gesäten und in der Baumschule gezogenen Sämlingen bis zum 3. Lebensjahr bestehen (Abbildung 9). Ab dem Zeitpunkt der Verpflanzung an den Zielort divergiert das Wachstumsverhalten beträchtlich. Im Alter von 5 - 6 Jahren sind direkt gesäte (oder im Saatbeet gezogene jung verpflanzte Sämlinge) um ca. 50% größer als jene mehrfach verpflanzten Sämlinge aus Baumschulen. Zurückgeführt werden kann dies auf ein ungestörtes Wurzelwachstum der direkt gesäten Pflanzen, welche ungestört ein tiefreichendes Wurzelsystem ausbilden. In Baumschulen werden die Sämlingswurzeln für die mehrmaligen Verpflanzungen innerhalb der Baumschule stark zurückgeschnitten. Ein Wurzelsystem kann sich dadurch nicht ungestört ausbilden. Durch die Kappung der Hauptwurzel, stagniert diese in ihrem Wuchs.

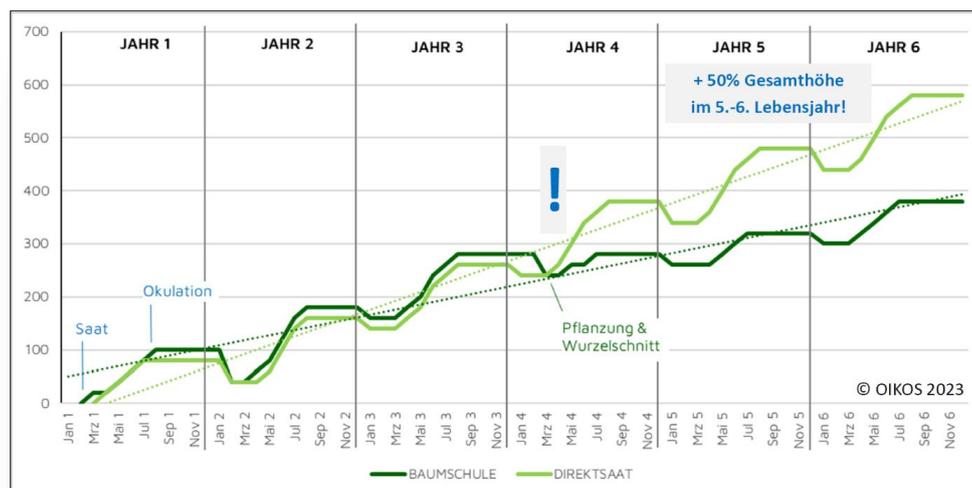


Abbildung 9: Wachstumsunterschiede zwischen direkt gesäten (hellgrün) und in der Baumschule gezogenen und später verpflanzten Sämlingen (dunkelgrün). Die y-Achse zeigt Wuchshöhen (cm), auf der x-Achse ist die Zeitachse seit Aussaat abgebildet (Wilfling und Braun-Stehlik 2024).

---

Eine Veredlung mit der gewünschten Obstsorte erfolgt je nach Zielsetzung nahe der Bodenoberfläche (ca. 15 cm oberhalb) oder in 1,30 m Stammhöhe. Je höher die Veredelungsstelle vom Boden entfernt ist, desto mehr geschmackliche Eigenschaften der Unterlage werden an die Veredlung weitergegeben (Wilfling und Grolm 2024), aber desto robuster ist der Baum gegenüber mechanischen Verletzungen (bspw. durch Mähwerkzeug) und Schädlingen (Maringer 02.09.2024).

Das beschriebene Verfahren eignet sich nicht nur für Apfelbäume, sondern auch für Quitten und Birnen. Kernobst wiederum kann sofort nach der Ernte, vom Fruchtfleisch befreit gesät werden. Bei Pflaumen und Zwetschgen bietet sich eine Vermehrung über Wurzelschösslinge an. Solche werden im Spätjahr oder beim ersten Beginn des Frühjahrs ausgegraben und direkt verpflanzt. Es sind ein- bis zweijährige Wurzelschösslinge zu verwenden.

### **6.3 Gekaufte Pflanzware**

Als Folge dessen, dass Unterlagen häufig nicht mehr vor Ort gezogen werden, ist seit den 1970-er Jahren eine stetige Sortenverarmung erkennbar. Heute dominiert Bittenfelder als Unterlage und wird unabhängig der Standortansprüche gepflanzt. Darüber hinaus produzieren viele Baumschulen in Deutschland ihre Unterlagen nicht mehr selbst, sondern beziehen sie meist als Massenware aus zwei großen Unterlagenbaumschulen des Landes. Gleiches gilt für in Baumärkten verkaufte Ware.

Zur Verminderung von Trockenstress ist jedoch qualitativ hochwertiges Pflanzmaterial mit einem gut ausgebildeten Wurzelsystem wichtig. Dazu darf kein Pflanzmaterial aus Baumärkten verwendet werden (bspw. Siegele 2023; Maringer 19.07.2024; Wilfling und Grolm 2024). Auch bei Baumschulen ist darauf zu achten, dass sie vorteilhafterweise Unterlagen selbst ziehen bzw. ihre Ware vor Ort anpflanzen. Weiterhin können Empfehlungen zu Baumschulen auch beim Landwirtschaftsverband für Obstbau, Garten und Landschaft (LOGL) Baden-Württemberg erfragt werden. Zudem veröffentlicht der BUND Lemgo auf seiner Webseite eine Liste zu Baumschulen, welche sich auf den Vertrieb alter Sorten spezialisiert haben (BUND Lemgo o.J.). Sortenechte Reiser zum Veredeln können z. T. auch über die Sortenerhaltungszentrale am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) oder das Erhalternetzwerk des Pomologen-Vereins e. V. bezogen werden (Pomologen-Verein 2013). Unabhängig der Qualität ist es vorteilhaft, Pflanzware aus der Region zu beziehen, sodass eine gewisse klimatische und pedologische Anpassung bereits

stattfinden konnte. Die Fähigkeit, dass sich ein genetisch junger Baum (Sämling) an die standörtlichen Gegebenheiten anpassen kann, besteht nur in den ersten Lebensjahren. Wenn ältere Bäume an einen anderen Standort gepflanzt, werden findet diese epigenetische Adaption nicht mehr statt (Markgraf 2025). Ein nicht wieder gut zu machender Fehler ist, wenn Wurzelstöcke wurzelnackter Bäume in der Lieferkette austrocknen. Auch das spricht z. B. für den direkten Einkauf bei lokalen Baumschulen mit eigenem Pflanzgut.

Praktische Erfahrungen weisen weiterhin darauf hin, dass jüngere Bäume eine höhere Etablierungsrate und bessere Anpassungsfähigkeit an neue Standortbedingungen aufweisen als ältere Bäume (Lucas 1844; Böttner 1914; Maringer 19.07.2024; Wilfling und Grolm 2024). Auch wenn zu Beginn ein Höhenvorsprung von älteren Bäumen besteht, wird dieser i. d. R. von jung verpflanzten Bäumen rasch nachgeholt. Junge Bäume investieren mehr Energie in das Wachstum der Wurzeln und können sich noch an standörtliche Gegebenheiten anpassen. Kleine Setzlinge (vorteilhaft einjährig Veredelte) sind deshalb großen Bäumen vorzuziehen (Lucas 1848; Böttner 1914). Je länger das Pflanzgut in Kübeln/ Töpfen gezogen wird, desto mehr wachsen die Wurzeln im Kreis. Laterales Wurzelwachstum ist dann nach der Verpflanzung schwer möglich (Siegele 2023).

Für die Vermeidung von Drehwuchs bieten sich Pflanzen aus Pflanzpatronen (Maringer 22.07.2024) oder Air-Pruning Töpfen an. Das Air-Pruning-Verfahren ist eine Technik, die das Wurzelsystem von Keimlingen bzw. Sämlingen optimiert. Es basiert auf der natürlichen Reaktion der Wurzeln im Kontakt mit Luft. Air-Pruning-Töpfe haben deshalb Löcher in den Seitenwänden und Pflanzpatronen bestehen aus einem abbaubaren Netz (Abbildung 11). Die Wurzeln wachsen so lange bis sie Kontakt mit der Luft erfahren. Dann trocknen die Wurzelspitzen leicht an und das Wurzelwachstum stagniert. Gleichzeitig wird dadurch die Bildung neuer Seitenwurzeln angeregt. Das Wurzelsystem wird dichter und stärker. Weiterhin kommt es zu keinem Drehwuchs der Fein- und/ oder Pfahlwurzeln in den Pflanzbehältern. Nach Verpflanzung der Bäume aus Pflanzpatronen oder Air-Pruning-Töpfen an den finalen Standort wachsen die leicht angetrockneten Wurzeln weiter (Miller und Bassuk 2018). Speziell Bäume, die eine Pfahlwurzel ausbilden, wie Esskastanie (*Castanea sativa*) und Walnuss (*Juglans regia*), leiden sehr unter dem Rückschnitt derselben (Stadler-Kaulich 2021) und sollten

immer direkt vor Ort gesät oder aus Air-Pruning Töpfen, Filz-Töpfen (Abbildung 10) oder Pflanzpatronen (Abbildung 11) stammen.



Abbildung 10: Biologisch abbaubare Filztöpfe haben einen ähnlichen Effekt wie Pflanzpatronen oder Air-Pruning Töpfe (Aufnahme stammt aus Streuobstkompetenzzentrum in Burgbernheim).



Abbildung 11: Sämling herangezogen in einer Pflanzpatrone (Aufnahme wurde bei Botanik-Weißenburg gemacht).

Sollten wurzelnackte Bäume als Pflanzgut verwendet werden, so dürfen die Wurzeln nicht austrocknen. Trotz fehlender Blätter ist es vorteilhaft, wenn die Wurzeln vor der Pflanzung über Nacht, aber nicht länger als 24 Stunden, gewässert werden. Phillips (2012) empfiehlt für die Wässerung eine Lösung aus verdünntem Algenextrakt, da dies den Pflanzschock abmildert. Ähnlich wird bei der Winterhandveredlung von Jungbäumen verfahren, bei der die zurückgeschnittenen Feinwurzeln zum Schutz vor Austrocknung in ein Wurzelschutzgel getaucht werden. Bei der Pflanzung muss der Boden fein krümelig und nicht klebrig sein, damit ein guter Wurzel-Boden-Kontakt zustande kommt und das Feinwurzelswachstum rasch einsetzen kann. Zur Anregung des Feinwurzelswachstums werden bei wurzelnackten Gehölzen die Wurzeln rundum ein paar cm abgeschnitten.

Im Falle, dass die Wurzeln durch die Entnahme aus der Baumschule stark beschädigt wurden oder nur noch wenig Wurzelwerk an den Bäumen vorhanden ist, empfiehlt

Lucas (1910) die Ummantelung dicker Wurzelenden mit Wolle (bspw. Schafswolle aus einer Schäferei) oder Moos. Beide Materialien halten die Wurzelenden gleichmäßig feucht. Weiterhin kann unter die Schnittstelle der größeren Wurzeln beim Pflanzen eine Handvoll Getreidekörner eingebracht werden, die bei ihrer Keimung Wärme freisetzen und damit die Kallusbildung anregen. Sollte es vorkommen, dass die Bäume keinen Zutrieb haben, aber die Rinde glatt ist, so schlägt Lucas (1910) vor, die Bäume Mitte Mai bis spätestens Anfang Juni auszugraben, die Wurzeln frisch anzuschneiden, den Baum über Nacht in Wasser zu stellen und ihn am kommenden Tag neu zu pflanzen. Des Weiteren soll der Stamm mit Kalkmilch angestrichen oder mit Moos umwickelt werden. Der Austrieb junger Blätter ist dann nach wenigen Wochen sichtbar.

#### **6.4 Pflanzzeitpunkt**

Ein weiterer wichtiger Aspekt in Zeiten klimatischer Veränderungen ist der Pflanzzeitpunkt. War es bis dato möglich, Obstgehölze sowohl im Frühjahr (bspw. Neumüller 2024b) als auch im Herbst (bspw. Lucas 1866) zu pflanzen, ist letztgenannter Zeitpunkt vor dem Hintergrund zunehmend trockenerer Frühjahre vorteilhafter. Böttner (1914) betont den Vorteil von zeitigen (Ende September/ Oktober) Herbstpflanzungen, da die angeschnittenen Wurzeln weiterwachsen und sich bei Temperaturen über 5°C neue Feinwurzeln bilden können (Phillips 2012; Schliebner et al. 2023). Im Herbst gepflanzte Bäume können sich in der darauffolgenden Vegetationsperiode auf den Aufbau oberirdischer Biomasse konzentrieren und erlangen so bereits im ersten Jahr ein gutes Triebwachstum. Allerdings sind Pflanzungen zwischen Dezember und Februar, je nasser, schwerer und kälter die Böden sind, zu vermeiden. Hintergrund ist, dass sich Wunden an den angeschnittenen Wurzeln nicht mehr schließen können, schwarz werden und im Frühjahr kein Wachstum mehr zeigen. Freie Wurzeln von wurzelnackten Bäumen werden bereits bei Temperaturen von 1°C letal geschädigt (Böttner 1914).

Nach Beginn des Blattaustriebes sollten Gehölze nicht mehr gepflanzt werden, da die Feinwurzeln bereits ihr Wachstum begonnen haben. Es kommt zu einem Pflanzschock, was wiederum eine Stagnation des Wurzel- und Baumwachstums mit sich führt. Unabhängig der Wuchsform (Buschbaum, Hochstamm), wurzelnackt oder in Ballen, besteht während der Vegetationsperiode nur ein kurzes Zeitfenster für eine Verpflanzung an den Zielzustand. Der Trieb der Endknospe muss hierfür geschlossen sein (Böttner 1914) (Abbildung 12). Unabhängig der Jahreszeit sollten Pflanzungen

möglichst an einem bewölkten Tag stattfinden, an dem der Boden feucht, aber nicht klumpig-nass ist (Böttner 1914; Philipp 2020).

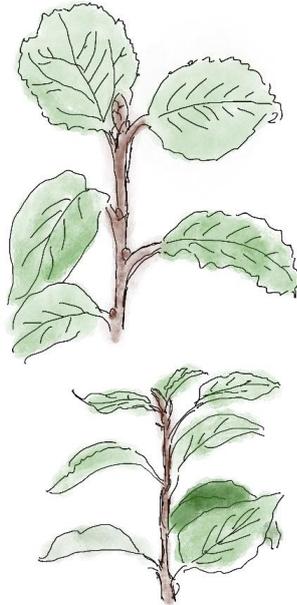


Abbildung 12: Zum Verpflanzen eignen sich Bäume mit einem geschlossenen Trieb (Bild oben), während ein noch im Trieb befindlicher Baum nicht verpflanzt werden darf (Bild unten).

### 6.5 Größe und Bodenverbesserung in Pflanzlöchern

Über die Größe von Pflanzlöchern gibt es sehr unterschiedliche Angaben. Wichtig ist, dass die Wurzeln der Pflanze ausreichend Platz finden und nicht in das Loch gezwängt werden. Überdimensionierte Pflanzlöcher zerstören zu viel gewachsenen Boden, wodurch die Pflanzen zu einem späteren Zeitpunkt einen Pflanzschock erleiden (Maringer 19.07.2024, 02.09.2024). Die Bäume haben dann die Neigung, alles in die Triebe zu investieren und spät in die Blüte respektive Fruchtbildung zu gehen. Außerdem wird das Holz aufgrund der Schnellwüchsigkeit instabil (Böttner 1914).

Einige Literaturstellen geben feste Größen für Pflanzlöcher an (bspw. Phillips 2012), andere wiederum beziehen sich auf ein Verhältnis zur Größe des Pflanzballen oder

der Wurzel ausdehnungen (doppelte Pflanzlochgröße) (Stadler-Kaulich 2021). Hervorzuheben ist, dass der Boden des Pflanzloches sowie dessen Seitenwände - speziell bei tonhaltigen Böden - aufgeraut werden müssen, damit die Wurzel einen raschen Anschluss an die gewachsene Bodenstruktur mit deren Wasserführung und Nährstoffverfügbarkeit bekommen (Maringer 19.07.2024, 02.09.2024). Aufgeraut werden kann bspw. mit einer Eisennadel oder Harke. Nur so wird den Baumwurzeln ermöglicht im Boden weiterzuwachsen. Sind die Seitenwände sowie die Pflanzlochsohle zu glatt, wachsen die Wurzeln kreisförmig wie in einem Topf. Als Folge stagniert das Baumwachstum. Die Wurzeln müssen ihrer Natur entsprechend im Pflanzloch ausgebreitet und dann sukzessive mit Erde verfüllt werden. Maringer (02.09.2024) empfiehlt den Baum einzurütteln. Sprich, die Wurzeln gut mit Erde bedeckt, wird der Baum leicht gerüttelt, so dass die Erde zwischen die Feinwurzeln gelangt. Auf diese Art und Weise wird der Baum im Pflanzprozess etwas nach oben gezogen, so dass der Wurzelhals nicht mit der Bodenkante abschließt (Abbildung 13). Auch (Böttner 1914) warnt, den Baum so zu setzen, dass nach Senkung des Erdaushubes der Baum zu tief im Pflanzloch steht. Als Richtwert gibt er an, dass sich der Boden eines 60 cm tiefen Loches um ca. 15 cm setzen wird. Der Wurzelhals der Bäume muss folglich bei der Pflanzung 15 cm über der Bodenkante liegen.

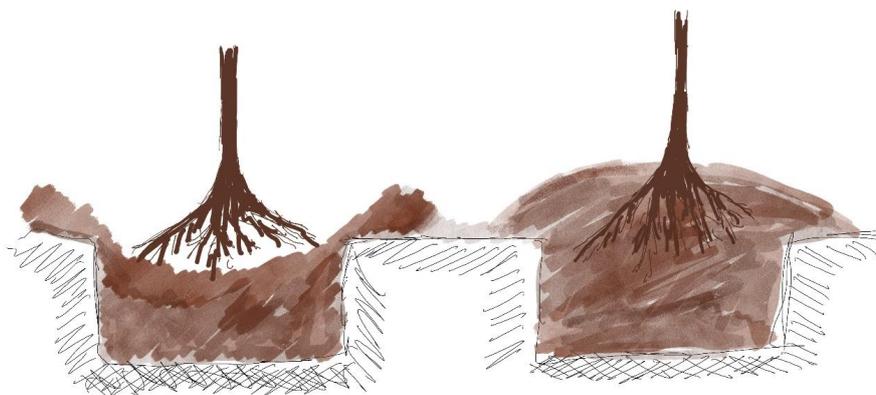


Abbildung 13: Bäume dürfen beim Pflanzen nicht zu tief und nicht zu hoch gepflanzt werden, so dass sie nach Absenkung des Pflanzbodens an der richtigen Position stehen. In der Abbildung ist die optimale Pflanztiefe vor und nach dem Zuschütten des Pflanzloches schematisch dargestellt.

Die Bodenstruktur ist ein wichtiger Punkt bei der Pflanzung von Obstgehölzen. Sehr tonreiche Böden beeinträchtigen die Funktion der Feinwurzeln von Obstbäumen. Es ist daher zu empfehlen lockere Materialien, wie Mergel, Sand und Kalkschutt, im Bereich der Feinwurzeln beizumischen. Bei sandigen Böden ist die Beimischung von bindenden Elementen notwendig. Kontraproduktiv für die Holzreife ist eine zu reiche Humus-Gabe (Böttner 1914). Reift das Holz nicht ausreichend aus, können Fröste, Krebs und andere Krankheiten leichter angreifen (Lucas 1914). Lucas (1910) empfiehlt, den vorhandenen Boden mit 1/3 gut abgelagerten Kompost zu mischen und ins Pflanzloch zu geben. Damit die Wurzeln sich lateral im Boden ausbreiten können, sollten die Bodenverhältnisse im Pflanzloch nicht zu stark zu den umgebenden Böden verändert werden.

Für bessere Anwachsbedingungen können Zusätze in das Pflanzloch eingebracht werden. Hier eignet sich gut abgelagerte und aufgeladene Pflanzenkohle (siehe Kapitel 6.5.1) zur Verbesserung der Wasser- und Nährstoffversorgung, Gesteinsmehl als Phosphatlieferant zur Stimulierung des frühen Wurzelwachstums, Azomite (Gesteinsstaub aus natürlichem Vulkangestein) für eine ausreichende Nährstoffversorgung (Phillips 2012) und Hornspäne (Maringer 02.09.2024).

Einige Autoren (Phillips 2012; Kleinz und Weinrich 2016) und Praktiker (Maringer 22.07.2024) bevorzugen Pflanzung ohne Zugabe von zusätzlichen Nährstoffen. Diese werden erst in den Folgejahren in Form von Kompost und Hackschnitzeln über die Bodenoberfläche dazugegeben. So kann sich das Feinwurzelsystem der Bäume im Zusammenspiel mit Mykorrhizapilzen ausbilden. Phillips (2012) verweist in diesem Zusammenhang auf eine unterdrückte Mykorrhiza-Bildung durch hohe Stickstoffzugaben. Stadler-Kaulich (2021) hingegen unterscheidet zwischen Ober- und Unterboden. Sie rät den Unterboden mit 10% Kompost und je nach Bodenart mit Lehm (bei Sandböden) oder Sand (bei Tonböden) zu versetzen. In der Feinwurzelzone wird bei der Pflanzung die vorhandene Erde mit 20 bis 25% reifen Kompost, zwei bis drei Händen Gesteinsmehl und einer Handvoll Hornspäne gemischt.

Sollten aufgrund der historischen Landnutzung keine Mykorrhizapilze im Boden vorhanden sein, bietet sich eine Impfung mit diesen (Phillips 2012) oder eine Pflanzung zusätzlicher Begleitgehölze an (siehe Kapitel 6.6). Die Impfung geschieht bei wurzelnackten Bäumen kurz vor der Pflanzung durch das Eintauchen in Mykorrhiza-Lösung. In Kontakt mit Wurzeln und Boden fängt sich die Mykorrhiza an zu entwickeln.

### 6.5.1 Pflanzenkohle

Pflanzenkohle, veraltet auch Biokohle genannt, wird durch Pyrolyse von Biomasse hergestellt. Bei der hydrothermalen Karbonisierung (HTC-Kohle) wird Biomasse in einer wässrigen Lösung unter hohem Druck in ein Braunkohle- oder torfähnliches Produkt umgewandelt. Das Verfahren ermöglicht die Verwendung von Substraten mit hohem Wassergehalt. Je nach Ausgangsmaterial haben die Pflanzenkohlen Kohlenstoffgehalte von 70 % - 90 % (holzige Materialien) oder 40 - 60 % (Stroh, Laub, Getreidespelzen, Trester, o. ä.) (Schmidt et al. 2021). In terrestrische Ökosysteme eingebracht sind diese stabil gegenüber Abbauprozessen.

In Deutschland ist laut Düngemittelverordnung lediglich Pflanzenkohle aus unbehandeltem Holz mit einem C-Anteil von mind. 80 % und ohne jegliche Schadstoffbelastung zulässig (§ 3 Abs. 1 S. 2 c Düngemittelverordnung). Empfehlenswert für den Einsatz sind daher nur Pflanzenkohlen mit dem European Biochar Certificate (EBC). Für andere biogene Materialien fehlen derzeit innerhalb der EU und Deutschland rechtliche Rahmenbedingungen. Eine Meta-Studie aus der Schweiz verweist auf die Potenziale von Pflanzenkohle aus nicht holzartigen Ausgangsmaterialien (Schmidt et al. 2021). Die Studie von Schmidt et al. (2021) legt weiterhin positive Wirkungen auf landwirtschaftliche Erträge, mikrobielle Bodenaktivität, den Aufbau organischer Bodensubstanzen, Wassernutzungseffizienz und THG-Emissionen dar. So konnten landwirtschaftliche Erträge bei der Verwendung von pflanzenkohlebasierter Düngung um durchschnittlich 15 % gesteigert werden. Zudem konnte eine Metaanalyse aus 17 wissenschaftlichen Veröffentlichungen mit 36 Baumarten eine mittlere Zunahme des Baumwachstums um 41 % durch den Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft (Agroforstsystemen) verzeichnen (Thomas und Gale 2015).

Bei der Verwendung von Pflanzenkohle bei bspw. Neu- und Nachpflanzungen von Obstbäumen ist darauf zu achten, dass sie nur in kompostierter bzw. mit Nährstoff aufgeladener Form beigemischt wird. Der Aufladungsprozess muss mindestens 14 Tage dauern, damit dieser vollständig abgeschlossen ist. Nicht kompostierte Pflanzenkohle nimmt bei Ausbringung Nährstoffe und Wasser aus dem Boden auf und sorgt für deren Entzug (Cropp 2021).

### **6.6 Begleitvegetation (Ammengehölze)**

Junge Bäume schließen bei starker Sonneneinstrahlung mit hohen Temperaturen und/ oder einer unzureichenden Wasserversorgung ihre Spaltöffnungen, was die Photosynthese, und damit die Produktion von Assimilaten, hemmt. Die Pflanze stagniert in ihrem Wachstum und in ihrer Fruchtbildung. Enge Pflanzabstände bei Obst- und Nussbäumen in Vergesellschaftung mit Begleitbaumarten bieten jungen Bäumen Schutz vor zu hoher Sonneneinstrahlung (Halbschatten) und Starkniederschlagsereignissen und ermöglichen eine schnelle Verbindung zu Mykorrhizapilzen (Abbildung 14) (Stadler-Kaulich 2021).



Abbildung 14: Erlen als Ammenbäume für eine schnelle Anbindung an Mykorrhizapilze und für eine gute Stickstoffversorgung neben einem Bittenfelder Sämling (hier vor dem Pflanzschnitt dargestellt). Die Erlen werden regelmäßig zurückgeschnitten und als Mulchmaterial verwendet. So baut sich mit der Zeit mehr Humus auf.

Wasser und Nährstoffe werden von Bäumen zu einem großen Teil über symbiotische Beziehungen mit bestimmten Pilzen aufgenommen (Mykorrhiza). Stehen Obstbäume auf einer Streuobstwiese nicht wie klassischerweise 12 m bis 15 m auseinander, sondern enger und in Gesellschaft mit Ammengehölzen, verbinden sich die Hyphen der Mykorrhizapilze schneller zwischen den Pflanzen. Zum einen können die zum Wachsen notwendigen Kohlenhydrate in einem eng vergesellschafteten System schneller zwischen den Bäumen ausgetauscht werden, zum anderen gehen Bäume und ihre spezifischen Pilze rascher eine Symbiose (Wechselbeziehung zwischen zwei Arten) ein (siehe Kapitel 4.5). Die Überlebenswahrscheinlichkeiten von Jungbäumen erhöhen sich, da sie nicht wie in einem weiträumigen Anbausystem auf sich allein gestellt sind (Simard et al. 1997; Deeg 2018). Hinweise auf eine enge Vergesellschaftung zwischen Pilzen und (Apfel-) Bäumen geben auch die ursprünglichen *Malus sieversii* - Wälder. Es sind lockere, geschlossene Apfelwälder, bei denen Jungbäume durch den beschirmenden Altbestand geschützt aufwachsen (Peix 2010).

Meist handelt es sich bei Ammengehölzen um Pioniergehölze, die wie in einer natürlichen Sukzession den Standort für anspruchsvollere Arten verbessern. Pioniergehölze besiedeln in einer Sukzession als Erste geschädigte oder degenerierte Standorte. Zu ihren Eigenschaften gehören geringe Bodenansprüche, hoher Lichtbedarf und Starkwüchsigkeit. Je nach Zielsetzung fällt die Wahl bei Ammenbäumen auf eine hohe Schnitttoleranz<sup>6</sup>, Stickstofffixierung oder auf tiefwurzelnde Arten (Verbesserung der Bodenstruktur) (Tabelle 2). Schnitttolerante Arten werden regelmäßig zurückgeschnitten, ihre Biomasse wird als Mulchmaterial und zum Humusaufbau verwendet. Über die Zeit erhöht sich dadurch die Bodenfruchtbarkeit. Stickstofffixierende Ammengehölze stellen den Zielgehölzen Stickstoff bereit, was deren Erträge und Wachstum fördert (Chirwa et al. 2007). Gleichzeitig verbessert sich die Bodenfruchtbarkeit, wodurch Pflanzen weniger anfällig gegenüber Schädlingen und Krankheiten sind (Schroth et al. 2000). Besonders nützlich ist die Pflanzung von stickstofffixierenden Gehölzen auf nährstoffarmen Böden (Jacke und Toensmeier 2005). Erlen können in den gemäßigten Breiten als Ammenbäume eingesetzt werden. So gehen Schwarzerlen mit ca. 50 verschiedenen Mykorrhiza-Arten eine Symbiose ein (Stadler-Kaulich 2021) und fixieren bis zu 200 kg

<sup>6</sup> Das Gehölz verträgt mehrmalige starke Rückschnitte der Äste ohne dabei Einschränkungen zu erleiden.

Stickstoff pro Hektar und Jahr. Dies ist äquivalent zu einer Volldüngung mit mineralischem Stickstoff (Georg-August-Universität Göttingen o.J.). Anders als bei schnitttoleranten Arten zum Humusaufbau, müssen stickstofffixierende oder tiefwurzelnde Ammenbäume regelmäßig nach oben geastet werden. So steht dem Zielgehölz (Obstbäumen) genügend Platz und Licht zur Verfügung (Bösel 2023). Eine zweite Möglichkeit besteht darin, einen niedrig angesetzten Kopfschnitt an den Ammenbäumen vorzunehmen, sodass sie ab einem bestimmten Zeitpunkt kleiner als der Obstbaum sind. Grundsätzlich gilt, dass Begleitbaumarten immer so zurückgeschnitten werden müssen, dass sie die benachbarten Obstgehölze in ihrer Entwicklung sowie ihrem Raum- und Lichtbedarf nicht einschränken.

Grundsätzlich ist es sinnvoll, heimische Arten als Ammengehölze zu wählen. Sie verleihen dem System eine hohe Resilienz. Resilienz wird hierbei weitergefasst und beinhaltet auch eine Prävention gegenüber invasiver Ausbreitung in benachbarte Ökosysteme. Die Pflanzung nicht heimischer Gehölze bedarf gemäß den Vorgaben des § 40 Abs. 1 BNatSchG einer Genehmigung der zuständigen Behörde (höhere Naturschutzbehörde), es sei denn, es handelt sich um einen Anbau von Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft (§ 40 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 BNatSchG). Arten, wie die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) oder einige Arten aus der Gattung der Ölweiden (*Eleagnus*), sind nicht empfehlenswert, da sie zu invasiven Ausbreitungen tendieren (Rabitsch et al. 2013; Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2013).

Tabelle 2: Mögliche Ammengehölze zur Unterstützung von Obstgehölzen.

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Hinweis
Schwarzerle	<i>Alnus glutinosa</i>	
Grauerle	<i>Alnus incana</i>	
Pappel	<i>Populus spec.</i>	
Weiden	<i>Salix spec.</i>	
Birken	<i>Betula spec.</i>	
Sanddorn	<i>Hippophae rhamnoides</i>	bildet Ausläufer
Ölweiden	<i>Eleagnus spec.</i>	Einige Arten nicht zu empfehlen, da invasiv
Erbsenstrauch	<i>Caragana arborescens</i>	
Haselnuss	<i>Corylus avellana</i>	
Besenginster	<i>Cytisus scoparius</i>	

---

Das Zahlenverhältnis zwischen Begleit- und Obstbaumarten wird bei Stadler-Kaulich (2021) aus der Bodenfruchtbarkeit und -wasserspeicherfähigkeit abgeleitet. So erhöht sich die Anzahl der Ammengehölze, je geringer die genannten Parameter ausfallen. Als Faustregel gibt die Autorin an, dass für jede Nutzpflanze eine passende Begleitpflanze gepflanzt werden kann.

### **6.7 Wühlmausschutz**

Der Wurzelschutz junger Obstbäume ist ebenso wichtig, wie ein oberirdischer Verbisschutz gegen Hasen und Wild. Eine ausführliche Beschreibung möglicher Varianten ist bei Schliebner et al. (2023) zu lesen. Ergänzt sei, dass bei sehr schnellwüchsigen Unterlagen kein Wühlmausschutz von Nöten ist, da Wühlmauskörbe vielmehr das Wurzelwachstum stark wachsender Unterlagen beeinträchtigen bis hin, dass die Wurzeln stranguliert werden. Als Prävention kann mit einer Grabgabel in regelmäßigen zeitlichen und räumlichen Abständen der Boden um den Jungbaum gelockert (nicht umgegraben) werden. Dies zerstört vorhandene Wühlmausgänge. In früheren Zeiten wurden Glasscherben in das Pflanzloch zugegeben. Auch ein bei der Pflanzung eingebautes vertikal gerichtetes Drainagerohr oder regelmäßig gemähte Baumscheiben können Wühlmäuse (akustisch) fernhalten (Maringer 02.09.2024). Versuche in biologischen Erwerbsobstanlagen zeigten, dass ein regelmäßiges Mulchen der Baumscheiben den Wühlmausdruck verringert (Kienzle et al. 2011).

### **6.8 Baumscheibe**

Während der Etablierungsphase spielt neben der richtigen Pflanzung auch die Pflege der Baumscheibe eine wichtige Rolle. Die Baumscheibe ist eine kreisförmige Fläche von mindestens 1 m Durchmesser um einen Jungbaum (Abbildung 15). Sie muss zwingend von konkurrierendem Bewuchs freigehalten werden, denn mit ihrem dichten Wurzelfilz nehmen vor allem Gräser Niederschlagsmengen von 5 mm bis 15 mm auf – Wasser, welches jungen Bäumen im Wachstum fehlen kann (Schliebner et al. 2023).



Abbildung 15: Kreisrund freigehackte Baumscheibe um einen Jungbaum.

Zur Unterdrückung der Wurzelkonkurrenz schlägt Grünwald (2023) vor, den Boden zwei Mal jährlich zu hacken. Dabei muss schonend vorgegangen werden, um die Feinwurzeln der jungen Obstbäume nicht zu beschädigen. Zur Wahrung der

---

Bodenfeuchte können verschiedene Materialien gewählt werden. So unterdrücken Mulchscheiben auf Kokos- oder Hanffaser-Basis aufkommende Beikräuter und bewahren die Bodenfeuchte (Gabot 2010; Meyer und Mayr 2017). Eine weitere Möglichkeit ist die Bedeckung des Bodens mit abgelagertem Mist oder Rindenmulch (aus Laubhölzern). In der Manufaktur Jörg Geiger (2023) werden mit Hackschnitzeln aus Buche und Kirschreisig gute Erfahrungen gemacht. So wird um die Baumscheibe Pappe im Maß 1 m \* 1,2 m gelegt, dies unterdrückt Gräser. Auf die Pappe wird eine ca. 10 cm dicke Schicht Hackschnitzel geschüttet. Zu beachten ist, dass die Hackschnitzel nicht bis an den Stamm der Jungbäume reichen (Handbreite entfernt). So wird gewährleistet, dass die Baumrinde auch bei feuchtem Wetter trocken bleibt und nicht rottet (Stadler-Kaulich 2021; Kleinz und Weinrich 2016). Durch Hackschnitzel werden nicht nur Beikräuter unterdrückt und die Bodenfeuchte gehalten, sondern auch Mykorrhizapilze im Boden, die Lignin benötigen und zersetzen, stark gefördert. Besonders wertvoll sind Laubbaum-Hackschnitzel aus Zweigholz (weniger als 7 cm Durchmesser). Diese enthalten einen hohen Anteil essenzieller Nährstoffe. Bei Hackschnitzeln aus Stammholz liegt wiederum ein zu hohes C:N-Verhältnis vor, was bei Ausbringung unter Bäumen zu verringertem Baumwachstum führen kann (Phillips 2012). Das Schnittgut von Streuobstwiesen bietet dementsprechend eine gute Möglichkeit zur Hackschnitzelerzeugung. Es muss aber frei von Infektionen sein.

Eine Alternative für sehr junge und kleine Bäume ist das Legen von Scheiben aus Holz (Baumscheiben) und Schafswolle (Maringer 22.07.2024) (Abbildung 16). Bei dieser Methode werden Beikräuter unterdrückt, Wasser gespeichert und Nährstoffe kontinuierlich abgegeben. Sollte der Konkurrenzdruck von Gräsern zu hoch sein, wird zusätzlich die Grasnarbe umgedreht (Abbildung 17).



Abbildung 16: Unterdrückung von Beikräutern sowie zur kontinuierlichen Wasser- und Nährstoffversorgung werden Baumscheiben und Schafswolle um die Setzlinge gelegt (Aufnahme stammt von einem Schulprojekt in der Stadt Weißenburg in Bayern).



Abbildung 17. Scheiben aus Holz und Wolle um die Setzlinge zur Unterdrückung von Beikräutern. Ist der Konkurrenzdruck sehr hoch wird zusätzlich die Grasnarbe umgedreht (Aufnahme stammt von einem Schulprojekt in der Stadt Weißenburg in Bayern).

Eine weitere Möglichkeit, Baumscheiben abzudecken, ist der Einsatz von Stroh, Miscanthus-Häckseln oder Traubentrester. Eine Abdeckung mit Stroh kann die Wühlmausaktivität allerdings verstärken, was beim Einsatz von Miscanthus, durch die scharfkantigen Ränder, nicht der Fall ist (Siegele 2023).

Die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau empfiehlt drei bis vier Mulchgänge um die Baumscheiben pro Jahr, beginnend kurz nach der Löwenzahnblüte. Das restliche Grünland zwischen den Obstgehölzen kann extensiv bewirtschaftet werden. Beim Mulchen sind insektenschonende Mähwerkzeuge, Schnitthöhen und Tageszeitpunkte zu beachten (Roos 2023).

Für eine lebendige Mulchdecke können gezielt Pflanzen um die Baumscheibe angepflanzt werden. In Abhängigkeit der Pflanzenwahl ändert sich die Regulierung von Beikräutern, Baumwachstum und Biodiversität. So konnten Kumar und Jose

(2018) zeigen, dass der Anbau von Frauenmantel und Pfefferminze einen positiven Effekt auf die Beikrautregulierung sowie die Versorgung mit Makronährstoffen (N, P, K, Ca, Mg) der Bäume hat. Frauenmantel erhöht zudem die N-Versorgung und die biologische Aktivität im Boden (Kumar und Jose 2018). In der Praxis zeigt der Anbau von Weißklee (*Trifolium repens*) positive Effekte auf den Bodenwasserhaushalt und die N-Versorgung. Zusätzlich hemmt kurz gehaltener Weißklee die Ausbreitung von Wühlmäusen (Grünwald 2023).

Die Studie von Meyer und Mayr (2017) verweist auf den Vorteil des Wasserspeichervermögens gehackter Baumscheiben im Gegensatz zu gemulchten oder mit krautigen Pflanzen bewachsenen Baumscheiben. Eine Betrachtung von weiteren Aspekten, wie dem Humusaufbau, der Bodenstruktur und symbiotischer Effekte (siehe Kapitel 7.1), zeigte jedoch, dass die freie Baumscheibe in der Verbesserung dieser schlechter abschneidet. Langfristig wird bei der Zersetzung der Mulchschicht durch Bodenorganismen Humus aufgebaut und damit die Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit des Bodens positiv beeinflusst.

Es bleibt die Frage nach der Pflegedauer der Baumscheibe. Anstelle einer festen Altersangabe, bspw. von 4 Jahren, wird das Freihalten der Baumscheibe im „Standard in der Obstbaumpflege“ (Pomologen-Verein e.V. (Hrsg.) 2023) abhängig vom Zutrieb beschrieben. Beträgt der jährliche Zutrieb an einem Jungbaum weniger als 40 cm bis 60 cm im Jahr sollte die Pflege der Baumscheibe und damit die Unterdrückung der Konkurrenz weiter beibehalten werden.

## **6.9 Bewässern**

Eine erste Bewässerung muss bereits während der Pflanzung geschehen. Damit die Wurzeln einen guten Kontakt zum Boden haben, muss das Pflanzloch geflutet werden. Es ist zwingend auf die Bodenart und die Witterungsverhältnisse zu achten. Ein zu wassergesättigter Boden kann zum Absterben der Feinwurzeln führen. Die Wurzeln des Baumes müssen radial, schräg nach unten im Pflanzloch verteilt und sukzessive mit Erde verfüllt werden. Damit einhergehend wird, entsprechend der Bodenart und seines aktuellen Zustandes, etappenweise angegossen.

In den nächsten drei bis vier Jahren werden die jungen Bäume bei Trockenheit während der Vegetationsperiode gegossen. Damit ausreichend Wasser in tiefe Bodenschichten vordringen kann, ist eine Wassergabe von 50 bis 60 l pro Baum und

---

Gießvorgang sinnvoll (Maringer 19.07.2024). Schliebner et al. (2023) geben folgende Gießanleitung: Erstes Jahr nach Pflanzung im zweiwöchigen Turnus 20 l pro Baum von Ende April bis Ende August. Im zweiten Jahr vergrößert sich die Frequenz auf alle drei Wochen. Im dritten Jahr wird in Abhängigkeit der Witterung nur noch bei Trockenheit alle drei Wochen 20 l pro Baum gegossen. Die Gießwassergabe kann von 20 l auf bis zu 60 l pro Baum und Gießvorgang ansteigen, je nachdem wie stark die Trockenperiode ist.

### **6.10 Erziehungsschnitt**

Neueste Studien geben Evidenz, wie wichtig regelmäßige Schnitte für den Erhalt von Obstbäumen sind (Fleckenstein 2024). Gerade in den ersten Jahren ist ein Pflanz- und Erziehungsschnitt notwendig. Versäumnisse können in späteren Jahren nicht mehr oder nur noch sehr schwer nachgeholt werden (Böttner 1914; Maringer 19.07.2024). Ausführliche Hinweise wurden im Fachbuch „Standards in der Obstbaumpflege“ verfasst (Pomologen-Verein e.V. (Hrsg.) 2023). Herbert Wolz betont, dass Bäume grundsätzlich so erzogen werden müssen, dass sie Selbstläufer werden (Maringer 19.07.2024). Unter Selbstläufer versteht er Bäume, die in den ersten Jahren so erzogen werden, dass sie regelmäßige über die gesamte Krone gleiche Zuwächse, Geometrie und Erziehungswinkel haben, so dass sie in den Folgejahren nicht mehr jährlich geschnitten werden müssen. Dieses Prinzip des Gleichgewichtes wurde bereits bei Böttner (1914) beschrieben. Ausgangspunkt sind die Naturgesetze des Saftlaufes und seiner Verbreitung in der Baumkrone. So strebt der Baumsaft immer nach oben, d. h. senkrecht aufragende Äste erhalten mehr und schneller Saft, als waagerechte. Ebenso ziehen große, vollbelaubte Äste mehr Saft an als kleine, wenig belaubte. Werden diese Gesetze beim Kronenaufbau beachtet, so baut sich eine regelmäßige im Gleichgewicht befindliche Krone auf.

## 7 Bewirtschaftung

### 7.1 Nährstoffversorgung

Bereits in den frühen Schriften empfehlen die Autoren die Obstbäume zu düngen (Lucas 1848; Böttner 1914). Zu jener Zeit wurde Gülle oder tierisches Blut vorzugsweise im Winter ausgebracht. Auf Ackerböden bestand hingegen keine Notwendigkeit, da die Düngung automatisch über jene der Ackerfrüchte erfolgte. Zur besseren Nährstoffaufnahme wurde in der Zone der Baumkrone entweder jährlich umgegraben oder Löcher ausgehoben und dann die Düngung eingebracht. Eine Nährstoffzugabe erfolgte im Frühjahr oder zwischen Juni und August (Lucas 1866).

Heutzutage wird das Grünland unter den Obstkulturen meist extensiv bewirtschaftet, was vor allem eine Düngung der Bäume ausschließt. Für eine gute Nährstoffversorgung der Obstgehölze müssen jedoch Nährstoffe zugeführt oder im besten Fall Nährstoffkreisläufe geschlossen werden. Deshalb plädieren einige Praktiker in den letzten Jahren immer mehr für eine Düngung (Zehnder 2010; Roos 2023).

Bevor Düngemittel zugeführt werden, ist zu eruieren, an welchen Nährstoffen es am jeweiligen Standort mangelt. Hügel (2023) weist darauf hin, dass Pflanzen mindestens 14 Nährelemente benötigen. Dazu zählen essenzielle Pflanzennährstoffe wie Wasserstoff, **Magnesium**, **Kalium**, **Calcium**, Molybdän, Mangan, Eisen, Kupfer, Zink, Kohlenstoff, **Stickstoff**, Sauerstoff, **Phosphor**, **Schwefel**, Chlorid, Bor und Nickel. Weiterhin können Vanadium, Silicium, Zinn und Germanium nachweislich positive Effekte auf Pflanzen haben. Die fett gedruckten Elemente werden als mineralische Makronährstoffe bezeichnet, wovon Stickstoff, Phosphor und Kalium feste Bestandteile mineralischer Dünger sind. Chlor, Eisen, Zink, Mangan und Kupfer sind zusätzlich zu den o. g. Elementen in Mist enthalten. Die restlichen essenziellen Pflanzennährstoffe müssen die Pflanzen aus dem Boden extrahieren. Liegen diese oder auch nur eines davon nicht ausreichend im Boden vor, kommt es in der Folge zu Mangelerscheinungen und geschwächten Pflanzen. Hier gilt das "Minimumprinzip" (Ebelhar et al. 2008), welches besagt, dass das Wachstumspotential durch das knappste verfügbare Element, welches zum Wachstum benötigt wird, begrenzt ist. Auch der Unterlagenbaumschuler Steffen Lodder gibt zu bedenken, dass etwa der

---

Schwarze Rindenbrand möglicherweise auf einen Mangel an Mikronährstoffen zurückzuführen ist (Lodder 2024).

### 7.1.1 Ausgesuchte Pflanzennährstoffe

Neben den vielerorts eingebrachten NPK-Nährstoffen werden im Folgenden einige ausgesuchte Nährstoffe und ihre Wirkung auf die Pflanze vorgestellt (die Angaben basieren auf Hügel 2023):

**Kalium** ist ein wichtiges Kation für das Pflanzenzellgewebe, für die Zellhydratation, der Spaltöffnungsfunktion sowie für die Umwandlung der Sonnenenergie in chemische Energie. Es ist als Hauptelement in allen mineralischen Düngern enthalten. Hier liegt es häufig als Kaliumchlorid vor, welches bei übermäßigem Gebrauch den Bodenorganismen schadet. Es sollte deshalb auf die Applikation von Kaliumsulfat zurückgegriffen werden.

**Calcium** spielt eine wichtige Rolle bei der Krankheitsresistenz von Pflanzen sowie bei der Festigkeit von Früchten und Knollen. Wird der Obstbaum ausreichend mit Calcium versorgt lassen sich Früchte länger lagern und sind bspw. beim Transport unempfindlicher gegenüber Druck und der physiologisch bedingten Stippe. Aufgrund der stärkeren Zellstruktur sind die Pflanzen weniger anfällig gegen Insektenfraß und Schädlingserreger.

**Silizium** ist ein wichtiger Baustoff zur Stärkung der Zellstrukturen und kann Hitze- und Wasserstress, Schädlings- und Krankheitsanfälligkeiten reduzieren. Gleichzeitig wird die Photosyntheseleistung gesteigert (Imtiaz et al. 2016). Pflanzenverfügbares Silizium muss in Form von Kieselsäure (Calciumsilikat) als Boden- oder Blattdünger zugeführt werden. Studien zeigten, dass die Applikation von Blattdünger besonders vorteilhaft ist (Artyszak 2018). Gleichzeitig wird durch eine Siliziumdüngung pflanzenverfügbare Phosphor im Boden mobilisiert.

**Schwefel** als Sulfat ist ein wichtiges Anion zum Aufbau von Proteinen und pflanzlichen Abwehrmolekülen gegenüber Krankheiten insbesondere Pilzkrankungen (Haneklaus et al. 2008). Es ist in Form von Sulfatverbindungen bspw. als Gips oder Bittersalz bei akutem Schwefelmangel einsetzbar, weil es unmittelbar von der Pflanze aufgenommen werden kann. Ist das Ziel eine Langzeitverfügbarkeit von Schwefel, dann kann elementarer Schwefel gedüngt werden. Dieser wird von Pflanzen langsamer aufgenommen, weil es zunächst bakteriell umgewandelt werden muss,

---

damit es pflanzenverfügbar ist. Da nur ein geringer Teil der Humus- und Tonmineralpartikel positiv geladen ist, bedarf es einer großen Menge an Humus damit Schwefel in Form von Sulfat im Boden verbleibt und der Pflanze zur Verfügung steht.

**Magnesium** muss in Zusammenhang mit Calcium betrachtet werden, da beide Elemente zweifach positiv geladen sind und um die Aufnahme in der Pflanze konkurrieren. Ein vorteilhaftes Verhältnis beider Elemente im Boden ist etwa 1 : 6 (Calcium : Magnesium).

**Phosphor** ist eins der negativ geladenen Hauptelemente. Deshalb sind, wie bei Schwefel, ein hoher Humusanteil und ein gut funktionierendes Bodenleben wichtig für die Phosphorverfügbarkeit.

**Eisen** ist für die Photosyntheseleistung der Pflanze sowie für die Versorgung der Knöllchenbakterien essenziell. Ein Mangel an Eisen in der Pflanze kann häufig nicht hinreichend über eine Bodenanalyse festgestellt werden, da Eisen im Boden häufig gebunden und somit nicht für die Pflanze verfügbar ist. Eine sichere Alternative ist eine Pflanzensaftanalyse. Besteht ein Mangel, kann Eisen in zweifach positiv geladener Form als Blattdünger ausgebracht werden. Um langfristig ausreichend pflanzenverfügbares Eisen im Boden zu gewährleisten, müssen die Humusgehalte entsprechend hoch sein, denn organische Biomasse kann Eisen in pflanzenverfügbarer Form binden.

**Mangan** ist u. a. für die Photosyntheseleistung von Bedeutung. Die Verfügbarkeit wird in hohem Maße von Mikroorganismen beeinflusst und wird von Glyphosat stark beeinträchtigt.

**Lithium** kann sich bei vielen Pflanzen positiv auswirken und das Wachstum fördern.

**Zink** trägt bspw. zu höheren Erträgen bei und zählt zu den für Pflanzen essenziellen Spurenelementen.

**Bor** zählt zu den für Pflanzen essenziellen Spurenelementen. Das Element wird zur Aufnahme von Calcium benötigt und trägt durch seine Funktion in der Zellwandstabilisierung zur natürlichen Insektenabwehr bei. Zudem ist das Element von zentraler Bedeutung bei der Bildung von Blüten, Früchten und Samen.

**Selen** kann in Pflanzen nachweislich abiotischen Stress, wie Trockenheit, erhöhte Salzkonzentrationen im Boden und Schwermetallbelastung mindern. Zudem ist das

---

Element in vielen Fällen wachstumsfördernd und wirkt sich positiv auf die biologische Stickstofffixierung aus.

**Vanadium** kann in geringen Konzentrationen wachstumsfördernd auf Pflanzen wirken und kann Molybdän bei der Stickstofffixierung ersetzen. Bei zu hohen Konzentrationen hat das Element eine toxische Wirkung auf Pflanzen.

**Kupfer** wird in kleinen Mengen für unterschiedliche Prozesse des Pflanzenstoffwechsels benötigt. In hohen Konzentrationen hat das Element toxische Auswirkungen auf Pflanzen und Bodenlebewesen.

**Nickel** ist im Stoffwechsel von Pflanzen von Bedeutung und wirkt sich positiv auf die Biomasseproduktion aus.

**Jod** kann sich in niedrigen Konzentrationen positiv auf das Wachstum von Pflanzen und die Stresstoleranz auswirken.

**Kobalt** wirkt sich in geringen Konzentrationen positiv auf die Biomasseproduktion von vielen Pflanzen aus. Zudem wirkt es sich indirekt positiv auf Pflanzen aus, da es von vielen Bodenmikroben benötigt wird.

**Molybdän** wird in geringen Mengen von Pflanzen, u. a. für die Stickstoffanreicherung und Nitratreduktion benötigt. Es führt in diesen Mengen zu Ertragssteigerungen.

**Chrom** liegt in verschiedenen Oxidationsstufen in Böden vor, wobei bspw. Chrom (VI) giftiger als Chrom (III) ist. In geringen Konzentrationen kann sich Chrom positiv auf das Pflanzenwachstum auswirken.

**Zinn** kann sich in geringen Konzentrationen positiv auf den Ertrag im Pflanzenbau auswirken.

## 7.2 Düngung

### 7.2.1 Schritt 1: Nährstoffanalyse

Im Zuge der Düngung ist in einem ersten Schritt eine Bodenanalyse erforderlich. Diese legt die langfristige Düngestrategie fest. Nach einer Erstuntersuchung sollten Bodenuntersuchungen in regelmäßigen Abständen von maximal 6 Jahren erfolgen (Roos 2023). Bodenanalysen werden von Bodenlaboren durchgeführt. Eine Übersicht über anerkannte Bodenlabore gibt das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg (Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) 2023a).

---

Erforderlich für die Bodenanalyse sind repräsentativ entnommene Bodenproben. So sollten mindestens 15 Einstiche verteilt auf einen Hektar vorgenommen werden. Die Bodenproben müssen in einer Tiefe von 0 – 30 cm entnommen und auf eine Mischprobe von ca. 500 g reduziert werden. Im Labor sollten folgende Parameter analysiert werden:

- Bodenart (einmalig)
- pH-Wert
- Kationenaustauschkapazität (KAK)
- Humusgehalt aus organischem Kohlenstoff
- Gesamtstickstoff
- C/N Verhältnis
- Magnesium, Calcium, Phosphat, Eisen, Kalium, Molybdän, Zink, Mangan, Kupfer, Schwefel, Chlor, Nickel, Silizium, Nickel, Vanadium, Kobalt, Lithium, Jod, Selen, Chrom und Bor (ggf. Zinn). Auflistung der zu testende Elemente entnommen aus Hügel (2023).

Ist das Ziel den aktuellen Nährstoffstatus der Pflanze(n) zu ermitteln bietet sich eine Pflanzensaftanalyse an. Dazu wird der BRIX-Wert gemessen, welcher aktuelle Zuckerwerte im Blatt misst, wovon sich die Photosyntheseleistung ableiten lässt. Sollten akute Mangelerscheinungen zu Tage treten, kann diesen über eine Blattspritzung entgegengewirkt werden. Blattspritzungen werden von der Pflanze, anders als Applikationen auf die Bodenoberfläche, binnen weniger Stunden bis Tage aufgenommen und wirken so schnell gegen den Nährstoffmangel. Spezielle Bestimmungen für die Biozulassung sind zu beachten.

### **7.2.2 Schritt 2: Düngemittel**

Liegen die Ergebnisse der Bodenuntersuchung vor, muss entschieden werden in welcher Form Nährstoffe dem Boden zugeführt werden sollen. Langfristig sollte die oberste Priorität eine Rückführung zuvor entzogener Nährstoffe sein. Dies geschieht, in dem Baumschnittreste, Obst und Wiesenschnitt in Form von kompostiertem Trester, Pflanzenkohle, Häckselgut, Mist, abgelagerter Kompost oder Mulch wieder ausgebracht werden (Montanaro et al. 2018).

Damit die Gefahr einer Nährstoffauswaschung reduziert wird, muss die Kationenaustauschkapazität (KAK) berücksichtigt werden. Diese muss mindestens 10

cmol / kg Boden betragen. Sollte der analysierte Boden Werte darunter aufweisen, müssen Dreischicht-Tonminerale in Form von abgelagertem Kompost, Ton, Zeolith, Gesteinsmehl oder Pflanzenkohle zugeführt werden (Hügel 2023). Tabelle 3 zeigt jene Nährstoffkonzentrationen, die ein Boden für eine sehr gute Pflanzenversorgung aufweisen sollte.

Tabelle 3: Nährelemente die ein Boden für eine gute Pflanzenversorgung aufweisen sollte (KAK von 10 cmol/kg, Boden pH-Wert von 7,0, aus Hügel (2023)).

Element	Zielwert Bodenkonzentration [mg/kg]	Menge im oberen Bodenbereich (15 cm) [kg/ha]
Kalzium	2.720	6.097
Phosphor	310	695
Kalium	310	695
Magnesium	288	646
Schwefel	103	231
Natrium	92	206
Eisen	63	141
Mangan	39	87
Zink	31	69
Kupfer	16	36
Bor	1,5	3,4

### 7.2.3 Schritt 3: Düngemittelapplikation

Eine Düngemittelapplikation sollte nur im Bereich des Kronentraufs (siehe Abbildung 18) erfolgen, da hier die Feinwurzeln, welche Nährstoffe aufnehmen, wachsen.

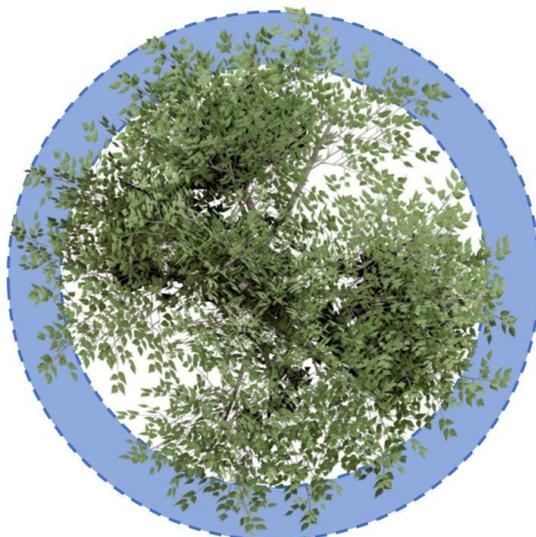


Abbildung 18: Im äußeren Kronenbereich (blauer Rand), welcher sich in einem ca. 2 m breiten Band um den peripheren Kronenbereich erstreckt, sollte die Düngemittelapplikation erfolgen (Bildquelle Baum<sup>7</sup>).

Schwer lösliche Nährstoffe wie Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium sollten im Spätherbst gedüngt werden. Stickstoff hingegen ist bei Mangel zu Beginn der Vegetationsperiode zuzugeben. Nicht zu empfehlen ist eine Düngung während der Blüte. Bei der Zugabe von Mist und Kompost ist die Quantifizierung des Nährstoffgehaltes und damit der Nährstoffmangelausgleich, welcher durch die Bodenproben ermittelt wurde, schwierig. Sollte Mist zur Düngung verwendet werden, ist darauf zu achten, dass dieser nicht von kürzlich entwurmt Tieren stammt. Dies schränkt die Vielfalt der Bodenorganismen, speziell von Würmern, ein.

Genauer in der Nährstoffzusammensetzung quantifizierbar ist die Zugabe von organischem Dünger in Form von Hornmehl, Hornspänen oder Guano. Für Jungbäume empfiehlt Roos (2023) 150-200 g organischen oder mineralischen Volldünger im März auf ca. 2 m<sup>2</sup> um die Bäume oder alternativ 150 g Hornmehl + 2 kg Stallmist / Kompost. Für Altbäume können 5-10 kg organischer oder mineralischer Volldünger im Bereich des Kronentraufs (50 m<sup>2</sup>) im März aufgebracht werden. Alternativ 2 kg Hornmehl + 100 kg Stallmist / Kompost. Otterpohl (2024) rät von mineralischen

<sup>7</sup>

<https://pngtree.com/element/down?id=ODYyODg4Mw==&type=1&time=1703838939&token=MzQ2NDYzNWY3ZjdmN2ViMzRmOTg0OTlkM2E1ZGE3YjY=&t=0>

---

Düngemitteln ab, da das Bodenleben und letztlich das Pflanzenwachstum darunter leiden.

Damit es nicht zu einer Überdüngung der Bäume kommt, empfiehlt Wolz (2024) nur die Hälfte des Kronentraufes und drei Jahre später die andere Hälfte zu düngen (Maringer 19.07.2024). Nikoleit (2024) düngt in Abhängigkeit des Triebwachstums bei jungen Bäumen (Maringer 02.09.2024). Zeigt ein Jungbaum wenig Triebzuwachs, fehlt Stickstoff und es sollten Hornspäne dazugegeben werden. Eine Langzeitdüngung ist hingegen sinnvoller, wenn viel Triebzuwachs erkennbar ist. Für eine langfristige Vorbeugung von Nährstoffmangel wird weiterhin das Mulchen in den Baumreihen empfohlen, während zwischen den Baumreihen extensiv bewirtschaftet werden kann (Roos 2023).

#### **7.2.3.1 Kompost**

Kompostiert werden können fein gehäckselte Baumschnittreste bspw. in Kombination mit Grünschnitt der Wiese. Im Zersetzungsprozess werden pflanzenverfügbare Stoffe frei, welche in Form von Humus wieder an die Obstbäume zurückgeführt werden. Die Faustregel sind 3 l Kompost pro m<sup>2</sup>. Bei größeren Bäumen können auch 5 l bis 10 l Kompost pro m<sup>2</sup> gegeben werden. Gedüngt werden kann ab Ende März. Dazu wird der Kompost im Bereich des Kronentraufs leicht in den Boden eingearbeitet (Gottschaller 2022).

#### **7.2.3.2 Mist**

Eine ideale Quelle als Stickstofflieferant in organischer Form ist Mist. In dieser Form kann der Stickstoff von den Pflanzen besser als anorganischer Stickstoff aufgenommen werden. Zusätzlich wird die Aufnahme von anderen Kationen als Nährstoffe nicht begrenzt (Hügel 2023). Bei der Ausbringung von Mist sollte auf ein ideales Verhältnis zwischen Stickstoff und Kohlenstoff geachtet werden, mit einem Verhältnis von 1 : 10. Um die mikrobiologische Aktivität zu erhöhen und den Humusgehalt zu steigern kann gut ausgereifter Kompost oder gut verrotteter Mist um die Baumscheibe gegeben werden (Häseli et al. 2016). Abgelagerter, strohiger Schaf-, Ziegen- oder Pferdemist, welcher in den Wintermonaten um die Baumscheiben ausgebracht wird, bietet sich an. Von Hühner- und Schweinemist ist abzuraten, da diese zu scharf sind und Verätzungen hervorrufen können. Hierbei ist zu beachten, dass für das Aufbringen von Kompost und Festmist von Huf- und Klautentieren

zwischen dem 01.12. und dem 15.01. eine Sperrfrist gilt (Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) 2025).

### 7.3 Beweidung

Zu einem nachhaltigen und langfristigen Humusaufbau können Weidetiere beitragen, da eine Wechselwirkung zwischen dem Boden und der darauf befindlichen Vegetation in Interaktion mit der Bewirtschaftung besteht. Die Bewirtschaftung beeinflusst maßgeblich den Humusgehalt, dessen Aggregatstruktur und die Biozönose des Bodens. Auf langjährig beweideten Streuobstwiesen kommt der Nährstoffumsetzung durch die Weidetiere daher eine wesentliche Rolle zu. Sie ist Voraussetzung für einen effektiven Humusaufbau und somit einer Anreicherung des Bodenkohlenstoffgehaltes, einhergehend mit einer verbesserten Wasseraufnahme und –speichervermögen (Rahmann 2007) (Abbildung 19).

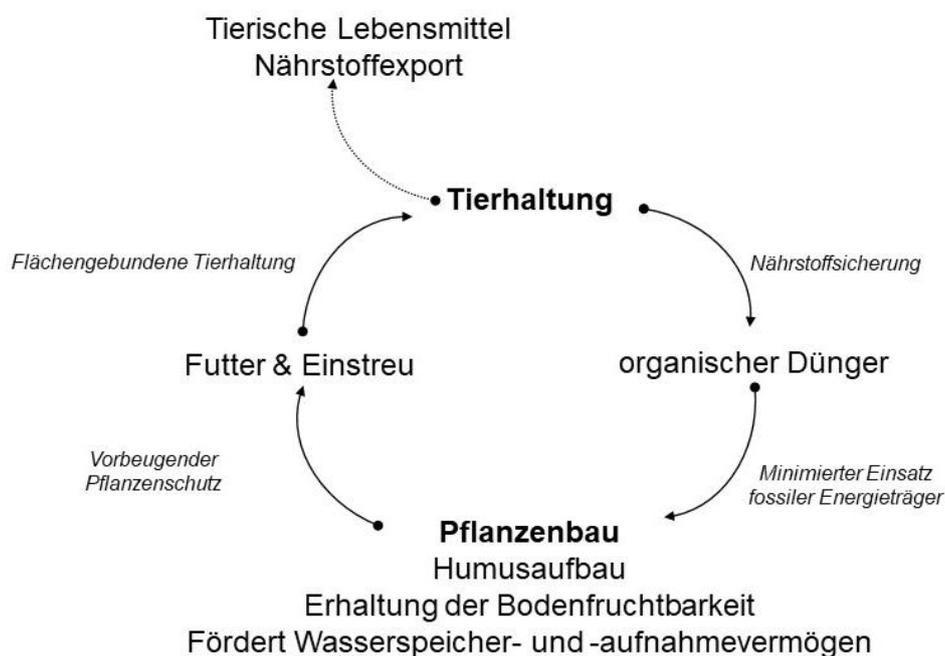


Abbildung 19: Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tierhaltung (verändert nach Rahmann 2007).

---

Als Weidetiere für Streuobstwiesen eignen sich Schafe, Schweine, Gänse, Hühner und Rinder. Wichtig ist die Besatzdichte, so dass Grünlandarten geschont werden. Unabdingbar ist je nach Tierart ein angepasster Baumschutz vor Verbiss und eine regelmäßige Kontrolle, um Lücken im Schutz frühzeitig zu erkennen. Von Pferden und Ziegen ist aufgrund des starken Verbisses abzuraten (Bauschmann 2010). Die früher gängige, heute nur noch selten angewendete Doppelnutzung hat den Vorteil einer effektiven Grünlandnutzung und einer weiteren ökonomischen Einnahmequelle durch den Verkauf von Fleisch oder Wolle. Wolle kann gleichzeitig als Dünger oder als Zusatzstoff bei Neupflanzung verwendet werden. Darüber hinaus fördert Beweidung den Humusaufbau und alle damit verbundenen positiven Bodeneigenschaften. Gerade im Hinblick auf die Nährstoffversorgung der Bäume ist eine extensive Beweidung positiv zu sehen. Die Tiere suchen während der heißen Sommertage Schatten unter den Bäumen. Dort setzen sie ihre Exkremente ab, wodurch eine erhöhte Nährstoffkonzentration unter der Baumkrone, respektive in deren Feinwurzelbereich, entsteht (Schmitz et al. 2016).

Um die floristische Artenvielfalt möglichst divers zu halten, muss unabhängig der gewählten Weidetiere großes Augenmerk auf die Besatzdichte gelegt werden. Eine hohe Besatzdichte bedingt, gegenüber einer moderaten oder extensiven, eine floristische Verarmung, da die Weidetiere gering selektiv, sprich sehr homogen fressen. Dies wiederum führt zu einem Mangel an Mikrohabitaten (Schmitz et al. 2016).

#### **7.3.1.1 Ziegen**

Ziegen fressen bevorzugt Blätter, Rinde und Gehölztriebe. Sie eignen sich deshalb hervorragend für Erstpflegemaßnahmen von verbuschten Streuobstbestände. Ihr starker Verbiss (bei Jungtrieben bis in 2 m Höhe) drängt stockausschlagsfähige Gehölze zurück, wobei Bäume mit Durchmessern ab 25 – 30 cm kaum tangiert werden (Streuobstziege.de o. J.).

Nicht geeignet sind Ziegen für nasse Biotope oder zur dauerhaften Beweidung. Hierdurch würden viele Gehölze letal geschädigt werden. Geeigneter ist eine Beweidung in Kombination mit anderen Weidetieren (Zahn 2014c).

### **7.3.1.2 Schafe**

Trockene, magere, steile und/ oder schlecht zugängliche Standorte können gut mit Schafen beweidet werden. Rassen mit geringem Gewicht sind hervorragend auf erosions- und trittempfindlichen Flächen einsetzbar.

Anders als bei Pferden oder Rindern ist das Fraßverhalten von Schafen sehr selektiv und Weidepflanzen werden tief verbissen (Porzig 1991). Sie bevorzugen stickstoffhaltige Pflanzen (Stroh et al. 2002), meiden hingegen stachelige oder dornige (Rahmann 2007). Durch die hohe Selektion und damit verbundene Gefahr der floristischen Verarmung müssen Schafweiden entweder nachgemäht oder in einer Kombination mit anderen Weidetieren bewirtschaftet werden. Auch kann über die Art der Beweidung Einfluss auf das Fraßverhalten genommen werden. Kurze Beweidungszeiten, wie bspw. bei der Kurzumtriebsweide, Wanderschäferei, Hütehaltung oder mob-grazing, bei welchen viele Schafe kurzzeitig auf der Fläche verweilen, sind besser geeignet als lange Phasen der Standweide mit wenigen Schafen. Bei Stand- und Kurzumtriebsweiden steigt zudem die Gefahr, dass Schafe aufgrund von Langeweile oder schlechtem Wetter die Rinde der Obstbäume beschädigen und die Flächen eutrophieren. Standweiden sind deshalb nicht für die Bewirtschaftung von Streuobstwiesen geeignet (Bauschmann 2010). Umtriebsweiden mit kurzer Beweidungszeit und hoher Besatzdichte (5 – 10 Schafe/ ha und Jahr) eignen sich hingegen gut zur Beweidung von Streuobstbeständen. Besonders junge Bäume müssen ausreichend vor Verbiss geschützt werden, wohingegen alte Bäume nur bei den o. g. Faktoren geschält werden (Bauschmann 2010). Positiv wirken sich nach Erfahrungen vieler Streuobstbewirtschaftenderinnen und -bewirtschaftender die Beweidung mit Schafen auf einen Rückgang der Populationen von Scher- und Feldmäusen aus.

### **7.3.1.3 Gänse und Hühner**

Gänse und Hühner stellen für die Beweidung von Streuobstwiesen eine weitere attraktive Möglichkeit dar, das Grünland zu nutzen. Im Vergleich mit anderen Nutztieren ist die Vermarktung tierischer Produkte einfacher und die Gefahr von Baumschäden geringer. Außerdem ist das erforderliche Wissen und der Zeitaufwand geringer als für die Haltung von anderen Nutztieren (Bosshardt et al. 2022).

Weidegänse sind gute Grasverwerter und verursachen keine Trittschäden. Zudem sind sie witterungsbeständig und robust und können während der Weideperiode von Mitte Juli bis Oktober bzw. November im Freiland gehalten werden. Es ist für die

---

Haltung auf Streuobstwiesen ein leichter Verbisschutz an jungen Obstbäumen notwendig. Zudem sollten eine einfache Schutzhütte und Einzäunung vorhanden sein. Ebenso ist eine Bademöglichkeit für die Gänse in Form von bspw. eines ausgebaggerten Bachlaufes oder Wannen zu schaffen (Stöckl 2013).

Gänse werden zur Unkrautbekämpfung eingesetzt, außerdem wurde in den USA nachgewiesen, dass Gänse die Schäden durch Pflaumenrüsselkäfer (*Conotrachelus nenuphar*) verringern (Clark und Gage 1996). Demnach sind Gänse potenziell für die Eindämmung von Schädlingen einsetzbar und können somit den Ertrag von Streuobstwiesen steigern. Außerdem kann das Fleisch zusätzlich zu anderen Streuobstprodukten verkauft werden, was zur Gewinnsteigerung und Risikominimierung führt (Stöckl 2013).

Hühner sind ebenso eine gute Nutzungsmöglichkeit des Grünlands von Streuobstwiesen. Hühner fressen zwar nur junges Gras, während ältere Grasbestände durch Scharren niedergewalzt werden (Mulcheffekt), positiv ist aber, dass Obstbäume keinen Verbisschutz benötigen (Stöckl 2013). Zudem sind einige Unkräuter und Schädlinge eine Nahrungsquelle für Hühner und andere Geflügelarten (Gänse), was sich ebenfalls günstig auf Obstbäume auswirken kann (Kent Down AONB 2018; Clark und Gage 1996). Es ist weiterhin zu berücksichtigen, dass Hühner stallnahe Flächen stark beanspruchen und eine Verschmutzung oder Verletzung (Pickschäden) von Fallobst verursachen. Dementsprechend ist trotz des Ausbleibens von Trittschäden auf den Flächen bei einer Beweidung mit Hühnern ein Weidewechsel erforderlich (Stöckl 2013). Es bietet sich ein mobiler Stall und eine auf die Bestockung angepasste Rotationszeit der Weiden an.

Zusätzlich kann die Hühnerhaltung auf Streuobstwiesen das Risiko der Prädation von Hühnern durch bspw. Greifvögel verringern, da die Obstbäume einen Sichtschutz darstellen (Bosshardt et al. 2022).

#### **7.3.1.4 Rinder**

Im Gegensatz zu Ziegen und Schafen fressen Rinder das Grünland nicht selektiv ab, sondern sind auch im Stande, Gebüschsukzession oder Altgras zu dezimieren. Sie sind sowohl in feuchten als auch in trockenen Lebensräumen einsetzbar. Obstbäume, speziell junge Bäume, müssen durch stabile Dreiböcke gegen Verbiss geschützt werden. Tiefhängende Leitäste können durch den Versuch der Kühe Blätter und

Früchte zu fressen, abgerissen werden. Von allen Haltungsformen sind für eine extensive Beweidung jene der Jungrinderaufzucht oder Mutterkuhhaltung geeignet. Um Tritt- und Verbisschäden zu minimieren, sollten leichte oder Zwerggrassen (z. B. Hinterwälder, Galloway, Rotes Höhenvieh, Zwergzebus) (Stöckl 2013) in der Beweidung von Streuobstwiesen zum Einsatz kommen (Zahn 2014a). Zudem zeigt sich, dass Mutterkühe ruhiger sind, weshalb beweidete Flächen weniger Trittschäden aufweisen. Für eine extensive Beweidung wird 1 Tier pro ha und Jahr empfohlen (Bauschmann 2010), es gibt jedoch auch Angaben, die mit 0,3 bis 0,5 GV/ha wesentlich niedriger sind (Zahn 2014a). Diese Form der Bewirtschaftung stellt sich in den häufig kleinteiligen Streuobstwiesen Baden-Württembergs als eher schwierig heraus.

#### **7.3.1.5 Schweine**

Eine früher häufig genutzte Methode ist die Beweidung mit Schweinen. Sie eignet sich besonders für feuchte Flächen oder jene mit Dominanzbeständen (Gräser, etc.). Abhängig von der Besatzdichte und -dauer (empfohlen 0,75 bis 1,5 GV/ha von Mai/Juni bis Ende November) weiden Schweine Pflanzenbestände ab (Beinlich et al. 2001). Dabei gehen sie selektiv vor und bevorzugen primär energiereiche Pflanzen oder Pflanzenteile, wie bspw. Wurzeln, Früchte und Knollen. Auf ihrem Speiseplan stehen weiterhin Insekten, Würmer, Gehäuseschnecken, kleine Wirbeltiere und Aas. Auch größere Mengen von Fallobst, die mit Fäule- und Schimmelpilzen oder Schädlingen infiziert sein können, werden von Schweinen gefressen, wodurch die Ausbreitung der Krankheiten bzw. Schädlinge unterbrochen wird (Bauschmann 2022; Holzer und Holzer 2004).

Um die Vegetationsdecke zu schonen und eine Eutrophierung der Fläche zu verhindern empfiehlt sich eine Umtriebskoppelbeweidung. Hierbei werden die Schweine auf die nächste Koppel getrieben sobald 30% (bei empfindlichen Pflanzenbeständen bereits bei 10%) der Fläche zerwühlt sind (Zahn 2014b). Verbleiben Schweine zu lange auf einer Fläche hat es den Effekt von Pflügen. Dies ist vorteilhaft, wenn Dominanzbestände in arten- und blütenreiche Bestände konvertiert werden sollen (Neugebauer et al. 2005). Bei einer zu langen Verweildauer der Schweine auf einer Fläche besteht allerdings das Risiko, dass die Rinde von Obstbäumen durch das Schubbern der Schweine an der Rinde geschädigt wird.

---

Generell müssen Jungbäume sowohl am Stamm als auch an der Baumscheibe vor der Wühl- und Schubbertätigkeit geschützt werden (Bauschmann 2022).

Werden die genannten Schwellenwerte von 30% bzw. 10% beachtet, wirkt sich die Schweinehaltung durch das Lockern und Durchlüften der oberen Bodenschichten positiv auf die Bodenstruktur aus (Holzer und Holzer 2004). Auch zeigen zahlreiche Publikationen, dass die floristische und faunistische Vielfalt auf von Schweinen beweideten Flächen ansteigt (Buse et al. 2022; Zahn 2014b). So profitieren meist konkurrenzschwache Arten, weshalb sich Schweine gut für die Aufwertung von artenarmen oder Gras dominierten Vegetationsbeständen eignen (Zahn 2014b). Damit Streuobstweiden eine ausreichende Pflege (keine Selektion) erhalten, empfiehlt sich eine Kombination aus Schweinen und anderen Weidetieren (Zahn 2014b). In Deutschland ist dies von Gesetzeswegen her nicht erlaubt, daher empfiehlt Bauschmann (2022) eine Kombination aus Schweinen und Schafen in der Haupt- bzw. Vorweide.

Anzumerken ist, dass die Vorschriften, wie bspw. doppelte Zäunung, der Verordnung über hygienische Anforderungen beim Halten von Schweinen (Schweinehaltungshygieneverordnung – SchHaltHygV vom 07.06.1999) eingehalten werden müssen und, dass die Freilandhaltung von Schweinen genehmigungspflichtig ist.

#### **7.3.1.6 Mob-grazing**

Im Zuge der Debatte um Klimaresilienz rückt mob-grazing, mit Schafen oder Rindern, immer mehr in den praktisch umgesetzten und wissenschaftlichen Fokus. Ziel dieses Beweidungsmanagements ist es, möglichst hohe Pflanzenrückstände auf der Fläche zu belassen. Dies wird hervorgerufen, indem Herdentiere (Schafe, Rinder) mit einer hohen Besatzungsdichte auf einen räumlich begrenzten Bereich für kurze Zeit (Stunden bis zu einem Tag) getrieben werden. Die Verweildauer auf einer Fläche richtet sich dabei nach der Fraßgeschwindigkeit. Als Richtwert gilt, dass die Tiere von der Fläche getrieben werden, wenn ca. 50% des Wiesenaufwuchses abgefressen sind. Nach der Beweidung erfahren die Parzellen eine längere Ruhephase (ein Monat bis zu einem Jahr) (Janssen et al. 2015). Aufgrund der sehr kurzen Beweidungsfrequenz wird ein großer Teil (ca. 50%) des oberirdischen Bewuchses durch die Weidetiere niedergetrampelt. Es entsteht eine Art Mulchdecke, die zum einen vor Verdunstung schützt, zum anderen den Humusaufbau fördert (Naturefund

2021). Untersuchungen in Brandenburg zeigen, dass mob-grazing zu einer höheren Wasserinfiltration und Fruchtbarkeit der Böden führt (Zahn et al. 2023). Aufgrund der kurzen Verweildauer der Weidetiere auf einer Fläche ist ein Verbisschutz an den Bäumen meist nicht notwendig. Werden Tiere auch während der Fruchtreife in die Fläche getrieben, können Populationen von Obstschädlingen verringert werden (Bauschmann 2021).

#### **7.4 Grünlandbewirtschaftung in Abhängigkeit des Wurzel- und Sprosswachstums der Bäume**

Grünland und Baumbestand interagieren miteinander, weshalb Philipp (2020) das Wurzel- und Sprosswachstum der Bäume im jahreszeitlichen Verlauf bei der Grünlandpflege berücksichtigt. So gelingt eine gute Nährstoffversorgung, Schädlingsprävention, Humusaufbau und Mykorrhizaförderung (Philipp 2020). Der oberirdische Wuchs eines Baumes spiegelt sich in seinem Wurzelsystem wider. So ist der stützende Stamm vergleichbar mit der Pfahlwurzel-Struktur der größeren Wurzelstöcke. Die braunen Transportwurzeln sind wie Seitenäste, die einen regen Handel mit Assimilaten betreiben. Die weißen Feinwurzeln sind ephemere zu den Blättern und mit der primären Aufgabe Nährstoff aufzunehmen. Phillips (2012) stimmt den Zeitpunkt der Grünlandbewirtschaftung mit dem Wachstum der Feinwurzeln ab und erläutert dies wie folgt: Einhergehend mit dem Austrieb der Knospen beginnt das Triebwachstum. Es endet, wenn der Fruchtansatz sichtbar ist. Dann stagniert das Triebwachstum, denn zu dieser Zeit setzt die erste Runde des Feinwurzelswachstums ein. Auf der Suche nach Phosphor und anderen Nährstoffquellen wachsen die Feinwurzeln nahe der Bodenoberfläche. Ihnen behilflich sind ihre symbiontischen Mykorrhizapilze. Das Ende der oberirdischen Wachstumsphase (bei ausgewachsenen Bäumen Mitte/ Ende Juni) wird mit der Ausbildung der Terminalknospen eingeleitet. Jetzt setzt eine zweite Phase des Wurzelwachstums ein, mit der Aufgabe Nährstoffe in Knospen und Zweigen für die Wachstumsphase im kommenden Jahr einzulagern. Sind die Früchte geerntet, wird ein zweites Mal gemäht. Im Winter, bei Temperaturen über 5°C, wächst das Wurzelsystem weiter. Für eine optimale Nährstoffversorgung zum Zeitpunkt des Wurzelwachstums bietet sich die Gabe von reifem Kompost an. Die Wirksamkeit ist hierbei mittel- bis langfristig zu betrachten.

## 8 Pflanzenportraits

Schlägt man Eduard Lucas Buch „Kurze Anleitung zur Obstkultur“ aus dem Jahr 1866 auf, dann werden Bäume vorgestellt, die wir heute so nicht mehr in unserer Landschaft sehen. Obstkulturen bestanden zu jener Zeit nicht nur aus Apfel-, Birnen-, Kirsch- und Pflaumenbäumen. Sie waren durchsetzt mit Speierling, Aprikosen, Pfirsichen und Walnussbäumen. Jene Arten, die wir hier als alternative Baumarten vorstellen, sind also nicht neu; wir haben sie nur vergessen, weil sie nicht mehr Teil unseres Landschaftsbildes sind. Zum überwiegenden Teil stammen diese Arten, wie auch der Apfel, ursprünglich aus Zentralasien, dem Orient oder der Alpensüdseite und gedeihen in (Süd-) Deutschland nur auf Gunststandorten. Da auf diesen Standorten im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung Obstwiesen häufig anderen Landnutzungen zum Opfer fielen, sind sie über die Jahre aus unserem Landschaftsbild verschwunden.

Im folgenden Kapitel werden Bäume in einem kurzen Artensteckbrief vorgestellt, die als Ergänzungspflanzungen in bestehende oder neu gepflanzte Streuobstwiesen eingebracht werden könnten. Es wird ausdrücklich nicht empfohlen, Dominanzbestände der nachfolgenden alternativen Arten (Kapitel 8.4 bis 8.15) anzupflanzen. Vielmehr sind sie als zusätzliche Pflanzung zur Erhöhung der Biodiversität, Steigerung der Klimaresilienz und einer Risikostreuung von Ernteauffällen anzusehen. Bei der Pflanzung der vorgestellten Baumarten sind die im Einzelfall einschlägigen rechtlichen Vorschriften zu beachten. Diese ergeben sich insbesondere aus § 40 Abs. 1 BNatSchG<sup>8</sup> sowie den Schutzgebietsverordnungen. Für

---

<sup>8</sup> „Das Ausbringen von Pflanzen in der freien Natur, deren Art in dem betreffenden Gebiet in freier Natur nicht oder seit mehr als 100 Jahren nicht mehr vorkommt, sowie von Tieren bedarf der Genehmigung der zuständigen Behörde. Dies gilt nicht für künstlich vermehrte Pflanzen, wenn sie ihren genetischen Ursprung in dem betreffenden Gebiet haben. Die Genehmigung ist zu versagen, wenn eine Gefährdung von Ökosystemen, Biotopen oder Arten der Mitgliedstaaten nicht auszuschließen ist. Von dem Erfordernis einer Genehmigung sind ausgenommen

1. der Anbau von Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft,
2. der Einsatz von Tieren zum Zweck des biologischen Pflanzenschutzes
  - a) der Arten, die in dem betreffenden Gebiet in freier Natur in den letzten 100 Jahren vorkommen oder vorkamen,
  - b) anderer Arten, sofern der Einsatz einer pflanzenschutzrechtlichen Genehmigung bedarf, bei der die Belange des Artenschutzes berücksichtigt sind,
3. das Ansiedeln von Tieren, die dem Jagd- oder Fischereirecht unterliegen, sofern die Art in dem betreffenden Gebiet in freier Natur in den letzten 100 Jahren vorkommt oder vorkam,
4. das Ausbringen von Gehölzen und Saatgut außerhalb ihrer Vorkommensgebiete bis einschließlich 1. März 2020; bis zu diesem Zeitpunkt sollen in der freien Natur Gehölze und Saatgut vorzugsweise nur innerhalb ihrer Vorkommensgebiete ausgebracht werden.

Artikel 22 der Richtlinie 92/43/EWG sowie die Vorschriften der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 sind zu beachten.“

Baden-Württemberg sind die Schutzgebietsverordnungen auf der Seite des Daten- und Kartendienstes der LUBW<sup>9</sup> abrufbar. Weiterhin ist die Handreichung der LUBW „Gebietseigene Gehölze in Baden-Württemberg“<sup>10</sup> zu beachten. Die Pflanzung nicht heimischer Gehölze bedarf gemäß den Vorgaben des § 40 Abs. 1 BNatSchG einer Genehmigung der zuständigen Behörde (höhere Naturschutzbehörde), es sei denn, es handelt sich um einen Anbau von Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft (§ 40 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 BNatSchG). Erle, Pappel und Weide sind keine Kulturobstbäume und fallen daher unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG, wenn diese außerhalb ihres Vorkommensgebietes und außerhalb der Forst- und Landwirtschaft angepflanzt werden. Die Feige fällt außerhalb der Forst- und Landwirtschaft ebenfalls unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG, da sie nicht zum Zwecke der Sortenerhaltung oder der Erhaltung traditioneller Kulturlandschaften gepflanzt wird.

Die in den nachfolgenden Kapiteln vorgestellten Bäume wurden z. T., gänzlich oder in Teilen von Experten verfasst. Die Autoren sind in den Kapiteln genannt. Die Baumarten können zur Bodenverbesserung, als Überhälter, zur Erhöhung der Biodiversität und zur Minimierung eines Ertragsausfalls angepflanzt werden.

Als Bodenverbesserer eignen sich Esskastanie, Echte Walnuss, Speierling, Weide, Erle und Pappel. Mit ihren tiefreichenden Wurzeln brechen sie stauende Bodenschichten auf, pumpen über den Laubfall Nährstoffe aus tiefen Bodenschichten nach oben, befördern Wasser aus tiefen Bodenschichten in oberflächennahe, wo sie für andere Bäume verfügbar sind oder fixieren Stickstoff (Leguminosenbäume) (Mweta et al. 2007). Dabei ist die Fixierung von Stickstoff im Boden durch Leguminosenbäume (bspw. Erle), anders als bei mineralischem Dünger, weniger anfällig gegenüber Auswaschungen oder Grundwasserkontamination. Gleich wie beim Einsatz von mineralischem Dünger ist, dass N<sub>2</sub>O-Emissionen durch einen höheren Stickstoffgehalt im Boden auftreten können (Leakey 2014).

<sup>9</sup> <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml?mapId=65d68759-4711-427d-b238-987437bb452f&mapSrs=EPSG%3A25832&mapExtent=183763.22099447512%2C5240158%2C814642.7790055249%2C5525631> (letzter Zugriff 22.04.2025).

<sup>10</sup> <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10581> (letzter Zugriff 22.04.2025).

### 8.1 Apfel (*Malus domestica*)

Apfelbäume dominieren auf unseren Streuobstwiesen und unterscheiden sich hinsichtlich Wuchshöhe, Zeitpunkt der Blüte und Fruchtreife, aber auch in Geschmack und Lagerfähigkeit ihrer Früchte.

Allen gemeinsam ist, dass sie der Familie der Rosaceae angehören und ursprünglich aus Zentralasien stammen. Die Ur-Apfelwälder, die als Ursprung unserer heutigen Apfelsorten gelten, befinden sich hauptsächlich in Zentralasien, insbesondere in der Region Almaty in Kasachstan. In diesen Wäldern wächst die Wildart *Malus sieversii*, aus der viele heutige Apfelsorten stammen. Gegenwärtig wird *Malus sieversii* in einigen Projekten für die Kultivierung und Kreuzung mit unseren heimischen Apfelbäumen getestet, da er als sehr widerstandsfähig gegenüber Krankheiten (bspw. schwarzer Rindenbrand) und Klimaschwankungen gilt (Fazzio et al. 2008; Harshman et al. 2017; Chen et al. 2019).

Je nach Unterlagen unterscheiden sich die Wuchshöhen von Apfelbäumen und liegen zwischen 4 m bis 12 m Höhe. Meist haben sie eine runde und dichte Krone, in denen die Blüten zwischen April und Mai blühen. Die meisten Sorten sind selbststeril, daher werden mindestens zwei Sorten in räumliche Nähe benötigt, die zum gleichen Zeitpunkt blühen.

Apfelbäume bevorzugen sonnige Standorte mit gut durchlässigen, leicht sauren bis neutralen Böden. Um die Sortenwahl möglichst unabhängig von den Standortbedingungen zu machen, werden Apfelbäume gewöhnlich auf bestimmte Unterlagen veredelt. Durch die Wahl der Unterlage werden weiter Höhenwachstum, Lebensdauer, Schädlings- und Krankheitsanfälligkeiten bestimmt. Typische in Deutschland verwendete Unterlagen für den Plantagenobstbau sind M9 (sehr schwach wüchsig), M26 (mäßig schwachwüchsig), M7 (mittelstark bis starkwüchsig), B9 (sehr schwach wüchsig), P.22 (mittelstark bis starkwüchsig), M4, MM106 und M25 (mittelstark bis starkwüchsig). Als stark wüchsige Unterlage für Streuobst werden A2- oder Sämlingsunterlagen, überwiegend der Sorte Bittenfelder verwendet. Auf dieser Unterlage veredelte Bäume haben einen starken Wuchs, bilden ausgedehnte Kronen, sind tolerant gegen Winterkälte und zeichnen sich durch eine hohe Bodenverträglichkeit aus. Ein weiterer Vorteil ist die gute Resistenz gegen verschiedene Wurzelkrankheiten, wie zum Beispiel Phytophthora. Typische Krankheiten sind schwarzer Rindenbrand, Apfelschorf, Obstbaumkrebs und Mehltau.

78

---

Durch passende Standort- und Sortenwahl sowie regelmäßige Pflege lassen sich diese eindämmen.

## **8.2 Birnen (*Pyrus communis*)**

Die Birne gehört zur Familie der Rosengewächse (Rosaceae). Birnen stammen ursprünglich aus Vorderasien und wurden durch die Römer in ganz Europa verbreitet (NABU Baden-Württemberg o.J.). Birnen sind sommergrüne Laubbäume, welche unter optimalen Bedingungen 20 m Baumhöhe erreichen. Birnenbäume können je nach Sorte in der gesamten gemäßigten Zone bis in Höhenlagen von 1700 m bis 2400 m ü.N.N. kultiviert werden. Sie vertragen Temperaturen von -26°C bis 46°C während der Vegetationsperiode und gelten als sehr robust (Hussain et al. 2021). Je rauer das Klima, desto eher müssen Sommer- und Herbstbirnen angebaut werden, da eine spätere Fruchtreife eintritt. Auch wenn Birnen diesen sehr großen Temperaturgradienten überleben können, so gelingt ein erfolgreiches Gedeihen bei warmen Jahresdurchschnittstemperaturen (mind. >8°C) mit mindestens 500 mm Niederschlag pro Jahr (Obst- Weinbau Dokuwiki 2022).

Die Standortansprüche von Birnenbäumen sind ähnlich jener von Apfelbäumen. Sie bevorzugen gut wasserdurchlässige, tiefgründige, humose Böden mit einem neutralen bis leicht sauren pH-Wert. Am besten gedeiht die Birne an sonnigen bis halbschattigen Standorten. Mit ihrem tiefen Herzwurzelsystem erreichen sie tiefere Bodenschichten als Apfelbäume und können auf Wasser aus tieferen Bodenschichten zurückgreifen, weshalb sie trockenheitstoleranter als Apfelbäume sind.

Neben den Standortansprüchen sind für eine Befruchtung weitere Birnenbäume in der räumlichen Umgebung notwendig. Dabei sollte auf einen ähnlichen Blühzeitpunkt der unterschiedlichen Birnenbäume geachtet werden. In der Regel blühen Birnenbäume zwischen April und Mai. Birnen sind langlebig und tragen bis ins hohe Alter Früchte. Diese können je nach Sorte von August bis Oktober geerntet werden.

Die Frucht kann roh verzehrt werden oder weiter zu Saft, Wein und Marmelade verarbeitet werden. Birnen können im Allgemeinen weniger lang gelagert werden als Äpfel.

Ein zunehmendes Problem für die Birnenbäume auf der Streuobstwiese, die fast ausschließlich auf Kirchensaller Mostbirne veredelt sind, ist der Birnenverfall. Diese von Phytoplasmen verursachte Krankheit verfärbt das Birnenlaub bereits im August

rot. Langfristig sterben diese Bäume ab. Dem Birnenverfall (auf Englisch "Pear decline") kann durch Düngung mit Zweischicht-Tonmineralen (z. B. Koalinit), robusten Unterlagen und Sorten entgegengewirkt werden (Petruschke 2023). Neue, robuste Unterlagen, die mit allen Birnensorten verträglich sind und ohne Zwischenveredlung direkt veredelt werden können, sind Viru-Therm –1 und -2. Zudem könnte *Pandora cacopsyllae* ein Pilz sein, der den Birnenverfall und die Apfeltriebsucht eindämmen kann (Eilenberg et al. 2023).

### 8.3 Zwetschgen (*Prunus domestica*)

Autoren: Janet Maringer; Dr. Walter Hartmann

*Prunus domestica* ist eine Sammelart, worunter Zwetschgen (auch Zwetschke oder Zwetsche genannt), Reineclauden, Pflaumen und Mirabellen zusammengefasst sind. Sie werden alle zur gleichen Art gezählt, weil sie untereinander kreuzbar sind und damit sehr unterschiedliche Sorten hervorbringen. Die Zwetschge an sich ist eine Kreuzung zwischen Schlehe und Kirschpflaume und wie viele Bäume unserer heutigen Streuobstwiesen stammt sie aus Vorderasien (Neder 2023).

Die Bäume erreichen auf guten Standorten eine Baumhöhe von 4 – 8 m und eine Kronenausdehnung von 3 – 6 m. Zwetschgenbäume wachsen steil nach oben. Ihre Kronen sind oft hochoval und neigen zur Verkahlung der inneren Astpartien, weshalb regelmäßige Schnittmaßnahmen zur Kronenpflege notwendig sind.

*Prunus domestica* bevorzugen sonnige bis halbschattige Standorte mit gut durchlässigen, nährstoffreichen Böden. Sie vertragen sowohl leichte Trockenheit als auch kühle Temperaturen gut, solange Spätfröste die Blüte nicht beeinträchtigen. Je nach Höhenlage des Standortes und gewählter Sorte blühen die Bäume zwischen April und Mai. Höhenlagen, wie etwa 400 - 700 m ü.N.N., bieten durch die kühlen Nächte und sonnigen Tage ideale Bedingungen für die Aromaentwicklung der Früchte. Allerdings sollten winterliche Tiefsttemperaturen von -18°C (Zone 7) nicht unterschritten werden. Innerhalb dieser Sammelart zeigen sich Pflaumen weniger Frostresistent als Reineclauden und Mirabellen. Auch die Unterlage spielt eine Rolle in der Frostresistenz. So sind auf Myrobalane veredelte Sorten frostempfindlicher, bringen aber sehr große Bäume hervor. Weiterhin sind Unterlagen der Sorte Wangenheim, wie Wavit, gut geeignet für hochstämmige Zwetschgen.

---

Je nach Sorte reifen die Früchte zwischen Juni und Oktober. Da die Früchte nicht wie bei Äpfeln oder Birnen lagerfähig sind, bietet der lange Zeitraum des Fruchtertrags eine Möglichkeit diese über mehrere Monate zu genießen. Wichtig ist, dass die Früchte bei vollständiger Reife geerntet werden, da sie dann das charakteristische Aroma und den hohen Zuckergehalt entwickelt haben. Im Gegensatz zu anderen Früchten reifen sie nicht nach.

Wie Apfel- und Birnenbäume auch müssen Zwetschgen regelmäßig geschnitten werden. Dies fördert die Fruchtbildung und verhindert Verkahlung, ebenso wie Krankheiten, bspw. Narrentaschenkrankheit (*Taphrina pruni*).

Früher war es üblich wurzelechte Zwetschgen auf Streuobstwiesen zu pflanzen. Dazu wurden Wurzeläusläufer der Hauszwetschge abgestochen und verpflanzt. In den letzten Jahrzehnten ist diese Methode in den Hintergrund getreten, da Hauszwetschgen sehr häufig von der Viruserkrankung Scharka befallen sind. Neue Züchtungen, wie ‚Jojo‘ und ‚Joganta‘ sind hingegen resistent. Weiterhin nimmt die durch Bakterien verursachte Krankheit ‚Pseudomonas‘ zu. Sie führt gerade in heißen Sommern zum Harzschluss und somit zum Verstopfen der Leitbahnen. Durch diese Unterversorgung sterben die Bäume ab.

Es gibt selbstfertile als auch selbststerile Sorten. Beim Pflanzen muss deshalb darauf geachtet werden, dass ggf. zwei Individuen mit gleichen Blühzeitraum nebeneinander wachsen.

#### **8.4 Esskastanie (*Castanea sativa*)**

In den gemäßigten Breiten sind 13 Esskastanienarten bekannt, wobei in Europa nur *Castanea sativa* heimisch ist. Sie zählt zu den Pioniergehölzen und benötigt daher ausreichend Licht und wenig Konkurrenz. Sind die Standortbedingungen und die Pflege gut, so können Bäume von 25 – 30 m Höhe mit einer breiten Krone (12 – 20 m) wachsen (Avila et al. 2021). Im Alter von 15 – 20 Jahren beginnt sie zu fruktifizieren, veredelten Sorten bereits nach dem 3. - 4. Jahr (Bazzigher et al. 1982). Als Fruchtbaum wurde die Kastanie in weiten Teilen Europas von den Römern etabliert. Hier wurde sie in sogenannten Selven, Agroforstsysteme mit Weide- oder Wiesennutzung, angebaut (Conedera et al. 2021). Im Alter von 100 Jahren erreicht sie als Fruchtbaum ihr Optimum. Ab 200 Jahren lässt die Fruchtproduktion stark nach.

---

Eine Fruchtreife findet jährlich mit unterschiedlichen Erträgen zwischen Ende September und Mitte November statt.

Damit die Kastanie ihre herzförmige Wurzel gut ausbilden kann bevorzugt sie tiefgründige (Gründigkeit mind. 40 – 60 cm), humose, sandig bis steinige Böden. Freier Kalk sollte in den wurzelnden Bodenhorizonten nicht vorkommen; saure Böden, mit einem hohen Kalium- und Phosphorgehalt, sind zu bevorzugen. Dementsprechend hegt die Kastanie keine großen Ansprüche an die Nährstoffverfügbarkeit, außer an K und P (Ecker-Eckhofen et al. 2006). Weiterhin liebt sie frische bis feuchte Böden in milden und niederschlagsreichen Gegenden. Zwar findet man Kastanien laut Klimahülle bei jährlichen Niederschlagsraten zwischen 400 und 1.600 mm (Condera et al. 2016), jedoch lässt bei Trockenheit ihre Vitalität stark nach (Condera et al. 2021). Im Verbreitungsgebiet der Kastanien herrschen Jahresdurchschnittstemperaturen zwischen 8°C und 15°C mit Tiefsttemperaturen von -18°C für kurze Zeiträume (Ecker-Eckhofen et al. 2006).

Ist der Standort günstig, sollten Bäume aus der Baumschule in einem sehr jungen Stadium an den finalen Standort gepflanzt werden. Je kleiner die Bäume (Höhe < 1,30 m), desto geringer ist der Pflanzchock und desto höher sind die Anwachswahrscheinlichkeiten (Maringer 19.10.2023). Das Pflanzloch muss groß und mit einem Gemisch aus Kompost und Ausgangsboden aufgefüllt werden (Bazzigher et al. 1982). Da die Kastanie eine Pfahl- und später eine Herzwurzel ausbildet, muss bei der Wahl des Pflanzgutes auf dessen Wurzelqualität geachtet werden. Vorteilhaft sind Air-Pruning Töpfe, bei deren die Pfahl- und Feinwurzeln ausgebildet sind. Bei der Pflanzung muss darauf geachtet werden, dass die Wurzelspitze nicht abgeknickt wird, sondern vertikal in den Boden wachsen kann. Zudem darf der Wurzelfilz im Topf nicht beschädigt werden. Bei der Pflanzung muss also ein ausreichend tiefes Loch vorhanden sein, in welches der Topf hineingestellt wird und sukzessive nach oben herausgezogen wird. Gleichzeitig wird Erde um die Feinwurzeln geschoben, so dass das Wurzelwerk nicht auseinanderfallen kann. Sehr wichtig ist die Beachtung von robustem Pflanzgut (u.a. Anfälligkeit für Kastanienrindenkrebs und Tintenkrankheit)!

Eine Aussaat erfolgt im Frühjahr (vorausgesetzt die Früchte wurden über den Winter stratifiziert) in einer Tiefe äquivalent zur Samenhöhe. Dabei wird die flache Seite der Kastanie in den Boden gelegt. Die Kastanie sollte, wie Obstbäume auch, regelmäßig geschnitten werden. Ein Erziehungsschnitt erfolgt jedoch erst, wenn der Baum eine

Mindesthöhe von 2 m erreicht hat. Während der Anwuchsphase muss die Baumscheibe frei von Beikräutern gehalten werden, damit die Bodenfeuchte kontinuierlich und optimal für das oberflächennahe Feinwurzelsystem ist. Eine Düngemittelapplikation ist nur notwendig, wenn Mangelerscheinungen sichtbar sind. Eine Bewässerung erfolgt wie bei Obstbäumen in den ersten Jahren nach Pflanzung/Saat bis zur Etablierung.

Sollte sich keine andere Kastanie in räumlicher Nähe befinden, müssen für den Fruchtertrag mehrere Individuen mit unterschiedlicher Genetik gepflanzt werden (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (StMELF) 2018).

### **Verwertung und Verwendung**

- Fruchtherstellung (Maronen)
- Wertholzproduktion (Möbel)
- Sehr widerstandsresistentes Bauholz
- Honigproduktion, u.a.

### **8.5 Echte Walnuss (*Juglans regia*)**

Autoren: Janet Maringer; Herbert Wolz

Die Echte Walnuss (*Juglans regia*) ist europaweit verbreitet und wird seit Jahrhunderten zur Frucht- und Wertholzproduktion kultiviert (Aas 2008). Unter guten Bedingungen wachsen die Bäume 10 bis 15 m hoch (bis max. 20 m) und bilden mächtige, ausladende Kronen (Gauthier und Jacobs 2011).

Walnussbäume bevorzugen an mindestens sechs Monaten im Jahr Temperaturen von über 10°C, Jahresniederschlagsmengen von 700 bis 800 mm und tiefgründige (Ehring et al. 2019), nährstoffreiche Böden mit pH-Werten zwischen 6,5 und 7,5 (Mariotti et al. 2015; Reid 2010). Sie mögen milde Winter, können jedoch kurzzeitig Temperaturen von bis zu -30°C überstehen.

Als Pflanzware werden, je nach Verwendungszweck und Kulturvorgaben, wurzelechte oder veredelte Walnussbäume produziert. Ziel veredelter Sorten ist eine Produktion homogener Pflanzware mit jährlich konstanten Mengen vermarktungsfähiger Nüsse mit einem früheren Fruchtungsbeginn. Durch die Wahl der Unterlage erfolgt eine Anpassung an vorherrschende Bodenverhältnisse. Bis vor wenigen Jahrzehnten

wurden auch wurzelechte Walnussbäume von bekannten, guten Mutterbäumen zumeist zur Selbstversorgung rund um Ortschaften oder auf Grenzertragsstandorte gesät. So bestimmten sie vielerorts das Landschaftsbild, verschwinden allerdings zunehmend aufgrund von Überalterung und mangelnder Nachpflanzung. Wie bei vielen Apfelsorten befinden sich, manchmal jahrhundertealte, wertvolle Selektionen unter ihnen, welche gerade in Zeiten des Klimawandels erhaltungswürdige Sorten wären. Hierzu zählen spät und homogan<sup>11</sup> blühende Sorten mit der Eigenschaft der Jungfernfrüchtigkeit. Heute werden wurzelechte Bäume mit gut ausgebildetem Wurzelsystem in Air-Pruning Töpfen gezüchtet. Diese Methode bietet den Vorteil, dass die Walnussbäume ihre Pfahlwurzel sowie ein dichtes Netz an Nebenwurzeln ungestört ausbilden können und sie nach der Verpflanzung weiterwachsen kann. Dies ist ein entscheidender Vorteil gegenüber Topfware oder wurzelnacktem Pflanzgut, bei welcher sich Ringelwurzeln ausbilden können. Weitere Möglichkeiten sind Direktsaaten am finalen Standort oder eine Verpflanzung in sehr jungem Stadium. Allgemein sollten Walnussbäume am Ende des Herbstes, zwischen Oktober und November, verpflanzt werden.

Walnussbäume sind einhäusige Pflanzen, sie benötigen für eine Fruchtproduktion andere Individuen in ihrer Nähe. Anzumerken ist, dass Walnussbäume ein sehr komplexes Blühverhalten und Befruchtungssystem aufweisen (bspw. Jungfernfrüchtigkeit, Mehrfachblüher), wovon Nuss-Erträge und Fruchtertragseintritt direkt abhängen. Weiterhin können Spätfrostschäden durch die Wahl von spätaustreibenden, mehrfachblühenden Sorten oder Jungfernfrüchtigkeit umgangen werden. Zu beachten ist, dass Aussagen zur Nuss-Qualität für die Sortenwahl nicht allein ausschlaggebend sind für einen erfolgreichen Fruchtertrag, sondern Blüh- und Befruchtungsverhalten als ertragsbestimmende Parameter mitberücksichtigt werden müssen.

Erziehungsschnitte sind bei der Walnuss unerlässlich, da nicht nur ein enormer Fruchtbehang, sondern auch ausladende Kronen die Baumstatik limitieren. Günstige Schnittzeiträume sind zwischen März und August (bspw. bei ausbleibenden Erträgen), da Wundheilungen optimal während der Vegetationsperiode verlaufen.

**Zu beachten:**

---

<sup>11</sup> Alle Pflanzen einer Sorte blühen zur gleichen Zeit.

- Nicht in Kaltluftschneisen pflanzen (Rindenschäden),
- Keine großen Wunden schneiden (Gefahr von Morschungen),
- Nicht in Tallagen mit hohen Grundwasserständen pflanzen,
- Windbruchlagen meiden,
- Anbaugrenze beachten,
- Schlitzäste bei der Erziehung vermeiden.

### 8.6 Quitte (*Cydonia vulgaris*)

Autor: Michael Rudolf

Quitten, aus der Familie der Rosengewächse, stammen ursprünglich aus der Region des Kaukasus, Nordpersien und Anatolien (heutige Türkei). Sie sind eine der ältesten bekannten Obstarten und wurden bereits in der Antike kultiviert. Durch die Römer gelangten sie nach Mitteleuropa und verbreiteten sich dort im gesamten Mittelmeerraum.

Die Quitte ist ein kleiner Baum oder Strauch, der eine Höhe von etwa 3 bis 5 m erreicht. Die Blätter sind oval, dunkelgrün und filzig behaart. Die Blüten sind groß und rosafarben bis weiß, ähnlich wie bei Apfel- und Birnbäumen. Sie blühen in der Regel deutlich später als Apfelbäume und sind dadurch meist weniger frostgefährdet. Ihre Früchte sind leuchtend gelb und haben eine raue, pelzige Schale. Die Form variiert je nach Sorte: Manche Quitten sind birnenförmig, andere eher apfelförmig. Das Fruchtfleisch ist fest und aromatisch, aber in rohem Zustand oft zu sauer und herb zum direkten Verzehr.

Es gibt zwei Haupttypen von Quitten:

- Apfelquitten (*Cydonia oblonga* var. *maliformis*): Rund bis apfelförmig und größer. Sie haben ein festeres Fruchtfleisch und eignen sich besonders gut für Gelee und Marmelade.
- Birnenquitten (*Cydonia oblonga* var. *pyriformis*): Birnenförmig, meist weicher im Fruchtfleisch und oft etwas süßer als Apfelquitten. Sie sind ebenfalls ideal für die Verarbeitung zu Gelee, Kompott oder Saft.

Quittenbäume werden oft auf schwachwüchsige Unterlagen veredelt, um die Pflanzengröße zu kontrollieren und die Ernte zu erleichtern. Typische Veredelungsunterlagen sind:

Quittenunterlage A: Häufig verwendet, schwachwüchsig, sorgt für einen kleineren, kompakteren Baum.

Quittenunterlage C: Noch schwächer wachsend, eignet sich gut für kleine Gärten und intensive Bewirtschaftung.

Quittenunterlage BA 29: Sehr robust und frosthart, ideal für rauere Klimazonen.

Veredelung auf Weißdorn, sehr trockenheitstolerant, jedoch feuerbrandgefährdet.

Anbau und Pflege:

Quitten sind relativ anspruchslos, bevorzugen jedoch warme, sonnige Standorte und tiefgründige, nährstoffreiche Böden. Sie sind widerstandsfähig gegen Trockenheit, jedoch anfällig für Fröste während der Blütezeit.

Die Pflege umfasst regelmäßiges Beschneiden, um den Baum luftig zu halten und Krankheiten vorzubeugen. Krankheiten und Schädlinge sind bspw. Feuerbrand (gefährliche, bakterielle Krankheit, die Quitten stark schädigen kann), Blattbräune und Quittenrost (Pilzkrankheiten, die Blätter und Früchte befällt), Blattläuse und Gespinstmotten (schwächen besonders junge Triebe) sowie der Befall mit Apfelwickler und der folgenden Sekundärinfektion mit *Monilia* (Neumüller 2024a).

## 8.7 Speierling (*Sorbus domestica*)

Autor: Dr. Patrick Pytell

Das Hauptverbreitungsgebiet des Speierlings ist der Mittelmeerraum. Vorkommen in Frankreich, Deutschland und Tschechien liegen an der nördlichen Verbreitungsgrenze. Wegen ihrer bundesweiten Gefährdung und ihrer regional begrenzten Verbreitung gilt die Art vielerorts als botanische Rarität mit musealem Schutzbedürfnis.

Im Freiland erreichen Speierlinge eine Höhe von 15 - 20 m. Die Krone ist zuweilen sehr ausladend und vergleichsweise lichtdurchlässig. Wegen des gelb und rot leuchtenden Herbstlaubs werden Speierlinge als besonders landschaftsästhetisch empfunden. Viele Eigenschaften des Speierlings sind wenig untersucht, sodass allgemeingültige Aussagen regionalen Gegebenheiten und Erfahrungen gegenübergestellt werden sollten. Speierlinge treiben relativ spät ihre Blätter und Blüten aus, sind jedoch nicht spätfrostanfällig. Die Baumart ist einhäusig. Die Blüten werden von einer Vielzahl von Insekten, insbesondere Bienen und Fliegen besucht. Wegen der apfel- oder birnenförmigen Früchte ist die Baumart schon in der Antike

---

kultiviert worden. Sie reifen von September bis Oktober. Heutzutage sind die Früchte im Handel nicht erhältlich. Sie werden aber für die Erzeugung von hochpreisigen Edelbränden verwendet.

Der Speierling bevorzugt kalkhaltige Böden. Auch auf tonhaltigen Böden können Speierlinge (wie Elsbeeren) angebaut werden. Für Grundwasser beeinträchtigte oder temporär vernässende Standorte ist der Speierling ungeeignet. Pflegemaßnahmen sind in den ersten Jahren nach der Pflanzung wenig erforderlich. Jedoch müssen Pflanzungen bei anhaltender Trockenheit gewässert werden. Zudem müssen die jungen Bäume mittels Einzelschutz dauerhaft vor Wildschäden bewahrt werden. Auch Apfel- und Birnenschorf können jüngere Bäume absterben lassen.

In der Jugend und bei anhaltendem Freiland gilt der Speierling als recht wüchsig. Auf allen besser mit Wasser versorgten Standorten wird die Baumart überwachsen und ohne konsequente Pflege von allen sonstigen Baumarten erdrückt. Insofern und aufgrund der lichtdurchlässigen Belaubung eignet sich Speierling besonders für den Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen, in Streuobstbeständen und in modernen Agrofrost- und Vitiforstsystemen<sup>12</sup>. Zur Wertholzproduktion müssen die Stämme geästet werden. Je nach Standort kann vermarktungsfähiges Stammholz nach etwa 80 Jahren geerntet werden.

Aufgrund seines natürlichen Verbreitungsgebiets und seiner Dominanz in oberen, südlich exponierten Hanglagen gilt der Speierling als sehr trockenheitstolerant. Wie die Elsbeere ist der Speierling mit hoher Wahrscheinlichkeit eine der anpassungsfähigsten Baumarten für die zukünftigen Klimabedingungen in Mitteleuropa.

### **8.8 Elsbeere (*Sorbus torminalis*)**

Autor: Dr. Patrick Pytell

Die Elsbeere ist ein in Mittel- und Südeuropa weit verbreitetes Gehölz. Die sommergrüne Baumart gehört zur Familie der Rosengewächse und wird der Gattung der Mehlbeeren zugeordnet. Unter günstigen Standortbedingungen können Elsbeeren 20 – 25 m hoch werden. Bei ausreichend Wuchsraum bilden Elsbeeren eine große, kompakt verzweigte und daher weniger lichtdurchlässige Krone aus.

---

<sup>12</sup> Vitiforst (= Pflanzen von Bäumen und Sträuchern im Rebberg)

Von Elsbeere und Mehlbeere gibt es zahlreiche Kreuzungen, sogenannte Bastard-Mehlbeeren. Diese Hybride sind Endemiten in diversen, kleinen Arealen Europas.

Elsbeeren blühen ab Mai und versorgen eine große Bestäubergilde. Ihre Früchte dienen verschiedenen Tierarten als Nahrung. Diese reifen zwischen Juli und September. Der Artnamen „*torminalis*“ bedeutet >Leibschmerzen lindernd<. Dementsprechend ist die Elsbeere lange Zeit als Heilpflanze kultiviert worden. Gegenwärtig werden die Früchte u.a. zu Edelbränden und Marmelade verarbeitet. Regional mögen Sorten vorkommen, die einen höheren Fruchtertrag aufweisen, dem Handel sind diese Sorten jedoch fremd. Obwohl nährstoffreiche, tiefgründige Standorte auf kalkhaltigem Ausgangsgestein ideal sind, findet man sie aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Konkurrenzschwäche oft auf trockenen, südlich exponierten Hängen von geringer Bodentiefe. Auf Grundwasser beeinträchtigten oder temporär vernässenden Standorten sollten Elsbeeren (Rosengewächse) nicht angebaut werden.

Pflegemaßnahmen sind in den ersten Jahren nach der Pflanzung wenig erforderlich, aber bei trockenen Sommern ist Bewässerung sehr empfehlenswert.

In der Jugend ist die Elsbeere wüchsig. Insgesamt wächst sie jedoch langsam. Schnitтарbeiten zur Erziehung und Erhaltung entfallen. Vermarktungsfähiges Stammholz kann frühestens nach 80 Jahren geerntet werden. Sofern Wertholz erzogen werden soll, sind Ästungsmaßnahmen erforderlich. Dabei ist eine astfreie Schaftlänge von mindestens drei m anzustreben.

Wegen ihrer Trockenheitstoleranz gilt die Elsbeere als großflächig anbauwürdig und risikoarme Alternative. Sie ist mit hoher Wahrscheinlichkeit eine der anpassungsfähigsten Baumarten für die zukünftigen Klimabedingungen in Mitteleuropa. In Streuobstbeständen und in Agrofrostsystemen ist sie eine ökologisch und ökonomisch wertvolle Komponente.

### **8.9 Mispel (*Mespilus germanica* L.)**

Die Mispel gehört zur Familie Rosaceae. Ursprünglich ist sie vom Kaukasus über den Iran bis nach Kleinasien und Griechenland beheimatet. Von den Römern wurde sie wahrscheinlich bis nach Mitteleuropa eingeführt, wo sie im Mittelalter ein allgemein geschätztes Fruchtholz darstellte (Popović-Djordjević et al. 2023). Mispeln sind

sommergrün, wachsen als etwa 3-6 m hoher, breitwachsender Strauch oder kurzstämmiger Baum und können bis zu 70 Jahre leben (Pirc 2015).

Mispeln blühen zwischen April und Mai. Ihre Blüten eignen sich sehr gut als Bienenweide. Die Vermehrung findet generativ über Samen statt. Die Früchte reifen ab Oktober und sind erst nach Frosteinwirkung oder Lagerung von mindestens 20 Tagen weich und genießbar (Pirc 2015). Sie eignen sich zudem zur Herstellung von bspw. Likör, Sirup oder Marmelade (Popović-Djordjević et al. 2023).

Mispeln kommen in Mitteleuropa an sonnigen Waldrändern, Trockengebüschen oder sonstigen wärmebegünstigten Standorten vor und eignen sich sowohl als Einzelpflanzen als auch für Hecken gemeinsam mit weiteren wärmeliebenden Gehölzen. Es handelt sich um ein wärmebedürftiges Gehölz, welches vollsonnige bis halbschattige, trockene Standorte in möglichst windgeschützter Lage mit tiefgründigen, kalkhaltigen Böden bevorzugt. (Pirc 2015).

Mispeln sind kaum von Krankheiten oder Schädlingen betroffen. Es ist jedoch auf Wildverbiss und Fegeschäden zu achten. Es sollte von einem regelmäßigen Schnitt abgesehen werden, da die Blütenbildung endständig an den Trieben erfolgt. Nur wenn sich die Äste innerhalb der Krone gegenseitig behindern und das Astwerk zu dicht ist, sollte geschnitten werden. Die Veredlung auf Mispel, Weißdorn, Quitten-Typen-Unterlagen ist typisch, weshalb ein Pflanzabstand von 4 m x 3 m anzustreben ist (Pirc 2015).

### **8.10 Maulbeeren (*Morus spec.*)**

Autor: Gerd Meyer

Maulbeeren sind weltweit verbreitete, sommergrüne, tiefwurzelnde Großsträucher oder Bäume der Familie *Moraceae*. Sie können bis zu 15 m hoch werden und eine dicht verzweigte Krone mit ähnlichen Ausmaßen bilden (Röhrig o.J.; Wurzelwissen 2024).

In Europa wachsen hauptsächlich weiße (*Morus alba*), schwarze (*Morus nigra*) und rote Maulbeere (*Morus rubra*) (Röhrig o.J.; Kole 2022). Jedoch gibt es weitere Arten (*latifolia*, *macroura*, *serrata*, *wittiorum*, *cathayana*, *mongolica*, *australis*, *boninensis*, *kagayamae*) und viele Hybride, deren Fruchtfarbe nichts über die Sorte aussagt. Eine eindeutige Zuordnung gelingt über Knospen- und Blattformen.

Blätter und Blüten der Maulbeeren treiben im späten Frühjahr erst relativ spät aus. Trotzdem kann es durch Spätfröste zu Blatt- und Fruchtschäden kommen. Da sich sowohl männliche als auch weibliche Blüten an einem Baum befinden, ist eine Selbstbefruchtung möglich. Die Früchte reifen, je nach Art, zwischen Juni und August bis in den September hinein. Sie eignen sich für den rohen Verzehr sowie zur Herstellung von Wein, Sirup oder Marmelade. Die Blätter von *Morus alba* und deren Unterarten können für Salate, Blattgemüse und Tees verwendet werden. Aufgrund ihres hohen Proteingehaltes eignen sich Maulbeerbäume auch als Futterhecke für Nutztiere.

Maulbeeren vertragen sommerliche Hitze sehr gut und bevorzugen homogene winterliche Temperaturen. Ideal sind weiterhin sonnige, warme und windgeschützte Standorte, da ihre Äste leicht brechen können. Am Standort müssen die Böden gut wasserdurchlässig sein. Periodische oder dauerhafte Staunässe vertragen sie schlecht. Die optimalen Boden pH-Werte liegen zwischen 6,5 und 6,8.

*M. alba* wurde vor dem 2. Weltkrieg häufig in den gemäßigten Breiten angepflanzt. Sie ist allerdings empfindlicher gegenüber pilzlichen Schaderregern als *M. nigra* und *M. rubra*. Erste Grundvoraussetzung für einen gelungenen Anbau ist die richtige Artenbestimmung. Schätzungsweise sind 50% der verkauften Ware falsch bestimmt. Bei der Pflanzung ist zu beachten, dass zweijährige Maulbeeren im späten Frühjahr nach der kalten Sophie (ab Mitte Mai) gepflanzt werden. Die Veredlungsstelle sollte eine Handbreit unter die Bodenoberfläche gesetzt werden. So kann sich die veredelte Sorte von der Unterlage frei machen und mit der Zeit auf eigenen Wurzeln stehen. Solange Maulbeeren noch jung sind und ihre eigenen Blätter nicht den Boden beschatten können, muss die Baumscheibe gemulcht werden. Hierzu eignet sich fragmentiertes Zweigholz aus Weiden, Pappeln, Birken oder Robinien.

Für Streuobstwiesen sind die Sorten *Morus alba* ‚El Paso‘, *Morus rubra* ‚Wellington‘, ‚Shelli 150‘, ‚Palmas Nussbraune‘ und *Morus latifolia* ‚Hope‘ geeignet. Spätfrostunempfindliche Auslesen sind *Morus australis*, *Morus alba* ‚Kosice‘, *Morus* ‚Pakistan Pausic‘, *Morus alba* ‚Plodvaja‘ und *Morus* ‚Akagi‘.

#### **8.11 Aprikose (*Prunus armeniaca*)**

Aprikosenbäume gedeihen in vielen Regionen Eurasiens und Nordafrikas. Die sonnenliebenden Bäume gedeihen am besten in warmen, sonnigen Gebieten mit

wenig Konkurrenz durch andere Bäume. Die jährlichen Niederschlagsmengen im Verbreitungsgebiet variieren zwischen 400 und 1.000 mm. Die Temperaturen im Verbreitungsgebiet reichen von -15°C im Winter bis zu 40°C im Sommer. In unseren Breiten sollten Aprikosenbäume immer nach Süden, ohne beschattende Konkurrenz, ausgerichtet gepflanzt und vor kalten Nordostwinden geschützt werden. Durch die sehr frühe Blüte im März sind Aprikosenbäume sehr empfindlich gegenüber Spätfrösten, es sollten deshalb Standorte gewählt werden, auf denen ein später Austrieb möglich ist. Die Fruchternte ist je nach Sorte im Juli/ August. Bei der Standortwahl bevorzugen sie gut durchlässige Böden, die vorzugsweise neutral bis leicht sauer sind.

Unter guten Standortbedingungen können Aprikosenbäume zwischen 4 bis 8 m hoch werden und Kronendurchmesser zwischen 3 bis 6 m entwickeln. Im Alter von etwa 3 bis 5 Jahren beginnen sie zu fruktifizieren.

Die beste Pflanzzeit ist zwischen Oktober und November. Während der ersten Jahre nach der Pflanzung sollte der Aprikosenbaum regelmäßig beschnitten werden, um eine ausgewogene Krone zu entwickeln und die Fruchtproduktion zu maximieren. Für eine effektive Bestäubung und damit Fruchtentwicklung sind in der Regel mehrere Aprikosenbäume mit unterschiedlichen Genotypen in räumlicher Nähe erforderlich. Es sollten demnach immer mehrere Sorten gepflanzt werden.

Bei der Sortenauswahl ist auf die Anfälligkeit für Monilia und Pseudomonas zu achten. Generell gilt: Die Aprikose ist die Steinobst-Diva! Langer Atem und viel Geduld sind für ihren Anbau erforderlich! Eine Sortenempfehlung ist gerade bei dieser Obstbaumart sehr schwierig. Hier dennoch ein paar Vorschläge: ‚Bergeron‘; ‚Kuresia‘; ‚Orangered‘; ‚Goldrich‘ und ‚Ungarische Beste‘.

Es gibt verschiedene Unterlagen, wovon der Aprikosensämling der natürlichste ist, aber nur für warme und trockene Klimate in Frage kommt (bspw. Oberrheingraben). Eine Übersicht über die verschiedenen Unterlagen und ihre Eigenschaften gibt Tabelle 4.

Tabelle 4: Übersicht über Unterlagen für Aprikosen (Skala und Skala 2023).

Unterlage	Eigenschaften
Aprikosen-Sämling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Starker Wuchs bis 6 – 8 m Höhe</li> <li>- Trockene, kalkreiche Böden</li> <li>- Keine Staunässe</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Warmes Klima</li> <li>- Hohe Lebenserwartung</li> </ul>
Pflaumen-Sämling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Starker Wuchs bis 8 - 10 m Höhe</li> <li>- Für kalte, schwere und feuchte Böden geeignet</li> <li>- Gute Frostresistenz</li> <li>- Neigen ggf. zu Ausläufern</li> </ul>
Mandel-Sämling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wuchs bis 4 – 6 m Höhe</li> <li>- Bevorzugt trockene und kalkreiche Böden</li> <li>- Keine Staunässe</li> <li>- Warmes Klima</li> <li>- Langsam im Wachstum</li> </ul>
Pfirsich-Sämling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwacher Wuchs von 3 – 4 m</li> <li>- Früher Ernteeintritt</li> <li>- Erzielt hohe Erträge</li> <li>- Für lehmige Böden geeignet</li> <li>- Bildet keine Wurzeläusläufer</li> </ul>

### 8.12 Feigen (*Ficus carica*)

Autor: Michael Rudolf

Feigenbäume sind uralte Kulturpflanzen, die in weiten Teilen der Erde wegen ihrer robusten Natur und ihrer Früchte geschätzt werden. Die Wuchsform variiert je nach Klimazone und Standort. So können Feigen als sommergrüne Sträucher oder kleine Bäume mit Wuchshöhen zwischen 3 – 10 m und mit Kronendurchmessern zwischen 3 – 5 m wachsen. Feigen bevorzugen sonnige Standorte in warmen Klimaten. Sie sind unempfindlich gegenüber Trockenperioden (tolerieren 200 mm Niederschlag / Jahr), außer während der Fruchtentwicklung. In dieser Zeit sollte ausreichend Wasser vorhanden sein. Zu viel Regen während der Erntezeit lässt jedoch die Früchte platzen. Feigenbäume tolerieren verschiedene Bodentypen, solange diese gut entwässert sind. Als Voraussetzung für eine gute Ernte sollten die Böden tiefgründig sein, Staunässe ist unbedingt zu vermeiden.

Einige Feigensorten sind an geschützten Standorten im Erwachsenenstadium überraschend winterhart. Als grobe Richtwerte gelten:

bis -10 °C keine Schäden

bis -15 °C leichter Rückfrost

ab -15 °C starker Rückfrost, teilweise bis zum Boden

ab -20 °C, Rückfrost der härtesten Sorten (M10, Kirilovo, u.w.)

Feigen sind im Gegensatz zu vielen anderen Obstarten sehr einfach selbst zu vermehren, z. B. durch Stecklinge im Frühjahr. Die weiße Milch kann aber, vor allem in Kombination mit UV-Strahlung, zu allergischen Reaktionen führen.

Als Insekt kann der Feigenspreizflügler v. a. bei Gewächshauskulturen auftreten, im Freiland spielt er bisher kaum eine Rolle. Vögel und die Kirschessigfliege können zu Schäden führen.

Feigen sollten im Frühjahr als 2–3jährige Ware gepflanzt und zunächst regelmäßig gewässert werden. Ein jährlicher Erhaltungsschnitt im zeitigen Frühjahr ist trotz Einbußen bei den Erträgen zu empfehlen. Die Strauchform, wenn auch ästhetisch weniger ansprechend, ist einem Halbstamm vorzuziehen.

Bei Feigensorten gibt es eine unglaubliche Vielfalt. Am besten vermehrt man sich diese selbst von bekannten, guten Mutterbäumen aus der Region oder bezieht sie von lokalen Baumschulen. Viele Sorten eignen sich nicht für lokale Standortbedingungen. Von über 80 getesteten Sorten in einem Auspflanzversuch in Nürtingen haben sich lediglich sechs Sorten als geeignet herausgestellt. Diese sind:

„Ronde de Bordeaux“

„Longue d’Aout“

„Pastilière“

„Brown Turkey“

„Celeste“, insbesondere auch eine Mutation hiervon „Improved Celeste“.

### **8.13 Pappel (*Populus ssp.*)**

Pappeln sind schnell wachsende Pionierbäume, die oft eine geringe Toleranz gegenüber Schatten und Trockenheit aufweisen. Sie besiedeln offene, sonnige Lebensräume nach Störungsereignissen sowie Waldränder und feuchte Habitate wie Auen und Feuchtgebiete. (Veste und Böhm 2018).

Die Höhe der Pappelarten variiert. So erreichen *Populus alba* und *Populus tremula* etwa 30 m und *Populus nigra* wird bis zu 40 m hoch. Sie spielen auch eine multifunktionale Rolle in der Schadstoffregulierung, der Verbesserung des Mikroklimas und der Erhöhung der strukturellen Vielfalt. Zusätzlich werden sie zur Erosionsminderung und als Windschutz eingesetzt. (Caudullo und de Rigo 2016a; de Rigo et al. 2016; Caudullo und de Rigo 2016b).

Pappeln haben geringe Standortansprüche, bevorzugen jedoch feuchte, gut belüftete, nährstoffreiche Böden, die neutral im pH-Wert sind. Ein gutes Wasserspeichervermögen des Bodens und ein Jahresniederschlag von mindestens 500 mm oder über 300 mm während der Vegetationsperiode sind zudem vorteilhaft. Zusätzlich kann der Wasserbedarf durch einen Grundwasseranschluss gedeckt werden. Unter den Pappelarten zeichnet sich *Populus tremula* durch eine höhere Schattentoleranz aus. Die Vermehrung erfolgt meist vegetativ durch Wurzelausschlag, Stecklinge geschnitten im Frühjahr, kann aber auch durch Bruchstücke und Samen geschehen. (Eckel et al. 2008).

Aufgrund dieser geringen Standortansprüche und dem damit einhergehenden weiten Verbreitungsgebiets können Pappeln in vielen Habitaten zur Stabilisierung des Bodens und zum Schutz des Wassereinzugsgebiets beitragen. Sie spielen auch eine multifunktionale Rolle in der Schadstoffregulierung, der Verbesserung des Mikroklimas und der Erhöhung der strukturellen Vielfalt. Zusätzlich werden sie zur Erosionsminderung und als Windschutz eingesetzt. Das Holz der Pappeln kann zur Herstellung von Zellstoff und Papier verwendet werden. Außerdem dient es der Energiegewinnung (Veste und Böhm 2018) oder auch als Futterhecken (Futterlaub aus Agroforstsystemen (FuLaWi) 2023). In den ersten zwei Jahren sollten die Bäume vor Unkrautdruck und Wildverbiss geschützt werden (Eckel et al. 2008). In feuchten Jahren, wie 2024, können bei Jungbäumen autochthoner Schwarzpappeln auch Schnecken zu Fraßschäden führen.

#### **8.14 Weide (*Salix* spp.)**

Weiden sind in der Nordhalbkugel von der gemäßigten bis zur arktischen Zone verbreitet. Viele Weidenarten zeichnen sich durch ihre Frost- und Überflutungstoleranz aus und besiedeln häufig offene Lebensräume. Sie sind oft konkurrenzschwach und schattenempfindlich. (Veste und Böhm 2018).

Unter den europäischen Weidenarten sind *Salix alba* und *Salix caprea* besonders bedeutend als Agrarholz. Weitere wichtige Arten sind *Salix viminalis*, *Salix daphnoides* und *Salix cinerea*, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen wird (Veste und Böhm 2018). *Salix alba* kann bis zu 30 m hoch werden, ist jedoch nicht schattentolerant und benötigt einen Wasseranschluss für die Wurzeln. Diese Art ist anpassungsfähig an verschiedene Bodentypen, bevorzugt jedoch sandige, schluffige und kalkreiche Böden (Houston Durrant et al. 2016). Im Vergleich dazu ist *Salix caprea*, die bis zu 10 m hoch wächst, empfindlicher gegenüber Überflutungen, kann aber auch an trockeneren Standorten gedeihen (Enescu et al. 2016).

Weiden vermehren sich sowohl durch Samen als auch vegetativ, insbesondere durch die Bewurzelung von abgebrochenen Zweigen. Sie tragen zur Verringerung der Erosion bei, indem sie die Bodenstabilität stärken und unterstützen die Renaturierung von Lebensräumen durch die Extraktion von Schadstoffen wie Schwermetallen (Enescu et al. 2016). Besonders auf feuchten Hängen und in Flussläufen reduziert *Salix alba* die Erosion (Houston Durrant et al. 2016).

Aufgrund ihrer hohen Biomassenproduktion finden Weiden oft auf Ackerstandorten Verwendung. Die Bäume werden in landwirtschaftlichen Systemen als Windschutz verwendet und Heckenpflanzungen dieser Art können zudem als Viehfutter dienen (Veste und Böhm 2018; Futterlaub aus Agroforstsystemen (FuLaWi) 2023). Sie leisten auch einen wertvollen Beitrag zur Biodiversität, indem sie Lebensraum für viele Flechtenarten sind (Enescu et al. 2016). Das Holz von Weidenarten kann vielseitig genutzt werden, bspw. zur Herstellung von Körben, Kanus und Kochutensilien (Houston Durrant et al. 2016).

### **8.15 Erle (*Alnus* spp.)**

In Europa sind u.a. die Italienische Erle, Grau-Erle und Schwarz-Erle heimisch (San-Miguel-Ayanz et al. 2016). Hierbei ist die Schwarz-Erle von hoher Bedeutung für nasse und feuchte Standorte, insbesondere Flussökosysteme, da die Art Habitate formt, eine Reinigungsfunktion für das Wasser übernimmt, die Böden mit ihren Wurzeln stabilisiert und somit auch Überflutungsereignisse abschwächt (Veste und Böhm 2018). Durch die Symbiose mit Frankia-Bakterien und ihr nährstoffreiches Laub verbessern die Bäume zudem die Standortbedingungen und bieten sich folglich als Begleitbaum oder Schattenarten an (Veste und Böhm 2018). Schwarzerlen-Blätter sind reich an Stickstoff (bis zu 3 % der Trockensubstanz), welcher durch den Laubabwurf direkt in

---

den Boden geht. Über die sehr leicht abbaubare Laubstreu (Verhältnis C/N = 15), gelangt viel Stickstoff in den Boden. In intakten Erlenbruchwäldern bis zu über 70 kg Stickstoff pro Jahr und Hektar (Aas 2003).

Das Wurzelsystem der bis zu 30 m hohen Schwarzerle ist an sehr nasse Böden angepasst (Veste und Böhm 2018). Die meisten Individuen bilden bis zu 5 m tiefe, starke Herzwurzelsysteme aus, die auch in anaerobe Bodenhorizonte wachsen können (Claessens et al. 2010). Dadurch trägt die Art zu einer guten Bodenstabilität und -belüftung bei. Zudem hat die Art einen breiten Toleranzbereich für Temperaturen (~ -30°C bis 44°C) und ist unempfindlich bei Spät- und Frühfrostergebnissen (Claessens et al. 2010). Jedoch ist die Art abhängig vom verfügbaren Wasser, während ihre pH-Spanne von 4,2 bis 7,5 reicht und keine besonderen Nährstoffansprüche vom Standort erfüllt sein müssen (Claessens et al. 2010).

Das Wurzelsystem kann zudem die Stickstoffverfügbarkeit im Boden steigern, da die Schwarzerle in Symbiose mit Bakterien des Genus *Frankia* Stickstoff fixiert (Veste und Böhm 2018). Zudem fördert das Laub die Phosphorverfügbarkeit und die Verfügbarkeit von zweiwertigen Kationen (z. B. Mg, Mn, Zn) (Claessens et al. 2010). Somit kann diese Art zu fruchtbareren Standorten führen und sich folgend positiv auf das Wachstum anderer Arten auswirken.

Die Italienische Erle oder auch Herzblättrige Erle ist in Süditalien und den Bergen von Korsika und Albanien heimisch. Sie wächst in Höhen bis zu 1500 m und bei ausreichenden Niederschlägen auch in Höhen von 300 bis 400 m. Der Baum kann ca. 25 m hoch und 6 m breit wachsen. Es handelt sich um ein Pioniergehölz. Dementsprechend wird die schnellwachsende und lichtliebende Art durch offene Habitate gefördert (Caudullo und Mauri 2016).

Die Art ist trockenheitsresistenter als andere Erlenarten, aber benötigt einen Jahresniederschlag von mindestens 1000 mm. Trotz dessen wächst die Art bevorzugt in Zonen mit Wasserakkumulation. Zudem wächst die Art bevorzugt auf kalkreichen Böden, ist jedoch sonst anspruchslos gegenüber den Bodeneigenschaften. Auch die Italienische Erle steigert die Bodenfruchtbarkeit durch ihr leicht zersetzbares, nährstoffreiches Laub und die Symbiose mit *Frankia*-Bakterien (Caudullo und Mauri 2016).

Eine Nutzung der vorgestellten Erlenarten kann für den Schutz des Bodens und als Hilfs-Art für andere Baumarten stattfinden (Veste und Böhm 2018). Die Holzqualität von Erlen ist zumeist hoch und es kann vielseitig, wie bspw. zur Energiegewinnung, Papierherstellung oder in der Tischlerei, genutzt werden (Caudullo und Mauri 2016). Bei der Schwarzerle sollte nach ca. 60 Jahren geerntet werden, da danach Kernfäule einsetzen kann (Claessens et al. 2010).

## **9 Pilotfläche Spiegelberg**

Die Pilotfläche Spiegelberg befindet sich im Rems-Murr-Kreis und umfasst 7.247 m<sup>2</sup>. Die Fläche liegt an einem nach Norden ausgerichteten Hang und die Geomorphologie ist durch die tiefen Täler, Bäche und Flüsse geprägt. In der Umgebung dominieren Streuobstwiesen und landwirtschaftlichen Nutzflächen, durchzogen von Wald. Auf der Fläche dominieren in den unteren Bereichen Tongestein der Mainhardter-Formation des oberen bunten Mergels, der im oberen Bereich durch Stubensandstein der Löwensteiner Formation abgelöst wird. Bei Jahresdurchschnittstemperaturen von 9,5°C mit jährlichen Niederschlägen von 930 mm (Climate-Data.org et al. o. J.), entwickelte sich über die Zeit Pelosol-Braunerde aus Mergel und Podsolige Braunerde aus Stubensandstein. Die Fläche wurde als Grünland genutzt (gemäht und beweidet), im oberen Hangbereich sind fünf abgängige Apfelbäume, die im Zuge des Projektes zu revitalisieren waren.

### **9.1 Methoden**

Die Fläche wurde am 14.07.2023 mit Streuobst-Experten begangen. In diesem Zuge wurden mögliche Maßnahmen zur Klimaanpassung auf der Fläche diskutiert. Erste Planungen wurden vor Ort getätigt, eine Verfeinerung der Pflanzpläne erfolgte im Nachgang unter Berücksichtigung der Fragestellungen und Nährstoffverfügbarkeiten.

Folgende Schwerpunkte wurden in Bezug auf das Pflanzdesign festgelegt:

- Optimale und ungestörte Entwicklung des Wurzelwerks am Standort
- Potenzial von Sämlingen oder wurzelechten Bäumen
- Entwicklungsfördernde Maßnahmen für die Zielbäume. Getestet werden sollte der Effekt von aufgeladener Pflanzenkohle sowie Ammenbäume.

- Klimagehölze und ihre Eignung für den Streuobstbau (Maulbeeren, Pekannüsse, Esskastanien, Feigen).

Für die Wahl der Obstsorten erfolgte am 07.08.2023 eine Bodenuntersuchung. Dazu wurden vier hang-parallele Transekte abgeschritten, wovon eines oberhalb des Baum-Altbestands lag. Die Transekte wurden so gewählt, dass sie mögliche Unterschiede in den Bodeneigenschaften repräsentieren. Auf jedem Transekt wurden jeweils 10, möglichst gleich verteilte Einstichstellen beprobt. Um den Oberboden zu beproben wurde die Grasnarbe entfernt und eine Bodenprobe der ersten 10 bis 30 cm genommen. Für das jeweilige Transekt wurden die Bodenproben der Einstichstellen gemischt und 500 g der Probe ergab jeweils einen Test für das Bodenlabor. Die Bodenanalyse im Labor umfasste Bodenart, Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium und Bor.

Begleitend zur Projekt-/Anwuchsphase der 150 Bäume (07/2023 - 09/2024), wurden Temperatur und relative Luftfeuchtedaten erfasst. Hierzu wurde ein Datalogger (Trotec BL 30) auf ca. 2 m Höhe an einen der vorhandenen Apfelbaumstämme installiert. Die Aufzeichnungen erfolgen je Stunde ab dem 15.07.2023. Über den Zeitraum der Vegetationsperiode 2024 wurden im Abstand von vier Wochen Bonituren durchgeführt.

## 9.2 Maßnahmenkonzeption und Pflanzung

Da sich die Fläche in einem Landschaftsschutzgebiet liegt und zudem nicht von einem landwirtschaftlichen Betrieb mit Gewinnabsicht bewirtschaftet wird, wurde eine Ausnahmegenehmigung beim Regierungspräsidium Stuttgart für die Pflanzung nicht gebietsheimischer Arten eingeholt. Eine Erteilung der Ausnahmegenehmigung wurde am 21.12.2023 erteilt mit der Nebenbestimmung, dass eine Ausbringung der Gehölze nur im Rahmen des Forschungsprojektes erfolgen darf.

Die Bodenuntersuchung ergab, dass lehmiger Sand bis sandiger Schluff auf der Fläche dominieren. Nur im mittleren Transekt (Hangbereich) wurde die Bodenart als stark sandiger Lehm bis lehmiger Schluff bestimmt. Der Boden wies auf der gesamten Fläche einen starken Nährstoffmangel auf. Die Werte für die untersuchten Elemente bewegten sich im niedrigen bis sehr niedrigen Bereich.

In der Pflanzplanung wurden die verschiedenen Flächenbereiche anhand von Fragestellungen zur Klimawandelanpassung von Streuobstwiesen konzipiert. Die

Projektfläche soll Impulse für etwaige Maßnahmen liefern, stellt allerdings keinen wissenschaftlichen Exaktversuch dar. Trotzdem wurden die Untersuchungsbereiche zu Teilen so aufgebaut, dass es eine ausreichende Wiederholungszahl gibt, um gesicherte Aussagen über die zu untersuchenden Effekte treffen zu können. Aus diesem Grund wurden relativ kleine Pflanzabstände (4,5 - 6 m) in den Baumreihen gewählt und auf Dreivierteln der Fläche Zweierverbände gepflanzt, von denen nach einigen Jahren jeweils ein Baum entfernt wird. Wenn die Kronen der Bäume eine gewisse Größe erreicht haben, kann wiederum jeder zweite Baum entfernt werden, damit eine gute Kronenentwicklung möglich ist bzw. die Bäume sich nicht gegenseitig stark verschatten.

Die Verantwortung für die Pflanzvorbereitung und -koordination sowie die Materialbestellung übernahm Christoph Schulz. An zwei Pflanztagen (09.12.23 und 16.12.23) waren 25 bzw. 12 Helfer an der Pflanzaktion beteiligt. Zuvor waren die Pflanzlöcher am 22.11.23 von einem Bagger gegraben worden, wobei die oberen 30 cm seitlich gelagert wurden und dann der Boden bis ca. 70 cm Bodentiefe gelockert wurde.

Folgende Versuche wurden auf der Projektfläche in Spiegelberg angelegt:

**Baumreihen 1 und 2 mit Apfelbäumen – Versuche: Wurzelechte Bäume, Ammenbäume und Pflanzenkohle**

Im unteren Hangbereich wurden zwei Apfelbaumreihen gepflanzt. Die östliche Hälfte besteht aus 32 Bäumen von vier alten Sorten (Winterprinz, Schwaikheimer Rambour, Harberts Renette und Pojnik), die sehr tief auf M9 veredelt sind. Bei der Pflanzung wurde die Veredlungsstelle ca. 15 cm unterhalb der Bodenoberfläche eingegraben. Im Laufe der kommenden Jahre sollen die sehr wüchsigen Edelsorten sich „freimachen“, d. h. selbstständig Wurzeln ausbilden und so unabhängig und stark wachsen. Ziel sind 100-jährige, wurzelechte, großkronige Bäume.

Darüber hinaus wurden auf der westlichen Seite der beiden Baumreihen 32 Heister des Bittenfelder Sämlings (Unterlage: Bittenfelder Sämling) gepflanzt. Geplant war ursprünglich unveredelte Bäume des gleichen Alters zu pflanzen, allerdings lieferte die beauftragte Baumschule wenige Tage vor Pflanzung veredeltes ein- und zweijähriges Pflanzgut. Die unterschiedlichen Qualitäten wurden dokumentiert, sodass die Aussagekraft der zukünftigen Erhebungen möglichst gewahrt bleibt. An acht dieser

Heister wurde auf der Südseite im Abstand von 1,20 m jeweils ein „Ammenbaum“, in diesem Fall eine Schwarzerle gepflanzt. Als Pioniergehölz soll sie den Apfelbaum in den ersten Jahren beschatten, die Bodenverdunstung reduzieren und damit die Wasserversorgung verbessern. Außerdem sind Schwarzerlen fähig Stickstoff zu fixieren und ihn anderen Pflanzen in ihrer Umgebung zur Verfügung zu stellen. Als Kontrolle wurden weitere 8 Bittenfelder Sämlinge ohne die Vergesellschaftung mit Ammenbäumen gepflanzt.

Weitere 8 Bittenfelder Sämlinge erhielten bei der Pflanzung 40 l mit Nährstoffen "aufgeladene" Pflanzenkohle als Wurzelapplikation in 60 cm Tiefe (SCS PFLANZENKOHLE AKTIV, SCS GmbH, Stuttgart). Hierdurch soll eine schnelle Lenkung des Wurzelwerks in die Tiefe gelingen, wodurch notwendige Wasser- und Nährstoffvorräte von Beginn an besser durch die Bäume erschlossen werden könnten.

Neben diesen Pflanzungen erfolgte die Anlage von vier Beeten (2 m \* 1 m), in die Heschlacher Luike (1,75 kg Trester und einzelner Kerne aus gleicher Trestermenge), Ginger Luike (2,2 kg Trester), Falsche Schafnase (20 kg zerstampfte Äpfel) und Genereuse de Vitry (50 kg zerstampfte Äpfel) gesät wurde. Diese wurden mit einer dünnen Mulchschicht und später mit Pferdemist abgedeckt.

### **Baumreihen 3 und 4 mit Klimagehölzen - Versuche: Diverse Baumarten.**

#### **Esskastanien mit unterschiedlichen Wurzellängen und Ammenbäume, Walnussbeete**

Im westlichen Teil von Reihe 3 und 4 wurden insgesamt 32 Esskastanien (*Castanea sativa*, Kreuzung: Bouche de Betizac x Brunellal) gepflanzt, die als klimaangepasste Baumart getestet werden sollen. Das Pflanzgut stammt aus Air-Pruning-Töpfen (jeweils 16 \* 45 cm bzw. 90 cm tief). Der relativ sandige Boden mit einem niedrigen pH-Wert bietet voraussichtlich gute Bedingungen für Esskastanien. Die Hälfte der Esskastanien (16 Stück.) wurde ebenfalls mit jeweils einer Schwarzerle (in der Reihe) im Abstand von 1,2 m gepflanzt. Die Zweierverbände der Esskastanien liegen nicht wie geplant 1 m, sondern unterschiedlich weit, 30-70 cm, auseinander. Hierbei unterlief den Personen, die die Esskastanien pflanzten, ein Fehler. Ob und inwiefern sich dies auf das Wachstum der Esskastanien auswirkt, wird allerdings interessant zu

beobachten sein. Nach wenigen Jahren wird wie bereits oben beschrieben ohnehin einer der beiden Bäume aus dem Zweierverbund entfernt.

Als weitere klimaresiliente Baumart, die bereits heute schon vielerorts auf Streuobstwiesen zu finden ist, wird die Walnuss in einem speziellen Saatverfahren getestet (*Juglans regia*). Dazu erfolgte die Anlage von drei Walnussbeeten à 2 \* 2 m auf der östlichen Hälfte der dritten Baumreihe. Ziel ist hier, ähnlich wie in einem Waldökosystem, eine Selektion über die Jahre zu erzielen und langfristig den stärksten Baum stehen zu lassen. Verwendet werden Nüsse von Bäumen, die sehr spät blühen, da diese deutlich weniger von Spätfrösten betroffen sind und dadurch eine höhere Ertragssicherheit aufweisen. Aufgrund der fehlenden Bestäubung sind sie zudem mit hoher Wahrscheinlichkeit apomiktisch und damit häufig Klone des Mutterbaums, die nicht veredelt werden müssen. Es kamen aus der Ernte 2023 folgende Sorten/Herkünfte (von Ost nach West) zum Einsatz:

- Beet 1: Walnuss Nr. 26 (aus Walnussquartier Heuchlingen)
  - 1. Hälfte: 80 St. aus feuchtem Sand (3 Wochen)
  - 2. Hälfte: 80 St. (getrocknet)
- Beet 2: „Öhringen“
  - 100 St. (getrocknet)
- Beet 3: Heuchlinger „Mammut“, „Heckfelder Kalknuss“, „Kalutow“
  - Nordost-Viertel: Heuchlinger Mammut – 60 St. aus feuchtem Sand (3 Wochen)
  - Südost-Viertel: „Heckfelder Kalknuss“ – 15 St. (getrocknet)
  - Nordwest-Viertel: Heuchlinger Mammut – 40 St. (getrocknet)
  - Südwest-Viertel: „Kalutow“ – 15 St. (getrocknet)

Beim letzten Walnussbeet markieren Steine die verschiedenen Felder.

In Reihe drei wurden neben den Walnussbeeten 4 Maulbeeren der Sorten „Black Tabor“ (schwarze Alba-Auslese), „Gelso Rosa“ (Ital. Frucht-Auslese), *Morus alba* „Dnipro“ (Ukrainische Auslese) und *Morus rubra* „Illinois Everbearing“ gepflanzt. Diese werden als Hochstämme erzogen. Ergänzt wurde die Reihe mit jeweils 1 *Prunus*

---

'Dahong Po' (Nordchina Pflaume) und 1 Ex. *Prunus dasyc.* 'Marillen-Susine'. Sie repräsentieren das Steinobst als Wildobst.

Auf der Westseite von Reihe 4 wurden insgesamt 4 Pekannussbäume der Sorten Shoshoni und Pawnee gepflanzt. Diese sind frühreifende Sorten (Ende Oktober) und bilden bezüglich der Bestäubungsverhältnisse ein passendes Paar. Dazwischen stehen 5 Feigensorten aus den 3 Feigenfamilien: *Ficus palmata*, *Ficus afghanistani* und *Ficus carica* („Brown Turkey“, „Nordland“). Die Kreuzung „Cydolus“ (Apfel x Quitte) schließt die Baumreihe ab.

In alle Pflanzlöcher (ausgenommen die Saatbeete) wurden etwa 30 l „Bodenaktivator“ (mit Oberboden vermischt) vom Sommerberghof aus Spiegelberg Jux gegeben. Hierdurch soll die Bodenbiologie angeregt und gefördert werden. Hergestellt wird dieses kompostierte Substrat aus Schwarzerdehumus unter Beimischung verschiedener Gesteinsmehle, Pflanzenkohle, biologischem Mikronährstoffdünger sowie Mikrobenpräparaten.

Aufgrund der geringen Nährstoffgehalte des Bodens, wurde zudem eine Grunddüngung mit „AMN Natural aktiv bio“ Düngegranat mit Mykorrhizza (100 g/m<sup>2</sup>) durchgeführt. Dieser enthält Stickstoff, Phosphat, Kalium, Schwefel und eine Mischung aus verschiedenen Mykorrhiza-Stämmen. Des Weiteren wurde in alle Pflanzlöcher, bis auf den Bereich der Esskastanien, 200 g/m<sup>2</sup> („CUXIN DCM Grün-Kalk“) gegeben, um die niedrigen pH-Werte im Boden etwas anzuheben.

Alle Bäume, mit Ausnahme der 32 Erlen und 3 Bäumen aus Reihe 2 (Liefermenge zu gering), erhielten vorbeugend einen Wühlmauskorb. Außerdem wurde an allen Bäumen ein Wildschutzzaun angebracht, um sie vor Wild- und Schafverbiss zu schützen. Der Wildschutzzaun hat im unteren Bereich eine weitere Maschenweite als angenommen, sodass ein Schutz vor Hasenfraß fraglich ist bzw. v. a. die Schafe des Wanderschäfers im Sommer/Spätjahr des Jahres 2024 manchen einzelstehenden Bäumen deutlichen Schaden zugefügt haben. Dagegen wird mit einer besseren Umzäunung aus Estrichmatten nachgearbeitet.

Die Baumscheiben wurden im März 2024 mit insgesamt 18 cbm Pferdemist gedüngt und einer 5-10 cm dicken Schicht aus teilweise sehr grobem Grünschnittkompost abgedeckt, um die Konkurrenz durch Begleitvegetation möglichst stark zu unterbinden,

---

den Boden vor Verdunstung zu schützen und einen natürlichen kontinuierlichen Nährstofffluss zu gewährleisten.

### **9.3 Ergebnisse**

Die auf der Versuchsfläche Spiegelberg gepflanzten Arten zeigten unterschiedliche Anwuchserfolge. Es wurden insgesamt 64 Apfelbäume gepflanzt. Jeweils 8 Bäume im zweier-Verbund wurden Winterprinz, Schwaikheimer Rambur, Pojnik und Haberts Renette gepflanzt, wovon im Frühjahr 2024 5, 4, 6 bzw. 3 Individuen nicht austrieben. Dies lag an den schlechten Witterungsbedingungen während der Pflanzung, bei der die Wurzeln vermutlich aufgrund von länger anhaltender Staunässe im Boden abstarben. Von den 32 gepflanzten Bittenfelder Sämlingen trieben 2 vermutlich aus den genannten Gründen nicht aus. Von jenen Bäumen, die anwuchsen variierte das Längenwachstum zwischen den Sorten erheblich. Die Sorte Winterprinz zeigte mit 103,3 cm [ $\pm$  29,06 cm] den stärksten Zuwachs, während Pojnik mit 2 cm kaum wuchs (Abbildung 20). Die anderen Sorten wuchsen im Schnitt 50 – 60 cm.

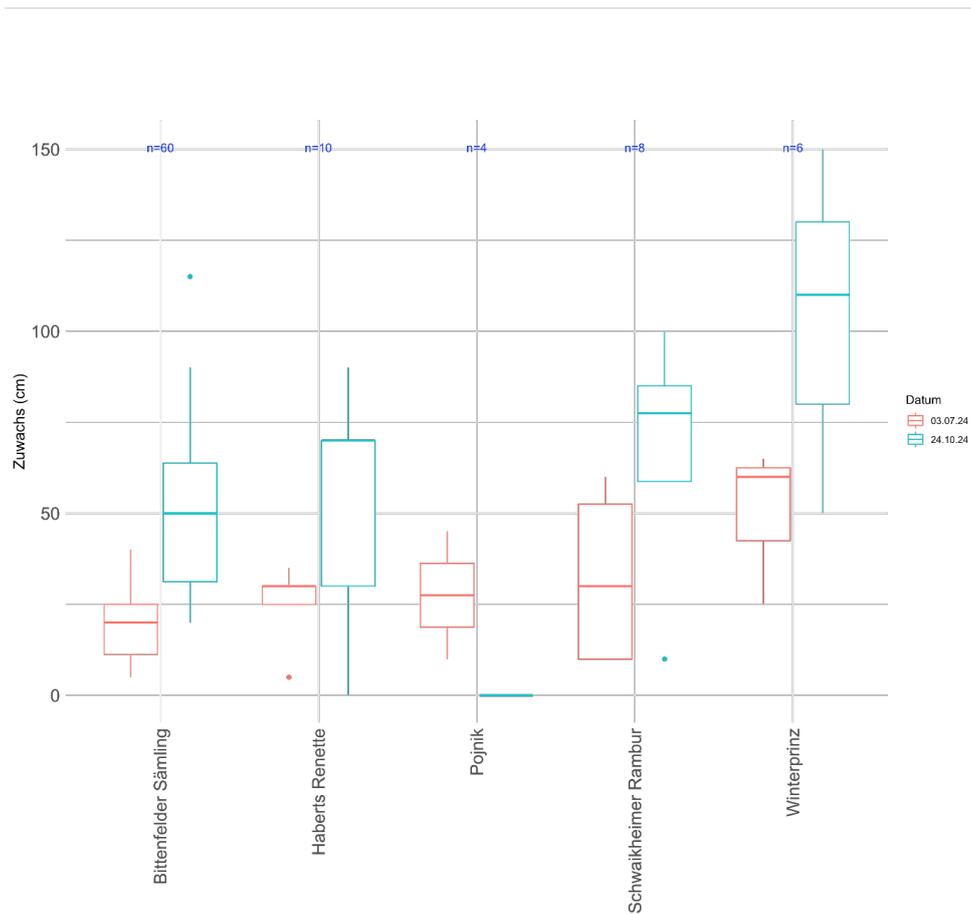


Abbildung 20: Zuwachsraten im Jahr 2024 der gepflanzten wurzelechten Apfelbäume (Winterprinz, Schwaikheimer Rambur, Pojnik, Haberts Renette) und den Vergleichspflanzungen von Bittenfelder Sämlingen. N gibt die Stichprobenumfänge je Art wieder.

Beim Vergleich zwischen unterschiedlichen Behandlungsmethoden (Ammenbäume, Pflanzenkohle, ohne zusätzliche Maßnahme) konnte in der ersten Vegetationsperiode noch kein deutlicher Unterschied festgestellt werden (Abbildung 21). Die verglichenen Bäume wuchsen im Durchschnitt ca. 35 cm, wobei die Varianz des Zutriebes für die Pflanzungen mit Ammenbäumen stark variierte. Hier variierte der Zutrieb zwischen 10 cm bis 30 cm.

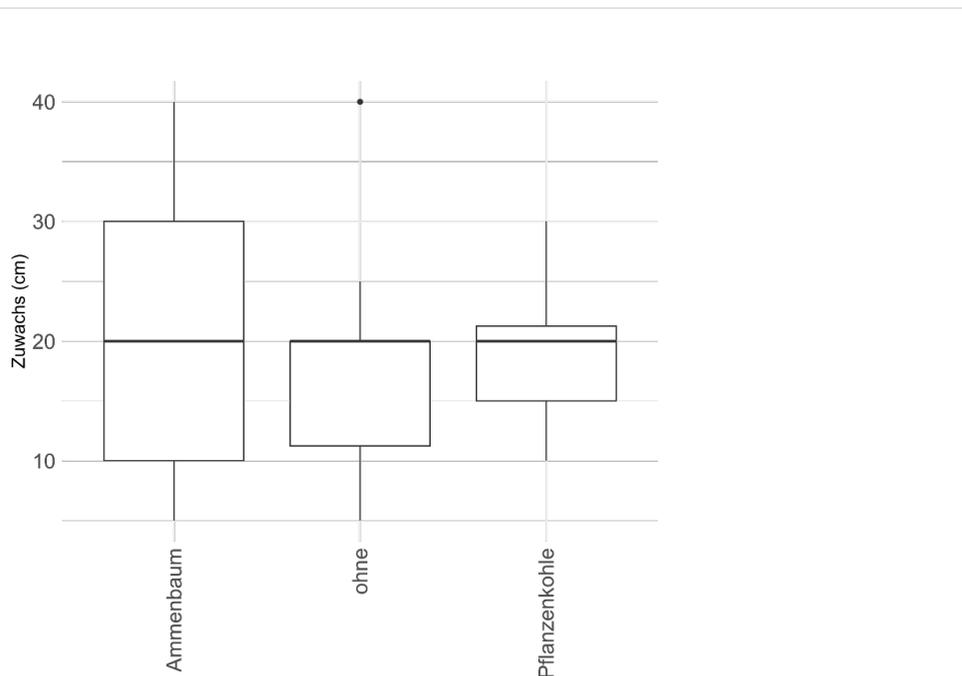


Abbildung 21: Vergleich der Längentriebe von Apfelbäumen mit, ohne Ammenbäumen oder Pflanzenkohle.

Alle 32 Exemplare der Esskastanie wurden im Oktober 2024 als lebendig erfasst. Sie wurden in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Wurzellänge (45 cm und 90 cm) sowie mit und ohne Ammenbaum getestet, wobei die Bäume mit Ammenbäumen einen größeren Zuwachs verzeichneten (Abbildung 22). Dieser lag im Durchschnitt bei 20 cm Trieblänge, während Kastanien ohne Ammenpflanzung durchschnittlich 10 cm weniger wuchsen. Angemerkt sei, dass einige Bäume stark durch Schafe verbissen wurden, mit negativen Konsequenzen auf die Trieblänge.

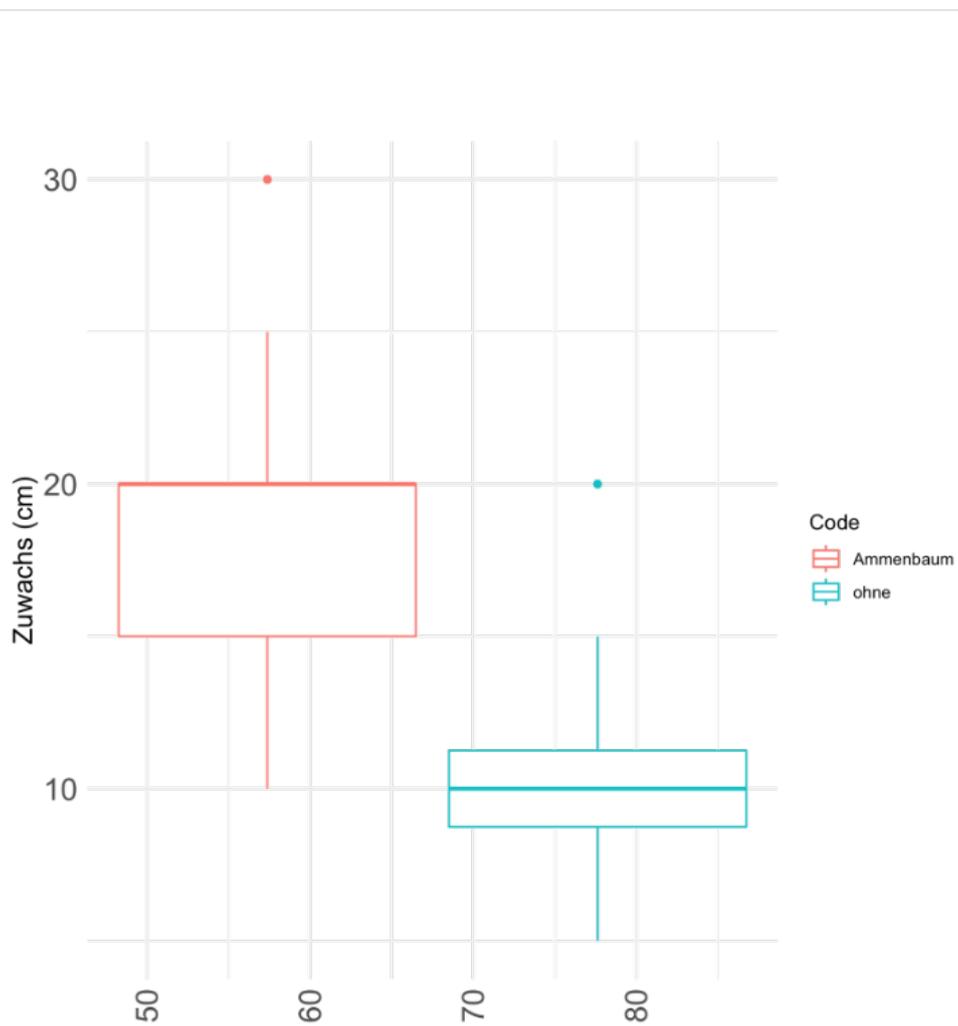


Abbildung 22: Zuwachsraten der Esskastanien (*Castanea sativa*) mit und ohne Ammenbäume.

Die Tresterbeete zur Apfelauszucht waren noch nicht erfolgreich. Zwar keimten die Sorten Genereuse de Vitry und Falsche Schafsnase, jedoch variierte das Wachstum stark und die weiteren Sorten wiesen keine Keimlinge auf. Es ist demnach weiteres Ausprobieren notwendig, um die Beete erfolgreich zu gestalten. Bei den Walnussbeeten zeigte sich ein besserer Keimerfolg mit einer einfacheren Umsetzung.

Bei den Maulbeeren und Pekannüssen stellten im Frühjahr ein starker Frostschaden und im Spätsommer ein sehr starker Schafsverbiss ein Problem dar. Dies

beeinträchtigte das Wachstum der Pflanzen. Einzelne Maulbeer- und Pekannussorten überstanden dennoch die Schäden.

## **10 Pilotfläche Obsthang**

Die zweite Pilotfläche Obsthang befindet sich in der Nähe von Lauffen am Neckar, durch die Nähe zum Neckartal dominiert Weinanbau in der Umgebung. Auch die Untersuchungsfläche war bis zur Ernte 2022 Weinanbaufläche, bevor sie mit jeweils verschiedenen Sorten wärmeliebender Obstarten bepflanzt wurde. Da es sich um einen landwirtschaftlichen Betrieb handelt konnten die neuen Kultursorten angepflanzt werden. Für den Weinbau günstig liegt die Fläche südöstlich exponiert unterhalb des Heidelbergs mit 336 m ü.N.N. Als Ausgangsgestein dominieren Gipskeuper aus Trias-Ablagerungen. Mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 10,4°C und mittleren Niederschlagsraten von 750 mm im Jahr (Cityfacts 2019-2024), entwickelten sich über die Zeit flachgründige Rigosole. Dementsprechend gering ist die nutzbare Feldkapazität (60 – 140 mm) und die geringe Erosionsanfälligkeit. Die Böden sind meist schwach bis mittelhumos (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau 2021).

Die Fläche ist an einen Biokreis-Landwirt aus Gemmingen verpachtet und wird seit September 2022 biologisch bewirtschaftet. Es wird keinerlei Pflanzenschutz verwendet. Im Winter erhält bei gefrorenem Boden jeder Baum eine Schubkarre strohigen Pferdemist, der das ganze Jahr über die Baumscheibe mulcht. Der Boden ist durch die extensive Vorbewirtschaftung als Weinberg komplett mit einem artenreichen Grünland bewachsen und wird alternierend gemulcht, so dass immer blühende Pflanzen und Altgrasstreifen vorhanden sind. Bewässert wird bei Bedarf, das war 2023 im Juni zweimal der Fall, im Jahr 2024 wurde nicht bewässert. Schnittmaßnahmen erfolgen bei der Pflanzung und dann bei Bedarf (letztmals Ende Mai 2024) mit gleichzeitigem Ausdünnen bzw. Entfernen von Früchten, um den Wuchs im Jugendstadium zu forcieren. Bei Pfirsich wurde bei der Bonitur die befallenen Blätter (Kräuselkrankheit) und bei Aprikosen die befallenen Triebe (Monilia) erfasst und dann entfernt.

### **10.1 Methoden**

Begleitend zur Anwachsphase der Bäume (07/2023 - 09/2024), wurden Temperatur und relative Luftfeuchtedaten erfasst. Hierzu wurde ein Datalogger (Trotec BL 30) auf

---

ca. 2 m Höhe in der vorhandenen Hütte im oberen Hangbereich installiert. Die Aufzeichnungen erfolgen je Stunde und begannen am 15.07.2023. Über den Zeitraum der Vegetationsperiode 2024 wurden im Abstand von vier Wochen Bonituren durchgeführt.

### **10.2 Maßnahmenkonzeption und Pflanzung**

Nach der Weinernte im September 2022 wurde begonnen die Acolon-Anlage abzubauen und zu roden. Ein Minibagger rodete die Rebstöcke im November, zog die verzinkten Stickle heraus und grub die Pflanzlöcher. Das Gerüst der beiden Rendreihen wurde beibehalten. Dort wurden Piwi-Tafeltrauben, Minikiwi, Efeu und wilder Wein als Spritzschutz zu den konventionell bewirtschafteten Weinbergen rechts und links gepflanzt.

Das Reihenschema von 2 m Reihenabstand wurde beibehalten, jedoch wurde jede zweite Reihe nicht wieder bepflanzt. Somit haben die Reihen jetzt 4 m Abstand. In der Reihe wurde ein Pflanzabstand der Obst-Zielgehölze von 4 m gewählt. Im November 2024 wurden in der Reihe mittig entweder eine Erle oder ein bewurzelter einjähriger autochthoner Schwarzpappel-Steckling gepflanzt. Diese Nicht-Zielbäume sollen u.a. im Sinne der syntropischen Landwirtschaft als Wasser- und Nährstoffpumpen dienen und regelmäßig geschnitten werden, um vor Ort organisches Mulchmaterial zu generieren. Dadurch soll der Humus-, Nährstoff- und Wasserhaushalt sowie das Mikroklima mittel- und langfristig positiv beeinflusst werden.

In mehreren Pflanzaktionen von Dezember 2022 bis März 2024 wurden insgesamt 181 klima- und standortangepasste Obstgehölze gepflanzt. Darunter befanden sich Weinbergpflirsiche, Aprikosen, Quitten, Feigen, Mandeln, Pekannüsse, Saskatoon-Felsenbirnen, Maulbeeren, Granatäpfel, Tafeltrauben, Minikiwis, Haselnusstrüffelsträucher, Äpfel, je eine Wollmispel und ein Che-Baum sowie Pawpaw. Um jede Baumscheibe wurde im Januar 2023 und Januar 2024 ein Schubkarren Pferdemit aufgebracht.

Im Juni 2023 wurde eine Tröpfchenbewässerungsanlage gelegt, welche die neu gepflanzten Gehölze in den ersten drei Jahren bei starkem Bedarf mit Wasser versorgt. Die Kultur zwischen den Gehölzen bildet eine vielfältige Blumenwiese, die alternierend gemulcht wird, so dass rund ums Jahr auch Altgrasbestände vorhanden sind. Es wurde in dem kleinen Haselnusstrüffelbestand ein Mauswieselquartier

---

(Steinhaufen) errichtet, und mehrere aufgestellte Robinienstangen dienen Greifvögeln als Ansitzstangen. Am oberen Weg wurde ein Gartenhäuschen aufgestellt, daneben ein Sitzplatz erstellt und eine solarbetriebene kleine Wasserstelle angelegt, so dass v. a. im heißen Sommer eine Wasserquelle für Tiere zur Verfügung steht.

Bei dem Konzept des Obstweinbergs sind dem Besitzer und den Akteuren folgende Aspekte wichtig: Es soll ein obstbaufachliches, ein sozial-kooperatives und ein ökonomisches Experiment sein. Die Bäume wurden bereits teilweise von Paten gekauft, die auch jährlich eine Bewirtschaftungsprämie bezahlen werden. Ziel ist es für alle Obstbäume eine Patenschaft zu finden. Die Besitzer brauchen nur zur Ernte kommen. Die gemeinsamen Arbeitseinsätze bieten auf der sozialen Ebene eine hervorragende Möglichkeit u.a. für Geflüchtete mitzumachen, es ist ein gemeinsamer Treffpunkt und ein gutes Miteinander mit einem schönen Weitblick. Somit werden dort nicht nur Früchte geerntet, sondern auch Kontakte geknüpft und Wissen geteilt.

### **10.3 Ergebnisse**

Die Bonitur des Obstbergs vom 19.10.2024 zeigt nach zwei Jahren eine überwiegend positive Entwicklung der gepflanzten Obstbäume und Gehölze mit ihrer großen Arten- und Sortenvielfalt. Die Pflanzen wurden in einem Boniturverfahren nach dem Schulnotensystem bewertet, wobei eine „2“ (gut) als erwünschtes Ergebnis angestrebt wurde. Abbildung 23 bis Abbildung 32 zeigen Bäume mit unterschiedlichen Schulnoten. Eine Bewertung mit Schulnote 1 deuteten auf eine besonders gute Anpassung der Pflanzen an den Standort hin, während niedrigere Bewertungen Hinweise auf Anpassungsprobleme gaben.

Die Apfelbäume erzielten im Schnitt eine hervorragende Note (1,29), Aprikosen (1,58), Feigen (1,92) und Pfirsiche (1,25) erreichten ebenfalls sehr gute Werte. Die Tafeltrauben schnitten insgesamt mit 1,67 gut ab, zeigten jedoch je Sorte Unterschiede. Diese Pflanzen eigneten sich demnach bisher besonders gut für den Standort. Als weniger geeignet erwiesen sich der Granatapfel (2,5) und die Pawpaw (3,5).

Der Standort zeigte sich als frostsicher und es war bereits 2024 die erste kleine Ernte von Pfirsichen, Aprikosen, Quitten, Feigen, Mandeln und Mirabellen möglich. Der Krankheitsbefall blieb trotz feuchter Witterung gering, mit leichten Anzeichen von Kräuselkrankheit bei Pfirsichen und Pilzbefall an Aprikosen und Quitten und

Pseudomonas an Aprikosen und Mandeln. Tierische Schädlinge wie der Apfelwickler an Quitten und Schneckenfraß an Indianerbananen sowie Pfirsichfrüchten traten nur vereinzelt auf. Positiv ist, dass trotz der feuchten Wetterbedingungen, keine Bewässerung notwendig war.

Es werden bereits Nachpflanzungen in Randbereichen und Fehlstellen geplant, um die 365 Pflanzstellen vollständig zu besetzen.



Abbildung 23: Feige mit Schulnote 1



Abbildung 24: Einjährige Kaki mit Schulnote 2.



Abbildung 25: Zweijährige Kaki mit Schulnote 1.



Abbildung 26: Quitte mit Schulnote 2.



Abbildung 27: Quitte mit Schulnote 1.



Abbildung 28: Pfirsich mit Schulnote 1.



Abbildung 29: Aprikose mit Schulnote 3.



Abbildung 30: Maulbeere mit Schulnote 1.



Abbildung 31: Maulbeere mit Schulnote 2.

---

## 11 Fazit und Ausblick

Werden Werke von Eduard Lucas oder Johannes Böttner aufgeschlagen, dann erkennt der Leser eine geradlinige, fachlich detaillierte Verschriftlichung jener Maßnahmen, die in der Praxis lange Zeit erprobt wurden. Da die Menschen auf lokales Obst als Nahrungsgrundlage angewiesen waren, haben sie die gegebenen Empfehlungen auch in die Tat umgesetzt. Diese Notwendigkeit Obst in heimischen Streuobstlagen zu produzieren, ging mit zunehmender Globalisierung zurück. Auch im 19. und 20. Jahrhundert hatten die Obstanbauer mit klimatischer Unbill zu kämpfen. Zentrale Maßnahme, um dieser entgegenzuwirken war die Sorgfalt, mit der Bäume gepflanzt, erzogen und später gepflegt wurden. So schreibt Böttner (1914: 143): „Wer Liebe zu den Bäumen hat und mit dem Baum fühlt, wird sie [die Fehler] von selbst vermeiden lernen.“ Dieser Satz spiegelt den hohen Stellenwert der Bäume wider und macht einen wesentlichen Grundsatz deutlich, der unabdingbar ist für klimaresiliente Streuobstwiesen: Pflege und Sorgfalt von der Anzucht bis ins hohe Alter der Bäume!

Auch die Anbausysteme (Schaal 1921) und Obstsorten (Lucas 1866) waren nicht so eingeschränkt, wie sie heute in unserer Landschaft sichtbar sind. Mehrschichtige Kulturen mit hoher Variabilität im zeitlichen Verlauf einer Streuobstwiese waren ebenso Bestandteil der Kultivierung, wie Feigen, Aprikosen, Pfirsiche und Maulbeeren. Daraus ist der zweite Grundsatz für klimaresiliente Streuobstwiesen ersichtlich: Vielfalt an unterschiedlichen Obstkulturen, Streuung des Ausfallrisikos, Risikominimierung von Schaderregerbefall und Stabilisierung mikroklimatischer Bedingungen, erzielt durch höhere Bestandsdichten in stockwerkähnlichen Aufbauten. Diese Systeme ähneln jenen von lichten Wäldern, weshalb sie natürlichen Ökosystemen näher sind als klassisch bewirtschaftete Streuobstwiesen (Kapitel 5.1). Studien zeigen, dass je weiter landschaftliche Systeme in ihrem Aufbau und ihrer Artenzusammensetzung von natürlichen Systemen entfernt sind, desto anfälliger sind sie gegenüber Störungen (Lin et al. 2008). Die Resilienz steigt demnach mit zunehmenden Grad der Vegetationskomplexität (Philpott et al. 2008).

Die dritte wichtige Säule ist die Versorgung der Obstbäume mit Nährstoffen. Kurzfristig müssen diese durch Düngung wieder zugeführt werden, langfristig sind Nährstoffkreisläufe zu schließen. Bei Nährstoffgaben muss der Fokus auf Spurenelemente gelegt werden. Hügel (2023) zeigt die einzelnen Funktionen von

Spurenelementen auf und stellt ihre Wichtigkeit für gesundes Bodenleben und die Symbiose zwischen Pflanzenwurzeln dar.

Das Wurzelsystem von Kernobst, hauptverantwortlich für die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen, wurde bis dato nur wenig untersucht. Unklar ist bspw. wie schnell sich auf M9 veredelte tief eingepflanzte Apfelbäume frei machen und ob sich ihr Wurzelsystem gleich wie bei Meristem-vermehrten Bäumen ausbildet. In diesem Zusammenhang bestehen Wissenslücken über Fruchtqualität und natürliche Resistenzen wurzelechter Bäume gegenüber Schädlingen und Krankheiten. Auch zeigen neuste Erkenntnisse aus dem Methusalem Projekt (siehe Kapitel 6.1), dass nicht alle alten, resilient-wirkenden Bäume, wurzelecht sind. Hier wäre zu klären, welche Unterlagen bei diesen Methusalembäumen verwendet wurden und ob diese vor Ort gesät oder gepflanzt sind. Demnach müssen sich in Zeiten des Klimawandels zukünftige Forschungsprojekte mit den Wurzelsystemen von Bäumen beschäftigen. Außerdem gilt es verschiedenste starkwachsende Unterlagen zu untersuchen, um die aktuell geringe Auswahl an Sämlingsunterlagen zu erweitern (Bannier 2024).

---

## 12 Glossar

Alternanzphänomen	Im Obstbau bezeichnet es die zweijährige Schwankung des Fruchtertrages.
Allelopathie	Wechselwirkungen zwischen Pflanzen, Pflanzen und Pilzen und Pflanzen und Mikroorganismen, welche durch von einem Organismus freigesetzte chemische Stoffe ausgelöst werden. Diese können sowohl positiv als auch negativ sein.
Aufgeladene Pflanzenkohle	Pflanzenkohle, in welcher Nährstoffe gebunden sind.
Biotope	Der bestimmte Lebensraum einer Lebensgemeinschaft in einem Gebiet.
Blattflächenindex	Verhältnis der Gesamtblattfläche zur bedeckten Bodenoberfläche.
Bodengare	Idealzustand eines fruchtbaren Bodens (in der Landwirtschaft genutzt).
Callus-Gewebe	Pflanzliches Wund- und Vernarbungsgewebe.
C-Sequestrierung	Einlagerung von Kohlenstoff (in bspw. Boden und Pflanzen).
Dauerhumusanteil	Humus aus schwer zersetzbaren Stoffen, welche zumeist mit mineralischen Bodenpartikeln verbunden sind.
Diffuse Strahlung	Gestreuter Anteil der Sonneneinstrahlung, der nicht direkt von der Sonne kommt. Diese Strahlung entsteht durch Hindernisse, wie Wolken, welche sie brechen, streuen, o.ä.

Emser Beschluss	Beschluss vom Bundesernährungsministerium 1953: „Streuanbau, Straßenobstbau und Mischkultur sind zu verwerfen“.
Essenzielle Pflanzennährstoffe	Nährstoffe, die bei einem Mangel (1) das Beenden des vegetativen oder reproduktiven Stadiums ausschließen und (2) nicht durch andere Nährstoffe ersetzt werden können. (3) Zudem sind diese Nährstoffe direkt an der Ernährung der Pflanze beteiligt.
Evapotranspiration	Summe der Verdunstung von Wasser von biotischen und abiotischen Oberflächen.
Flächenproduktivität	Bezeichnet das Verhältnis zwischen Ertrag und Fläche.
Halbstamm-Obstgehölze	Kronenansatz bei 1,20 m vom Boden aus gemessen.
Hochstamm- Obstgehölze	Kronenansatz ab 1,60 m vom Boden aus gemessen.
HTC-Kohle	Braunkohle-Substitut, welches durch hydrothermale Karbonisierung hergestellt wird.
Inkohlungsverfahren	Prozess zur Entstehung von Kohle
Klimaxbäume	Baumarten, die das Endstadium einer Sukzession eines Waldes darstellen.
Kurzstamm-Obstgehölze	Wird auch Buschbaum genannt mit einer Stammhöhe von 0,6 – 0,8 m.
Minimumgesetz	Das Wachstum von Pflanzen wird durch die im Verhältnis knappste Ressource eingeschränkt.
Mob-grazing	Tiere beweiden als Herde bei hohem Besatz eine begrenzte Fläche kurz und

---

	es folgt eine lange Ruhephase der Weide.
Mutualismus	Wechselbeziehung, bei der Individuen zweier Arten einen Nutzen aus den Verhaltensweisen der anderen ziehen.
Pfahlwurzel	Hauptwurzel, die vertikal in den Boden wächst.
polykulturelle Systeme	Vereint mehrere Pflanzen und Tiere auf einer Fläche, wodurch eine größere Artenvielfalt und Ernte entstehen kann.
Pyrolyse	Thermische Spaltung chemischer Verbindungen.
Reiser	einjährige Zweige
Rhizosphäre	Durch lebende Wurzeln beeinflusster Raum im Boden.
silvopastorale Systeme	Weltweit am weitesten verbreitete Form der Agroforstwirtschaft, Kombination von Nutztierhaltung mit der Kultivierung vorhandener oder gepflanzter Bäume/verholzter mehrjähriger Pflanzen ergeben systembezogene Vorteile für Pflanzen und Tiere.
Stomata	Spaltöffnungen in der Epidermis von Pflanzen (regulieren den Gasaustausch von Pflanzen).
Sukzession	Veränderung der Artenzusammensetzung in einem Lebensraum im Laufe der Zeit.
Trester	Vorwiegend feste Rückstände, die nach dem Auspressen des Saftes von z. B. Obst übrigbleiben.
Unterlage	Als Unterlage wird der Wurzelteil und Wurzelhals eines veredelten Baumes bezeichnet. Die Wahl der Unterlage

---

	ermöglicht eine Anpassung an Standort, Boden und gibt die Wuchsstärke vor. Durch die Wahl der richtigen Unterlage erhöht sich die Widerstandsfähigkeit z. B. gegenüber Frost, Trockenheit, Nässe und hohen Kalkgehalt.
Veredeln	Künstliche vegetative Vermehrung bei der zwei Pflanzen zusammengefügt werden.
Vernalisation	Die natürliche Induktion (Anregung) des Schossens und Blühens bei Pflanzen durch eine längere Kälteperiode im Winter.
Vergreisen	Die fruchttragenden Äste werden zunehmend weniger und ihre Qualität lässt nach, da sie allmählich überaltern. Es fehlt an frischem Austrieb, der für qualitativ hochwertiges Fruchtholz in der Zukunft sorgen könnte. Der Obstbaum wird dichter, innere Partien beginnen allmählich abzusterben.

## Literaturverzeichnis

Aas, G. (2003): Die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Dendrologische Anmerkungen. In: *LWF Wissen* (42), S. 7–10. Online verfügbar unter [https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/w42\\_die\\_schwarzerle\\_dendrologische\\_anmerkungen.pdf](https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/w42_die_schwarzerle_dendrologische_anmerkungen.pdf), zuletzt geprüft am 05.06.2024.

Aas, G. (2008): Die Walnuss (*Juglans regia*). Systematik, Verbreitung und Morphologie. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Hg.): Beiträge zur Walnuss, S. 5–10.

Altieri, M. A.; Nicholls, C. I.; Henao, A.; Lana, M. A. (2015): Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. In: *Agron. Sustain. Dev.* 35 (3), S. 869–890. DOI: 10.1007/s13593-015-0285-2.

Andrade, Dayana (2024): Was ist Syntropische Landwirtschaft, und wie können Landwirte davon profitieren? Online verfügbar unter <https://wikifarmer.com/de/was-ist-syntropische-landwirtschaft-und-wie-koennen-landwirte-davon-profitieren/>, zuletzt geprüft am 12.06.2024.

Andrade, Dayana; Pasini, Felipe; Scarano, Fabio Rubio (2020): Syntropy and innovation in agriculture. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability* 45, S. 20–24. DOI: 10.1016/j.cosust.2020.08.003.

Artyszak, Arkadiusz (2018): Effect of Silicon Fertilization on Crop Yield Quantity and Quality-A Literature Review in Europe. In: *Plants* 7 (3). DOI: 10.3390/plants7030054.

Augspurger, C. K. (2013): Reconstructing patterns of temperature, phenology, and frost damage over 124 years: Spring damage risk is increasing. In: *Ecology* 94 (1), S. 41–50. DOI: 10.1890/12-0200.1.

Avila, A. L. de; Häring, B.; Rheinbay, B.; Brüchert, F.; Hirsch, M.; Albrecht, A. (2021): Alternative Baumarten im Klimawandel. Eine Stoffsammlung. Hg. v. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA). Online verfügbar unter [https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/sonstiges/2021\\_fva\\_artensteckbriefe.pdf](https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/sonstiges/2021_fva_artensteckbriefe.pdf), zuletzt geprüft am 05.04.2024.

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

---

<https://www.nutzpflanzenvielfalt.de/sites/nutzpflanzenvielfalt.de/files/publikationen/sasu16n.pdf>.

Banner, H.-J. (2024): Streuobstbau im Klimawandel. Hinweise und Überlegungen aus der Praxis, 04.05.2024.

Baraer, M.; Madramootoo, C. A.; Mehdi, B. B. (2010): Evaluation of Winter Freeze Damage Risk to Apple Trees in Global Warming Projections. In: *Transactions of the ASABE* 53 (5), S. 1387–1397. DOI: 10.13031/2013.34895.

Bastide, I.; Vinet, M.; Vinet, B.; Wyss, D. (2020): Agroforst im Weinbau. ein Schritt zur Resilienz.

Bauschmann, G. (2010): Pflege von Streuobstwiesen durch Beweidung. In: *Pomologen Verein e.V.*, S. 37–53.

Bauschmann, G. (2021): Beweidung von Streuobstgebieten. In: *Weidewelt* (5).

Bauschmann, G. (2022): Beweidung von Streuobstwiesen mit Schweinen. In: *Pomologen Verein e.V.*, S. 230–237.

Bayala, J.; Prieto, I. (2020): Water acquisition, sharing and redistribution by roots: applications to agroforestry systems. In: *Plant Soil* 453 (1-2), S. 17–28. DOI: 10.1007/s11104-019-04173-z.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2005): Hecken, Feldgehölze und Feldraine in der landwirtschaftlichen Flur. Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (StMELF) (Hg.) (2018): Ess- oder Edelkastanie (*Castanea sativa*), Marone. Merkblatt 3190. Online verfügbar unter <https://www.lwg.bayern.de/gartenakademie/gartendokumente/infoschriften/184949/index.php>, zuletzt geprüft am 13.11.2024.

Bazzigher, G.; Lawrenz, K. P.; Ritter, F. (1982): Vermehrung und Aufzucht der Kastanie. Hg. v. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL). Birmensdorf (24).

Beer, J.; Muschler, R.; Kass, D.; Somarriba, E. (1997): Shade management in coffee and cacao plantations. In: *Agroforest Syst* 38 (1/3), S. 139–164. DOI: 10.1023/A:1005956528316.

- Beinlich, B.; Hill, B.; Köstermeyer, H.; Beck, L.; van Rhemen, K. (2001): Schweinefreilandhaltung in der Landschaftspflege - ein Überblick zum aktuellen Kenntnisstand. In: *Egge-Weser* (14), S. 15–30. Online verfügbar unter [https://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/29636/file/Beinlich\\_et\\_al\\_2001\\_Schweinefreilandhaltung\\_Landschaftspflege.pdf](https://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/29636/file/Beinlich_et_al_2001_Schweinefreilandhaltung_Landschaftspflege.pdf).
- Bennie, J.; Kubin, E.; Wiltshire, A.; Huntley, B.; Baxter, R. (2010): Predicting spatial and temporal patterns of bud-burst and spring frost risk in north-west Europe: the implications of local adaptation to climate. In: *Global Change Biology* 16 (5), S. 1503–1514. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2009.02095.x.
- Biologische Station Kreis Paderborn – Senne e.V. (o. J.): Die Geschichte der Streuobstwiesen im Paderborner Land. Online verfügbar unter <https://www.streuobstwiesen-aktiv.de/streuobstwiesen/die-geschichte-der-streuobstwiesen/>, zuletzt geprüft am 28.12.2023.
- Björklund, J.; Eksvärd, K.; Schaffer, C. (2019): Exploring the potential of edible forest gardens: experiences from a participatory action research project in Sweden. In: *Agroforest Syst* 93 (3), S. 1107–1118. DOI: 10.1007/s10457-018-0208-8.
- Blume, Hans-Peter; Welp, Gerhard; Thiele-Bruhn, Sören; Brümmer, Gerhard W.; Horn, Rainer; Tippkötter, Rolf et al. (2016): Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde. 16. 16th ed. 2010. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bohner, A. (2022): Wassersparen im Grünland. In: *Landwirt Media*, 22.10.2022. Online verfügbar unter <https://landwirt-media.com/wassersparen-im-gruenland/>, zuletzt geprüft am 04.12.2023.
- Book, J. (2022): Beurteilung von Gehölzarten hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit als Futterhecken auf der silvopastoralen Agroforstfläche des Gladbacher Hofes. Justus-Liebig-Universität, Gießen. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.
- Borngräber, S.; Krismann, A.; Schmieder, K. (2020): Ermittlung der Streuobstbestände Baden-Württembergs durch automatisierte Fernerkundungsverfahren. In: *Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg* 81. Online verfügbar unter <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10128>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.

- Bos, M. M.; Steffan-Dewenter, I.; Tschardt, T. (2007): The contribution of cacao agroforests to the conservation of lower canopy ant and beetle diversity in Indonesia. In: *Biodivers Conserv* 16 (8), S. 2429–2444. DOI: 10.1007/s10531-007-9196-0.
- Bosch, H.-T. (2024): Naturgemäße Kronenpflege am Obsthochstamm. Bavendorf: Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee.
- Bösel, B. (2023): Rebellen der Erde. Wie wir den Boden retten - und damit uns selbst! 3. Auflage. München: Scorpio Verlag.
- Bosshardt, Sara; Sabatier, Rodolphe; Dufils, Arnaud; Navarrete, Mireille (2022): Changing perspectives on chicken-pastured orchards for action: A review based on a heuristic model. In: *Agricultural Systems* 196, S. 103335. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103335.
- Böttner, Johannes (1914): Praktisches Lehrbuch vom Obstbau. 5. Auflage. Frankfurt an der Oder: Königliche Hofdruckerei Trowitsch & Sohn.
- Breuning, T.; Schach, J.; Nrikmeier, P.; Nickel, E. (2002): Gebietsheimische Gehölze in Baden-Württemberg. Das richtige Grün am richtigen Ort. Unter Mitarbeit von T. Breuning, J. Schach, P. Nrikmeier und E. Nickel. Hg. v. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- BUND Landesverband Baden-Württemberg e.V. (2021): Wissenswertes Streuobstbau. Stellenwert. Unter Mitarbeit von M. Melcher, C. Trog, M. Lussi, M. von Dungern und J. Müller. Online verfügbar unter <https://www.streuobst-bodensee.de/wiss/stellen.php?was=rv>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.
- BUND Lemgo (Hg.) (o.J.): Bezugsquellen alte Obstsorten. Online verfügbar unter <https://www.bund-lemgo.de/bezugsquellen-alte-obstsorten.html>, zuletzt geprüft am 04.10.2023.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertung gebietsfremder Gefäßpflanzen für Deutschland. Online verfügbar unter <https://neobiota.bfn.de/invasivitaetsbewertung/gefaesspflanzen.html>, zuletzt aktualisiert am 26.01.2024, zuletzt geprüft am 26.01.2024.
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2020): Streuobstwiesen schützen.

- Bundesregierung (1986): Prämien für die Abholzung von Obstbäumen. Online verfügbar unter <https://dserver.bundestag.de/btd/10/053/1005336.pdf>, zuletzt geprüft am 28.12.2023.
- Bürckmann, H.; Mayer, M.; Hörmann, M.; Philipp, S.; Wagner, F.; Düthorn, K. et al. (2022): Gutachten zu einer Streuobststrategie mit Maßnahmenplan und einer Streuobst-Erlebniswelt Baden-Württemberg. traditionelle Streuobstlandschaften Baden-Württemberg innovativ, zukunftsfähig und effizient bewirtschaften. Hg. v. Ministerium für ländlichen Raum. Neuland +; Büro Martina Hörmann; Markus Mayer Landschaftskonzepte. Stuttgart.
- Buse, Jörn; Feldmann, Benedikt; Ebert, Johannes; Rebbe, Martin; Popa, Flavius; Wohlfarth, Judith (2022): Extensive Beweidung mit Schweinen - Ihre Bedeutung für koprophile Käferarten. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 54 (10), S. 16–19. DOI: 10.1399/NuL.2022.10.01.
- Cabell, Joshua F.; Oelofse, Myles (2012): An Indicator Framework for Assessing Agroecosystem Resilience. In: *E&S* 17 (1). DOI: 10.5751/ES-04666-170118.
- Caudullo, G.; de Rigo, D. (2016a): *Populus alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant und A. Mauri (Hg.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off., S. 134–135.
- Caudullo, G.; de Rigo, D. (2016b): *Populus tremula* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant und A. Mauri (Hg.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off., S. 138–139.
- Caudullo, G.; Mauri, A. (2016): *Alnus cordata* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant und A. Mauri (Hg.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off., S. 62.
- Chen, Xilong; Li, Shiming; Zhang, Dong; Han, Mingyu; Jin, Xin; Zhao, Caipin et al. (2019): Sequencing of a Wild Apple (*Malus baccata*) Genome Unravels the Differences Between Cultivated and Wild Apple Species Regarding Disease Resistance and Cold Tolerance. In: *G3 (Bethesda, Md.)* 9 (7), S. 2051–2060. DOI: 10.1534/g3.119.400245.

- Chirwa, Paxie W.; Ong, Chin K.; Maghembe, Jumanne; Black, Colin R. (2007): Soil water dynamics in cropping systems containing *Gliricidia sepium*, pigeonpea and maize in southern Malawi. In: *Agroforest Syst* 69 (1), S. 29–43. DOI: 10.1007/s10457-006-9016-7.
- Cittadini, Eduardo Daniel; Ridder, Nico de; Peri, Pablo Luis; van Keulen, Herman (2006): A method for assessing frost damage risk in sweet cherry orchards of South Patagonia. In: *Agricultural and Forest Meteorology* 141 (2-4), S. 235–243. DOI: 10.1016/j.agrformet.2006.10.011.
- Cityfacts (Hg.) (2019-2024): Nordhausen, Nordheim, Baden-Württemberg, Deutschland. Jährliche Informationen zu Klimaemissionen und Gefahren. Online verfügbar unter <https://de.city-facts.com/nordhausen-nordheim/weather>, zuletzt geprüft am 12.02.2024.
- Claessens, H.; Oosterbaan, A.; Savill, P.; Rondeux, J. (2010): A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. In: *Forestry* 83 (2), S. 163–175. DOI: 10.1093/forestry/cpp038.
- Clark, M. Sean; Gage, Stuart H. (1996): Effects of free-range chickens and geese on insect pests and weeds in an agroecosystem. In: *Am J Alt Ag* 11 (1), S. 39–47. DOI: 10.1017/S0889189300006718.
- Climate Service Center Germany (GERICS) (2021): Regional basis climate Fact Sheet Baden-Wuerttemberg.
- Climate-Data.org; AM OP; OpenStreetMap contributors (Hg.) (o. J.): Klima Wüstenrot (Deutschland). Online verfügbar unter <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/baden-wuerttemberg/wuestenrot-159072/>, zuletzt geprüft am 13.09.2023.
- Condera, M.; Tinner, W.; Krebs, P.; de Rigo, D.; Caudullo, G. (2016): *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant und A. Mauri (Hg.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off., e0125e0+.
- Conedera, M.; Krebs, P.; Gehring, E.; Wunder, J.; Hülsmann, L.; Abegg, M.; Maringer, J. (2021): How future-proof is Sweet chestnut (*Castanea sativa*) in a global change context? In: *Forest Ecology and Management* 494, S. 119320. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119320.

- Corbett, p. (2007): Fruit trees on their own roots and the coppice orchard system. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=YjSiQSfBlE>, zuletzt geprüft am 17.06.2024.
- Crawford, M. (2024): Einen Waldgarten erschaffen. Mit der Natur arbeiten, um essbare Pflanzen anzubauen. 2. Auflage. Kevelaer: OLV Organischer Landbau.
- Cropp, J.-H. (2021): Praxis Handbuch Bodenfruchtbarkeit. Stuttgart: Ulmer.
- Dahlem, R.; Dehe, M.; Engler, C.; Fix, K.; Hageböiling, R.; Hein, K. et al. (2002): Streuobstwiesen. Ökologische Bedeutung, Pflege, Nutzung, Förderprogramm. 3. Aufl. Hg. v. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LfUG). Oppenheim.
- de Rigo, D.; Enescu, C. M.; Houston Durrant, T.; Caudullo, G. (2016): *Populus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant und A. Mauri (Hg.): European Atlas of Forest Tree Species. Luxembourg: Publ. Off., S. 136–137.
- Deeg, J. (2018): Unterschätzte Botanik: Die vernetzte Welt der Pflanzen. In: *Spektrum.de*, 03.11.2018. Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/news/die-ernetzte-welt-der-pflanzen/1598658>, zuletzt geprüft am 29.11.2023.
- Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) e.V. (Hg.) (2006): Landschaftselemente in der Agrarstruktur. Entstehung, Neuanlage, Erhalt (DVL-Schriftenreihe "Landschaft als Lebensraum", 9). Online verfügbar unter [https://www.dvl.org/uploads/tx\\_ttproducts/datasheet/DVL-Publikation-Schriftenreihe-9\\_Landschaftselemente\\_in\\_der\\_Agrarstruktur.pdf](https://www.dvl.org/uploads/tx_ttproducts/datasheet/DVL-Publikation-Schriftenreihe-9_Landschaftselemente_in_der_Agrarstruktur.pdf), zuletzt geprüft am 21.07.2024.
- Deutscher Wetterdienst (2022): Erläuterungen zur Verdunstung. Online verfügbar unter [https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/dokumentationen/allgemein/basis\\_verdunstung\\_doku.html?nn=782168&lsbld=375416](https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/dokumentationen/allgemein/basis_verdunstung_doku.html?nn=782168&lsbld=375416), zuletzt aktualisiert am 05.12.2023, zuletzt geprüft am 05.12.2023.
- Drexler, Sophie; Don, Axel (2024): Carbon sequestration potential in hedgerow soils: Results from 23 sites in Germany. In: *Geoderma* 445, S. 116878. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116878.

Ebelhar, S. A.; Chesworth, Ward; Paris, Quirino (2008): Law of the Minimum. In: Ward Chesworth (Hg.): Encyclopedia of soil science. Dordrecht: Springer Netherlands (Encyclopedia of Earth Sciences Series), S. 431–437.

Eberhard Karls Universität Tübingen (Hg.) (2024): STIK - Streuobstwiesen im Klimawandel. Transformation hin zu einer resilienten Kulturlandschaftsbewirtschaftung. Online verfügbar unter <https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/fachbereiche/geowissenschaften/arbeitsgruppen/geographie/forschungsbereich/geoinformatik-gis/arbeitsgruppe/aktuelle-projekte/stik-streuobstwiesen-im-klimawandel/>, zuletzt geprüft am 05.04.2024.

Eccel, Emanuele; Rea, Roberto; Caffarra, Amelia; Crisci, Alfonso (2009): Risk of spring frost to apple production under future climate scenarios: the role of phenological acclimation. In: *Int J Biometeorol* 53 (3), S. 273–286. DOI: 10.1007/s00484-009-0213-8.

Eckel, H.; Hartmann, S.; Schroers, J. O.; Döhler, H.; Scholz, V.; Lorbacher, F. R. (2008): Produktion von Pappeln und Weiden auf landwirtschaftlichen Flächen. In: *Agricultural engineering.Eu* 63 (6), S. 351–353. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.15150/lt.2008.878>.

Ecker-Eckhofen, Helmut; Klement, J.; Rühmer, T.; Schantl, J. (2006): Edelkastanie. Waldbaum und Obstgehölz ; Sorten, Anbau, Pflege, Pflanzenschutz, Verarbeitung und mehr. Unter Mitarbeit von Peter Strallhofer. Ehrenhausen: Zoppelberg Buchverl.

Ehnts, A. (2018): Wasser halten mit Kompost. In: *agrarheute*. Online verfügbar unter <https://bbg-bayern.de/Files/News/2018/Agrarheute.pdf>, zuletzt geprüft am 05.06.2024.

Ehring, A.; Steinacker, L.; Nagel, R.-V. (2019): Anbau von Schwarznuss und Hybridnuss - Wissenschaftliche Erkenntnisse und waldbauliche Erfahrungen. In: *Mitteilungen der Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V.* (6), S. 16.

Eilenberg, Jørgen; Keller, Siegfried; Humber, Richard A.; Jensen, Annette H.; Jensen, Annette B.; Görg, Louisa M. et al. (2023): *Pandora cacopsyllae* Eilenberg, Keller & Humber (Entomophthorales: Entomophthoraceae), a new species infecting

---

pear psyllid *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae). In: *Journal of invertebrate pathology* 200, S. 107954. DOI: 10.1016/j.jip.2023.107954.

Elizapples (2016): Hugh Ermen: Own-Roots Experimenter. Online verfügbar unter <https://elizapples.com/2016/03/27/hugh-ermen-own-roots-experimenter/>, zuletzt geprüft am 20.06.2024.

Enescu, C. M.; Houston Durrant, T.; de Rigo, D.; Caudullo, G. (2016): *Salix caprea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant und A. Mauri (Hg.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off., S. 170–171.

FAO (2023): *Agricultural Heritage. A Legacy for the Future*. Online verfügbar unter <https://www.fao.org/giahs/background/en/>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.

Fazzio, G.; Forsline, P.; Aldwinckle, H.; Pons, L. (2008): The apple collection in Geneva, NY: A resource for the apple industry today and for generations to come. In: *New York State Horticultural society*, S. 5–8. Online verfügbar unter <https://nyshs.org/wp-content/uploads/2008/04/NYFQ-Spring-2008.pdf>.

Fleckenstein, K. (2024): STIK-Projekt Landschafts- Analysen: Projektergebnisse STIK-Projekt Landschaftsanalysen: Projektergebnisse Universität Hohenheim. Abschlussveranstaltung STIK Projekt. Universität Tübingen. Universität Tübingen; Universität Hohenheim; AT-Verband. Tübingen, 26.06.2024.

Füssel, Hans-Martin; Kristensen, Peter; Jol, André; Marx, Andreas; Hildén, Mikael (2017): *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union (EEA Report, No 1/2017). Online verfügbar unter <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>.

Futterlaub aus Agroforstsystemen (FuLaWi) (2023): Neues Projekt für eine nachhaltige Ernährung kleiner Wiederkäuer in Zeiten des Klimawandels. Hg. v. Der Hoftierarzt. Online verfügbar unter <https://derhoftierarzt.de/2023/08/futterlaub-aus-agroforstsystemen-neues-projekt-fuer-eine-nachhaltige-ernaehrung-kleiner-wiederkaeuer-in-zeiten-des-klimawandels/>.

Gabot (2010): Praxisversuch: Mulchscheiben aus Hanf. Online verfügbar unter <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjqpTRlbeDAXVZ7LsIHVTOAjsQFnoECBIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.gabot>.

de%2Fansicht%2Fpraxisversuch-mulchscheiben-aus-hanf-212528.html&usg=AOvVaw0EzubpptHtZ4GjCPiA9BOc&opi=89978449, zuletzt geprüft am 30.12.2023.

Gauthier, M. M.; Jacobs, D. F. (2011): Walnut (*Juglans* spp.) ecophysiology in response to environmental stresses and potential acclimation to climate change. In: *Annals of Forest Science* 68 (8), S. 1277–1290. DOI: 10.1007/s13595-011-0135-6.

Georg-August-Universität Göttingen (Hg.) (o.J.): *Alnus glutinosa* - Die Schwarzerle. Biologie und Ökologie. Online verfügbar unter <https://www.uni-goettingen.de/de/biologie+und+%C3%96kologie/11024.html>, zuletzt aktualisiert am 25.01.2024, zuletzt geprüft am 25.01.2024.

Gerjets, R.; Richter, F.; Jansen, M.; Carminati, A. (2017): Bodenhydrologie in Agroforstsystemen: Konkurrenz um Wasser oder positive Baum-Nutzpflanze-Interaktion? Hg. v. Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft.

Godow, S. (2019): Honigbienen im Klimawandel. Abschlussbericht.

Gottschaller, S. (2022): So pflegt man Obstbäume optimal. Deutscher Landwirtschaftsverlag. Online verfügbar unter <https://www.wochenblatt-dlv.de/dorf-familie/garten-gesundheit/so-pflegt-man-obstbaeume-optimal-569320>, zuletzt geprüft am 05.01.2024.

Grolm, M. (2024): Streuobstwiesen im Klimawandel. Angepasster Obstbauschchnitt; Vergleich verschiedener Schnittvarianten mit klimatischem Bezug. Streuobstwiesen im Klimawandel. Biologische Station im Kreis Euskirchen, DLR Rheinland, Kompetenzzentrum Gartenbau, 28.03.2024. Online verfügbar unter <https://www.biostationeuskirchen.de/wp-content/uploads/2024/04/28.03.24-Klimaangepasster-Obstbaumschnitt-M.Grolm-komprimiert.pdf>.

Grundler, H.; Bade, J. (2021): Die Welt unter unseren Füßen. In: *Pomologen-Verein, Jahresheft*.

Grünwald, S. (2023): Zielorientierter Streuobstanbau. 17. Landesweiter Streuobsttag Baden-Württemberg. Stuttgart, 13.05.2023.

Gu, Lianhong; Hanson, Paul J.; Post, W. Mac; Kaiser, Dale P.; Yang, Bai; Nemani, Ramakrishna et al. (2008): The 2007 Eastern US Spring Freeze: Increased Cold

Damage in a Warming World? In: *BioScience* 58 (3), S. 253–262. DOI: 10.1641/B580311.

Güll, R. (2015): Streuobstwiesen. Von der früheren Normalität bis zur heutigen Einzigartigkeit. In: *Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg* 12, S. 38–42. Online verfügbar unter [https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag15\\_12\\_07.pdf](https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag15_12_07.pdf), zuletzt geprüft am 05.12.2023.

Hammel, Kristine; Arnold, Thorsten (2012): Understanding the Loss of Traditional Agricultural Systems: A Case Study of Orchard Meadows in Germany. In: *J. Agric. Food Syst. Community Dev.*, S. 119–136.

Haneklaus, Silvia; Bloem, Elke; Schnug, Ewald (2008): History of Sulfur Deficiency in Crops. In: Joseph Jez (Hg.): *Sulfur: A Missing Link between Soils, Crops, and Nutrition*. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (Agronomy Monographs), 45-58-6.

Harshman, Julia M.; Evans, Kate M.; Allen, Haley; Potts, Ryan; Flamenco, Jade; Aldwinckle, Herb S. et al. (2017): Fire Blight Resistance in Wild Accessions of *Malus sieversii*. In: *Plant disease* 101 (10), S. 1738–1745. DOI: 10.1094/PDIS-01-17-0077-RE.

Häseli, A.; Weibel, F.; Brunner, H.; König, P.; Benninger, P. (2016): Biologischer Obstbau auf Hochstammbäumen. Produktion und Biodiversität erfolgreich kombinieren. Hg. v. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) und Bio Suisse, Schweizer Vogelschutz SBS/BirdLife Schweiz.

Henle, K.; Hüttner, M.-L.; Kasperidus, H. D.; Krämer, J.; Rösler, M.; Bartelt, S. et al. (2024): Streuobstbestände in Deutschland. Naturschutzfachliche Bedeutung, Bestandssituation und Handlungsempfehlungen. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Schriften, 679). Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:b219-17462>.

Hildmann, C.; Munack, H.; Rösel, L. (2019): Grundsatzgutachten Anpassung an den Klimawandel durch verbesserten Landschaftswasserhaushalt.

Holt-Giménez, Eric (2002): Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land

management impact monitoring. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93 (1-3), S. 87–105. DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00006-3.

Holzer, S.; Holzer, C. (2004): Sepp Holzers Permakultur. Praktische Anwendung in Garten, Obst & Landwirtschaft. Graz, Stuttgart: Stocker.

Houston Durrant, T.; de Rigo, D.; Caudullo, G. (2016): *Salix alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant und A. Mauri (Hg.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Off., S. 168.

Hügel, S. (2023): *Die Mineralienwende. Wie Mineralien und die Welt retten*. Berlin.

Hussain, Syed Zameer; Naseer, Bazila; Qadri, Tahiya; Fatima, Tabasum; Bhat, Tashooq Ahmad (2021): Pear (*Pyrus Communis*)—Morphology, Taxonomy, Composition and Health Benefits. In: Syed Zameer Hussain, Bazila Naseer, Tahiya Qadri, Tabasum Fatima und Tashooq Ahmad Bhat (Hg.): *Fruits Grown in Highland Regions of the Himalayas*. Cham: Springer International Publishing, S. 35–48.

Imtiaz, Muhammad; Rizwan, Muhammad Shahid; Mushtaq, Muhammad Adnan; Ashraf, Muhammad; Shahzad, Sher Muhammad; Yousaf, Balal et al. (2016): Silicon occurrence, uptake, transport and mechanisms of heavy metals, minerals and salinity enhanced tolerance in plants with future prospects: A review. In: *Journal of environmental management* 183 (Pt 3), S. 521–529. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.09.009.

Jacke, D.; Toensmeier, E. (2005): *Edible Forest Gardens. Ecological design and practice for temperate climate permaculture*. 1. print. White River Junction, Vt.: Chelsea Green (Edible forest gardens / Dave Jacke with Eric Toensmeier, Volume 2).

Janssen, Larry; McMurtry, Bronc; Stockton, Matthew; Smart, Alexander; Clay, Sharon (2015): *An Economic Analysis of High Intensity, Short Duration Grazing Systems in South Dakota and Nebraska*. Agricultural & Applied Economics Association.

JSacadura (2023): *Klonen Sie einen Obstbaum auf einfache Weise - Luftschichtung von Obstbäumen*. Online verfügbar unter c, zuletzt geprüft am 17.08.2024.

- 
- Kemmer, E.; Kirchhoff, R. H. (1952): Über die autovegetative Vermehrung von Apfelsorten. In: *Der Züchter* (10/11), S. 199–298.
- Kent Down AONB (Hg.) (2018): Guidance Notes for Planning and Planting a new traditional Orchard. Online verfügbar unter <https://kentdowns.org.uk/wp-content/uploads/2018/04/Planning-Traditional-Orchard-leaflet.pdf>, zuletzt geprüft am 07.03.2024.
- Kienzle, J.; Haug, P.; Dillmann, K.; Heyne, P. (2011): Arbeitsnetz zur Weiterentwicklung der Anbaukonzepte im ökologischen Obstbau. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Weinsberg.
- Klein, T.; Siegwolf, R. T. W.; Körner, C. (2016): Belowground carbon trade among tall trees in a temperate forest. In: *Science (New York, N. Y.)* 352 (6283), S. 342–344. DOI: 10.1126/science.aad6188.
- Kleinz, Norbert; Weinrich, Christoph (2016): Ur-Obst. Wurzelecht und pflegeleicht, 200 Sorten, gesund und aromatisch! 1. Auflage. Graz, Stuttgart: Leopold Stocker Verlag.
- Klima-Sachverständigenrat Baden-Württemberg (2023): Klimawandelbedingter Lufttemperaturanstieg in Baden-Württemberg seit 1881.
- Kole, Chittaranjan (Hg.) (2022): Genomic Designing for Abiotic Stress Resistant Technical Crops. Cham: Springer International Publishing.
- Kompetenzzentrum Oberlausitzer Streuobstwiesen (Hg.) (2024): Gut verwurzelt in die Zukunft - Unterlagen neu gedacht. Unter Mitarbeit von M. Schlitt. Ostritz, 23.08.2024. Kompetenzzentrum Oberlausitzer Streuobstwiesen.
- Krämer, J.; Hüttner, L. (2022): Hauptgefährdungen und Handlungsempfehlungen. Fachtagung „Streuobst mit Zukunft“. Online verfügbar unter [https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/veranstaltungen/3\\_hauptgef\\_\\_hrdungen\\_handlungsempfehlungen\\_h\\_\\_ttner\\_kr\\_\\_mer.pdf](https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/veranstaltungen/3_hauptgef__hrdungen_handlungsempfehlungen_h__ttner_kr__mer.pdf), zuletzt geprüft am 23.12.2023.
- Kranz, V.; Deemter, F. (2021): Praxisbuch Waldgarten. Natürlicher Anbau mit Permakultur. 1. Auflage 2021. Bern: Haupt Verlag.

Krawczyk, M. (2022): Keyline Design Workshop with Mark Krawczyk: Part 2. enter for Ecology-Based Economy. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=X1Vk3qS5bTQ&t=8s>, zuletzt geprüft am 28.10.2024.

Krawczyk, T.; Duncan, S. (2018): Keyline Water Management: Field Research & Education in the Capital Region Soil Indicators Monitoring Program. Online verfügbar unter <https://www.climateagriculturebc.ca/app/uploads/FI09-Keyline-Water-Management-CRD-2018-report.pdf>, zuletzt geprüft am 28.10.2024.

Kumar, B. Mohan; Jose, Shibu (2018): Phenotypic plasticity of roots in mixed tree species agroforestry systems: review with examples from peninsular India. In: *Agroforest Syst* 92 (1), S. 59–69. DOI: 10.1007/s10457-016-0012-2.

Land Baden-Württemberg (23.06.2015): Gesetz des Landes Baden-Württemberg zum Schutz der Natur und zur Pflege der Landschaft (Naturschutzgesetz -NatSchG). § 33a - Erhaltung von Streuobstbeständen. NatSchG, vom 2023. Fundstelle: GBl. 2015 585.

Landschaftspflegeverband Aschaffenburg e.V. (Hrsg.) (2011): Pflanzung und Pflege von Streuobstbäumen. Naturgemäßer Obstbaumschnitt für die Praxis.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) (2023a): In Baden-Württemberg zugelassene Labore für die Untersuchung von Bodenproben auf Grundnährstoffen (DüV), Humus, N-Gesamt. Augustenberg.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) (Hg.) (2023b): Schwarzer Rindenbrand. Sorten- und Standortunterschiede. Unter Mitarbeit von J. Zugschwerdt und J. Hinrichs-Berger. Online verfügbar unter [https://ltz.landwirtschaft-bw.de/site/pbs-bw-mlr-root/get/documents\\_E-1478153198/MLR.LEL/PB5Documents/ltz\\_ka/Arbeitsfelder/Pflanzenschutz/Schadorganismen/Krankheiten/Pilz-Krankheiten/Schwarzer%20Rindenbrand\\_Sorten-%20und%20Standortunterschiede\\_DL/Schwarzer%20Rindenbrand\\_Sorten-%20und%20Standortunterschiede.pdf](https://ltz.landwirtschaft-bw.de/site/pbs-bw-mlr-root/get/documents_E-1478153198/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Arbeitsfelder/Pflanzenschutz/Schadorganismen/Krankheiten/Pilz-Krankheiten/Schwarzer%20Rindenbrand_Sorten-%20und%20Standortunterschiede_DL/Schwarzer%20Rindenbrand_Sorten-%20und%20Standortunterschiede.pdf), zuletzt geprüft am 29.10.2024.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) (Hg.) (2025): Information zur Düngeverordnung (DüV). Herbstdüngung. Unter Mitarbeit von A. Heckelmann, A. Kästel und H. Uckele. Karlsruhe. Online verfügbar unter [https://ltz.landwirtschaft-bw.de/site/pbs-bw-mlr-root/get/documents\\_E-](https://ltz.landwirtschaft-bw.de/site/pbs-bw-mlr-root/get/documents_E-)

---

1716810368/MLR.LEL/PB5Documents/ltz\_ka/Arbeitsfelder/Pflanzenbau/D%C3%BCngung/D%C3%BCngung%20Herbst/Information%20zur%20neuen%20D%C3%BCngverordnung-%20N-D%C3%BCngung%20auf%20Ackerland%20im%20Herbst.pdf, zuletzt geprüft am 23.03.2025.

Lang, C. P.; Zörb C. (2021): Agroforstsysteme mit Reben. Schaden/Nutzen Bäume in Weingärten. In: *Der Winzer*.

L'Association du domaine de Merval (2021): Arbres fruitiers et changement climatique. Online verfügbar unter <https://domainemervalasso.fr/arbres-fruitiers-et-changement-climatique/>.

Laub, M.; Pataczek, L.; Feuerbacher, A.; Zikeli, S.; Högy, P. (2022): Contrasting yield responses at varying levels of shade suggest different suitability of crops for dual land-use systems: a meta-analysis. In: *Agron. Sustain. Dev.* 42 (3). DOI: 10.1007/s13593-022-00783-7.

Lefroy, E. C. (1999): Preface agriculture as a mimic of natural ecosystems *Agroforestry Systems* (45), S. 7–9.

Lefroy, E. C.; Hobbs, R. J. (Hg.) (1997): Agriculture as a mimic of natural ecosystems. Unter Mitarbeit von E. C. Lefroy und R. J. Hobbs. RIRDC/LWRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program. Williams, Western Australia, 02. - 09.09.1997. Rural Industries Research and Development Corporation.

Lehrstuhl für Physische Geographie (2020): Lokales Klimaportal. Hg. v. Universität Freiburg. Online verfügbar unter <https://lokale-klimaanpassung.de/lokales-klimaportal/>, zuletzt geprüft am 23.12.2023.

Lesemann, S. (o. J.): Streuobst in der Oberlausitz. Online verfügbar unter [https://www.lanu.de/media/tyfo20342-80f46469859346c659ebac157d3d4e08/LaNU\\_Streuobst\\_Oberlausitz.pdf](https://www.lanu.de/media/tyfo20342-80f46469859346c659ebac157d3d4e08/LaNU_Streuobst_Oberlausitz.pdf), zuletzt geprüft am 31.01.2024.

Lex, S. (2018): Alte und neue Wege im Obstbau. Dachau, 2018. Online verfügbar unter <https://kreisverband-dachau.de/wp-content/uploads/sites/22/2018/03/Alte-und-neue-Wege-im-Obstbau.pdf>.

Lfl, Arbeitsgruppe Kulturlandschaft und Landschaftsentwicklung (IAB 4a) (o.J.): Merkblatt Pflanzanleitung für Streuobstbäume. Pflanzanleitung für Streuobstbäume.

- 
- Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/foerder-merkblatt\\_pflanzanleitung-streuobstbaeume.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/foerder-merkblatt_pflanzanleitung-streuobstbaeume.pdf), zuletzt geprüft am 07.03.2024.
- Lin, B. B. (2011): Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. In: *BioScience* 61 (3), S. 183–193. DOI: 10.1525/bio.2011.61.3.4.
- Lin, B. B.; Perfecto, I.; Vandermeer, J. (2008): Synergies between Agricultural Intensification and Climate Change Could Create Surprising Vulnerabilities for Crops. In: *BioScience* 58 (9), S. 847–854. DOI: 10.1641/B580911.
- Lindner, A. (2021): Planet der Früchte. In: *Pomologen-Verein, Jahreshaft 2021*, S. 6–15.
- Linkosalo, Tapio; Carter, Timothy R.; Häkkinen, Risto; Hari, Pertti (2000): Predicting spring phenology and frost damage risk of *Betula* spp. under climatic warming: a comparison of two models. In: *Tree physiology* 20 (17), S. 1175–1182. DOI: 10.1093/treephys/20.17.1175.
- Lodder, S. (2024): Unterlagen und Krankheiten, 2024. E-Mail an C. Schulz.
- Loreau, M.; Naeem, S.; Inchausti, P.; Bengtsson, J.; Grime, J. P.; Hector, A. et al. (2001): Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. In: *Science (New York, N.Y.)* 294 (5543), S. 804–808. DOI: 10.1126/science.1064088.
- LUBW (2021): Klimazukunft Baden-Württemberg - Was uns ohne effektiven Klimaschutz erwartet!
- LUBW (2022): LUBW Grafik des Monats: Pflanzen blühen immer früher. LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/blog/-/blogs/lubw-grafik-des-monats-pflanzen-bluehen-immer-frueher>, zuletzt geprüft am 16.11.2023.
- Lucas, E. (1844): Die Lehre von der Obstbaumzucht. Stuttgart: Verlag der J.B. Metzler`schen Buchhandlung.
- Lucas, E. (1848): Der Obstbau auf dem Lande : dargestellt als Entwurf einer belehrenden Instruktion für Gemeinde-Baumwärter. Stuttgart: Hoffmann`sche Verlags-Buchhandlung.

- 
- Lucas, E. (1854): Mängel und Hindernisse des Obstbau's. Stuttgart: Verlag Franz Köhler.
- Lucas, E. (1866): Kurze Anleitung zur Obstkultur. Ravensburg: Verlag der Dornschen Buchhandlungen.
- Lucas, E. (1910): Anleitung zur Obstkultur. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Lucas, E. (1914): Unterhaltungen über Obstbau. 4. Aufl. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Lucke, R.; Silbereisen, R.; Herzberger, E. (1992): Obstbäume in der Landschaft. Stuttgart: Ulmer (Ulmer-Fachbuch Obstbau und Landespflege).
- Manufaktur Jörg Geiger (2023): Bestens vorbereitet. Online verfügbar unter [https://gastro.manufaktur-joerg-geiger.de/blog/bestens-vorbereitet?utm\\_referrer=](https://gastro.manufaktur-joerg-geiger.de/blog/bestens-vorbereitet?utm_referrer=), zuletzt aktualisiert am 09.10.2023, zuletzt geprüft am 09.10.2023.
- Maringer, J. (19.10.2023): Esskastanie - Pflanzung, Pflege, Ernte. Interview mit M. Conedera. online.
- Maringer, J. (19.07.2024): Obstgehölze. Interview mit Herbert Wolz. Bad Mergentheim.
- Maringer, J. (22.07.2024): Maulbeeren, Wurzelechte Bäume, Pflanzpatronen. Interview mit Gerd Meyer. Weißenburg.
- Maringer, J. (02.09.2024): Pflanzung, Etablierung, Düngung, Bewässerung, Schnitt. Interview mit H. Nikoleit. Gomaringen. verbal.
- Mariotti, B.; Maltoni, A.; Jacobs, D. F.; Tani, A. (2015): Container effects on growth and biomass allocation in *Quercus robur* and *Juglans regia* seedlings. In: *Scandinavian Journal of Forest Research*, S. 1–15. DOI: 10.1080/02827581.2015.1023352.
- Markgraf, P. (2025): Epigentic der Apfelbäume, 12.03.2025. Schriftlich an J. Maringer. E-Mail.
- Maxwell, P. (2014): Ecological Resilience Theory : Application and Testing in Seagrass Ecosystems. Unter Mitarbeit von R. Connolly. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.25904/1912/143>, zuletzt geprüft am 28.12.2023.
- Meyer, C.; Lüscher, P.; Schulin R. (2011): Schwarzerlen fördern die Regeneration verdichteter Böden. Online verfügbar unter <https://www.waldwissen.net/de/technik->

---

und-planung/forsttechnik-und-holzernte/bodenschutz/bodenregeneration-mit-erlen, zuletzt aktualisiert am 15.12.2023, zuletzt geprüft am 15.12.2023.

Meyer, M.; Mayr, U. (2017): Eignung verschiedener Maßnahmen zur Freihaltung von Baumscheiben bei jungen Obsthochstämmen. Hg. v. Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/27347420-Eignung-verschiedener-massnahmen-zur-freihaltung-von-baumscheiben-bei-jungen-obsthochstaemmen.html>.

Meyerhoff, E. (2011): Hecken planen, pflanzen, pflegen. Eine praktische Anleitung für Landwirte. Hg. v. Bioland Beratung GmbH, Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) und Bio Austria.

Miller, B.; Bassuk, N. (2018): The Effects of Air-Root Pruning on Seedlings of Species with Taproots. In: *Proceedings IPPS* (68). Online verfügbar unter [https://www.researchgate.net/publication/334615579\\_The\\_Effects\\_of\\_Air-Root\\_Pruning\\_on\\_Seedlings\\_of\\_Species\\_with\\_Taproots](https://www.researchgate.net/publication/334615579_The_Effects_of_Air-Root_Pruning_on_Seedlings_of_Species_with_Taproots), zuletzt geprüft am 17.08.2024.

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hg.) (o. J.): Qualitätszeichen Baden-Württemberg (QZBW). Online verfügbar unter <https://streuobst.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Vermarktung/Qualitaetszeichen+BW>, zuletzt geprüft am 05.04.2024.

Moher, David; Liberati, Alessandro; Tetzlaff, Jennifer; Altman, Douglas G. (2009): Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. In: *PLoS medicine* 6 (7), e1000097. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097.

Montanaro, G.; Nuzzo, V.; Xiloyannis, C.; Dichio, B. (2018): Climate change mitigation and adaptation in agriculture: the case of the olive. In: *Journal of Water and Climate Change* 9 (4), S. 633–642. DOI: 10.2166/wcc.2018.023.

Mweta, D. E.; Akinnifesi, F. K.; Saka, J.D.K.; Makumba, W.; Chokotho, N. (2007): Green manure from prunings and mineral fertilizer affect phosphorus adsorption and uptake by maize crop in a gliricidia-maize intercropping. In: *Scientific Research and Essay* (2(10)), S. 446–453.

NABU (2024): Hecken schmecken! Kochen mit Wildfrüchten. Online verfügbar unter <https://hamburg.nabu.de/tiere-und-pflanzen/garten/gartentipps/05218.html>, zuletzt aktualisiert am 23.01.2024, zuletzt geprüft am 23.01.2024.

NABU Baden-Württemberg (Hg.) (o.J.): Früchte mögen unterschiedliche Standorte. Äpfelbäume brauchen frische Böden, Zwetschgenbäume viel Wärme. Online verfügbar unter <https://baden-wuerttemberg.nabu.de/natur-und-landschaft/landwirtschaft/streuobst/sorten/07411.html>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Nagel, M. (2024): Unterlagenvielfalt und Schwarzer Rindenbrand, 11.11.2024. E-Mail an C. Schulz. E-Mail.

Naturefund (2021): Humusaufbau durch Rinderbeweidung. Hg. v. Naturefund. Online verfügbar unter [https://www.naturefund.de/landwirtschaft\\_20/artikel/news/unsere\\_herde\\_wird\\_teil\\_unserer\\_vision](https://www.naturefund.de/landwirtschaft_20/artikel/news/unsere_herde_wird_teil_unserer_vision).

Neder, T. (2023): Zwetschge und Co. In: *OBST & GARTEN* 142, S. 6–8.

Neugebauer, K. R.; Beinlich, B.; Poschlod, P. (2005): Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis. 2. Aufl. (NNA Berichte).

Neumüller, M. (2024a): Flecken auf Quitten: Quittenblattbräune. Hg. v. Bayerisches Obstzentrum. Online verfügbar unter <https://www.obstzentrum.de/tipps/quitten-schwarze-flecken/>, zuletzt geprüft am 13.11.2024.

Neumüller, M. (2024b): Frühjahr: Pflanzzeit für Obstgehölze! Hg. v. Bayrisches Obstzentrum. Online verfügbar unter <https://www.obstzentrum.de/tipps/fruehjahrspflanzzeit-fur-obstgehölze/>, zuletzt geprüft am 18.06.2024.

Obst- Weinbau Dokuwiki (Hg.) (2022): Kernobst Birne. Standortansprüche. Online verfügbar unter [https://wissen.obstweintechnik.eu/doku.php?id=4.\\_wirtschaftlich\\_wichtige\\_obstarten:2\\_kernobst\\_-\\_birne:06\\_standortansprueche](https://wissen.obstweintechnik.eu/doku.php?id=4._wirtschaftlich_wichtige_obstarten:2_kernobst_-_birne:06_standortansprueche), zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Otterpohl, R. (2024): Regenerative Landwirtschaft. Eine profitable Landwirtschaft durch Humusaufbau. Biobauer Rapp. Ehningen (Donau), 28.09.2024.

Pasini, Felipe (2020): Multi-story tree lines. Online verfügbar unter <https://agendagotsch.com/en/multi-story-tree-lines/>.

- Peix, C. (2010): Alte Gene für neue Äpfel. Dokumentarfilm: Arte. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=6o22c7Ry2JI&t=460s>.
- Perkins, R. (2019): Regenerative agriculture. A practical whole systems guide to making small farms work. [Sunne, Sweden]: RP 59°N.
- Petruschke, M. (2023): Refia 1 und Refia 2, zwei neue Birnenunterlagen zur Bekämpfung des Birnenverfalls. Schwäbisches Mostviertel. Internationaler Birnenkongress, 15.04.2023.
- Philipp, S. (2020): Kompendium - Agroforst & Streuobst - (wie) geht das?
- Phillips, M. (2012): Holistic orchard - tree fruits and berries the biological way: Chelsea Green Publishing Co.
- Philpott, S. M.; Lin, B. B.; Jha, S.; Brines, S. J. (2008): A multi-scale assessment of hurricane impacts on agricultural landscapes based on land use and topographic features. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 128 (1-2), S. 12–20. DOI: 10.1016/j.agee.2008.04.016.
- Pirc, H. (2015): Enzyklopädie der Wildobst- und seltenen Obstarten. Graz, Stuttgart: Stocker.
- Poepplau, C.; Don, Axel; Vesterdal, L.; Leifeld, J.; van Wesemael, B. A. S.; Schumacher, J.; Gensior, A. (2011): Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone - carbon response functions as a model approach. In: *Global Change Biology* 17 (7), S. 2415–2427. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02408.x.
- Pomologen-Verein (2013): Erhalternetzwerk Obstsortenveifalt. Online verfügbar unter <http://obstsortenerhalt.de/>, zuletzt geprüft am 04.10.2023.
- Pomologen-Verein e.V. (Hrsg.) (2023): Standards der Obstbaumpflege. Empfehlungen für eine fachgerechte Pflege großkroniger Obstbäume. 2. Auflage, Stand: November 2023. Hamburg: Pomologen-Verein e.V.
- Popović-Djordjević, Jelena; Kostić, Aleksandar Ž.; Kamiloglu, Senem; Tomas, Merve; Mićanović, Nenad; Capanoglu, Esra (2023): Chemical composition, nutritional and health related properties of the medlar (*Mespilus germanica* L.): from medieval glory to underutilized fruit. In: *Phytochem Rev* 22 (6), S. 1663–1690. DOI: 10.1007/s11101-023-09883-y.

Porzig, Erhard (Hg.) (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Unter Mitarbeit von Carlheinrich Engelmann. 1. Aufl. Berlin: Dt. Landwirtschaftsverl.

Rabitsch, W.; Gollasch, S.; Isermann, M.; Starfinger, U.; Nehring, S. (2013): Erstellung einer Warnliste in Deutschland noch nicht vorkommender invasiver Tiere und Pflanzen. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben (FKZ 3510 86 0500). Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten (1.1998 - 630.2022), 331). Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript331.pdf>, zuletzt geprüft am 26.01.2024.

Rahmann, Gerold (2007): Ökologische Schaf- und Ziegenhaltung. 100 Fragen und Antworten für die Praxis. [Braunschweig]: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL).

Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hg.) (2021): LGRB-Kartenviewer. Layer GeoLa - BK50: Bodenkundliche Einheiten. Online verfügbar unter <http://maps.lgrb-bw.de/>, zuletzt geprüft am 12.02.2024.

Reid, W. (2010): Propagating Pecan and Black Walnut in Missouri (2010): University of Missouri Extension. Online verfügbar unter <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/handle/10355/7223>.

ReLaVisio - Regenerative Landwirtschaft (2023): Unser Boden schwimmt davon! Der Kampf gegen die Erosion | LfL Bayern | SoilEvolution 2021. YouTube. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=9pbaQM-uhN0>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.

Rigby, J. R.; Porporato, Amilcare (2008): Spring frost risk in a changing climate. In: *Geophysical Research Letters* 35 (12), Artikel 2008GL033955. DOI: 10.1029/2008GL033955.

Ringler, A.; Roßmann, D.; Steidl, I. (1997): Hecken und Feldgehölze - Landschaftspflegekonzept Bayern. Unter Mitarbeit von Alpeninstitut GmbH, Bremen. München: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen; Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Online verfügbar unter [https://www.anl.bayern.de/publikationen/landschaftspflegekonzept/doc/lp12\\_hecken\\_1997\\_00\\_gesamt.pdf](https://www.anl.bayern.de/publikationen/landschaftspflegekonzept/doc/lp12_hecken_1997_00_gesamt.pdf), zuletzt geprüft am 05.06.2024.

- Rochette, P.; Bélanger, G.; Castonguay, Y.; Bootsma, A.; Mongrain, D. (2004): Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada. In: *Can. J. Plant Sci.* 84 (4), S. 1113–1125. DOI: 10.4141/P03-177.
- Röhrig, G. (o.J.): Die Maulbeere. Hg. v. LVWO Weinsberg. Online verfügbar unter [https://www.berliner-woche.de/prenzlauer-berg/c-kultur/maulbeerbaeume-und-die-seidenproduktion\\_a135953](https://www.berliner-woche.de/prenzlauer-berg/c-kultur/maulbeerbaeume-und-die-seidenproduktion_a135953), zuletzt geprüft am 28.02.2024.
- Roos, B. (2023): Nährstoffversorgung im Streuobstanbau. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 11.07.2023.
- Rueß, F. (2020): Auswirkungen der Klimaverschiebung auf den Obstanbau und das Spätfrostisiko in der mittleren Neckarregion.
- San-Miguel-Ayanz, J.; de Rigo, D.; Caudullo, G.; Houston Durrant, T.; Mauri, A. (Hg.) (2016): European Atlas of Forest Tree Species. Luxembourg: Publ. Off.
- Savanna Institute (Hg.) (2019): Understanding Agroforestry. Windbreaks. Strips of trees and shrubs designed to enhance crop or livestock production while providing conservation benefits.
- Schaal, G. (1921): Das Obstbuch. Praktisches Handbuch für den Obstzüchter, Gartenliebhaber und Baumwart.: Eugen Ulmer.
- Schliebner, S.; Decker, P.; Schlitt, M. (2023): Streuobst im Klimawandel. Ein Leitfadens.
- Schmidt, H.-P.; Hagemann, N.; Abächerli, F.; Leifeld, J.; Bucheli, T. (2021): Pflanzenkohle in der Landwirtschaft. Hintergründe zur Düngertilgung und Potentialabklärung für die Schaffung von Kohlenstoff-Senken. Hg. v. Agroscope Science.
- Schmitz, A.; Roig, S.; Isselstein, J.; López-Sánchez, A. (2016): Nachhaltige Beweidung von Streuobstgrünland: Zum Einfluss unterschiedlicher Weidetiere (Rind, Schaf, Pferd) auf die pflanzliche Artenvielfalt und Baumgesundheit. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V. Luxemburg, 25.08.2016.
- Schroth, G.; Krauss, U.; Gasparotto, L.; Duarte Aguilar, J. A.; Vohland, K. (2000): Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. In: *Agroforest Syst* 50 (3), S. 199–241. DOI: 10.1023/A:1006468103914.

---

Schwabe, C. (2000): Managementauswirkungen auf Reproduktion und Abundanz von Orthopteren in Streuobstwiesen. Dissertation. Universität Hohenheim, Hohenheim. Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie. Online verfügbar unter [http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2000/6/pdf/Dokument\\_1.pdf](http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2000/6/pdf/Dokument_1.pdf), zuletzt geprüft am 05.12.2023.

Schwarzer, Stefan (2023): Agroforst Mittwoch RingVL. Aufbäumen gegen die Dürre. Agroforestry.Community (Regie). YouTube. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=XrFI7O3AOcY>, zuletzt geprüft am 18.01.2024.

Shafikulgarden (2024): Apple tree propagation by air layering using Aloe Vera - easy method. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=pQQUEwMJ4bE>, zuletzt geprüft am 17.08.2024.

Shepard, Mark (2013): Restoration agriculture. Real-world permaculture for farmers. Austin, Texas: Acres U.S.A.

Siegele, A. (2023): Praxisnahe Maßnahmen zur Verminderung von Trockenstress. 17. Landesweiter Streuobsttag Baden-Württemberg. Hochstamm Deutschland; Ministerium für ländlichen Raum. Stuttgart, 13.05.2023.

Siegler, H. (2024): Wenn das Wetter Schäden bringt. In: *OBST & GARTEN* 143 (7), S. 6–9.

Simard, Suzanne W.; Perry, David A.; Jones, Melanie D.; Myrold, David D.; Durall, Daniel M.; Molina, Randy (1997): Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. In: *Nature* 388 (6642), S. 579–582. DOI: 10.1038/41557.

Singh, D.; Mathimaran, N.; Boller, T.; Kahmen, A. (2019): Bioirrigation: a common mycorrhizal network facilitates the water transfer from deep-rooted pigeon pea to shallow-rooted finger millet under drought. In: *Plant Soil* 440 (1-2), S. 277–292. DOI: 10.1007/s11104-019-04082-1.

Skala, S.; Skala, M. (2023): Das Prinzip Waldgarten. In 7 Schichten Gemüse, Obst, Kräuter, Nüsse und Beeren wachsen lassen. 1. Aufl.: Löwenzahn.

Spiecker, H.; Mathias Brix, M.; Bender, B.; Chalmin, A.; Möndel, A.; Mastel, K. et al. (2009): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung. Schlussbericht des Projektes Agroforst.

- Stadler-Kaulich, N. (2021): Dynamischer Agroforst. Fruchtbarer Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte. Unter Mitarbeit von Eliza Kaulich. München: Oekom Verlag.
- Stöckl, G. (2013): Unternutzung von Streuobstwiesen - Kostenfaktor oder Chance? Bio-Streuobsttagung. Lfl Freising. Freising, 31.01.2013. Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst\\_\\_ckl.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst__ckl.pdf), zuletzt geprüft am 05.01.2024.
- Stöckli, S. (2019): Klimafolgemodelle für Schadorganismen in der Landwirtschaft: Schwerpunkt Biolandbau und Agrarökologie. Unter Mitarbeit von D. Felder, V. Page, A. Fischer und P. Calanca. Online verfügbar unter <https://www.fibl.org/de/themen/projekt Datenbank/projektitem/project/1552>, zuletzt geprüft am 23.12.2023.
- Streuobstwiesen-Bündnis Niedersachsen e.V. (2023): Der Einfluss des Klimawandels auf Streuobstwiesen. Online verfügbar unter <https://streuobstwiesen-buendnis-niedersachsen.de/impressum>, zuletzt aktualisiert am 06.11.2023, zuletzt geprüft am 06.11.2023.
- Streuobstziege.de (o. J.): Beweidung. Streuobstziege.de. Online verfügbar unter <http://www.streuobstziege.de/beweidung/>, zuletzt geprüft am 05.01.2024.
- Stroh, Michael; Storm, Christian; Zehm, Andreas; Schwabe, Angelika (2002): Restorative grazing as a tool for directed succession with diaspore inoculation: the model of sand ecosystems. In: *phyto* 32 (4), S. 595–625. DOI: 10.1127/0340-269X/2002/0032-0595.
- Teuling, Adriaan J.; Badts, Emile A. G. de; Jansen, Femke A.; Fuchs, Richard; Buitink, Joost; van Hoek Dijke, Anne J.; Sterling, Shannon M. (2019): Climate change, reforestation/afforestation, and urbanization impacts on evapotranspiration and streamflow in Europe. In: *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 23 (9), S. 3631–3652. DOI: 10.5194/hess-23-3631-2019.
- Thomas, Sean C.; Gale, Nigel (2015): Biochar and forest restoration: a review and meta-analysis of tree growth responses. In: *New Forests* 46 (5-6), S. 931–946. DOI: 10.1007/s11056-015-9491-7.
- Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) (Hrsg.) (2022): Handlungskonzept Streuobst Thüringen. Fachliche Standards zur Pflanzung und Pflege für die Eingriffsregelung und Förderung.

- Verein für Regenerative Landwirtschaft e.V. (2018): Workshop mit Ernst Götsch. Online verfügbar unter <https://www.ernstgoetschworkshop.de/>, zuletzt aktualisiert am 31.01.2024, zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- Verge Permaculture (Hg.) (2024): Contour Map Generator. Next generation contour maps for regenerative farming. Online verfügbar unter <https://contourmapgenerator.com/?#3/37.90/-44.60>, zuletzt geprüft am 29.10.2024.
- Veste, Maik; Böhm, Christian (2018): Agrarholz – Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Wallace, J. S. (1997): Evaporation and radiation interception by neighbouring plants. In: *Quart J Royal Meteor Soc* 123 (543), S. 1885–1905. DOI: 10.1002/qj.49712354306.
- Wiesmeier, Martin; Mayer, Stefanie; Paul, Carsten; Helming, Katharina; Don, Axel; Franko, Uwe et al. (2020): CO<sub>2</sub>-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen.
- Wilfling, A.; Braun-Stehlik, M. (2024): Sämlingsvermehrung & Direktsaat – Herstellung von klimafitten Unterlagen für den Hochstamm-Streuobstbau. IP-AGRI Projektes SUPERHOCHSTÄMME – Klimaresiliente Mehrnutzen-Hochstamm-Produktionssysteme (M-HPS) für eine zukunftsfähige Bewirtschaftung im Obstbau, 13.02.2024. Online verfügbar unter <https://www.obstbaumschnittschule.de/kurs/webseminar-saemlingsvermehrung-direktsaat-herstellung-von-klimafitten-unterlagen-fuer-den-hochstamm-streuobstbau-2024/>, zuletzt geprüft am 17.08.2024.
- Wilfling, A.; Grolm, M. (2024): Tageskurs klimafitte Sämlinge ziehen I – 2024 – TH/Mitte – Erfurt – Nussbaumhof. Hg. v. Obstbaumschnittschule. Online verfügbar unter <https://www.obstbaumschnittschule.de/kurs/tk-saemlinge-2024-i-th/>, zuletzt geprüft am 18.04.2024.
- Wilinger, G. (2022): Streuobstwiesen, das Paradies von nebenan. Spektrum. Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/news/streuobstwiesen-gutes-obst-so-nahe/2043097>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.
- Wurzelwissen (Hg.) (2024): Maulbeere. Alles zu Anbau, Pflege und Ernte. Online verfügbar unter <https://www.wurzelwissen.de/maulbeere-alles-zu-anbau-pflege-und-ernte/>, zuletzt geprüft am 28.02.2024.

---

Yeomans, K. B.; Yeomans, P. A. (Hg.) (2008): Water for Every Farm. Yeomans Keyline Plan. 2008 edition. Australia Fair Southport, Queensland: Keyline Designs.

Zahn, A. (2014a): Beweidung mit Rindern. In: B. Burkart-Aicher (Hg.): Online-Handbuch ‚Beweidung im Naturschutz‘, Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).

Zahn, A. (2014b): Beweidung mit Schweinen. In: B. Burkart-Aicher (Hg.): Online-Handbuch ‚Beweidung im Naturschutz‘, Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).

Zahn, A. (2014c): Beweidung mit Ziegen. In: B. Burkart-Aicher (Hg.): Online-Handbuch ‚Beweidung im Naturschutz‘, Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).

Zahn, N.; Franke, S.; Schleip, I.; Röwekamp, J. (2023): Schützt Mob-Grazing Böden und Erträge? In: *Ökologie und Landbau* (03), S. 22–24.

Zehnder, M. (2010): Düngung von Streuobstwiesen.

Zehnder, M. (2024): Der Oeschbergschnitt. Erziehung einer stabilen Hochstammkrone. Hg. v. Beratungskräfte Obstbau, Garten und Landschaft Baden-Württemberg e.V. (BOGL). Online verfügbar unter <https://www.bogl-bw.de/oeschbergschnitt/>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.

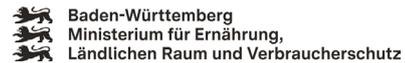
## Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten



## Impressum

### Herausgeber

Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz  
Baden-Württemberg  
Kernerplatz 10, 70182 Stuttgart.



### Projektleitung

Dr.-Ing. Janet Maringer

### Autoren

Dr.-Ing. Janet Maringer, Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH  
B.Sc. Mika Radtke, Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH  
Christoph Schulz, Ingenieurbüro Christoph Schulz

### Stand oder Veröffentlichung

08/ 2025, 1. Auflage

### Layout, Grafik, Illustration

Dr.-Ing. Janet Maringer

### Bildrechte

Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH

**Zitierweise**

Maringer, J.; Radtke, M.; Schulz, C. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart.

**Zitation ausgewählter Kapitel**

**Artensteckbrief Feigen:** Rudolph, M.; Maringer, J. (2025): Feige. *In* Maringer, J. et al. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 61.

**Artensteckbrief Walnuss:** Wolz, H.; Maringer, J. (2025): Walnuss. *In* Maringer, J. et al. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 52.

**Artensteckbrief Maulbeere:** Meyer, G.; Maringer, J. (2025): Maulbeere. *In* Maringer, J. et al. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 57.

**Artensteckbrief Elsbeere:** Pyttel, P. (2025): Elsbeere. *In* Maringer, J. et al. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 55.

**Artensteckbrief Speierling:** Pyttel, P. (2025): Speierling. *In* Maringer, J. et al. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 54.

**Artensteckbrief Quitte:** Rudolph, M. (2025): Quitte. *In* Maringer, J. et al. (2024). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 49.

**Steckbrief Apfel:** Bannier, H.-J. (2025): Grundsätze einer Sortenwahl für Apfelbäume im Streuobst. *In* Maringer, J. et al. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 42.

**Steckbrief Zwetschge & Co:** Hartmann, W. (2025): Zwetschge & Co. *In* Maringer, J. et al. (2025). Design- und Managementprinzipien für klimaresiliente Streuobstwiesen & alternative Baumarten. Hsg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart. Seite 48.

## Inhaltsverzeichnis

Einleitung	8
Stellschrauben im Streuobstanbau	11
Planungsgrundlagen	11
<b>Teil 1   Bestandsstruktur</b>	
Windschutzhecken	18
Schattenbäume	21
Komplexe Obstanbausysteme	23
Arbeiten entlang von Konturlinien	36
Keyline-Design	36
<b>Teil 2   Baumartensteckbriefe</b>	
Aufbau Artensteckbriefe	40
Apfel	42
Birne	47
Zwetschge & Co.	48
Quitte	49
Aprikose	50
Pfirsich	51
Walnuss	52
Speierling	54
Elsbeere	55
Mispel	56
Maulbeere	57
Esskastanie	58
Mandel	60
Feige	61
Erle	63
Pappel	64
Weide	65
Baumschulen	67

**Teil 3 | Pflanzung und Etablierung**

Checklisten	69
Gut verwurzelt	70
Gekaufte Pflanzware	74
Pflanzeitpunkt	74
Zusatzstoffe	74
Pflanzung	76
Begleitbaumarten (Ammenbäume)	79

**Teil 4 | Bewirtschaftung**

Nährstoffversorgung	83
Nährstoffkreisläufe schließen	87
- Wie man Rohstoffe aus einem landschaftspflegerischem Abfallprodukt gewinnt -	87
Beweidung mit Tieren	89

<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>93</b>
---------------------------	-----------

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Darstellung der Planungsschritte für eine Neuanlage.

Abb. 2: Windschutzhecke 90° zur Hauptwindrichtung und erzeugte Wind-Ruhezone in Abhängigkeit der Heckenhöhe.

Abb. 3: Windverlauf und Windruhezonen bei zwei Hecken.

Abb. 4: Schattenbaum (Überhälter) mit Obstbäumen. Der Pflanzabstand zwischen Schatten- und Obstbaum sollte sich nach dem Sonnenverlauf richten.

Abb. 5: Aufbau komplexer Fruchtanbausysteme mit ca. 20% Bedeckung mit Schattenbäumen in der oberen Ebene, ca. 40% Bedeckung in der Baumkronen-Schicht, ca. 60% Bedeckung in der mittleren Schicht mit niedrig wachsenden Obstbäumen und ca. 80% Bedeckung in der unteren Schicht mit Sträuchern.

Abb. 7: Trockenmauer als Sonnenfalle für wärmeliebende Baumarten und als Lebensraum für Eidechsen.

Abb. 6: Totholzhaufen als Lebensraum für Tiere

Abb. 9: Waldgarten mit Kraterbeet im Vordergrund (Bernhard Gruber)

Abb. 10: (rechts) Streifenförmige Anpflanzung eines mehrschichtigen Waldgartenstreifens (Bernhard Gruber).

Abb. 8: Pilzzucht an den Rändern des Waldgartens (K. Dreher)

Abb. 11: Sämling herangezogen in einer Pflanzpatrone aus abbaubarem Material (aufgenommen bei Botanik Weißenburg).

Abb. 12: Qualitativ hochwertige Ware aus einer Baumschule mit viel Wurzelwerk und selbst gezüchteten Unterlagen vor Ort.

Abb. 13: Links fast verfülltes Pflanzloch mit ausgebreiteten Wurzeln, rechts nach der Pflanzung ist der Wurzelhals 15 cm über der Bodenoberkante (verändert nach Böttner 1914).

Abb. 14: Erlen als Ammenbäume neben einem Apfelbaum.

Abb. 15: Pflanzenstoffwechsel-Pyramide.

Abb. 16: Beweidung von Streuobstwiesen mit Wald- und Krainer Steinschafen.

Abb. 17: Eng abgesteckte Weiden, welche kurzzeitig mit hoher Viehbesatzdichte beweidet werden.

Abb. 18: Biomasse wird zu einem großen Anteil niedergetrampelt und dient als Mulchschicht.

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Kurzübersicht über potentielle Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf Streuobstwiesen.

Tab. 2: Faktoren für die Planung einer Streuobstwiese.

Tab. 3: Empfehlungsliste für extensiv bewirtschaftete Streuobstwiesen.

## Glossar

**Allelopathie** nennt man den Prozess, wenn Pflanzen chemische Substanzen in ihre Umgebung freisetzen, die das Wachstum, die Keimung oder das Überleben von benachbarten Pflanzen, Mikroorganismen oder anderen Organismen beeinflussen oder hemmen.

**Alternanz** bezeichnet jährliche Schwankungen im Fruchtertrag bei Obstbäumen.

**Dormanz** bei (Kernobst-)Bäumen bezieht sich auf den Ruhezustand der Bäume, in dem sie kein aktives Wachstum zeigen.

**Ökologische Nische** bezeichnet den spezifischen Raum im Ökosystem, den eine Art zum Überleben, Wachsen und Fortpflanzen nutzt.

**Sukzession** ist der schrittweise Wandel eines Lebensraums über Zeit hinweg, in dem sich Artenzusammensetzung und Struktur eines Ökosystems verändern.

## Einleitung

Streuobstwiesen sind historisch gewachsene traditionelle Anbausysteme in Europa. Ursprünglich von den Römern eingeführt, sind sie heute vor allem in Baden-Württemberg und Bayern verbreitet. Wie viele andere traditionelle landwirtschaftliche Systeme auch, sind Streuobstwiesen neben dem Klimawandel vom raschen globalen, technologischen und gesellschaftlichen Wandel bedroht. Die FAO (2023)<sup>1</sup> bezeichnet traditionell bewirtschaftete Systeme, wie Streuobstwiesen als hochproduktiv, da sie anders als landwirtschaftlich intensiv bewirtschaftete Flächen nicht von großen Nährstoff- und Energiezufuhren abhängen. In Zeiten von Ressourcenknappheit gewinnen sie daher an Relevanz bei der nachhaltigen Ausrichtung landwirtschaftlicher Produktionssysteme. Hinzu kommt die große Vielfalt an Tier-, Pflanzen- und Pilzarten sowie über 6.000 Obstsorten<sup>2</sup>, welche in Zeiten des Klimawandels eine hohe genetische Flexibilität darstellen können.

Unter sich verändernden klimatischen Bedingungen sind Streuobstwiesen zunehmend mehr Trockenheit, wärmeren Wintertemperaturen und potenziell häufigeren Stürmen, Hagel- und Starkniederschlagsereignissen ausgesetzt. Da die Artenzusammensetzung und Struktur traditioneller Streuobstwiesen durch die

Bewirtschaftung bestimmt wird, ist diese eine Stellenschraube, um auf die Auswirkungen des Klimawandels zu reagieren. Ziel der vorliegenden Broschüre ist es, den Bewirtschafterinnen und Bewirtschaftern Anregungen für eine klimaresiliente Gestaltung ihrer Streuobstwiese zu geben.

Die im Nachfolgenden beschriebenen Gestaltungsmöglichkeiten basieren auf Erkenntnissen einer umfangreichen Literaturrecherche und auf Befragungen von in- und ausländischen Expertinnen und Experten aus Forschung und vor allem der Praxis. Ausführliche Hintergrundinformationen zu den in der vorliegenden Broschüre dargestellten Aspekten sind im Projektbericht „Klimawandelanpassung im Streuobst - Potentialstudie für klimaresiliente Bewirtschaftungssysteme und Erprobung alternativer Baumarten und Anbausysteme“<sup>3</sup> dargestellt.

Dabei sind viele Ansätze nicht neu, sondern stammen aus Büchern des 19. Jahrhunderts kombiniert mit anderen Obstbaukulturen.

Die vorliegende Broschüre dient nicht als Pflanz- und Pflegeanleitung, sondern vielmehr als Inspirationsquelle mit Verweisen auf weiterführende Literatur.



pexels

## Herausforderungen & Bedrohungen

Heutzutage steht der Streuobstanbau vor neuen Herausforderungen und Bedrohungen, von denen einige im Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen. Zunehmende Erwärmung und Trockenheit sowie eine Häufung extremer Wetterereignisse, wie beispielsweise Hitzewellen und Starkniederschläge, sind nur einige der Probleme, mit denen Erzeugerinnen und Erzeuger in den kommenden Jahrzehnten zu kämpfen haben werden. Hinzu kommt eine starke Überalterung der Streuobstwiesenbewirtschafterinnen und -bewirtschaftler. Als Folge ist eine kontinuierliche Bewirtschaftung der Streuobstwiesen vielerorts nicht mehr gewährleistet. In der Landschaft findet dies Ausdruck durch ein extremes Pflegedefizit vieler Bestände<sup>4</sup>. Zentrale Herausforderung im 21. Jahrhundert ist es deshalb, Streuobstwiesen zu ökonomisch attraktiven und klimaresilienten Systemen weiterzuentwickeln bzw.

aktiv umzugestalten. **Tab. 1** gibt eine kurze Übersicht über die Konsequenzen und potentiellen Auswirkungen klimatischer Veränderungen.

Schlüsselrollen im Erhalt von Streuobstwiesen sind:

- Beibehaltung oder Wiedereinführung einer aktiven Bewirtschaftung mit geringem zeitlichen Aufwand,
- Erhöhungen der Arten- und Strukturvielfalt für eine geringere Vulnerabilität (Kapitel Bestandesstruktur),
- Pflanzung mit zum jeweiligen Standort passenden Baumarten/ -sorten (Kapitel Baumartensteckbriefe),
- richtiges Pflanzen und Pflegen der Bäume (Kapitel Pflanzung und Etablierung).

**Tab. 1: Kurzübersicht über potentielle Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf Streuobstwiesen.**

Grund	Konsequenz	potentielle Auswirkung
trockenere Sommer	Dürre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weniger pflanzenverfügbares Wasser während der Vegetationsperiode stresst die Pflanzen.</li> <li>• Bei lang anhaltenden Trockenperioden führt dies zu frühzeitiger Entlaubung, geringerer Entwicklung der Früchte oder deren verfrühten Fall.</li> </ul>
höhere Temperaturen	wärmere sommerliche Temperaturen und längere Vegetationsperioden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhter Schädlingsdruck durch Einwanderung neuer Schädlinge und/ oder mehr Reproduktionszyklen innerhalb eines Jahres.</li> <li>• Trockenstress</li> <li>• Anbaumöglichkeiten anderer Obstarten/ -sorten</li> <li>• Änderung in der Artenzusammensetzung des Unterwuchses (Wiesenarten)</li> </ul>
	wärmere Frühjahre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfrühte Blüte mit erhöhter Spätfrostgefahr</li> </ul>
	wärmere Winter weniger Frostereignisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Überlebensraten von Schadorganismen, welche einen höheren Druck auf die Bäume ausüben.</li> <li>• benötigte Dormanz ist nicht mehr (jährlich) gegeben</li> <li>• Unzureichende Perioden der Vernalisation mit unterschiedlichen Auswirkungen auf Apfelsorten (Spätfrostgefahr, verfrühte Blüte, Diskontinuität zwischen Bestäuber und Blüte).</li> <li>• Warme Winter in Kombination mit feuchter und windiger Witterung erhöht die Gefahr von Windbruch</li> </ul>
Extremereignisse	Hagel Sturm Starkniederschläge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windbruch</li> <li>• Schädigung von Früchten, Blättern oder Bäumen</li> <li>• Bodenerosion</li> </ul>



## Stellschrauben im Streuobstanbau

Ungestörte Ökosysteme wie Wälder oder Flusslandschaften funktionieren wie ein Uhrwerk. Alles greift ineinander, alles ist in einem Kreislauf. Solche Ökosysteme gelten als sehr widerstandsfähig gegenüber Störungen und extremen klimatischen Schwankungen, weshalb ihre Funktionsprinzipien immer häufiger in land- und forstwirtschaftliche Systeme übertragen werden.

Zentrale Bestandteile des Ansatzes sind:

- die Wahrung bzw. Förderung einer hohen Pluralität an Bodenorganismen (Mikroorganismen, Pilzmyzel) als Grundlage einer effektiven Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit,
- der Einsatz von Nutzpflanzen und -tieren entsprechend ihren ökologischen Nischen,

- die Förderung synergetischer Beziehungen
- sowie die Erhöhung des Bodenwasserspeichervermögens<sup>5, 6, 7</sup>.

Stellschrauben, wie Streuobstwiesen zukunftsfähig gestaltet werden können, liegen in der Anpassung des Bestandsklimas (Mikroklima), der Wasserinfiltration und -speicherung im Boden, der Bodenfruchtbarkeit mit einhergehender Nährstoffverfügbarkeit sowie der Förderung von Wurzelsymbionten. Tiefergehende Ausführungen zu diesen Themen bietet der Endbericht zum Projekt „Klimawandelanpassungen im Streuobst – Potentialstudie für klimaresiliente Bewirtschaftungssysteme und Erprobung alternativer Baumarten und Anbausysteme“<sup>3</sup>.

## Planungsgrundlagen

Bevor es an die Planung einer Obstwiese geht, müssen Sie für sich einige Fragen klären.

Grundlegend sind die Standortfaktoren Boden und Klima zu beachten. Ist der Standort grundsätzlich für den Obstanbau geeignet, muss die richtige Wahl der Baumarten und -sorten und Unterlagen getroffen werden. Passen Standort- und Baumartencharakteristiken nicht zusammen, dann werden die Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Bestandesetablierung nicht erfüllt. In der nachfolgende Tabelle (**Tab. 2**) sind zu berücksichtigende Faktoren dargestellt. Dort, wo es möglich war, werden Optima und Einschränkungen erläutert und Hinweise auf bestimmte Kapitel gegeben. Grundsätzlich muss bei der Neugestaltung oder auch

beim Umbau einer Streuobstwiese zunächst das Ziel klar definiert sein. Soll das Obst für den Eigenverbrauch oder zu Vermarktungszwecken produziert werden? Es ist zu klären, ob Tafelobst, Mostobst oder Obst für die Brennerei produziert werden soll. Oder besteht bei der Anlage einer Streuobstwiese nur ein naturschutzfachliches Ziel? Oder beides?

Grundsätzlich sind im jeweiligen Einzelfall für die Planung einschlägige naturschutzrechtliche Vorschriften zu beachten. Eine vorherige Abstimmung mit der zuständigen Unteren Naturschutzbehörde wird deshalb empfohlen.

Tab. 2: Faktoren für die Planung einer Streuobstwiese.

Faktoren	Auswahl/ Optimum	Einschränkungen	zu beachten
<b>Fläche</b>			
Größe der zu be-pflanzenden Fläche	>2000 m <sup>2</sup>	auf sehr langen, schmalen Flächen oder sehr kleinen Flächen sind nicht alle strukturellen Elemente umsetzbar	Nachbarschaftsrecht
Position am Hang/ Hangneigung	Kaltluft muss abfließen	Wasserverfügbarkeit bei flachgründigen Böden	Windschutzhecken Seite 18 Keyline Design Seite 36
Hangexposition	Nordhänge sind Südhängen vorzuziehen (bessere Wasserverfügbarkeit, spätere Blüte, geringe Sonnenbrandgefahr, weniger Schädlingsdruck)		
<b>(Mikro-)Klima</b>			
Jahresdurchschnittstemperatur [°C]	>6 °C		
Spätfröste	keine	Achtung: in Senken können sich Kaltluftseen bilden	Windschutzhecken Seite 18 spätblühende Sorten pflanzen Seite 42
Windexposition			Windschutzhecken Seite 18 Begleitbaumarten Seite 79
Jahresniederschläge [mm]	mind. 600 mm/ Jahr		Baumartenwahl Seite 40 gut ausgebildetes Wurzelsystem, richtige Unterlage Seite 70
Tiefsttemperaturen im Winter [°C]			Sortenwahl beachten, milde Winter können Schädlinge begünstigen
USDA Winterhärtezone			Baumartenwahl Seite 40
<b>Bodenverhältnisse</b>			
Oberboden (A-Horizont) Verwitterungshorizont (B-Horizont)	tiefgründige, fruchtbare Böden mit gleichmäßiger Wasserführung oder bei flachgründigen Böden Anschluss ans Grundwasser		kontinuierlicher Humusaufbau
pH-Wert	leicht sauer bis neutral: pH-Wert von 5,5 bis 7,5	Obstbaumartenwahl beachten!	ggf. bodenverbessernde Maßnahmen wie Humusaufbau und Düngung Seite 83

Faktoren	Auswahl/ Optimum	Einschränkungen	zu beachten
pflanzenverfügbares Wasser	nutzbare Feldkapazität von 150 bis 200 mm/ m		
Humusanteil	mind. 3% im Oberboden		Humusaufbauende Maßnahmen
magere/ ausgehagerte Standorte			Diese sind zu meiden, weil den Bäumen zu wenig Nährstoffe zur Verfügung stehen.
Stauanasse oder periodisch überflutete Standorte			Diese sind zu meiden.
Bodenart (Sand, Schluff, Ton)	Lehm		Bei zu hohem Tonanteil ist nicht alles Wasser im Boden pflanzenverfügbar. Dominiert Sand im Boden, dann wird wenig Wasser im Boden gehalten. Dabei gilt, dass ein hoher Humusanteil diesen Aspekt regulieren kann. Siehe „Einfache Bodenprobe“ Seite 14
<b>Ausgangsgestein</b>			Je nach Säuregrad ist die Nährstoffverfügbarkeit eingeschränkt, Düngung und Pflanzenwahl sind zu beachten.
<b>Unternutzung</b>	maschinelle Pflege Beweidung manuelle Pflege Erholungsraum	naturschutzfachlicher Status des Grünlands beachten	Je nach Art der Unternutzung müssen die Baumabstände und Strukturen gewählt werden.
<b>Wahl der Obstarten/-sorten</b>	Eigenbedarf (ganzjährige, saisonelle Versorgung) Verkauf, Brennerei, Mostobst Alternanz standortangepasste Arten	rechtliche Situationen beachten (ggf. Abstimmung mit den zuständigen Behörden)	Baumartenwahl Seite 40
<b>Weitere wichtige Faktoren</b>			
verfügbare Arbeitszeit			Die zu leistende Arbeitszeit variiert je nach Komplexitätsgrad und Alter des Bestandes.
verfügbare Finanzressourcen			

## Einfache Bodenprobe

Auf eine sehr einfache Weise kann die Bodenart in einem Test bestimmt werden. Die Bodenart gibt Auskunft darüber, welche Korngrößenverteilung im Boden vorliegt; sprich, zu welchen Anteilen ein Boden aus Ton, Schluff und Sand aufgebaut ist. Davon lassen sich ableiten:

- Wasserhaltefähigkeit,
- Nährstoffverfügbarkeit,
- Luftdurchlässigkeit und Belüftung,
- Bodenerwärmung,
- Erosionsanfälligkeit und
- Bodenverdichtung.

Ein idealer Boden besteht aus 30% Ton, 40% Schluff und 30% Sand. Eine solche Mischung wird auch als Lehm bezeichnet und hat viele Vorteile: Lehm hält Niederschlagswasser gut im Boden und gibt es langsam ab, wodurch Pflanzen länger mit Wasser versorgt sind. Lehm-Böden sind in der Regel nährstoffreicher, als Sandböden. Tonböden enthalten zwar sehr viele Nährstoffe und können einen hohen Wassergehalt

aufweisen, beides ist jedoch zu einem sehr großen Teil zu fest an den Tonteilchen gebunden. Somit sind Wasser und Nährstoffe nicht immer pflanzenverfügbar. Die Luftdurchlässigkeit ist bei Sand- im Gegensatz zu Tonböden sehr günstig, wodurch den Pflanzen mehr Wurzelraum zur Verfügung steht.

Im Frühjahr erwärmen sich Sandböden schneller als schwere Tonböden. Sandböden können allerdings in trockenen Frühjahren schneller austrocknen. Lehm-böden erwärmen sich hingegen moderat und bieten ein ausgeglichenes Klima für die Pflanzen.

**Achtung!**

Sandböden ohne humosen Oberboden sind erosions-anfällig.

Schwere, sehr tonhaltige Böden neigen zur Verdichtung und sind im feuchten Zustand nicht zu bearbeiten (irreversible Verdichtungen durch schwere Landmaschinen). Man nennt diese Böden auch „Minutenböden“, da sie nur in einem sehr engen Zeitraum zwischen zu feucht und zu trocken überhaupt gut bearbeitbar sind.



Boden besteht selten rein aus Ton oder Sand, er ist vielmehr ein Gemisch aus Partikeln unterschiedlicher Größen. Um die im Boden enthaltenen Anteile zu bestimmen, werden ca. 2 cm Bodenprobe aus dem Mineralhorizont (ca. 30 cm Tiefe) in ein Einmachglas gefüllt und der Rest wird mit Wasser aufgefüllt. Dazu 1 TL Geschirrspülmittel geben, um die Bodenpartikel zu trennen. Glas fest verschrauben, gut schütteln und 24 Stunden bei Raumtemperatur ruhen lassen.



Nach 24 Stunden haben sich die Bodenpartikel entsprechend ihrer Dichte im Glas abgesetzt. Zu oberst befindet sich Wasser, dann Ton, Schluff und am Boden Sand.

Misst man die Schichtendicke von Ton, Schluff und Sand und rechnet ihren prozentualen Anteil aus, kann man die Bodenart ableiten.

## Jetzt geht's ans Planen!

Die zusammengestellten Planungsfaktoren bilden die standörtlichen Rahmenbedingungen für die zu bepflanzende Fläche, aber auch für Nachpflanzungen und Umgestaltungsmaßnahmen.

In den nachfolgenden Kapiteln können Sie sich Anregungen holen, welche Maßnahmen ergriffen und welche Baumarten und -sorten gepflanzt werden können. Wir empfehlen die Schritte, dargestellt in **Abb. 1** zu beachten und sich Notizen beim Lesen dieser Arbeitshilfe zu machen.

Häufig sind Entwicklungszustände von neu gepflanzten Beständen in 20 - 30 Jahren schwer abzuschätzen. Auch wenn wir versucht haben Platzansprüche unterschiedlicher Arten im Kapitel Baumarten darzustellen, zeigt die Praxis, dass Bäume häufig zu eng gepflanzt werden. Einige Planungstools können helfen,

Pflanzpunkte zu verorten und Entwicklungszustände darzustellen. Die einfachste Methode ist auf einem ausgedrucktem Luftbild Punkte und maßstabgetreue Kronendurchmesser einzuzeichnen. Professionelle, aber kostenfreie digitale Systeme sind QGIS und das Planungstool INTEGRA. Letztgenanntes ist über den QR Code abrufbar. QGIS muss lokal auf dem Rechner installiert werden und benötigt Vorkenntnisse für eine sichere Anwendung.



## INTEGRA- Planungstool

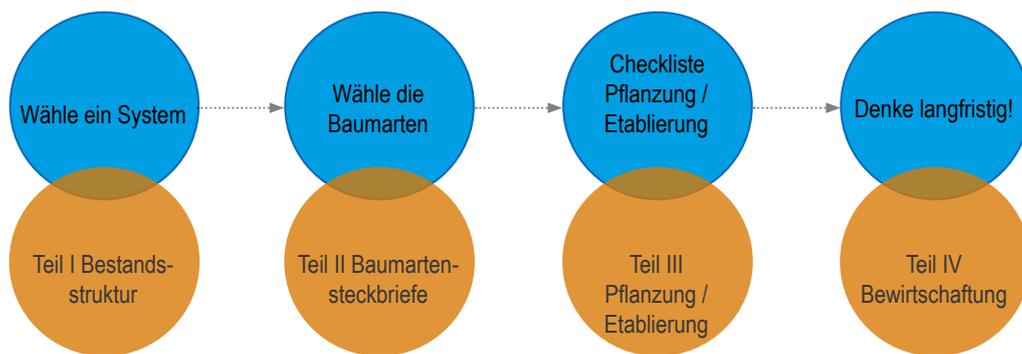
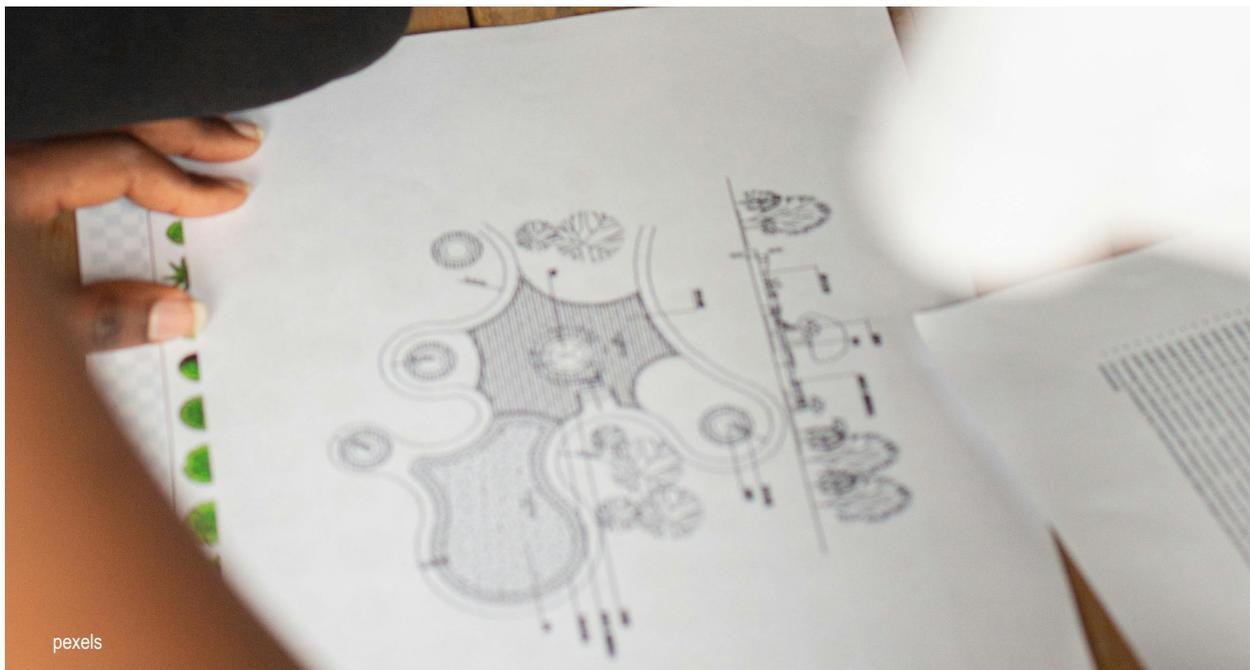


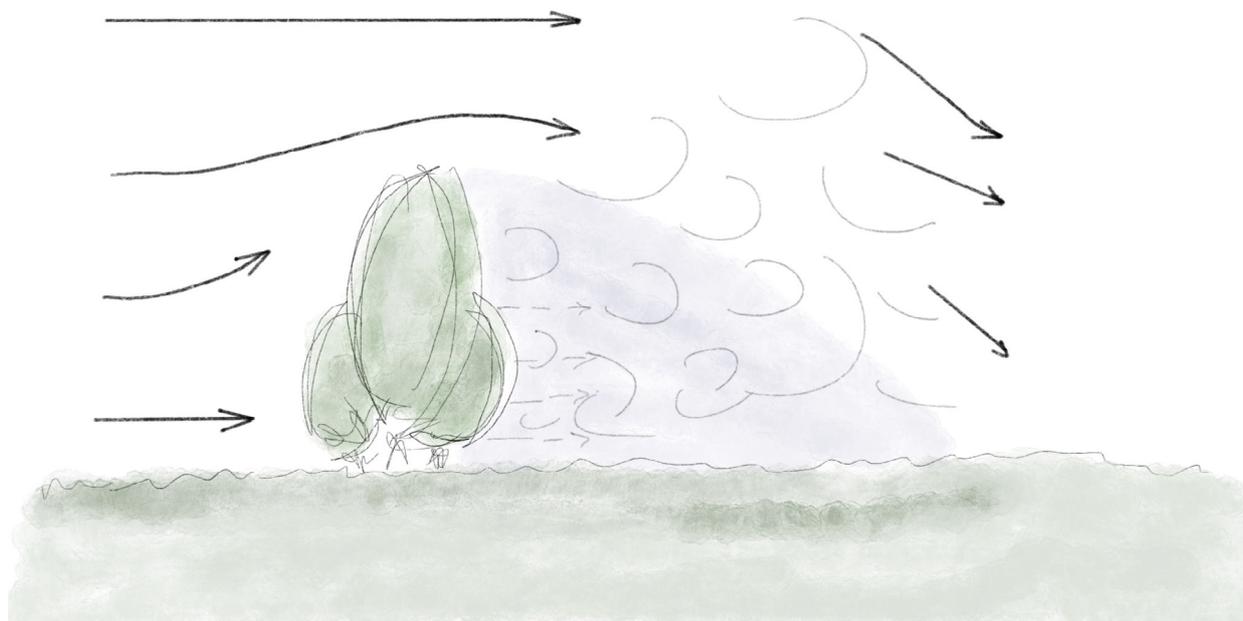
Abb. 1: Darstellung der Planungsschritte für eine Neuanlage.





pixabay





## Windschutzhecken

### Zielsetzung

Stehen Streuobstwiesen an windexponierten Standorten oder werden auf solchen geplant, sind Maßnahmen zum Schutz vor hohen Windgeschwindigkeiten erforderlich.

Ein solcher Schutz kann beispielsweise durch das Anlegen von Windschutzhecken geschaffen werden.

### Vorteile

Gegenüber exponierten Standorten verbessern sich die mikroklimatischen Bedingungen sowie die Bodenstrukturen. Im Detail:

- Minimierung der Windbruchgefahr,
- Erhöhung der Lufttemperaturen um bis zu 2°C,
- Steigerung der Fotosyntheseleistung der Kulturpflanzen (Ertragssteigerungen von bis zu 30%),
- Verringerung der Verdunstung von Bodenwasser,
- höhere Taubildung,
- Verbesserung des Humusaufbaus und der Nährstoffverfügbarkeit durch Laubabfall und Zersetzung,
- Biomasse kann als Häckselgut verwendet werden.

Je nach Gestaltung können Windschutzhecken zudem:

- Nahrung für Insekten bieten,
- Lebensraum für Tiere schaffen,
- den Boden verbessern durch die Anpflanzung von

- stickstofffixierenden Arten,
- essbare Produkte liefern.

### Gestaltung

- Die Heckenpflanzen so auswählen, dass sie bis in den Herbst hinein belaubt sind.
- Heckenpflanzen mit einem passenden Höhenwachstum wählen, um die gewünschte Ruhezone zu schaffen (siehe **Abb. 2**).
- Schnellwachsende Arten pflanzen, damit eine Schutzwirkung möglichst rasch eintritt.
- Obstgehölze aufgrund bestehender Wurzelkonkurrenz im Abstand der Heckenhöhe pflanzen.
- Auf immergrüne Arten in der Hecke verzichten, da sich sonst ein Regenschatten ausbildet.
- Mehrschichtiger, pyramidaler Aufbau der Hecke, der bis zum Boden reichen sollte und eine mittige Baumschicht (> 5 m) sowie eine seitlich begrenzte Kraut- und Strauchschicht (< 5 m) aufweist.<sup>8</sup>
- Baumabstände innerhalb der Hecke mind. 10 m, da es sonst zu Verschattungen in der darunter liegenden Strauch- und Krautschicht kommen kann.<sup>9</sup>
- Querschnittsbreite der Hecke zwischen 5 m bis 10 m.
- Verwendung von standortgerechten und naturraumtypischen Gehölzen für einen hohen Natur-

schutzwert (siehe Publikation „Gebietsheimische Gehölze in Baden-Württemberg“<sup>10</sup>).

- Integration von schnell wachsenden Baumarten (Pappeln, Weiden) zur Erzeugung von Hackschnitzeln.
- Integration von Werthölzern (bspw. Speierling, siehe Seite 54).
- Anpflanzung von Gehölzen mit hohem Rohprotein- und Mineralstoffgehalt (Sal-Weide, Holunder, Maulbeere siehe Seite 57) bei Laub-Futterhecken.

## Planung

- Ausrichtung in 90° zur Hauptwindrichtung.
- Die Maximalhöhe der Windschutzhecke richtet sich nach der geplanten Ruhezone (siehe **Abb. 2**). Die Ruhezone erstreckt sich auf einer Fläche des sieben- bis achtfachen der Heckenhöhe (auf die horizontale Fläche projiziert). Bei sehr großen zu schützenden Bereichen sind ggf. zwei oder mehr Hecken erforderlich (siehe **Abb. 3**).
- Die Länge der Hecke ist mit dem zu schützenden Bereich abzustimmen. Es muss darauf geachtet werden, dass Winde, welche die Hecke umströmen, nicht seitlich in die zu schützende Fläche eindringen können.
- An geneigten Flächen ist auf Frostlöcher zu achten. Diese bilden sich hinter der Hecke hangaufwärts. Zur Vermeidung von Frostlöchern sollten Hecken an geneigten Flächen leicht abfallend zum Hang gepflanzt werden, so kann die Kaltluft daran

entlang abfließen.

- Es ist auf lückenfreie Windschutzhecken zu achten, da sich sonst Tunnel bilden, in welchen die Winde kanalisieren.
- Große Sträucher und kleinere Bäume im Abstand von 1,5 m, kleine Sträucher mit 60 cm Abstand pflanzen.
- Die Pflanzung sollte im Herbst stattfinden, damit sich Wurzeln im Winter ausbilden können.
- Nach der Pflanzung mulchen und den Bereich von Beikrautkonkurrenz freihalten.

## Zu beachten!

- Keine zu dichte Pflanzung, da sonst Gefahr von Pilzkrankungen der Kultursorten besteht (ca. 40% des Windes sollte durch die Hecke wehen).
- Kultursorten nicht zu dicht an die Hecke pflanzen und somit Wurzelkonkurrenz vermeiden.
- Die Hecke regelmäßig und abschnittsweise auf den Stock setzen, um einer Überalterung vorzubeugen.
- Das Nachbarschaftsrecht beachten.

### Achtung!

- Folgende Arten können Schädlinge/ Krankheiten bei den Kultursorten (Apfel- und Birnenbäume) fördern: Weißdorn und Eberesche begünstigen Feuerbrand, Heckenrose die Ausbreitung der Kirschfliege, Wacholder begünstigen Birnengitterrost.<sup>11</sup>



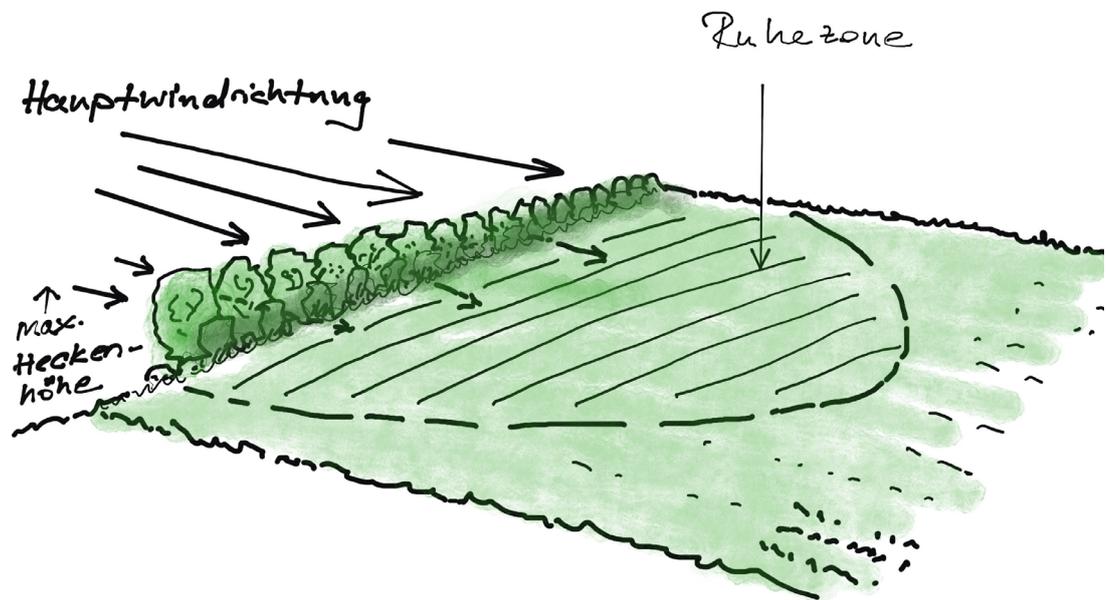


Abb. 2: Windschutzhecke 90° zur Hauptwindrichtung und erzeugte Wind-Ruhezone in Abhängigkeit der Heckenhöhe.

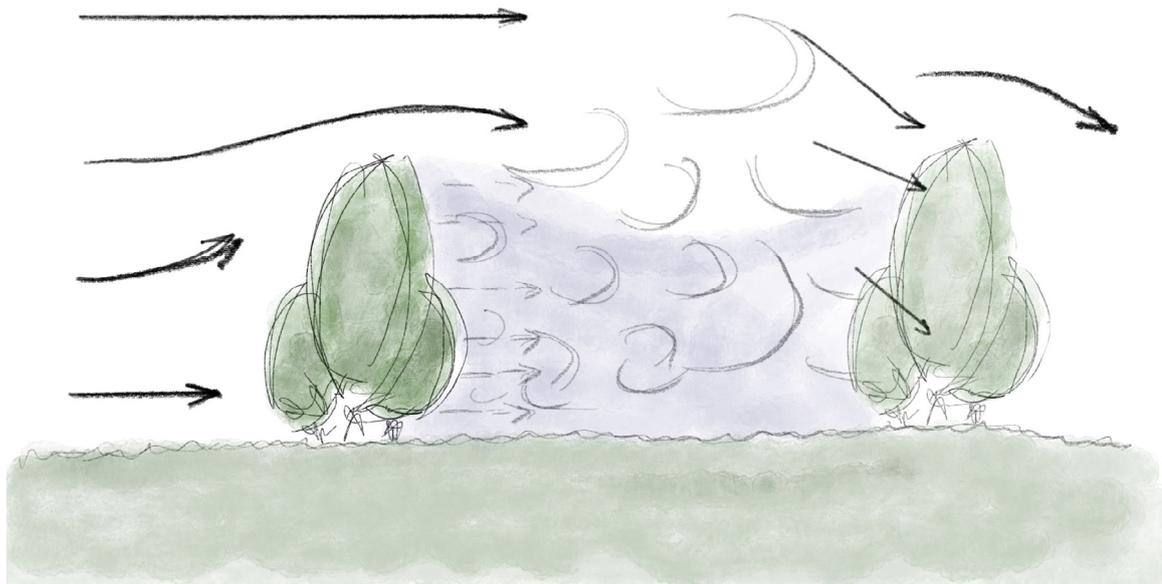


Abb. 3: Windverlauf und Windruhezonen bei zwei Hecken.



## Schattenbäume

### Zielsetzung

Schattenbäume sind Bäume, die über die mittlere Höhe des Streuobstbestandes hinausragen. Da sie die mikroklimatischen Bedingungen, die Nährstoffverfügbarkeit, den Bodenwasserhaushalt sowie die Bodenstruktur positiv beeinflussen, können sie überall in Streuobstsysteme integriert werden.

### Vorteile

- Verringerung der Bodentemperaturen,
- weniger Verdunstung von Bodenwasser und somit eine Stabilisierung der Bodenfeuchtigkeit,
- tiefreichende Wurzelsysteme pumpen Wasser und Nährstoffe in oberflächennahe Bodenschichten und machen diese benachbarten Pflanzen verfügbar,
- Stabilisierung des Boden-Porensystems und damit eine bessere Versorgung der Wurzeln mit Sauerstoff,
- erhöhter Humusaufbau durch Laubeintrag,
- Erhöhung der Luftfeuchtigkeit im Bestand und somit eine Kühlung der Umgebungstemperatur,
- Minimierung der Windgeschwindigkeiten im Unterwuchs, dadurch geringere Wasserverluste durch Verdunstung und Nivellierung extremer Tempera-

turschwankungen,

- reduzierte Schadwirkung auf Früchte und geringere Gefahr von Stammrissen bei hohen Tagestemperaturen.

### Gestaltung

Mögliche Baumarten (nähere Ausführungen im Teil Baumartensteckbriefe):

- Walnuss (*Juglans regia*),
- Esskastanie (*Castanea sativa*),
- Speierling (*Sorbus domestica*),
- Elsbeere (*Sorbus torminalis*),
- Maulbeere (*Morus*-Arten),
- Erle (*Alnus glutinosa*),
- Linde (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos*).

### Planung

- Schattentoleranz der zweiten Bauebene beachten.
- jahreszeitlicher Sonnenverlauf für den Pflanzabstand zu den Bäumen der zweiten Baumschicht beachten (**Abb. 4**).
- Überhälter 7 - 8 m hoch aufasten.

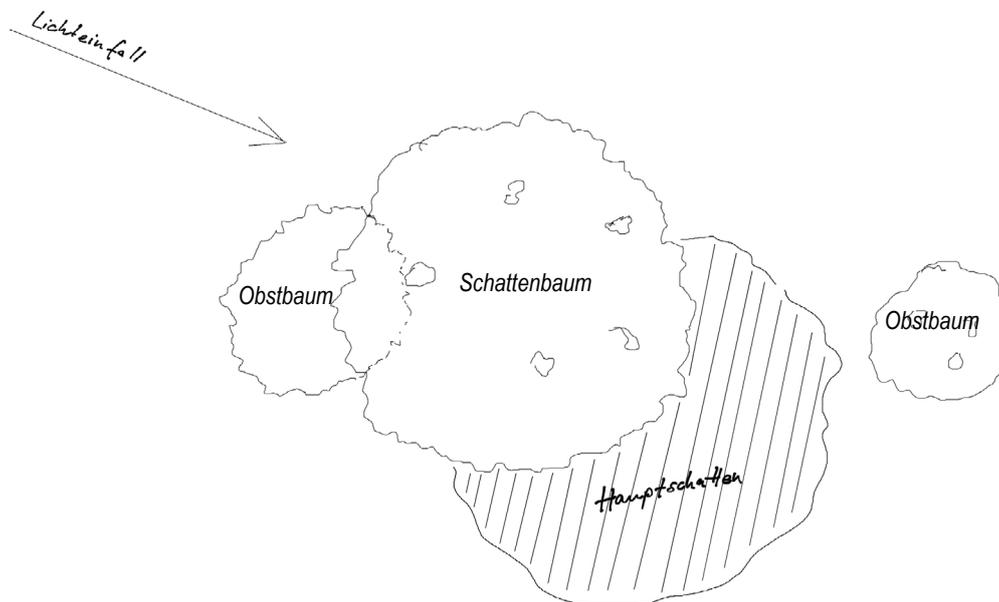


Abb. 4: Schattenbaum (Überhälter) mit Obstbäumen. Der Pflanzabstand zwischen Schatten- und Obstbaum sollte sich nach dem Sonnenverlauf richten.





## Komplexe Obstanbausysteme

### Zielsetzung

Komplexe Obstanbausysteme können in linearen Baumstreifen oder flächig in Obstwaldgärten organisiert sein. Die Hauptprinzipien dieser Anbausysteme bestehen darin, natürliche Sukzessionsprozesse nachzuahmen und die Vegetation in unterschiedlichen Ebenen (Schichten) aufzubauen. Es sind Prinzipien ähnlich jener in natürlichen Ökosystemen.

In komplexen Fruchtanbausystemen unterstützen sich u.a. Pflanzen und Mikroorganismen gegenseitig. Beispielsweise bereiten schnellwachsende, lichtliebende Pionierarten den Boden und das Klima im Bestand für langsam wachsende Baumarten der späten Sukzessionsphase (Klimaxarten) vor. Diese Nachbildung der Sukzessionsprozesse in Form, Funktion und Dynamik wird durch die Anordnung der Pflanzen im Raum, sowohl horizontal als auch vertikal und zeitlich, entsprechend ihren ökologischen Nischen (inkl. Lebenszeit) realisiert. Ziel ist die Optimierung der Fotosyntheseleistung der Pflanzen, einhergehend mit einer gesteigerten Biomasseproduktion<sup>12</sup>, ohne dass es zu konkurrenzbedingtem Säulenwuchs der Gehölze kommt<sup>13</sup>.

### Vorteile

Komplexe Obstanbausysteme gelten als sehr klimaresiliente Anbausysteme<sup>14</sup>. Die geschichteten Vegetationsebenen bedingen einen graduellen Licht- und Temperaturabfall im Bestand, wodurch mehr Feuchtigkeit im Boden gehalten wird. Weiterhin werden Wurzelsymbiosen gefördert<sup>15</sup>, Nährstoffkreisläufe geschlossen und Humus stetig aufgebaut<sup>16,17</sup>. Tiefwurzelnde Baumarten dienen zusätzlich als Nährstoff- und Wasserpumpen. Die Wurzelsysteme der Pflanzen stabilisieren den Boden und reduzieren Erosion, insbesondere an Hängen und in erosionsgefährdeten Gebieten. Aufgrund der Arten- und Sortenvielfalt steigt die Biodiversität sowohl oberirdisch als auch im Boden und macht jene Bestände resilienter gegenüber abiotischen und biotischen Störungen (Schädlinge, Krankheiten, Windbruch, etc.)<sup>18</sup>. Die in die oberste Schicht wachsenden Schattenbäume schützen die unteren Kulturen vor harschen Witterungsbedingungen und starker Sonneneinstrahlung. Systemimmanent ist auch, dass aufgrund der dichten Bepflanzung mit unterschiedlichen Arten und Sorten der Bewirtschaftungsaufwand (Schneiden, Mähen) steigt, gleichzeitig aber das Risiko von Erntetotalausfällen sinkt<sup>19</sup>.

## Gestaltung

Wie Pflanzen optimal im Bestand und in der zeitlichen Abfolge organisiert sind, ist von ihrer ökologischen Nischen abhängig. Erstes Gebot ist, dass ihre Ausmaße (Baumkrone, Kronenansatz, Baumhöhe, Wurzellänge und -form) sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Ebene berücksichtigt werden. Die Pflanzdichte nimmt von der untersten zur obersten Ebene und mit der Zeit ab (**Abb. 5**). Oberstes Ziel ist es das Sonnenlicht und die damit verbundene Fotosyntheseleistung optimal auszunutzen<sup>20</sup>.

## Planung

Sowohl bei linearen als auch bei flächigen mehrschichtigen Systemen variieren die Angaben zu Pflanzabständen zwischen den Gehölzen. Sie werden in festen Distanzen oder als zeitveränderlich angegeben. Für stark-, mittel- und schwachwachsende Unterlagen variieren Pflanzabstände zwischen 7 m – 10 m, 4 m – 5 m bzw. 2 m – 3 m<sup>21,22</sup>. Kranz und Deemter (2021)<sup>23</sup> orientieren sich beim Pflanzen an den im ausgewachsenen Zustand erreichten Baumkronendurchmesser (+Puffer), so dass sich volle Kronen entwickeln können.

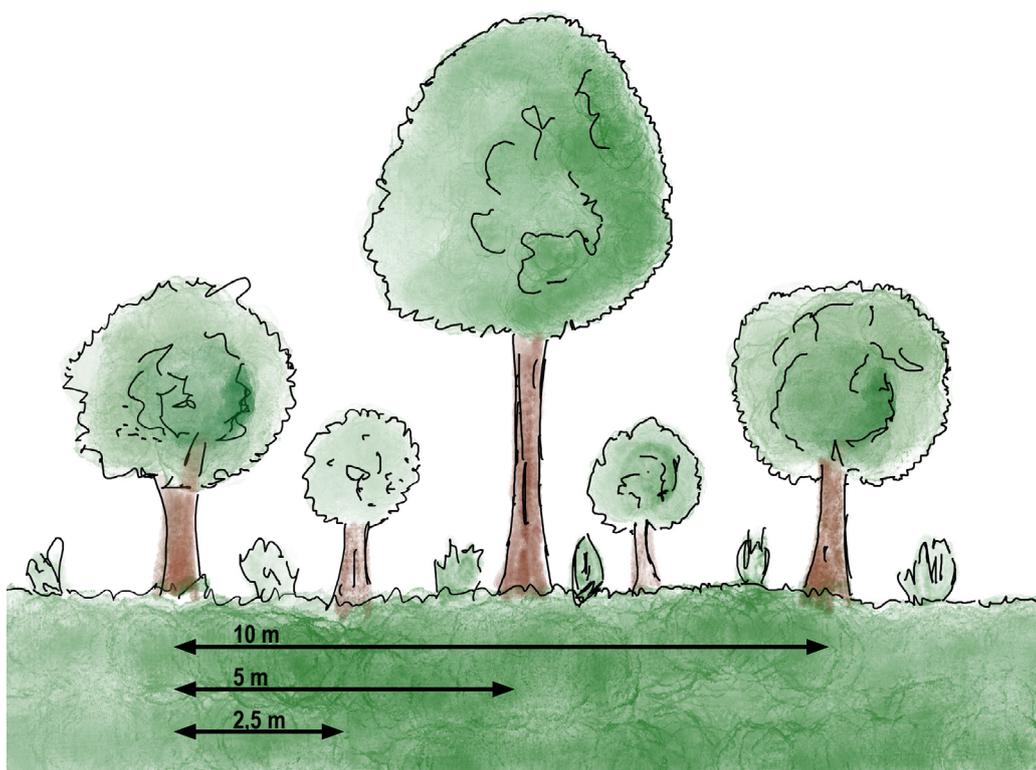
Crawford (2024)<sup>24</sup> hingegen befürwortet Pflanzabstände zwischen  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{2}$  der Baumkronendurchmesser. Werden Bäume unterschiedlicher Kronendurchmesser kombiniert, wie bei mehrschichtigen Baumstreifen, wird der durchschnittliche Kronendurchmesser zweier benachbarter Bäume für die Abstandsermittlung zugrunde gelegt. Innerhalb der Wertespanne ( $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  der Baumkronendurchmesser) variieren die Pflanzabstände je nach Lichtverhältnissen (Nord-Süd-Ausrichtung). Der Abstand zwischen zwei Bäumen wird damit größer, wenn die Lichtverhältnisse ungünstig sind (bspw. Nordseite). Zu beachten ist, dass zu enge Pflanzabstände mit der Zeit zu hohen, dünnen und unproduktiven Bäumen führen<sup>25</sup>. Ein Hauptaugenmerk bei Planungsprozessen liegt deshalb auf den Baumhöhen und Kronenbreiten der ausgewachsenen Bäume. Weiterhin sind Lichtansprüche, Wuchsgeschwindigkeiten, Wurzelkonkurrenz (Beachtung der Wurzelform und -tiefe) und Allelopathie zu berücksichtigen.



Abb. 5: Aufbau komplexer Fruchtanbausysteme mit ca. 20% Bedeckung mit Schattenbäumen in der oberen Ebene, ca. 40% Bedeckung in der Baumkronen-Schicht, ca. 60% Bedeckung in der mittleren Schicht mit niedrig wachsenden Obstbäumen und ca. 80% Bedeckung in der unteren Schicht mit Sträuchern.

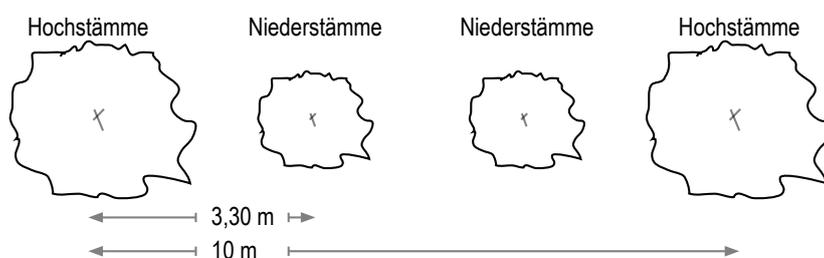
### Pflanzbeispiel I Mehrschichtige Baumreihe<sup>26</sup>

Im Pflanzplan für eine Hochstamm-Reihe werden die Hochstämme im Abstand von 10 m gepflanzt. Der Abstand zwischen den Reihen ist je nach Ziel der Unterwuchsbewirtschaftung zu wählen. Zwischen die Hochstämme wird ein Edelholzbaum gepflanzt (Abstand 5 m zum Hochstamm), welcher im Laufe der Zeit hoch aufgeastet wird. Im Abstand von ca. 1,40 m, ausgehend von den Hochstämmen, werden zwischen diesen und dem Edelholzbaum Beerensträucher gepflanzt.



### Pflanzbeispiel II Mehrschichtige Baumreihe<sup>28</sup>

Schaal (1921)<sup>27</sup> beschreibt bereits Anfang des 20. Jahrhundert ein „vielversprechendes Anbausystem für die Zukunft“ wie folgt: Innerhalb der Reihen im Abstand von 10 m mal 10 m werden Hochstämme auf einer sehr starkwüchsigen Wildlingsunterlage gepflanzt. Dazwischen, im Abstand von 3,30 m, werden Bäume auf schwachwüchsigen Unterlagen mit einer Lebenserwartung von 30 – 40 Jahren gepflanzt. Am Ende ihrer Lebenszeit werden diese entnommen, um Platz für die Kronen der Hochstämme zu schaffen, die sich zu diesem Zeitpunkt in der Vollertragsphase befinden. Zwischen die Bäume können Beerensträucher gepflanzt werden.



### Pflanzbeispiel III Mehrschichtige Baumreihe<sup>29</sup>

Es werden mehrschichtige Baumreihen unterschiedlichster Artenzusammensetzung (Apfel, Pflaume, Beerensträucher, Trauben, Brombeeren, Heidelbeeren, Eschen, Pappeln und Erdbeeren) beschrieben. Anders als bei den vorangegangenen Beispielen werden auch essbare Kletterpflanzen integriert und die Artenzusammensetzung wechselt zwischen den Reihen. Dieses sehr diverse System bietet sukzessive Erntemengen, so dass Totalausfälle auf ein Minimum reduziert werden.

### Pflanzbeispiel IV Umstrukturierung einer Streuobstwiese in einen Obstwald<sup>30</sup>

Kranz und Deemter (2021) beschreiben, wie eine bestehende, stark verbuschte Streuobstwiese in ein mehrschichtiges Obstwaldgarten System überführt werden kann. Je nach Zielsetzung können große schattenspendende Arten (Walnuss, Esskastanie) sowie Sträucher platziert werden. Zudem werden Kletterpflanzen wie Kiwi (*Actinidia arguta*) oder Wein (*Vitis vinifera*) integriert. Vor einer zu schnellen Auflichtung wird gewarnt, da es lichtliebende Pionierarten (z. B. Brombeeren) begünstigt.



### Weiterführende Literatur (kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Crawford, M. (2024): Einen Waldgarten erschaffen. 2. überarbeitete Auflage, OLV Verlag, Kevelaer.  
 Kranz, V.; Deemter, F. (2024): Praxisbuch Waldgarten. 2. Aufl. Haupt-Verlag, Bern.  
 Remianz, T. (2017): Waldgärten in der Praxis - ein illustriertes anwendungsbezogenes Handbuch für Haus- und Gemeinschaftsgärten, Landwirtschaft und Gewerbe.  
 Stadler-Kaulich (2021): Dynamischer Agroforst. Fruchtbare Böden, gesunde Umwelt, reiche Ente. Oekom-Verlag.  
<https://waldgartenprojekt.de/>

### Auswahl an Kursen (kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Permastart (<https://permastart.de/produkt/waldgarten-praxiskurs>)  
 Gemeinschaft Tempelhof (<https://www.schloss-tempelhof.de/regenerative-landwirtschaft/waldgarten/>)  
 Baumrausch ökologische Lösungen (<https://www.baumrausch.de/veranstaltung/waldgarten-aufbaukurs-fuer-einsteiger/>)  
 Permakultur Institut e.V. (<https://www.permakultur.de/kurse/kalender>)  
 Waldgarten global (<https://www.waldgarten.global/portfolio-item/basiskurs-einstieg-jederzeit-waldgarten-gestaltung-und-planung-ohne-intensivbetreuung/>)  
 Österreichisches Waldgarteninstitut (<http://www.waldgarteninstitut.at/>)

### Unterstützung für Planungs- und Umsetzungsprojekte

Agroforst Beratungsnetzwerk  
 Übersicht über deutschlandweite Planer:  
[https://agroforst-beratungsnetzwerk.de/branchenverzeichnis/?wpbdp\\_sort=field-24](https://agroforst-beratungsnetzwerk.de/branchenverzeichnis/?wpbdp_sort=field-24)



## Praxisbeispiel: Mehrschichtige Baumstreifen bei Amtzell

*An einem sonnigen Februar-Tag besuche ich Jörg Bäurle im schönen Oberschwaben. Die Alpen im Hintergrund tragen noch winterliche Schneekappen; hier wo wir stehen, strecken die ersten Frühlingsblüher ihre Köpfe aus der Erde.*

*Jetzt im zeitigen Frühjahr, wenn das üppige Grün noch auf sich warten lässt, ist die beste Zeit, sich Aufbau und Struktur seiner Pflanzsysteme anzuschauen. Jörg Bäurle geht mit mir über seine Wiese und erklärt sie mir wie folgt:*

*„Bei meiner Arbeit als Obstbaupfleger ist mir klar geworden, dass die klassische Streuobstwiese ein pflegeintensives Anbausystem ist, das nicht mehr in unsere Zeit passt. Wirtschaftliche und soziale Veränderungen der letzten Jahrzehnte sind ein Grund dafür. Zudem machen mangelnde Pflege und klimatische Veränderungen unseren Obstwiesen immer mehr zu schaffen. Da die Vorfahren fast aller unserer Obstgehölze in lichten Wäldern oder dem Waldsaum beheimatet waren, scheint mir die Kombination Obstbäume auf Grünland*

zu pflanzen nicht „artgerecht“ und deshalb auch für die Baumgesundheit problematisch zu sein. Deshalb fing ich an sukzessive innerhalb einer Baumreihe, zwischen die Obstbäume, weitere Bäume und Sträucher zu pflanzen, beispielsweise unterschiedliche Beerenbüsche, Haselnußbüsche, Erdbeeren, Weiden, Birken, Baumhasel, Zuckerahorn und Erlen. Weiden, Haseln, Erlen und Himbeeren schneide ich regelmäßig stark zurück. Das Schnittgut bleibt an Ort und Stelle und baut wiederum Humus auf. So trocknen die Streifen im Sommer nicht so schnell aus.“

Während uns die erste Frühlingssonne wärmt, wandern wir die Baumstreifen entlang und er zeigt auf unterschiedliche Bäumchen, die weiße oder blaue Bänder tragen. Dies kennzeichnet bereits veredelte und unveredelte Obstbäume. Manche seiner Apfelbäumchen stammen aus Tresteraussaaten und brauchen noch ein Edelreis. Die Vielfalt auf kleinstem Raum ist enorm, aber sie könnte seiner Meinung nach noch größer sein. Jörg Bäurle gibt jedoch zu bedenken, dass die Palette der angebauten Pflanzen oft durch den Schnecken-, Reh-, oder Wühlmausdruck, den man auf einer Fläche hat, eingeschränkt wird.

Wir gehen weiter und wechseln zwischen unterschiedlich alten Baumstreifen hin und her. Dabei führt er aus: „Ein ganz großer Vorteil, den ich bei diesem Pflanzsystem bemerkt habe ist, dass die Wühlmaustätigkeit abnimmt. Je dichter der Bewuchs wird, desto weniger Mäuse sind zu finden. Bei den Baumstreifen, in denen noch einiges Gras zwischen den Bäumen steht, sitzen die Wühlmäuse noch drin. Haben Stauden und Gehölze den Boden gut durchwurzelt und durch ihre Beschattung das Gras verdrängt, sind Wühlmäuse kein Problem mehr.“

Neben diesem in den Baumreihen verdichteten Pflanzsystem sammelte Jörg Bäurle Erfahrung mit einem Wurzelschutz aus Steinen. Die Baumwurzeln werden dabei mit Feldsteinen förmlich „eingemauert“. Nähere Ausführungen dazu finden sich auch in seinen Publikationen<sup>31,32</sup>.

Er zeigt auf zwei ca. 5 m hohe Apfelbäume, die wühlmaussicher in Steine gepflanzt wurden und trotzdem anfangen zu kümmern. „Ich weiß nicht, woran es lag, dass diese zwei Bäume irgendwann keinen richtigen Zutrieb mehr hatten. Es waren keine Wühlmausspuren zu sehen. So habe ich einfach fingerdicke Erlen neben jeden Baum gesetzt und geschaut, was passiert.“ (Die Erle liefert Stickstoff, der den benachbarten Obstbäumen zugutekommt.) Und siehe da! Der erste Baum

hat wieder an Trieb zugelegt und beim zweiten ist eine bessere Wüchsigkeit auch bereits erkennbar.

Mich interessiert noch, wie das Pflanzsystem bewirtschaftet wird und dazu bleibt Jörg Bäurle an einem Baum stehen und erläutert: „Durch die sehr großen Reihenabstände von ca. 15 m, können die Baumkronen 90° zur Reihe erzogen werden, auch wenn die Pflanzung in der Reihe sehr eng ist. Dadurch komme ich gut zum Ernten und Schneiden an die Bäume. Die Himbeeren und Büsche in Bodennähe stören bei diesen Arbeiten nicht. Mittelfristig müssen jedoch Büsche und Bäume aus der Reihe entnommen werden, wenn gute Fruchterträge das Ziel sind. Im Sommer weiden trockenstehende Kühe vom Nachbarbetrieb das Grünland zwischen den Baumstreifen ab.“ Sein Arm zeigt in Richtung der Obstreihen, so wie die Zäune verlaufen. „Bei diesem Pflanzsystem,“ erläutert Jörg Bäurle, „benötigen die Bäume keinen Einzelbaumschutz. Dieser müsste, um einen Baum tatsächlich zu schützen mindestens 25 bis 30 Jahre erhalten bleiben, was hohe Kosten verursacht. Wird der Baumschutz vernachlässigt, kann der Baum binnen eines Tages Geschichte sein. Jetzt baue ich im Frühjahr einen Elektrozaun entlang der Obstreihen auf und im Herbst wieder ab. Hier fressen die Tiere schon auch mal etwas am Zaun entlang ab, aber der Einzelbaum ist durch die dichte Pflanzung gut geschützt.“

Wir sind fast am Ende unseres Rundganges, bleiben jedoch noch an einer rund aufgebauten Gehölzgruppe stehen. Ähnlich wie die Baumstreifen besteht der Unterwuchs aus kleinen Sträuchern. An den Rändern der Gehölzgruppe wachsen Obstbäume. „Wenn solche Gehölzgruppen am Rand von Streuobstwiesen stehen, dann sind sie einfach zu pflegen und zu bewirtschaften.“ Jörg Bäurle zeigt auf eine große Wiese nebenan und meint: „Solche Gehölzgruppen platziert man am besten mitten in der Fläche, damit drum herum genügend Platz bleibt, um mit großen Maschinen zu wirtschaften. Das heißt, das Grünland kann maschinell, sogar mit selbstfahrenden Systemen bewirtschaftet werden. Diese fahren um die Baumgruppen herum oder an Baumreihen entlang, was mit Einzelbäumen schlecht funktioniert. Solche Gehölzgruppen gewinnen auch deutlich schneller an ökologischem Wert als die Neuanlage einer Streuobstwiese. Sollten die Obstgehölze nicht genutzt und gepflegt werden, so kann zumindest der Zuwachs der Begleitgehölze noch Energieholz liefern.“ Wolken schieben sich vor die tiefstehende Sonne und sogleich wird es frisch. Wir sind am Ende

*unseres Rundgangs angelangt und ich bedanke mich für diese interessanten Einblicke und Erfahrungen, die Jörg Bäurle mit mir teilte. Es gäbe noch so viel auszutauschen über Sortenwahl, Schnitt- und Anbaumethoden, aber die Zeit bleibt uns heute nicht mehr.*

*Wer mehr erfahren möchte, der kann sich gern in seinen Kursverteiler aufnehmen lassen. Unter dem QR-Code ist ein Video zu seinen Pflanzsystemen.*

*Kontaktdaten:*

*Jörg Bäurle*

*ja.baeurle@tdmail.de*



## Jörg Bäurle erklärt seine Obstbaum- streifen





## Praxisbeispiel: Dreijähriger Obst-Waldgarten auf der Schwäbischen Alb

*Mein Besuch eines 2021 gepflanzten Waldgartens führt mich auf die Schwäbische Alb. Auf 820 m ü.N. mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 6,1°C erwarten mich neben Schwarzem Holunder, Himbeeren, Eichen, Äpfeln und Pflaumen, auch wärme- und trockenliebende Arten. Sie wachsen hier direkt an der Albkante; von Westen umringt von Wald, nach Osten und Norden hin erstrecken sich freie Felder. „Der Wald schirmt die Westwinde ab, aber die Ostwinde können ganz schön an den kleinen Pflanzen rütteln“, so die junge Waldgartenbesitzerin. Deshalb pflanzte sie im Osten eine*

*schützende Hecke. Da von hier aber auch viel Sonne hereinstrahlt, flacht die Hecke vom Waldrand zum freien Feld hin langsam ab. Die Wuchshöhen der ausgewachsenen Gehölze betragen 5 m am Waldrand und 1 m am freien Feld.*

*Jetzt sind die Pflanzen alle noch relativ klein. Grundsätzlich pflanzt die Waldgartenbesitzerin nur junge Gehölze. Ihrer Erfahrung nach gewöhnen sich diese schneller an den Standort. Zur Untermuerung zeigt sie auf eine ca. 2,50 m hohe Kirsche, die ihre Blätter hängen lässt. Diese hat sie bereits als 2,50 m großes*

Gehölz gepflanzt und sie hat sich noch nicht an den Standort gewöhnt. Die kleine Alpen-Johannesbeere hingegen reckt ihre saftig grünen Blätter der Sonne entgegen.

Gleich daneben, in einem Abstand von 2 m, wächst mit strahlendem Blattgrün ein Besenginster als Stickstofflieferant. Diese Begleitart wird regelmäßig zurückgeschnitten. Mit dem Blattwerk werden die Baumscheiben im Winter gemulcht. Jetzt, im Spätsommer, wachsen auf den Baumscheiben Beinwell, Meerrettich, Minze, Knoblauch und andere krautige, duftende Gewächse. Der Meerrettich als Tiefwurzler lockert die unteren Bodenschichten, so dass die Wurzeln der kleinen Bäume ihnen hinterher wachsen können. Der Knoblauch und die Minze duften stark und halten Wühlmäuse fern. Hier am Waldrand kommen auch Rehe zu Besuch. Zäune aus Korb oder Draht schützen die kleinen Pflanzen. Im Winter legt die Waldgartenbesitzerin Heu für die Rehe hin. Ihrer Erfahrung nach lassen sie dann die kleinen Pflänzchen eher in Ruhe.

Eine kleine Eidechse huscht an uns vorbei. Auch für diese Nützlinge ist gesorgt. Auf einer halbkreisförmigen Trockenmauer, aufgebaut aus Steinen von den angrenzenden Äckern, wärmen sich die Eidechsen und finden

gute Versteckmöglichkeiten. Die halbrunde Trockenmauer dient als Sonnenfalle für die Weinrebe. Wer hätte das gedacht, Trauben auf der Schwäbischen Alb. Dazu meint die Waldgartenbesitzerin: „Ausprobieren, richtige Sorten wählen und einen optimalen Standort schaffen mit Ammenbäumen und Sonnenfalle.“



Abb. 6: Totholzhaufen als Lebensraum für Tiere



Abb. 7: Trockenmauer als Sonnenfalle für wärmeliebende Baumarten und als Lebensraum für Eidechsen.



## Praxisbeispiel: Dreißigjähriger Obst-Waldgarten in Österreich

*Mein Besuch eines 30 Jahre alten Waldgartens in Wels (Österreich) fiel buchstäblich ins Wasser. Mitte September 2024 kämpfte Österreich mit vom Himmel fallenden Wassermassen und so musste ich mein Treffen mit Bernhard Gruber auf einen Online-Termin verschieben. Zum Morgenkaffee mit Interview verabredeten wir uns vor unseren Bildschirmen. Bernhard Gruber bewirtschaftet in zweiter Generation einen 4.300 m<sup>2</sup> großen und mehr als 30 Jahre alten Waldgarten. Inspiriert durch Permakultur Bücher von Bill Mollison und David Holmgren (Permakultur – Le-*

*ben und Arbeiten im Einklang mit der Natur), F. H. King (4000 Jahre Landbau in China, Korea und Japan) und speziell dem Buch „Die Waldgärtnerei“ von Robert Hart, legte sein Vater (Hermann Gruber) Ende der 1980er Jahre einen der ersten Waldgärten Europas an. Der Ausgangszustand war Ackerboden in einem von Schotter dominierten eiszeitlichen Flussbett, auf welches Bauern seit Jahrhunderten fruchtbare Erde der oberen Terrassen aufbrachten. Auch künstliche Bewässerung ist ein Thema auf diesen kargen Böden gewesen. Sich diesen herausfordernden Standortbe-*

dingungen bewusst, säte Hermann Gruber zunächst eine Gründüngungsmischung ein und plante mit Hilfe einer Excel-Tabelle seinen Waldgarten. Schon bei der Planung achtete er auf Symbiosen, beste Schichtung im Etagensystem nach Vorbild traditioneller Waldgärten und eine hohe Biodiversität. „In den Folgejahren“, berichtet Bernhard Gruber, „war die Fläche ein nahezu reines Löwenzahnfeld, in welches mein Vater die Bäume, Sträucher und Stauden einfach reimpflanzte. Einige Jahre später, nach dem sich der durch die schweren Maschinen des Pächters stark verdichtete Boden wieder erholen konnte, ist der Löwenzahn nahezu gänzlich verschwunden.“

#### Mit dem Schatten ist es so eine Sache

Bernhard Gruber sieht Schatten nicht als statisch an, denn die Lichtverhältnisse ändern sich mit dem Alter der Waldgärten und im jahreszeitlichen Verlauf. In den Sommermonaten, wenn das Blätterdach der Bäume dicht ist, fällt Schatten auf den Boden des Waldgartens. Dann tragen hier in Bodennähe nur echte „Schattenkünstler“, wie die Japanische Weinbeere (*Rubus phoenicolasius*) oder die Schwarze Himbeere (*Rubus occidentalis*) reichlich Früchte. Unter ihnen sind noch essbare „Perma-Veggies“ wie Funkien (*Hosta*), Glockenblumen (*Campanula*), Kaukasus-Vergissmeinnicht (*Brunnera macrophylla*), Bergenien (*Bergenia*), Schaublatt (*Rodgersia*) und andere zu finden. Im Frühjahr, wenn die Bäume noch unbelaubt sind, haben Bärlauch (*Allium ursinum*) und Maibeere (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*) ihren Auftritt. Beide Arten blühen bereits im März. Von der Maibeere kann man, wie der Name schon sagt, im Mai die ersten Beeren naschen. Auch Pilze bevorzugen eher schattige bis halbschattige Plätze (**Abb. 8**). Pilze sind Bernhard Gruber als willkommener Fleischersatz aus seinem Waldgarten besonders wichtig. Zu finden sind auf lebenden Bäumen schwächeparasitierende hochwertige Speisepilze wie das Echte Stockschwämmchen (*Kuehneromyces mutabilis*) oder der Austernpilz (*Pleurotus ostreatus*), seine Shiitake-Zucht im Randbereich seines Waldgartens, aber auch generell Mykorrhizapilze im Boden. Für das optimale Zusammenspiel im Waldgarten sind diese Mykorrhizapilze besonders wichtig, sie unterstützen die Pflanzenvielfalt im Austausch fehlender Elemente. Neben Pflanzen und Pilzen gehören für Bernhard Gruber auch Tiere zu einem Waldgarten. Laufenten watscheln auf der Suche nach Schnecken durchs Unterholz, aber auch Perlhühner hatte er schon. Er be-

tont, dass die eingesetzten Tiere in einem Waldgarten immer zum jeweiligen System passen müssen. Nur so können Konflikte vermieden werden.

#### Praktische Tipps zum Anlegen eines Waldgartens

Auf die Frage, was er Neulingen beim Anlegen eines Waldgartens mit auf den Weg geben könne, antwortet Bernhard Gruber: „Gräser als sehr starke Konkurrenten von Beginn an unterdrücken.“ Sein Gegenmittel: „Nach einer maschinellen Bodenlockerung eine vielfältige, bunte Gründüngung ohne Gräser, aber mit hohem Klee und Luzerne Anteil ausbringen. Hilfreich ist auch der Startimpuls, möglichst alle Pflanzen schon zu Beginn pflanzen. Leere Flächen mit Ammenpflanzen überbestocken, welche einerseits über Wurzelabscheidungen oder Luftstickstoff-Fixierung mit Hilfe von Knöllchenbakterien die gewünschte Kulturpflanze (z.B. Apfelbaum) stärken oder sie durch einen gesunden Konkurrenzdruck zum Wachstum animieren. Bernhard Gruber experimentiert gerne mit „extremen“ Pflanzabständen bei Kultur- und Opferpflanzen von einem Meter, er bezieht auch die Reflektion von Baumrinden und Blättern mit ins Gesamtdesign mit ein. Seine Ammenpflanzen, welche mit der Zeit rausfallen, zählen für ihn bereits als Produkterträge wie Konstruktionsholz, Zaunpfähle, Baumstämme für seine Shiitake-Zucht oder kleingehäckselt als Futter für die Mykorrhizapilze. Durch die enge Pflanzung wird der Lichteinfall auf den Boden in kürzester Zeit unterbunden und die Gräser werden in ihrer Konkurrenz geschwächt. Als weitere Maßnahme führt Bernhard Gruber an: „Wo es möglich ist mulchen, mulchen, mulchen! Das unterdrückt konkurrierendes Beikraut und fördert gleichzeitig Mykorrhiza und andere Bodenorganismen, mit positiven Effekten für das Pflanzenwachstum. Natürlich sollen mit dem Mulch keine Feldmaushabitate entstehen.“

Wenn bereits eine Streuobstwiese vorhanden ist und es nicht so komplex werden soll wie ein Waldgarten (**Abb. 9**), so empfiehlt Bernhard Gruber, eine Obstbaumlebensgemeinschaft innerhalb der Baumstreifen auszubilden. Wichtig ist, dass die streifenförmige Obstbaumlebensgemeinschaft nach Nord-Süd ausgerichtet wird (**Abb. 10**), damit die darin wachsenden Pflanzen ausreichend Licht bekommen. In die Lücken zwischen den Bäumen würde er einheimische, essbare Sträucher pflanzen (bspw. Kornelkirsche), aber auch Szechuan Pfeffer (*Piper nigrum*), Maulbeeren (*Morus spec.*), zum besseren Ernten als Kopfbaum erzogen, und Baumhasel (*Corylus colurna*), Walnuss (*Juglans*

sepc.) und Edelkastanien (*Castanea sativa*), hochgetrimmt als Kronenschicht. „Es ist egal, wenn man nicht an die Früchte herankommt, denn sie fallen zu Boden und können aufgesammelt werden.“ Nach der Frage der optimalen Größe eines Waldgartens, meint Bernhard Gruber: „Der kleinste Waldgarten ist eine Obstbaumlebensgemeinschaft, bei welcher auch im kleinen Hausgarten die Etagen eines echten Waldgartens nachgebildet werden können. Als optimale Größe für komplexe Anbausysteme empfiehlt er 5.000 m<sup>2</sup> bis zu einem Hektar. „Wird ein Hektar überschritten, sollte man sich die Möglichkeit der maschinellen Bewirtschaftung offenhalten – sprich weniger Vielfalt, mehr Marktreife und das ganze System etwas in Reih und Glied mit Maschinen befahrbar, Intensiv- und Extensivstreifen in Abwechslung!“

Und da ruft auch schon die Arbeit. Der Morgenkaffee ist getrunken und Bernhard Gruber muss los. In seinem Waldgarten läuft die Erntesaison auf Hochtouren. „In der Hauptsaison werden die Stunden bei der Ernte nicht gezählt, wir leisten uns den Luxus hochwertige und vielfältige Produkte in unserer Manufaktur herzustellen. Im Kreislauf der Natur geht nichts, was in unserem Waldgarten zurück bleibt, verloren! Wir sind ein

Waldgarten und versuchen dies zu leben!“, so schließt Bernhard Gruber unser Gespräch, über seinen mehr als 30-jährigen Waldgarten.

Achtung! Der vorgestellte Waldgarten befindet sich in Österreich, wo andere gesetzliche Vorgaben zur Pflanzung alternativer Baumarten gelten.



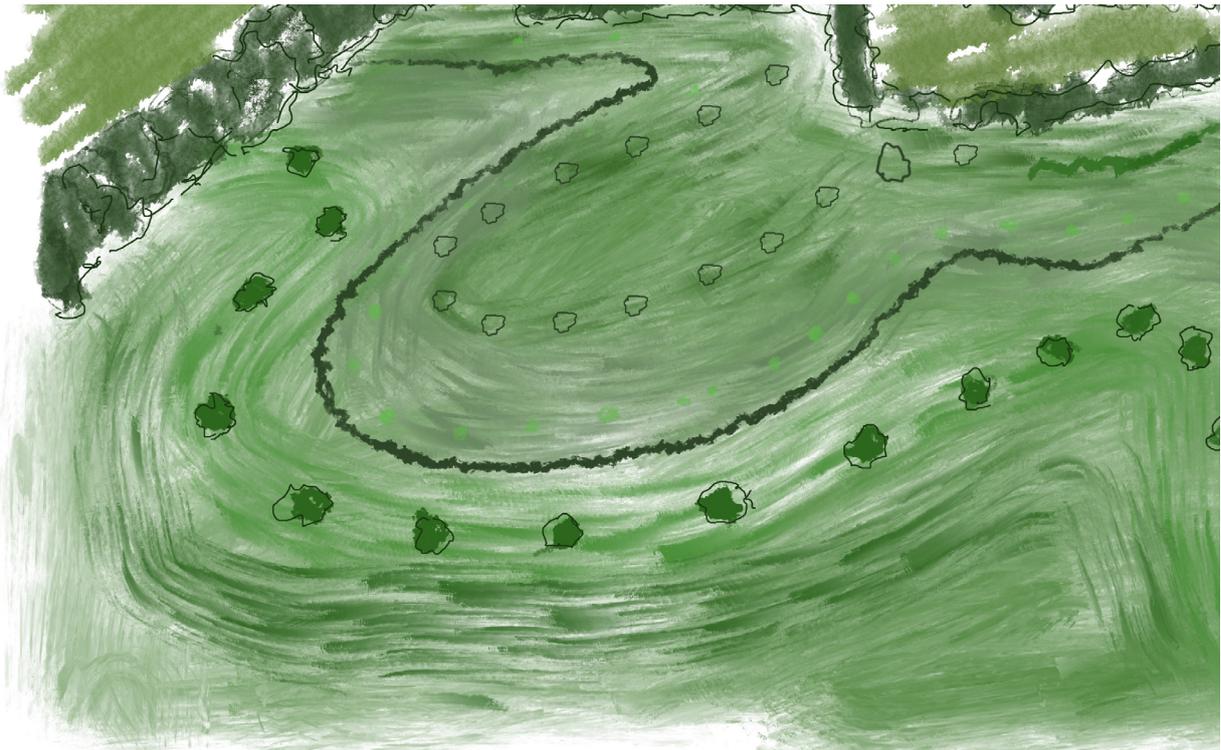
Abb. 8: Pilzzucht an den Rändern des Waldgartens (K. Dreher)



Abb. 9: Waldgarten mit Kraterbeet im Vordergrund (Bernhard Gruber)

Abb. 10: (rechts) Streifenförmige Anpflanzung eines mehrschichtigen Waldgartenstreifens (Bernhard Gruber).





## Arbeiten entlang von Konturlinien Keyline-Design

Vor allem in hügeligen oder bergigen Landschaften sind Maßnahmen nötig, die Erosion mindern sowie Wasser und Nährstoffe im Boden halten. Abhilfe kann das Arbeiten entlang von Konturlinien (alle Punkte dieser Linie haben die gleiche Höhe über Normalnull) schaffen.

Ein solches Planungswerkzeug ist das Keyline- oder Hauptlinien-Design, welches von P. A. Yeomans<sup>33</sup> Anfang der 1950er-Jahre entwickelt wurde. Es basiert auf der Analyse der Geländetopografie mit dem Ziel, natürliche Wasserbewegungen zu verstehen und durch Maßnahmen gezielt zu steuern. Oberflächenabflüsse werden minimiert, so dass Wasser länger und gleichmäßiger im Boden und damit auf der Fläche verbleibt.

### Funktion

Zentrales Prinzip im Keyline-Design ist die Nutzung natürlicher topographischer Gegebenheiten. Ausgangspunkt ist eine imaginäre (Schlüssel-)Linie, die sich in den oberen Hangbereichen befindet und von welcher das Wasser hangabwärts fließt. An diesem Punkt setzt das Design an und fußt auf zwei Säulen. Erstens werden Wasserwege durch die Schaffung von Terrassen, Gräben und Dämmen verlängert<sup>34</sup>, wodurch das Wasser flächig in die Böden einsickern kann<sup>35</sup>.

Als Folge werden die Bodenfeuchtigkeit und Nährstoffverfügbarkeit verbessert. Des Weiteren werden Maßnahmen ergriffen, um die Wasserinfiltration und -speicherung von Böden zu verbessern. Dazu werden Bodenstrukturen, -gefüge und -fruchtbarkeit verbessert und ggf. stauende Schichten im Unterboden entfernt<sup>36</sup>. Zum Einsatz kommen häufig tiefwurzelnde und stickstofffixierende Pflanzen.

### Vorteile

- Erosionsschutz durch verringerten Oberflächenabfluss,
- höhere Bodenfeuchte bei gleichzeitiger Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und -struktur,
- bessere Nährstoff- und Wasserversorgung der Kultursorten und somit resilientere Pflanzen gegenüber klimatischen Extremereignissen.<sup>37</sup>
- Auf größeren Flächen eingesetzt führt dies mittelfristig zu Grundwasseranstiegen und vermindert Überflutungen bei Starkregenereignissen, die aufgrund steigender Lufttemperaturen insgesamt zunehmen werden.

### Nachteile

- Anfänglich hohe Investitionskosten (Zeit, Geld,

- Ressourcen, Planungskosten),
- komplexe Planung erforderlich (Wasserverlaufsanalyse und gegensteuernde Maßnahmen) und
- aufgrund des aufwendigen Pflügens und der Errichtung wasserspeichernder Elemente kann eine effektive Flächennutzung, insbesondere beim maschinellen Mähen mit großen Geräten, eingeschränkt sein.

## Gestaltung

Bei der Pflanzung entlang von Höhenlinien kann bei gleichen Abständen der Baumreihen das Keyline-Design angewendet werden. Andernfalls muss mit zu ermittelten Konturlinien gearbeitet werden.

Zur Ermittlung der Konturlinien kann ein A-förmiger, hölzerner Rahmen verwendet werden, dessen Schenkel mittig durch eine Wasserwaage oder ein Lot verbunden sind. In der Fläche wird am Hang ein Startpunkt gewählt. Ein Schenkel des A-Rahmes wird an den Ausgangspunkt gestellt. Der Startpunkt wird am Boden markiert. Der frei bewegliche Schenkel wird hangaufwärts oder -abwärts bewegt, bis die Wasserwaage perfekt ausbalanciert ist. Der ermittelte Punkt wird, so wie der Startpunkt, in der Fläche markiert. Jetzt bewegt sich der erste Schenkel vorwärts bis die Wasserwaage ausbalanciert ist und dieser Punkt wird ebenfalls markiert. Der Prozess wird über die gesamte Fläche quer zur Hangneigung fortgesetzt. Miteinander verbunden ergeben die markierten Punkte die Kontur- oder Höhenlinie entlang welcher die Bäume gepflanzt werden können.

Der Entwurf mit Schlüssellinien im Keyline-Design ist sinnvoll, wenn für die Bewirtschaftung regelmäßige Abstände zwischen den Baumreihen benötigt werden. Grundgedanke im Keyline-Design ist, dass die Startreihe auf der Hangkontur liegt, aber am sogenannten Keypoint (Schlüsselpunkt) beginnt. In einem ersten Schritt werden auf einer topographischen Karte Hangrücken und (Seiten-)Täler identifiziert. Innerhalb dieser Täler liegt jeweils ein Wendepunkt (inflection point), an dem die Hangkontur von konkav zu konvex übergeht. Ersichtlich ist dieser durch die Änderung der Höhenlinien-Abstände. Ein Keypoint befindet sich jeweils genau unter einem Wendepunkt. Ab hier beginnt das Wasser natürlicherweise langsamer hangabwärts zu fließen. Zwischen den einzelnen Tälern kann sich die Lage der Wendepunkte unterscheiden, weshalb sie spezifisch für jedes Tal identifiziert werden müssen. Die Wendepunkte werden in einem GPS gespeichert und im Feld aufgesucht. Nur hier sind die Keypoints unter-

halb der Wendepunkte erkennbar. Sobald Keypoints identifiziert sind, werden diese markiert. Das Markieren der Höhenlinie geschieht wiederum mit einem A-Rahmen. Da es sich um eine Konturlinie ausgehend vom Keypoint handelt, wird sie Keyline oder Schlüssellinie genannt. Von dieser Schlüssellinie aus können weitere Reihen in regelmäßigen Abständen hangauf- oder hangabwärts markiert werden. Dazu werden ausgehend von der Schlüssellinie in einem regelmäßigen Abstand, bspw. 10 m, hangauf- oder hangabwärts Punkte markiert, die dann zu einer weiteren Reihe verbunden werden.

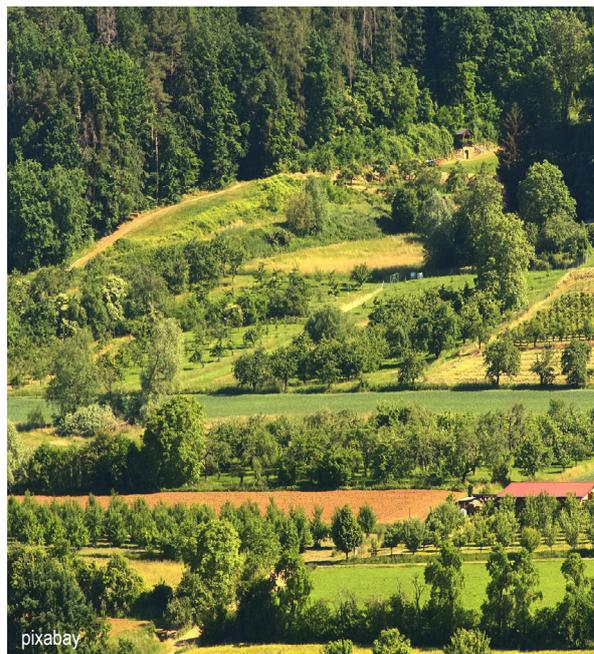
Große und/ oder stark reliefierte Flächen müssen von Fachpersonen und unter Zuhilfenahme eines Geoinformationssystems beplant werden.

## Weiterführende Literatur

Franke, S.; Gerhardt, P. (2025): Langsames Wasser, kühlendes Grün. Keyline Design und Agroforstwirtschaft als Lösungswege in der Klimakrise. Oekom-Verlag.

Yeomans, P.A.; Yeomans, K.B. (2008): Water for Every Farm - Yeomans Keyline Plan. Australia Fair Southport, Queensland.

Barnes, D. (2017): The Permaculture Earthworks Handbook: How to Design and Build Swales, Dams, Ponds, and other Water Harvesting Systems. New Society Publishers, Canada.





## **Teil 2 | Baumartensteckbriefe**

Streuobstwiesen sind wertvolle Ökosysteme, die nicht nur durch ihre Schönheit, sondern auch durch ihre Funktionalität beeindrucken. Die Vielfalt an Apfel-, Birnen- und anderen Pflanzensorten spielt dabei eine entscheidende Rolle insbesondere im Hinblick auf die Klimaresilienz.

Die genetische Vielfalt unter den Obstbäumen sorgt dafür, dass verschiedene Sorten unterschiedlich auf Klimaveränderungen reagieren. Während manche Sorten und Unterlagen etwa Trockenstress gut verkraften, sind andere resistenter gegenüber Krankheiten, die durch steigende Temperaturen oder veränderte Niederschlagsmuster begünstigt werden (Schorf, Mehltau, Schwarzer Rindenbrand, etc.). Durch die Kombination vieler verschiedener Sorten auf einer Streuobstwiese wird das Risiko minimiert, dass ein einzelnes Extremwetterereignis, wie eine langanhaltende Dürreperiode oder ein Spätfrostereignis, die gesamte Ernte gefährdet.

In der Debatte um die Klimaanpassung von Streuobstwiesen rücken vermehrt spätblühende Obstsorten in den Fokus. Unsere Frühjahre werden immer wärmer, weshalb viele unserer Obstbäume dementsprechend frühzeitiger austreiben. Gleichzeitig steigt die Gefahr von Spätfrost. Frühblühende Sorten können dadurch erhebliche Schäden an Blüten und damit an der Ernte aufweisen. Spätblühende Sorten wie bestimmte Apfel-Birnen-, aber auch Walnussorten beginnen ihre Blüte erst, wenn das Risiko von Nachtfrösten weitgehend vorüber ist.

Nicht zu vernachlässigen sind auch die Böden. Das Wurzelsystem verschiedener Pflanzen in einer Streuobstwiese hat einen bedeutenden Einfluss auf die Bodeneigenschaften und das Bodenleben. Tiefwurzelnde Obstbäume wie Birnen lockern tiefe Bodenschichten, fördern die Belüftung und verbessern die Wasserinfiltration, während flachwurzelnde Pflanzen die oberen Bodenschichten stabilisieren und vor Erosion schützen. Diese unterschiedlichen Durchwurzelungstiefen tragen dazu bei, die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens zu erhöhen und Nährstoffe aus tieferen Schichten in die oberen zu transportieren, wo sie anderen Pflanzen zugutekommen.

Die Vielfalt an Wurzelsystemen schafft zudem ideale Bedingungen für Bodenorganismen. Unterschiedliche Pflanzenwurzeln geben Exsudate wie Zucker und Aminosäuren ab, die Mikroorganismen fördern. So entsteht eine reiche und funktionale Bodenmikrobiota, die Nährstoffkreisläufe unterstützt. Obstbäume bilden oft Symbiosen mit Mykorrhizapilzen, die nicht nur die

Nährstoffaufnahme verbessern, sondern auch zur Bodenstruktur beitragen. Diese Vielfalt an Wurzeln schafft Lebensräume für Regenwürmer und andere Bodenorganismen, die organisches Material zersetzen, den Boden lockern und die Humusbildung fördern.

## Mykorrhizapilze

Mykorrhizapilze sind essentielle Partner im Wurzelsystem vieler Pflanzen, darunter Obstbäume. Sie bilden eine Partnerschaft (Symbiose) mit den Wurzeln der Bäume, bei der der Pilz Wasser und Nährstoffe (insbesondere Phosphor) aus dem Boden aufnimmt und an den Baum weitergibt. Der Pilz vergrößert zudem die Wurzeloberfläche des Baumes, wodurch mehr Wasser und Nährstoffe aufgenommen werden können. Als Gegenleistung erhält der Pilz Kohlenhydrate, die der Baum durch Fotosynthese produziert. Somit verbessert sich die Nährstoffaufnahme für den Baum, er wird trockenheitstoleranter und weniger anfällig gegenüber Krankheitserregern.

Es lassen sich drei große Mykorrhiza-Typen unterscheiden. Für Obstbäume sind arbuskuläre Mykorrhiza (AM) von zentraler Bedeutung. Sie können allerdings nur dann gedeihen, wenn auch die Bodenbedingungen wie ein guter Humusgehalt und geringe Störungen durch Bodenbearbeitung gegeben sind.

Je nach historischer Landnutzung sind bereits Stämme von Mykorrhizapilzen im Boden vorhanden, mit denen neugepflanzte Obstbäume rasch eine Symbiose eingehen können. Dies trifft bspw. bei Nachpflanzungen einzelner Bäume auf einer bestehenden Streuobstwiese zu. Werden Bäume allerdings auf Äcker oder Grünland neu angepflanzt, so kann man davon ausgehen, dass kaum entsprechende Mykorrhiza vorhanden sind. Hier müssen bereits bei der Pflanzung aktiv passende Mykorrhizapilze eingebracht werden (bspw. <https://inoq.de/>).

Dies kann durch Impfung von Mykorrhiza-Inokulate (Präparate, die direkt in das Pflanzloch oder auf die Wurzeln aufgebracht werden) oder durch das Einbringen von Bodenmaterial von bestehenden Streuobstwiesen geschehen.

Eine Impfung kann besonders effektiv sein, wenn Obstbäume mit mykorrhizafördernden Begleitpflanzen, wie Hasel, Linde, Erle oder Feldahorn kombiniert werden. Diese Pflanzen unterstützen die dauerhafte Etablierung der Pilze im Boden und erhöhen die Symbiose-Vielfalt.

## Aufbau Artensteckbriefe

In den nachfolgenden Steckbriefen werden einige alternative Baumarten beschrieben, die sich zusätzlich und vereinzelt in klassische Streuobstbestände pflanzen lassen. Sie werden nicht als Substituenten für das Gesamtsystem gesehen, sondern als Ergänzung, um die biologische Vielfalt zu erhöhen und das Ernteausfallrisiko zu streuen. Zudem können sie Leistungen für die Zielarten (bspw. Apfelbaum) oder für das gesamte System (bspw. Windbrecher, Stickstofffixierer) erbringen. Bei der Auswahl alternativer Baumarten müssen ihre Leistungsfähigkeit, die von ihnen erzeugten Produkte, die Standortansprüche sowie ihre Verträglichkeit mit benachbarten Baumarten berücksichtigt werden. Für eine eindeutige Art-Zuordnung der Baumarten werden sowohl ihre deutschen als auch botanischen Namen genannt. Am Ende des Kapitels werden einige Bezugsquellen aufgelistet. Diese haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern sind bei den Recherchen positiv aufgefallen bspw. durch ein besonderes Augenmerk auf die Wurzelbildung der Bäume. Da die Standortansprüche einer Pflanze entscheidend für ihr Gedeihen sind, werden diese sowohl im Text beschrieben, als auch in Form von Piktogrammen dargestellt. Dies ermöglicht dem Leser einen schnellen Überblick. Generell können weitere alternative Baumarten für Streuobstsysteme gewählt werden.

Folgende Punkte müssen dabei berücksichtigt werden: **Wachstumsgeschwindigkeit:** Schnelles Wachstum und eine früh einsetzende Ertragsphase sind positiv. Allerdings haben sehr schnell wachsende Baumarten einen hohen Nährstoff- und Wasserbedarf. Wird dieser nicht ausreichend gedeckt, so kann es zur Konkurrenz mit anderen Gehölzen im Streuobst-System kommen.

**Invasivität:** Schnell wachsende, nicht heimische Baumarten mit einer hohen Samen- oder Fruchtproduktion können in natürliche Ökosysteme und landwirtschaftliche Flächen einwandern. Dies kann ökologische und wirtschaftliche Schäden verursachen. Der Invasivitätsstatus kann auf der Webseite des Bundesamtes für Naturschutz abgefragt werden (<https://neobiota.bfn.de/>). Invasive Arten dürfen nicht gepflanzt werden.

**Rechtlicher Rahmen:** Bei der Pflanzung der vorgestellten Baumarten sind die im Einzelfall einschlägigen rechtlichen Vorschriften zu beachten. Diese ergeben sich insbesondere aus § 40 Abs. 1 BNatSchG sowie den Schutzgebietsverordnungen. Für Baden-Württemberg sind die Schutzgebietsverordnungen auf der Seite des Daten- und Kartendienstes der LUBW abrufbar. Weiterhin sind die Handreichungen der LUBW „Gebietseigene Gehölze in Baden-Württemberg“ zu beachten. Die Pflanzung nicht heimischer Gehölze bedarf gemäß den Vorgaben des § 40 Abs. 1 BNatSchG einer Genehmigung der zuständigen Behörde (Höhere Naturschutzbehörde), es sei denn, es handelt sich um einen Anbau von Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft (§ 40 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 BNatSchG). Erle, Pappel und Weide sind keine Kulturobstbäume und fallen daher unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG, wenn diese außerhalb ihres Vorkommensgebietes und außerhalb der Forst- und Landwirtschaft angepflanzt werden. Die Feige fällt außerhalb der Forst- und Landwirtschaft ebenfalls unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG, da sie nicht zum Zwecke der Sortenerhaltung oder der Erhaltung traditioneller Kulturlandschaften gepflanzt wird.



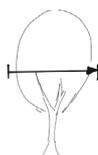
## Blühzeitraum

Gerade für Insekten ist die Länge der Blütenphase auf einer Streuobstwiese als Nahrungsquelle von enormer Bedeutung. Deshalb wird für jede Pflanze der Blühzeitraum angegeben. Dies ermöglicht bei der Kombination von Pflanzen auf einer Fläche für ausreichend Insektennahrung zu sorgen. Zudem kann die Spätfrostempfindlichkeit abgeschätzt werden.



## Baumhöhe (m)

Durchschnittlich erreichte Baumhöhen im ausgewachsenen Zustand.



## Kronenbreite (m)

Baumkronen, mit Form und Dichte des Blätterwerkes, beeinflussen die durchgelassenen Lichtmengen. Somit ist die Wahl des Kronentyps und die Positionierung der Bäume im Gesamtsystem von entscheidender Bedeutung für die Lichtverfügbarkeit benachbarter Gehölze. Baumkronen können viele Formen annehmen. Im vorliegenden Fall ist der durchschnittliche Baumkronendurchmesser im ausgewachsenen Zustand angegeben.



## Wasserbedarf

Der Wasserbedarf wird in Form des Optimums jährlicher Niederschlagsmengen (mm/ a) oder des Mindestmenge (>) angegeben.



## Lichtbedarf

Licht ist eine der wichtigsten Ressourcen für Pflanzen. Ein Mangel an Licht schränkt ihr Wachstum ein und bestimmt schließlich ihr Überleben. Die Schattentoleranz von Pflanzen bezieht sich auf ihre Fähigkeit, in einer Umgebung mit eingeschränkten Lichtverhältnissen zu wachsen.

Wir haben den Lichtbedarf in drei Kategorien unterteilt:

**Vollsonne:** Pflanzen, die mindestens 6 Stunden pro Tag direkte Sonneneinstrahlung benötigen.

**Halbschatten:** Pflanzen, die 3 - 6 Stunden direkte Sonne pro Tag benötigen. Diese Pflanzen gedeihen gut bei indirekter Sonne, wie etwa unter lichten Baumkronen.

**Vollschatten:** Pflanzen benötigen weniger als 3 Stunden direkte Sonne pro Tag und kommen auch mit indirektem oder schwachem Licht gut zurecht.



## Winterhärte

Das United States Department of Agriculture (USDA) klassifizierte Frosthärtezonen für die USA. Die Zonen sind geographisch abgegrenzte Bereiche, in denen eine bestimmte Kategorie von Pflanzen vorhandene minimale Durchschnittstemperaturen toleriert. Die zonale Einteilung reicht von 1 bis 9, die Härtezonen in Deutschland erstrecken sich von Zone 4 - 5 (Hochalpen), Zone 5 - 6 (Alpenraum) und Zone 6 - 7 im Flachland. Vereinzelt Gebiete mit mildem Klima, wie das Rheinland, die Küstenregionen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins, können den Zonen 8 a bis 9 a zugeordnet werden. Im Zuge des Klimawandels wird mit einer Verschiebung der Zonen gerechnet (voraussichtlich +1 Zone).

## Apfel

Apfelbäume dominieren auf unseren Streuobstwiesen und unterscheiden sich hinsichtlich Wuchshöhe, Zeitpunkt der Blüte und Fruchtreife, aber auch in Geschmack und Lagerfähigkeit ihrer Früchte.

Allen gemeinsam ist, dass sie der Familie der Rosaceae und ursprünglich aus Zentralasien entstammen. Die Ur-Apfelwälder, die als Ursprung unserer heutigen Apfelsorten gelten, befinden sich hauptsächlich in Zentralasien, insbesondere in der Region Almaty in Kasachstan. In diesen Wäldern wächst die Wildart *Malus sieversii*, aus der viele heutige Apfelsorten stammen. Gegenwärtig wird *Malus sieversii* in einigen Projekten für die Kultivierung und Kreuzung mit unseren heimischen Apfelbäumen getestet, da er als sehr widerstandsfähig gegenüber Krankheiten (bspw. schwarzer Rindenbrand) und Klimaschwankungen gilt<sup>38,39,40</sup>.

Je nach Unterlagen unterscheiden sich die Wuchshöhen von Apfelbäumen und liegen zwischen 4 m bis 12 m Höhe. Meist haben sie eine runde und dichte Krone, in denen die Blüten zwischen April und Mai blühen. Die meisten Sorten sind selbststeril, daher werden mindestens zwei Sorten in räumlicher Nähe benötigt, die zum gleichen Zeitpunkt blühen.

Apfelbäume bevorzugen sonnige Standorte mit gut durchlässigen, leicht sauren bis neutralen Böden. Um die Sortenwahl möglichst unabhängig von den Standortbedingungen zu machen, werden Apfelbäume gewöhnlich auf bestimmte Unterlagen veredelt. Durch die Wahl der Unterlage werden Höhenwachstum, Lebensdauer sowie die Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Krankheiten kontrolliert. Typische in Deutschland verwendete Unterlagen sind M9 (sehr schwachwüchsig), M26 (mäßig schwachwüchsig), M7 (mittelstark bis starkwüchsig), B9 (sehr schwachwüchsig), P22 (mittelstark bis starkwüchsig), M4 und M25 (mittelstark bis starkwüchsig). Als starkwüchsige Unterlage werden überwiegend Sämlinge der Sorte Bittenfelder verwendet. Auf dieser Unterlage veredelte Bäume haben einen starken Wuchs, bilden ausgedehnte Kronen, sind tolerant gegen Winterkälte und zeichnen sich durch eine hohe Bodenverträglichkeit aus. Ein weiterer Vorteil ist die gute Resistenz gegen verschiedene Wurzelkrankheiten, wie zum Beispiel Phytophthora. Typische Krankheiten, die bei einigen Apfelsorten besonders häufig vorkommen, sind schwarzer Rindenbrand, Apfelschorf, Obstbaunkrebs und Mehltau.

Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
April-Mai	4-12 m	3-4	600 mm	4	sonnig

## Grundsätze einer Sortenwahl für Apfelbäume im Streuobst

Beitrag von Hans-Joachim Bannier

Der Erfolg einer Streuobstpflanzung hängt ganz wesentlich auch von der Auswahl geeigneter Sorten ab (**Tab. 3**). Weil Streuobstwiesen heute meist nur einer extensiven Pflege unterliegen und Pflanzenschutzmaßnahmen die Ausnahme sind, sollten hier Sorten bevorzugt werden, die starkwachsend sind, robust gegen die wichtigsten Krankheiten der jeweiligen Obstart (beim Apfel: Schorf, Mehltau, Obstbaumkrebs, ggf. Marssonina, Elsinoe Blattflecken, Monilia u.a.) und die auch noch an obstbaulich nicht optimalen Standorten zurechtkommen und Erträge bringen. Die nachfolgend aufgelisteten Sorten sollten auf robusten Unterlagen mit einem gut ausgebildeten Wurzelwerk stehen.

Sofern eine Apfelsorte nur gegenüber einer einzelnen Krankheit anfällig ist, ansonsten aber robust, kann dies durch eine passende Standortwahl ausgeglichen werden (z.B. Obstbaumkrebs: nicht auf schweren/ staunassen Böden; Schorf: nur an gut durchlüfteten Standorten; Mehltau: nur an kühleren Standorten). Zum Zweiten hängt die Sortenwahl vom geplanten Verwendungszweck der Pflanzung ab (viele Apfelsorten sind reine

Verwertungssorten, d.h. für Säfte, Dörren, Obstbrand etc.; nur ein Teil der Sorten sind explizit Äpfel zum Frischverzehr).

Die hier vorgestellte Sortenliste robuster Apfelsorten kann und sollte jeweils ergänzt werden durch Regional- und Lokalsorten bzw. solche Sorten, die sich auf vergleichbaren Standorten einer Region gut bewährt haben (das können auch Bäume alter Sorten sein, deren Name sich nicht mehr ermitteln lässt).

Sorten für Buschbäume, wie sie bspw. in linear (syn-tropischen) Baumstreifen oder flächig in Obstwaldgärten organisiert sind (siehe gleichnamiges Kapitel), sollten ebenfalls robust sein, dürfen (oder sollten) auch schwach bis mittelstark wachsend sein (schwächeres Wachstum und schneller einsetzender Ertrag sind hier oft gerade erwünscht). Auch sind hier eher Äpfel mit Tafelapfelqualität erwünscht.

Empfehlungen für reine Mostapfelplantagen können ebenfalls von der Obstwiesen-Empfehlungsliste (**Tab. 3**) abweichen, wenn eine intensivere Schnitt- und Bodenpflege gewährleistet ist. Dann kommen auch schwächer wachsende, reichtragende Mostapfelsorten in Betracht.



Tab. 3: Empfehlungsliste für extensiv bewirtschaftete Streuobstwiesen.

Sorte	Genussreife	Wuchs/ Anfälligkeit/ Blühverhalten
Auer Straßenapfel*		spätblühend
Biesterfelder Renette	Aug. – Okt.	stark, breit (k, m)
Bittenfelder	Nov. – März	stark
Bramleys Seedling	Dez. – Apr.	stark, breit
Boskoop/Roter Boskoop	Nov. – März	sehr stark (s)
Bovarde**		spätblühend
Beimerstetter Luiken*		spätblühend
Brettacher	Nov. – Apr.	stark
Damason Renette	Dez. – Apr.	mittelstark bis stark
Eifeler Rambur	Nov. – Febr.	stark (k)
Fromms Goldrenette (echt)	Okt. – Dez.	stark
Galloway Pepping	Okt. – Dez.	stark
Gelbe Schafsnase (Rheinland)	Nov. – Feb.	stark
Gewürzluiken	Nov. – Feb.	stark (k)
Ginger Luiken*		spätblühend
Grahams Jubiläum	Sept. – Okt.	stark
Gravensteiner	Aug. – Okt.	sehr stark (s)
Heslacher Gereutlapfel*		spätblühend
Holsteiner Cox	Okt. – Dez.	stark, breit (k, m)
Horneburger Pfannkuchenapfel	Dez. – Apr.	stark (m)
Jakob Fischer	Aug. – Sept.	sehr stark, breit
Kesseltaler Streifling	Sept. – Okt.	stark
Königlicher Kurzstiel*		spätblühend
Stina Lohmann (id. Korbiniansapfel)	Dez. – April	stark
Lohrer Rambur	Dez. – März	stark
Luxemburger Triumph	Okt. – Dez.	sehr stark, breit
Martens Sämling	Sept. – Nov.	stark bis sehr stark
Mutterapfel**		spätblühend
Niederhelfenschwiler Beeriapfel**		spätblühend

Sorte	Genussreife	Wuchs/ Anfälligkeit/ Blühverhalten
Oberrieder Glanzrenette*		spätblühend
(Neue) Orleans Renette	Okt. – März	stark (k)
Notarisappel	Okt. – Dez.	stark
Rheinischer Bohnapfel	Nov. – Apr.	stark, steil (k)
Rheinischer Winterrambur	Nov. – Febr.	stark, breit (k)
Riesenboiken	Nov. – März	stark, breit
Rote Sternrenette	Okt. – Dez.	stark, steil
Roter Bellefleur	Nov. – März	mittelstark bis stark
Schneiderapfel	Nov. – Jan.	sehr stark
Schöner aus Elmpf*		spätblühend
Sonnenwirtsapfel	Okt. – Febr.	stark bis sehr stark
Spätblühender Taffetapfel	Sept. – Okt.	stark (sehr späte Blüte)
Süßer Pfaffenapfel*		
Tiefenblüte	Okt. – Febr.	stark (k)
Tulpenapfel (Rheinland)*		spätblühend
Turgauer Weinapfel*/ Borsdorfer**		spätblühend
Uelzener Rambur	Okt. – Dez.	stark
Weißer Winterglockenapfel	Dez. – Mai	mittelstark bis stark (s)
Welschiner (Gr.Böhm.Brünnerling)	Dez. – Mai	stark
Wiltshire	Nov. – Febr	stark
Wöbers Rambur	Nov. – Apr.	sehr stark
Zabergäu-Renette	Nov. – März	stark (k)
+ Graue Herbstrenette, Geflammtter Kardinal, Engelsberger, Friedberger Bohnapfel		
<b>Schwächer wachsende und alte Apfelsorten</b>		
Alkmene	Sept. – Nov	mittel bis schwach (m)
Ananasrenette	Okt. – Jan.	sehr schwach (k!)
Batullenapfel	Okt. – Jan.	mittelstark (k)
Carola (= Kalco)	Sept. – Nov	schwach
Champagner Renette	Dez. – Apr.	schwach
Corinna (Züchtung H-J.Bannier)	Okt. – Dez.	sehr schwach

Discovery	Aug. – Sept.	schwach
Moringer Rosenapfel	Sept. – Okt.	mittel bis schwach (m)
Finkenwerder Prinz	Okt. – Jan.	mittelstark, hängend
Gewürzluiken	Nov. – Febr.	mittelstark bis stark
Graue Herbstrenette	Sept. – Nov.	mittelstark bis stark (k)
Holsteiner Cox	Okt. – Dez.	stark, breit (k, m)
James Grieve	Aug. – Sept.	eher schwach (k)
Krügers Dickstiel	Okt. – Dez.	mittelstark
Ludivics Rosenapfel	August	mittelstark
Martini	Nov. – März	schwach
Ontario	Jan. – Mai	mittelstark (k)
Prinz Albrecht v. Preußen	Sept. – Nov.	schwach (m)
Ribston Pepping	Okt. – Dez.	mittelstark (k, m)
Seestermüher Zitronenapfel	Sept.- Febr.	mittelstark bis schwach
Weißer Winterglockenapfel	Dez. – Mai	mittelstark bis stark (s)
Pilot	Dez. – Mai	schwach

Legende:

(k) = etwas krebsanfällig; schwere bzw. staunasse Böden meiden // (m) = etwas mehltauanfällig;

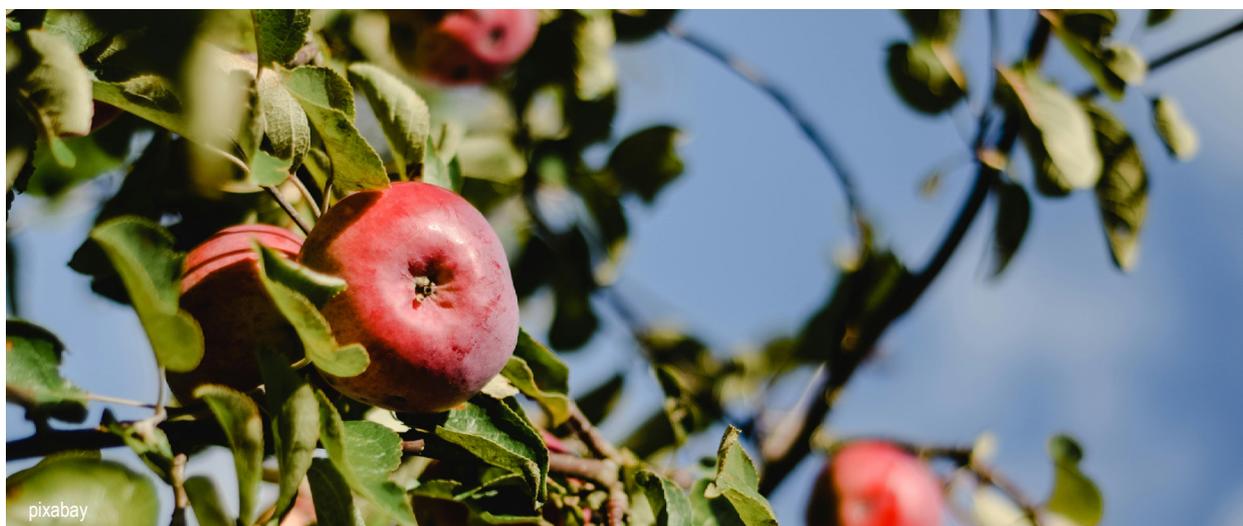
warme Standorte meiden // (s) = etwas schorfanfällig, nur für gut durchlüftete Standorte

\* zusätzliche Angaben von Meier (2024)

\*\* FRUCTUS (2019)

Ein Hinweis sei an dieser Stelle gegeben. So variabel die zukünftigen klimatischen Bedingungen mit Spät- und Frühfrösten, tiefen Temperaturen im Winter oder milden Wintern ausfallen können, so vielfältig sollte die Sorten- und Baumartenwahl auf den Streuobstwiesen sein. Deshalb pflanzen Sie möglichst unterschiedliche Obstsorten und -arten und beobachten diese an ihrem Standort.

Weiterhin erfolgt eine gute standörtliche Anpassung der Pflanzen nur, wenn sie vor dem 5. Lebensjahr am Zielort stehen. Pflanzen Sie deshalb Bäume möglichst im ersten oder zweiten Lebensjahr. Je jünger der Baum, desto eher kann er sich an die standörtlichen Gegebenheiten anpassen. Nichtsdestotrotz sind allgemein standörtliche Voraussetzungen für das Pflanzen von Obstbäumen notwendig.



## Birne

Die Birne gehört zur Familie der Rosengewächse (Rosaceae). Wie Äpfel stammen Birnen ursprünglich aus Vorderasien und wurden durch die Römer in ganz Europa verbreitet. Birnen sind sommergrüne Laubbäume, welche unter optimalen Bedingungen Baumhöhen von 20 m erreichen. Sie können auf trockeneren Standorten als Äpfel kultiviert werden, hingegen sind nasse Böden als Standorte zu vermeiden. Sie bevorzugen gut Wasser durchlässige, tiefgründige, humose Böden mit einem neutralen bis leicht sauren pH-Wert. Am besten gedeihen Birnen an sonnigen bis halbschattigen Standorten. Mit ihrem tiefen Herzwurzelsystem erreichen sie tiefere Bodenschichten als Apfelbäume und können auf Wasser aus tieferen Erdschichten zurückgreifen, weshalb sie trockenheitstoleranter sind.

Je nach Sorte können Birnen bis in Höhenlagen von 1.000 m ü. N.N. kultiviert werden, wohingegen ihr Optimum bei 400 m ü. N.N. liegt<sup>41</sup>. Zu unterscheiden sind hier Sommer- und Herbstbirnen, die raue Gebirgslagen ertragen und Winterbirnen, deren Hauptverbreitungsgebiet im Weinbauklima ist.

Für eine erfolgreiche Befruchtung benötigen Birnenbäume eine zweite Sorte im Umkreis von etwa 300 m, die zur gleichen Zeit blüht. In der Regel blühen Birnenbäume zwischen April und Mai. Geerntet kann zwischen August und Oktober werden. Eine Grundvoraussetzung ist ein regelmäßiger Schnitt.

Die Frucht kann roh verzehrt oder weiterverarbeitet werden zu Saft, Wein und Marmelade. Lagerfähig sind vor allem die Winterbirnen (bis zu 5 Monate).

Neben Schorf und Birnengitterrost nimmt der Birnenverfall in den letzten Jahren immer mehr zu. Diese von Phytoplasmen verursachte Krankheit verfärbt das Birnenlaub bereits im August rot. Langfristig sterben diese Bäume ab. Es bedarf noch viel Forschung, um

dieser Infektionskrankheit entgegenwirken zu können. Als ersten Ansatz empfiehlt Petruschke (2023)<sup>42</sup> eine Düngung mit Zweischicht-Tonmineralen (z.B. Koalinit) sowie die Wahl robuster Unterlagen und Sorten. Neue, robuste Unterlagen, die mit allen Birnensorten zur Veredlung verträglich sind, nennen sich Viru-Therm -1 und -2<sup>43</sup>. Weiterhin könnte *Pandora cacopsyllae* ein Pilz sein, der den Birnenverfall und die Apfeltriebsucht eindämmen kann<sup>44</sup>.

Folgende Birnensorten blühen in den Versuchsgärten des Kompetenzzentrums Obstbau Bodensee (KOB) sehr spät und sind deshalb für Spätfrost unempfindlicher:

- Grüne Jagdbirne,
- Karlebirne,
- Späte Weinbirne,
- Weitefelder Birne,
- Wolfsbirne.

Mittel bis spät blühen weiterhin:

- Dolacomi,
- Egnacher Mostbirne,
- Fertilia Delbard,
- Jeanne d' Arc,
- Normännische Ciderbirne,
- Subira,
- Vereinsdechantsbirne,
- Welsche Bratbirne.

### Zu beachten

Zwei zur gleichen Zeit blühende Birnenbäume im Abstand von max. 300 m.

Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
April-Mai	bis zu 20 m	3-4 m	600 mm	5	sonnig bis halbschattig

## Zwetschge & Co.

Beitrag von Walter Hartmann

*Prunus domestica* ist eine Sammelart, worunter Zwetschgen (auch Zwetschke oder Zwetsche genannt), Reineclauden, Pflaumen und Mirabellen zusammengefasst sind. Sie werden alle zur gleichen Art gezählt, weil sie untereinander kreuzbar sind und damit sehr unterschiedliche Sorten hervorbringen. Die Zwetschge an sich ist eine Kreuzung zwischen Schlehe und Kirschpflaume und wie viele Bäume unserer heutigen Streuobstwiesen stammt sie aus Vorderasien<sup>45</sup>. Die Bäume erreichen auf guten Standorten meist Höhen zwischen 4 – 8 m. Ihre Kronenausdehnungen liegen dementsprechend zwischen 3 – 6 m. Zwetschgenbäume wachsen steil nach oben. Ihre Kronen sind oft hochoval und neigen zur Verkahlung der inneren Astpartien, weshalb regelmäßige Schnittmaßnahmen zur Kronenpflege notwendig sind.

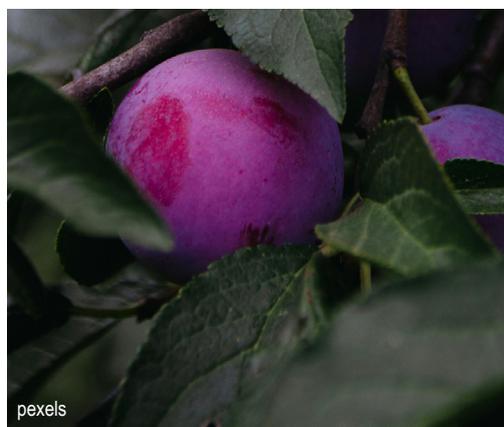
*Prunus domestica* bevorzugen sonnige bis halbschattige Standorte mit gut durchlässigen, nährstoffreichen Böden. Sie vertragen sowohl leichte Trockenheit als auch kühle Temperaturen gut, solange Spätfröste die Blüte nicht beeinträchtigen. Je nach Höhenlage des Standortes und gewählter Sorte blühen die Bäume zwischen April und Mai. Höhenlagen wie etwa 400 – 700 m ü.N.N. bieten durch die kühlen Nächte und sonnigen Tage ideale Bedingungen für die Aromaentwicklung der Früchte. Allerdings sollten winterliche Tiefsttemperaturen von -18°C (Zone 7) nicht unterschritten werden. Innerhalb dieser Sammelart zeigen sich Pflaumen weniger frostresistent als Reineclauden und Mirabellen. Auch die Unterlage spielt eine Rolle für die Frostresistenz. So sind auf Myrobalane veredelte Sorten frostempfindlicher, bringen aber sehr große Bäume hervor. Weiterhin sind Unterlagen der Sorte Wangenheim, wie Wavit, gut geeignet für hochstämmige Zwetschgen. Je nach Sorte reifen die Früchte zwischen Juni und Oktober. Da die Früchte nicht wie bei Äpfeln oder Birnen lange lagerfähig sind, bietet der lange Zeitraum des Fruchtertrags eine Möglichkeit diese über mehrere Monate zu genießen. Wichtig ist, dass die Früchte bei vollständiger Reife geerntet werden, da sie dann das

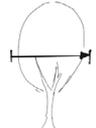
charakteristische Aroma und den hohen Zuckergehalt entwickeln. Im Gegensatz zu vielen anderen Früchten reifen sie nicht nach.

Wie Apfelbäume auch müssen Zwetschgen regelmäßig geschnitten werden. Dies fördert die Fruchtbildung und verhindert Verkahlungen ebenso wie Krankheiten (bspw. Narrentaschenkrankheit (*Taphrina pruni*)). Früher war es üblich, wurzelechte Zwetschgen auf Streuobstwiesen zu pflanzen. Dazu wurden Wurzelaufläufer der Hauszwetschge abgestochen und verpflanzt. In den letzten Jahrzehnten ist diese Methode in den Hintergrund getreten, da Hauszwetschgen sehr häufig von der Viruserkrankung *Scharka* befallen sind. Neue Züchtungen, wie ‚Jojo‘ und ‚Joganta‘ sind hingegen resistent. Weiterhin nimmt die durch Bakterien verursachte Krankheit ‚Pseudomonas‘ zu. Sie führt gerade in heißen Sommern zum Harzschluss und somit zum Verstopfen der Leitbahnen. Durch diese Unterversorgung sterben die Bäume ab.

### Zu beachten

Es gibt selbstfertile als auch selbststerile Sorten. Beim Pflanzen muss deshalb darauf geachtet werden, dass ggf. zwei Individuen mit gleichem Blühzeitraum nebeneinander wachsen.



Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
April bis Mai	4-8 m	3-6 m	500 mm	7	sonnig bis halbschattig

## Quitte

Beitrag von Michael Rudolph

Quitten (*Cydonia oblonga*), aus der Familie der Rosengewächse, stammen ursprünglich aus der Region des Kaukasus, Nordpersien und Anatolien. Sie sind eine der ältesten bekannten Obstsorten und wurden bereits in der Antike kultiviert. Durch die Römer gelangten sie nach Mitteleuropa und verbreiteten sich dort im gesamten Mittelmeerraum.

Quitten sind kleine Bäume oder Sträucher mit Höhen von 3 bis 5 m. Die Blätter sind oval, dunkelgrün und filzig behaart. Die Blüten sind groß und rosafarben bis weiß, ähnlich wie bei Apfel- und Birnenbäumen. Ihre Früchte sind leuchtend gelb und haben eine weiche, pelzige Schale. Die Form der Früchte variiert zwischen birnen- und apfelförmig je nach Sorte. Das Fruchtfleisch ist fest, hart und aromatisch, aber in rohem Zustand oft zu sauer und herb zum direkten Verzehr.

Es gibt zwei Haupttypen von Quitten:

- Apfelquitten (*Cydonia oblonga* var. *maliformis*): Rund bis apfelförmig und größer. Sie haben ein festeres Fruchtfleisch und eignen sich besonders gut für Gelee und Marmelade.
- Birnenquitten (*Cydonia oblonga* var. *pyriformis*): Birnenförmig, meist weicher im Fruchtfleisch und oft etwas süßer als Apfelquitten. Sie sind ebenfalls ideal für die Verarbeitung zu Gelee, Kompott oder Saft.

Quittenbäume werden oft auf schwachwüchsige Unterlagen veredelt, um die Pflanzengröße zu kontrollieren und die Ernte zu erleichtern. Typische Veredelungsunterlagen sind:

**Quittenunterlage A:** Häufig verwendet, schwachwüchsig, sorgt für einen kleineren, kompakteren Baum.

**Quittenunterlage C:** Noch schwächer wachsend, eignet sich gut für kleine Gärten und intensive Bewirtschaftung.

**Quittenunterlage BA 29:** Sehr robust und frosthart, ideal für rauere Klimazonen.

Veredelungen auf Weissdorn sind sehr trockenheits-

tolerant.

Quitten sind relativ anspruchslos, bevorzugen jedoch warme, sonnige Standorte und tiefgründige, nährstoffreiche Böden. Sie sind widerstandsfähig gegen Trockenheit, jedoch anfällig für Fröste während der Blütezeit.

Die Pflege umfasst regelmäßiges Beschneiden, um den Baum luftig zu halten und Krankheiten vorzubeugen. Krankheiten und Schädlinge sind bspw. Feuerbrand (gefährliche bakterielle Krankheit, die Quitten stark schädigen kann), Quittenrost (Pilzkrankheit, die Blätter und Früchte befällt) sowie Blattläuse und Gespinntmotten (schwächen besonders junge Triebe).



Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
April-Mai	3-5 m	4-6 m	600-800 mm/a	5-9	Vollsonne

## Aprikose

Aprikosenbäume (*Prunus armeniaca*) sind in vielen Regionen Eurasiens und Nordafrikas heimisch. Die sonnenliebenden Bäume gedeihen am besten in warmen, sonnigen Gebieten mit wenig Konkurrenz von anderen Bäumen. Die jährlichen Niederschlagsmengen im Verbreitungsgebiet variieren zwischen 400 und 1000 mm. Die Temperaturen im Verbreitungsgebiet reichen von -15°C im Winter bis zu 40°C im Sommer. In unseren Breiten sollten Aprikosenbäume immer nach Süden ausgerichtet, ohne beschattende Konkurrenz gepflanzt und vor kalten Nordostwinden geschützt werden. Durch die sehr frühe Blüte im März sind Aprikosenbäume sehr empfindlich gegenüber Spätfrösten. Die Fruchternte ist je nach Sorte im Juli/ August. Von der Standortwahl bevorzugen sie gut durchlässige Böden, die vorzugsweise neutral bis leicht sauer sind.

Unter guten Standortbedingungen können Aprikosenbäume zwischen 4 - 8 m hoch werden und Kronendurchmesser zwischen 3 - 6 m entwickeln. Im Alter von etwa 3 - 5 Jahren beginnen sie zu fruktifizieren.

Die beste Pflanzzeit ist zwischen Oktober und November. Während der ersten Jahre nach der Pflanzung sollte der Aprikosenbaum regelmäßig beschnitten werden, um eine ausgewogene Krone zu entwickeln und die Fruchtproduktion zu maximieren. Für eine effektive Bestäubung und damit Fruchtentwicklung sind in der Regel mehrere Aprikosenbäume mit unterschiedlichen Genotypen in räumlicher Nähe erforderlich. Es sollten demnach immer mehrere Sorten gepflanzt werden.

Es gibt verschiedene Unterlagen, wovon der Aprikosen Sämmling der natürlichste ist. Diese Unterlage kommt vor allem für warme und trockene Klimate in Frage (bspw. Oberrheingraben). Bei der Sortenauswahl ist auf die Anfälligkeit für Monilia und Pseudomonas zu achten. Generell gilt: Die Aprikose ist die Steinobst-Diva! Langer Atem und viel Geduld sind für ihren Anbau erforderlich! Eine Sortenempfehlung ist gerade bei dieser Obstbaumart sehr schwierig. Hier dennoch ein paar Vorschläge: ‚Bergeron‘; ‚Kuresia‘; ‚Orangered‘; ‚Goldrich‘ und ‚Ungarische Beste‘.



Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
März-April	4-8 m	3-6 m	>400 mm/ a	7	Vollsonne

## Pfirsich

Pfirsichbäume (*Prunus persica*) stammen aus China und sind in vielen gemäßigten Regionen der Welt verbreitet. Sie bevorzugen sonnige Standorte und gedeihen am besten in warmen, frostgeschützten Gebieten. Sie bevorzugen durchlässige, gut drainierte Böden, die leicht sauer bis neutral sind. In kühleren Klimazonen sollten Pfirsichbäume auf geschützten, nach Süden ausgerichteten Standorten gepflanzt werden.

Unter optimalen Bedingungen können Pfirsichbäume eine Höhe von bis zu 8 m erreichen und eine Kronenbreite von etwa 2 - 4 m entwickeln. Pfirsichbäume beginnen in der Regel nach 2 - 3 Jahren mit der Fruchtproduktion. Die Bäume sind anfällig für Frost, insbesondere während der Blütezeit im Frühjahr. Die Blütezeit variiert je nach Standort und Sorte, meist erfolgt sie im März bis April. Die Fruchtreife ist je nach Sorte von Juli bis August.

Die idealen Jahresdurchschnittstemperaturen für den Pfirsichanbau liegen zwischen -10°C im Winter und bis zu 35°C im Sommer. Pfirsichbäume benötigen eine jährliche Niederschlagsmenge von etwa 500 bis 800 mm. Sie sind sonnenliebend und sollten vor kalten Winden geschützt werden.

Die beste Pflanzzeit ist entweder im April oder im Herbst zwischen Oktober und November. Pfirsichbäume profitieren besonders in den ersten Jahren von regelmäßigen Schnittmaßnahmen. Der Schnitt fördert die Entwicklung einer gesunden Krone und unterstützt die Fruchtbildung.

Pfirsichbäume sind empfänglich für die Kräuselerkrankheit. Dies ist bei der Sortenauswahl zu beachten. Die Sorten ‚Sanguine‘, ‚Benedicte‘ und ‚Fruteria‘ sind weniger anfällig. Es gibt jedoch noch zahlreiche Pfirsichsorten, von welchen je nach Region und Klima ausgewählt werden kann.



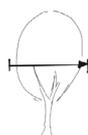
Pixabay



März-April



4-8 m



2-4 m



&gt;500 mm/ a



5-9



Vollsonne

# Walnuss

Beitrag unter Mitarbeit von Herbert Wolz

Die Echte Walnuss (*Juglans regia*) ist europaweit verbreitet und wird seit Jahrhunderten zur Frucht- und Wertholzproduktion kultiviert. Unter guten Bedingungen wachsen die Bäume 10 bis 15 m hoch (bis max. 20 m) und bilden mächtige, ausladende Kronen.

Walnussbäume bevorzugen an mindestens sechs Monaten im Jahr Temperaturen von über 10°C, Jahresniederschlagsmengen von 700 bis 800 mm sowie tiefgründige, nährstoffreiche Böden mit pH-Werte zwischen 6,5 und 7,5. Sie mögen milde Winter, können jedoch kurzzeitig Temperaturen von bis zu -30°C überstehen. Als Pflanzware werden, je nach Verwendungszweck und Kulturvorgaben, wurzelechte oder veredelte Walnussbäume produziert. Ziel veredelter Sorten ist eine Produktion homogener Pflanzware mit jährlich konstanten Mengen vermarktungsfähiger Nüsse. Durch die Wahl der Unterlage erfolgt eine Anpassung an vorherrschende Bodenverhältnisse. Bis vor wenigen Jahrzehnten wurden auch wurzelechte Walnussbäume zumeist zur Selbstversorgung rund um Ortschaften oder auf Grenzertragsstandorte gesät. So bestimmten sie vielerorts das Landschaftsbild, verschwinden allerdings zunehmend aufgrund von Überalterung und mangelnder Nachpflanzung. Wie bei vielen Apfelsorten befinden sich wertvolle Sorten unter ihnen, welche gerade in Zeiten des Klimawandels erhaltungswürdige sind. Gerade spät und homogen blühende Sorten mit der Eigenschaft der Jungfernfrüchtigkeit stellen einen Gewinn für die Selbstversorgung und Landschaft dar. Heute werden wurzelechte Bäume mit gut ausgebildetem Wurzelsystem in Air-Pruning Töpfen gezüchtet. Diese Methode bieten den Vorteil, dass die Walnussbäume ihre Pfahlwurzel sowie ein dichtes Netz an Nebenwurzeln ungestört ausbilden können, welche nach der Verpflanzung an den Zielort weiterwachsen. Dies ist ein entscheidender Vorteil gegenüber Topfware oder wurzelnacktem Pflanzgut. Weitere Möglichkeiten sind Direktsaaten am finalen Standort oder eine Verpflanzung in sehr jungem Stadium. Allgemein sollten Walnussbäume am Ende des Herbstes, zwischen

Oktober und November, verpflanzt werden.

Walnussbäume sind einhäusige Pflanzen, sie benötigen für eine Fruchtproduktion andere Individuen in ihrer Nähe. Anzumerken ist, dass Walnussbäume ein sehr komplexes Blühverhalten und Befruchtungssystem aufweisen (bspw. Jungfernfrüchtigkeit, Mehrfachblüher), wovon Nuss-Erträge und Fruchtertragsintritte direkt abhängen. Weiterhin können Spätfrostschäden durch die Wahl von spätaustreibenden, mehrfachblühenden Sorten oder Jungfernfrüchtigkeit umgangen werden. Zu beachten ist, dass Aussagen zur Nuss-Qualität für die Sortenwahl nicht allein ausschlaggebend für einen erfolgreichen Fruchtertrag sind, sondern Blüh- und Befruchtungsverhalten als ertragsbestimmende Parameter mitberücksichtigt werden müssen.

Erziehungsschnitte sind bei der Walnuss unerlässlich, da nicht nur ein enormer Fruchtbehang, sondern auch ausladende Kronen die Baumstatik limitieren. Günstige Schnittzeiträume sind zwischen März und August (bspw. bei ausbleibenden Erträgen), da Wundheilungen optimal während der Vegetationsperiode verlaufen.

## Zu beachten

- Nicht in Kaltluftschneisen pflanzen (Rindenschäden),
- keine großen Wunden schneiden (Gefahr von Morschungen),
- nicht in Tallagen mit hohen Grundwasserständen pflanzen,
- Windbruchlagen meiden,
- Anbaugrenze beachten,
- Schlitzäste bei der Erziehung vermeiden,
- nicht in spätfrostgefährdete Lagen pflanzen (Sorten wählen, die spät austreiben und blühen).

Spätfrosttolerante Sorten sind<sup>46</sup>:

- Nr. 26
- Mayette
- Lara und die Sorte Mars

Blütezeit



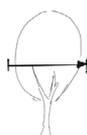
Mai

Baumhöhe



10-15 m

Kronenbreite



>10 m

Wasserbedarf



700-800 mm/a

Frosthärte



6

Lichtbedarf



im Alter sehr gering



pixabay

# Speierling

Beitrag von Dr. Patrick Pytell

Das Hauptverbreitungsgebiet des Speierlings (*Sorbus domestica*) ist der Mittelmeerraum. Vorkommen in Frankreich, Deutschland und Tschechien liegen an der nördlichen Verbreitungsgrenze. Wegen der bundesweiten Gefährdung und der regional begrenzten Verbreitung gilt der Speierling vielerorts als botanische Rarität mit musealem Schutzbedürfnis.

Im Freistand erreichen Speierlinge eine Höhe von 15 bis 20 m. Die Krone ist zuweilen sehr ausladend und vergleichsweise lichtdurchlässig. Wegen des gelb und rot leuchtenden Herbstlaubs werden Speierlinge als besonders landschaftsästhetisch empfunden.

Viele Eigenschaften des Speierlings sind wenig untersucht, so dass allgemeingültige Aussagen regionalen Gegebenheiten und Erfahrungen gegenübergestellt werden sollten.

Speierlinge treiben relativ spät ihre Blätter und Blüten aus und sind deshalb nicht spätfrostanfällig. Die Baumart ist einhäusig. Die Blüten werden von einer Vielzahl von Insekten, insbesondere Bienen und Fliegen besucht. Wegen der apfel- oder birnenförmigen Früchte ist die Baumart schon in der Antike kultiviert worden. Sie reifen von September bis in den Oktober. Heute sind die Früchte im Handel nicht erhältlich und werden für die Erzeugung von hochpreisigen Edelbränden verwendet.

Der Speierling bevorzugt kalkhaltige Böden. Auch auf tonhaltigen Böden können Speierlinge, wie Elsbeeren auch, angebaut werden. Für Grundwasser beeinträchtigte oder temporär vernässende Standorte sind Speierlinge ungeeignet.

Pflegemaßnahmen sind in den ersten Jahren nach der Pflanzung wenige erforderlich. Jedoch müssen Pflanzungen bei anhaltender Trockenheit gewässert werden. Zudem müssen die jungen Bäume mittels Einzelschutz dauerhaft vor Wildschäden bewahrt werden. Auch eine Erkrankung mit Apfel- und Birnenschorf kann jüngere Bäume absterben lassen.

In der Jugend und bei anhaltendem Freistand gilt der Speierling als recht wüchsig. Auf allen besser

mit Wasser versorgten Standorten wird die Baumart überwachsen und ohne konsequente Pflege von allen sonstigen Baumarten erdrückt. Insofern und aufgrund der lichtdurchlässigen Belaubung eignet sich die Baumart besonders für den Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen, in Streuobstbeständen und in modernen Agrofrost- und Vitiforstsystemen. Zur Wertholzproduktion müssen die Stämme geästet werden. Je nach Standort kann vermarktungsfähiges Stammholz nach etwa 80 Jahren geerntet werden.

Aufgrund seines natürlichen Verbreitungsgebiets und seiner Dominanz in oberen, südlich exponierten Hanglagen gilt der Speierling als sehr trockenheitstolerant. Wie die Elsbeere ist der Speierling mit hoher Wahrscheinlichkeit eine der anpassungsfähigsten Baumarten für die zukünftigen Klimabedingungen in Mitteleuropa.

Häufige Sorten: Bovender Nordlicht, Christophs Apfel, Sossenheimer Riese

## Zu beachten

bevorzugt Boden pH-Werte von 5,5 - 8.



Blütezeit



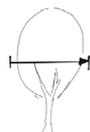
Mai-Juni

Baumhöhe



15-20 m

Kronenbreite



5-15 m

Wasserbedarf



>500 mm/a

Frosthärte



6-8

Lichtbedarf



Vollsonne-  
Halbschatten

## Elsbeere

Beitrag von Dr. Patrick Pytell

Die Elsbeere (*Sorbus torminalis*) ist ein in Mittel- und Südeuropa weit verbreitetes Gehölz. Die sommergrüne Baumart gehört zur Familie der Rosengewächse und wird der Gattung der Mehlbeeren zugordnet. Unter besseren Bedingungen können Elsbeeren 20 – 25 m hoch werden. Bei ausreichend Wuchsraum bilden Elsbeeren eine große, kompakt verzweigte und daher wenig lichtdurchlässige Krone aus.

Von Elsbeeren und Mehlbeeren gibt es zahlreiche Kreuzungen, sogenannte Bastard-Mehlbeeren. Diese Hybride sind Endemiten in diversen, kleinen Arealen Europas.

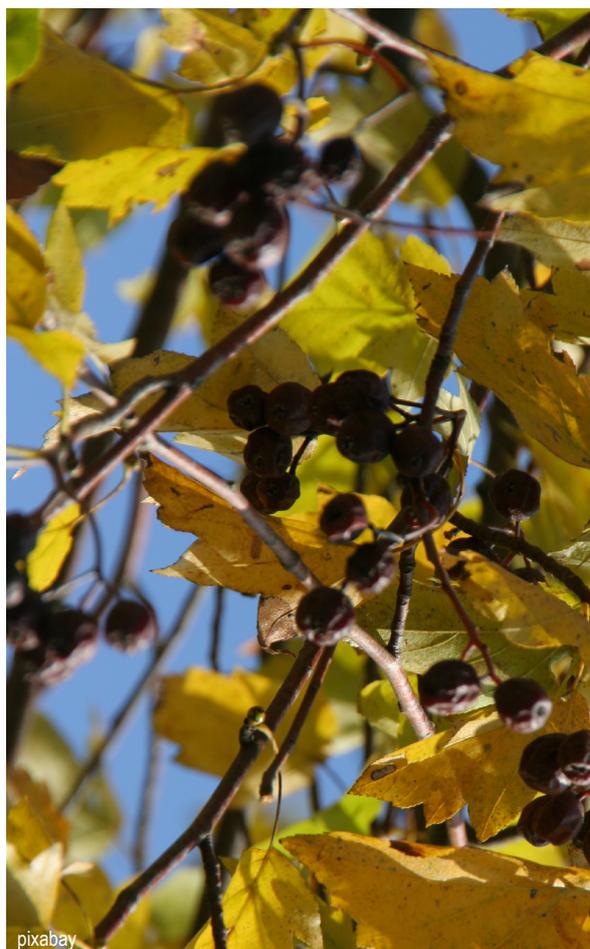
Elsbeeren blühen ab Mai und versorgen eine große Bestäubergilde. Ihre Früchte dienen verschiedenen Tierarten als Nahrung. Diese reifen zwischen Juli und September. Der Artnamen „*torminalis*“ bedeutet

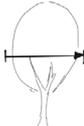
>Leibschmerzen lindernd<. Dementsprechend ist die Elsbeere lange Zeit als Heilpflanze kultiviert worden. Gegenwärtig werden die Früchte unter anderem zu Edelbränden und Marmelade verarbeitet. Regional mögen Sorten vorkommen, die einen höheren Fruchttrag aufweisen. Dem Handel sind diese Sorten jedoch fremd. Obwohl nährstoffreiche, tiefgründige Standorte auf kalkhaltigem Ausgangsgestein ideal sind, findet man sie auch auf tonhaltigen Böden und aufgrund ihrer Konkurrenzstärke oft auf trockenen, südlich exponierten Hängen von geringer Bodentiefe. Auf Grundwasser beeinträchtigten oder temporär vernässenden Standorten sollten Elsbeeren nicht angebaut werden.

Pflegemaßnahmen sind in den ersten Jahren nach der Pflanzung wenige erforderlich, aber bei trockenen Sommern ist Bewässerung sehr empfehlenswert.

In der Jugend ist die Elsbeere wüchsig. Insgesamt wächst sie jedoch langsam. Schnitтарbeiten zur Erziehung und Erhaltung entfallen. Vermarktungsfähiges Stammholz kann frühestens nach 80 Jahren geerntet werden. Sofern Wertholz erzogen werden soll, sind Ästungsmaßnahmen erforderlich. Dabei ist eine astfreie Schaftlänge von mindestens drei Metern anzustreben. Wegen ihrer Trockenheitstoleranz gilt die Elsbeere als

großflächig anbauwürdig und risikoarme Alternativbaumart. Sie ist mit hoher Wahrscheinlichkeit eine der anpassungsfähigsten Baumarten für die zukünftigen Klimabedingungen in Mitteleuropa. In Streuobstbeständen und in Agrofrostsystemen ist sie eine ökologisch und ökonomisch wertvolle Komponente.



Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
Mai	20-25 m	8-15 m	>500 mm/a	5-8	Vollsonne- Halbschatten

## Mispel

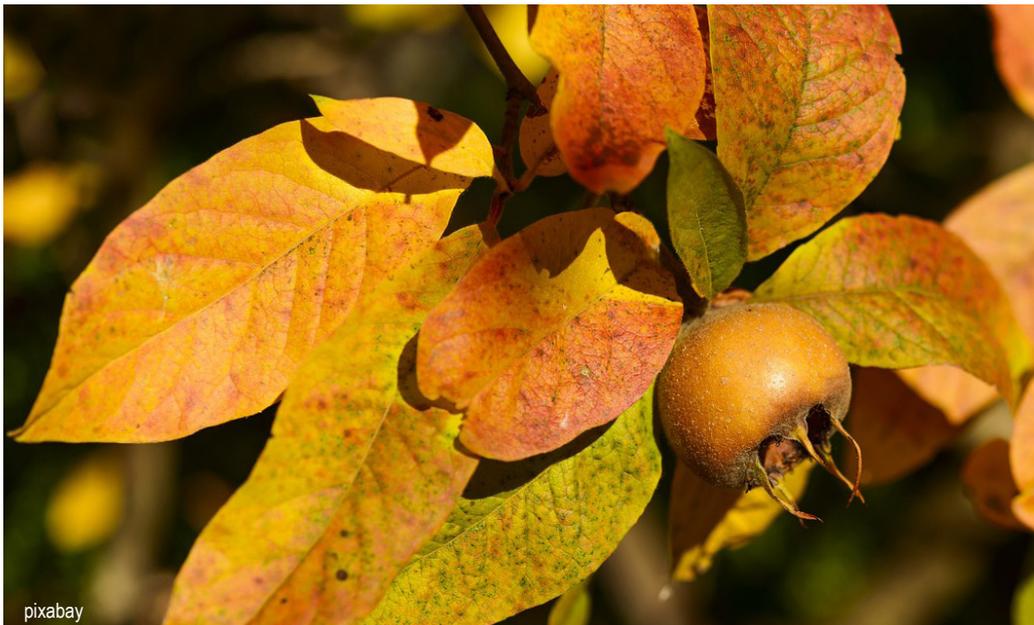
Die Mispel gehört zur Familie *Rosaceae*. Ursprünglich ist sie vom Kaukasus über den Iran bis nach Kleinasien und Griechenland beheimatet. Von den Römern wurde sie wahrscheinlich nach Mitteleuropa eingeführt, wo sie im Mittelalter ein allgemein geschätztes Fruchtholz darstellte<sup>47</sup>. Mispeln sind sommergrün, wachsen als etwa 3 - 6 m hoher, breitwachsener Strauch oder kurzstämmiger Baum und können bis zu 70 Jahre alt werden<sup>48</sup>.

Mispeln blühen zwischen April und Mai. Ihre Blüten eignen sich sehr gut als Bienenweide. Die Vermehrung findet generativ über Samen statt. Die Früchte reifen ab Oktober und sind erst nach Frosteinwirkung oder Lagerung von mindestens 20 Tagen weich und genießbar<sup>49</sup>. Sie eignen sich zudem zur Herstellung von bspw. Likör, Sirup oder Marmelade.

Mispeln kommen in Mitteleuropa an sonnigen Wald-

rändern, Trockengebüschen oder sonstigen wärmebegünstigten Standorten vor und eignen sich sowohl als Einzelpflanzen als auch für Hecken gemeinsam mit weiteren wärmeliebenden Gehölzen. Es handelt sich um ein wärmebedürftiges Gehölz, welches vollsonnige bis halbschattige, trockene Standorte in möglichst windgeschützter Lage mit tiefgründigen, kalkhaltigen Böden bevorzugt.

Mispeln sind kaum von Krankheiten oder Schädlingen betroffen. Es ist jedoch auf Wildverbiss und Fege-schäden zu achten. Es sollte von einem regelmäßigen Schnitt abgesehen werden, da die Blütenbildung endständig an den Trieben erfolgt. Jedoch sollten zu dicht stehende Äste entfernt werden. Man veredelt Mispeln auf Mispel, Weißdorn und unterschiedlichen Quitten-Typen-Unterlagen. Es ist ein Pflanzabstand von 4 m x 3 m anzustreben.



pixabay

Blütezeit

April bis  
Mai

Baumhöhe



3-6 m

Kronenbreite



2-5 m

Wasserbedarf



700 mm

Frosthärte



6

Lichtbedarf

sonnig bis  
halbschattig

# Maulbeere

Beitrag unter Mitarbeit von Gerd Meyer

Maulbeerbäume sind weltweit verbreitete, sommergrüne, tiefwurzelnde Großsträucher bis Bäume der Familie *Moraceae*. Sie können bis zu 15 m hoch werden und eine dichte, verzweigte Krone mit ähnlichen Ausmaßen bilden. In Europa wachsen hauptsächlich die weiße (*M. alba*), schwarze (*M. nigra*) und rote Maulbeere (*M. rubra*). Jedoch gibt es weitere Arten (*latifolia*, *macroura*, *serrata*, *wittiorum*, *cathayana*, *mongolica*, *australis*, *boninensis*, *kagayamae*) und viele Hybride, deren Fruchtfarbe nichts über die Sorte aussagt. Eine eindeutige Zuordnung gelingt über Knospen- und Blattformen. Blätter und Blüten der Maulbeeren treiben im Frühjahr erst relativ spät aus. Trotzdem kann es durch Spätfröste zu Blatt- und Fruchtschäden kommen. Da sich sowohl männliche als auch weibliche Blüten an einem Baum befinden, ist eine Selbstbefruchtung möglich. Die Früchte reifen, je nach Art, zwischen Juni und August bis in den September hinein. Sie eignen sich für den rohen Verzehr sowie zur Herstellung von Wein, Sirup oder Marmelade. Die Blätter von *Morus alba* und deren Unterarten können für Salate, Blattgemüse und Tees verwendet werden. Aufgrund ihres hohen Proteingehaltes eignen sich Maulbeerbäume auch als Futterhecken für Nutztiere. Maulbeeren vertragen sommerliche Hitze sehr gut und bevorzugen homogene winterliche Temperaturen. Ideal sind weiterhin sonnige, warme und windgeschützte Standorte, da ihre Äste leicht brechen können. Am Standort müssen die Böden gut wasserdurchlässig sein. Periodische oder dauerhafte Staunässe vertragen sie schlecht. Die optimalen Boden pH-Werte liegen zwischen 6,5 und 6,8. *M. alba* wurde vor dem 2. Weltkrieg häufig in den gemäßigten Breiten angepflanzt. Sie ist allerdings empfindlicher gegenüber pilzlichen Schaderregern als *M. nigra* und *M. rubra*. Erste Grundvoraussetzung für einen gelungenen Anbau ist die richtige Artenbestimmung. Schätzungsweise 50% der verkauften Ware sind falsch bestimmt. Bei der Pflanzung ist zu beachten, dass zweijährige Maulbeeren im späten Frühjahr nach der kalten Sophie (ab Mitte Mai) gepflanzt wer-

den. Die Veredlungsstelle sollte eine handbreit unter die Bodenoberfläche gesetzt werden. So kann sich die veredelte Sorte von der Unterlage frei machen und mit der Zeit auf eigenen Wurzeln stehen. Solange Maulbeeren noch jung sind und ihre eigenen Blätter nicht den Boden beschatten können, muss die Baumscheibe gemulcht werden. Hierzu eignet sich fragmentiertes Zweigholz aus Weiden, Pappeln, Birken oder Robinien.

Für Streuobstwiesen sind die Sorten:

„El Paso“, „rubra Wellington“, „Shelly 150“, „Palmer nussbraune“ und „Hope“ geeignet.

Spätfrostunempfindliche Sorten:

- *Morus australis*, *Morus alba* „Kosice“, *Morus* „Pakistan Pausic“
- *Morus alba* „Plodvaja“
- *Morus* „Akagi“
- *Morus alba* „Miscin“



Dreijährige Maulbeere Sorte „Hope“ (Botanik Weißenburg)

Blütezeit



Sorten-abhängig

Baumhöhe



15 m

Kronenbreite



15 m

Wasserbedarf



>500 mm/a

Frosthärte



4-9

Lichtbedarf



Vollsonne

## Esskastanie

Die Esskastanie (*Castanea sativa*), auch Marone genannt, ist in weiten Teilen Südeuropas verbreitet und wurde in früheren Zeiten als Grundnahrungsmittel und Baustoff angebaut. Für die Fruchtproduktion wurden die Bäume in sogenannten Selven, frei von Konkurrenz, kultiviert. Als Bauholz beliebt wegen seiner hohen Verwitterungstoleranz wurden Esskastanien in Niederwäldern angebaut. Ihre hohe Schnitttoleranz und die Fähigkeit zum Stockausschlag lässt eine Produktion über mehrere Jahrhunderte bestehen.

Als Pioniergeholz benötigt sie viel Licht und wenig Konkurrenz von anderen Bäumen. Unter optimalen Bedingungen können die Bäume 25 – 30 m hoch werden und Kronendurchmesser von 12 – 20 m erreichen. Im Alter von 15 – 20 Jahren beginnt sie zu fruktifizieren. Im Alter von ca. 100 Jahren erreicht sie ihr Optimum der Fruchtproduktion.

In ihrem Verbreitungsgebiet variieren die jährlichen Niederschlagsraten zwischen 400 und 1.600 mm und Temperaturen zwischen 8°C und 15°C. Kurzzeitige toleriert die Kastanie Temperaturen von -18°C. Sie bevorzugt kalkfreie Böden, welche tiefgründig, humos, sandig bis steinig sein können.

Sie bildet eine tiefe Pfahlwurzel mit einem herzförmigen Geflecht aus Feinwurzeln. Die Pfahlwurzel sollte bei der Pflanzung unbeschädigt bleiben. Dies gelingt über die Anzucht in Air-Pruning Töpfen (siehe Anhang Liste Baumschulen) oder als Direktsaat. Während der Anwuchsphase sollte die Baumscheibe von Beikräutern frei gehalten werden. Eine Düngemittelapplikation ist nur bei Mangelercheinungen erforderlich.

Die Esskastanie sollte in den ersten Jahren regelmäßig geschnitten werden. Ein Erziehungsschnitt erfolgt aber erst, wenn der Baum eine Mindesthöhe von 2 m erreicht hat.

Für den Fruchtertrag sind mehrere Bäume mit unter-

schiedlicher Genetik erforderlich. Es müssen daher andere Esskastanien, die zur gleichen Zeit blühen, in räumlicher Nähe vorhanden sein. Beachtenswert ist auch die hohe Qualität des Holzes u.a. als Möbelholz oder für Zäune. Sehr wichtig ist die Beachtung von robustem Pflanzgut (u.a. Kastanienrindenkrebs und Tintenkrankheit)!



Blütezeit



Mai-Juni

Baumhöhe



25-30 m

Kronenbreite



12-20 m

Wasserbedarf

400-1600  
mm/a

Frosthärte



6

Lichtbedarf



Vollsonne



pixabay

## Mandel

Der Mandelbaum (*Prunus dulcis*) gehört wie viele unserer heimischen Obstbäume zur Gattung der Pflaumen (*Prunus*) und unterscheidet sich von seiner Wildform, der Bittermandel (*Prunus dulcis* var. *amara*).

Ursprünglich stammt die Mandel aus den trockenen, warmen Regionen des östlichen Mittelmeerraums und Zentralasiens. Von hier wurde sie in viele warme Regionen der Erde eingeführt und kultiviert, darunter Spanien, Italien und USA. Global betrachtet produziert Kalifornien den größten Anteil Mandeln.

Mandelbäume sind nicht selbstfruchtend. Sie benötigen zur Bestäubung andere Mandel- oder Pfirsichbäume in ihrer räumlichen Umgebung mit zeitgleicher Blüte. Diese Eigenschaft ist mitverantwortlich, dass aus Samen gezogene Individuen nicht dem Mutterbaum gleichen. Ist dies gewünscht, muss der Baum vegetativ vermehrt werden. Als Unterlagen eignen sich Mandelsämlinge, Aprikosen, Pflaumen oder Bittermandeln.

Aufgrund ihrer Herkunft benötigen Mandeln einen vollsonnigen, geschützten Standort. Der Boden muss gut wasserdurchlässig sein, Staunässe ist unbedingt

zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund sind lehmige oder sandige Böden ideal. Der Boden pH-Wert sollte im neutralen bis leicht sauren Bereich liegen. Zu saure oder stark alkalische Böden können das Wachstum beeinträchtigen. Während der Wachstumsperiode sollten Mandelbäume nicht unter Trockenheit leiden. Optimale jährliche Niederschlagsmengen liegen zwischen 400 bis 1000 mm.

Mandelbäume sollten als ein- oder zweijährige veredelte Bäume gepflanzt werden. Günstig sind Büsche und Halbstämme, die regelmäßig geschnitten werden. Im Unterschied zu anderen Obstbäumen ist bei Mandelbäumen jedoch kein strenger Erziehungsschnitt notwendig. Wie bei traditionellen Obstbäumen ist eine Herbst- und Winterpflanzung jener im Frühjahr vorzuziehen. Auch benötigen neu gepflanzte Bäume einen Pflanzschnitt sowie Bewässerungen in den ersten Jahren der Etablierung.

Als Sorten werden „Carmel“, „Tuono“, „Nonpareil“, „Ferral“ und „Gulfi“ empfohlen.



Blütezeit



März

Baumhöhe



4-8 m

Kronenbreite



4-6 m

Wasserbedarf



&gt;400 mm/ a

Frosthärte



7-9

Lichtbedarf



Vollsonne

## Feige

Beitrag von Michael Rudolph

Feigenbäume (*Ficus carica*) sind uralte Kulturpflanzen, die in weiten Teilen der Erde wegen ihrer robusten Natur und ihrer Früchte geschätzt werden.

Die Wuchsform variiert je nach Klimazone und Standort. So können Feigen als sommergrüne Sträucher oder kleine Bäume mit Wuchshöhen zwischen 3 – 10 m und mit Kronendurchmessern zwischen 3 – 5 m wachsen.

Feigen bevorzugen sonnige Standorte in warmen Klimaten. Sie sind unempfindlich gegenüber Trockenperioden (tolerieren 200 mm Niederschlag/ Jahr), außer während der Fruchtentwicklung. In dieser Zeit sollte ausreichend Wasser vorhanden sein. Zu viel Regen während der Erntezeit lässt jedoch die Früchte platzen. Feigenbäume tolerieren verschiedene Bodentypen, solange diese gut entwässert sind. Als Voraussetzung für eine gute Ernte sollten die Böden tiefgründig sein, Staunässe ist unbedingt zu vermeiden.

Einige Feigensorten sind an geschützten Standorten im Erwachsenenstadium überraschend winterhart. Als grobe Richtwerte gelten:

bis -10 °C keine Schäden

bis -15 °C leichter Rückfrost

ab -15 °C starker Rückfrost, teilweise bis zum Boden

ab -20 °C Rückfrost der härtesten Sorten.

Also unbedingt Sortenauswahl beachten!

Feigen sind im Gegensatz zu vielen anderen Obstarten sehr einfach selbst zu vermehren, z.B. durch Stecklinge im Frühjahr. Die weiße Milch kann aber, vor allem in Kombination mit UV Strahlung, zu allergischen Reaktionen führen.

Als Schädling kann der Feigenspreizflügler v.a. bei Gewächshauskulturen auftreten, im Freiland spielt er bisher kaum eine Rolle. Vögel und die Essigfruchtfliege können zu Schäden führen.

Feigen sollten im Frühjahr als 2 – 3 jährige Ware gepflanzt und zunächst regelmäßig gewässert werden. Ein jährlicher Erhaltungsschnitt im zeitigen Frühjahr

ist trotz Einbußen bei den Erträgen zu empfehlen. Die Strauchform, wenn auch ästhetisch weniger ansprechend, ist einem Halbstamm vorzuziehen.

Bei Feigensorten gibt es eine unglaubliche Vielfalt, am besten vermehrt man sich diese selbst von bekannten, guten Mutterbäumen aus der Region oder bezieht sie von lokalen Baumschulen. Viele Sorten eignen sich nicht für lokale Standortbedingungen. Beispielsweise haben sich von über 80 getesteten Sorten in einem Auspflanzversuch in Nürtingen nur lediglich 6 Sorten als geeignet herausgestellt.

Beispielhaft sind einige Sorten aufgeführt, die trotz eines sehr ungünstigen Mikroklimas am Rande von Nürtingen, in Richtung der schwäbischen Alb, zuverlässig ausreifen. Viele weitere Feigen werden aktuell noch getestet. Beispielsweise wurde im Jahr 2023 eine Feige, die aus Norditalien stammt, in Kirchheim unter Teck entdeckt. Diese Feige ist seit der Pflanzung vor 20 Jahren nicht zurückgefroren und trägt jedes Jahr zuverlässig Früchte.

### Exemplarisch einige Sorten, die sich eignen:

- Ronde de Bordeaux
- Longue d'Aout
- Pastilière
- Brown Turkey
- Celeste', insbesondere auch eine Mutation hiervon 'Improved Celeste'

Die Feige fällt außerhalb der Forst- und Landwirtschaft unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG, da sie nicht zum Zwecke der Sortenerhaltung oder der Erhaltung traditioneller Kulturlandschaften gepflanzt wird.

Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
März-April	4-8 m	3-6 m	>400 mm/a	7	Vollsonne



Sorten: 'Marseilles Black vs' (dunkel) & 'Vallerie' (hell)



Sorte: Kirilovo

62



Sorte: 'Negronne'

## Erle

Erlen eignen sich gut als Begleit- oder Schattenbaumarten. Durch ihre Symbiose mit Frankia-Bakterien, welche Stickstoff fixieren, erhöhen sie die Bodenfruchtbarkeit ihrer Umgebung. Zudem fördert das Laub der Bäume die Phosphor-, Magnesium-, Mangan- und Zinkverfügbarkeit. Mit ihrem bis zu 5 m langem, stark verzweigten Herzwurzelsystem, welches zeitweise Wasserstau verträgt, pumpen sie Nährstoffe und Wasser in oberflächennahe Bodenschichten. Geeignet als Ammen- oder Schattenbaum sind beispielsweise die Schwarzerle (*A. glunitosa*) und die italienische Erle (*A. cordata*). Die Ausbringung letztgenannter bedarf einer Genehmigung.

*A. glunitosa* ist in ganz Europa heimisch, hauptsächlich an nassen und feuchten Standorten. Zudem toleriert die Art einen breiten Temperaturgradienten ( $\sim -30^{\circ}\text{C}$  bis  $44^{\circ}\text{C}$ ) und ist unempfindlich gegenüber Spätfrostereignissen. Jedoch hat sie einen hohen Wasserbedarf, weshalb Anschluss an einen Grundwasserkörper bestehen oder ein Minimum von 1500 mm Niederschlag pro Jahr am Standort fallen sollte.

*A. cordata* ist in Italien und den Bergen von Korsika und Albanien heimisch. Das schnellwachsende und lichtliebende Pioniergehölz wird durch offene Habitats gefördert. Zudem ist die Art trockenheitsresistenter als andere Erlenarten, aber benötigt einen Jahresniederschlag von mindestens 1000 mm. Die Art wächst bevorzugt auf kalkreichen Böden, ist jedoch sonst anspruchslos gegenüber den Bodeneigenschaften.

Erlen weisen eine hohe Holzqualität auf und können vielfältig genutzt werden (bspw. Energie, Fasern, Papier, Tischlereien), sofern sie spätestens nach 60 Jahren geerntet werden. Häufig zurückgeschnitten können sie als Ammenbäume gepflanzt werden. Die wurzelnackten Bäume sollten im Winter gepflanzt werden.

Achtung: Nur einheimische Erlenarten pflanzen. Nicht

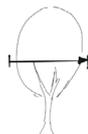
einheimische fallen unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG.



Feb.-April



13-30 m



6-15 m



mind. 1000  
mm/a



4-7



Vollsonne-  
Halbschatten

# Pappel

Pappeln sind schnell wachsende Pionierbäume mit einer meist geringen Schatten- und Trockenheitstoleranz. Als Pionierbaumart besiedeln sie offene, sonnige Lebensräume. Sie eignet sich als Begleitbaumart im Streuobst.

Pappeln haben geringe Standortansprüche, bevorzugen jedoch meist feuchte Böden, die gut belüftet, nährstoffreich und neutral im pH-Wert sind. Ein gutes Wasserspeichervermögen des Bodens und ein Jahresniederschlag von mindestens 500 mm oder über 300 mm während der Vegetationsperiode sind vorteilhaft. Zusätzlich kann der Wasserbedarf durch einen Grundwasseranschluss gedeckt werden. Für schattigere Standorte eignet sich beispielsweise die bis zu 30 m hoch wachsende Art *Populus tremula*, welche im Vergleich zu anderen Pappelarten eine höhere Schattentoleranz aufweist. Beliebte Arten sind zudem *P. alba* (bis zu 30 m hoch) und *P. nigra* (bis zu 40 m hoch). Die Vermehrung der Pappel ist meist vegetativ durch Wurzelausschlag. Zudem ist auch die Vermehrung durch Bruchstücke und Samen möglich.

Durch das weite Verbreitungsgebiet von Pappeln können die Bäume in vielen Habitaten zur Stabilisierung des Bodens und zum Schutz des Wassereinzugsgebiets genutzt werden. Zudem ist es möglich, dass die Bäume eine multifunktionale Rolle in der Schadstoffregulierung, Mikroklimaverbesserung und strukturellen Vielfalt einnehmen. Zuletzt werden die Bäume auch zur Erosionsminderung und zum Windschutz eingesetzt. Das Holz der Bäume wird heutzutage zur Herstellung von Zellstoff und Papier sowie zur Energiegewinnung genutzt.

Pappeln sollten in den ersten zwei Jahren vor Unkrautdruck und Wildverbiss geschützt werden.

Achtung: Nur einheimische Pappelarten pflanzen. Nicht einheimische fallen unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG.



Blütezeit



März-April

Baumhöhe



30-40 m

Kronenbreite



8-20 m

Wasserbedarf



&gt; 500 mm/a

Frosthärte



3-9

Lichtbedarf



Vollsonne

## Weide

Viele Weidenarten sind frost- und überflutungstolerant und besiedeln meist offene, gestörte Lebensräume. Sie sind meist konkurrenzschwach und intolerant gegenüber Schatten. Im Streuobst können sie als Begleitbaumarten während der Etablierungsphase der Zielbaumarten angebaut werden.

Die Arten *Salix alba* und *Salix caprea* sind zwei europäische Weidearten, die als Agrarholz von Bedeutung sind. *S. alba* wird bis zu 30 m hoch, ist nicht schattentolerant und die Wurzeln benötigen Wasseranschluss. Die Art kann viele Böden tolerieren, aber bevorzugt sandige, schluffige und kalkreiche Böden. Im Vergleich zu anderen Weiden ist *S. caprea*, welche bis zu 10 m hoch wächst, empfindlicher gegenüber Überflutungen, jedoch kann die Art auch an trockeneren Standorten gedeihen. Demnach gibt es differierende Standortansprüche, die unbedingt bei der Artenauswahl beachtet werden sollten.

Die Bäume tragen zur Verringerung der Erosion bei, indem sie die Bodenstabilität stärken und die Renaturierung von Lebensräumen durch die Extraktion von Schadstoffen wie Schwermetallen unterstützen. Besonders auf feuchten Hängen und in Flussläufen vermindert beispielsweise *S. alba* Erosionsprozesse. Zudem werden Arten wie *S. caprea* in landwirtschaftlichen Systemen als Windschutz genutzt und Heckenpflanzungen der Art werden als Futter für Vieh verwendet. Zusätzlich bietet *S. caprea* einen wertvollen Beitrag zur Biodiversität, da sie einen Lebensraum für viele Flechtenarten darstellt. Weidenholz kann zur Herstellung vielseitiger Produkte, wie bspw. Körbe, Kanus und Kochutensilien genutzt werden.

Weiden vermehren sich mit Hilfe von Samen oder vegetativ. In den ersten zwei Jahren sind die Bäume vor Unkrautdruck und Wildverbiss zu schützen.

Achtung: Nur einheimische Weidenarten pflanzen. Nicht einheimische fallen unter die Genehmigungspflicht nach § 40 BNatSchG.



Blütezeit	Baumhöhe	Kronenbreite	Wasserbedarf	Frosthärte	Lichtbedarf
					
März-Mai	<30 m	<20 m	mind. 600 - 800 mm/a	4-8	Vollsonne



## Baumschulen

Die nachstehende Liste hat kein Anspruch auf Vollständigkeit. Jedoch sind hier Quellen aufgeführt, die uns bei der Recherche aufgefallen sind.

Sorten	Ausgesuchte Bezugsquellen
Esskastanien (im Air-Pruning-Verfahren)	<b>Baumschule Kastanienkultur</b> <a href="https://www.kastanienkultur.de/">https://www.kastanienkultur.de/</a> <b>Baumschule Eggert</b> , <a href="https://www.eggert-baumschulen.de/de/castanea-sativa.html">https://www.eggert-baumschulen.de/de/castanea-sativa.html</a>
Feigen	<b>Dipl.-Kfm. Michael Rudolph</b> permaculture@urbangardening.de Mobil und Whatsapp: 0176-56881421
Maulbeeren	<b>Botanik Weißenburg</b> Lehenwiesenweg 44, 91781 Weißenburg in Bayern <a href="https://www.botanik-wug.de/">https://www.botanik-wug.de/</a>
Spezialisiert auf heimische Streuobstbäume mit einem sehr breiten Sortenspektrum und Spezialitäten (bspw. Wurzelecht, alte Sorten).	<b>Josef Jacoby Baumschule</b> Franz-Altmeier-Straße 27, 66693 Mettlach <b>Botanik Weißenburg</b> Lehenwiesenweg 44, 91781 Weißenburg in Bayern <b>Baumschule Christian Schlegel</b> Dobelstr. 22-24, 72459 Albstadt-Laufen <b>Erwin &amp; Frank Schmid</b> Besigheimer Straße 28, 74366 Kirchheim am Neckar
wurzelechte Bäume	<b>Botanik Weißenburg</b> Lehenwiesenweg 44, 91781 Weißenburg in Bayern <b>Baumschule Kastanienkultur</b> Gebrüderstraße 6, Witzenhausen <b>Josef Jacoby Baumschule</b> Franz-Altmeier-Straße 27, 66693 Mettlach
Demeter Baumschule	<b>Bio-Baumschule Rebstuhl</b> 77880 Sasbach b. Achern <a href="http://www.bio-baumschule-rebstuhl.de">www.bio-baumschule-rebstuhl.de</a> <a href="mailto:bio-baumschule-rebstuhl@posteo.de">bio-baumschule-rebstuhl@posteo.de</a>



## Teil 3 | Pflanzung und Etablierung

Ist die Wahl der Bestandsstruktur gefallen und ein Pflanzplan erstellt (zwingend erforderlich), dann geht es an die Vorbereitungen zur Pflanzung. Wie in vielen Publikationen betont wird, ist eine sorgfältige Planung und Umsetzung der Pflanzung und Pflege in den ersten fünf Lebensjahren entscheidend für die spätere Gesundheit des Baumes. Versäumnisse im Wachstum während der Jugendphase können in späteren Jahren nicht mehr nachgeholt werden. Deshalb erfordert diese Lebensphase der Bäume im Zuge des Klimawandels besonderes Augenmerk.

Im Folgenden werden Möglichkeiten diskutiert, klimaresiliente Jungbäume zu etablieren. Diese verstehen sich als Ergänzung zu publizierten Pflanz- und Pflegehinweisen (bspw. Dahlem et al. 2002<sup>50</sup>; LfL, Arbeitsgruppe Kulturlandschaft und Landschaftsentwicklung o.J.<sup>51</sup>; ARGE Österreichische Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Streuobstbaus und zur Erhaltung obstgenetischer Ressourcen 2022<sup>52</sup>, u.a.).

## Checklisten

### Pflanzung

- ◇ Unterlagen bzw. Baumarten passen zum Standort
- ◇ robuste Sorten wählen
- ◇ hochwertige Pflanzware mit gut ausgebildeten Wurzelwerk pflanzen (je trockener der Standort desto wichtiger ist die Hauptwurzel)
- ◇ Wurzeln von wurzelnackter Ware immer feucht halten (Transport, Lagerung, etc.)
- ◇ Pflanzzeitpunkt beachten (Herbst)
- ◇ Pflanzgrube passend zur Wurzelenausdehnung ausheben
- ◇ Boden und Seitenwände der Pflanzgrube aufrauen
- ◇ Nährstoffreiches Bodenmaterial für das Pflanzloch
- ◇ Baum nicht zu tief und nicht zu hoch ins Pflanzloch setzen
- ◇ Gießrand um die Baumscheibe anlegen
- ◇ ggf. Ammenbaum pflanzen
- ◇ Verbisschutz
- ◇ Wühlmausschutz (schnell abbaubarer Schutz, mechanische, akustische oder olfaktorische Vergrämung)
- ◇ Nachpflanzung nie ins gleiche Pflanzloch wie Vorgängerbaum der gleichen Sorte!

### Etablierung

- ◇ regelmäßige Wasserversorgung
- ◇ Baumscheibe frei halten und ggf. mit Verdunstungsschutz ausstatten (Mulch, Bepflanzung, etc.)
- ◇ regelmäßiger fachgerechter Winterschnitt (Erziehungsschnitt)
- ◇ regelmäßige Düngung oder einen geschlossenen Nährstoffkreislauf sicher stellen



## Gut verwurzelt

### Zielsetzung

Ein vollständig ausgebildetes Wurzelsystem sorgt für eine bessere Wasser- und Nährstoffversorgung und somit auch für gesunde und langlebige Bäume.

### Möglichkeiten

- Bäume aus Merestemvermehrung (noch keine gesicherte Aussage, wie sich Wurzelsystem ausbildet).
- Wurzelechte Bäume (Achtung: Standort muss zur Sorte passen).
- Wurzelechte Bäume können teilweise im Fachhandel erworben (siehe Liste an Baumschulen S. 69), ausgesät, durch Absenker, Abriss von Mutterbäumen oder durch Abmoosen eines Baumes gewonnen werden.
- Bei der Aussaat von Kernobst ist zu beachten, dass die Keimlinge nicht identisch mit dem Mutterbaum sind. Dies gelingt nur bei den Sorten „Burr Knot“ und „Weißer Winterkalvill“<sup>53</sup>. Andererseits können durch die Aussaat von Samen auch standortangepasste Unterlagen oder neue Sorten gezogen werden.

### Wurzelechte Bäume

Wurzelechte Bäume investieren einen Großteil ihrer Assimilate in die Holzproduktion. Dies führt zu einer geringeren Fruchtbildung. Um dies zu vermindern, sollte auf Stickstoffdüngung sowie auf Bewässerung (außer während sehr langer Trockenperioden) verzichtet werden. Ein- und zweijährige Zweige sollten horizontal fixiert und während der Sommermonate geschnitten werden<sup>54</sup>.

### Absenker und Abmoosen

Möglichkeiten der vegetativen Vermehrung sind junge Zweige abzumooßen oder abzusenken. Zum Abmoosen wird im zeitigen Frühjahr an einem Zweig die Rinde sowie das Kambium auf ca. 2 cm freigelegt. Wichtig ist, dass die Rinde und das Kambium komplett um den gesamten Zweig entfernt werden. Um diese Stelle wird eine Abmooskugel oder ein entsprechender, dunkler Plastikcontainer gefüllt mit Substrat angebracht. Als Substrat eignet sich feuchtes Moos gemischt mit Sand und ein wenig Erde. Befeuchtet wird das Substrat mit abgekochtem (erkaltetem) Weidenrindensud<sup>55</sup>. Dieser fördert das Wurzelwachstum. Nach erfolgreicher Bewurzelung im Oktober (kann je nach Baumart und

-sorte auch länger als eine Vegetationsperiode dauern), wird der Zweig vom Mutterbaum getrennt und mit dem Substrat an den Zielstandort gepflanzt.

## Direktsaat & Veredelung

Ein tiefreichendes Wurzelsystem erhalten Kernobst-Sorten ebenfalls über eine Direktsaat und Veredelung vor Ort. Diese Methode eignet sich besonders in Regionen mit jährlichen Niederschlägen von < 600 mm. Bei einer Direktsaat muss der zukünftige Standort des Baumes bekannt sein und für die Aussaat vorbereitet werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Aussaat in Anzuchtbeeten und eine Verpflanzung der Sämlinge nach ein bis maximal zwei Jahren. Nur in einem sehr frühen Stadium ist es den Bäumen noch möglich, sich den standörtlichen Gegebenheiten anzupassen. Diese Methode der Direktsaat eignet sich speziell für Sorten, die Unterlagen bilden (Jakob Fischer, Anthonovka, u.a). Für die Aussaat werden Wühlmaus-, Schnecken- und Wildtierverbiss-Schutz im Pflanzbereich installiert sowie das Pflanzsubstrat im Pflanzloch eingefüllt. Im nächsten Schritt werden die Samen gesät (doppelte Saattiefe der Samengröße). Diese müssen stratifiziert sein. Als Saatzeitpunkt bietet sich das sehr zeitige Frühjahr an, wenn der Boden nicht mehr gefroren ist. Eine sehr sichere Möglichkeit ist auch die Stratifizierung im Kühlschrank (siehe Box Seite 72). Die Samen werden in feuchter Watte im Kühlschrank aufbewahrt. Je nach Sorte bilden sich Keimwurzeln aus. In diesem Stadium werden die Keimlinge in die Erde eingebracht.

Sorten, die sich zur Aussaat von Unterlagen eignen sind bspw. Bohnenapfel, Esslinger Straßenapfel, Wildapfel (*Malus sylvestris*) und Brettacher. Sie sind sehr widerstandsfähig gegenüber Schädlingen. Als starkwüchsige Unterlagen erreichen ihre Wurzeln meist das Grundwasser. Sobald es im Frühjahr wärmer wird, fangen die Samen an zu keimen. Im Übergang zum Sommer sind die kleinen Sämlinge bereits gut gewachsen. Es werden die zwei kräftigsten belassen, der Rest entfernt. Der Zeitpunkt der Veredelung sowie die Höhe der Veredelungsstelle muss entsprechend der Anforderungen gewählt werden. Je weiter die Veredelungsstelle vom Boden entfernt ist (bspw. auf Brusthöhe), desto mehr geschmackliche Eigenschaften der Unterlage werden an die Veredelung weitergegeben<sup>56</sup>. Vorteilhaft ist zudem, dass die Robustheit der Unterlage auch noch im Bereich des Stammes zum Tragen

kommt. Werden diese Eigenschaften nicht gewünscht, kann bereits im späten Sommer im Jahr der Aussaat in 50 cm Höhe veredelt werden.

## Anzucht in Saatbeeten

Aussaatbeete sollten möglichst in Ost-West-Richtung angelegt sein. Im Herbst wird reifer Kompost in die Beete eingearbeitet und es werden Reihen im Abstand von 20 cm gezogen. Die Reihentiefe beträgt 5 cm. Die Aussaat erfolgt im Herbst mit Resten von Kerngehäusen oder im Frühjahr mit stratifizierten Samen. Nach erfolgreicher Keimung und wenn sich die ersten richtigen Blätter gebildet haben, werden die Sämlinge auf 50 cm Abstand pikiert. Die stärksten Sämlinge werden stehen gelassen.

## Tresteraussaat

Kernobst-Unterlagen oder auch Bäume lassen sich sehr gut aus Trester-Aussaaten heranziehen. Zu beachten ist, dass möglichst sortenreiner Trester aus Tuchpressen verwendet wird. Samen aus Walzpressen werden gequetscht und sind häufig keimunfähig.

Achtung!

Auch wenn es sich um sortenreinen Trester handeln sollte, so werden doch neue Sorten heranwachsen. Aber genau diese genetischen Neukombinationen in der Interaktion mit den jeweiligen Standortverhältnissen macht die Tresteraussaat sehr interessant für den Aspekt der klimatischen Anpassung.

Den Trester entweder etwas angären lassen oder gleich auf die Fläche ausbringen. Dazu wird der Trester mit Sand oder feinem Häcksel aus Laubholzreisig gemischt. Dies ermöglicht eine gleichmäßigere Verteilung auf den Saatbeeten und verhindert ein büschelweises Auflaufen der Sämlinge<sup>57</sup>. Das Gemisch wird leicht in den Boden eingereicht. Eine Sicherung der Aussaat mit Drahtgeflecht oder Baumreisig verhindert, dass Wildschweine in die Fläche gehen.

Im Spätherbst oder erst ein Jahr später werden die Sämlinge selektiert. Experten merken an, dass ein kümmerlicher Wuchs im ersten Jahr z.T. im zweiten aufgeholt wird<sup>58</sup>. Die starken Sämlinge verbleiben entweder vor Ort oder werden im zweiten Jahr an ihren endgültigen Platz verpflanzt. Eine spätere Verpflanzung bietet sich nicht an, da junge Bäume sich noch an die standörtlichen Bedingungen gewöhnen können, ältere (> 4 Jahre) hingegen nicht mehr.

## Stratifizierung

Christian König von der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau (LVWO) Weinsberg stellt hier eine Variante aus den Erfahrungen im Züchtungsprojekt von Dr. Franz Rueß vor:

- Früchte von Kernobst vollreif ernten
- Früchte warm lagern bis ca. Ende Oktober (je nach geplantem Aussattermin)
- Samen aus Fruchtfleisch lösen
- Samen mit Wasser gründlich spülen, taube Kerne schwimmen oben und werden abgeseibt,
- 3 Monate stratifizieren in einem Marmeladenglas, welches einen durchlöchernten, luftdurchlässigen Deckel besitzt,
- Samen werden hierzu mit leicht feuchtem Substrat gemischt
- Substrat: Jungpflanzensubstrat (Perlite oder Sand) die Stratifizierung erfolgt bspw. im Kühlschrank,
- Stratifikation ist vollendet, wenn Keimwurzel durchbricht.

Nun können die Keimlinge direkt in ein Beet, an den Ziel-Standort oder in (Air-Pruning-) Töpfe gesät werden.

## Pflanzware aus Air-Pruning Töpfen oder Pflanzpatronen

Eine Alternative zur Direktsaat ist eine Pflanzung in Pflanzpatronen (**Abb. 11**) oder Air-Pruning Töpfen. Der Effekt beider Verfahren ist, dass die Wurzeln Luftkontakt bekommen, was ihr Wachstum stoppt. Gleichzeitig wird das Wachstum neuer Seitenwurzeln angeregt. Es bildet sich ein dichtes und starkes Wurzelsystem aus. Drehwüchsigkeit, wie sie bei Topfware häufig auftritt, wird unterbunden. Nach Verpflanzung der Bäume aus Pflanzpatronen oder Air-Pruning-Töpfen an den finalen Standort wachsen die im Wachstum gestoppten Wurzeln weiter. Bei der Pflanzung aus Air-Pruning-Töpfen ist darauf zu achten, dass die Wurzeln nicht angeschnitten und/ oder abgeknickt werden. Dazu wird der Air-Pruning-Topf auf den Boden des Pflanzloches gestellt, zentimeterweise wird Erde angehäufelt und der Air-Pruning-Topf sukzessive nach oben gezogen. Bei Pflanzpatronen aus abbaubarem Material (**Abb. 11**) kann das gesamte System direkt verpflanzt werden.

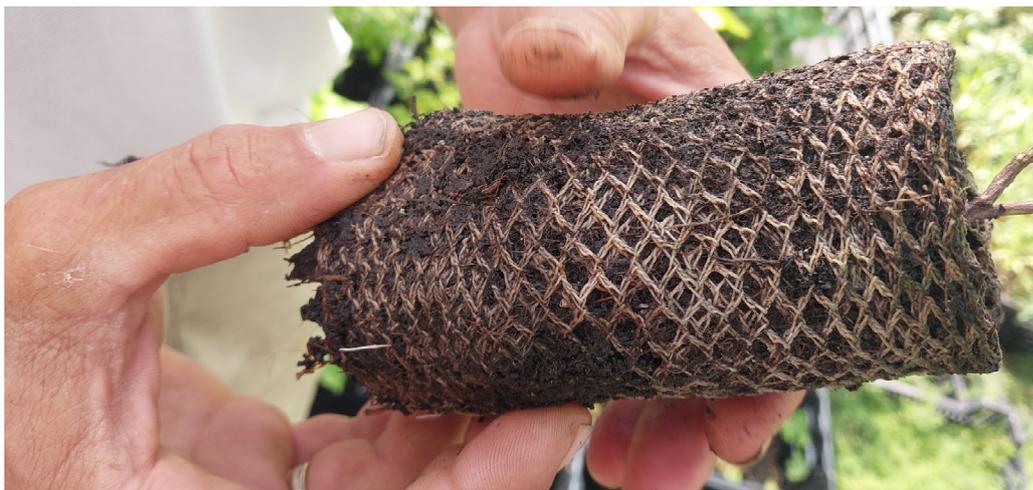


Abb. 11: Sämling herangezogen in einer Pflanzpatrone aus abbaubarem Material (aufgenommen bei Botanik Weißenburg).



# Gekaufte Pflanzware

## Zu beachten

- Qualitativ hochwertiges Pflanzgut verwenden (aus Baumschulen und nicht aus Baumärkten)
- Auf gut ausgeprägte Wurzeln achten (**Abb. 12**)
- Wurzelackte Bäume pflanzen
- Jung (kleine) Bäume pflanzen, die sich noch standörtliche Gegebenheiten anpassen können
- Wurzeln dürfen auch bei wurzelackten Bäumen nicht austrocknen
- In fein krümeligen Boden setzen
- Wurzeln beim Pflanzen horizontal ausbreiten

## Tipps und Tricks

- über Nacht wässern, aber nicht länger als 24 Stunden
- Wässern in einer Lösung aus verdünntem Algenextrakt (geringerer Pflanzschock)
- bei stark geschädigtem Wurzelwerk die Spitzen der größeren Wurzeln mit Moos oder Schafwolle umwickeln, eine Handvoll Getreidekörner ins Pflanzloch (stabilisiert den Feuchtehaushalt und regt die Kallusbildung an)<sup>59</sup>

## Pflanzzeitpunkt

Zu bevorzugen sind Herbstpflanzungen, da die Wurzeln auch im Winter bei Temperaturen über 5°C weiter wachsen. So kann der Baum im Frühjahr sein Wachstum auf den Triebzuwachs konzentrieren. Durch die über die Herbst-/ Wintermonate ausgebildeten Wurzeln ist in der darauf folgenden Vegetationsperiode für eine bessere Wasser- und Nährstoffaufnahme gesorgt als bei einer Frühjahrspflanzung.

Nach Beginn des Blattaustriebes sollten Gehölze nicht mehr gepflanzt werden, da die Feinwurzeln bereits ihr Wachstum begonnen haben. Es kommt zu einem Pflanzschock, was wiederum eine Stagnation des Wurzel- und Baumwachstums mit sich führt. Sollte es vorkommen, dass innerhalb der Vegetationsperiode gepflanzt werden muss, so sollte darauf geachtet werden, dass der Trieb der Endknospe geschlossen ist<sup>63</sup>. Unabhängig der Jahreszeit sollte möglichst an einem bewölkten Tag gepflanzt werden und der Boden sollte feucht, aber nicht klumpig-nass sein<sup>64,65</sup>.

## Tipps und Tricks

Eine Liste von Baumschulen findet sich auf Seite 67. Weithin können regionale Baumschulen über den LOGL<sup>60</sup> oder den NABU<sup>61</sup> erfragt werden. Zudem veröffentlicht der BUND Lemgo<sup>62</sup> auf seiner Webseite eine Liste zu Baumschulen, welche sich auf den Vertrieb alter Sorten spezialisiert haben. Sortenechte Reiser zum Veredeln können z.T. auch über das Erhalternetzwerk des Pomologen-Vereins e.V. oder die Sortenerhaltungszentrale des Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee bezogen werden.



Abb. 12: Qualitativ hochwertige Ware aus einer Baumschule mit viel Wurzelwerk und selbst gezüchteten Unterlagen vor Ort.

## Zusatzstoffe

- **Ur-Gesteinsmehl** - verändert den Boden pH-Wert und sorgt für eine langfristige Nährstoffverbesserung.
- **Pflanzenkohle** - diese muss abgelagert und aufgeladen sein, da sie sonst dem Boden und der Pflanze Nährstoffe entzieht. Achtung Düngemittelverordnung beachten (§ 3 Abs. 1 S. 2 c Düngemittelverordnung) (Box Seite 75)
- **Azonite** - Gesteinsstaub aus natürlichem Vulkan-gestein für eine ausreichende Nährstoffversorgung.
- **Mykorrhiza-Pilze** (Box Seite 39)
- **Effektive Mikroorganismen** - diese verdünnt mit Wasser auf die Wurzeln sprühen (Box Seite 75)
- **Sand** zur Einarbeitung in sehr tonreiche Böden
- **Ton** (in Form von ganuliertem Bentonit) zur Einarbeitung in sandige Böden
- **Hornspäne** zur Nährstoffversorgung
- **Schafwolle/ -pellets** als Langzeitdünger und gegen Wühlmäuse
- gut abgelagerter **Kompost**

## Pflanzkohle

Pflanzkohle ist ein Produkt, welches durch die Pyrolyse von Biomasse entsteht. Bei der Pyrolyse wird die Biomasse in der Regel von 350°C bis zu 1.000°C erhitzt und es entsteht kohlenstoffreiche Pflanzkohle<sup>66</sup>. Der Kohlenstoff der Pflanzkohle ist stabiler als der ursprüngliche in der Biomasse enthaltene Kohlenstoff, wodurch diese als Kohlenstoffspeicher angesehen wird<sup>67</sup>. Im Gegensatz zur Biokohle, welche Kohlen aus verschiedensten Herstellungsverfahren umfasst, ist das Herstellungsverfahren von Pflanzkohle klar definiert und es werden ausschließlich hohe Temperaturen verwendet<sup>68</sup>. Aktivierte Pflanzkohle kann durch Nachbehandlungen mit Wasser und Kohlenstoffdioxid Gasen bei Temperaturen über 850°C oder mit chemischen Verbindungen, wie Phosphorsäure und Kaliumchlorid, gewonnen werden<sup>69</sup>.

In der Landwirtschaft findet Pflanzkohle sowohl in der Bodenbearbeitung als auch in der Nutztierfütterung Anwendung. Bei Letzterem kann ihr Einsatz die Gesundheit der Tiere verbessern und gleichzeitig die Qualität der Gülle erhöhen<sup>70</sup>. Die Einbringung von großen Mengen unbehandelter Pflanzkohle in der Bodenbearbeitung wird nicht empfohlen. Bei der Zugabe von Pflanzkohle in den Boden muss diese zuvor zwingend mit Nährstoffen aufgeladen werden. Dies geschieht bspw. durch das Durchlaufen vom Verdauungsprozess von Nutztieren, Co-Kompostierung, Vermischung mit Dünger oder Kompost (+ einige Wochen Ruhe). Aufgeladene Pflanzkohle gibt Nährstoffe nach und nach wieder an den Boden ab, was wiederum der Pflanzenversorgung zu Gute kommt. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass Pflanzkohle toxische Substanzen im Boden immobilisiert, das Pflanzenwachstum fördert sowie die Wasserhaltekapazität des Bodens erhöhen kann. Der größte Nutzen ist laut Schmidt et al. (2021)<sup>71</sup> durch das Einbringen von Pflanzkohle-basiertem Dünger in der Wurzelzone zu erwarten.

## Effektive Mikroorganismen

Effektive Mikroorganismen (EM) sind eine Mischung von in der Natur gesammelten und spezifisch gezüchteten Mikroorganismen. Zur wichtigsten Gruppe zählen die Milchsäurebakterien, Hefen und Photosynthesebakterien<sup>72</sup>. Mikroorganismen sind ein wichtiger Bestandteil des Bodens. Die Organismen fixieren bspw. Stickstoff und zersetzen abgestorbene Biomasse in ihre molekularen Bestandteile, welche wiederum von den Pflanzen als Nährstoffe aufgenommen werden können. Somit verbessert ihre Anwesenheit die Nährstoffverfügbarkeit im Boden und das Pflanzenwachstum<sup>73</sup>. Zudem können sie Pflanzen vor Fraßfeinden schützen, weil sie die Resistenz der Pflanzen stärken. Beispielsweise können Pflanzen bei einer Infektion schneller eine Immunabwehrreaktion einleiten<sup>74,75</sup>. Im Boden werden Fäulnisprozesse verhindert, da das Bodenmilieu in eine positive Richtung verschoben wird, in der sich Enzyme, Vitamine und Aminosäuren bilden können<sup>76</sup>. Die Zugabe der EM kann über verschiedene Arten erfolgen. Sie können z.B. über eine Feldberegnung, Kompost oder Biodünger auf die Fläche gebracht werden<sup>77</sup>.

Der Erfolg von EM ist umstritten und es konnten beispielsweise in Studien mit Kartoffeln, Luzerne und Bananen keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Erträge beim Vergleich mit der Kontrollgruppe festgestellt werden<sup>78,79</sup>. Es wurden in einer Studie von Mayer et al. (2010)<sup>80</sup> geringe, nicht signifikante Zunahmen der Erträge beobachtet, diese sind vermutlich mit dem Eintrag von Nährstoffen aus dem Trägermaterial, Mist oder Kompost, zu erklären. Hingegen konnte Philipp et al. (2009)<sup>81</sup> bei einer Studie auf einer Tafelapfel Plantage positive Wachstumseffekte und einen etwas geringeren Schädlingsbefall als Folge von der Behandlung mit EM feststellen. Der Effekt beim Schädlingsbefall war statistisch nicht signifikant. Die Anwendung könnte demnach für eine Förderung des Wachstums sinnvoll sein.

# Pflanzung

## Pflanzloch

Das Pflanzloch sollte eine ausreichende Größe haben, damit die Wurzeln nicht gestaucht werden. Zu groß, so dass sehr viel der gewachsenen Bodenstruktur zerstört wird, darf es jedoch auch nicht sein. Ein Richtwert ist die doppelte Größe des Wurzelballens.

Der Bodenaushub des Pflanzloches muss auf unterschiedlichen Haufen gesammelt werden. Getrennt wird die humusreiche Krume, der Unter- und Oberboden. Die humusreiche Krume kann mit dem Oberboden und ggf. mit Zusatzstoffen gemischt werden. Allerdings sollte Kompost als Zusatzsubstrat nicht mehr als 1/3 des Pflanzsubstrates ausmachen.

Boden und Seitenwände müssen mit dem Spaten aufgelockert werden, so dass die Baumwurzeln gut in den Boden eindringen können. Danach kann die Pflanzgrube zu ca. 2/3 mit Pflanzsubstrat aufgefüllt werden. Die

Wurzeln des jungen Baumes im Pflanzloch horizontal ausbreiten und Schicht um Schicht mit Erde verfüllen. Das Bäumchen am Stamm rütteln und leicht nach oben ziehen, so dass sich die Feinerde zwischen den Wurzeln verteilen kann. Wenn das Pflanzloch gefüllt ist, sollte der Wurzelhals 15 cm über der Bodenoberfläche sein (Richtwert für eine 60 cm tiefe Pflanzgrube). Mit der Zeit setzt sich der Boden und der Wurzelhals „rutscht“ so auf die Ebene der Bodenkante (Abb. 13).

**Eine Neupflanzung niemals ins gleiche Loch setzen, wenn der vorgänger Baum die selbe Art (Apfel, Birne, etc.) war.**

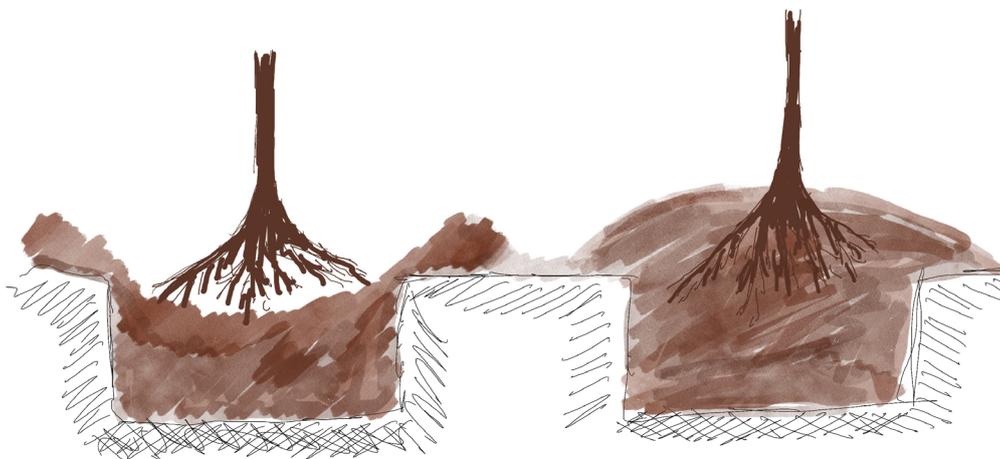


Abb. 13: Links fast verfülltes Pflanzloch mit ausgebreiteten Wurzeln, rechts nach der Pflanzung ist der Wurzelhals 15 cm über der Bodenoberkante (verändert nach Böttner 1914<sup>82</sup>).



Hier geht es zum Pflanzvideo

## Wühlmausschutz

Wühlmäuse können binnen kurzer Zeit die gesamte geleistete Arbeit ruinieren. Ein Wühlmausschutz ist deshalb angebracht. Häufig finden verzinkte Wühlmauskörbe Anwendung, aber diese können die gepflanzten Bäume in ihrem Wurzelwachstum einschränken. Es kann sich daher empfehlen unverzinkte Körbe, die sich nach wenigen Jahren komplett abgebaut haben, zu verwenden.

Weitere Möglichkeiten sind die mechanische, regelmäßige Zerstörung der Wühlgänge (bspw. mit einer Grabgabel), akustische oder olfaktorische Vergrämung (Pflanzung von stark riechenden Pflanzen, Ausbringen von ätherischen Ölen).

Eine andere Möglichkeit ist ein Wühlmausschutz aus Steinen. Hierbei wird das Pflanzloch mit Steinen (bspw. Feldsteine) ausgelegt und auch die Baumwurzeln werden mit diesen umbaut (Maße des Pflanzloches 50 cm tief und 60 cm Durchmesser). Die Steinzwischenräume werden mit Erde aufgefüllt. Wichtig ist auch eine dicke Mulchschicht auf der gehackten Baumscheibe<sup>63</sup> (siehe Pflanzvideo „Wühlmaussicher pflanzen“).



Pixabay

## Baumscheibe

Die Entfernung konkurrierender krautiger Vegetation in den ersten Jahren nach der Pflanzung von Obstbäumen ist unablässlich. Je nach Gestaltung der Baumscheibe werden neben der Konkurrenzminde rung auch Humus aufgebaut und die Bodenfeuchte gewahrt.

Die Baumscheibe ist eine kreisförmige Fläche von mindestens 1 m Durchmesser um den Jungbaum, die verschieden gestaltet werden kann:

- zwei Mal jährlich hacken,
- abdecken mit Kokos- oder Hanffaser,
- abgelagerter Rindenmulch aus fragmentiertem Zweiholz (Laubholz mit Durchmesser <7cm),
- Miscanthus Häcksel,
- Stroh (Achtung Habitat für Wühlmäuse),
- Traubentrestler,
- Scheiben aus Holz mit Schafwolle,
- Bepflanzung mit unterschiedlichen Arten (Beinwell, Kapuzinerkresse, Gundermann, etc.)

## Fragmentiertes Zweigholz

Durch Hackschnitzel werden nicht nur Beikräuter unterdrückt und die Bodenfeuchte gehalten, sondern auch Mykorrhiza-Pilze im Boden gefördert. Besonders wertvoll sind Laubbaum-Hackschnitzel aus Zweigholz (weniger als 7 cm Durchmesser). Diese bestehen aus einem hohen Anteil essentieller Nährstoffe. Bei Hackschnitzeln aus Stammholz liegt wiederum ein zu hohes C:N-Verhältnis (Kohlenstoff : Stickstoff) vor, was bei Ausbringung unter Bäumen zu verringertem Baumwachstum führen kann<sup>64</sup>. Das Schnittgut von Streuobstwiesen bietet dementsprechend eine gute Möglichkeit zur Hackschnitzelerzeugung. Es muss zwingend frei von Infektionen sein.

## Zu beachten!

Mulchschicht eine handbreit entfernt vom Stamm beginnen aufzuschichten, damit Stamm nicht feucht wird und verrottet.



**Wühlmaussicher pflanzen**

## Bewässerung

Bewässert werden muss bereits während der Pflanzung, so bekommen die Wurzeln einen guten Kontakt zum Boden. Dabei ist zwingend auf die Bodenart und die Witterungsverhältnisse zu achten. Ein zu wasser- gesättigter Boden kann zum Absterben der Feinwurzeln führen. Die Wurzeln des Baumes müssen radial, schräg nach unten im Pflanzloch verteilt und sukzessive mit Erde verfüllt werden. Damit einhergehend wird, entsprechend der Bodenart und seines aktuellen Zustandes, etappenweise angegossen.

In den nächsten drei bis vier Jahren werden die jungen Bäume bei Trockenheit während der Vegetationsperiode gegossen.

In den Anwachszeiten und den ersten drei Jahren braucht der Baum in der Hauptwachstumszeit ausreichend Wasser. Besonders wichtig sind die Zeiträume April bis Juni. Wichtig ist auch v.a. in trockenen Frühjahren rechtzeitig und häufiger zu wässern. Gießgaben von einmalig 60 l pro Baum sind in der Regel immer besser als 3 mal 20 l.

## Erziehungsschnitt

Gerade in den ersten Jahren ist ein Pflanz- und Erziehungschnitt notwendig. Versäumnisse können in späteren Jahren nicht mehr oder nur noch sehr schwer nachgeholt werden<sup>85</sup>. Ausführliche Hinweise wurden in den „Standards in der Obstbaupflege“ verfasst<sup>86</sup>. Ziel der Schnittmaßnahmen sollte eine gleichmäßige Kronengeometrie sein, so dass der Saftfluss und damit die Wasser- und Nährstoffverteilung gleichmäßig in der Baumkrone erfolgt. So strebt der Baumsaft immer nach oben, d.h. senkrecht aufragende Äste erhalten mehr und schneller Saft als waagerechte. Ebenso ziehen große, vollbelaubte Äste mehr Saft an als kleine, wenig belaubte. Werden diese Gesetze beim Kronenaufbau beachtet, so baut sich eine regelmäßige, im Gleichgewicht befindliche Krone auf<sup>87</sup>.

## Weißanstrich

In den letzten Jahren nahmen die Wärmephasen im sehr zeitigen Frühjahr zu, weshalb der Saftanstieg sehr früh beginnt. Junge Bäume mit einer glatten Rinde können in dieser Phase Stammrisse bekommen, die Eintrittspforten für Bakterien, Pilze und Viren sind. Dies geschieht bspw. wenn sich die sonnenzugewandte Seite schneller erwärmt, als die sonnenabgewandte

oder wenn die Temperaturen nach einer Wärmephase nochmals stark absinken. Ein Weißanstrich nivelliert die Temperaturunterschiede am Stamm, in Folge treten Risse weniger häufig auf. Auch im Sommer sind weiß angestrichene Bäume weniger anfällig gegenüber Sonnenbrand.

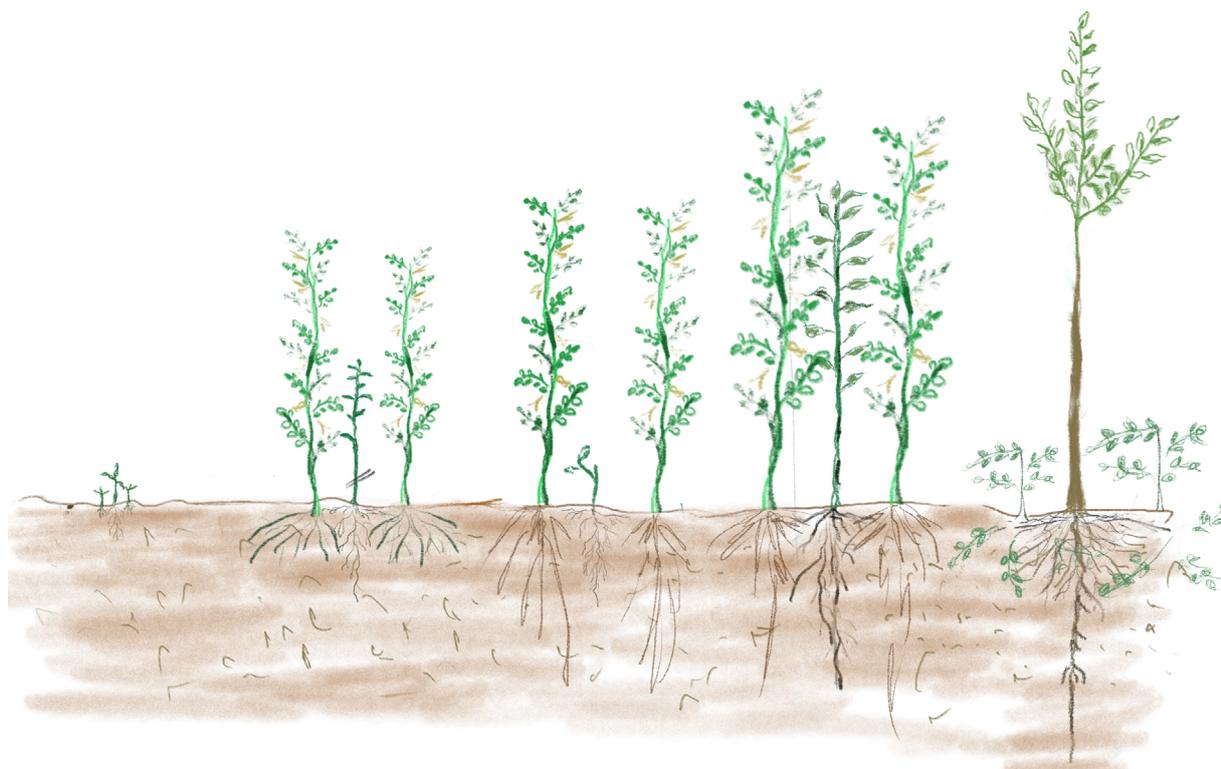
Im Fachhandel sind sehr unterschiedliche Mittel erhältlich, die sich in der Zusammensetzung und Haftungsdauer unterscheiden. Generell sollte darauf geachtet werden, dass keine Schadstoffe enthalten sind, die den Boden beeinträchtigen.

Hier ein kostengünstiges und umweltschonendes Mittel von Jörg Bäurle (2024):

- Frischer Kuhdung (ohne Stroh),
- Schweineschmalz,
- Leinöl,
- Quarzsand,
- eingeweichter Brandkalk und Holzteer.

Alles gut mischen, bis es zu einer streichfähigen Paste wird. Den Baumstamm während einer frostfreien Periode streichen. Die Mischung schützt gegen Mäuse und Hasen, aber nicht gegen Rehverbiss. Der Anstrich muss 1 - 2 Mal im Jahr erneuert werden.





## Begleitbaumarten (Ammenbäume)

### Zielsetzung

Ein Ammenbaum schützt den Zielbaum (junges Obstgehölz) vor harschen Witterungsbedingungen (sehr hohe Sonneneinstrahlung, Starkniederschlagsereignissen, Hagel, etc.). Weiterhin findet durch die Pflanzung von Ammenbäumen eine schnelle Anbindung an Mykorrhizapilze statt. Damit ist der Zielbaum schneller und besser mit Wasser und Nährstoffen versorgt.

### Wahlmöglichkeiten

Je nach Zielsetzung wählt man bei der Art der Begleitgehölze zwischen:

- stickstofffixierenden,
- schnitttoleranten oder
- tiefwurzelnden Arten.

### Ein kleiner Exkurs

Weil das Thema Ammenbäume in der Obstbaumwelt noch sehr neu ist, folgt hier eine etwas ausführlichere Darstellung zu den Hintergründen von Ammenbäumen. Junge Bäume schließen bei starker Sonneneinstrahlung mit hohen Temperaturen und/ oder einer unzureichenden Wasserversorgung ihre Spaltöffnungen. In Folge sinkt die Fotosyntheseleistung und damit die Pro-

duktion von Assimilaten. Die Pflanze stagniert in ihrem Wachstum und in ihrer Fruchtbildung. Enge Pflanzabstände für Obst- und Nussbäume in Vergesellschaftung mit Begleitbaumarten bieten jungen Bäumen Schutz vor zu hoher Sonneneinstrahlung (Halbschatten) und Starkniederschlagsereignissen und ermöglichen eine schnelle Verbindung zu Mykorrhizapilzen<sup>88</sup>.

Wasser und Nährstoffe werden von Bäumen zu einem großen Teil über symbiotische Beziehungen mit bestimmten Pilzen aufgenommen (Mykorrhiza). Stehen Obstbäume auf einer Streuobstwiese nicht wie klassischerweise 12 m bis 15 m auseinander, sondern enger und in Gesellschaft mit Ammengehölzen, verbinden sich die Hyphen der Mykorrhizapilze schneller zwischen den Pflanzen. Zum einen können die zum Wachsen notwendigen Kohlenhydrate in einem eng vergesellschafteten System schneller zwischen den Bäumen ausgetauscht werden, zum anderen gehen Pflanze und Pilz rascher ihre mutualistische Symbiose (Wechselbeziehung zwischen zwei Arten) ein. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten von Jungbäumen erhöhen sich, da sie nicht wie in einem weiträumigen Anbausystem auf sich alleine gestellt sind<sup>89,90</sup>. Meist handelt es sich bei Ammengehölzen um Pionierarten, die wie in einer natürlichen Sukzession den Standort

für anspruchsvollere Arten verbessern. Pioniergehölze besiedeln in einer Sukzession als Erste gestörte oder degradierte Standorte. Zu ihren Eigenschaften gehören geringe Bodenansprüche, hoher Lichtbedarf und Starkwüchsigkeit. Je nach Zielsetzung fällt die Wahl bei Ammenbäumen auf eine hohe Schnitttoleranz, Stickstofffixierung oder auf tiefwurzelnde Arten (Verbesserung der Bodenstruktur). Schnitttolerante Arten werden regelmäßig zurückgeschnitten, ihre Biomasse wird als Mulchmaterial und zum Humusaufbau verwendet. Über die Zeit erhöht sich dadurch die Bodenfruchtbarkeit. Stickstofffixierende Ammengehölze stellen den Zielgehölzen Stickstoff bereit, was deren Erträge und Wachstum fördert<sup>91</sup>. Besonders nützlich ist die Pflanzung von stickstofffixierenden Gehölzen auf nährstoffarmen Böden<sup>92</sup>. Erlen können in den gemäßigten Breiten als Ammenbäume eingesetzt werden. Beispielsweise gehen Schwarzerlen mit ca. 50 verschiedenen Mykorrhiza-Arten eine Symbiose ein<sup>93</sup> und fixieren bis zu 200 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr. Dies ist äquivalent zu einer Volldüngung mit mineralischem Stickstoff<sup>94</sup>. Egal, ob schnitttolerante, stickstofffixierende oder tiefwurzelnde Ammenbäume, alle müssen regelmäßig nach oben geastet oder zurückgeschnitten werden. So steht dem Zielgehölz (Obstbäumen) genügend Platz und Licht zur Verfügung<sup>95</sup>. Eine zweite Möglichkeit besteht darin, ein niedrig angesetzten Kopfschnitt an den Ammenbäumen vorzunehmen, so dass sie ab einem bestimmten Zeitpunkt kleiner als der Obstbaum sind. Grundsätzlich gilt, dass Ammengehölze immer so stark zurückgeschnitten werden müssen, dass sie die benachbarten Obstgehölze in ihrer Entwicklung nicht einschränken (Raum- und Lichtbedarf).

Ebenso können Erbsenstrauch (*Caragana arbore-scens*) und Besenginster (*Cytisus scoparius*) als Stickstofflieferant gepflanzt werden. Beide blühen gelb und locken viele Insekten an. An den Wurzeln fixieren sie Stickstoff. Erbsensträucher sollten kurz nach der Blüte geschnitten werden, sodass sie keine Samen produzieren und sich ausreichend viel Stickstoff an den Wurzeln anreichert<sup>96</sup>. Das Schnittgut kann um die Baumscheiben als Mulchmaterial gelegt werden.

Grundsätzlich ist es sinnvoll, heimische Arten als Begleitarten zu wählen, so wird dem System eine hohe Resilienz verliehen. Eine invasive Ausbreitung in benachbarte Ökosysteme ist unbedingt zu vermeiden. Es sind daher Arten wie die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) oder einige Arten aus der Pflanzengattung der Ölweiden (*Eleagnus*) nicht zu verwenden, da sie

zu invasiven Ausbreitungen tendieren<sup>97</sup>. Das Zahlenverhältnis zwischen Begleit- und Obstbaumarten wird bei Stadler-Kaulich (2021)<sup>98</sup> aus der Bodenfruchtbarkeit und -wasserspeicherfähigkeit abgeleitet. So erhöht sich die Anzahl der Ammengehölze je geringer die genannten Parameter ausfallen. Als Faustregel gibt die Autorin an, dass für jede Nutzpflanze eine passende Begleitpflanze gepflanzt werden sollte.

## Liste von Begleitbaumarten:

- Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)
- Grauerle (*Alnus incana*)
- Pappel (*Populus spec.*)
- Weide (*Salix spec.*)
- Birke (*Betula spec.*)
- Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*)
- Haselnuss (*Corylus avellana*)
- Besenginster (*Cytisus scoparius*)

## Zu beachten!

Keine invasiven Arten als Begleitvegetation wählen.

**Listen zum Invasivitätsstatus finden sich hier:**

<https://neobiota.bfn.de/invasivitaetsbewertung/gefaesspflanzen.html>

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/gebietsfremde-arten.html>

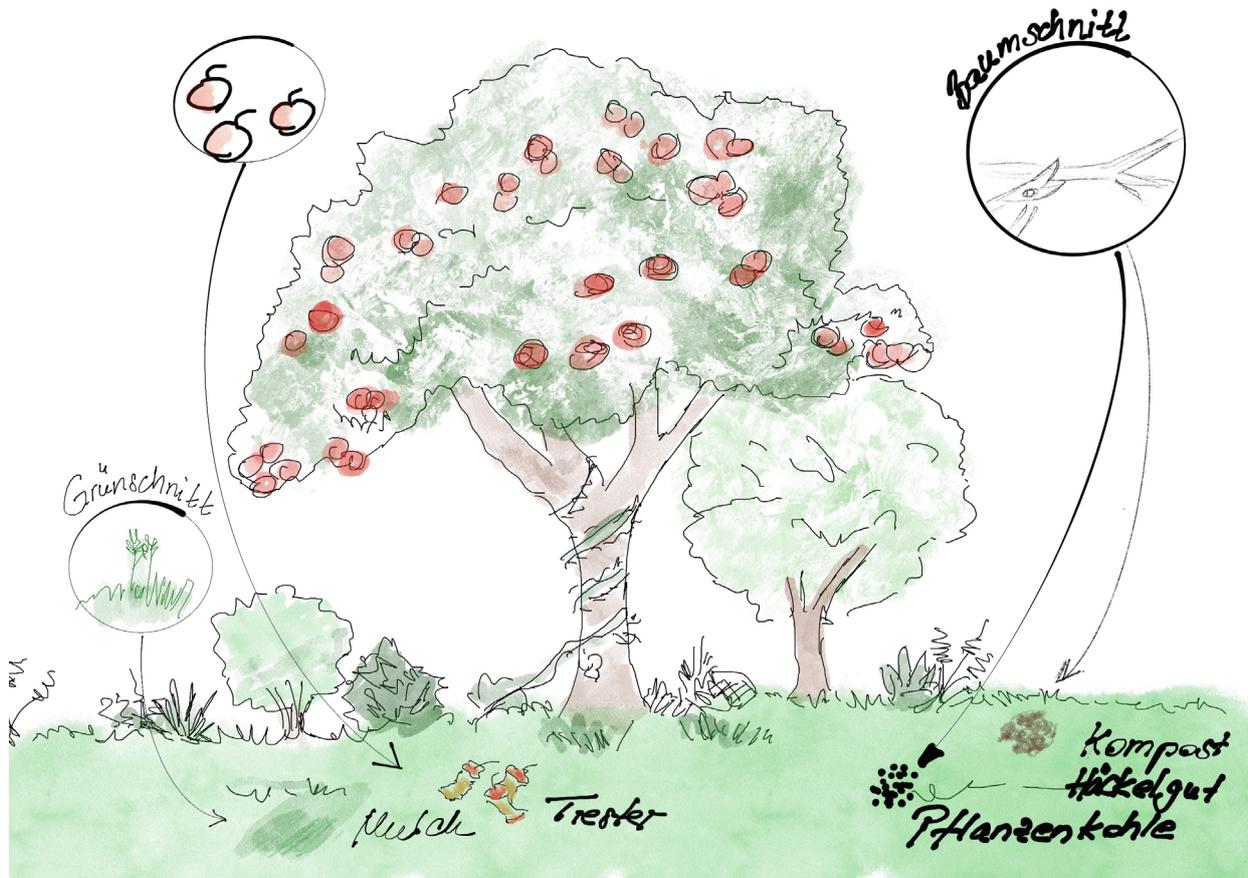
Die Pflanzung nicht heimischer Gehölze<sup>99</sup> bedarf gemäß den Vorgaben des § 40 Abs. 1 BNatSchG einer Genehmigung der zuständigen Behörde (höhere Naturschutzbehörde), es sei denn, es handelt sich um einen Anbau von Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft.



Abb. 14: Erlen als Ammenbäume neben einem Apfelbaum.



## Teil 4 | Bewirtschaftung



## Nährstoffversorgung

Obsternte, Wiesenmäh und Obstbaumschnitt entziehen dem System Streuobst Nährstoffe. Diese müssen zurückgeführt werden. Kurzfristig können Nährstoffe in den Boden über organische Düngungen eingebracht werden, langfristig sollten geschlossene Nährstoffkreisläufe angestrebt werden. Damit Bäume widerstandsfähig gegenüber Krankheiten, Schäden (Stippe, glasige Äpfel) und anderen Stressfaktoren sind, brauchen sie ausreichend Kalium, Calcium, Silicium, Schwefel, Magnesium, Phosphor, Eisen, Mangan, Lithium, Zink, Bor, Selen, Vanadium, Kupfer, Nickel, Jod, Molybdän, Chrom und Zinn. Viele dieser Stoffe liegen im Boden vor, einige müssen zugeführt werden. Ausgesuchte Pflanzennährstoffe und ihre Wirkung finden sich in Hügel (2023)<sup>100</sup>. Liegen die Nährstoffe oder auch nur ein Element nicht ausreichend im Boden vor, kommt es in der Folge zu Mangelerscheinungen und geschwächten Pflanzen. Hier gilt das "Minimumprinzip"<sup>101</sup>, welches besagt, dass das Wachstumspotential durch das

knappste verfügbare Element, welches zum Wachstum benötigt wird, begrenzt ist. Für eine ausreichende Nährstoffversorgung ist weiterhin die Wasserverfügbarkeit im Boden und das Nährstoffspeichervermögen des selbigen zu beachten.

Die Auswirkungen von Nährstoffmangel auf unsere Obstbäume lassen sich anhand der Pflanzenstoffwechsel-Pyramide erläutern (**siehe Abb. 15**). An der Basis der Pyramide steht die Fotosynthese. Sie ist Grundstein für Pflanzenwachstum, Vitalität und schließlich auch für das Überleben einer Pflanze. In den grünen Bereichen der Pflanzen wird aus Kohlenstoffdioxid, Wasser und Licht, Zucker und Sauerstoff gebildet. Der gebildete Zucker dient als Energiequelle und ist gleichzeitig Ausgangsstoff für die dargestellten Prozesse in der Pyramide. Kommt es zu Störungen in der Fotosynthese, ausgelöst durch Licht- und/ oder Nährstoffmangel, funktionieren alle weiteren Syntheseschritte nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr.

Mit Hilfe des Zuckers aus der Fotosynthese und Stickstoff aus dem Boden werden in der Proteinsynthese Aminosäuren und Proteine gebildet. Diese sind wichtige Bausteine für die Zellstrukturen und somit für die Abwehr von Stress.

Der dritte Synthesebaustein ist die Lipidsynthese. Hier werden aus Zucker und anderen Stoffen Lipide zum Aufbau von Zellmembranen gebildet. Beispielsweise ist aus Lipiden jene vor Verdunstung schützende Blattschicht aufgebaut.

An der obersten Spitze der Pyramide steht der Aufbau von Aromastoffen. Hier werden Terpene, Alkaloide, Phenole und andere Stoffe gebildet, die als Aroma-, Farb- oder Abwehrstoffe fungieren.<sup>102</sup>

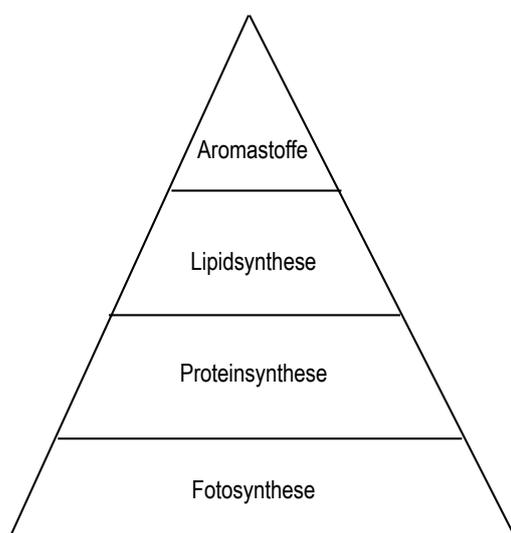


Abb. 15: Pflanzenstoffwechsel-Pyramide.

## Düngen

### Schritt 1: Bodenanalyse

Bevor es ans Düngen geht, muss der Boden analysiert werden. Dazu werden Bodenproben an zertifizierte Labore gesendet. Es empfiehlt sich in einem regelmäßigen Abstand von 5 Jahren eine Nährstoffanalyse durchzuführen<sup>103</sup>. Ausführliche Anleitung zur Probeentnahme und eine Liste mit zugelassenen Bodenlaboren findet sich beim LTZ-Augustenberg<sup>104</sup>. Generell sollte der Boden alle 6 Jahre neu beprobt werden, so dass Veränderungen wahrgenommen und ggf. neue Maßnahmen ergriffen werden können. Untersucht werden sollten folgende Parameter:

- Bodenart (einmalig; Kurzanleitung Seite 14)
- pH-Wert
- Kationenaustauschkapazität (wichtig, da diese angibt, ob Nährstoffe im Boden gehalten werden können)
- organischer Kohlenstoff als Maß für den Humusgehalt
- Gesamtstickstoffgehalt
- C/N-Verhältnis
- Magnesium, Calcium, Phosphat, Eisen, Kalium, Molybdän, Zink, Mangan, Kupfer, Schwefel, Chlor, Nickel, Silizium, Nickel, Vanadium, Kobalt, Lithium, Jod, Selen, Chrom und Bor (ggf. Zinn).  
Auflistung der zu testende Elemente entnommen aus Hügel (2023)<sup>105</sup>.

### Schritt 2: Was wird gedüngt?

Schwer lösliche Nährstoffe wie Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium sollten im Spätherbst gedüngt werden. Stickstoff hingegen ist bei Mangel zu Beginn der Vegetationsperiode zuzugeben. Nicht zu empfehlen ist eine Düngung während der Blüte. Bei der Zugabe von Mist und Kompost ist die Quantifizierung des Nährstoffgehaltes und damit der Nährstoffmangelausgleich, welcher durch die Bodenproben ermittelt wurde, schwierig. Genauer hingegen ist die Zugabe von organischem Dünger in Form von Hornmehl, Hornspänen oder Guano.

#### Für Jungbäume empfiehlt Roos (2023)<sup>106</sup>:

150-200g organischen oder mineralischen Volldünger im März auf ca. 2 m<sup>2</sup> um die Bäume oder 150 g Hornmehl + 2 kg Stallmist/ Kompost.

#### Für Altbäume empfiehlt Roos (2023):

5-10 kg organischer oder mineralischer Volldünger im Bereich des Kronentraufs im März. Alternativ 2 kg

Hornmehl + 100 kg Stallmist/ Kompost im Zeitraum November bis März.  
Der Stallmist kann zuvor mit Effektiven Mikroorganismen (EM) besprüht werden.

**Bei einer Düngung mit abgelagerten Kompost lautet die Faustregel:**

3 l Kompost pro Quadratmeter. Bei größeren Bäumen können auch 5 l bis 10 l Kompost gegeben werden. Gedüngt werden kann ab Ende März. Dazu wird der Kompost im Bereich des Kronentraufs leicht in den Boden eingearbeitet<sup>107</sup>.

Anzudenken ist auch eine regelmäßige (alle ca. 2-3 Jahre) Gabe von 300 – 400 g/m<sup>2</sup> Sandilit medium (Ursteinsmehl in Sandform 0/2 mm Korngröße), dessen Ausbringung ganzjährig möglich ist<sup>108</sup>.

**Schritt 3: Wie wird gedüngt?**

Die Feinwurzeln der Bäume befinden sich im Bereich des Kronentraufes. Hier können die Düngemittel in einem Ring von ca. 1,5 - 2 m Breite (je nach Baumgröße) in den Boden eingearbeitet werden. Eine weitere Möglichkeit ist, Löcher in den Boden zu graben oder zu stechen und den Dünger hineinzugeben (Lanzendüngung). Es empfiehlt sich ca. 1 m vom Baumstamm entfernt 10 Löcher in den Boden zu stechen. Je nach Baumgröße wird dies in einem weiteren Kreis wiederholt. Dazu wird der erste Kreis um 1 m erweitert. Pro Zentimeter Baumstammumfang werden ein Liter einer wässrigen Lösung (6-8%) eines Mehrnährstoffdüngers in die Löcher gegeben<sup>109</sup>.

Damit nicht überdüngt wird, empfiehlt Wolz (2024)<sup>110</sup> nur eine Hälfte des Kronentraufs zu düngen und drei Jahre später die andere.



## Nährstoffversorgung über die Blätter

Eine einfache und schnelle Methode die Pflanzengesundheit und ihre aktuelle Nährstoffversorgung zu beurteilen, geht über die Blattsaftanalyse. Eine einfache Messmethode ist die Bestimmung des BRIX-Wertes mit einem Refraktometer. Der BRIX-Wert gibt an, wie viel Gramm Zucker in 100 g Flüssigkeit enthalten sind. Wird der BRIX-Wert regelmäßig bestimmt, können Mangelerscheinungen und somit potentieller Schadbefall frühzeitig erkannt und entgegengesteuert werden. BRIX-Werte zwischen 0 - 6 zeigen an, dass Pflanzen krankheits- und schaderregeranfälliger sind.

Bei Werten >7 können sich pathogene Schimmelpilze bei Werten >10 signalisieren eine gute Fruchtqualität und ab diesem Wert kann die Pflanze jene Mikroorganismen im Boden gut versorgen, während bei Werten >14 Insekten aufgrund des hohen Zuckerhaltes die Pflanze nicht mehr schädigen können.

Für eine optimale Nährstoffversorgung sind demnach Werte > 12 anzustreben. Wird eine Blattdüngung verabreicht, so muss darauf geachtet werden, dass dies in den späten Abendstunden und nicht vor Regenfällen geschieht. Mittel können mit einer Gebläsespritze von bis zu 8 bar auf die Obstbäume gesprüht werden.

Das folgende Mittel zur Blattdüngung empfiehlt EM-Chiemgau<sup>111</sup>:

- 5 ml Blattimpuls ®
- 5 g RoPro 13/20 ®
- 5 g vermahlene Calcium Carbonat (Startfit ®)
- 5 ml scharfes Blond ® Pflanzenhilfsmittel
- 5 ml Biplantol Vital NT
- optional bei Schädlingsdruck zusätzlich
- 1 ml Neemöl (nicht Bio-zertifiziert)

**Anwendung:**

- erste Spritzung vor der Blüte,
- zweite Spritzung bei Vollbelaubung,
- wenn möglich weitere 1-2 Spritzungen im Laufe des Frühjahrs-Sommers

## Stärkung der Baumrinde

Über die Baumrinde können viele Krankheitserreger eindringen und so sekundäre Schäden verursachen. Deshalb kann auch die Baumrinde mit einem Anstrich gestärkt werden.

Hier ein Rezept von Weimer (2024)<sup>112</sup>:

- 5 kg Lehm (Bentonit)
- 3 kg Kuhfladen
- 500 g Algenmehl
- 500 g Urgesteinsmehl
- 500 g Holzasche (oder 50%iges Kalisulfat)
- 0,5 l Natronwasserglas (Apotheke)

„In einen Eimer mit Tee aus Schachtelhalm, Schafgarbe, Melisse, Lavendel und Salbei einrühren, bis eine breiige Masse entsteht. Nach drei Tagen ist sie streich- und bindefähig.“ Weimer (2024: 147).

Den Baumanstrich 1 - 2 Mal im Jahr erneuern.



## Nährstoffkreisläufe schließen - Wie man Rohstoffe aus einem landschaftspflegerischem Abfallprodukt gewinnt -

Es ist ein heißer Sommertag, als ich mich dem Kastanienhof in Bodelshausen nähere. Der Duft von Lindenblüten liegt schwer in der Luft und begleitet mich, während ich das Hofgelände betrete. Vor mir erstrecken sich große Gewächshäuser, das einladende Hofladencafé, Tierställe und Wohnhäuser. Der Kastanienhof gehört zur Inklusionsfirma AiS gGmbH (Arbeit in Selbsthilfe gGmbH) und hier leben und arbeiten Menschen in der Landwirtschaft, im Laden, Café und in der Zierpflanzengärtnerei.

Im Hofcafé suchen sich die Besucher Schatten, während das Thermometer die 30-Grad-Marke überschreitet. Man denkt an Klimaanlage, aber nicht an Heizungen. Aber genau Letztgenanntes führt mich heute auf den Kastanienhof. Hier steht seit neuesten eine Hackschnitzel- und Pyrolyseanlage, die Schnittgut von Streuobstwiesen und aus den umliegenden Wäldern zu Pflanzenkohle und Wärme verarbeitet. Mit der Abwärme werden alle Gebäude inkl. der Gewächshäuser beheizt und das „Abfallprodukt“ Pflanzenkohle wird

vermarktet. Wie der Kreislauf funktioniert und welche Ideen dahinter stecken, erklärt mit Marcus Hölz. Er ist Geschäftsführer von AiS.

Er erläutert, dass die AiS in der Region sehr aktiv im Bereich Streuobstpflanze und Naturschutz ist. Über die Grüngruppe „Streuobst & Naturschutz“ werden viele Streuobstwiesen ganzjährig gepflegt. Besonders im Winter fällt dabei viel Schnittgut an. Dieses Material zusammen mit dem Schnittgut von privaten Streuobstbewirtschaftern wird in der Hackschnitzel- und Pyrolyseanlage verarbeitet. Wir stehen nun vor den großen Kammern, und Marcus Hölz hebt ein paar Steine auf, die im Verbrennungsprozess stören würden. „Dieses Schnittgut kommt nicht nur von unseren eigenen Streuobstwiesen, sondern auch von vielen anderen in der Region“, erklärt er. „In Zusammenarbeit mit dem Netzwerk Streuobst und mit Unterstützung der Stadt Mössingen sowie dem Landschaftspflegeverband wird das Schnittgut aus der ganzen Region eingesammelt. Dazu wird alle 5 Jahre in einem bestimmten Teil

Mössingens das Schnittgut an Sammelplätzen an den Wiesen abgeholt. Im nächsten Jahr wird die Aktion in einem anderen Teil Mössingens durchgeführt. Wir haben hier hunderte Hektar nur mit Streuobstwiesen. Da kommt einiges zusammen.“

Das Schnittgut wird zunächst auf einem lokalen Häckselplatz geschreddert und anschließend zum Kastanienhof gebracht. Marcus Hölz fährt fort: „Wenn es hier ankommt, ist das Holz noch viel zu feucht. Aber wir haben ein spezielles Verfahren entwickelt, um das Material zu trocknen. Jetzt im Sommer brauchen wir nicht so viel Heizwärme, deshalb wird die warme Luft aus der Pyrolyseanlage in die Kammern geleitet, wo sie das Holz auf etwa 10% Restfeuchte trocknet. Im Winter können wir es dann verbrennen. Die Abwärme wird in großen Tanks gespeichert und bei Bedarf in die umliegenden Wohnhäuser, ins Café, in die Gewächshäuser und den Hofladen geleitet.“

Ich merke an, dass der Kastanienhof damit nahezu klimaneutral sein müsste. Marcus Hölz lächelt und korrigiert mich: „Wir sind sogar klimapositiv.“ Er zeigt auf die großen Rohre, die aus dem Gebäude führen und in Säcke münden. Als er die Kante eines Sacks herablässt, kann ich, auf den Zehenspitzen stehend, feine, schwarze Pflanzenkohle erkennen. „Das hier“, sagt er stolz, „ist das Ausgangsmaterial für unsere neuen Produkte, die ab Ende dieses Jahres auf dem Kastanienhof eingesetzt und verkauft werden.“

Wir verlassen den Hofbereich und treten in den Vorbau der Gewächshäuser ein. Durch die großen Gewächshaus scheiben sehe ich die Fülle an Tomaten. Alles wird auf dem Kastanienhof verarbeitet und verkauft. So gibt es saisonal als Mittagstisch Tomatensuppe im Hofcafé. Marcus Hölz läuft auf blaue Fässer zu und erklärt: „Uns ist es wichtig auch über den Streuobstanbau hinaus Stoffkreisläufe zu schließen. Deshalb hat man geschaut, was hat man noch an Restmaterial, was man verwenden kann.“ Er zeigt auf die blauen Fässer mit kleinen Verschlussähnen am Boden. Hier werden alle organischen Reste aus der an den Hof angeschlossenen Gastro-Betriebe mit effektiven Mikroorganismen fermentiert. Es wird Bokashi hergestellt, dessen aufgeschlüsselte Nährstoffe der Pflanzenkohle zugeführt werden.

Ich bin fasziniert, wie durch die Tätigkeit auf dem Kastanienhof alle Stoffkreisläufe geschlossen werden. Wie ein Uhrwerk greifen alle Prozesse ineinander. Doch der Weg dahin war nicht einfach, sondern von Hürden gesäumt. Die zwei größten Hürden bei der Planung und

Umsetzung solcher Anlagen sind die Zulassung nach der Bundes-Immissionsschutzverordnung sowie der Mangel an Fachplanern. Doch Markus Hölz und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ließen nicht locker und durch die Zusammenarbeit von Planern, der Verwaltungsebene und durch politisches Wirken konnten sie dieses Vorreiterprojekt umsetzen. Jetzt kann man am Kastanienhof nicht nur auf Wärme zurückgreifen, sondern auch auf Wissen zu Planungs- und Partizipationsprozessen für die Umsetzung einer Pyrolyseanlage. „Ein Teil von Inklusion“, so schließt er unseren Rundgang, „ist auch, dass man Sachen macht, die besonders und wertvoll sind und sie dann auch nach außen trägt.“ Und so teilt er sein Wissen, denn ihm ist die Sache „Nährstoffkreisläufe schließen“ wichtig.

<https://arbeit-in-selbsthilfe.de/arbeitsbereiche/kastanienhof/>





(C) Barbara Zeppenfeld

## Beweidung mit Tieren

Die Beweidung von Streuobstwiesen mit Tieren bietet eine Vielzahl von ökologischen und ökonomischen Vorteilen. Streuobstwiesen sind extensive Kulturlandschaften, welche durch die Integration von Nutztieren gepflegt werden können. Unter rotierenden Weideflächen werden vielfältige Kleinstlebensräume geschaffen, in denen sich unterschiedliche Pflanzen-, aber auch Tierarten etablieren können. Gerade lichtliebende Pflanzenarten profitieren von einem extensiven Beweidungsmanagement. Weiterhin werden die Flächen durch den Einsatz von Tieren auf natürliche Weise gedüngt, Nährstoffkreisläufe werden geschlossen und Bodenorganismen unterstützt. Je nach Art der Nutztiere werden auf natürliche Weise Schädlinge bekämpft. Die Beweidung verbindet Obstbau und Tierhaltung auf nachhaltige Weise. Die Tiere nutzen die Wiesen als Nahrungsressourcen, während die Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter von den Produkten (Fleisch, Milch, Eier oder Wolle) profitieren können. Dies schafft zusätzliche Einkommensquellen und trägt zur wirtschaftlichen Stabilität bei.

### Beweidung mit Schafen

Trockene, magere, steile und/ oder schlecht zugängliche Standorte können gut mit Schafen beweidet werden. Rassen mit geringem Gewicht sind hervorragend auf erosions- und trittempfindlichen Flächen einsetzbar. Hierzu zählen Landschaftsrassen wie Wald- und Krainer-Steinschafe.

Anders als bei Rindern ist das Fraßverhalten von Schafen sehr selektiv und Weidepflanzen werden tief verbissen<sup>113</sup>. Sie bevorzugen stickstoffhaltige Pflanzen<sup>114</sup>, meiden hingegen stachelige oder dornige<sup>115</sup>. Durch die hohe Selektion und die damit verbundene Gefahr der floristischen Verarmung müssen Schafswiden entweder nachgemäht oder in einer Kombination mit anderen Weidetieren bewirtschaftet werden. Landschaftsrassen, die langsamer wachsen, sind für eine extensive Beweidung sehr gut geeignet. Eine Nachmahd der Weiden ist hier nicht notwendig<sup>116</sup>. Die floristische Artenvielfalt wird ebenfalls durch Wanderschäfer, die im zeitigen Frühjahr oder Herbst über die Flächen ziehen, erhöht. Zudem kann mit Beweidungsdauer und Besatzdichte Einfluss auf das Fraßverhalten genommen werden. Umtriebsweiden mit kurzer Beweidungszeit und hoher Besatzdichte (5 – 10 Schafe/ Hektar und Jahr) eignen

sich gut zur Pflege von Streuobstbeständen.

Die Bäume werden von alten Landrassen nur bei schlechtem Wetter (lang anhaltende Regenperioden) oder wenn sie klein und ungeschützt sind angefressen. Bei der Beweidung mit Schafen müssen Bäume während der Anwachs- und Etablierungsphase (glatte Rinde) hinreichend (z.B. durch Auszäunen) geschützt werden.

## Beweidung mit Ziegen

Ziegen fressen bevorzugt Blätter, Rinde und Gehölztriebe. Bei Ziegenbeweidung müssen die Bäume gut geschützt sein. Ziegen eignen sich hervorragend für Erstpflegemaßnahmen von verbuschten Streuobstwiesen. Ihr starker Verbiss (bei Jungtrieben bis in 2 m Höhe) drängt stockausschlagsfähige Gehölze zurück, wobei Bäume mit Durchmessern ab 25 – 30 cm kaum tangiert werden<sup>117</sup>. Nicht geeignet sind Ziegen für nasse Standorte oder zur dauerhaften Beweidung. Hierdurch würden viele Gehölze zerstört werden<sup>118</sup>.

## Beweidung mit Rindern

Im Gegensatz zu Ziegen und Schafen fressen Rinder das Grünland nicht selektiv ab, sondern dezimieren auch die Gebüschsukzession und das Altgras. Sie sind sowohl in feuchten als auch in trockenen Lebensräumen einsetzbar. Obstbäume werden kaum verbissen, jedoch kann die Rinde durch Schubbern beschädigt werden. Von allen Haltungformen sind für eine extensive Beweidung jene der Jungrinderaufzucht oder Mutterkuhhaltung geeignet. Um Tritt- und Verbissschäden zu minimieren sollten leichte oder Zwerggrassen (z.B. Hinterwälder, Galloway, Rotes Höhenvieh)<sup>119</sup> in der Beweidung von Streuobstwiesen zum Einsatz kommen. Zudem sind Mutterkühe ruhiger, weshalb beweidete Flächen weniger Trittschäden aufweisen. Für eine extensive Beweidung wird 1 Tier pro Hektar und Jahr empfohlen<sup>120</sup>, es gibt jedoch auch Angaben, die mit 0,3 bis 0,5 GV/ha wesentlich niedriger sind<sup>121</sup>. Diese Form der Bewirtschaftung stellt sich in den häufig kleinteiligen Streuobstwiesen Baden-Württembergs als schwierig heraus.



Abb. 16: Beweidung von Streuobstwiesen mit Wald- und Krainer Steinschafen.

## Beweidung mit Hühnern oder Gänsen

Gänse und Hühner stellen für die Beweidung von Streuobstwiesen eine weitere attraktive Möglichkeit dar, das Grünland zu nutzen. Im Vergleich mit anderen Nutztieren ist die Vermarktung der tierischen Produkte einfacher und die Gefahr von Baumschäden geringer. Außerdem sind das erforderliche Wissen und der Zeitaufwand geringer als für die Haltung von anderen Nutztieren<sup>122</sup>.

Weidegänse sind gute Grasverwerter und verursachen keine Trittschäden. Zudem sind sie unempfindlich und robust und können während der Weideperiode von Mitte Juli bis Oktober bzw. November im Freiland gehalten werden. Es ist für die Haltung auf Streuobstwiesen ein leichter Verbisschutz an jungen Obstbäumen notwendig. Zudem sollten eine einfache Schutzhütte und Einzäunung vorhanden sein. Ebenso ist eine Bademöglichkeit für die Gänse in Form von bspw. eines ausbaggerten Bachlaufes oder Wannens zu schaffen<sup>123</sup>. Gänse werden zur Unkrautbekämpfung eingesetzt und in den USA wurde zudem nachgewiesen, dass Gänse die Schäden durch Rüsselkäfer (*Conotrachelus nenuphar*) verringern. Demnach sind Gänse potentiell auch für die Eindämmung von Schädlingen einsetzbar und können somit den Ertrag von Streuobstwiesen steigern<sup>124</sup>. Außerdem gibt es eine große Nachfrage nach Weihnachtsgänsen. Eine Hochrechnung von einem Betrieb, der Gänse und Streuobstwiesen kombiniert, ergab einen Gewinn pro Gans von ca. 24 € im 6-Jahresdurchschnitt<sup>125</sup>.

Hühner sind ebenso eine gute Nutzungsmöglichkeit des Grünlands von Streuobstwiesen. Hühner fressen zwar nur junges Gras, während ältere Grasbestände durch Scharren niedergewalzt werden (Mulcheffekt), positiv ist aber, dass Obstbäume keinen Verbisschutz benötigen<sup>126</sup>. Zudem sind einige Unkräuter und Schädlinge eine Nahrungsquelle für Hühner, was sich ebenfalls günstig auf Obstbäume auswirken kann<sup>127,128</sup>. Es ist weiterhin zu berücksichtigen, dass Hühner stallnahe Flächen stark beanspruchen und eine Verschmutzung von Fallobst verursachen. Dementsprechend ist trotz des Ausbleibens von Trittschäden auf den Flächen bei einer Beweidung mit Hühnern ein Weidewechsel erforderlich.

Zusätzlich kann die Hühnerhaltung auf Streuobstwiesen das Risiko der Prädation von Hühnern durch bspw. Greifvögel verringern, da die Obstbäume einen Sicht-

schutz darstellen.

## Beweidung mit Schweinen

Eine früher gängige Methode war die Beweidung von Streuobstwiesen mit Schweinen. Sie eignet sich besonders für feuchte Flächen oder jene mit Dominanzbeständen (Gräser, etc.). Abhängig von der Besatzdichte und –dauer (empfohlen 0,75 bis 1,5 GV/ha von Mai/Juni bis Ende November) weiden Schweine Pflanzenbestände ab<sup>129</sup>. Dabei gehen sie selektiv vor und bevorzugen primär energiereiche Pflanzen oder Pflanzenteile, wie bspw. Wurzeln, Früchte und Knollen. Auf ihrem Speiseplan stehen weiterhin Insekten, Würmer, Gehäuseschnecken, kleine Wirbeltiere und Aas. Auch größere Mengen von Fallobst, die ggf. mit Fäule- und Schimmelpilzen oder Schädlingen infiziert sind, werden von Schweinen gefressen, wodurch die Ausbreitung der Krankheiten bzw. Schädlinge unterbrochen werden kann<sup>130,131</sup>.

Um die Vegetationsdecke zu schonen und eine Eutrophierung der Fläche zu verhindern, empfiehlt sich eine Umtriebskoppelbeweidung. Hierbei werden die Schweine auf die nächste Koppel getrieben, sobald 30% (bei empfindlichen Pflanzenbeständen bereits bei 10%) der Fläche zerwühlt sind<sup>132</sup>. Verbleiben Schweine zu lange auf einer Fläche hat es den Effekt vom Pflügen. Dies ist vorteilhaft, wenn Dominanzbestände in arten- und blütenreiche Bestände umgewandelt werden sollen<sup>133</sup>. Bei einer zu langen Verweildauer der Schweine auf einer Fläche besteht allerdings das Risiko, dass die Rinden der Obstbäume durch das Schubbern der Schweine geschädigt werden. Generell müssen Jungbäume sowohl am Stamm als auch an der Baumscheibe vor der Wühl- und Schubbertätigkeit geschützt werden<sup>134</sup>. Werden die genannten Schwellenwerte von 30% bzw. 10% beachtet, wirkt sich die Schweinehaltung durch das Lockern und Durchlüften der oberen Bodenschichten positiv auf die Bodenstruktur aus<sup>135</sup>. Auch zeigen zahlreiche Publikationen, dass die floristische und faunistische Vielfalt auf von Schweinen beweideten Flächen ansteigen<sup>136,137</sup>. So profitieren meist konkurrenzschwache Arten, weshalb sich Schweine gut für die Aufwertung von artenarmen oder grasdominierten Vegetationsbeständen eignen<sup>138</sup>. Damit Streuobstweiden eine ausreichende Pflege (keine Selektion) erhalten, wäre eine Kombination von Schweinen und anderen Weidetieren vorteilhaft. Dies ist von Gesetzes-

wegen her nicht erlaubt, daher empfiehlt Bauschmann (2022)<sup>139</sup> eine Kombination aus Schweinen in der Haupt- und Schafen in der Vorweide.

Anzumerken ist, dass die Vorschriften der Verordnung über hygienische Anforderungen beim Halten von Schweinen (Schweinehaltungshygieneverordnung – SchHaltHygV vom 07.06.1999) eingehalten werden müssen und dass die Freilandhaltung von Schweinen genehmigungspflichtig ist.

## Mob-grazing

Im Zuge der Klimaresilienz-Debatte rückt mob-grazing mit Schafen oder Rindern immer mehr in den Fokus. Ziel dieses Beweidungsmanagements ist es, möglichst hohe Pflanzenrückstände auf der Fläche zu belassen. Dies wird erreicht, indem die Herdentiere (Schafe, Rinder) mit einer hohen Besatzdichte auf einen räumlich begrenzten Bereich für kurze Zeit (Stunden bis zu einem Tag) grasen, bis ca. 50% des Wiesenaufwuchses abgefressen sind (Abb. 17, Abb. 18). Danach wird die Parzelle gewechselt. Die beweideten Parzellen erfahren jeweils eine längere Ruhephase (ein Monat bis zu einem Jahr)<sup>140</sup>, damit ausreichend unter- und oberirdische Biomasse nachwachsen kann. Aufgrund der sehr kurzen Beweidungsphase wird ein großer Teil (ca. 50%) des Grünlands durch die Weidetiere niedergetrampelt. Es entsteht eine Art Mulchdecke, die zum einen vor Verdunstung schützt und zum anderen den Humusaufbau fördert<sup>141</sup>. Untersuchungen in Brandenburg zeigen, dass mob-grazing zu einer höheren Wasserinfiltration und Fruchtbarkeit der Böden führt<sup>142</sup>. Aufgrund der kurzen Verweildauer der Weidetiere auf einer Fläche ist ein Verbisschutz an den Bäumen meist nicht notwendig. Werden Tiere auch während der Fruchtreife in die Fläche getrieben, werden die Früchte gefressen. Obstschädlinge werden in ihrer Ausbreitung gehemmt<sup>143</sup>.



Abb. 17: Eng abgesteckte Weiden, welche kurzzeitig mit hoher Viehbesatzdichte beweidet werden.



Abb. 18: Biomasse wird zu einem großen Anteil niedergetrampelt und dient als Mulchschicht.

## Quellenverzeichnis

- 1 FAO (2023): Agricultural Heritage. A Legacy for the Future. Online verfügbar unter <https://www.fao.org/giahs/background/en/>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.
- 2 Willinger, G. (2022): Streuobstwiesen, das Paradies von nebenan. Spektrum. Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/news/streuobstwiesen-gutes-obst-so-nahe/2043097>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.
- 3 Maringer, J.; Radtke, M.; Schulz, C. (2025): Klimawandelanpassung im Streuobst - Potentialstudie für klimaresiliente Bewirtschaftungssysteme und Erprobung alternativer Baumarten und Anbausysteme. (Hsgr.) Ministerium für Ernährung, Ländlicher Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg.
- 4 Henle, K.; Hüttner, M.-L.; Kasperidus, H. D.; Krämer, J.; Rösler, M.; Bartelt, S. et al. (2024): Streuobstbestände in Deutschland. Naturschutzfachliche Bedeutung, Bestandssituation und Handlungsempfehlungen. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Schriften, 679). Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:b219-17462>.
- 5 Holt-Giménez, Eric (2002): Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 93 (1-3), S. 87–105. DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00006-3.
- 6 Lesemann, S. (o. J.): Streuobst in der Oberlausitz. Online verfügbar unter [https://www.lanu.de/media/tyfo20342-80f46469859346c659ebac157d3d4e08/LaNU\\_Studie\\_Streuobst\\_Oberlausitz.pdf](https://www.lanu.de/media/tyfo20342-80f46469859346c659ebac157d3d4e08/LaNU_Studie_Streuobst_Oberlausitz.pdf), zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- 7 Shepard, Mark (2013): Restoration agriculture. Real-world permaculture for farmers. Austin, Texas: Acres U.S.A.
- 8 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2005): Hecken, Feldgehölze und Feldraine in der landwirtschaftlichen Flur. LfL-Informationen.
- 9 Meyerhoff, E. (2011): Hecken planen, pflanzen, pflegen. Eine praktische Anleitung für Landwirte. Hg. v. Bioland Beratung GmbH, Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) und Bio Austria.
- 10 Breuning, T.; Schach, J.; Brinkmeier, P.; Nickel, E. (2002): Gebietsheimische Gehölze in Baden-Württemberg. Das richtige Grün am richtigen Ort. Fachdienst Naturschutz: Landschaftspflege 1. (Hsg.) Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- 11 Hübner, R.; Meixner, C.; Holzknicht, A.; Schuckall, J.; Reichel, J.; Baldermann, E.; Merker, R.; Wolf, S.; Landl, I.; Sauerzapfe, N. (2024): Perspektiven Streuobst. DPSIR-Studie zu Streuobst in Brandenburg - Ergebnisse einer Befragung und Literaturlauswertung. Äpfel und Konsorten - Streuobstwiesen und -äcker e.V.
- 12 Andrade, D. (2024): Was ist Syntropische Landwirtschaft, und wie können Landwirte davon profitieren? Online verfügbar unter <https://wikifarmer.com/de/was-ist-syntropische-landwirtschaft-und-wie-koennen-landwirte-davon-profitieren/>, zuletzt geprüft am 12.06.2024.
- 13 Crawford, M. (2024): Einen Waldgarten erschaffen. Mit der Natur arbeiten, um essbare Pflanzen anzubauen. 2. Auflage. Kevelaer: OLV Organischer Landbau.
- 14 Philpott, S. M.; Lin, B. B.; Jha, S.; Brines, S. J. (2008): A multi-scale assessment of hurricane impacts on agricultural landscapes based on land use and topographic features. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 128 (1-2), S. 12–20. DOI: 10.1016/j.agee.2008.04.016.
- 15 Stadler-Kaulich, N. (2021): Dynamischer Agroforst. Fruchtbare Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte. Unter Mitarbeit von Eliza Kaulich. München: Oekom Verlag.
- 16 Jacke, D.; Toensmeier, E. (2005): Edible Forest Gardens. Ecological design and practice for temperate climate permaculture. 1. print. White River Junction, Vt.: Chelsea Green (Edible forest gardens / Dave Jacke with Eric Toensmeier, Volume 2).
- 17 Verein für Regenerative Landwirtschaft e.V. (2018): Workshop mit Ernst Götsch. Online verfügbar unter <https://www.ernstgoetschworkshop.de/>, zuletzt aktualisiert am 31.01.2024, zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- 18 Philpott, S. M.; Lin, B. B.; Jha, S.; Brines, S. J. (2008): A multi-scale assessment of hurricane impacts on agricultural landscapes based on land use and topographic features. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 128 (1-2), S. 12–20. DOI: 10.1016/j.agee.2008.04.016.
- 19 Björklund, J.; Eksvärd, K.; Schaffer, C. (2019): Exploring the potential of edible forest gardens: expe-

- riences from a participatory action research project in Sweden. In: *Agroforest Syst* 93 (3), S. 1107–1118. DOI: 10.1007/s10457-018-0208-8.
- 20 Andrade, Dayana (2024): Was ist Syntropische Landwirtschaft, und wie können Landwirte davon profitieren? Online verfügbar unter <https://wikifarmer.com/de/was-ist-syntropische-landwirtschaft-und-wie-koennen-landwirte-davon-profitieren/>, zuletzt geprüft am 12.06.2024.
- 21 Schaal, G. (1921): *Das Obstbuch. Praktisches Handbuch für den Obstzüchter, Gartenliebhaber und Baumwart.*: Eugen Ulmer.
- 22 Stadler-Kaulich, N. (2021): *Dynamischer Agroforst. Fruchtbarer Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte.* Unter Mitarbeit von Eliza Kaulich. München: Oekom Verlag.
- 23 Kranz, V.; Deemter, F. (2021): *Praxisbuch Waldgarten. Natürlicher Anbau mit Permakultur.* 1. Auflage 2021. Bern: Haupt Verlag.
- 24 Crawford, M. (2024): *Einen Waldgarten erschaffen. Mit der Natur arbeiten, um essbare Pflanzen anzubauen.* 2. Auflage. Kevelaer: OLV Organischer Landbau.
- 25 Crawford, M. (2024): *Einen Waldgarten erschaffen. Mit der Natur arbeiten, um essbare Pflanzen anzubauen.* 2. Auflage. Kevelaer: OLV Organischer Landbau.
- 26 Stadler-Kaulich, N. (2021): *Dynamischer Agroforst. Fruchtbarer Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte.* Unter Mitarbeit von Eliza Kaulich. München: Oekom Verlag.
- 27 Schaal, G. (1921): *Das Obstbuch. Praktisches Handbuch für den Obstzüchter, Gartenliebhaber und Baumwart.*: Eugen Ulmer.
- 28 Schaal, G. (1921): *Das Obstbuch. Praktisches Handbuch für den Obstzüchter, Gartenliebhaber und Baumwart.*: Eugen Ulmer.
- 29 Pasini, Felipe (2020): *Multi-story tree lines.* Online verfügbar unter <https://agendagotsch.com/en/multi-story-tree-lines/>.
- 30 Kranz, V.; Deemter, F. (2021): *Praxisbuch Waldgarten. Natürlicher Anbau mit Permakultur.* 1. Auflage 2021. Bern: Haupt Verlag.
- 31 Bärle, J. (2017): *Wühlmausschutz durch Steine.* Pomologen-Verein Jahreshft, S. 182-183.
- 32 Bärle, J. (2020): *Wurzelentwicklung beim Wühlmausschutz mit Steinen.* Pomologen-Verein Jahreshft, S. 222-223.
- 33 Yeomans, K. B.; Yeomans, P. A. (Hg.) (2008): *Water for Every Farm. Yeomans Keyline Plan.* 2008 edition. Australia Fair Southport, Queensland: Keyline Designs.
- 34 Krawczyk, M. (2022): *Keyline Design Workshop with Mark Krawczyk: Part 2. enter for Ecology-Based Economy.* Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=X1Vk3qS5bTQ&t=8s>, zuletzt geprüft am 28.10.2024.
- 35 Shepard, M. (2013): *Restoration agriculture. Real-world permaculture for farmers.* Austin, Texas: Acres U.S.A.
- 36 Perkins, R. (2019): *Regenerative agriculture. A practical whole systems guide to making small farms work.* [Sunne, Sweden]: RP 59°N.
- 37 Krawczyk, T.; Duncan, S. (2018): *Keyline Water Management: Field Research & Education in the Capital Region Soil Indicators Monitoring Program.* Online verfügbar unter <https://www.climateagriculturebc.ca/app/uploads/FI09-Keyline-Water-Management-CRD-2018-report.pdf>, zuletzt geprüft am 28.10.2024.
- 38 Fazzio, G.; Forsline, P.; Aldwinckle, H.; Pons, L. (2008): *The apple collection in Geneva, NY: A resource for the apple industry today and for generations to come.* In: *New York State Horticultural society*, S. 5–8. Online verfügbar unter <https://nyshs.org/wp-content/uploads/2008/04/NYFQ-Spring-2008.pdf>.
- 39 Harshman, J. M.; Evans, K. M.; Allen, H.; Potts, R.; Flamenco, J.; Aldwinckle, H. S. et al. (2017): *Fire blight resistance in wild accessions of *Malus sieversii*.* In: *Plant disease* 101 (10), S. 1738–1745. DOI: 10.1094/PDIS-01-17-0077-RE.
- 40 Chen, X.; Li, S.; Zhang, D.; Han, M.; Jin, X.; Zhao, C. et al. (2019): *Sequencing of a wild apple (*Malus baccata*) genome unravels the differences between cultivated and wild apple species regarding disease resistance and cold tolerance.* In: *G3 (Bethesda, Md.)* 9 (7), S. 2051–2060. DOI: 10.1534/g3.119.400245.
- 41 Maurer, J.; Kajtna, B.; Heisteringer, A.; Noah (2016). *Handbuch Bio-Obst. Sortenvielfalt erhalten. Ertrag-*

- reich ernten. Natürlich genießen. Arche Noah. Löwenzahn-Verlag.
- 42 Petruschke, M. (2023): Refia 1 und Refia 2, zwei neue Birnenunterlagen zur Bekämpfung des Birnenverfalls. Schwäbisches Mostviertel. Internationaler Birnenkongress, 15.04.2023.
- 43 Petruschke, M. (2023): Refia 1 und Refia 2, zwei neue Birnenunterlagen zur Bekämpfung des Birnenverfalls. Schwäbisches Mostviertel. Internationaler Birnenkongress, 15.04.2023.
- 44 Eilenberg, J.; Keller, S.; Humber, R.A.; Jensen, A. H.; Jensen, A. B.; Görg, L. M. et al. (2023): Pandora cacopsyllae Eilenberg, Keller & Humber (Entomophthorales: Entomophthoraceae), a new species infecting pear psyllid *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae). In: Journal of invertebrate pathology 200, S. 107954. DOI: 10.1016/j.jip.2023.107954.
- 45 Neder, T. (2023): Zwetschge und Co. In: OBST & GARTEN 142, S. 6–8.
- 46 König, C. (2025): Spätblühende Walnussototen. In: Schlitt, M. et al. (2025): Obstbäume. Frost und Klimawandel. Görlitz. S. 31 - 33.
- 47 Popović-Djordjević, J.; Kostić, A. Ž.; Kamiloglu, S.; Tomas, M.; Mićanović, N.; Capanoglu, E. (2023): Chemical composition, nutritional and health related properties of the medlar (*Mespilus germanica* L.): from medieval glory to underutilized fruit. In: Phytochem Rev 22 (6), S. 1663–1690. DOI: 10.1007/s11101-023-09883-y.
- 48 Popović-Djordjević, J.; Kostić, A. Ž.; Kamiloglu, S.; Tomas, M.; Mićanović, N.; Capanoglu, E. (2023): Chemical composition, nutritional and health related properties of the medlar (*Mespilus germanica* L.): from medieval glory to underutilized fruit. In: Phytochem Rev 22 (6), S. 1663–1690. DOI: 10.1007/s11101-023-09883-y.
- 49 Pirc, H. (2015): Enzyklopädie der Wildobst- und seltenen Obstarten. Graz, Stuttgart: Stocker.
- 50 Dahlem, R.; Dehe, M.; Engler, C.; Fix, K.; Hageböiling, R.; Hein, K. et al. (2002): Streuobstwiesen. Ökologische Bedeutung, Pflege, Nutzung, Förderprogramm. 3. Aufl. Hg. v. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LfUG). Oppenheim.
- 51 Ifl, Arbeitsgruppe Kulturlandschaft und Landschaftsentwicklung (IAB 4a) (o.J.): Merkblatt Pflanzanleitung für Streuobstbäume. Pflanzanleitung für Streuobstbäume. Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/foerder-merkblatt\\_pflanzanleitung-streuobstbaeume.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/foerder-merkblatt_pflanzanleitung-streuobstbaeume.pdf), zuletzt geprüft am 07.03.2024.
- 52 ARGE Österreichische Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Streuobstbaus und zur Erhaltung obstgenetischer Ressourcen (2024): Streuobst in Österreich. Erhaltung durch Pflege und Nutzung.
- 53 Kleinz, N.; Weinrich, C. (2016): Ur-Obst. Wurzelecht und pflegeleicht, 200 Sorten, gesund und aromatisch! Leopold Stocker Verlag: Graz, Stuttgart.
- 54 Corbett, P. (2007): Fruit trees on their own roots and the coppice orchard system. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=YjSiQStBlSE>, zuletzt geprüft am 17.06.2024.
- 55 Lex, S. (2018): Alte und neue Wege im Obstbau. Dachau, 2018. Online verfügbar unter <https://kreisverband-dachau.de/wp-content/uploads/sites/22/2018/03/Alte-und-neue-Wege-im-Obstbau.pdf>.
- 56 Wilfling, A.; Braun-Stehlik, M. (2024): Sämlingsvermehrung & Direktsaat – Herstellung von klimafitten Unterlagen für den Hochstamm-Streuobstbau. IP-AGRI Projektes SUPERHOCHSTÄMME – Klimaresiliente Mehrnutzen-Hochstamm-Produktionssysteme (M-HPS) für eine zukunftsfähige Bewirtschaftung im Obstbau, 13.02.2024. Online verfügbar unter <https://www.obstbaumschnittschule.de/kurs/webseminar-saemlingsvermehrung-direktsaat-herstellung-von-klimafitten-unterlagen-fuer-den-hochstamm-streuobstbau-2024/>, zuletzt geprüft am 17.08.2024.
- 57 Bäurle, J. (2025): Tresteraussaat. AG-Wurzel des Deutschen Pomologen-Vereins. 15.01.2025
- 58 Protokoll von der AG-Wurzel des Deutschen Pomologen-Vereins vom 11.01.2025
- 59 Lucas, E. (1914): Unterhaltungen über Obstbau. 4. Aufl. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- 60 <https://www.logl-bw.de/> (Zugriff am 11.06.2025).
- 61 <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/streuobst/service-und-adressen/125.12.html>
- 62 <https://www.bund-lemgo.de/> (Zugriff am 11.06.2025).
- 63 Böttner, J. (1914): Praktisches Lehrbuch vom Obstbau. 5. Auflage. Frankfurt an der Oder: Königliche Hofdruckerei Trowitsch & Sohn.
- 64 Böttner, J. (1914): Praktisches Lehrbuch vom Obstbau. 5. Auflage. Frankfurt an der Oder: Königliche Hof-

druckerei Trowitsch & Sohn.

- 65 Phillips, M. (2012): *Holistic orchard - tree fruits and berries the biological way*: Chelsea green publishing Co.
- 66 Nitsch, H. (2023): *Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft. Chancen und Herausforderungen*. Institut für Ländliche Strukturforchung e.V. Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- 67 Schmidt, H.-P.; Hagemann, N.; Draper, K.; Kammann, C. (2019): *The use of biochar in animal feeding*. PeerJ. Ithaka Institute for Carbon Strategies, Arbaz, Valais, Switzerland. doi: 10.7717/peerj.7373.
- 68 Nitsch, H. (2023): *Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft. Chancen und Herausforderungen*. Institut für Ländliche Strukturforchung e.V. Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- 69 Schmidt, H.-P.; Hagemann, N.; Draper, K.; Kammann, C. (2019): *The use of biochar in animal feeding*. PeerJ. Ithaka Institute for Carbon Strategies, Arbaz, Valais, Switzerland. doi: 10.7717/peerj.7373.
- 70 ebenda 68
- 71 ebenda 68
- 72 Gopalakrishnan, S.; Sathya, A.; Vijayabharathi, R.; Varshney, R. K.; Gowda, C. L. L.; Krishnamurthy, L. (2015): *Plant growth promoting rhizobia: challenges and opportunities*. *Biotech (4) %*: 355–377. doi: 10.1007/s13205-014-0241-x
- 73 Hanno, F. (2018): *Zurück zu den Wurzeln - Mikroorganismen in der Landwirtschaft*. In: *Anliegen Natur* 40(2), S. 145-152.
- 74 Filipp, M.; Spornberger, A.; Keppel, H.; Brunmayer, R. (2009): *Einfluss von effektiven Mikroorganismen (EM) auf Ertrags- und Qualitätsparameter bei Tafeläpfeln unter biologischen Anbaubedingungen*. *Mitteilungen Kloster Neuburg*, 59: 250–258.
- 75 Blume, H.-P.; Welp, G.; Thiele-Bruhn, S.; Brümmer, G.; Horn, R.; et. al. (2026): *Scheffer/ Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde*. 16. Auflage. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- 76 Filipp, M.; Spornberger, A.; Keppel, H.; Brunmayer, R. (2009): *Einfluss von effektiven Mikroorganismen (EM) auf Ertrags- und Qualitätsparameter bei Tafeläpfeln unter biologischen Anbaubedingungen*. *Mitteilungen Kloster Neuburg*, 59: 250–258.
- 77 Formowitz, B.; Elango, F.; Okumoto, S.; Müller, T.; Buerkert, A. (2007): *The role of "effective microorganisms" in the composting of banana (*Musa ssp.*) residues*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170: 649–656.
- 78 Mayer, J.; Scheid, S.; Widmer, F.; Fliessbach, A.; Oberholzer, H.-R. (2007): *Wirkungen von „Effektiven Mikroorganismen EM“ auf pflanzliche und bodenmikrobiologische Parameter im Feldversuch*. In: Zikeli, C. et al. (Hg.): *Zwischen Tradition und Globalisierung*.
- 79 Mayer, J.; Scheid, S.; Widmer, F.; Fliessbach, A.; Oberholzer, H.-R. (2007): *Wirkungen von „Effektiven Mikroorganismen EM“ auf pflanzliche und bodenmikrobiologische Parameter im Feldversuch*. In: Zikeli, C. et al. (Hg.): *Zwischen Tradition und Globalisierung*.
- 80 Filipp, M.; Spornberger, A.; Keppel, H.; Brunmayer, R. (2009): *Einfluss von effektiven Mikroorganismen (EM) auf Ertrags- und Qualitätsparameter bei Tafeläpfeln unter biologischen Anbaubedingungen*. *Mitteilungen Kloster Neuburg*, 59: 250–258.
- 81 Kyan, T.; Shintani, M.; Kanda, S.; Sakurai, M.; Okashi, H., Fujisawa, A., Pongdit, S. (1999): *Kyusei nature farming and the technology of effective microorganisms*. Asia Pacific Natural Agriculture Network, Atami (Japan).
- 82 Böttner, J. (1914): *Praktisches Lehrbuch vom Obstbau*. 5. Auflage. Frankfurt an der Oder: Königliche Hofdruckerei Trowitsch & Sohn.
- 83 Bäurle, J. (2017): *Wühlmausschutz durch Steine*. *Pomologen-Verein Jahreshft*, S. 182-183.
- 84 Phillips, M. (2012): *Holistic orchard - tree fruits and berries the biological way*: Chelsea green publishing Co.
- 85 Böttner, J. (1914): *Praktisches Lehrbuch vom Obstbau*. 5. Auflage. Frankfurt an der Oder: Königliche Hofdruckerei Trowitsch & Sohn.
- 86 *Pomologen-Verein e.V. (Hrsg.) (2023): Standards der Obstbaupflege. Empfehlungen für eine fachgerechte Pflege großkroniger Obstbäume*. 2. Auflage, Stand: November 2023. Hamburg: Pomologen-Verein e.V.

- 87 Maringer, J. (19.07.2024): Obstgehölze. Interview mit Herbert Wolz. Bad Mergentheim.
- 88 Stadler-Kaulich, N. (2021): Dynamischer Agroforst. Fruchtbarer Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte. Unter Mitarbeit von Eliza Kaulich. München: Oekom Verlag.
- 89 Simard, S. W.; Perry, D. A.; Jones, M. D.; Myrold, D. D.; Durall, D. M.; Molina, R. (1997): Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. In: *Nature* 388 (6642), S. 579–582. DOI: 10.1038/41557
- 90 Deeg, J. (2018): Unterschätzte Botanik: Die vernetzte Welt der Pflanzen. In: *Spektrum.de*, 03.11.2018. Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/news/die-vernetzte-welt-der-pflanzen/1598658>, zuletzt geprüft am 29.11.2023.
- 91 Chirwa, P. W.; Ong, C. K.; Maghembe, J.; Black, C. R. (2007): Soil water dynamics in cropping systems containing *Gliricidia sepium*, pigeonpea and maize in southern Malawi. In: *Agroforest Syst* 69 (1), S. 29–43. DOI: 10.1007/s10457-006-9016-7.
- 92 Jacke, D.; Toensmeier, E. (2005): Edible forest gardens. Ecological design and practice for temperate climate permaculture. 1. print. White River Junction, Vt.: Chelsea Green (Edible forest gardens / Dave Jacke with Eric Toensmeier, Volume 2).
- 93 Stadler-Kaulich, N. (2021): Dynamischer Agroforst. Fruchtbarer Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte. Unter Mitarbeit von Eliza Kaulich. München: Oekom Verlag.
- 94 Georg-August-Universität Göttingen (Hg.) (o.J.): *Alnus glutinosa* - Die Schwarzerle. Biologie und Ökologie. Online verfügbar unter <https://www.uni-goettingen.de/de/biologie+und+%C3%96kologie/11024.html>, zuletzt aktualisiert am 25.01.2024.
- 95 Bösel, B. (2023): Rebellen der Erde. Wie wir den Boden retten - und damit uns selbst! 3. Auflage. München: Scorpio Verlag.
- 96 Skala, S.; Skala, M. (2023): Das Prinzip Waldgarten. Löwenzahn-Verlag.
- 97 Rabitsch, W.; Gollasch, S.; Isermann, M.; Starfinger, U.; Nehring, S. (2013): Erstellung einer Warnliste in Deutschland noch nicht vorkommender invasiver Tiere und Pflanzen. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben (FKZ 3510 86 0500). Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten (1.1998 - 630.2022), 331). Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript331.pdf>, zuletzt geprüft am 26.01.2024.
- 98 Stadler-Kaulich, N. (2021): Dynamischer Agroforst. Fruchtbarer Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte. Unter Mitarbeit von Eliza Kaulich. München: Oekom Verlag.
- 99 <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10581>
- 100 Hügel, S. (2023): Die Mineralienwende. Wie Mineralien und und die Welt retten. Berlin.
- 101 Ebelhar, S. A.; Chesworth, W.; Paris, Q. (2008): Law of the minimum. In: Ward Chesworth (Hg.): *Encyclopedia of soil science*. Dordrecht: Springer Netherlands (Encyclopedia of Earth Sciences Series), S. 431–437.
- 102 Heß, D. (2008): Pflanzenphysiologie. Eugen-Ulmer: Stuttgart.
- 103 Kuster, T.; Eicher, O.; Leumann, L.; Müller, U.; Poulet, J.; Rutishauser, R. (2017): Düngung im Obstbau. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD). Agroscope. Online verfügbar unter [https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2017\\_06\\_2306.pdf](https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2017_06_2306.pdf) zuletzt geprüft am 08.07.2025.
- 104 <https://ltz.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Service/Bodenuntersuchung>
- 105 Hügel, S. (2023): Die Mineralienwende. Wie Mineralien und und die Welt retten. Berlin.
- 106 Roos, B. (2023): Nährstoffversorgung im Streuobstanbau. Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 11.07.2023.
- 107 Gottschaller, S. (2022): So pflegt man Obstbäume optimal. Deutscher Landwirtschaftsverlag. Online verfügbar unter <https://www.wochenblatt-dlv.de/dorf-familie/garten-gesundheit/so-pflegt-man-obstbaeume-optimal-569320>, zuletzt geprüft am 05.01.2024.
- 108 Oppenrieder, S. (2025): Einsatz von EM im Obstbau. E-Mail von 03.02.2025.
- 109 Kuster, T.; Eicher, O.; Leumann, L.; Müller, U.; Poulet, J.; Rutishauser, R. (2017): Düngung im Obstbau. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD). Agroscope. Online verfügbar unter [https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2017\\_06\\_2306.pdf](https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2017_06_2306.pdf) zuletzt geprüft am

08.07.2025.

- 110 Wolz, H. (2024): Obstgehölze. Bad Mergentheim. Interview 19.07.2024
- 111 <https://em-chiemgau.de/>
- 112 Weimer, J. (2024): Gestaltung von Landschaftsobstbäumen. Den Obstbaum mit anderen Augen sehen. Selbstverlag: Schaaheim
- 113 Porzig, E. (Hg.) (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Unter Mitarbeit von Carlheinrich Engelmann. 1. Aufl. Berlin: Dt. Landwirtschaftsverl.
- 114 Stroh, M.; Storm, C.; Zehm, A.; Schwabe, A. (2002): Restorative grazing as a tool for directed succession with diaspore inoculation: the model of sand ecosystems. In: *phyto* 32 (4), S. 595–625. DOI: 10.1127/0340-269X/2002/0032-0595.
- 115 Rahmann, G. (2007): Ökologische Schaf- und Ziegenhaltung. 100 Fragen und Antworten für die Praxis. [Braunschweig]: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL).
- 116 Zeppenfeld, B. (2024): Beweidung von Streuobstwiesen. Interview. 16.05.2024
- 117 Streuobstziege.de (2024): Beweidung. <http://www.streuobstziege.de/beweidung/> Online geprüft am 02.04.2024.
- 118 Zahn, A. (2014c): Beweidung mit Ziegen. In: B. Burkart-Aicher (Hg.): Online-Handbuch ‚Beweidung im Naturschutz‘. Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).
- 119 Stöckl, G. (2013): Unternutzung von Streuobstwiesen - Kostenfaktor oder Chance? Bio-Streuobsttagung. Lfl Freising. Freising, 31.01.2013. Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst\\_\\_ckl.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst__ckl.pdf), zuletzt geprüft am 05.01.2024.
- 120 Bauschmann, G. (2010): Pflege von Streuobstwiesen durch Beweidung. In: Pomologen Verein e.V., S. 37–53.
- 121 Zahn, A. (2014): Beweidung mit Rindern. In: B. Burkart-Aicher (Hg.): Online-Handbuch ‚Beweidung im Naturschutz‘. Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).
- 122 Bosshardt, S.; Sabatier, R.; Dufils, A.; Navarrete, M. (2022): Changing perspectives on chicken-pastured orchards for action: A review based on a heuristic model. In: *Agricultural Systems* 196, S. 103335. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103335.
- 123 Stöckl, G. (2013): Unternutzung von Streuobstwiesen - Kostenfaktor oder Chance? Bio-Streuobsttagung. Lfl Freising. Freising, 31.01.2013. Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst\\_\\_ckl.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst__ckl.pdf), zuletzt geprüft am 05.01.2024.
- 124 Clark, M. Sean; Gage, Stuart H. (1996): Effects of free-range chickens and geese on insect pests and weeds in an agroecosystem. In: *Am J Alt Ag* 11 (1), S. 39–47. DOI: 10.1017/S0889189300006718.
- 125 ebenda wie 119
- 126 Stöckl, G. (2013): Unternutzung von Streuobstwiesen - Kostenfaktor oder Chance? Bio-Streuobsttagung. Lfl Freising. Freising, 31.01.2013. Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst\\_\\_ckl.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/unternutzung-streuobstwiesenst__ckl.pdf), zuletzt geprüft am 05.01.2024.
- 127 Kent Down AONB (Hg.) (2018): Guidance Notes for Planning and Planting a new traditional Orchard. Online verfügbar unter <https://kentdowns.org.uk/wp-content/uploads/2018/04/Planning-Traditional-Orchard-leaflet.pdf>, zuletzt geprüft am 07.03.2024.
- 128 Clark, M. S.; Gage, S. H. (1996): Effects of free-range chickens and geese on insect pests and weeds in an agroecosystem. In: *Am J Alt Ag* 11 (1), S. 39–47. DOI: 10.1017/S0889189300006718.
- 129 Beinlich, B.; Hill, B.; Köstermeyer, H.; Beck, L.; van Rhemen, K. (2001): Schweinefreilandhaltung in der Landschaftspflege - ein Überblick zum aktuellen Kenntnisstand. In: *Egge-Weser* (14), S. 15–30. Online verfügbar unter [https://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/29636/file/Beinlich\\_et\\_al\\_2001\\_Schweinefreilandhaltung\\_Landschaftspflege.pdf](https://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/29636/file/Beinlich_et_al_2001_Schweinefreilandhaltung_Landschaftspflege.pdf).
- 130 Bauschmann, G. (2010): Pflege von Streuobstwiesen durch Beweidung. In: Pomologen Verein e.V., S. 37–53.
- 131 Holzer, S.; Holzer, C. (2004): Sepp Holzers Permakultur. Praktische Anwendung in Garten, Obst & Landwirtschaft. Graz, Stuttgart: Stocker.

- 132 Zahn, A. (2014b): Beweidung mit Schweinen. In: B. Burkart-Aicher (Hg.): Online-Handbuch ‚Beweidung im Naturschutz‘, Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).
- 133 Neugebauer, K. R.; Beinlich, B.; Poschlod, P. (2005): Schweine in der Landschaftspflege - Geschichte, Ökologie, Praxis. 2. Aufl. (NNA Berichte).
- 134 Bauschmann, G. (2010): Pflege von Streuobstwiesen durch Beweidung. In: Pomologen Verein e.V., S. 37–53.
- 135 Holzer, S.; Holzer, C. (2004): Sepp Holzers Permakultur. Praktische Anwendung in Garten, Obst & Landwirtschaft. Graz, Stuttgart: Stocker.
- 136 Buse, J.; Feldmann, B.; Ebert, J.; Rebbe, M.; Popa, F.; Wohlfarth, J. (2022): Extensive Beweidung mit Schweinen - Ihre Bedeutung für koprophile Käferarten. In: Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL) 54 (10), S. 16–19. DOI: 10.1399/NuL.2022.10.01.
- 137 Zahn, A. (2014b): Beweidung mit Schweinen. In: B. Burkart-Aicher (Hg.): Online-Handbuch ‚Beweidung im Naturschutz‘, Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).
- 138 ebenda wie 132
- 139 Bauschmann, G. (2010): Pflege von Streuobstwiesen durch Beweidung. In: Pomologen Verein e.V., S. 37–53
- 140 Janssen, L.; McMurtry, B.; Stockton, M.; Smart, A.; Clay, S. (2015): An economic analysis of high intensity, short duration grazing systems in South Dakota and Nebraska. Agricultural & Applied Economics Association.
- 141 Naturefund (2021): Humusaufbau durch Rinderbeweidung. Hg. v. Naturefund. Online verfügbar unter [https://www.naturefund.de/landwirtschaft\\_20/artikel/news/unsere\\_herde\\_wird\\_teil\\_unserer\\_vision](https://www.naturefund.de/landwirtschaft_20/artikel/news/unsere_herde_wird_teil_unserer_vision).
- 142 Zahn, N.; Franke, S.; Schleip, I.; Röwekamp, J. (2023): Schützt Mob-Grazing Böden und Erträge? In: Ökologie und Landbau (03), S. 22–24.
- 143 Bauschmann, G. (2010): Pflege von Streuobstwiesen durch Beweidung. In: Pomologen Verein e.V., S. 37–53