

Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung

Tipps für die Anlage und Bewirtschaftung von Agroforst-Systemen, sowie Betrachtung ökologischer, ökonomischer, landschaftsgestalterischer und rechtlicher Aspekte



Dieser Leitfaden entstand im Rahmen des Verbundprojektes „Agro-Wertholz: Agroforstsysteme mit Mehrwert für Mensch und Umwelt“.

Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über den Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) e.V. gefördert (FKZ 2203112). Die Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den Autoren.

Herausgeber:

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Neßlerstr. 25, 76227 Karlsruhe

Tel.: 0721/9468-0, Fax: 0721/9468-209, E-Mail: poststelle@ltz.bwl.de, www.ltz-augustenberg.de

Redaktion: Vanessa Schulz, Titelfoto: A. Möndel, Layout: Jörg Jenrich

August 2020

Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung

Vanessa Schulz³, Hannah Sharaf², Sebastian Weisenburger³, Christopher Morhart¹,
Werner Konold², Kerstin Stolzenburg³, Heinrich Spiecker¹, Michael Nahm¹

¹ Professur für Waldwachstum

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Tennenbacher Straße 4, 79106 Freiburg, www.iww.uni-freiburg.de



² Professur für Landespflege

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Tennenbacher Straße 4, 79106 Freiburg, www.landespflege-freiburg.de



³ Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Neßlerstr. 25, 76227 Karlsruhe, www.ltz-augustenberg.de



Landwirtschaftliches
Technologiezentrum
Augustenberg

Vorwort

Zu den Agroforst-Systemen zählen per Definition nicht nur herkömmliche Hecken oder Baumstreifen, sondern auch sogenannte Wertholzstreifen und Streuobstbestände. In vielen Ländern spielen Agroforst-Systeme für die Landnutzung traditionell eine große Rolle, aber auch moderne Agroforst-Systeme gewinnen an Bedeutung. So existieren z. B. in einigen Regionen Frankreichs teils große Agroforst-Systeme mit Walnussbäumen zur Furnierherstellung. Auch in Deutschland werden seit einigen Jahren die Möglichkeiten moderner Agroforst-Systeme untersucht. Es ist daher an der Zeit, sich auch hierzulande wieder Gedanken über eine vermehrte Koexistenz von Bäumen zur Wertholzerzeugung und landwirtschaftlichen Kulturen zu machen. Dies ist auch deshalb erforderlich, weil neben der Sicherung der Nahrungsmittelversorgung weitere Herausforderungen auf unsere Landwirtschaft zukommen.

Klimaneutralität, Bioökonomie, Biodiversität und Artenschutz prägen seit einigen Jahren zunehmend die gesellschaftlichen und politischen Diskussionen. Mit dem „Green Deal“ will die Europäische Union für Europa bis 2050 nicht nur Klimaneutralität erreichen. Sie will zum weltweiten Vorreiter für nachhaltige Ernährung und biologische Vielfalt werden.

Klimaneutralität beinhaltet, dass Treibhausgase, soweit deren Emission nicht vermieden werden kann, längerfristig gespeichert werden müssen. Effektiv kann dies durch ganzflächige Aufforstungen mit hohem CO₂-Bindungspotenzial oder durch Agroforst-Systeme, also durch die Kombination von landwirtschaftlicher Produktion und forstlicher Nutzung auf ein und derselben Fläche, erreicht werden.

Baumstreifen werden weder gedüngt noch mit Pflanzenschutzmitteln behandelt. Sie bereichern die Flächen strukturell und kleinklimatisch. Somit können Agroforst-Systeme einen positiven Beitrag zur Biodiversität leisten. Mit zusätzlichen Maßnahmen in den Streifen, wie z. B. durch die Aussaat einer Blümmischung, kann der Biodiversitätseffekt weiter verstärkt werden. Auch Biotopnetzungen sind mit Agroforst-Systemen denkbar.

Im Sinne der Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ können Agroforst-Systeme eine Maßnahme sein, um Kohlenstoff zu speichern, die Biodiversität zu erhöhen und auf den Flächen gleichzeitig weiterhin hochwertige Nahrungsmittel und Rohstoffe zu erzeugen. In den landwirtschaftlichen Betrieben können Agroforst-Systeme zudem auch zur Einkommensdiversifizierung und -sicherung beitragen.

Der vorliegende Leitfaden „Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung“ entstand im Nachgang des durch den Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) e. V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Projektes „Agro-Wertholz: Agroforst-Systeme mit Mehrwert für Mensch und Umwelt“ in Zusammenarbeit mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Der Druck des Leitfadens wurde mit Mitteln der Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ ermöglicht.

Der Leitfaden hat zum Ziel, der Praxis grundlegende Informationen zu geben und bei der Anlage und der Bewirtschaftung von Agroforst-Systemen zu unterstützen.

Inhalt

I Agroforst-Systeme: Einführung und praxisrelevante Fragen	7
Einfluss von AFS auf die Umwelt	8
Häufige Fragen über AFS	10
II Die Bewirtschaftung von AFS	13
Vorüberlegungen zur Anlage von AFS.....	13
Die Praxis: Anlage von AFS.....	16
Die Pflanzung der Bäume	16
Erforderliche Baumschutzmaßnahmen	17
Die Praxis aus naturschutzfachlicher Sicht.....	18
Empfehlungen zur ökologischen Aufwertung von AFS.....	18
Anlage und Bewirtschaftung der Baumstreifen	18
Gestaltung und Pflege der Baumstreifen	20
Zusätzliche Strukturen	21
Bewirtschaftung, Gestaltung, Pflege und Nutzung der Baumstreifen	22
Pflege und Ernte der Bäume	22
Ernten der Bäume	24
Exkurs: Wertholzproduktion auf Streuobstwiesen	24
Anlage und Pflege von Blühstreifen	25
Hecken und Sträucher	28
Gemüseanbau	30
Wiesen- und Weidennutzung	30
III Ökonomische Bewertung	31
Kosten für die Anlage und Pflege von Baumstreifen in AFS	31
Erlöse der Wertholzbäume in AFS	31
Ökonomische Aspekte der landwirtschaftlichen Kultur.....	33
IV Weiterführende Informationen.....	36
Gesetzliche Regelungen.....	36
Fördermöglichkeiten von AFS	36
Sonstige Regelungen	37
V Literaturverzeichnis	38
Verwendete Literatur	38
Weiterführende Literatur.....	38



Bild 1: Traditionelles Agroforst-System mit Streuobstbäumen auf einer Wiese am Schönberg bei Freiburg im Breisgau

Foto: M. Nahm

I Agroforst-Systeme: Einführung und praxisrelevante Fragen

Unter Agroforst-Systemen (AFS) werden Landnutzungssysteme verstanden, worin Bäume, Feldfrüchte und/oder Tiere auf derselben landwirtschaftlichen Bewirtschaftungseinheit in Kombination genutzt werden. Laut dem 2019 gegründeten Deutschen Fachverband Agroforstwirtschaft (DeFAF, 2019) wird ein AFS durch die folgenden Eigenschaften gekennzeichnet:

- Landwirtschaftlich geprägtes Landbausystem;
- Kombination aus Kulturpflanzen (landwirtschaftlich oder gärtnerisch) und/oder Nutztieren mit Gehölzen (Bäumen, Sträucher);
- Anbau auf derselben Fläche;
- Variation in Art, Alter, Anzahl, Verteilung und Anordnung der Gehölze.

Früher waren AFS in Mitteleuropa in Form von Streuobstwiesen und -äckern, gepflanzten Hecken oder auch Waldweiden weit verbreitet. Im Zuge von Agrarstrukturwandel, Flurbereinigungen und der zunehmenden Mechanisierung der Landwirtschaft sowie Verboten (Waldweide) gingen diese Formen der Landnutzung stark zurück und verschwanden in einigen Regionen sogar. In den letzten Jahren ist allerdings wieder ein gestiegenes Interesse an dieser Landnutzungsform zu verzeichnen.

Man unterscheidet bei AFS die folgenden drei Haupttypen:

1. Silvoarable Systeme

Acker- und Grünlandbewirtschaftung in Kombination mit Bäumen und Sträuchern zur Erzeugung von Wert- oder Energieholz



Bild 2: Silvoarables AFS aus Winterweizen und Kirschen zur Wertholznutzung

Foto: A. Möndel

2. Silvopastorale Systeme:

Weidewirtschaft in Kombination mit Bäumen; hierzu zählt auch die Haltung von Nutztieren auf Streuobstwiesen.



Bild 3: Silvopastorales AFS, Beweidung mit Schafen in Kombination mit Obstbäumen

Foto: F. Seidl

3. Agrosilvopastorale Systeme:

Feldfrüchte plus Viehweide/Tierhaltung in Kombination mit Bäumen.

Des Weiteren gibt es zahlreiche kombinierte Landnutzungsformen, die ebenfalls eine landwirtschaftliche Nutzung mit Gehölzen kombinieren. Beispielsweise fallen darunter multifunktionale Baumgruppen, Bienenzucht mit Bäumen, Aquakulturen mit Bäumen, Windschutzstreifen oder Gewässerschutzstreifen.



Bild 4: Silvopastorales AFS mit Kirschen zur Wertholzproduktion und Weihrauchsbäumen als Unterkultur. Die Fläche wird in regelmäßigen Abständen beweidet. Foto: H. Sharaf

Die unterschiedlich angeordneten Gehölze in AFS haben landschaftkulturelle Wirkungen und sie steigern den Naturschutzwert der Landschaft i. w. S. (Landschaftsbild, Habitatangebot). Sie besitzen einen ökonomischen Wert für den Landbewirtschafter, wenn die eingesetzten Bäume als Wertholzbäume erzogen werden. In Abhängigkeit von der Baumart und den Standortbedingungen können sie nach einer Wuchszeit von 50–70 Jahren in der Möbel- und Furnierindustrie oder auch in anderen Bereichen verwertet werden. Eine Auswahl an verschiedenen Designmöglichkeiten für AFS sind in Abb. 1 dargestellt.

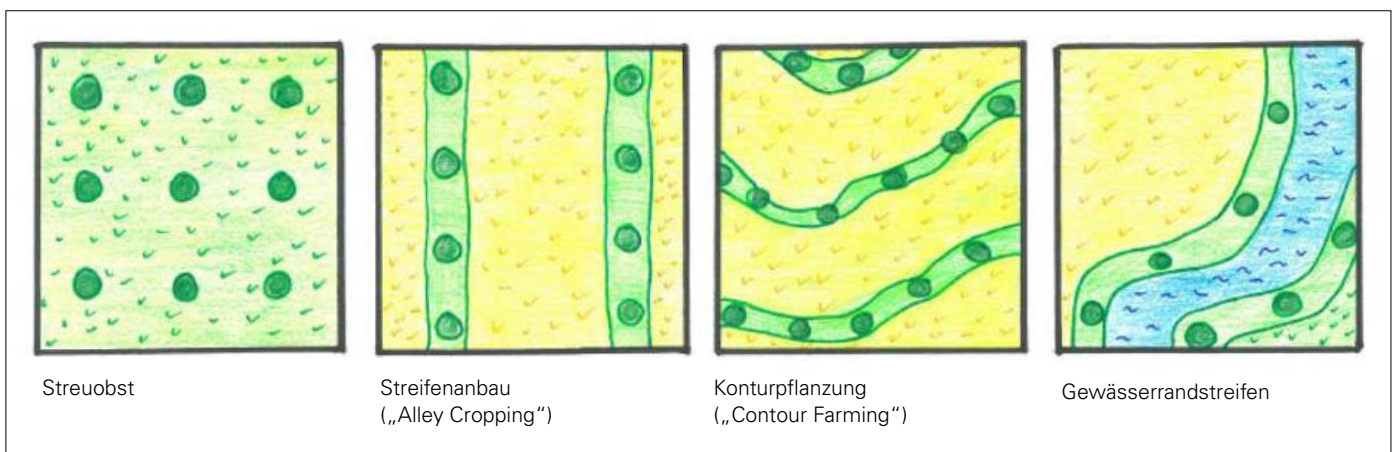


Abb. 1: Eine Auswahl verschiedener Designmöglichkeiten für Agroforst-Systeme mit ackerbaulicher Nutzung der landwirtschaftlichen Komponente Grafik: V. Schulz

Dieser Leitfaden bietet eine Hilfestellung für die Anlage und Bewirtschaftung von AFS mit Werthölzern und beleuchtet ökologische, ökonomische, landschaftsgestalterische und rechtliche Aspekte dieser Systeme.

Einfluss von AFS auf die Umwelt

Wie bereits erwähnt, besitzen AFS landschaftkulturelle, ökologische, ökonomische und landschaftsgestalterische Vorteile. Einige davon sollen näher erläutert werden.

Erosion

Baumstreifen, die quer zur Hangneigung und entlang der Hangkontur (Konturpflanzung, „contour farming“) angelegt werden, haben wassererosionsmindernde Eigenschaften. Versuche von Seidl (2014) zeigten, dass durch Baumstreifen der Oberflächenabfluss um bis zu ca. 70 % im Vergleich zu einer Fläche ohne AFS verringert werden konnte. Strukturelemente wie Baumreihen halten das abfließende Wasser auf und reduzieren dessen Bewegungsenergie, wodurch sich der mitgeführte Boden leichter ablagern kann. Durch die verringerte Fließgeschwindigkeit kann zudem mehr Wasser im Boden versickern (Smith et al., 1990). Die Nährstoffausträge konnten in Versuchen auf diese Weise um fast 90 % reduziert werden. Wenn die Streifen quer zur Hauptwindrichtung gepflanzt werden, reduzieren sie außerdem besonders effektiv die Winderosion (Kort et al., 1998).

Konkurrenzsituation

Die Baumwurzeln sollten keine Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser für die landwirtschaftliche Kultur darstellen. Durch regelmäßig stattfindende Bodenbearbeitung (Pflügen bis dicht an den Stamm), die bereits in jungen Jahren stattfinden sollte, orientieren sich die Baumwur-



Bild 5: Hangparallel angelegte Wertholzstreifen, Kraichgau
Foto: H. Sharaf

zeln in die Tiefe (Ong et al., 1991). In späteren Jahren wird durch die Bodenbearbeitung nur noch der Feinwurzelanteil im Oberboden reduziert. Ihren Wasser- und Nährstoffbedarf decken die (Grob-)Wurzeln aus tieferen Bodenschichten, die für die landwirtschaftliche Kultur nicht zu erreichen sind. Durch den Schattenwurf und die Konkurrenz um Licht kann es zu Ertragsseinbußen kommen, die je nach angebaute landwirtschaftlicher Kultur, Standweite der Bäume und deren Alter unterschiedlich stark ausfallen können. Umgekehrt kann der Schattenwurf auch das Austrocknen des Oberbodens verringern und so das Wachstum der Bodenvegetation fördern. Von den Bäumen herabfallendes Laub fördert den Nährstoffkreislauf.



Bild 6: Ertragsdepression bei Mais durch die Konkurrenzsituation mit einem ungeästeten Streifen Walnussbäume im Feld, Ettlingen
Foto: A. Möndel

Kohlenstoffspeicherung

Die Bäume sind in der Lage, der Atmosphäre über die gesamte Dauer ihrer Standzeit Kohlenstoff zu entziehen und zu speichern. Dadurch haben sie einen positiven Effekt für den Klimaschutz und leisten damit einen kleinen Beitrag zur Verbesserung der Umweltbilanz eines Betriebes.

Bestandesklima

Durch die Bäume und insbesondere den Schattenwurf verändert sich das Klima im Pflanzenbestand. Dies kann sich positiv auswirken, indem die Feuchtigkeit länger im Bestand gehalten wird und extreme klimatische Bedingungen abgepuffert werden (Windschutz, Reduktion der Austrocknung des Oberbodens, Schutz vor Sonnenbrand) (Bender et al., 2009).

Biodiversität

Zu den Naturschutzwirkungen von AFS zählt die Steigerung der Biodiversität bei Flora und Fauna. Für Tiere werden zusätzliche Habitatstrukturen geschaffen (S. 18). Barrios et al. (2018) bezeichnen die Bäume in AFS als „Hotspots der biologischen Aktivität“. Durch die Einsaat von Blühmischungen in den Baumstreifen können zusätzliche Nahrungsquellen und Rückzugsräume für kleine Wirbeltiere und Arthropoden geschaffen werden. In den Baumstreifen kommt es zu einer Einsparung an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln.



Bild 7: Insekten bei der Nektarsuche in einem AFS-Streifen, auf dem eine Blühmischung eingesät wurde
Foto: I. Müller

Ästhetik

Nicht zuletzt wird eine Landschaft durch AFS auch ästhetisch aufgewertet.



Bild 8: Abwechslungsreiche Landschaft mit AFSen
Foto: H. Sharaf

HÄUFIGE FRAGEN ÜBER AFS

Wenn Praktiker erwägen, ein AFS zu etablieren, bestehen in der Regel einige Fragen, besonders hinsichtlich der Auswirkungen der Bäume auf die landwirtschaftliche Kultur. Im Folgenden werden Antworten auf solche praxisrelevante Fragen gegeben.

„Muss man durch das Integrieren der Baumstreifen mit finanziellen Einbußen rechnen?“

Pflanzt man eine Baumreihe auf eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, geht die Fläche des Baumstreifens der Ackerfläche verloren, was in der Tat zu finanziellen Einbußen führt. Durch die Erziehung und den Verkauf von Wertholzbäumen können diese jedoch kompensiert werden. Überdies müssen die Bäume nicht auf das Feld selbst gepflanzt werden. Auch am Feldrand können sie ihre positive ökologische und ästhetische Wirkung entfalten und ein Zusatzeinkommen für den Landwirt generieren.

„Kann es durch den Schattenwurf der Bäume zu Ertragseinbußen bei der landwirtschaftlichen Kultur kommen?“

Ja, aber in den ersten 20–30 Jahren des Baumwachstums ist dieser Einfluss vernachlässigbar gering. Da der Stamm von Wertholzbäumen auch mehrere Meter hoch aufgeästet werden muss (S. 19), werfen diese Bäume wesentlich weniger Schatten als andere Bäume in der Landschaft, die üblicherweise nicht geästet sind und tief ansetzende Kronen besitzen. Danach kann durch eine angepasste Fruchtfolgegestaltung und die Auswahl schattentoleranter Pflanzen diesem Effekt entgegengesteuert werden. Zudem können die Bäume weit entfernt voneinander gesetzt werden, so

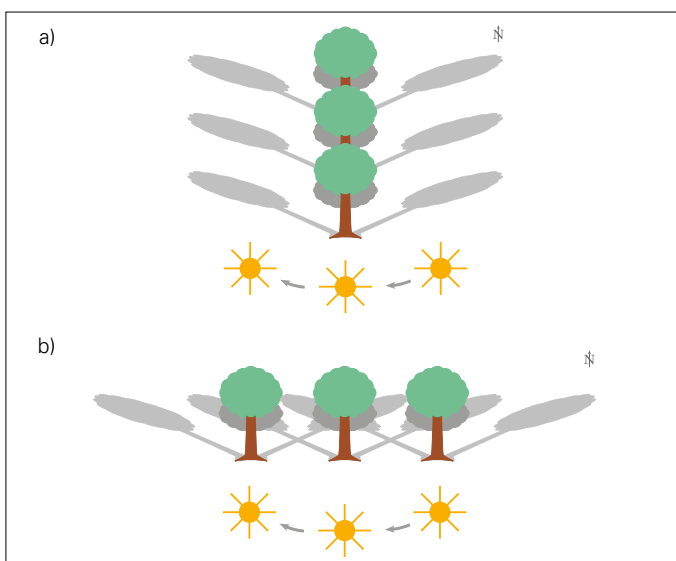


Abb. 2: Wirkung der Ausrichtung der Baumreihe auf die Beschattung (Schematische Darstellung) Grafik: J. Jenrich/LTZ

dass der Schattenwurf auch bei größeren Bäumen insgesamt gering bleibt. Kann man die Baumstreifen in Nord-Süd-Richtung pflanzen (Abb. 2 a), fällt der Hauptschatten um die Mittagszeit in den Baumstreifen selbst, was den Schattenwurf auf die Ackerkultur reduziert.

Auch variiert die durch Beschattung hervorgerufene Ertragsminderung bei verschiedenen Ackerkulturen. In einem am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) durchgeführten Versuch mit Schattierungsnetzen (12 %, 26 % und 50 % Lichtreduktion) reagierte Silomais als C4-Pflanze auf steigende Beschattungsintensitäten mit einer zunehmenden Ertragsreduktion. Unter dem Netz mit 50 %-iger Lichtreduktion erbrachte er nur 55 % des Ertrags auf der unbeschatteten Kontrollfläche (Schulz et al., 2018). Das Wachstum der Kartoffeln war stark von der jährlichen Witterung abhängig (Schulz et al., 2019). Wintergerste zur Ganzpflanzennutzung reagierte erst bei einer Beschattung von 50 % mit einer signifikanten Trockenmassereduktion von 35 %. Bei Winterweizen nahm bei diesem Schattierungsgrad zwar der Ertrag ab, jedoch stieg der Proteingehalt an (Schulz et al., 2017a, 2017b). Bei Wintergetreide hängt die Beeinflussung durch den Schatten auch stark von der Nutzungsform und damit von der Beschattungsdauer während der Vegetationszeit ab. Wintergerste zur Ganzpflanzennutzung wird durch den früheren Aussaat- und Erntetermin nicht so lange einer reduzierten Lichteinstrahlung ausgesetzt wie z. B. Winterweizen zur Kornnutzung, da die Entwicklung der Pflanzen verstärkt in der laubfreien Zeit der Bäume stattfindet.

„Beeinträchtigen die Baumstreifen mich bei der Bewirtschaftung der Ackerkulturen, und habe ich mit einem Mehraufwand an Arbeit zu rechnen?“

Wenn der Abstand der Baumstreifen auf die Breite der verfügbaren Maschinentchnik abgestimmt wird, findet nur eine geringe Beeinträchtigung der Feldbearbeitung statt. Dadurch, dass die Kronen der geästeten Wertholzbäume erst in ca. 5 m ansetzen, ergeben sich beim Vorbeifahren auch keine Probleme mit in das Feld hineinragenden Ästen.

Ein erhöhtes Unkrautauflkommen in von Baumstreifen durchzogenen Ackerflächen konnte bei einer gewissenhaften Baumstreifenpflege noch nicht beobachtet werden, so dass kein zusätzlicher Herbizideinsatz auf Grund der aus den Baumstreifen einwandernden Unkräuter notwendig ist.

Allerdings kann es im Bereich des Schattenwurfs von Bäumen zu einer langsameren Abreife der Ackerkultur kom-

men. Dies dürfte hauptsächlich auf der Nordseite von Baumreihen der Fall sein, die in Ost-West-Richtung verlaufen. Ob diese verzögerte Abreife einen Einfluss auf die Durchführung der Ernte hat, muss im Einzelfall geprüft werden.

„Habe ich durch die Pflegearbeiten der Bäume mit einem erhöhten Arbeitsaufwand zu rechnen?“

Ja. Allerdings ist die Ästung der Bäume nur bis zu maximal 8 m Höhe notwendig. Dies ist je nach Baumart nach 15–20 Jahren der Fall. Die Ästungsarbeiten sollten bis dahin alle 1–3 Jahre durchgeführt werden, am besten jährlich. Der Arbeitsaufwand beläuft sich anfangs auf etwa 2–5 Minuten pro Baum. Später, wenn auch Teleskopscheren und Leitern benötigt werden, sollte mit 10–15 Minuten gerechnet werden. Generell gilt: Je öfter geästet wird, umso besser ist es für die Wertholz-Erziehung, und umso weniger Mühe machen die einzelnen Ästungsmaßnahmen (S. 19).



Bild 9: Die Bearbeitung erfolgt bis dicht an den Stamm.
Foto: A. Chalmin

„Besteht durch die Baumstreifen eine Gefahr der Ausbreitung von Mäusen, anderen Schädlingen oder Krankheiten?“

Es ist durchaus möglich, dass die Baumstreifen von Mäusen als Rückzugsort genutzt werden. Bei starkem Befall empfiehlt sich ein jährlicher Umbruch der Fläche zwischen den Bäumen im Zuge der regulären Bodenbearbeitung. Dies entzieht den Nagetieren die Existenzgrundlage. Sonst reicht auch regelmäßiges Mähen, um Abhilfe zu schaffen. Um den Mäusebesatz zu verringern, ist die zusätzliche Förderung von Fressfeinden zu empfehlen – z. B. durch das Aufstellen von Ansitzstangen für Greifvögel oder die Anlage von Asthaufen mit Nistkammern für Wiesel. Zur natürlichen Mäuseabwehr kann auch eine Einsaat bzw. Pflanzung von Arten stattfinden, die eine Mäuse vertreibende Wirkung nachgesagt wird. Zu diesen zählen: Steinklee, Ruchgras, Wolfsmilchgewächse, Narzissen, Zwiebeln und Knoblauch.



Bild 10: Ansitzgelegenheiten bieten eine Möglichkeit den Wühlmausdruck zu verringern.
Foto: H. Sharaf

Besonders in feuchten Jahren können Schnecken Schäden in Raps, Getreide und Gemüsekulturen anrichten. Der Schneckendruck in Baumstreifen und deren Randbereichen ist oft hoch, da das feuchte, hohe Gras und der Schatten der Bäume ihnen Rückzugsorte bieten. Daher empfiehlt es sich, den Unterwuchs bei sehr feuchten Bedingungen kurz zu halten.

Der Schattenwurf größerer Bäume beeinflusst auch das Mikroklima im Randbereich der Ackerkulturen; dort ist es in der Regel windgeschützt und feuchter. In dem bereits genannten Beschattungsversuch mit Schattierungsnetzen konnte in einem Jahr mit besonders niederschlagsreichen Frühlingsmonaten bei Kartoffeln ein verstärktes Auftreten der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) beobachtet werden – ein Befund, der auch aus der Praxis bekannt ist. Bei Getreide kann es in feuchten Monaten im unmittelbaren Umfeld von Baumstreifen zu Infektionen mit Fusarium-Arten kommen. Allerdings konnte in diesem Zusammenhang bisher noch nicht beobachtet werden, dass Grenzwerte für Mykotoxine überschritten worden sind.

Jedoch: Die Baumstreifen können ebenso Rückzugsräume für Nützlinge und für Gegenspieler von Schaderregern bieten. Beispielsweise werden durch die Bäume Ansitzgelegenheiten für Greifvögel geschaffen, die einer Wühlmausproblematik oder Vogelfraß in Sonnenblumen-Kulturen

entgegenwirken können. Blühmischungen bieten zahlreichen Arthropoden sowohl ein Habitat, als auch eine Nahrungsgrundlage. In der Schweiz wurden mehr als doppelt so viele Laufkäfer in Blühstreifen als in landwirtschaftlich genutzten Flächen gefunden (Lys and Nentwig, 1992). Versuche mit Blühstreifen in Südwestdeutschland wiesen 58 Wildbienenpezies nach, die die Streifen als Nistmöglichkeit und Futterquelle nutzten (Engels et al., 1994).



Bild 11: Sonnenblumen in der ausgesäten Blühmischung: eine ideale Nahrung für Vögel
Foto: M. Nahm

„Kann es zu einer Ausbreitung von unerwünschten Gräsern und Kräutern aus den begrünten Streifen ins Feld kommen?“

Wie erwähnt, konnte bei einer gewissenhaften Baumstreifenpflege ein erhöhtes Unkrautaufkommen in von Baumstreifen durchzogenen Ackerflächen noch nicht beobachtet werden. Eine jährliche Bodenbearbeitung oder die Verwendung von Einsaaten können unerwünschte Wildkräuter erfolgreich zurückdrängen. Bei problematischen Unkräutern hilft ein Schröpfschnitt vor deren Blüte. Damit werden die wüchsigen Unkräuter und Gräser noch vor der Samenreife erfasst und geschwächt. Zusätzlich können die Wertholzbäume mit einer dicken Schicht Rindenmulch oder Hackschnitzeln umlegt werden, um das Aufkommen von Beikräutern zu hemmen. Stumpflättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) sollte möglichst mitsamt der Wurzel noch vor der Blüte entfernt werden. Er produziert viele Samen und verdrängt mit seinem kräftigen Wuchs andere Pflanzenarten. Falls sich Brombeeren ansiedeln, sollten diese samt Wurzeln entfernt werden.

„Kommt es zu einer Konkurrenzsituation um Wasser und Nährstoffe zwischen den Bäumen und der landwirtschaftlichen Kultur?“

Diese Frage ist seit einigen Jahren Gegenstand verschiedener Untersuchungen, aber eine eindeutige Antwort kann bislang noch nicht gegeben werden. Wenn es eine

solche Konkurrenz gibt, fällt sie vermutlich relativ gering aus. Denn dadurch, dass bei der Bewirtschaftung des Feldes dicht an die Wurzeln der Bäume herangepflügt wird, werden diese zu einem tieferen Wurzelansatz erzogen. Man vermutet daher, dass die Baumwurzeln hauptsächlich Wasser und Nährstoffe aus tieferen Schichten aufnehmen, die für die landwirtschaftliche Kultur nicht erreichbar sind. Damit würde also keine Konkurrenz entstehen, sondern im Gegenteil sogar ein positiver Effekt für die Ackerkulturen.

„Ist durch den Laubfall im Herbst mit negativen Einflüssen auf die landwirtschaftlichen Kulturen zu rechnen?“

Nein. Eventuell kann auf den Feldern liegendes Laub auflaufende Pflanzen der Winterung überdecken. Nach Möglichkeit sät man daher im Herbst erst dann, wenn das meiste Laub schon am Boden liegt und nur noch vereinzelt Laub von den Bäumen herabfällt.

„Muss ich mich auf grundsätzlich neue und ungewohnte Bewirtschaftungsmethoden einstellen, wenn ich AFS in meinem Betrieb etablieren möchte?“

Betrachtet man die hier vorgestellten Fragen zusammenfassend, so kann diese Frage verneint werden. Wenn die bereits gegebenen Antworten und auch die nun folgenden Hinweise für die Praxis berücksichtigt werden, so zeigt sich, dass die Pflege der Baumstreifen von jedem/jeder rasch erlernt und umgesetzt werden kann. Auch empfiehlt es sich, zunächst nur wenige Bäume zu pflanzen, um zu testen, ob eine angemessene Pflege tatsächlich gewährleistet wird. Wer begeistert Dutzende oder gar Hunderte von Bäumen pflanzt und später feststellt, dass letztlich doch die Zeit für eine sorgsame Pflege und vor allem die Ästung fehlt, wird sich selbst keinen Gefallen tun.

II Die Bewirtschaftung von AFS

Vorüberlegungen zur Anlage von AFS

Um ein AFS erfolgreich anzulegen, bedarf es einer langfristig ausgerichteten Planung. Hierbei ist von Beginn an darauf zu achten, dass produktionsorientierte AFS nicht auf Grenzertragsstandorten angelegt werden sollten, da auf diesen kein gutes Baumwachstum zu erwarten ist. Ebenfalls sollten naturschutzfachlich wertvolle Standorte gemieden werden, besonders wenn durch das Aufwachsen der Bäume seltene Offenland-Arten beeinträchtigt werden könnten.

Bei der Auswahl geeigneter Flächen sollten weiterhin die jeweiligen Standorteigenschaften berücksichtigt werden, denn diese beeinflussen die Wahl der zu pflanzenden Bäume. Zu den wertvollsten Bäumen, die in der Furnier-Industrie Verwendung finden, zählen Laubbäume. Die gebräuchlichsten Arten sind:

- Wildkirsche und andere Steinobst-Arten (*Prunus* spp.),
- Nussbaum (*Juglans* spp.),
- Ahorn (*Acer* spp.),
- Erle (*Alnus* spp.),
- Speierling und Elsbeere (*Sorbus* spp.),
- Birnbaum (*Pyrus* spp.).

Vom Einsatz der Esche (*Fraxinus* spp.) muss aufgrund des mittlerweile weitverbreiteten Eschentriebsterbens abgesehen werden!

Grundsätzlich ist es empfehlenswert, eine Mischung von Baumarten anzupflanzen, da eine solche Mischpflanzung weniger anfällig gegenüber unvorhergesehenen Entwicklungen wie Krankheits-/Schädlingsbefall und Wetter-Extremen ist. Darüber hinaus garantiert sie stabilere Erlöse bei schwankenden Marktpreisen.

Insbesondere bei der Wahl von Obstbäumen muss jedoch auf eine gerade Wuchsform des Stammes geachtet werden. Einige Sorten von Äpfeln oder Birnen neigen beispielsweise zu so genanntem Drehwuchs, bei dem der Stamm mit fortschreitendem Wachstum eine spiralförmige Wuchsform annimmt, was die Weiterverarbeitung des Holzes erschwert und somit auch den Wert mindert (Bild 12).

Tabelle 1 enthält eine Übersicht über die Ansprüche von zur Wertholzproduktion geeigneten Baumarten und -sorten hinsichtlich des Wärmehaushalts und der Wasserversorgung. Die dort genannten Obstbaum-Sorten weisen gemäß dem gegenwärtigen Kenntnisstand nur eine geringe



Bild 12: Ausgeprägter Drehwuchs eines Stammes Foto: M. Nahm

Neigung zum Drehwuchs auf (für weitere Informationen zur Eignung verschiedener Obstbaum-Sorten zur Wertholzproduktion siehe auch Jäger (2017)).



Abb. 3: Ansprüche von zur Wertholzproduktion geeigneten Baumarten und -sorten hinsichtlich Wärmehaushalt und Wasserversorgung im Obstbaumklima Grafik: J. Schuler

Hat man die richtige(n) Baumart(en) ausgewählt, so sind diese nach einem gut durchdachten Pflanzschema anzupflanzen (Abb. 4).

TABELLE 1 : EINE AUSWAHL VON BAUMARTEN, DIE ZUR ANLAGE VON AGROFORST-SYSTEMEN GEEIGNET SIND.

Name	Klimaanspruch	Frostgefährdung	Bodenfeuchte	Stauwasser	Nährstoffversorgung	Besonderheiten
Feldahorn (<i>Acer campestre</i>)	erträgt geringe Temperaturen	mäßig	sehr frisch	tolerant gegenüber Staunässe	gute Nährstoffversorgung empfehlenswert. Vorzugsweise basische Standorte	Baumhöhe max. 20–27 m. Deshalb geringe Ästungshöhe (6 m).
Spitzahorn (<i>Acer platanoides</i>)	je nach Herkunft unterschiedlich	mäßig	mäßig frisch	keine Staunässe	mittlere Nährstoffversorgung	Verträgt Sommertrockenheit besser als Bergahorn
Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	erträgt geringere Temperaturen	gering	sehr frisch	keine Staunässe	mittlere bis gute Nährstoffversorgung	
Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>)	sommerwarm	gering	frisch bis feucht	tolerant gegenüber Staunässe	gedehlt auch auf sauren Standorten	Durch Symbiose mit stickstofffixierenden Bakterien hoher N-Gehalt der Laubstreu. Wechsellückene Böden, wie z. B. viele Sande ungeeignet
Sandbirke (<i>Betula pendula</i>)	sehr klimatolerant	gering	anspruchlos	tolerant gegenüber Staunässe	gedehlt auch auf sauren Standorten	Hohe Verdunstungsraten bei ausreichender Wasserversorgung. Dadurch ergeben sich im Sommer trockenere Bedingungen auf feuchten Standorten
Moorbirke (<i>Betula pubescens</i>)	sehr klimatolerant	gering	anspruchlos	tolerant gegenüber Staunässe	gedehlt auch auf sauren Standorten	Sehr hohe Verdunstungsrate. Kann feuchte Stellen trockenlegen
Eskkastanie (<i>Castanea sativa</i>)	wintermildes, sommerwarmes Klima	hoch	mäßig bis frisch	keine Staunässe	gedehlt auch auf sauren Standorten. Freier Kalk kann zu Schäden führen	Überdauert auch Trockenperioden, jedoch Niederschläge > 600 mm pro Jahr empfehlenswert
Schwarznuß (<i>Juglans nigra</i>)	erträgt Winterkälte, empfindlich gegenüber Früh- oder Spätfrösten	gering	sehr frisch	verträgt kurzfristige Überschwemmungen	gute Nährstoffversorgung	Wird bis zu 45 m hoch, astfreie Schaftlänge von bis zu 10 m möglich
Walnuß (<i>Juglans regia</i>)	wintermildes, sommerwarmes Klima	hoch	mäßig trocken	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	
Hybridnuß (<i>Juglans</i> spp.)	wie Walnuß	geringer als Schwarznuß	wie Walnuß	wie Walnuß	wie Walnuß	Verschiedene Kreuzungen innerhalb der Gattung <i>Juglans</i> . Bessere Wachstumsleistungen als die Stammformen
Wildapfel (<i>Malus sylvestris</i>)	sommerwarm		mäßig bis frisch	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	Wächst nicht sehr hoch. Deshalb geringe Ästungshöhe empfehlenswert
Wildkirsche (<i>Prunus avium</i>)	wintermildes, sommerwarmes Klima	mäßig	mäßig bis frisch	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	Manche Herkünfte kälteresistenter
Wildbirne (<i>Pyrus pyraeaster</i>)	sommerwarm		mäßig trocken bis frisch	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	Wächst nicht sehr hoch. Deshalb geringe Ästungshöhe empfehlenswert
Speierling (<i>Sorbus domestica</i>)	wintermildes, sommerwarmes Klima	gering	mäßig bis frisch	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	Wächst nicht sehr hoch. Deshalb geringe Ästungshöhe empfehlenswert
Eisbeere (<i>Sorbus torminalis</i>)	wintermildes, sommerwarmes Klima	gering	mäßig trocken bis frisch	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	Wächst nicht sehr hoch. Deshalb geringe Ästungshöhe empfehlenswert
Winterlinde (<i>Tilia cordata</i>)	erträgt geringe Temperaturen	gering	frisch	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	stark beschattend
Sommerlinde (<i>Tilia platphyllos</i>)	ähnlich Winterlinde	mäßig	frisch	keine Staunässe	gute Nährstoffversorgung	stark beschattend

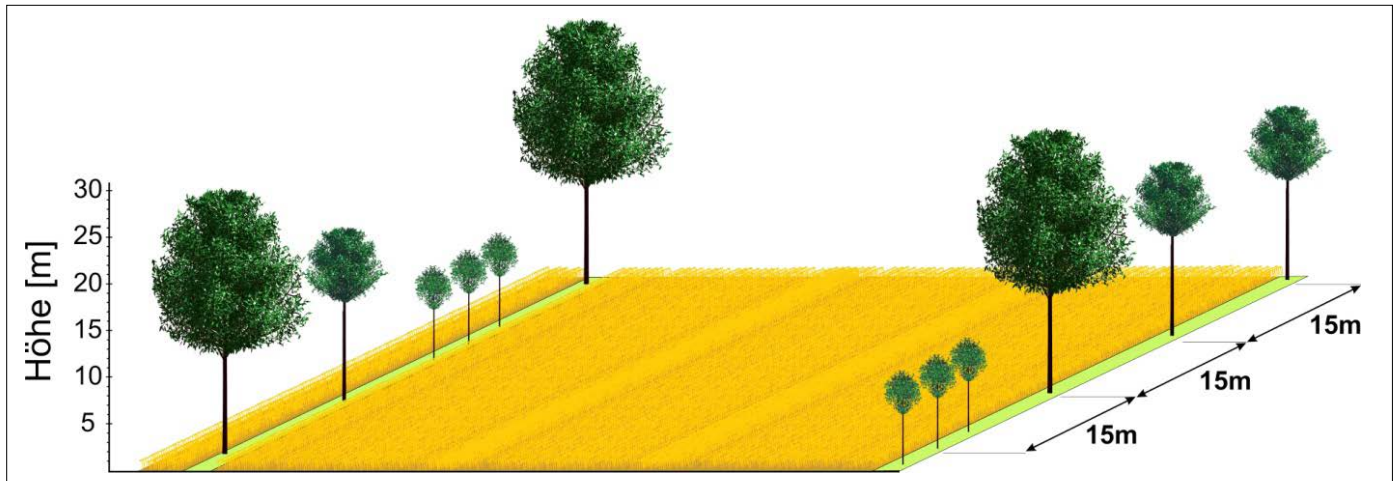


Abb. 4: Beispiel eines AFS mit Wertholzbäumen, die in unterschiedlichen Jahren in Reihen gepflanzt worden sind. Zunächst werden Kleingruppen von drei Setzlingen gepflanzt. Nach 10–20 Jahren, bzw. sobald ihre Kronen ineinander wachsen, wird der am besten gewachsene Baum ausgewählt und die anderen beiden entfernt. Grafik: C. Morhart

Da bei Laubbäumen eine enge Beziehung zwischen ihren Stammdurchmessern und ihren Kronendurchmessern besteht, können Sie den Abstand, den die Bäume im erntereifen Alter besitzen sollten, berechnen. Hierfür muss der gewünschte Durchmesser eines Baumstammes (der Zieldurchmesser), gemessen in Brusthöhe (1,30 m), mit 25 multipliziert werden. Wenn Sie z. B. die Produktion von Bäumen mit einem Zieldurchmesser von 60 cm anstreben, lautet die Formel:

Beispiel: $60 \text{ cm} \times 25 = 1500 \text{ cm}$ (entspricht 15 m)

In diesem Beispiel beträgt also der Mindestabstand der Bäume zu ihren Nachbarn in allen Richtungen 15 m. Daraus resultiert bei einem Schlag der Seitenlänge 100 m eine maximale Dichte von 36 Bäumen pro Hektar. Die genaue Anzahl der Bäume kann je nach der Form des Schrages et-

TABELLE 2: ZIELDURCHMESSER VON ZUR WERTHOLZ-PRODUKTION ANGEBAUTEN BÄUMEN, SOWIE DIE DABEI MINIMALEN ABSTÄNDE ZWISCHEN DEN BÄUMEN UND DIE DARAUS RESULTIERENDE MAXIMALE BAUMANZAHL PRO HEKTAR (ANGEGEBEN FÜR EINE FLÄCHE DER SEITENLÄNGE 100 M).

Zieldurchmesser in Brusthöhe [cm]	Mindestabstand der erntereifen Bäume [m]	Anzahl der Bäume je Hektar
60	15,0 (inkl. Pufferstreifen von 12,5 m zu allen Seiten)	36
50	12,5 (inkl. Pufferstreifen von 12,5 m zu allen Seiten)	49
40	12,5 (inkl. Pufferstreifen von 12,5 m zu allen Seiten)	81

was variieren; auch sind in der Nähe der Feldränder vorgegebene Abstände des jeweils geltenden Nachbarrechts zu berücksichtigen (S. 34). In Tabelle 2 sind die minimalen Abstände von Bäumen für verschiedene Zieldurchmesser dargestellt. Wird Wildobst wie Birne, Pflaume oder auch Elsbeere in AFS integriert, sollten Zieldurchmesser von 45–50 cm angepeilt werden, da sie im Vergleich zu Kirsch- oder Nussbäumen geringere Wachstumsraten besitzen.

Werden die in Tabelle 2 genannten Mindestabstände für Bäume gewählt, berühren sich die Kronen der Bäume gegen Ende ihrer Standzeit fast. Soll in späteren Jahren immer noch genügend Licht für lichtbedürftige Ackerkulturen auf den Boden gelangen, sollte deshalb die Anzahl der Bäume oder Baumreihen entsprechend reduziert werden. Natürlich können die Bäume auch nur an den Rändern von Feldern, z. B. auf Böschungen, gepflanzt werden (Bild 13).



Bild 13: Dreiergruppen von Nussbaum-Setzlingen jeweils im 15 m Abstand an einer Böschung zwischen zwei Feldern. Aus diesen Dreiergruppen werden jeweils zwei Bäume im Laufe der Zeit entfernt. Nur der schönste und wüchsigste wird zum Wertholzbaum erzogen. Foto: M. Nahm

Die Bäume sollten bei einer registrierten Baumschule gekauft werden. Dort können hochwertige, ein- oder mehrjährige Pflanzen bester Qualität mit guten Wachstumseigenschaften und der passenden Herkunft erworben werden, die gut an die standörtlichen Gegebenheiten angepasst sind. Wenn möglich, sollten die jungen Bäume bereits über 1,5 m hoch sein, um dem schärfsten Konkurrenzdruck durch die Begleitvegetation bereits entwachsen zu sein und um Wildverbiss zu reduzieren. Es ist darauf zu achten, dass die Setzlinge bereits einen geraden Schaft haben. Ist dieser bereits krumm, kann kein Wertholz mehr daraus werden.

Bereits bei der Anlage eines AFS sollte der Abstand zwischen den Baumreihen auf die vorhandene Betriebstechnik (Arbeitsbreite Sämaschine, Feldspritze, Düngerstreuer, Erntemaschinen) angepasst werden, um die Maschinenbreite optimal ausnutzen zu können und die Arbeitszeit zu minimieren.

Zudem sollte die Bodenbearbeitung bis dicht an den Baumstreifen erfolgen. Hierdurch werden die Wurzeln der Bäume dazu erzogen, sich in tiefere Bodenschichten zu orientieren, wodurch eine Konkurrenz in der Wurzelzone der landwirtschaftlichen Kulturen vermindert wird. Es sollte jedoch immer darauf geachtet werden, mit den Maschinen nicht näher als 0,5 m an die Bäume heranzufahren, um Beschädigungen an den Stämmen zu vermeiden.

Bei offenen Fragen: Rat einholen!

Es ist immer nützlich, AFS nicht im Alleingang anzulegen, sondern sich rechtzeitig um Informationen und Unterstützung zu kümmern. Dies beginnt bereits bei der Abklärung der jeweiligen rechtlichen Situation, zu der am besten die zuständige Landwirtschaftsbehörde und auch die Naturschutzbehörde befragt werden sollte. Auch sollte im Vorfeld geklärt werden, ob er Baum nach 50–70 Jahren gefällt werden darf und keinen Schutzstatus erhält. Auch gilt es, bei Pachtsituationen im Vorfeld den Empfänger des Holz Erlöses schriftlich festzulegen. Weitere Hinweise zu möglicherweise relevanten Gesetzen, Verordnungen und Ansprechpartnern sind in Kapitel „Weiterführende Literatur“ aufgeführt.

Die Praxis: Anlage von AFS

DIE PFLANZUNG DER BÄUME

Die beste Pflanzzeit für Bäume ist im Herbst (Oktober–November) oder Frühling (Februar–März). Achten Sie aber auch darauf, dass zu der Zeit, in der Sie die Bäume

pflanzen möchten, der Boden gut durchfeuchtet ist, oder dass eine Regenperiode sicher vorhergesagt ist. Auch während der Pflanztätigkeiten ist unbedingt darauf zu achten, dass nackte Wurzeln immer feucht gehalten werden! Die Hauptwurzel sollte nicht gekappt werden.

Zunächst müssen Sie das Pflanzloch mit Spaten, Schaufel oder dem Erdbohrer ausheben. Es sollte etwas größer sein als der Wurzelballen des Setzlings. Falls der Boden sehr kompakt und lehmig ist, muss darauf geachtet werden, dass die Wände des Pflanzlochs durch das Ausheben nicht verdichtet sind, da dies die Wasserdurchlässigkeit behindert. Dem können Sie vorbeugen, indem Sie die Wände mit dem Spaten ringsherum einstechen. Weiterhin empfiehlt sich, das Pflanzloch mit Ecken zu versehen oder es gleich mit einem eckigem Grundriss auszuheben – bei der Benutzung eines Spatens geschieht dies praktisch von alleine. Ein glattes, rundes Loch kann es den Wurzeln erschweren, in das umliegende Erdreich einzudringen. Treffen die Wurzeln allerdings auf eine Ecke, gelingt der Eintritt in das Erdreich wesentlich besser. Stellen Sie den Baum in das Pflanzloch, und richten Sie möglicherweise umgeknickte Wurzeln wieder aus, so dass diese nicht zusammengedrückt sind und senkrecht nach unten hängen. Falls Sie einen Pflanzstab benutzen, hämmern Sie ihn vorsichtig in den Boden und versuchen Sie, die Wurzeln dabei nicht zu beschädigen.

Füllen Sie dann das Pflanzloch wieder auf, und treten Sie den Boden vorsichtig mit dem Schuh fest, während Sie den Baum mit einer Hand in aufrechter Position halten. Wenn möglich, gießen Sie den Baum nach der Pflanzung kräftig und binden Sie ihn an den Pflanzstab.



Bild 14: Mit Draht umhüllter Wurzelballen eines jungen Wertholzbau-
mes
Foto: M. Nahm

Falls viele Mäuse vorhanden sind, ist es empfehlenswert, den Wurzelballen bei der Pflanzung mit einem unverzinkten Hasendraht zu umhüllen, um sie in den ersten Jahren vor Fraßschäden zu schützen. Der Draht verrottet mit der Zeit, was ein abschnüren der Wurzeln verhindert (Bild 14).

ERFORDERLICHE BAUMSCHUTZMASSNAHMEN

Wenn Wildtiere wie Rehe und Hasen in der Nähe des Feldes leben, müssen die jungen Bäume vor diesen geschützt werden!

Dies gilt auch, wenn Sie ein silvopastorales AFS mit Schafen, Ziegen oder Rindern etablieren möchten. Wenn die Fläche umzäunt und frei von größeren Säugetieren ist, wird kein zusätzlicher Baumschutz benötigt. Falls Ihr Feld jedoch nicht umzäunt ist, stehen zwei verschiedene Optionen für den individuellen Baumschutz zur Verfügung:

Option 1:

Üblicherweise genügt eine Baumschutzhülle aus selbstabbaubarem Kunststoff.



Bild 15: Nussbaum mit einer Wuchshülle aus selbstabbaubarem Kunststoff
Foto: M. Nahm

Es existieren aber auch andere Typen von Schutzhüllen, und alle sind in verschiedenen Größen und Längen erhältlich.



Bild 16: Hybridnuss mit Baumschutzgitter

Foto: A. Chalmin

Option 2:

Wenn auf der Fläche Viehhaltung betrieben wird, ist eine robustere Schutzvorrichtung nötig. Dies gilt ganz besonders für die Beweidung mit Ziegen oder Kühen. Die Schutzvorrichtung für Kühe kann aus drei oder vier Holzpfehlen bestehen, die mit Querbalken verbunden sind. Sie muss stabil genug sein, um dem Gewicht einer Kuh mit Juckreiz standhalten zu können (Bild 18)! Bei Ziegenhaltung empfiehlt sich eher ein Zaun, da diese Tiere Holzgerüste beklettern können, um an Laub und Triebe zu gelangen. Wenn sich auch Hasen oder Kaninchen auf dem Feld aufhalten, sollte ein üblicher Schutz aus Metall oder Kunststoff um den unteren Stammbereich oder um das Holzgerüst gelegt und ein Stück weit im Boden versenkt werden.

Zudem ist es möglich, dass sich tierische Schaderreger verstärkt in die Baumstreifen zurückziehen. Damit eventuelle Wühlmausvorkommen eingedämmt werden können, sollten wie bereits erwähnt Ansitzmöglichkeiten für Greifvögel geschaffen werden (Bild 10). Diese Sitzstangen sorgen zudem dafür, dass die Greifvögel nicht die jungen Triebspitzen der Bäume abbrechen.

Überprüfen Sie daher diese Schutzvorrichtungen mehrmals im Jahr, denn unzureichend geschützte Bäume können in kurzer Zeit schweren Schaden durch die Tiere nehmen. Auch muss darauf geachtet werden, dass die Schutzmaßnahmen sachgerecht angebracht bzw. intakt sind und nicht dazu führen, dass die jungen Bäume geschädigt werden (Bild 17).



Bild 17: Die Rinde hat sich durch zu lockere Anbindung am Baum-schutzgitter aufgescheuert; der Baum ist stark geschädigt. Besonders in windexponierten Lagen ist eine sorgfältige Stabilisierung des Stammes wichtig.
Foto: V. Schulz

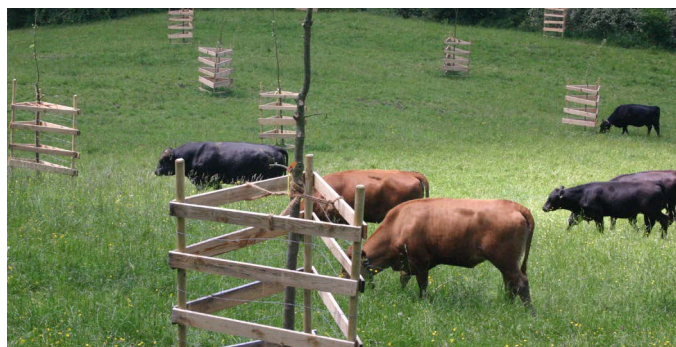


Bild 18: Stabiler Baumschutz auf Kuhweide, bestehend aus drei Pfosten mit Querbalken, welche auch dem Juckreiz von Kühen standhalten
Foto: H. Spiecker

Die Praxis aus naturschutzfachlicher Sicht

EMPFEHLUNGEN ZUR ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG VON AFS

Agroforst-Systeme haben das Potenzial, landwirtschaftlich genutzte Flächen naturschutzfachlich aufzuwerten. Das Ausmaß der positiven Effekte ist jedoch eng mit Lage und Gestaltung verknüpft. Der Ausgangszustand der Landschaft und die Art des AFS entscheiden über die letztendliche Wertigkeit. Neben der Wahl der Baumarten und des Pflanzabstands sind die Gestaltung der Baumstreifen und deren Pflege maßgebliche Stellschrauben. Sie können an die Ziele sowie Möglichkeiten des jeweiligen Landwirts

angepasst werden. Die Maßnahmen sollten nach Möglichkeit die Bewirtschaftung der angrenzenden Kultur nicht beeinträchtigen. Im Folgenden werden Möglichkeiten zur ökologischen Aufwertung von AFS vorgestellt.

ANLAGE UND BEWIRTSCHAFTUNG DER BAUMSTREIFEN

Standortwahl

Bei der Flächenwahl sollten naturschutzfachlich wertvolle Flächen gemieden und ausgeräumte Landschaften bevorzugt werden. In intensiv genutzten Landschaften sorgen AFS für mehr Biotopvielfalt. Die zusätzlichen Strukturen bieten neue Habitate für schützenswerte Arten. Zu be-



Bild 19: Simulation eines silvoarablen AFS. Oben Ausgangszustand, mittig AFS in einem frühen Stadium, unten AFS in einem späten Stadium.
Foto und Bildbearbeitung: U. Kretschmer

achten ist dabei der eingeschränkte Aktionsradius mancher Arten. Um eine Ansiedlung zu ermöglichen, ist die Erreichbarkeit von anderen Gehölzstrukturen und deren Begleitvegetation zu berücksichtigen.

Ausrichtung der Baumstreifen

Unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten ist eine Ausrichtung von Ost nach West anzustreben. Auf diese Weise fällt vergleichsweise wenig Schatten auf die Baumstreifen selbst. Die Besonnung auf der Südseite der Bäume ist u.a. förderlich für viele Insektenarten. Aus ökonomischer Perspektive sollten Baumstreifen allerdings eher einer Nord-Süd-Ausrichtung folgen, damit möglichst viel Schatten direkt in den Baumstreifen fällt und nicht auf den Acker, was das Wachstum der landwirtschaftlichen Kulturen beeinträchtigen könnte. Auf Flächen in Hanglage sollten die Baumstreifen hangparallel angelegt werden. Zum einen, um der Erosion vorzubeugen und zum anderen, damit sich die Baumreihen harmonisch in die Umgebung einpassen und somit die Ästhetik des Landschaftsbildes aufwerten.

Baumartenwahl

Bäume besitzen insbesondere für Insekten und Vögel eine Habitatfunktion und bieten Nahrungsquellen an. Viele phytophage Insektenarten sind auch auf bestimmte Baum-



Bild 21: Das abgebildete AFS wurde als Aufforstung im Weitverband angelegt. Es grenzt an ein Waldstück und bietet ein Übergangshabitat zwischen Wald und Offenland.
Foto: H. Sharaf

arten spezialisiert. So beherbergen Ahorn, Birke und Ulme deutlich höhere Artenzahlen als beispielsweise die Walnuss. Es sollte eine Kombination verschiedener Arten angestrebt werden, um ein möglichst reichhaltiges Angebot an Habitaten zu erhalten. Zudem bietet sich die Möglichkeit selten gewordene heimische Arten, wie Elsbeere und Speierling, einzubringen.

Dichte des Baumbestandes

Der Pflanzabstand kann nach zu fördernden Zielarten und deren Bedürfnissen ausgerichtet werden. Während bei Arten, die auf Gehölze angewiesen sind, geringe Baumabstände ausreichen, benötigen Offenlandarten größere Abstände.



Bild 20: Simulation eines silvopastoralen AFS. Oben Ausgangszustand, mittig AFS in einem frühen Stadium, unten AFS in einem späten Stadium.
Foto und Bildbearbeitung: U. Kretschmer

Produktionszeit/Biotopbäume

Wertholzbäume stellen aufgrund des regelmäßigen Pflegebedarfs und der vergleichsweise kurzen Standzeit von 50–70 Jahren aus Naturschutzsicht weniger interessante Elemente dar. Es fehlt an stattlichen Kronen, an Totholz, rauer Borke und Höhlen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, Bäume, welche die geforderten Qualitätsziele nicht erreichen, auf der Fläche zu belassen, so dass im Verlauf des natürlichen Alterungsprozesses Höhlen, Totholz usw. entstehen können.

Ernteprozess

Für die Belange des Naturschutzes ist es wichtig, dass die Bäume als Strukturelemente dauerhaft für die Tier- und Pflanzenwelt zur Verfügung stehen. Die gleichzeitige Ernte aller Bäume einer Fläche wäre dementsprechend nicht zielführend. Vielmehr bietet sich eine zeitlich versetzte Ernte mit Neuanpflanzung an. So erhält man langfristig einen Bestand mit variabler Altersstruktur, Konstanz im Landschaftsbild sowie ein dauerhaftes und regelmäßiges Einkommen aus dem Holzverkauf. Es ist auch empfehlenswert, die Ernte im Vorfeld mit dem Naturschutz abzuklären.

GESTALTUNG UND PFLEGE DER BAUMSTREIFEN

Streifenbreite: Je breiter der Baumstreifen angelegt wird, desto größer ist der Gestaltungsspielraum für die Verfolgung von Naturschutzzielen. Die empfohlene Mindestbreite hängt dabei vom angestrebten Biotoptyp ab: Während ein Gras- und Krautsaum schon ab 3 m als Lebensraum für Saumarten geeignet ist, so sind bei (Baum-)Hecken mindestens 5–8 m erforderlich. Zudem werden mit zunehmender Streifenbreite die negativen Randeinflüsse auf den Streifen durch angrenzende Nutzung minimiert.



Bild 22: Die Breite dieses AFS-Streifens beträgt 3 m und ist somit als Lebensraum für Saumarten geeignet. Foto: H. Sharaf

Einsaaten

Blütmischungen können mit relativ geringem Aufwand ausgebracht werden und aus Naturschutzsicht zu einer deutlichen Aufwertung von AFS beitragen. In erster Linie profitieren blütenbesuchende Insekten von ihnen, neben Schmetterlingen werden auch Honig- und Wildbienen sowie Hummeln gefördert. Das Nahrungsangebot für Insekten sollte auf der Fläche für die gesamte Vegetationsperiode sichergestellt sein. Die eingesäten Flächen dienen aber auch vielen anderen Arten als Refugium und leisten einen positiven Beitrag zu Struktureichtum und Landschaftsbild. Wichtig ist es, standortangepasstes, regionales Saatgut zu verwenden.

Pflegemaßnahmen

Zur Förderung der biologischen Vielfalt kann die extensive Nutzung der Baumstreifen mit jährlich zwei- bis dreimaliger Mahd und Abfuhr des Schnittguts generell empfohlen werden. Es hagert die Fläche schneller aus und fördert eine obergrasarme Wiesengesellschaft. Aber auch schon bei einmaliger Mahd kann die Zunahme des Kräuteranteils und eine Abnahme der Biomasse festgestellt werden. Hohe Nährstoffgehalte, etwa bedingt durch den Eintrag von Dünger, sind für viele Arten ein begrenzender Faktor. Durch den Abtrag des Schnittguts wird eine Langzeitakkumulation von Nährstoffen vermieden. Dies wirkt sich positiv auf die Artenzusammensetzung aus, da den sich schnell ausbreitenden Arten der Hauptkonkurrenzvorteil entzogen wird. Die Entfernung des Erntegutes ist in der landwirtschaftlichen Praxis jedoch schwierig umzusetzen.



Bild 23: Mehrjährige Blütmischung in einem AFS-Streifen Foto: H. Sharaf

Einzelbüsche/(Baum-)Hecken

(Baum-)Hecken und Gehölzstreifen bieten vielfältige Lebensbedingungen auf kleinem Raum. Durch die starken standörtlichen Gradienten und die Verflechtung mit dem



Bild 24: Zur Erhöhung des Strukturreichtums auf einem AFS kann eine Hecke zwischen den Bäumen angelegt werden. Foto: M. Oelke

Umland besitzen sie eine hohe Bedeutung für den Artenschutz, da sie von zahlreichen Tier- und Pflanzengruppen genutzt werden können. Neben Habitaten bieten sie Schutz, Nahrung und die Vernetzung von Biotopen. Eine abschnittsweise Gestaltung durch verschiedenen Rückschnitt fördert den Strukturreichtum auf der Fläche noch weiter.

ZUSÄTZLICHE STRUKTUREN

Nisthilfen/Insektenhotels

Nisthilfen für Vögel und Insekten können in den Baumreihen aufgestellt, sowie an den Bäumen angebracht werden.

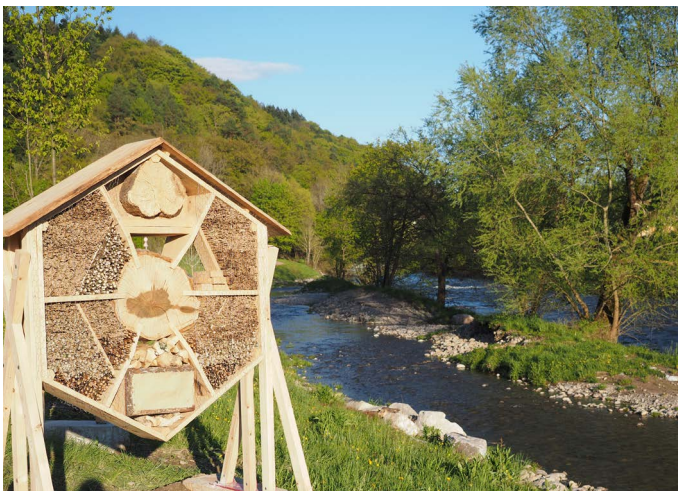


Bild 25: Zur Förderung von Insekten können Nisthilfen, wie dieses Insektenhotel aufgestellt werden. Foto: F. Fornoff

Holzstöße

Sorgfältig aufgeschichtetes Holz kann gut zwischen den Bäumen platziert werden. Es bietet Lebensraum und Winterquartier für Wildbienen, Fledermäuse und Käfer.



Bild 26: Aufgeschichtetes Holz auf Feldflächen verleiht mehr Struktur und bietet zusätzliche Habitate. Foto: M. Nahm

Asthaufen

Die Anlage von Asthaufen erspart den Abtransport des Schnittguts, das bei der Baumpflege anfällt. Sie bieten Unterschlupf und Nahrung für zahlreiche Lebewesen. Da Totholz Wärme abgibt, wird es gerne von Reptilien als Eiblageplatz genutzt. Eine Anlage sollte eher in den Randbereichen des AFS erfolgen, damit tagaktive Insektenarten möglichst wenig gestört werden.



Bild 27: Asthaufen bieten zahlreichen Lebewesen Rückzugsmöglichkeiten. Foto: M. Oelke

Steinhaufen und Trockenmauern

In der Vergangenheit sind Steinhaufen häufig durch die Aufschichtung von Steinen entstanden, die die Bestellung von landwirtschaftlichen Nutzflächen erschwerten. Sie bieten zahlreichen Tieren wie Reptilien, Igel, anderen Kleinsäugetieren sowie Insekten und Spinnen einen Rückzugsraum. Die Anlage von Steinhaufen sollte wiederum am besten in den Randbereichen des AFS erfolgen, damit tagaktive Arten möglichst wenig gestört werden.

Dies gilt ebenfalls für Trockenmauern. Für diese eignen sich insbesondere warme, sonnenexponierte Standorte. Sie sollten auch in ausreichendem Abstand zu den Wertholzbäumen angelegt werden, damit sie nicht zu sehr beschattet werden.

Bewirtschaftung, Gestaltung, Pflege und Nutzung der Baumstreifen

PFLEGE UND ERNTE DER BÄUME

Ästen der Bäume

Unter „Ästen“ versteht man das Entfernen von entweder grünen oder bereits abgestorbenen Ästen von stehenden Bäumen.

Für die Wertholzproduktion ist die Ästung der entscheidende Arbeitsschritt, um ein langes astfreies Stammstück für die Furnier-Produktion zu erhalten. Das Ziel besteht bei den Baumarten Wildkirsche, Nussbaum, Bergahorn sowie Speierling und Elsbeere darin, einen mindestens 5 m langen astfreien Stammabschnitt zu erzeugen. Wildobstarten wie Birne oder Pflaume zeigen ein weniger ausgeprägtes Höhenwachstum, so dass eine Mindestlänge von ca. 2,5 m angestrebt werden sollte. Allgemein kann gesagt werden, dass bis zu einer Höhe von etwa einem Drittel der gewünschten Höhe des erntereifen Baumes geästen werden kann.

Um diese Ziele zu erreichen, muss das Wachstum der Bäume während der ersten 15–20 Jahre sehr genau beobachtet werden, um störende Äste rechtzeitig entfernen zu können. Dies gilt insbesondere für die ersten Wachstumsjahre. Bei Bäumen, die sehr schnell wachsen und starke Seitenäste ausbilden wie beispielsweise Wildkirschen, können bereits nach zwei oder drei Jahren die ersten Ästungen notwendig sein. Mit den Ästungen muss so lange fortgefahren werden, bis die gewünschte astfreie Stammlänge erreicht ist. Dies ist, abhängig vom Produktionsziel und der Wuchsgeschwindigkeit, nach ca. 15–20 Jahren der Fall.

Danach müssen Sie nur noch sogenannte „Wasserreiser“ entfernen. Hierbei handelt es sich um Äste, die direkt am Stamm aus unter der Rinde verborgenen Knospen nachwachsen. Je größer sie werden, umso mehr vermindern jedoch auch sie die Qualität des Stammholzes. Junge Wasserreiser lassen sich sehr einfach mit der Hand entfernen. Haben sie eine gewisse Größe erreicht, können sie wie „normale“ Äste mit Gartenschere oder Ästungssägen entfernt werden. Am besten sollten die Äste entfernt werden, bevor sie einen Durchmesser von 3 cm erreichen. Da Steiläste schneller dick werden, als horizontal streichende Äste, sollen die Steiläste möglichst frühzeitig entfernt werden. Wird die Schnittstelle zu groß, dauert der Überwallungsprozess (Überwachsen der Schnittstelle) lange, und es können Krankheitserreger wie Pilze in die Wunde eindringen und das Holz schädigen.



Bild 28: Überwallungsvorgang an einer Ästungswunde. Der Ast hätte schon früher entfernt werden sollen. Foto: V. Schulz

Generell sind häufige Ästungen (z. B. jedes Jahr), bei denen nur wenige Äste entfernt werden, seltener Ästungen, bei denen sehr viele Äste entfernt werden, vorzuziehen. Es ist sinnvoll, in späteren Jahren nur diejenigen Bäume zu ästen, die auch das Potenzial besitzen, ein schöner Wertholzbaum mit einem langen astfreien Stammabschnitt zu werden.



Bild 29: Wasserreiser können einfach per Hand entfernt werden. Foto: J. Sheppard

Im Allgemeinen ist es am besten, die Ästungsmaßnahmen im späten Winter oder während der Wachstumsperiode durchzuführen, damit die Schnittstellen schneller überwallt werden kann. Manche Baumarten sollten idealerweise sogar im Sommer geästet werden, da das Risiko von Pilzinfektionen zu dieser Zeit am geringsten ist. Für Wildkirschen ist beispielsweise der Frühsommer (April–Juni) ein guter Zeitpunkt, für Nussbäume das Frühjahr (Februar) oder der Frühsommer (Juni).

Wie sollte ich einen Baum ästen?

- Der verbleibende Aststummel sollte so kurz wie möglich sein, Schnitte in einem ggf. vorhandenen Astkragen sollten jedoch vermieden werden (Abb. 5).
- Der Schnitt sollte glatt sein, da die Wundfläche dann am schnellsten wieder überwallt werden kann.

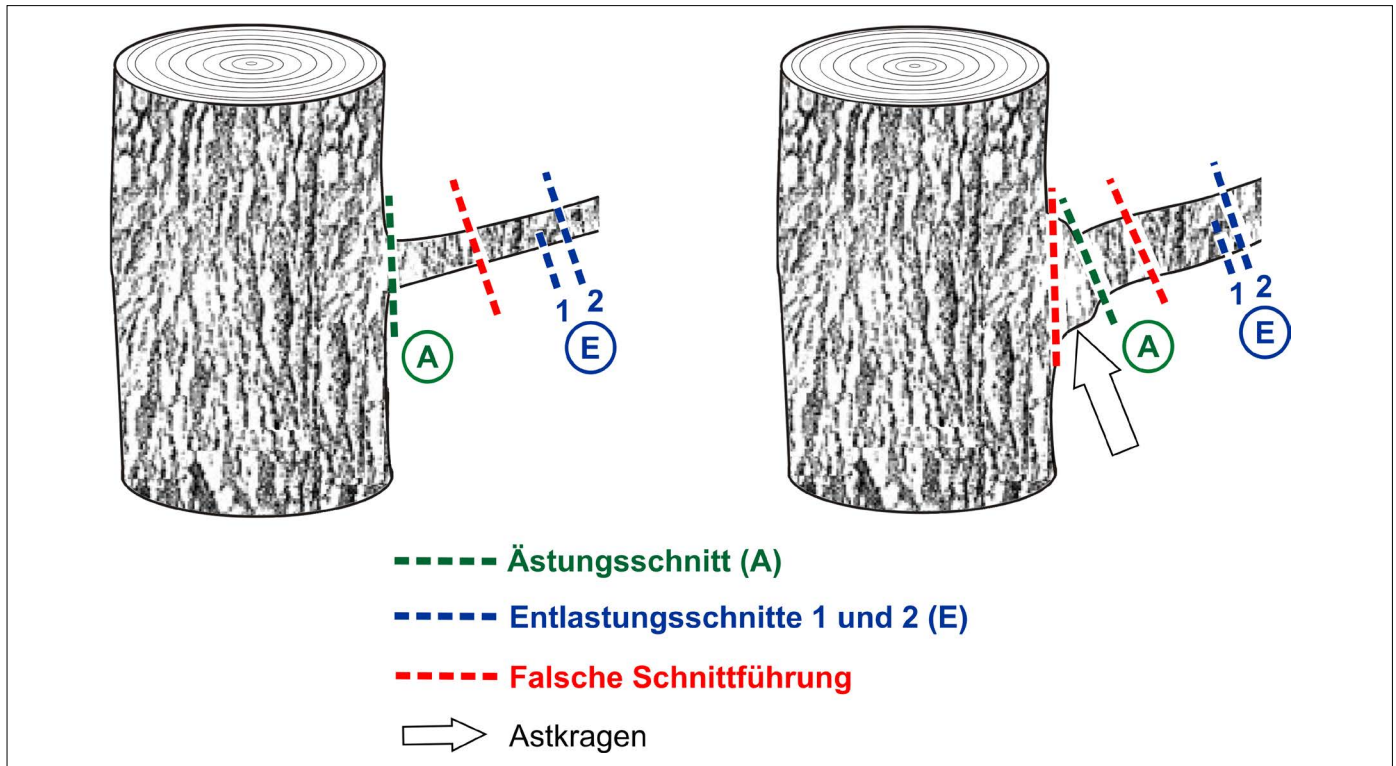


Abb. 5: Das linke Bild zeigt die richtige Schnittführung bei Ästen ohne Astkragen. Führen Sie den Schnitt nahe am Stamm und möglichst parallel zu ihm, damit Sie das Kambium des Stammes nicht beschädigen. Das rechte Bild demonstriert die richtige Schnittführung bei Ästen mit Astkragen. Führen Sie den Schnitt direkt hinter dem Wulst, ohne den Astkragen zu beschädigen. Grafik: C. Morhart

- Die Rinde unterhalb des Astes sollte nicht aufreißen. Führen Sie daher bei größeren Ästen zunächst weiter vom Stamm entfernt Entlastungsschnitte durch, um den Ästen das Gewicht zu nehmen (Schnitte E in Abb. 5). Danach können Sie den eigentlichen Trennschnitt durchführen, ohne dass der Ast vorzeitig abbricht oder abreißt.

Wichtig: Achten Sie darauf, dass während anhaltender Trocken- oder Frostperioden nicht geästet werden sollte, da dies einen Baum stark schwächen kann!

Mit dem Wachstum und somit dem Wertholzaufbau des Baumes müssen neben den bereits erwähnten Teleskopscheren auch Leitern zum Einsatz kommen. Eine freie Stehleiter ist auf ebener Fläche hilfreich – allerdings ist eine Anlegeleiter, die man am Stamm der zu ästenden Bäume befestigen kann, zu bevorzugen (Ästungsleiter). Bei der Ästung mit Leitern muss aus Sicherheitsgründen immer eine zweite Person dabei sein. Zudem ist auf die entsprechende Schutzausrüstung zu achten.

Der Haupt- oder Terminaltrieb eines Baumes kann aus verschiedenen Gründen absterben. In diesem Fall sollte derjenige Ast des darunter befindlichen Quirls, der am



Bild 30: Hier wurde zu spät geästet. Es hat sich ein starker Nebentrieb entwickelt, der den Terminaltrieb zur Seite gedrängt hat. Somit entsteht kein gerader Schaft mehr. Zudem sind die zwei Seitenäste ebenfalls zu dick für eine Ästung, da der Überwallungsvorgang zu lange dauern würde. Foto: V. Schulz



Bild 31: Nahezu abgeschlossener Überwallungsvorgang, der eine gute Wertholzqualität ermöglicht. Foto: V. Schulz



Bild 32: Ästung höherer Bäume mit Hilfe einer speziellen Ästungsleiter
Foto: C. Morhart



Bild 33: Ästung mit einer Teleskop-Schere
Foto: J. Sheppard

steilsten nach oben gewachsen ist, den Haupttrieb ersetzen. Die konkurrierenden Äste sollten entfernt werden. Wenn der neue Leittrieb nicht zu sehr seitlich gewachsen ist, wird er sich im Lauf der Zeit nach oben orientieren, und im Zuge des jährlichen Dickenwachstums wird der Stamm auch in diesem Bereich wieder eine gerade Form annehmen.

ERNTEN DER BÄUME

Was muss ich bei der Planung der Ernte beachten?

- Anforderungen des Abnehmers (Stammlängen, oberer und unterer Stammdurchmesser, etc.).
- In welche Richtung sollen die Bäume gefällt werden? Falls auf das Feld: Vor dem Fällen die Ernte einbringen bzw. die Tiere in Sicherheit bringen.
- Auf welchen Wegen und mit welchen Fahrzeugen sollen die Stämme zum Weg gebracht und weitertransportiert werden? Ist dies technisch umsetzbar?
- Falls die Bäume von Straßen oder öffentlichen Verkehrswegen aus gefällt werden sollen, müssen im Vorfeld die zuständigen Behörden informiert werden und das Anbringen von Beschilderung, Warnhinweisen sowie ggf. die Einrichtung einer Umleitung angemeldet werden.

- Weil nicht alles Holz als Stammholz verkauft werden kann: Wo kann man Holzpolter errichten?

Wann sollte ich am besten ernten?

Die Ernte sollte nach dem Erreichen des Zieldurchmessers durchgeführt werden, und wenn auf dem Markt attraktive Preise geboten werden. Der beste Erntezeitpunkt im Jahr ist der Winter, denn dann

- ist der Boden oft gefroren, was ihn gut befahrbar macht und Bodenschäden verhindert;
- sind häufig keine anderen Feldfrüchte vorhanden;
- nisten keine Vögel in den Bäumen.

Nach der Ernte können im Frühling oder im darauffolgenden Herbst wieder neue Bäume gepflanzt werden.

EXKURS: WERTHOLZPRODUKTION AUF STREUOBSTWIESEN

Es ist auch möglich, Wertholzbäume auf Streuobstwiesen anzubauen. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die Ernte von Früchten aufgrund des höheren Kronensatzes von für die Wertholzproduktion erzeugten Obstbäumen

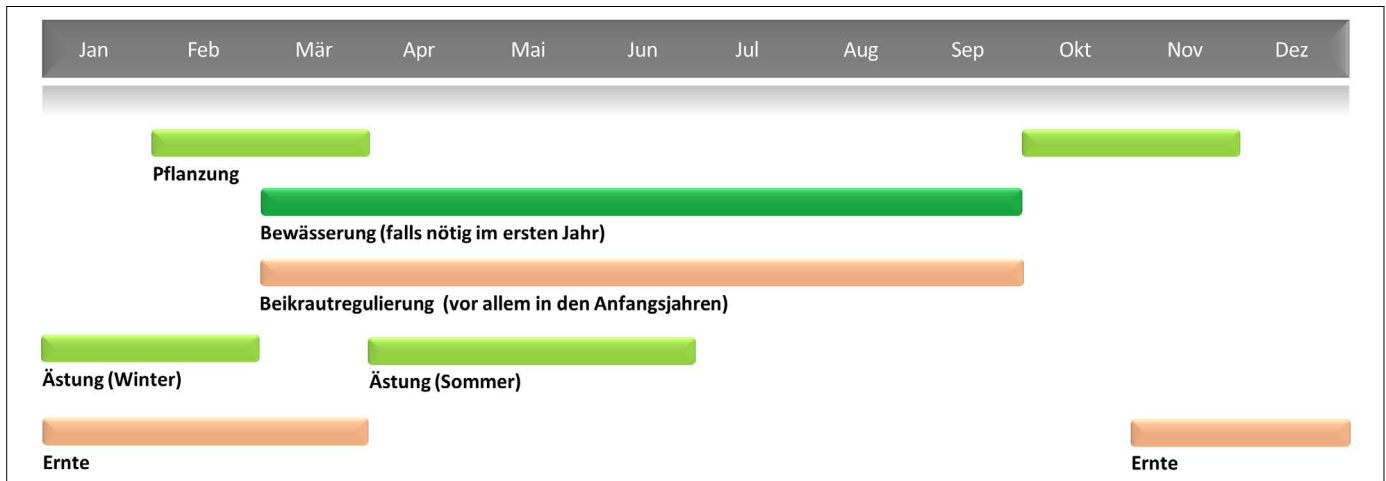


Abb. 6: Verteilung verschiedener Arbeiten bei der Bewirtschaftung von Wertholzbäumen im Jahresverlauf

Grafik: C. Morhart

deutlich erschwert wird. Daher eignen sich Obstsorten, die als Schüttelobst oder Fallobst (Bohnapfel, Schneiderapfel, Grünmöstler-Birne) verwertet werden können, am besten. Grundsätzlich werden Streuobstwiesen, die auch unter dem Wertholzaspekt bewirtschaftet werden, nicht sehr stark auf die Fruchtproduktion ausgerichtet sein.

Da die Nutzung von Streuobst in den letzten Jahren nachgelassen hat und die Pflege sowie der Schnitt von Streuobstbäumen oft aus Ermangelung der Wirtschaftlichkeit vernachlässigt werden oder sogar gänzlich unterbleiben, können abgängige Bäume auf Streuobstwiesen durch Bäume zur Wertholzproduktion ersetzt werden. Dadurch kann das gewünschte Konzept der Streuobstwiesen in gewissen Maßen erhalten werden und nach und nach in eine pflegeextensivere Wertholzwiese überführt werden.

Abb. 6 zeigt, welche Arbeiten bei der Bewirtschaftung von Wertholzbäumen notwendig sind und zu welchem Zeitpunkt im Jahr sie durchzuführen sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass viele Arbeiten nur einmal zu Beginn (Pflanzung) oder am Ende der Umtriebszeit des Baumes anfallen.



Bild 34: Abgängige Streuobstwiese mit Neupflanzungen zum Ziel der Erzeugung von Wertholz
Foto: A. Chalmin

ANLAGE UND PFLEGE VON BLÜHSTREIFEN

Die Baumstreifen in AFS mit Werthölzern stellen in der Regel eine Reduktion der landwirtschaftlichen Produktionsfläche dar. Daher stellt sich die Frage, wie diese Flächen zukünftig gestaltet werden: zur ökologischen Aufwertung oder als eine zusätzliche Einkommensquelle. Zu bedenken gilt, dass beides meist mit zusätzlichem Arbeitsaufwand verbunden ist und die Nutzung zwischen den Werthölzern arbeitswirtschaftlich schwierig ist. Inwieweit die im Folgenden angesprochenen Nutzungs- und Gestaltungsformen in die Strukturen und Arbeitsabläufe der landwirtschaftlichen Betriebe passen, muss individuell entschieden werden.

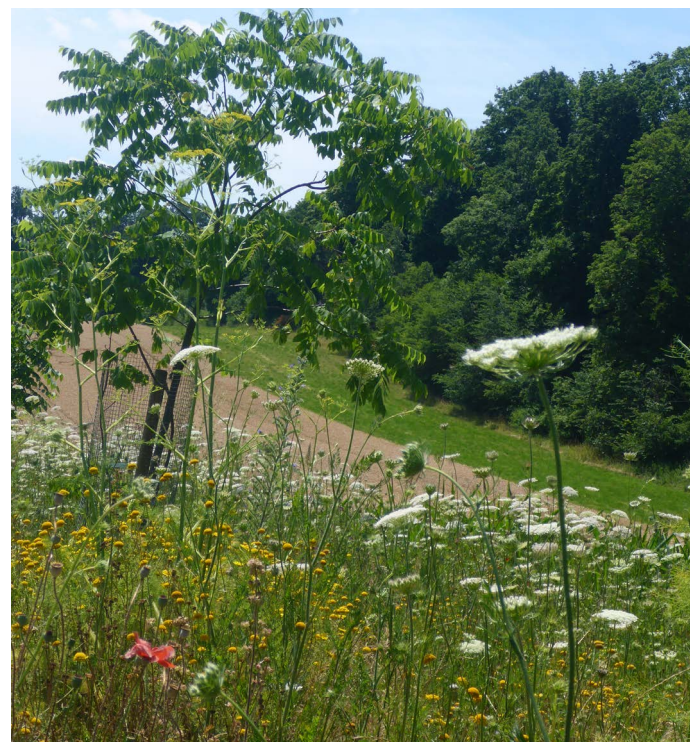


Bild 35: Ein mehrjähriger Blühstreifen auf einem silvoarablen AFS
Foto: H. Sharaf



Bild 36: Auch nach der Ernte der landwirtschaftlichen Kultur bietet der Streifen Rückzugsmöglichkeiten für Kleinlebewesen sowie Nahrung für nektarsuchende Insekten. Foto: A. Chalmin

Einsaaten

Die Ausbringung von Blümmischungen unter den Wertholzbäumen ist eine beliebte Möglichkeit zur Gestaltung von Baumstreifen. Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass sie mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden kann und eine deutliche naturschutzfachliche Aufwertung erzielt.

Dazu zählen:

- Förderung von Bestäubern, Nützlingen (z. B. zur biologischen Schädlingsbekämpfung) und anderen Tieren durch die Erweiterung des Nahrungs- und Habitatsangebots;
- Förderung des Struktureichtums;
- Erhöhung der Diversität in artenarmen Regionen.

Weiterhin kann mit der Anlage solcher Blühstreifen das Aufkommen von unerwünschten Beikräutern unterdrückt werden.

Zu den Nachteilen von Blühstreifen zählen:

- nur begrenzt mögliche maschinelle Bearbeitung mit landwirtschaftlichen Geräten und damit einhergehend höhere Kosten für die Nutzung kleinerer Geräte aus dem Garten- und Landschaftsbau;
- jährlich notwendigen Pflegearbeiten;
- Neueinsaat alle 1–5 Jahre.

Planung und Anlage von Blühstreifen

Für eine Einsaat ungeeignet sind Flächen, die ein sehr hohes Vorkommen problematischer Beikräuter aufweisen. Auch sollten Einsaaten an besonders artenreichen Standorten vermieden werden, um die vorhandene Flora nicht zu verdrängen.

Saatgutwahl

Einjährige Mischungen: Die Verwendung von einjährigen Blümmischungen wird auf Flächen mit hohem Aufkommen problematischer Beikräuter und bei starkem Mäusebefall empfohlen. Die jährliche Neuanlage entzieht den Nagetieren den Schutz und drängt die Ausbreitung von Wildkräutern zurück.

Mehrjährige Mischung/Druschgut: Durch die mehrjährige Standzeit von 2–5 Jahren entfallen Kosten für die jährliche Neuanlage, jedoch sind auch hier regelmäßige Pflegemaßnahmen für eine optimale Entwicklung notwendig.

Zusammensetzung: Aus pflanzenbaulicher Sicht werden ein schneller Bestandsschluss und geringer Beikrautdruck gefordert. Die Mischung sollte deshalb schnell keimende, bodendeckende Pflanzenarten enthalten. Bei Kreuzblütlern in der Fruchtfolge sollte der Anteil an Kreuzblütlern in der Saatgutmischung eher gering sein. Das Artenspektrum der Einsaat sollte einen möglichst lang anhaltenden Blühaspekt gewährleisten, so dass Insekten über die gesamte Vegetationsperiode hinweg Nahrung in ausreichender Menge und Qualität vorfinden. Sind Vertreter vieler Pflanzenfamilien mit Früh- und Spätblüchern enthalten, profitieren auch spezialisierte Insektenarten davon. Es gibt verschiedene Mischungstypen, die von reinen Kräuter- oder Gräser-Mischungen über Gräser-Kräuter-Mischungen bis hin zu Gras-Klee- und Leguminosen-Mischungen reichen. Sie eignen sich alle, um aufkommende Beikräuter zu unterdrücken. Diversität und ökologischer Nutzen sind bei den krautreichen Mischungen höher. Für sehr nährstoffreiche Standorte sollte ein geringer Grasanteil gewählt werden. Zu beachten sind auch rechtliche Vorgaben, wie beispielsweise die in Baden-Württemberg geltende Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO), die eine Begrünung durch einen reinen Leguminosenbestand in Wasser- und Quellschutzgebieten verbietet.

Auf AFS bietet sich in den Anfangsjahren die Verwendung von blütenreichen Mischungen mit lichtliebenden Arten an. Mit zunehmender Beschattung kann langfristig auf eine Grasmischung umgestellt werden, da sich in den schattigen Partien erfahrungsgemäß Gräser durchsetzen.

Pflanzenarten, die sich nicht für die Aussaat in silvoarablen AFS eignen, sind Distel-Arten, Wicken-Arten (Bild 37 und Bild 38) und sich stark ausbreitende Gräser wie das Welsche Weidelgras (*Lolium multiflorum*). Auch bei Sonnenblumen, Malven, Kornraden und Buchweizen konnte eine Ausbreitung in den Acker beobachtet werden, mit zum Teil nachteiligen Folgen für die Kultur. Bei windverbrei-



Bild 37: Die Zottige Wicke (*Vicia villosa*) kann entlang der Streifen zu Problemen bei der Ernte führen. Foto: H. Sharaf

tenden Arten ist darauf zu achten, dass es sich dabei um typische Grünlandarten handelt. Diese stellen keine Gefahr für die angrenzende Kultur dar.

Soll Honig auf den Blühstreifen produzieren werden, sollte auf Pflanzen verzichtet werden, die Pyrrolizidin-Alkaloide enthalten (z. B. Borretsch; *Borago officinalis*). Diese Alkaloide werden von den Bienen mit in den Honig eingebracht und sie bergen gesundheitliche Risiken für den Menschen.

Saatgutherkunft: Die Verwendung von autochthonem Saatgut heimischer Pflanzen ist zu empfehlen, um eine Florenverfälschung zu vermeiden. In der freien Landschaft wird nach BNatSchG § 40 (4) die Verwendung von gebietseigenem Wildpflanzensaatgut vorgeschrieben. Durch ihre genetische Anpassung an die standörtlichen Gegebenheiten sind sie robuster, dauerhafter, zeigen besseren Anwuchserfolg und sind so auf lange Sicht gesehen günstiger als konventionelle Mischungen.

Aussaat

Vorbereitung des Saatbetts: Zur Vorbereitung des Saatbetts sollte der Boden gründlich bearbeitet werden, um das Beikrautauflkommen zu verringern. Ein Fräsen oder Pflügen der Fläche im Herbst und eine Saatbettvorbereitung im späten Frühjahr mittels Kreiselegge oder Rechen, erzielt dabei die besten Ergebnisse. Bei Fräsen im Frühjahr sollte bis zur Einsaat noch mindestens zwei Monate gewartet werden, damit Wurzeln von Rhizomkräutern vertrocknen und absterben. Ein feinkrümeliges Saatbett bietet die besten Voraussetzungen für ein gutes Auflaufen und Anwachsen.

Zeitpunkt der Aussaat: Üblicherweise erfolgen Aussaaten im Frühjahr. Aufgrund der Gefahr von Spätfrösten und dem starken Konkurrenzdruck durch unerwünschte Kräu-



Bild 38: Auch die gepflanzten Wert-Holzbäume können ohne Pflege der Konkurrenz von Kletterpflanzen (hier: Zottige Wicke) erliegen. Foto: H. Sharaf

ter wird eine möglichst späte Aussaat zwischen März und Mai empfohlen. Die beste Zeit für eine Ansaat bei hohem Wildpflanzenanteil ist im Spätsommer oder Frühherbst. Dann hat der Boden noch Wärme gespeichert, während die herbstlichen Niederschläge für die notwendige Feuchtigkeit sorgen. Kulturpflanzen wie Sonnenblume überstehen den Winter jedoch nicht und fallen aus.

Aussaatstärke: Die Aussaatstärke variiert je nach standörtlichen Gegebenheiten. Auf ebenen Flächen mit geringem Wildkrautauflkommen reichen bei gleichmäßiger Verteilung 10 kg/ha aus. Die eher geringe Saatstärke fördert das Aufkommen konkurrenzschwacher Arten. Auf sehr wüchsigen Standorten mit drohendem Beikrautdruck, sowie an Hängen sollte die Saatstärke auf 20 kg/ha angehoben werden. Der Konkurrenzdruck wird erhöht und ein schneller Bestandsschluss gefördert.

Ausbringung: Das Saatgut wird beispielsweise von Hand oder mittels Drillsaat gleichmäßig oberflächlich ausgestreut und bis max. 2 cm in den Boden eingearbeitet. Um ein gleichmäßiges Aufbringen besonders der kleinen Samen zu ermöglichen, sollte das Saatgut mit Sand, Sojaschrot oder einem anderen Füllstoff vermengt werden. Im Anschluss ist ein Verfestigen der Ansaat mit einer Walze sinnvoll.

Pflege

1. Standjahr: Die Pflege trägt erheblich zur Entwicklung der Wildarten bei. Oft befinden sich im Boden unerwünschte Wildkräuter- und Grassamen, die schneller als das ausgebrachte Saatgut keimen. Beginnen diese Arten 4–8 Wochen nach der Einsaat zu überwiegen, ist ein sogenannter Schröpfschnitt notwendig. Bei einer Wuchshöhe ab 20 cm sollte man mit einer Schnitthöhe von 10 cm mähen, um die Keimlinge der Einsaat nicht zu schädigen. Damit werden die wüchsigen Wildkräuter und Gräser noch



Bild 39: Aussaat der Wertholzstreifenbegrünung von Hand, davor Schmalspurschlepper zur oberflächigen Bodenbearbeitung mittels Fräse und Stabrohrwalze. Foto: A. Chalmin

vor der Blüte erfasst und geschwächt. Ein weiterer Schnitt im Oktober oder November ist bei einer Vegetationshöhe ab 20 cm möglich. Erfolgt kein weiterer Eingriff, erhält man Winterhabitate, besonders für Insekten.

Folgejahre: Im Idealfall erfolgt 1–3 Mal jährlich eine Staufmahd mit Abtransport des Schnittguts. Die erste Mahd sollte Mitte bis Ende Juni stattfinden, die zweite 8–9 Wochen später (Ende August–Anfang September) und die dritte bei Bedarf im Oktober oder November. Empfehlenswert ist eine Schnitthöhe von 10 cm, um ausläuferbildende Arten oder Pflanzen mit Pfahlwurzeln nicht zusätzlich zu fördern. Das Mähgut verbleibt 1–2 Tage auf der

Fläche, damit es antrocknet und ein Ausfallen der Samen ermöglicht wird, was den Artenbestand für die Zukunft sichert. Dann sollte es von der Fläche entfernt bzw. kann als Heu zur Fütterung weiter verwertet werden.

Die Auswirkungen der verschiedenen Pflegemaßnahmen der Blühstreifen sind in Tabelle 3 dargestellt.

HECKEN UND STRÄUCHER

Die Pflanzung von Hecken und Sträuchern zwischen den Wertholz-Bäumen ist eine weitere Möglichkeit zur Gestaltung der Baumstreifen. Eine Neubegründung durch Pflanzung, das Aufkommenlassen von Sukzession oder eine Kombination aus beidem ist dabei vorstellbar. Auch bereits vorhandene Heckenstrukturen können durch Integration von Wertholzbäumen genutzt werden und sind einer Neuanlage vorzuziehen. Die ergänzende Anpflanzung von Gehölzen kann in allen Intensitätsabstufungen erfolgen, von einzelnen Sträuchern bis hin zur durchgehend geschlossenen Baumhecke (Abb. 7). Hier sollten allerdings solche „Konkurrenzpflanzen“ erst in den Baumstreifen eingebracht werden, wenn die Wertholzbäume groß genug sind, damit sie nicht in ihrem Wachstum eingeschränkt werden.

Denkbar ist auch eine Nutzung mit beispielsweise Beersträuchern.

TABELLE 3: AUSWIRKUNGEN MÖGLICHER PFLEGEMASSNAHMEN EINES BLÜHSTREIFENS. EIN PLUS BEZEICHNET POSITIVE, EIN MINUS NEGATIVE AUSWIRKUNGEN. DIE NULL ZEIGT AN, WO MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN SICH DIE WAAGE HALTEN.

	Einjährige Arten	Mehrjährige Arten	Kräuter	Gräser	Unerwünschte Arten	Lücken/ Streu **	Artenvielfalt	Gehölze	Biomasse	Nährstoffakkumulation	Mäuse
Bodenbearbeitung	+	-	+	+	-	+	+/-***	-	-	-	-
Mahd mit Abfuhr	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Mahd ohne Abfuhr	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-
Mulchen mit Abfuhr	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
Mulchen ohne Abfuhr	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-
Beweidung	+	+	0	0	+	+	+	+****	0	0	+
Pflanzenschutzmittel*	-	-	-	-	-	+	-	+	-	0	+/-
Düngung*	0	0	-	+	+	-	-	+	+	+	+
Keine Behandlung	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+

* Auf eine Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln und Dünger sollte auf den Baumstreifen generell verzichtet werden. Sie sind der Vollständigkeit halber aufgeführt.

** Lücken im Bestand bieten Bereiche, in denen sich Vegetation spontan entwickeln kann. Dies kann unerwünschte Arten fördern aber auch für mehr Strukturreichtum sorgen. Eine dichte Streuauflage vermindert die Keimung sowohl von Einsaat als auch spontan auflaufender Vegetation.

*** Je variabler die Bodenbearbeitung in Zeitpunkt und Tiefe gestaltet wird, desto mehr fördert sie die Artenvielfalt.

**** Nur bei Beweidung mit Ziegen wird der Gehölzaufwuchs erfolgreich zurückgedrängt.

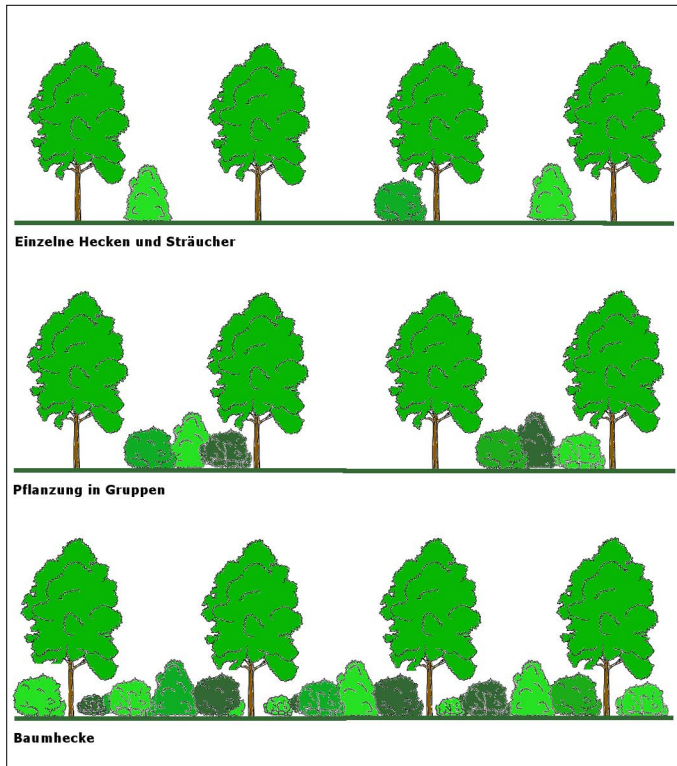


Abb. 7: Intensitätsabstufungen bei der Pflanzung von Hecken und Sträuchern in die Zwischenräume von Baumreihen. A) einzelne Pflanzen, B) Gruppen, C) Baumhecken
Grafik: H. Sharaf

Weitere Vorteile von Sträuchern und Heckenstrukturen sind:

- Schutz vor Wind und Erosion;
- das „Auf-den-Stock-Setzen“ ist nur alle 10–20 Jahre notwendig;
- Unterstützung der astfreien Schaftlänge der Wertholzbäume durch die Stammbeschattung;
- natürlicher Verbisschutz der Bäume;
- Vernetzung von Biotopen;
- Förderung von Nützlingen und anderen Tierarten durch die Erweiterung von Nahrungs- und Habitatangeboten;
- Förderung von Strukturreichtum.

Zu den Nachteilen von sehr stark entwickelten Hecken zählt:

- ertragsmindernde Auswirkung von starker Beschattung auf angrenzende landwirtschaftliche Kulturen;
- erhöhte Luftfeuchtigkeit im unmittelbaren Umfeld der Streifen, die die Ausbreitung von Pilzinfektionen begünstigen kann.

Flächeneignung

Die regionaltypische Schönheit und Eigenart der jeweiligen Landschaft sollte bei der Planung mit in Betracht gezogen werden, damit die neugeschaffene Struktur keinen Fremdkörper darstellt.



Bild 40: Blütmischung in einem Wertholzstreifen, dahinter Acker mit Hafer
Foto: A. Chalmin

Pflanzenarten und -material

Die Auswahl der Pflanzenarten richtet sich nach der Zielsetzung und den gebietsspezifischen Gegebenheiten. Die Orientierung an der Artzusammensetzung von bestehenden, gewachsenen Hecken in der Umgebung ist ideal für die Schaffung naturnaher Strukturen. Häufig auftretende und sich leicht selbst ansiedelnde Arten, wie Holunder (*Sambucus nigra*, *S. racemosa*) müssen nicht oder nur in geringen Mengen gepflanzt werden. Da eine Hecke sich entwickelt und nicht von vorne herein voll ausgebildet ist, orientiert man sich bei der Planung an frühen Sukzessionsstadien, d.h., dass eine große Anzahl lichtliebender Arten mit wenigen schattentoleranten kombiniert werden. Mit der Zeit setzen sich die schattentoleranten Arten durch. Ein Gleichgewicht ist durch gezielte Pflegemaßnahmen zu erreichen.

Pflege

In den ersten Jahren nach einer Neuanlage empfiehlt sich die wiederholte Bekämpfung dicht wachsender Gräser und Stauden. Ausfälle der gepflanzten Sträucher und Bäume durch zu hohen Konkurrenzdruck, z. B. durch Beschattung, können so vermieden werden. Im gleichen Zuge werden auch die Habitate für Mäuse reduziert, welche sonst Schäden an den Jungpflanzen verursachen könnten. Aus Gründen des Umweltschutzes sind mechanische Methoden wie Hacken, Fräsen und Mulchen dem Einsatz von Herbiziden vorzuziehen. Bei hohem Wildvorkommen ist die Einzäunung der Jungpflanzen in Betracht zu ziehen, um sie vor Fraßschäden zu schützen.

Ein erstes „Auf-den-Stock-Setzen“ wird nach 5–10 Jahren empfohlen, anschließend ist ein Intervall von 10–20 Jahren möglich. Die Hiebffrequenz hängt maßgeblich von der



Bild 41: Eine Baumhecke an einem AFS-Streifen Foto: M. Oelke

Zielsetzung ab. Baumarten profitieren beispielsweise von längeren Abständen und können durch häufigere Hiebe zurückgedrängt werden. Entsprechende Arbeiten sind am besten abschnittsweise und im Winterhalbjahr vorzunehmen.

GEMÜSEANBAU

Der Baumstreifen kann auch zum Anbau von Gemüse verwendet werden. Schattentolerante Dauerkulturen wie Rhabarber oder Meerrettich eignen sich hierfür. Auch die Pflanzung mehrjähriger, schattentoleranter Arznei- und Gewürzpflanzen ist denkbar. Kräuter wie Zitronenmelisse, Pfefferminze, Petersilie, Bärlauch oder Liebstöckel kommen hierfür in Frage. Die Gewinnung von Mulchmaterial für den Gemüsebau wäre eine weitere Nutzungsmöglichkeit.

WIESEN- UND WEIDENNUTZUNG

Die klassische Wiesen- oder Weidenutzung im Rahmen von silvopastoralen AFS kann für die Wertholzproduktion ebenfalls in Betracht gezogen werden. Die Kombina-

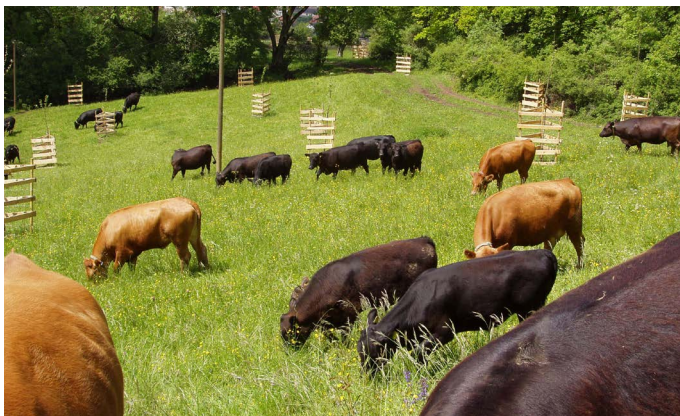


Bild 42: Beweidung eines silvopastoralen AFS mit Rindern Foto: A. Möndel

tion von Weideflächen, Tieren und Bäumen ergänzt sich in vielerlei Hinsicht sehr gut. Bäume schützen Weidetiere vor Sonne, Wind und Regen und im Gegenzug halten die Tiere das Gras kurz und fördern durch eine geringere Konkurrenz des Unterwuchses damit das Wachstum der Bäume (Bild 42). Beweidung eignet sich jedoch nicht für streifenförmig angelegte silvoarable AFS, bei denen der Fokus auf der Erzeugung von Feldfrüchten liegt.

III Ökonomische Bewertung

AFS können ökonomische Vorteile für Landbewirtschaftler erbringen. Diese ergeben sich aus der Diversifizierung von Einkommensquellen und der damit verbundenen Risikoreduktion in wechselhaften Agrarmärkten. Beispiele solcher Einkommensquellen sind hochwertiges Stammholz für die Schnittholz- bzw. Furnierindustrie oder auch Früchte, Nüsse und andere Nicht-Holz-Produkte. Insgesamt können AFS zu einem nachhaltigen Kapitalaufbau im ländlichen Raum beitragen und stellen eine Investition in die Zukunft dar. Der einzelne Betrieb kann seine Gesamtproduktivität durch zusätzliche Umweltleistungen steigern.

Bei der ökonomischen Betrachtung von AFS gilt es, die Mehrleistungen, die durch den Holzverkauf entstehen, mit den Ertragsnachteilen der landwirtschaftlichen Kultur zu vergleichen. Im Folgenden wird eine ökonomische Bewertung über die Gesamtstandzeit eines AFS gegeben, wobei von einem relativ ungünstigen Szenario ausgegangen wird.

Dieser Berechnung liegt ein Beispiel-AFS von einem Hektar Größe und drei je drei Meter breiten Wertholzstreifen mit je 10 Bäumen zu Grunde. Die Bäume haben in der Reihe einen Abstand von jeweils 15 m zueinander. Die Ausrichtung erfolgte in unserem Modell in Ost-West-Richtung, was aufgrund des Schattenwurfs nicht optimal ist. Wie bereits erwähnt, sollte bei der Etablierung darauf geachtet werden, dass die Baumstreifen wenn möglich in Nord-Süd-Richtung angelegt werden, um den Schattenwurf auf die landwirtschaftliche Kultur zu minimieren. Außerdem wurde in den Berechnungen bei den Ertragsreduktionen der landwirtschaftlichen Kulturen durch Schatteneinfluss von ganztägiger Beschattung ausgegangen, um die in einem Versuch mit Schattierungsnetzen ermittelten Ertragsreduktionen einsetzen zu können. In einem realen AFS wandert der Schatten jedoch im Tagesverlauf, so dass eine Fläche nicht dauerhaft beschattet wird und durchaus direkte Sonneneinstrahlung erhält.

Durch Lichtmessungen wurde weiterhin die Lichtreduktion in Abhängigkeit der Entfernung zum Stamm eines Wertholzbaumes ermittelt. Daraus ergaben sich drei Zonen mit unterschiedlicher Lichtreduktion. In dem genannten Versuch mit Schattierungsnetzen wurde die Ertragsreduktion verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen in diesen Zonen ermittelt. Daraus konnte der flächenmäßige Anteil der Reduktion berechnet und vom Vollertrag einer Referenzfläche ohne AFS abgezogen werden. Die daraus

folgenden Berechnungen zur Ökonomie stellen aus den genannten Gründen eher ein ungünstiges Szenario dar.

Kosten für die Anlage und Pflege von Baumstreifen in AFS

In Tabelle 4 ist dargestellt, wie viel die Anlage und die Pflege von Wertholzbäumen ungefähr kostet. Hierbei ist auch der ungefähre Zeitaufwand für die einzelnen Arbeitsschritte berücksichtigt.

Die Erfahrung zeigt allerdings, dass viele Praktiker die Kosten mancher Arbeitsschritte nicht kostenscharf aufrechnen. Viele erledigen diese Arbeiten in ihrer Freizeit, ohne die geleisteten Personenstunden exakt abzurechnen, und sie kalkulieren die Auswirkungen des Zinsentgangs auf das beispielsweise bei der Pflanzung eingesetzte Kapital ebenfalls nicht mit ein. Als aktuellen Preis für Pflanzmaterial werden in dieser Rechnung 5 Euro pro Baum angesetzt – ein im oberen Preissegment angesetzter Wert. Fehlende Maschinen können über Maschinenringe bezogen werden, die dort gelisteten Kosten beziehen sich auf die dort üblichen Verrechnungssätze. Rechnet man den entgangenen Zinsgewinn mit ein, so entstehen über die gesamte Standzeit von 60 Jahren für die Erziehung eines Wertholzbaums ca. 290 Euro an Kosten. Dies entspricht in unserem Beispiel, einem AFS von einem Hektar Größe mit 30 Wertholzbäumen, Gesamtkosten in Höhe von ca. 8.700 Euro.

Erlöse der Wertholzbäume in AFS

Der perfekte Wertholzstamm ist astfrei, rund und gerade gewachsen. Der Mindestdurchmesser ist nicht festgelegt, sollte aber in Abhängigkeit von der Baumart rund 40 cm betragen. Größere Durchmesser erlösen üblicherweise wesentlich mehr Geld.

Sobald die Bäume nach etwa 50–70 Jahren ihren Ziel-durchmesser erreicht haben, können sie geerntet werden. Man kann hierbei entscheiden, ob die Bäume alle auf einmal oder nacheinander über verschiedene Jahre hinweg geerntet werden sollen. Ist zum geeigneten Erntezeitpunkt der Wertholzpreis zu gering, kann die Ernte auch in späteren Jahren erfolgen, wenn die Preise wieder gestiegen sind. Eine längere Standzeit ist kein Nachteil, denn: Je dicker ein Stamm wird, desto höhere Preise können erzielt werden.

Da es einfacher und kostengünstiger ist, das Wertholz als eine komplette Fuhre eines Holztransporters abzugeben,

TABELLE 4: ANFALLENDE ARBEITEN BEI PFLANZUNG, PFLEGE UND ERNTE DER WERTHOLZBÄUME, SOWIE DIE DADURCH ENTSTEHENDEN KOSTEN PRO BAUM.

	Bewirtschaftungsjahr	Tätigkeit/ eingesetztes Material	Benötigte Arbeitszeit [min]	Entstehende Kosten [€]	
				Kosten ohne Zinsen	Kosten inkl. 2% Zinsentgang
Pflanzung	0	Pflanzgut		5	16,4
		Erdbohrer motormanuell		2	6,6
		Schutzhülle inkl. Pflanzstab		3,5	11,5
		Arbeitszeit Pflanzung	15	7,5	24,6
Pflege	1	Begleitwuchsregulierung	5	2,5	8
	2	Begleitwuchsregulierung	5	2,5	7,9
	3	Begleitwuchsregulierung	5	2,5	7,7
	1–3	2 Ästungen à 5 min	10	5	15,8
	4–7	2 Ästungen à 10 min	20	10	29,1
	8–15	3 Ästungen à 15 min	45	22,5	59,0
Ernte	60	Motorsäge (5,5–6 €/h)		12	12
		Schlepper (15 €/h)		30	30
		Arbeitszeit Ernte	120	60	60
Summen	Nur Arbeitszeit		225	112,5	212,1
	Nur Material			52,5	76,5
Gesamtkosten				165,0	288,6

sollten Sie sich am besten vorab erkundigen, wie groß die optimale Menge für den Transport und für den Verkauf ist. Auch ist es sinnvoll, bereits im Vorfeld die Vermarktungsmöglichkeiten abzuklären. Die geeigneten Ansprechpartner für diese Fragen sind die lokalen Forstämter, die Ihnen auch Informationen zu Wertholzsubmissionen (Versteigerungen von besonders wertvollen Stämmen) geben können.

Wie bei allen Produkten beeinflussen Angebot und Nachfrage den Preis des produzierten Holzes. Die möglichen Einnahmen durch den Wertholzverkauf sind jedoch auch stark davon abhängig, in welcher Region Sie leben, und wie die Märkte dort strukturiert sind.

Die Höhe des Erlöses ist insgesamt abhängig von folgenden Faktoren:

- Region,

- Marktsituation,
- Baumart (je nach Nachfrage),
- Durchmesser des Stammes,
- Qualität des Stammholzes,
- Menge des verkauften Holzes,
- Ansprüche des nächsten Sägewerkes bzw. von Schreinerien.

Durch diese vielen Einflussfaktoren gestaltet es sich schwierig, den Preis für Wertholz für eine Zeit von ca. 50 oder mehr Jahren genau vorherzusagen. Dennoch ist es möglich, zumindest in Umrissen darzustellen, mit welchen Kosten und Einnahmen bei der Wertholzproduktion gerechnet werden kann. In Tabelle 5 sind die mittleren Verkaufsmengen in Festmeter (FM) und Preise für Holz wichtiger Laubbaumarten in den letzten Jahren am Beispiel der Wertholzsubmissionen (Bild 43) des Forstamts Bopfingen in Baden-Württemberg dargestellt.

TABELLE 5: MITTLERE VERKAUFTE MENGEN UND PREISE FÜR HOLZ VERSCHIEDENER LAUBBAUMARTEN, DAS AUF DEN WERTHOLZSUBMISSIONEN DES FORSTAMTS BOPFINGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG IM ZEITRAUM 2000–2015 VERKAUFT WORDEN IST. DIE ANGABEN BEZIEHEN SICH AUF FESTMETER HOLZ (FM).

Zeitraum 2000–2015	Apfel	Birne	Elsbeere	Kirsche	Mehlbeere	Walnuss	Zwetschge	Bergahorn	Spitzahorn
Σ [FM]	20	98	86	495	18	115	21	5278	422
Ø pro Jahr [FM]	1,3	6,1	5,4	30,9	1,2	7,2	1,3	329,9	
Ø-Preis/FM [€]	225	249	371	223	237	395	313	410	265



Bild 43: Stammholz zum Verkauf auf einer Wertholzsubmission bei Müllheim
Foto: M. Nahm

Bei den hier aufgeführten Durchschnittspreisen ist allerdings zu beachten, dass die verkauften Bäume normalerweise nicht geästet und gepflegt worden sind, so dass die hier gelisteten astfreien und geraden Stammabschnitte deutlich kürzer sein dürften, als bei gezielt zur Wertholzproduktion erzeugten Bäumen. Letztere würden Erlöse erzielen, die deutlich über den hier genannten Durchschnittspreisen liegen. Im Idealfall können Preise von über 1.000 Euro pro Festmeter (FM) erzielt werden.

In unserem Rechenbeispiel wurden 30 Bäume auf einen Hektar gepflanzt, von denen nach 50–70 Jahren noch 25 verkauft werden können. Es wird mit einer Ausfallquote von 15 % gerechnet. Für den Stamm wurden hierbei 400 Euro/FM angenommen, wobei mit 1,4 FM pro Baum gerechnet werden kann. Bezieht man noch den Erlös des Brennholzes mit ein, können insgesamt ca. 17.300 Euro/ha erwirtschaftet werden (Tabelle 6). Als Brennholz wurden Kronenmaterial, Äste und der Stumpf eingerechnet.

Aus den Erlösen abzüglich der im vorigen Abschnitt berechneten Kosten ergibt sich am Ende der Standzeit somit

TABELLE 6: LEISTUNGEN ZUR KALKULATION DER ÖKONOMIE EINES 1 HA GROSSEN AFS

Leistung		
Pflanzung	Bäume/ha	30
Ausfall	Bäume/ha	5
Wertholzertrag	FM/Baum	1,4
Holzpreis	€/FM	400
Erlös Wertholz	€/Baum	560
Erlös Brennholz	€/Baum	132
Gesamterlös	€/Baum	692
Gesamterlös	€/ha	17.300

TABELLE 7: GEWINNBEITRÄGE DER WERTHOLZ-STREIFEN DES BEISPIEL-AFS VON 1 HA GRÖSSE MIT EINER STANDZEIT VON 60 JAHREN, BEI 25 VERMARKTBAREN BÄUMEN.

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

ein Gewinnbeitrag von 8.600 Euro (Tabelle 7). Hierbei ist in den Kosten der Zinsentgang bereits einkalkuliert, der pro Baum bei ca. 120 Euro liegt (Tabelle 4). Legt man den Gewinnbeitrag auf 60 Einzeljahre um, so ergibt sich ein jährlicher Gewinnbeitrag durch die Werthölzer in Höhe von ca. 143 Euro/ha.

Ökonomische Aspekte der landwirtschaftlichen Kultur

Da die Baumstreifen nicht mit landwirtschaftlichen Kulturen bepflanzt werden, entsteht durch den Flächenverlust der landwirtschaftlichen Kultur ein direkter Minderertrag auf dem Feld. Bei unserem AFS-Beispiel von einem Hektar Größe nehmen die Baumstreifen bei 3 m Breite eine Fläche von ca. 13 % der Ackerfläche ein. Daher kommt es auch zu einem um 13 % niedrigeren Hektarertrag. In Tabelle 8 sind die Auswirkungen von Agroforststreifen auf den Deckungsbeitrag der Kulturen Winterweizen, Wintergerste als Ganzpflanzensilage, Silomais und Kartoffeln dargestellt. Am Beispiel Winterweizen kommt es bei einem angenommenen Ertrag von 75 dt/ha zu Ertragseinbußen von ca. 10 dt/ha. Bei einem kalkulierten Preis von 16 Euro/dt wird der jährliche Deckungsbeitrag dadurch um ca. 70 Euro/ha geschmälert. Bei höheren Hektarerträgen und höheren Verkaufspreisen fällt die Minderleistung höher aus. Durch den mit zunehmendem Alter wachsenden Kronendurchmesser der Bäume kommt es bedingt durch den Schattenwurf auf die angrenzende Kultur zu einem weiteren Minderertrag, der je nach Kultur unterschiedlich ausgeprägt ist. Da sich die Beschattung erst mit zunehmendem Baumwachstum einstellt, wurde in der Berechnung von zwei Zeiträumen ausgegangen. In der Deckungsbeitragsberechnung wird ersichtlich, dass sich besonders der Flächenverlust der landwirtschaftlichen Kultur durch die Baumstreifen auf die Erlöse auswirkt. Die Ertragsreduktion durch Schatteneinfluss ist deutlich geringer. Aus ökonomischer Sicht sollte man daher darauf achten, die Baumstreifen möglichst schmal zu halten bzw. sie an den Feldrand zu pflanzen.

TABELLE 8: VERGLEICH DER DECKUNGSBEITRÄGE VON WINTERWEIZEN ZUR KORNNUTZUNG, WINTERGERSTE ALS GANZPFLANZENSLAGE, SILOMAIS UND KARTOFFELN OHNE UND MIT AFS (GRAUE SPALTEN).

Leistung	Winterweizen		Wintergerste (GPS)		Silomais		Kartoffeln		
		AFS		AFS		AFS		AFS	
Ausgangsertrag	dt/ha	75	75	120	120	150	150	500	500
Preis	€/dt	16	16	8	8	9	9	19	19
Flächenreduktion durch Baumstreifen	%	13	13	13	13	13	13	13	13
Ertrag (Jahr 1-25)	dt/ha	75	65	120	104	150	131	500	435
Erlös (Jahr 1-25)	€/ha	1200	1044	960	835	1350	1175	9500	8265
Ertragsreduktion Schatten (Jahr 26-60)	%		16		16		18		17
Ertrag (Jahr 26-60)	dt/ha	75	55	120	88	150	107	500	361
Erlös (Jahr 26-60)	€/ha	1200	877	960	702	1350	963	9500	6860
Kosten									
Saatgut	€/ha	110	96	94	82	170	148	1685	1466
Pflanzenschutz	€/ha	250	218	104	90	85	74	385	335
Düngung (ohne Gärresterücknahme)	€/ha	284	247	371	323	525	457	558	485
variable Maschinenkosten	€/ha	125	109	110	96	145	126	365	318
Lohnmaschinen	€/ha	150	131					741	645
sonstige var. Kosten	€/ha							300	261
Mehraufwand durch AFS*	€/ha		36						
Gesamtkosten	€/ha	919	836	679	591	925	805	4034	3510
Jährlicher DB (Jahr 1-25)	€/ha		208		244		370		4755
Jährlicher DB (Jahr 26-60)	€/ha		41		111		158		3350
Jährlicher Gewinnbeitrag Wertholz	€/ha		143		143		143		143
aggregierter DB (Jahr 1-60)	€/ha	281	254	281	310	425	389	5466	4079

* beinhaltet eine zusätzliche Fungizidmaßnahme

Der Betriebsmitteleinsatz verringert sich bei einem AFS, da wie in unserem Beispiel 13% der Fläche nicht mehr mit landwirtschaftlichen Kulturen bepflanzt werden. Im Beispiel verringern sich auch die variablen Maschinenkosten. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn die Breite der Ackerstreifen optimal auf die Arbeitsbreite der auf dem Betrieb vorhandenen Maschinen abgestimmt ist. Leerfahrten sollten nach Möglichkeit vermieden werden. Es zeigt sich dennoch, dass die eingesparten Arbeitskosten die geringeren Erlöse nicht ausgleichen können.

Zur Gesamtbewertung der monetären Leistungen eines AFS ist der Gewinnbeitrag des Wertholzverkaufs mit einzurechnen. Addiert man diesen zu den Deckungsbeiträgen, so wird ersichtlich, dass durch AFS bei Wintergerste als Ganzpflanzensilage ein leichtes Plus erwirtschaftet werden kann. Bei Winterweizen und Silomais liegt der Verlust lediglich bei 27 bzw. 36 Euro/ha. Hierbei ist noch einmal zu betonen, dass die Berechnung auf einem ungünstigen Szenario basiert, und dass bei dem Gewinnbeitrag durch den Holzverkauf auch der Zinsentgang eingerechnet ist. Außerdem können durch bessere Holzqualitäten deutlich höhere Preise erzielt werden.

Bei Kartoffeln können aufgrund des hohen Deckungsbeitrags die Ertragsverluste durch den Flächenverbrauch der Bäume allerdings nicht ausgeglichen werden. Ähnlich wird es sich bei anderen Intensivkulturen darstellen.

Letztendlich ist festzuhalten, dass sich die Etablierung eines AFS mit Wertholzkomponente für Landwirte durchaus lohnen kann. Es ist vor allem als Geldanlage zu betrachten, die zum Erntezeitpunkt eine nennenswerte Rendite einbringen kann.

Berücksichtigt man vor diesem Hintergrund noch die vielfältigen ökologischen Vorteile von AFS gegenüber der gängigen landwirtschaftlichen Praxis, so wird deutlich, dass die Anlage und gewissenhafte Pflege von Baumstreifen eine vielversprechende Möglichkeit zur nachhaltigen Landwirtschaft und Förderung der Biodiversität darstellen.

Dies würde insbesondere dann gelten, wenn im deutschen Agrarrecht angemessene Förderinstrumente für AFS existieren würden. Obwohl hierzu gewisse Ansätze existieren, befindet sich Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern wie beispielsweise Frankreich deutlich im Hintertreffen. Ein Überblick über die gegenwärtige Rechtslage und Fördermöglichkeiten in Deutschland folgt im nachfolgenden Abschnitt.

IV Weiterführende Informationen

Gesetzliche Regelungen

Derzeit bestehen in Deutschland nur wenige Möglichkeiten einer direkten Förderung von AFS zur Wertholznutzung. Dieser Mangel ist darin mitbegründet, dass es bis heute keine rechtlich verbindliche Definition für AFS gibt. Immerhin existieren auf der Ebene der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) rechtliche Vorgaben für Fördermöglichkeiten, die jedoch recht eng gefasst sind und die letztlich von den einzelnen Mitgliedsstaaten ausgearbeitet und umgesetzt werden müssen – was in Deutschland bzw. den hiesigen Bundesländern noch nicht geschehen ist. Allerdings werden sich an diesen Regelungen in der nächsten GAP-Förderperiode ab 2021 einige Neuerungen ergeben. Im Folgenden wird daher nur ein sehr knapper Überblick über den rechtlichen Status Quo gegeben.

Fördermöglichkeiten von AFS

Die bereits erwähnten Vorgaben seitens der EU zur Förderung von AFS besagen beispielsweise in Art. 23 Abs. 1 der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013, dass den Anlegern eines AFS im Rahmen der 2. Säule der GAP eine Beihilfe gewährt werden kann. Diese kann bis zu 80 % der Anlagekosten betragen sowie eine jährliche Hektarprämie für die Bewirtschaftungskosten während eines Höchstzeitraums von fünf Jahren ermöglichen. Solche AFS-Flächen, die im Rahmen dieser Verordnung eine Beihilfe erhalten haben, sind gemäß Verordnung (EU) Nr. 1307/2013, Art. 46 Abs. 2e weiterhin im Rahmen des Greening-Programms in der 1. Säule als Ökologische Vorrangflächen einstuftbar. Der Gewichtungsfaktor wird gemäß Anhang X der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 639/2014 mit 1 pro m² angesetzt. Da jedoch in keinem deutschen Bundesland Definitionen und Parameterfestsetzungen existieren, welche die Förderung der Anlage von AFS aus der 2. Säule gewähren würden, ist es ebenfalls nicht möglich, AFS als Greening-Maßnahme anerkennen zu lassen. Es bedarf also dringend einer gebrauchsfähigen Definition von AFS in Deutschland, so dass weiterhin eine entsprechende Codierung für den Gemeinsamen Antrag geschaffen werden kann (Böhm et al., 2017).

Die einzige Ausnahme von dieser Situation bilden Streuobstwiesen, die eine spezielle Form von AFS darstellen. Für deren Bewirtschaftung existiert in Deutschland ein Nutzungscode als Dauerkultur, so dass in diesem Fall eine schlagbasierte Basisprämie beantragt werden kann. Außerdem existieren in den Bundesländern verschiede-

ne Förderprogramme zum Unterhalt oder der Pflege von Streuobstwiesen, die allerdings auch zeitlich begrenzt sein können. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, bei Interesse bei den jeweiligen Naturschutzbehörden oder Landwirtschaftsbehörden Informationen über den gegenwärtigen Stand der Fördermöglichkeiten einzuholen.

Einen weiteren Sonderfall stellen streifenförmig angelegte Kurzumtriebspflanzungen (KUP) mit beispielsweise Weiden oder Pappeln und einer landwirtschaftlichen Nutzung in den Zwischenbereichen dar. Diese können als Greening-Maßnahme mit einem Gewichtungsfaktor von 0,5 geltend gemacht werden. Allerdings erfordert dies einen erheblichen bürokratischen Aufwand, denn ein Feld muss hierfür in verschiedene Schläge aufgeteilt werden. Jeder KUP-Streifen und, falls räumlich abgetrennt, jeder Kulturstreifen muss separat mit dem entsprechenden Nutzungscode beantragt werden.

In ähnlicher Weise wie bei dem zuvor aufgeführten Beispiel mit den KUP-Streifen wäre ein AFS mit Streuobststreifen denkbar. Dabei muss jedoch die Mindestfläche für förderfähige Streuobstflächen beachtet werden, die in Baden-Württemberg bei 0,1 ha liegt.

Darüber hinaus bestehen auf der Ebene der Bundesländer alternative Fördermöglichkeiten für AFS. Beispielsweise können in Baden-Württemberg gemäß Gesetzblatt vom 28.12.2010 bestimmte AFS in das Ökokonto eines Betriebes aufgenommen werden. So findet man in Anlage 1 unter Punkt 1.2 Streuobstwiesen und Wertholzwiesen als Möglichkeit zur Förderung und Entwicklung von Grünland mit Baumbestand aufgeführt. In der Biotopwertliste des Tabellenteils sind daher unter Punkt 37.20 Kirschbaumkulturen als mehrjährige Sonderkulturen aufgeführt, und unter Punkt 45 sind Alleeen, Baumreihen, Baumgruppen, Einzelbäume sowie Streuobstbestände gelistet.

Insgesamt stehen demnach vereinzelt Möglichkeiten zur Verfügung, AFS in praktischer Hinsicht in die gegenwärtige Landschaft der agrarischen Förderprogramme einzubinden. Es ist zu hoffen, dass sich die deutsche Gesetzgebung rasch zu einer Aktualisierung der hierfür maßgeblichen Regelungen entschließt, um die Bewirtschaftung von AFS beispielsweise nach dem Vorbild Frankreichs erheblich zu vereinfachen und auch in ökonomischer Hinsicht attraktiver zu gestalten.

Nebst diesen förderrechtlichen Aspekten existieren wie im Folgenden beschrieben weitere Regelungen, die bei der Anlage von AFS beachtet werden müssen.

Sonstige Regelungen

Die Pflanzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen ist generell genehmigungsfrei, jedoch gilt es dabei, grundsätzliche Abstandsregeln einzuhalten.

Im Nachbarschaftsrecht ist geregelt, wie groß der Abstand von Bäumen zu angrenzenden Grundstücken mindestens sein muss. Je nach Bundesland variieren die Pflichtabstände für stark wachsende Baumarten zwischen 3 und 8 m und müssen für den Einzelfall nachgeschlagen werden. Diese Abstände dürfen mit Zustimmung des Nachbarn jedoch unterschritten werden. Da aber im Fall von Pächtern als Nachbarn die Zustimmung nicht für mögliche Pacht-nachfolger gilt, sollte in solchen Fällen von einer Unterschreitung dieser Abstände abgesehen werden.

Liegt ein Grundstück an Straßen, greift weiterhin die Straßenverkehrsordnung. An Straßen, die mit mehr als 50 km/h befahren werden dürfen, gilt ein Mindestabstand von Bäumen zum Fahrbahnrand von 4,5 m. Hochgewachsene Bäume müssen in diesem Bereich auf mindestens 4,5 m astfrei sein, d.h. sie müssen entsprechend hoch aufgestutzt werden.

Besonders die Anlage von AFS auf Pachtflächen sollte mit den Verpächtern der Anlage schriftlich geregelt werden – auch, wer in welcher Form vom Holztertrag profitiert. Außerdem muss geregelt sein, was geschieht, wenn der Pachtvertrag vor der Ernte der Wertholzbäume beendet wird.

Es empfiehlt sich weiterhin dringend, rechtzeitig vor der Anlage eines AFS mit den dafür zuständigen Landwirtschafts- und Naturschutzbehörden Kontakt aufzunehmen. Mit der Landwirtschaftsbehörde sollte geklärt werden, dass der Standort durch die vorgesehene Nutzungsform ihren Status als landwirtschaftliche Fläche nicht verliert, und dass Wertholzbäume bei Erreichen des angestrebten Zieldurchmessers geerntet werden dürfen. Mit der Naturschutzbehörde sollte geklärt werden, ob aus naturschutzfachlicher Sicht etwaige Bedenken hinsichtlich der Anlage und Bewirtschaftung des AFS bestehen. Diese beiden Behörden können auch Auskunft darüber erteilen, ob weitere landwirtschaftlich oder naturschutzfachlich relevante Regelungen beachtet werden müssen.

Bei praktischen Fragen hinsichtlich der Baumartenwahl können Forstämter oder auch Baumschulen befragt werden. Die Forstämter können auch Auskunft über die Vermarktungsmöglichkeiten erteilen. Bei weiteren Fragen können die Landwirtschaftsbehörden oftmals helfen. Hier

können Informationen oder Kontaktdaten von bestimmten Fachleuten eingeholt werden.

V Literaturverzeichnis

Verwendete Literatur

- Barrios, E., Valencia, V., Jonsson, M., Brauman, A., Hairiah, K., Mortimer, P.E., Okubo, S., 2018. Contribution of trees to the conservation of biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 14, 1–16.
- Bender, B., Chalmin, A., Reeg, T., Konold, W., Mastel, K., Spiecker, H., 2009. Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern: Leitfaden für die Praxis. Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Böhm, C., Tsonkova, P., Albrecht, E., Zehlius-Eckert, W., 2017. Zur Notwendigkeit einer kontrollfähigen Definition für Agroforstschläge. *Agrar- und Umweltrecht* 1, 7–12.
- Chalmin, A., 2009. Produktionsaspekte in Agroforstsystemen mit Werthölzern – landwirtschaftliche Produktion, in: T. Reeg, A. Bemman, W. Konold, D. Murach, H. Spiecker (Hg.), *Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen*. Weinheim: Wiley-VCH, S. 275-288.
- DeFAF, 2019. Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft [WWW Document]. URL https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2019/06/Infoblatt_DeFAF.pdf (accessed 10.22.19).
- Engels, W., Schulz, U., Radle, M., 1994. Use of the Tübingen mix for bee pasture in Germany.
- Jäger, M., 2017. Agroforstsysteme: Hochstamm-, Wildobst- und Laubbäume mit Kulturpflanzen kombinieren. AGRIDEA.
- Kort, J., Collins, M., Ditsch, D., 1998. A review of soil erosion potential associated with biomass crops. *Biomass and Bioenergy* 14, 351–359.
- Lys, J.-A., Nentwig, W., 1992. Augmentation of beneficial arthropods by strip-management – 4. Surface activity, movements and activity density of abundant carabid beetles in a cereal field. *Oecologia* 92, 373–382.
- Ong, C.K., Corlett, J.E., Singh, R.P., Black, C.R., 1991. Above and below ground interactions in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management* 45, 45–57.
- Schulz, V.S., Munz, S., Stolzenburg, K., Hartung, J., Weisenburger, S., Graeff-Hönninger, S., 2019. Impact of different shading levels on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomy* 9(6), 330-350.
- Schulz, V.S., Munz, S., Stolzenburg, K., Hartung, J., Weisenburger, S., Mastel, K., Möller, K., Claupein, W., Graeff-Hönninger, S., 2018. Biomass and biogas yield of maize (*Zea mays* L.) grown under artificial shading. *Agriculture* 8(11), 178-194.
- Schulz, V.S., Weisenburger, S., Butz, A., 2017a. Auswirkungen von Beschattung durch Agroforst auf landwirtschaftliche Kulturen, in: *Bäume in der Land(wirt)schaft – von der Theorie in die Praxis: 5. Forum Agroforstsysteme vom 30.11. bis 01.12.2016 in Senftenberg*. Cottbus, pp. 132–137.
- Schulz, V.S., Weisenburger, S., Munz, S., Claupein, W., Graeff-Hönninger, S., 2017b. Effekte von Schatten in einem silvoarablen Agroforstsystem auf Entwicklung und Ertrag zweier Wintergetreide (Wintergerste und Winterweizen) mit unterschiedlicher Nutzungsrichtung, in: *Anforderungen an den Pflanzenbau in einer sich urbanisierenden Welt, Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*. Liddy Halm, Göttingen, S. 245–246.
- Seidl, F., 2014. Agroforstsysteme – Ergebnisse der Versuche in Karlsruhe-Stupferich, Informationen für die Pflanzenproduktion. Karlsruhe.
- Smith, H.J.C., Levy, G.J., Shainberg, I., 1990. Water-droplet energy and soil amendments: Effect on infiltration and erosion. *Soil Science Society of America Journal* 54, 1084–1087.

Weiterführende Literatur

- Böhm, C., Tsonkova, P., Zehlius-Eckert, W., 2017. Wie können Agroforstsysteme praktikabel in das deutsche Agrarförderrecht eingebunden werden, in: Böhm, C. (Hg.): *Bäume in der Land(wirt)schaft – von der Theorie in die Praxis*. Tagungsband des 5. Forums Agroforstsysteme vom 30.11. bis 01.12.2016 in Senftenberg, S. 7-16.
- Kern, S., Bednar, S., 2011. Blühende Landschaften. Rückkehr zur Artenvielfalt in Oberschwaben – Eine Handreichung für die Praxis.
- Konold, W., 2018. Feldholzanbau im kurzen Umtrieb: ein Rückblick in die Geschichte, in: Veste, M., Böhm, C. (Hg.), *Agrarholz – Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft: Biologie – Ökologie – Management*. Springer, Berlin, Heidelberg, S. 17–55.
- Konold, W., Reeg, T., 2010. Historische agroforstliche Nutzformen in Mitteleuropa, in: *Alemannisches Jahrbuch 2007/2008*. S. 173–203.
- Morhart, C., Sheppard, J., Douglas, G.C., Lunny, R., Spiecker, H., Nahm, M., 2016. Wertholzproduktion in Agroforstsystemen – Ein Leitfaden für die Praxis.

- Professur für Waldwachstum, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau.
- Nahm, M., Morhart, C., 2017. Multifunktionalität und Vielfalt von Agroforstwirtschaft, in: Böhm, C. (Hg.): Bäume in der Land(wirt)schaft – von der Theorie in die Praxis. Tagungsband des 5. Forums Agroforstsysteme vom 30.11. bis 01.12.2016 in Senftenberg, S. 17-24.
- Oelke, M., 2013. Multifunktionale Bewertung von Agroforstsystemen: ein Forschungsbericht für die Praxis. Professur für Landespflege. Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau.
- Reeg, T., Bemman, A., Konold, W., Murach, D., Spiecker, H. (Hg.), 2009. Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim: Wiley-VCH.
- Sharaf, H., 2018. Vegetationsuntersuchungen in einem Agroforstsystem mit Wertholzproduktion: Analyse naturschutzfachlicher Potenziale verschiedener Einsaaten und Behandlungsmethoden sowie der Wechselwirkung zwischen Wertholz, Krautvegetation und landwirtschaftlich genutzten Flächen. Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau.
- Sheppard, J., Urmes, M., Morhart, C., Spiecker, H., 2016. Factors affecting branch wound occlusion and associated decay following pruning—a case study with wild cherry (*Prunus avium* L.). *Annals of Silvicultural Research* 40, 133–139.
- Unsel, R., Reppin, N., Eckstein, K., Zehlius-Eckert, W., Hoffmann, H., Huber, T., 2011. Leitfaden Agroforstsysteme–Möglichkeiten zur naturschutzgerechten Etablierung von Agroforstsystemen. Bundesamt für Naturschutz.

