

Loseblatt # 38

EMPFEHLUNGEN FÜR DIE RÄUMLI- CHE GESTALTUNG (LAYOUT) VON AG- ROFORSTFLÄCHEN FÜR EINE EFFIZIENTE BEWIRTSCHAFTUNG

Ralf Pecenka, Hannes Lenz, Susann Skalda, Thomas Domin



Empfehlungen für die räumliche Gestaltung (Layout) von Agroforstflächen für eine effiziente Bewirtschaftung

Autoren

Ralf Pecenka, Hannes Lenz, Susann Skalda, Thomas Domin

Anschriften und Kontaktdaten

Dr.-Ing. Ralf Pecenka, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB),
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam,
e-mail: rpecenka@atb-potsdam.de

Dr. Hannes Lenz, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB),
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam,
e-mail: hlenz@atb-potsdam.de

Susann Skalda, Biomasse Schraden e.V., Hauptstraße 2, 04932 Großthiemig
e-mail: biomasse-schraden@t-online.de

Thomas Domin, Landwirtschaftsbetrieb Domin, Feldstraße 20, 01945 Senftenberg (Peickwitz)
e-mail: info@landwirt-domin.de

Forschungsprojekt

"Innovationsgruppe AUFWERTEN – Agroforstliche Umweltleistungen für Wertschöpfung und Energie"

Projektlaufzeit: 01.11.2014 bis 31.07.2019

URL: <http://agroforst-info.de/>

Förderung und Förderkennzeichen:

Die Förderung des Projektes erfolgte durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenprogramms Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA)

Förderkennzeichen: 033L129

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Loseblattes liegt bei den Autoren.

Potsdam, den 16.05.2020

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis.....	1
Zusammenfassung	2
1 Einleitung	3
2 Flächenlayout.....	4
2.1 Positionierung des Agrarholzbestandes im Ackerschlag und Fahrwege	4
2.2 Längen-Breiten-Verhältnisse für Gehölzstreifen	6
2.3 Reihenabstand und Pflanzabstand in der Reihe	7
4 Schlussfolgerungen	7
Literatur	8

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Gestaltungsrahmen für ein Agroforstsystem, basierend auf Feldgassen zwischen Gehölzstreifen (Alley cropping).....	5
Abbildung 2: Gestaltungsrahmen für ein Agroforstsystem, basierend auf Feldgassen und einem zusätzlichen Grenzstreifen.....	5
Abbildung 3: Empfehlung für Breiten des Ackerstreifens und der Sicherheitsabstände zu den Baumreihen für eine störungsfreie Feldbearbeitung (insbesondere unter Berücksichtigung der Arbeitsbreite vorhandener Feldspritzen).....	6
Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Ertrag in der Randreihe und Gesamtertrag eines Agrarholzbestandes	6
Abbildung 5: Gegenüberstellung der Arbeitszeitanteile während der Ernte von Agrarholzbeständen (Ernte mit Feldhäcksler Claas Jaguar 900/950 mit HV 1400 KUP-Vorsatzgerät).....	7
Abbildung 6: Zusammenhang von Maschinenbreiten und Reihenabstand in Gehölzstreifen (nach Landgraf et al. 2018).....	8

ZUSAMMENFASSUNG

Agroforstsysteme lassen sich je nach Produktionsziel und Kombination von Holzproduktion, Ackerbau und Viehhaltung sehr vielfältig gestalten. Der Schwerpunkt der hier zusammengefassten Empfehlungen liegt auf der Kombination von Gehölzstreifen und Ackerbau, einer Kombination bei der sich die Anlage der Gehölzstrukturen am deutlichsten auf die Bewirtschaftungskosten des gesamten Agroforstsystems auswirkt. Durch den Baumbestand ändern sich die Rahmenbedingungen für die maschinelle Bewirtschaftung der integrierten Ackerfläche erheblich. Deshalb muss bereits bei der Anlage eines Agroforstsystems sowohl die Anforderungen der vorhandenen Technik für die Feldbearbeitung (z.B. Arbeitsbreite der eingesetzten Feldspritze) und ebenso die später einzusetzende Erntetechnik für die Gehölzstreifen berücksichtigt werden. Das Layout des Gesamtsystems ist hinsichtlich Mindestabständen und Flächengrößen, Reihenausrichtung und -anzahl sowie Pflanzabstand anzupassen. Der Flächenanteil der Randreihen bezogen auf die gesamte Gehölzfläche ist bei einem richtig angelegten AFS deutlich höher als bei einer KUP. Da die Erträge in den Randreihen je nach Standort deutlich über dem Bestandsmittel liegen, ist hiermit ein wirtschaftlicher Vorteil von AFS im Vergleich zu KUP verbunden. Dieser Vorteil lässt sich jedoch nur nutzen, wenn die verfügbare Erntetechnik auch in den Randreihen störungsfrei arbeitet.

1 EINLEITUNG

Bei der Anlage von Agroforstflächen müssen im Rahmen der konkreten Flächenaufteilung insbesondere folgende Fragen bedacht werden:

- Was soll das Hauptprodukt bzw. Ziel des Agroforstsystems sein (z.B. Holzproduktion, Erosionsschutz)?
- Soll die Anlage, Bewirtschaftung und Ernte überwiegend in Eigenleistung erfolgen oder ist eine Zusammenarbeit mit Dienstleistern geplant?
- Soll das Endprodukt selbst genutzt oder vermarktet werden?
- Welche Anforderungen werden an die Qualität des Endproduktes gestellt?
- Welche landwirtschaftlichen Flächen, Infrastruktur und technische Ausstattung stehen zur Verfügung?
- Soll das produzierte Holz stofflich oder energetisch genutzt werden?
- Welche Baumarten/Sorten sollen angebaut werden?
- Welche Umtriebszeiten werden angestrebt?
- Wie können die Anforderungen zur Einhaltung der Beihilferechtlichen Mindestflächengrößen eingehalten werden?

Der Schwerpunkt der folgenden Empfehlungen liegt im Bereich der bewirtschaftungstechnischen Aspekte der Flächenanlage. Hierbei stehen folgende Fragen im Mittelpunkt:

- Welche Rahmenbedingungen sollten bei der Positionierung von Gehölzstreifen in einen Ackerschlag beachtet werden?
- Welche Reihenabstände sind für das Befahren der Fläche während der Pflege und Ernte erforderlich?
- Welche Längen-Breitenverhältnisse bzw. Reihenausrichtungen sind für die Bewirtschaftung empfehlenswert?

Empfehlungen zu Sortenwahl, Pflanztechnik u.ä. finden sich u.a. in den **Loseblättern # 36** und **# 37** (Sorteneignung, Ertrag, Erfahrungen Pflanzung/Pflege). Einen allgemeinen Überblick zum Themengebiet „Anpflanzen von Agrarholz“ geben auch z.B. die verschiedenen Leitlinien oder Fachbücher aus dem Bereich Kurzumtriebsplantagen wie z.B.:

- Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen: Leitfaden für Produzenten und Nutzer im Land Brandenburg (B.E.T.I. 2013),
- Agrarholz – Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft (Veste und Böhm 2018),
- Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen (Feldwisch 2011),
- DLG-Merkblatt 371 und 372 (Kurzumtriebsplantagen, Kosten).

Der Schwerpunkt der folgenden Darstellung liegt auf den Agroforstsystemen zur Gehölzernte im kurzen und mittleren Umtrieb (siehe **Loseblatt # 39**). Systeme für den langen Umtrieb müssen manuell oder mit Forsttechnik geerntet werden. Auch wenn diese „forstlichen“ Systeme hier nicht im Detail betrachtet werden, sind viele der folgenden Vorgaben zum optimalen Flächenlayout auch auf diese übertragbar.

2 FLÄCHENLAYOUT

Die räumliche Gestaltung eines Agroforstsystems legt wesentliche bewirtschaftungstechnische Rahmenbedingungen und damit Kostenfaktoren und Umweltleistungen für die gesamte Lebensdauer des Systems von mindestens 20 Jahren fest. Allgemein können auf Grundlage der Kombination der einzelnen Landnutzungskomponenten Agroforstsysteme in drei Klassen eingeteilt werden (Veste und Böhm 2018):

- 1) silvoarable Systeme als Kombination von Gehölzen mit Ackerkulturen,
- 2) silvopastorale Systeme als Kombination von Gehölzen und Grünland zur Viehhaltung,
- 3) agrosilvopastorale Systeme als Kombination aller 3 Komponenten – Gehölze, Ackerkultur und Viehhaltung – in einer Bewirtschaftungseinheit.

Der Fokus der weiteren Betrachtungen wird beispielhaft auf die silvoarablen Systeme, die Kombination von Gehölzen mit Ackerkulturen, gelegt. In diesem System wirkt sich die Anlage der Gehölzstrukturen am deutlichsten auf die Bewirtschaftungskosten des gesamten Agroforstsystems aus, da sich durch den Baumbestand die Rahmenbedingungen für die maschinelle Bewirtschaftung der integrierten Ackerfläche erheblich ändern. Ist man als Flächenbewirtschafter auf fremde Erntetechnik oder die Unterstützung durch Lohnunternehmen angewiesen, spielt die Größe der zu beerntenden Gehölzfläche eine entscheidende Rolle für deren Wirtschaftlichkeit. Prinzipiell gilt: je größer die Fläche bzw. die Erntemenge ist, umso geringer sind die spezifischen Erntekosten je Fläche bzw. Mengeneinheit.

2.1 Positionierung des Agrarholzbestandes im Ackerschlag und Fahrwege

Die Ausrichtung der Gehölzstreifen sollte möglichst quer zur Hauptwindrichtung erfolgen, um Winderosion und den mit sommerlich warmen Winden verbundenen erhöhten Feuchtigkeitsausstrag aus der Fläche zu reduzieren. Bei der Verteilung der Gehölzstreifen sind insbesondere folgende Rahmenbedingungen zu beachten:

1. Jeder einzelne Gehölzstreifen muss die beihilferechtlich erforderliche Mindestgröße erreichen (derzeit 0,3 ha, siehe auch **Loseblätter # 49** und **# 55**)
2. Sollten die Gehölzstreifen im langen Umtrieb bewirtschaftet werden, müssen die Bäume manuell geerntet werden. Hierdurch erhöhen sich die Erntekosten erheblich. Allerdings entfallen hierdurch die im Folgenden genannten Restriktionen der maschinellen Bearbeitung.
3. Für die effiziente maschinelle Bearbeitung sollten die Gehölzstreifen möglichst lang sein, um die erforderlichen Wendefläche und -zeiten für die Erntetechnik zu reduzieren.
4. Maschinen zur Hackschnitzelernte und automatisierten Ganzbaumernte benötigen an den Stirnseiten der Gehölzstreifen Vorgewende von mindestens 12 m.
5. Die Gehölzblöcke müssen so positioniert werden, dass die verfügbare Technik zur Feldbearbeitung ungehindert im Ackerschlag eingesetzt werden kann. Limitierend ist hier häufig die Arbeitsbreite der Technik zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln. D.h., kein Abschnitt darf schmaler als die Spritzbreite sein (in der Regel 18/24/36 m) zuzüglich eines Sicherheitsabstandes, der die seitliche Ausdehnung der Baumkronen berücksichtigt.

- Die Festlegung des Abstands zwischen den Gehölzstreifen richtet sich nach den Arbeitsbreiten der verfügbaren Maschinen zur Bewirtschaftung der Ackerfläche. Für eine optimale Interaktion von Gehölzstreifen und Acker beträgt nach aktuellem Kenntnisstand die Mindestbreite 26 m, die maximale Breite sollte 60 m nicht überschreiten (Empfehlung: 50 m).

Abbildungen 1 und 2 geben einen grundlegenden Überblick zur Beachtung der vielfältigen Rahmenbedingungen in der Praxis am Beispiel der Unterteilung eines größeren Ackerschlag in mehrere Teilschläge. Hieraus lassen sich je nach Standortbedingungen vielfältige weitere Varianten ableiten. Agroforstsysteme können z.B. auch als Gewässerrandstreifen angelegt werden. Doch immer wenn ein Gehölzbestand als Randstreifen angelegt wird, müssen die möglichen Fahrwege für die Ernte- und Abfahrtechnik von Beginn an mit eingeplant werden. Ein Herausfahren aus der Gehölzreihe ist in der Regel nicht möglich, da ein Überfahren der Stöcke zur Beschädigung der Fahrzeugreifen führt. Sollen einstufige Ernteverfahren genutzt werden (vergleichbar mit der Silomaisernnte, siehe [Loseblatt # 39](#)), müssen die Fahrwege bereits bei der Gehölzstreifenpflanzung so geplant werden, dass Ernte- und Transportfahrzeug parallel zueinander fahren können.

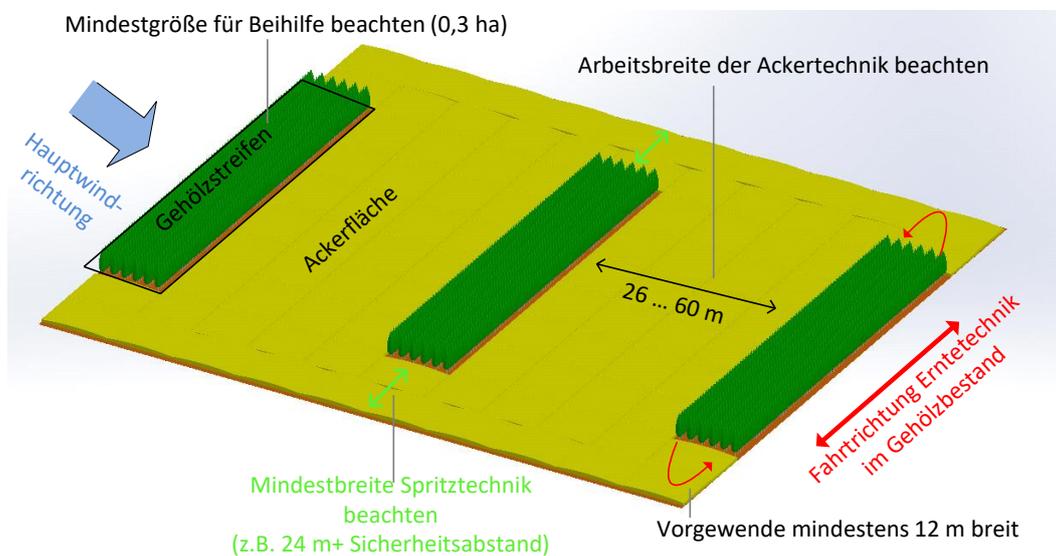


Abbildung 1: Gestaltungsrahmen für ein Agroforstsystem, basierend auf Feldgassen zwischen Gehölzstreifen (Alley cropping)

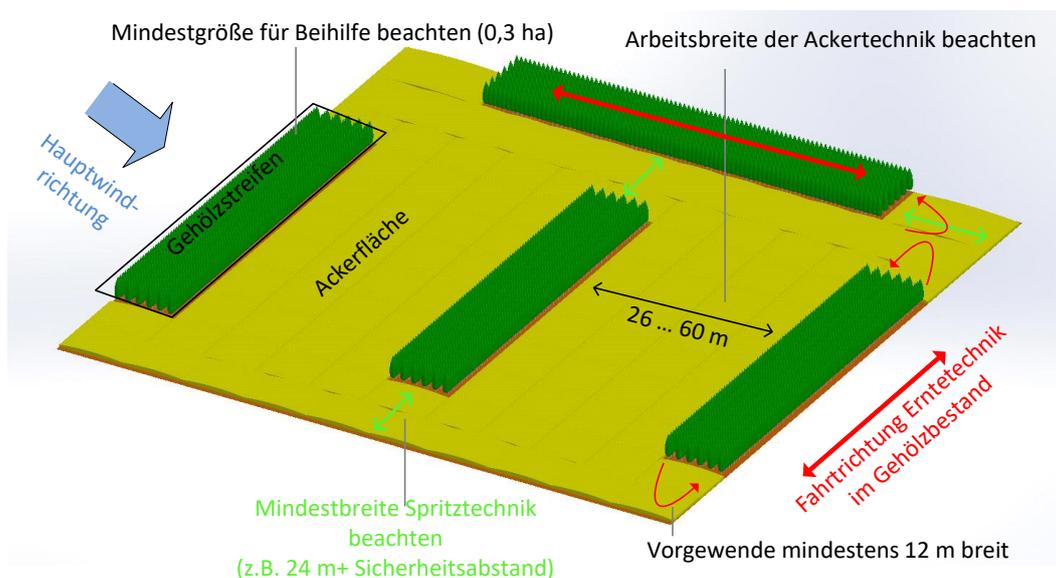
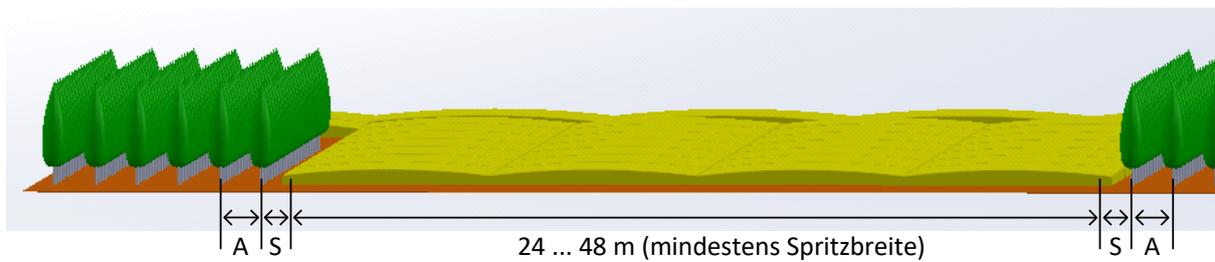


Abbildung 2: Gestaltungsrahmen für ein Agroforstsystem, basierend auf Feldgassen und einem zusätzlichen Grenzstreifen



A ... Reihenabstand (z.B. 2,4 m)

S ... Sicherheitsabstand für störungsfreie Feldbearbeitung (ca. ½ Reihenabstand)

Abbildung 3: Empfehlung für Breiten des Ackerstreifens und der Sicherheitsabstände zu den Baumreihen für eine störungsfreie Feldbearbeitung (insbesondere unter Berücksichtigung der Arbeitsbreite vorhandener Feldspritzen)

2.2 Längen-Breiten-Verhältnisse für Gehölzstreifen

Hinsichtlich der Breite der Gehölzstreifen muss überlegt werden, ob dieser auch unter Berücksichtigung der zyklischen Ernten (z.B. alle 4 Jahre) seine Windschutzfunktion ununterbrochen erfüllen soll. Für den ununterbrochenen Windschutz sollten z.B. Gehölzstreifen bestehend aus mindestens 6 Einzelreihen angepflanzt werden. Von diesen Streifen kann dann jeweils eine Seite bestehend aus 3 Reihen in verschiedenen Jahren geerntet werden, so dass immer ein Teilbereich des Gehölzstreifen ausreichend dicht und hoch mit Bäumen bewachsen ist.

In den Randreihen eines Gehölzbestands liegen die Holzerträge je nach Standortbedingungen 20 – 90 % über den Durchschnittserträgen eines flächigen Agrarholzbestandes (Abbildung 3). Dieser Mehrertrag kann einerseits die Wirtschaftlichkeit eines Agroforstsystems deutlich verbessern, muss andererseits aber unbedingt bei der Planung der Ernte berücksichtigt werden. Die Stammdurchmesser von Bäumen in Randreihen sind häufig doppelt so groß wie im Bestandsdurchschnitt – hierauf muss die Erntetechnik entsprechend eingestellt sein. Ferner ist der Astanteil oder der Anteil von z.B. seitlich geneigt gewachsenen Bäume (dem verbesserten Lichtangebot in Richtung Ackerflächen entgegengewachsen) in Randreihen erheblich höher – eine weitere Herausforderung für die Ernte im kontinuierlichen Verfahren.

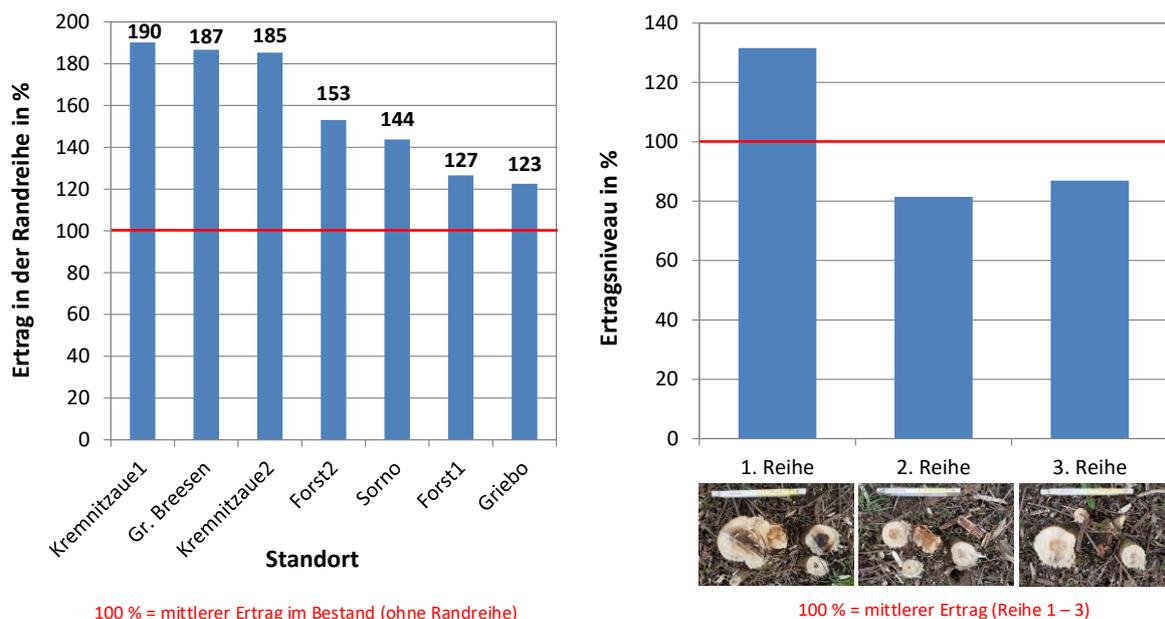


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Ertrag in der Randreihe und Gesamtertrag eines Agrarholzbestandes

Durch das Anlegen sehr langer und schmaler Gehölzstreifen können nicht nur die positiven Ertragseffekte der Randreihen besser genutzt werden. Ebenso verringern sich hierdurch die erforderlichen Wendezeiten für die Erntemaschinen und der prozentuale Flächenanteil der Vorgewende an der gesamten verfügbaren Feldfläche. Das Anlegen von dreieckigen Gehölzflächen sollte folglich vermieden werden, da hierdurch sowohl die erforderlichen Vorgewendeflächen aber vor allem die Wendezeiten bei der Ernte erheblich zunehmen. Dass der Anteil der Wendezeit an der Gesamtarbeitszeit in der Ernte einen erheblichen kostenrelevanten Anteil darstellt, zeigt Abbildung 5 am Beispiel von Arbeitszeitstudien aus der Ernte einer Kurzumtriebsplantage und einer Agroforstfläche. Der hohe Anteil der Stör- und Reparaturzeiten bei der AFS-Ernte mit dem Feldhäcksler ist auf die große Anzahl von Bäumen mit Stammfußdurchmessern zwischen 12 ... 15 cm in der Randreihe zurückzuführen (Pecenka et al. 2018).

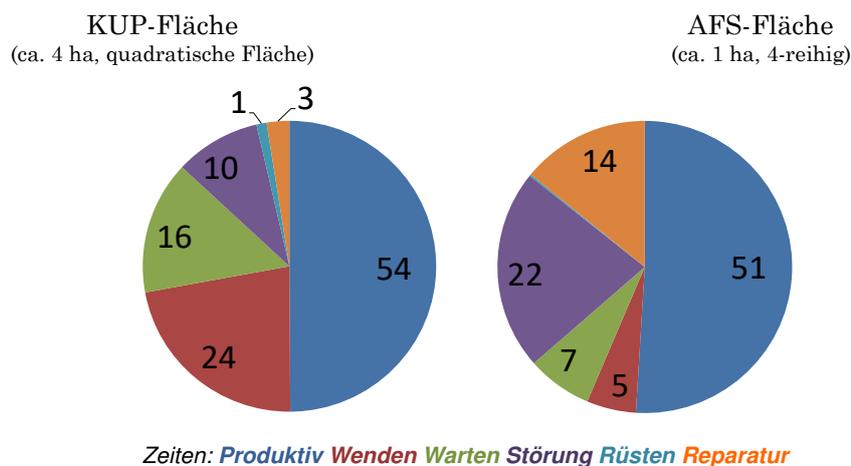


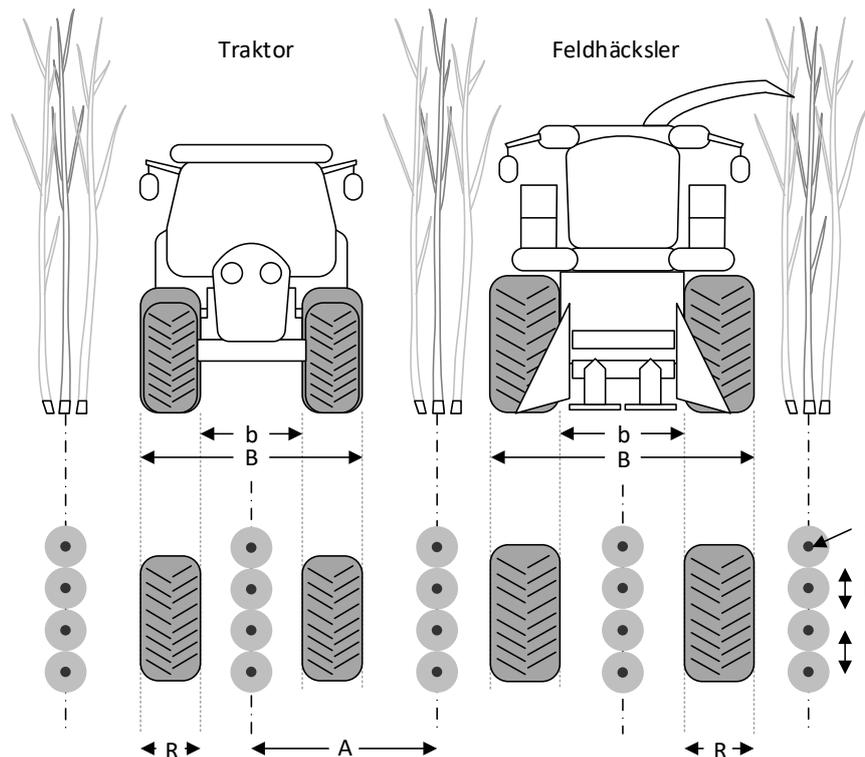
Abbildung 5: Gegenüberstellung der Arbeitszeitanteile während der Ernte von Agrarholzbeständen (Ernte mit Feldhäcksler Claas Jaguar 900/950 mit HV 1400 KUP-Vorsatzgerät).

2.3 Reihenabstand und Pflanzabstand in der Reihe

Für den störungsfreien Einsatz ausgewählter Erntetechnik und eine hohe Ernteleistung muss die Flächenanlage sich an der verwendeten Erntetechnik orientieren. Entsprechend sind nicht nur erforderliche Vorgewende sondern auch geeignete Reihen- und Pflanzabstände zu wählen. Abbildung 6 zeigt die Zusammenhänge zwischen Maschinenbreite und Reihenabstand. Für die störungsfreie Bewirtschaftung der Gehölzstreifen müssen insbesondere die Spurbreiten der Ernte- und Transportsysteme berücksichtigt werden (Landgraf et al. 2018). Da sich aus den einzelnen Bäumen nach wiederholter Ernte Gehölzstöcke mit erheblichen Durchmessern entwickeln können (z.B. bei Pappel nach 25 Jahren mit Durchmessern von ca. 50 cm), sollten zusätzliche Sicherheitsaufschläge für die Reihenabstände berücksichtigt werden. Daher werden für die Anlage von Pappelgehölzstreifen für den kurzen und mittleren Umtrieb Reihenabstände von ca. 2,4 m empfohlen.

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Bereits bei der Anlage eines Agroforstsystems muss unbedingt die später einzusetzende Erntetechnik berücksichtigt werden und das Layout einer Fläche entsprechend hinsichtlich Reihenausrichtung, Anzahl und Pflanzabstand angepasst werden. Der Flächenanteil der Randreihen bezogen auf die gesamte Gehölzfläche ist bei einem richtig angelegten AFS deutlich höher als bei einer KUP. Die Erträge in den Randreihen liegen je nach Standort erheblich über denen einer KUP, verbunden mit entsprechenden wirtschaftlichen Vorteilen. Dieser Vorteil lässt sich jedoch nur nutzen, wenn die verfügbare Erntetechnik auch in den Randreihen störungsfrei arbeitet.



	Merkmal	Typische Maße	
a	Pflanzenabstand	0,4 ... 0,7 m	
A	Reihenabstand	mindestens 2,4 m	
b	Spurweite innen	Traktor: 1,1 ... 1,4 m	Häcksler: 1,1 ... 1,7 m
B	Spurweite außen	Traktor: 2,5 ... 2,8 m	Häcksler: 2,9 ... 3,3 m
d	Pflanzenplatzdurchmesser zur ersten Ernte	Entsprechend Schnittdurchmesser 10 ... 15 (20) cm	
D	Pflanzenplatzdurchmesser nach mehrmaliger Ernte	0,3 ... 0,5 m	
R	Reifenbreite (Standardbereifung)	Traktor: 62 ... 71 cm	Häcksler: 71 ... 90 cm

Abbildung 6: Zusammenhang von Maschinenbreiten und Reihenabstand in Gehölzstreifen (nach Landgraf et al. 2018)

LITERATUR

B.E.T.I. (Hrsg.) (2013): Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen: Leitfaden für Produzenten und Nutzer im Land Brandenburg, Brandenburgische Energie Technologie Initiative, Potsdam

Feldwisch N. (2011): Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Geologie, Dresden

Landgraf D., Bärwolff M., Burger F., Pecenka R., Hering T., Schweier J. (2018): Produktivität, Management und Nutzung von Agrarholz. In: Veste M., Böhm C. (Hrsg.), Agrarholz – Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft: Biologie - Ökologie - Management, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 447-510

Pecenka R., Ehlert D., Lenz H., Hoffmann T. (2018): Field performance of forage harvesters and a mower-chipper for harvest of short rotation coppices, in: Etaflorence (Ed.) 26th European Biomass Conference & Exhibition, Etaflorence, Kopenhagen

Veste M., Böhm C. (Hrsg.) (2018): Agrarholz – Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft: Biologie - Ökologie - Management, Springer Spektrum, Berlin Heidelberg