

DAF-Tagung 2023, Rolle von Wäldern und Bäumen im Klimawandel
11. bis 12. Oktober 2023, Berlin

Ökosystemleistungen von Agroforstsystemen

Dr. Christian Böhm
Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF) e.V.
Kontakt: T: 0355 694145 --- E: boehm@defaf.de

Ökosystemleistungen ...

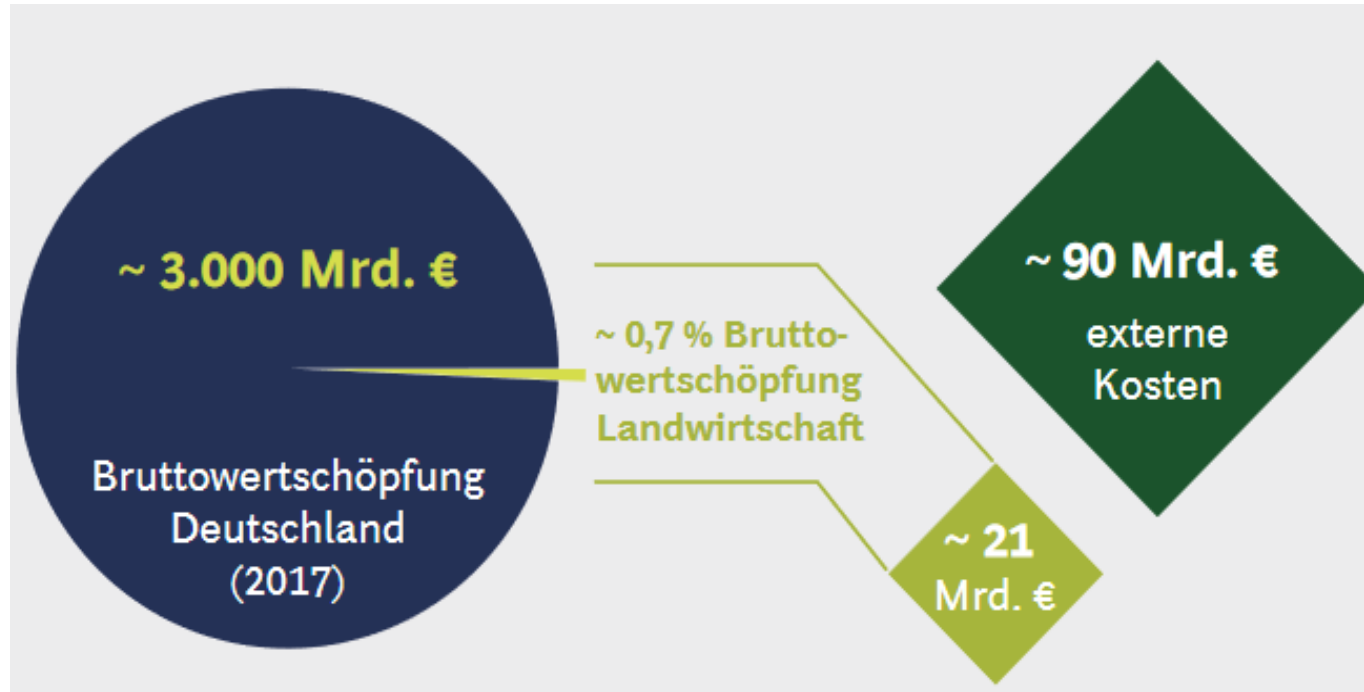
... sind Güter und Leistungen, die dem Menschen durch die Ökosysteme bereitgestellt werden

(anlehnend an Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.)



© Dominik Jentzsch, abgerufen unter: <https://www.deutschland-summt.de/oekosystemleistungen.html>

Bruttowertschöpfung und externe Kosten der Landwirtschaft im Verhältnis



Quelle: Kurth et al. (2019): Die Zukunft der deutschen Landwirtschaft nachhaltig sichern – Denkanstöße und Szenarien für ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit. Studie der Boston Consulting Group (BCG), 59 S.

- resultierende ökologische externe Kosten der Landwirtschaft = ca. 90 Mrd. Euro/Jahr
- Davon ca. 50 Mrd. Euro für Verlust von Ökosystemleistungen
- Externe Kosten somit mehr als viermal so hoch wie gesamte Bruttowertschöpfung des landwirtschaftlichen Sektors
- Durch EU-Direktzahlungen, Verwaltungsleistungen u.a. zusätzlich Kosten in Höhe von 10 Mrd. Euro/Jahr
- In Landwirtschaft ca. 100 Mrd. Euro/Jahr Kosten, die von Gesellschaft getragen und in Kostenrechnung der Landwirte nicht berücksichtigt werden

Beispiele von Agroforstsystemen in Deutschland



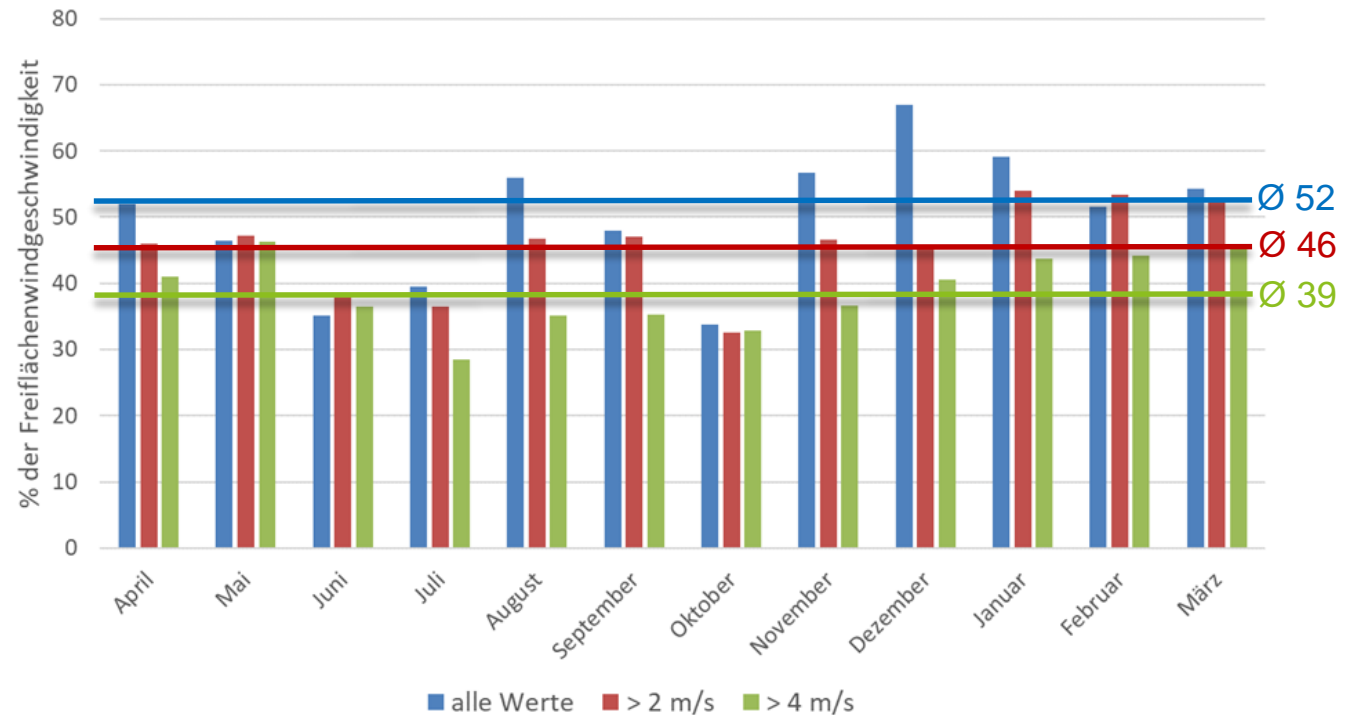
Ökosystemleistungen durch Agroforstsysteme (Auswahl) / Multifunktionalität

A	G	R	O	F	O
R	S	T	W	I	R
S	C	H	A	F	T

Schutz vor Bodenabtrag – Verminderung von Winderosion



Mittlere Reduktion der Windgeschwindigkeit auf einem 48 m breiten Ackerfruchtstreifen in Bezug zur Freifläche (Referenz) in Abhängigkeit des Monats (Messzeitraum = 20. April 2017 bis 20. März 2018)



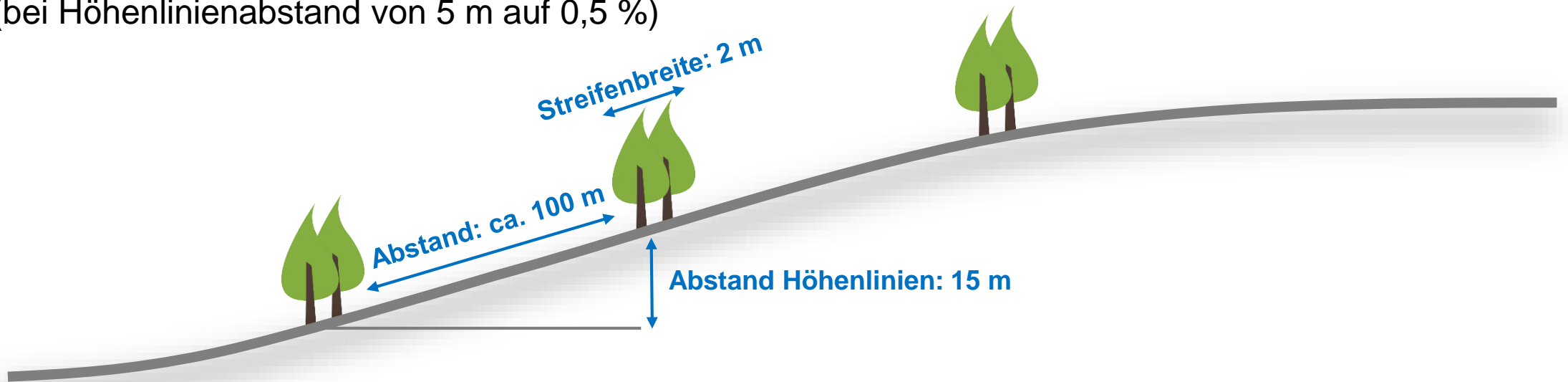
Quelle: Böhm C., Kanzler M., Domin T. (2020): Auswirkungen von Agrarholzstrukturen auf die Windgeschwindigkeit in Agrarräumen. Innovationsgruppe AUFWERTEN, Loseblattsammlung, Loseblatt # 3

Schutz vor Bodenabtrag – Verminderung von Wassererosion

Einfluss von Agroforstgehölzstreifen am Hang auf Erosionswahrscheinlichkeit

Durch Anlage von Gehölzstreifen im Höhenlinienabstand von 15 m (= 100 m Entfernung) verringerte sich Flächenanteil besonders erosionswirksamer Abflussbahnen von 14,3 auf 1,6 %

(bei Höhenlinienabstand von 5 m auf 0,5 %)



Quelle: Anlehnend an Modellierungsergebnisse von Kontremba, C., Scheer, D., Trapp, M., Thomas, K. (2016): Hochauflösende GIS-basierte Bodenabtragsmodellierungen für ausgewählte Agrarstandorte in Rheinland-Pfalz, *Bodenschutz* 2/2016, 46-56.

Bei 100 m Abstand zwischen 5 m breiten Gehölzstreifen = 1 Gehölzstreifen / ha LF

→ 5 ha Gehölzfläche für Erosionsschutz von 100 ha LF

Bodenerosion – Kosten für Prävention vs. Kosten für Schäden (Offsite)

Ø Anlagekosten je Hektar Agroforstgehölzstreifen: 7.000 €; Bewirtschaftung durch Landwirtschaftsbetrieb

Beispiel Department Seine Maritime (knapp 6.300 km²)
nach Patault et al. (2021)



+ Reinigungskosten in Wasseraufbereitungsanlagen
+ über Versicherungen regulierte Schäden (z.B. an Immobilien)
= 155 bis 190 Mio. € (innerhalb von ca. 25 Jahren)

+ Investitionskosten und Wartungskosten für Erosionsschutz
Gesamtkosten = 494 bis 604 Mio. € (in ca. 25 Jahren)

Davon für Hecken ca. 3,3 Mio. € (Investition) bzw. 2,6 Mio. € (Wartung)
→ ca. 1,7 % der Investitions- und Wartungskosten

Quelle: Patault, E. et al. (2021): Analysis of off-site economic costs induced by runoff and soil erosion: Example of two areas in the northwestern European loess belt for the last two decades (Normandy, France). Land Use Policy 108, 1-12 (teilweise verändert)

Kosten durch Überschwemmungen, Murgänge, Erdbeben und damit verbundene Bagger- und Straßenreinigungsarbeiten (Verkehrsinfrastruktur)

Jahr	Seine-Maritime			Straßendienst des Departements Seine-Maritime Baggerarbeiten im Auftrag von Unternehmen, Straßenreinigung und Reparaturen
	Schlammfluss	Erdrutsch	Überschwemmung	
2012	39.123	5 606	24.469	*
2013	3 132	0	286.562	*
2014	6 547	0	4 376	*
2015	595	0	0	873.000
2016	15.650	0	0	1.020.600
2017	8 225	0	1 590	873.000
2018	2 887	47.747	167.610	1.123.000
2019	*	*	*	*
2020	*	*	*	*
Gesamtkosten (€ exkl. MwSt.)	614.119			3.889.600
Durchschnittliche jährliche Kosten (€ ohne Steuern)	8462	5928	53.845	972.400

**Gesamt rund
4,5 Mio. €**

* = keine Daten



Bodenerosion – Kosten für Prävention vs. Kosten für Schäden (Onsite)

Ø Anlagekosten je Hektar Agroforstgehölzstreifen: 7.000 €; Bewirtschaftung durch Landwirtschaftsbetrieb



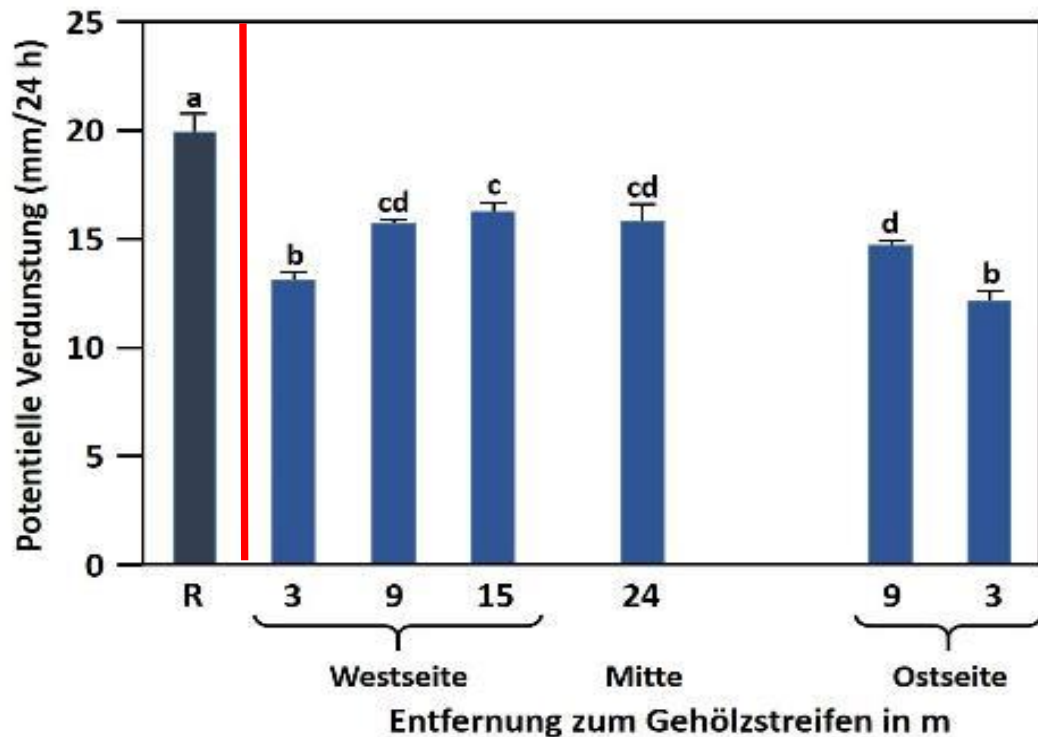
- **Produktivitätsverlust** → Abnahme des Oberbodens, Reduzierung des Humusgehaltes, Rückgang der Wasserspeicherkapazität, weniger Erträge
- **Nährstoffverlust** → ggf. mehr Düngemittel notwendig

→ Panagos et al. (2018): **Jährliche Kosten durch Produktivitätsverlust in EU = 1,25 Milliarden Euro** (Bezug auf besonders erosionsanfällige Flächen = 12 Mio. ha)

Quelle: Panagos, P., et al. (2018): Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion in the European Union: From direct cost evaluation approaches to the use of macroeconomic models. *Land Degradation & Development* 29, 471-484.

Klimaanpassung / Ertragsstabilität

Potentielle Verdunstung (Evaporation nach Piche) innerhalb von 24 Stunden (exemplarischer Sommertag)



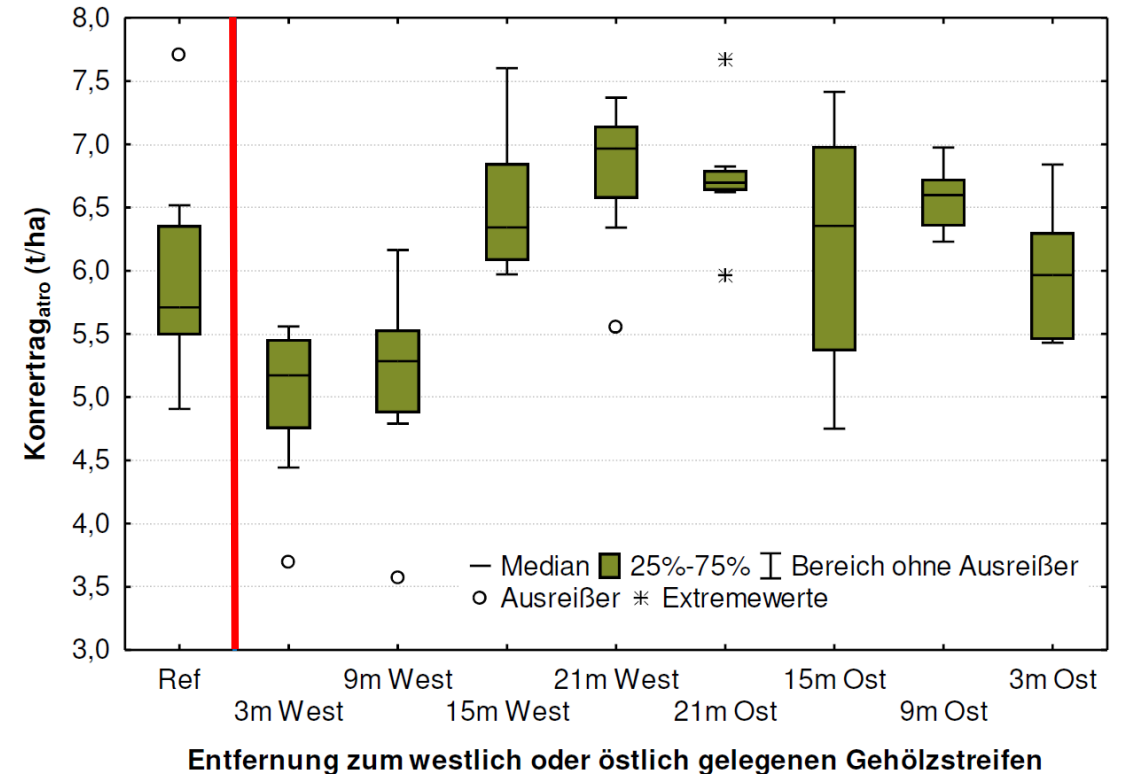
Messungen in einem Agroforstsystem in Südbrandenburg und auf einem benachbarten Ackerschlag ohne Gehölzstreifen (R = Referenz)

Quelle: Kanzler M., Böhm C., Mirck J., Schmitt D., Veste, M. (2019): Microclimate effects on evaporation and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield within a temperate agroforestry system. *Agrof. Sys.* 93, 1821-1841, verändert

Kornertrag Wintergerste auf 48 m breitem Ackerstreifen

5,7 t/ha (Referenz)

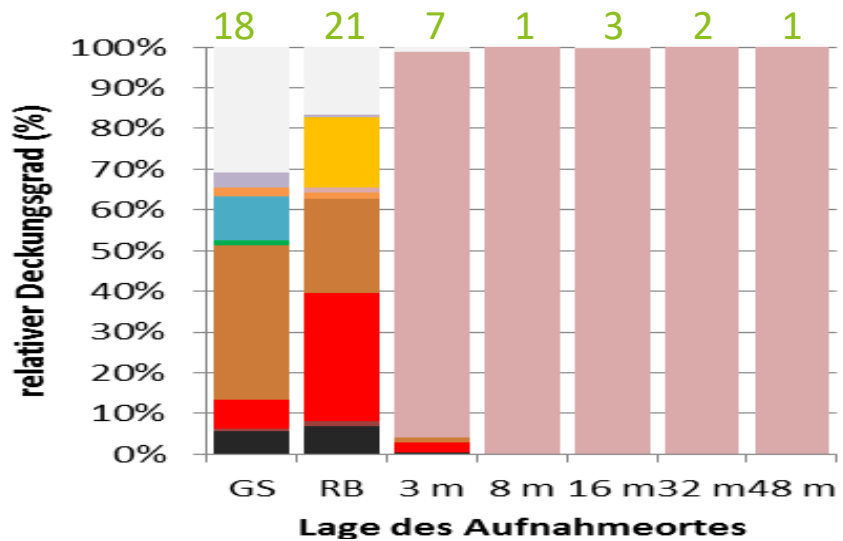
6,2 t/ha (AFS)



Messungen in einem Agroforstsystem in Südbrandenburg und auf einem benachbarten Ackerschlag ohne Gehölzstreifen (Ref = Referenz)

Quelle: Böhm et al. (2020): Untersuchungen zur Ertragsleistung (Land Equivalent Ratio) von Agroforstsystemen. Loseblattsammlung Innovationsgruppe AUFWERTEN, Loseblatt # 35

Biodiversität / Förderung von Bestäubern



- vegetationsfrei
 - Urtica dioica
 - Tussilago farfara
 - Triticum
 - Tripleurospermum maritimum ssp. inodorum
 - Taraxacum officinale agg.
 - Sonchus arvensis
 - Poa trivialis
 - Galium aparine agg.
 - Cirsium arvense
 - Beta vulgaris
 - Artemisia vulgaris
 - Agropyron repens
- Arten mit Deckungsgrad < 5 % hier nicht dargestellt; Mittelwerte, n = 4



Gehölze als wichtige Nahrungs- und Ressourcenquelle

- Reichhaltiges Pollen- und Nektarangebot → Blütezeit / Artenspektrum wichtig
- Rinde und Holz stellen wichtige Ressourcen, beispielsweise für den Nestbau
- Knospenauscheidungen der Pappel ist wesentlicher Bestandteil von Propolis
- Bodenruhe und abgestorbene Pflanzenteile für Nestbau wichtig
- Kombination mit Blüh- und Brachestreifen sinnvoll

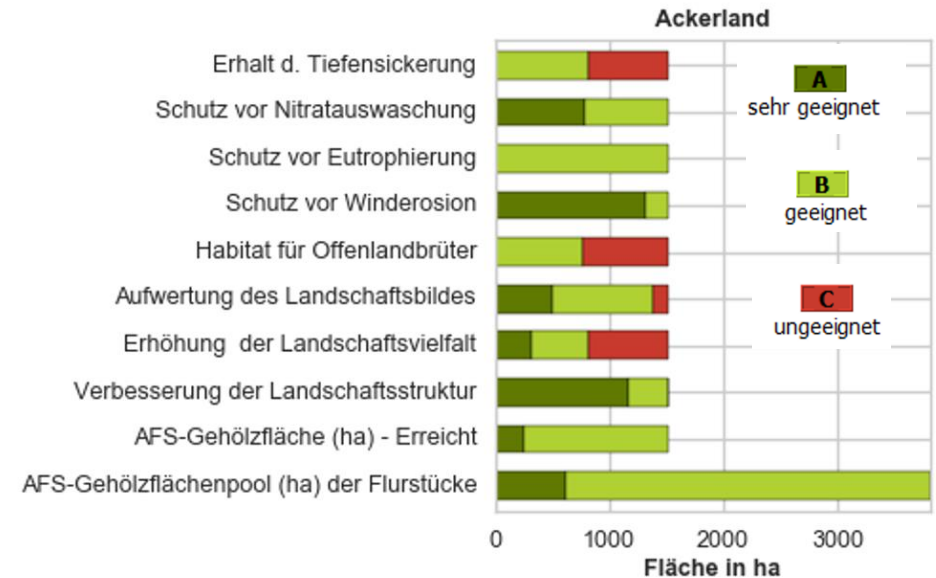
Identifizierung besonders geeigneter Flächen / Bsp. Werkzeug META-AfS

LGB GEOMAERKER BRANDENBURGVIEWER

Welche Fläche ist besonders geeignet?

- ?Naturschutzfachliche Belange?
- ?Gewässerschutzbelange?
- ?Vorteile für Bodenschutz?
- ?Beeinflussung Landschaftsbild?
- ?Welche Erträge sind zu erwarten?

BRANDENBURG (Alle weiteren Werte Details)
© GeoBasis-DE/LGE, dl-GeoBy-2.0
Für Dienste weiterer Geodatenanbieter sind die Nutzungsbedingungen in den Metadaten zu beachten.



Schutzgut	Kriterienbewertung: Eignung von AFS.
Aufwertung des Landschaftsbildes	Erhöhung der Landschaftsvielfalt Verbesserung der <u>Landschaftsstruktur</u>
<u>Habitatschutz</u>	als <u>Habitat</u> für Offenlandbrüter als <u>Habitatbestandteil</u> für Gehölzbrüter
Bodenschutz	zum Schutz vor Winderosion zum Schutz vor Wassererosion
Gewässerschutz	zum Schutz vor Eutrophierung zum Schutz vor Sedimenteintrag
Grundwasserschutz	zum Schutz vor Nitratauswaschung Zum Erhalt der <u>Tiefensickerung</u>

Quelle: Böhm et al. (2020): Multikriterielle Auswahl potentieller Agroforstflächen mit dem Entscheidungswerkzeug META-AfS (1.0) am Beispiel ausgewählter Gemeinden in Südbrandenburg – Werkzeugdokumentation und Anwendungsbeispiel. Loseblattsammlung Innovationsgruppe AUFWERTEN, Loseblatt # 54

Identifizierung besonders geeigneter Flächen / Bsp. Werkzeug META-AfS

Criteria	Value
ToolID	3023
countvx	7
Nutzung	Ackerland
Baumartenwahl	Pappel-Weide-Robinie
AFS-Gehölzflächenpool (ha) der Flurstücke	2.9107
AFS-Schlagfläche (ha)	49.2623
Schlagbezogene AFS-Flurstückfläche (ha)	48.6384
AFS-Schlag: Gehölzfläche (ha) - Erreicht	1.1643
Kammerung (Index)	27
Eignungswert Verbesserung der Landschaftsstruktur	81.6
Eignungsklasse Verbesserung der Landschaftsstruktur	A
Diversität (Index)	1.3
Eignungswert Erhöhung der Landschaftsvielfalt	44.8
Eignungsklasse Erhöhung der Landschaftsvielfalt	B
Eignungswert Aufwertung des Landschaftsbildes	63.2

Criteria	Value
ToolID	14869
countvx	10
Nutzung	Ackerland
Baumartenwahl	Pappel-Weide-Robinie
AFS-Gehölzflächenpool (ha) der Flurstücke	4.7054
AFS-Schlagfläche (ha)	37.7372
Schlagbezogene AFS-Flurstückfläche (ha)	37.5426
AFS-Schlag: Gehölzfläche (ha) - Erreicht	1.1643
Kammerung (Index)	25
Eignungswert Verbesserung der Landschaftsstruktur	83.9
Eignungsklasse Verbesserung der Landschaftsstruktur	A
Diversität (Index)	1.3
Eignungswert Erhöhung der Landschaftsvielfalt	44.8
Eignungsklasse Erhöhung der Landschaftsvielfalt	B
Eignungswert Aufwertung des Landschaftsbildes	64.4

Criteria	Parcel 3023	Parcel 14869
Eignungswert (Habitat f. Offenlandbrüter)	54.1	33
Eignungsklasse (Habitat f. Offenlandbrüter)	B	C
Eignungswert Schutz vor Winderosion	100	83
Eignungsklasse (Schutz vor Winderosion)	A	A

Agroforstliche Ökosystemleistungen / Wertschätzung durch Gesellschaft in der GAP

- Bürokratische Hürden für Anlage eines Agroforstsystems höher als Status quo
- Erhalt von Direktzahlungen (Einkommensgrundstützung) seit 01.01.23 auch für Agroforstgehölzfläche möglich
- Investitionsförderung aktuell in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern (65 % der Anlagekosten bis max. 1.566 bzw. 5.271 €/ha Gehölzfläche)
- Jährlich 60 €/ha Gehölzfläche (ab 2024 200 €/ ha GF) für Beibehaltung der Agroforstfläche über Öko-Regelung 3

Wertschätzung durch Gesellschaft (GAP) – Beispiel Klimaschutzwirkung

Maßnahme	Schutz von Feuchtgebieten bei Verzicht Umwandlung in Ackerland	Nicht-produktive Flächen auf Ackerland	Nicht-produktive Flächen (Brache, Altgrasstreifen)	Vielfältige Fruchtfolge	Beibehaltung Agroforst (nur 1. Säule)	Agroforst (Gesamt)	Extensives Dauergrünland	Kennarten Dauergrünland	Verzicht Pflanzenschutz	Nature 2000-Gebiete
Maßnahme (Kurzform)	GLÖZ 2	GLÖZ 8	ÖR 1	ÖR 2	ÖR 3 (nur 1. Säule)	Agroforst (Gesamt)	ÖR 4	ÖR 5	ÖR 6	ÖR 7
THG-Minderung je ha (t CO₂e/ha*a)	8,5	1	0,9	0,1	2,04	10,4	0,3	0	0	0
Fördersatz (€/ha) (Einheitsbetrag)			576*	60	200	200	115	240	150	40
Fördereffizienz (t CO₂e/10 €)			0,02	0,02	0,10	0,52	0,03	0	0	0
Fördereffizienz unter Berücksichtigung der bis 2027 geplanten Fläche und des dafür bereitgestellten Gesamtförder volumens (€/t CO₂e)**			534	300	29	6	343			

* Nach Flächenanteil der Förderstufen gewichtet; ** Bezug auf 2023 geltende Einheitsbeträge

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten aus GAP-Strategieplan der Bundesrepublik Deutschland und Daten von Scheffler et al. (2023): Klimaschutz in der GAP 2023-2027 – Wirkungsbeitrag und Ausgaben, UBA-Texte 103/2022, 2. Auflage. UBA (Hrsg.), 94 S., https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/103_2023_texte_klimaschutz_in_der_gap.pdf

Fazit

- Mittels Agroforstsystemen können „trotz“ Erhalt produktiver Fläche zahlreiche Ökosystemleistungen bereitgestellt werden (Multifunktionalität)
- Agroforstliche Ökosystemleistungen besitzen hinsichtlich wichtiger Schutzgüter eine hohe Wirkstärke; Langzeitwirkung vorhanden
- Agroforstsysteme stellen kostengünstiges Instrument für Erreichung der GAP-Ziele dar (hohe Fördereffizienz)
- Agroforstgehölze tragen erheblich zur Reduzierung von Schäden durch landwirtschaftliche Nutzung bei (gilt auch in Bezug auf Klimafolgeschäden)
- Grundlagen für Flächenauswahl in Hinblick auf besonders große Effizienz der Ökosystemleistungen sowie auf Vermeidung/Minimierung von Zielkonflikten sind vorhanden
- Wertschätzung / Honorierung der agroforstlichen Ökosystemleistungen durch Gesellschaft (GAP-Förderung) ist gering
- Kosten für Vermeidung von Schäden werden bei betriebswirtschaftlicher Betrachtung nicht berücksichtigt



Danke für Ihr Interesse