

Beitrag der forstlichen Förderung zu Kohlenstoffbindung, Klimaanpassung und Umweltzielen

Evaluierung des Landesprogramms ländlicher Raum des Landes Schleswig-Holstein (LPLR) 2014–2022

Friederike Rorig

5-Länder-Evaluation 3/2026



Finanziell unterstützt durch:



EUROPÄISCHE UNION



Publiziert:

DOI-Nr.: 10.3220/253-2026-28

www.eler-evaluierung.de

Der nachfolgende Text wurde in geschlechtergerechter Sprache erstellt. Soweit geschlechtsneutrale Formulierungen nicht möglich sind, wird mit dem Doppelpunkt im Wort markiert, dass Frauen, Männer und weitere Geschlechtsidentitäten angesprochen sind. Feststehende Begriffe aus Richtlinien und anderen Rechtstexten bleiben unverändert.

Thünen-Institut für Waldwirtschaft
Friederike Rorig

Leuschnerstraße 91, 21031 Hamburg
Tel.: 040 73962-338
Fax: 040 73962-399
E-Mail: friederike.rorig@thuenen.de

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Hamburg, Februar 2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungs-, Foto-, Karten- und Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
0 Zusammenfassung und Summary	1
Zusammenfassung	1
Summary	1
1 Einleitung	3
2 Relevanz der Forstförderung	4
2.1 Forstliche Ausgangslage	4
2.2 Handlungsbedarf	8
2.3 Förderung forstlicher Maßnahmen im LPLR	9
3 Untersuchungsdesign	9
3.1 Ziele der Forstmaßnahmen	12
3.2 Finanzielle Umsetzung der Forstmaßnahmen	13
3.3 Maßnahmenbeschreibung und physischer Output	13
3.4 Bewertung der administrativen Umsetzung aus Sicht der Zuwendungsempfänger:innen	16
4 Fallstudie Waldumbau	17
4.1 Zwei Fallbeispiele: Erfolg und Herausforderung	18
4.2 Herausforderungen und Lösungsansätze im Waldumbau	20
4.3 Handlungsempfehlungen	22
4.4 Waldumbau im Detail: Beispiele aus der Praxis	23
5 Wirkungsanalyse der Forstmaßnahmen des LPLR	28
5.1 Wirkung auf die Risikovorsorge und das Risikomanagement (SPB 3B)	28
5.2 Wirkung der Forstmaßnahmen auf Biodiversität (SPB 4A)	29
5.3 Wirkungen auf die Wasserqualität und Wasserquantität (SPB 4B)	30
5.4 Wirkungen auf Bodenqualität und Bodenzustand (SPB 4C)	33
5.5 Förderung der Kohlenstoffspeicherung und -bindung in der Land- und Forstwirtschaft (SPB 5E)	34
6 Beitrag der Forstmaßnahmen zur Beantwortung der gemeinsamen Bewertungs- fragen	38
7 Gesamtschau der Maßnahmenwirkungen	41
8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	43
Literaturverzeichnis	45
Anhang	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Baumarten und -gruppen im Hauptbestand in Schleswig-Holstein.....	4
Abbildung 2:	Mögliche Pfade der Klimaschutzleistung der Holznutzung.....	37

Fotoverzeichnis

Foto 1:	Umbaufläche: 2012 umgebaut	24
Foto 2:	Umbaufläche 2018	25
Foto 3:	Umbaufläche 2021	26
Foto 4:	Umbaufläche 2022	27

Kartenverzeichnis

Karte 1:	Waldverteilung in Schleswig-Holstein.....	5
Karte 2:	Klimatische Wasserbilanz in Deutschland.....	7
Karte 3:	Flächenoutput der Teilmaßnahmen TM 8.4 und TM 8.5 bezogen auf die Kreisflächen 2014–2021	15
Karte 4:	Chemischer Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland 2016	31
Karte 5:	Zustands des Grundwasserkörpers im Hauptgrundwasserleiter bezüglich Nitrat 2020	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Durchgeführte Erhebungen	11
Tabelle 2:	Zielsetzungen der TM 8.4 (Wiederaufbau Wald) und TM 8.5 (Waldumbau) in den Schwerpunktbereichen	12
Tabelle 3:	Indikative und verausgabte öffentliche Mittel 2015–2021.....	13
Tabelle 4:	Output der Teilmaßnahmen 8.4 und 8.5 auf Basis der Förderdaten von 2014 bis 2021.....	14
Tabelle 5:	Umbau von Nadelholzreinbeständen in Laubholz- und Mischbestände	16
Tabelle 6:	Steckbrief der Fallstudie zum Waldumbau im Kreis Stormarn	20
Tabelle 7:	Ausgangs- und Zielbestockung der Umbauflächen.....	36
Tabelle 8:	Kohlenstoffspeicherung in ober- und unterirdischer Biomasse durch geförderte Wiederaufbau-/Umbaufläche pro Altersklasse in t (Altersklassen kumuliert)	36
Tabelle 9:	Überblick über die Beiträge der forstlichen Maßnahmen zu den Schwerpunktbereichen	42

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ALh	sonst. Laubbäume mit hoher Lebensdauer
ALn	sonst. Laubbäume mit niedriger Lebensdauer
bspw.	beispielsweise
BWI	Bundeswaldinventur
BZE	Bodenzustandserhebung
C	Kohlenstoff
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EU	Europäische Union
FBG	Forstbetriebsgemeinschaft
FFH	Fauna-Flora-Habitat
GAK	Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
ha	Hektar
HWP	Harvested Wood Products (geerntete Holzprodukte)
km ²	Quadratkilometer
KWB	Klimatische Wasserbilanz
LPLR	Landesprogramm ländlicher Raum Schleswig-Holstein
LWK	Landwirtschaftskammer
Mio.	Millionen
N	Stickstoff
o. ä.	oder ähnlichem
RCPs	Representative Concentration Pathways (Repräsentative Konzentrationspfade)
sonst.	sonstiger
SPB	Schwerpunktbereich
SRES-Szenarien	Special Report on Emissions Scenarios
t	Tonne
TM	Teilmaßnahme
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WETTREG	Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode
z. B.	zum Beispiel
ZWE	Zuwendungsempfänger:innen

0 Zusammenfassung und Summary

Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht werden die im Rahmen des Landesprogramms ländlicher Raum Schleswig-Holstein (LPLR) 2014 bis 2022 angebotenen forstlichen Fördermaßnahmen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Zielbereiche und Wirkungsfelder, die durch die Bewertungsfragen festgelegt sind, behandelt. Der Berichtszeitraum umfasst die Förderperiode 2014–2022. Es wird Bezug genommen auf Bewertungsfrage 7 (Unterstützung der Risikovorsorge), Bewertungsfragen 8, 9 und 10 (Verbesserung der Biodiversität, der Wasser- und Bodenwirtschaft) und auf Bewertungsfrage 15 (Kohlenstoffspeicherung). Folgende angebotene und umgesetzte (Teil-)Maßnahmen wurden der Bewertung unterzogen: Wiederaufbau Wald (TM 8.4) und Waldumbau (TM 8.5). Aufgrund ihrer inhaltlichen Nähe werden die Effekte gemeinsam betrachtet. Methodisch stützt sich der Bericht auf die Auswertung der Förderdaten, einer Zuwendungsempfänger:innenbefragung, der Fallstudie Waldumbau und auf Literaturanalysen.

Im Berichtszeitraum wurden 977 ha durch Naturkatastrophen geschädigter Wald wiederaufgebaut, auf weiteren 834 ha wurde Waldumbau durchgeführt.

Ziel der Maßnahmen ist die Entwicklung stabiler Laub- und Mischbestände. Die Maßnahmen sind insgesamt geeignet, dieses Ziel zu erreichen. Die Untersuchung der Waldumbaumaßnahmen in Schleswig-Holstein im Rahmen der Fallstudie zeigt, dass die ELER-Förderung maßgeblich zur Umgestaltung instabiler Bestände beitragen kann. Die Maßnahmen leisten dabei einen nachweisbar positiven Beitrag zu zentralen Umwelt- und Klimazielen des Programms: Sie erhöhen die strukturelle Vielfalt und damit die Biodiversität (SPB 4A), verbessern die Wasser- und Bodenqualität durch stabilere Humus- und Durchwurzelungsstrukturen (SPB 4B/4C), stärken die Risikovorsorge und betrieblichen Anpassungskapazitäten im Forstbereich (SPB 3B) und tragen langfristig zur Kohlenstoffspeicherung in widerstandsfähigen Waldökosystemen bei (SPB 5E). Zur Stärkung des Beitrags der Forstmaßnahmen zur Kohlenstoffbindung wird empfohlen, die Förderung weiterhin konsequent auf klimaresiliente, standortgerechte Mischwälder auszurichten und den Umbau instabiler Nadelholzbestände voranzutreiben. Eine langfristig verlässliche Finanzierung und fachliche Betreuung ist entscheidend, um Waldbesitzende bei der Pflege und Entwicklung der Bestände zu unterstützen und die Wirkung der Maßnahmen über Jahrzehnte zu sichern. Die Wirkungen auf das gesamte Programmgebiet sind aufgrund des geringen Förderumfangs begrenzt.

Summary

This report deals with the forestry support measures offered as part of the Schleswig-Holstein Rural Development Program (LPLR) 2014 to 2022 in terms of their impact on target areas and impact fields defined by the evaluation questions. The reporting period covers the 2014–2022 funding period. Reference is made to evaluation question 7 (support for risk prevention), evaluation questions 8, 9 and 10 (improvement of biodiversity, water and soil management) and evaluation question 15 (carbon storage). The following (partial) measures offered and implemented were assessed: Forest reconstruction after natural disasters (TM 8.4) and forest conversion (TM 8.5). Due to their similarity in content, the effects are considered together. Methodologically, the report is based on the evaluation of the funding data, a donor survey, the forest conversion case study and literature analyses.

During the reporting period, 977 hectares of forest damaged by natural disasters were restored and forest conversion was carried out on a further 834 hectares.

The aim of the measures is to develop stable deciduous and mixed forests. Overall, the measures are suitable for achieving this goal. The analysis of forest conversion measures in Schleswig-Holstein as part of the case study shows that ELER funding can significantly contribute to the transformation of unstable stands. The measures make a demonstrably positive contribution to key environmental and climate objectives of the programme: they increase structural diversity and thus biodiversity (FA 4A), improve water and soil quality through more stable humus and rooting structures (FA 4B/4C), strengthen risk prevention and operational adaptive capacity in the forestry sector (FA 3B), and contribute in the long term to carbon sequestration in resilient forest ecosystems (FA 5E). To enhance the contribution of forestry measures to carbon sequestration, it is recommended that funding continue to focus consistently on climate-resilient, site-adapted mixed forests and advance the conversion of unstable conifer stands. Long-term reliable financing and professional support are essential to assist forest owners in managing and developing their stands and to ensure the effectiveness of the measures over decades. The impacts on the entire programme area are limited due to the relatively small scope of funding.

1 Einleitung

Der vorliegende Bewertungsbericht ist Teil der Evaluation des Landesprogramms ländlicher Raum Schleswig-Holstein 2014 bis 2022 (LPLR). Im Rahmen des Programms wurden die forstwirtschaftlichen Teilmaßnahmen Wiederaufbau Wald (TM 8.4) und Waldumbau (TM 8.5) gefördert.

Die Fördermaßnahmen haben beide die Entwicklung stabiler, standortangepasster Wälder unter Berücksichtigung der ökologischen und ökonomischen Leistungsfähigkeit sowie des Klimawandels als Ziel. Der Wiederaufbau Wald betrifft primär die Wiederbegründung von Beständen, die nach Kalamitäten zerstört wurden. Der Waldumbau unterstützt den planmäßigen Umbau von nicht-standortgerechten (Nadel-)Wäldern hin zu standortgerechten Laub- und Mischbeständen.

Die Evaluation orientiert sich an den von der Europäischen Kommission (EU-COM DG AGRI, 2015) vorgegebenen gemeinsamen Bewertungsfragen (Common Evaluation Questions (CEQs)) sowie an den entsprechenden Evaluationsleitlinien. Diese wurden auf Programmebene mithilfe der im Feinkonzept entwickelten Bewertungskriterien und Indikatoren (Raue et al., 2023) konkretisiert und operationalisiert.

Ziel dieses Berichts ist es, zu analysieren, welchen Beitrag die forstliche Förderung zur Verbesserung der Umweltqualität, zur Stärkung natürlicher Kohlenstoffsenken und zur Umsetzung eines naturnahen Waldbaus leistet. Im vorliegenden Bericht werden die zwischen 2015 und 2021 geförderten Vorhaben berücksichtigt. Die Analysen stützen sich auf Förderdaten sowie die Finanzmonitoringdaten. Darüber hinaus wird das Ergebnis der Fallstudie Waldumbau vorgestellt.

Die Forstmaßnahmen des LPLR wurden erstmals von Franz (2019) evaluiert. Der Untersuchungszeitraum umfasste den Zeitraum 2015 bis 2018. Der Fokus der damaligen Bewertung lag auf der Inanspruchnahme der Maßnahmen und ihrer verwaltungsmäßigen Umsetzung. Die Beantwortung der Bewertungsfragen zu den Wirkungen der Forstförderung erfolgte entsprechend dem Umsetzungsstand. Die Ergebnisse der Zuwendungsempfänger:innenbefragung von Franz (2019) werden in diesem Bericht mit berücksichtigt.

Im zweiten Kapitel wird die forstliche Ausgangslage in Schleswig-Holstein beschrieben unter besonderer Berücksichtigung aktueller Herausforderungen wie Trockenstress und weiterer Kalamitäten sowie des im LPLR identifizierten Handlungsbedarfs. Anhand der vom LPLR erstellten SWOT-Analyse wird der Handlungsbedarf dargestellt und die forstlichen Maßnahmen werden vorgestellt.

Im dritten Kapitel werden das Untersuchungsdesign sowie die Evaluierungslogik und die gemeinsamen Bewertungsfragen dargestellt. Die genutzten Daten – sowohl die Sekundärdaten als auch die im Rahmen von Befragungen (Franz, 2019) und einer Fallstudie gewonnenen Primärdaten – werden beschrieben. Es werden die Ziele der Forstmaßnahmen, deren finanzielle Umsetzung, der physische Output sowie die administrative Umsetzung dargestellt.

Das vierte Kapitel widmet sich der Fallstudie Waldumbau und präsentiert die Ergebnisse des Interviews sowie exemplarisch die Umsetzung zweier Waldumbaumaßnahmen aus der vorangegangenen Förderperiode. Die Fallstudie beschäftigt sich mit Herausforderungen sowie Handlungsempfehlungen für den Waldbau.

Das fünfte Kapitel enthält die Wirkungsanalyse der Forstmaßnahmen in Bezug auf die Schwerpunktbereiche Risikovorsorge und -management, Biodiversität, Wasserqualität und -quantität, Bodenzustand sowie Kohlenstoffspeicherung und -bindung.

Das sechste Kapitel befasst sich mit der Beantwortung der Bewertungsfragen, es beleuchtet die Wirkungen der forstlichen Maßnahmen und betrachtet dabei auch die Relevanz der Förderung im Hinblick auf den jeweiligen Wirkungsbereich.

Kapitel sieben bietet eine Gesamtschau der Maßnahmenwirkungen und geht auf den Wirkungsbereich und die Wirkungsstärke der umgesetzten Maßnahmen ein, worauf aufbauend das achte Kapitel Schlussfolgerungen zieht und Handlungsempfehlungen formuliert.

2 Relevanz der Forstförderung

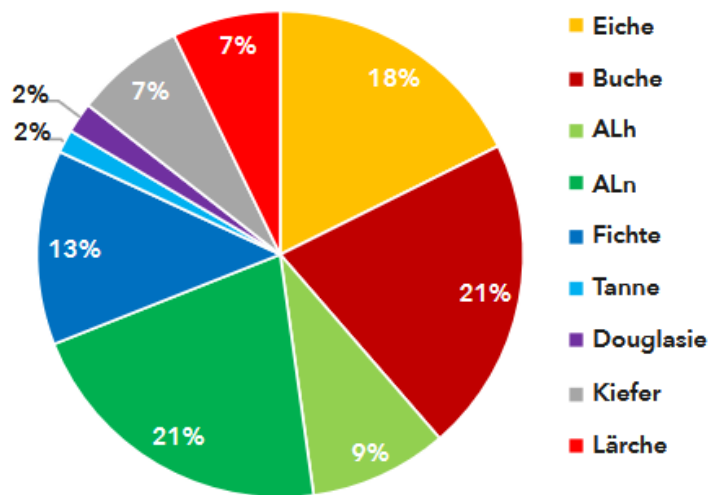
Im Folgenden wird die forstliche Ausgangslage in Schleswig-Holstein beschrieben. Grundlagen sind weitgehend die dritte und vierte Bundeswaldinventur (BMEL, 2012; BMEL und Thünen-Institut für Waldökosysteme, 2024) sowie die Waldzustandsberichte des Landes Schleswig-Holstein. Daran anschließend wird dargestellt, welcher Handlungsbedarf sich daraus aus Sicht des Landes ergibt und wie dieser im Rahmen des LPLR adressiert wird.

2.1 Forstliche Ausgangslage

Schleswig-Holsteins Waldfläche beträgt insgesamt 182.457 ha. Knapp die Hälfte des Waldes ist Privatwald (91.875 ha) (MLLEV, 2024). Der Waldanteil in Schleswig-Holstein liegt bei 11,5 % der Landesfläche, was unter dem Bundesdurchschnitt von 32 % liegt.

Schleswig-Holstein ist damit das waldärmste Bundesland. Allerdings ist das Land nach dem Saarland auch das Bundesland mit dem höchsten Laubbaumanteil. Der Anteil der Laubbäume liegt bei 68 %, mit 21 % Buchenanteil und 18 % Eichenanteil (siehe Abbildung 1). Weichlaubebäume, also Laubbäume mit niedriger Lebensdauer (z. B. Birke und Erle), machen in Schleswig-Holstein einen Anteil von rund 21 % aus, der Fichtenanteil liegt bei 13 % (MLLEV, 2024). Gemessen an der natürlichen Waldgesellschaft ist der Nadelbaumanteil (31 %) sehr hoch.

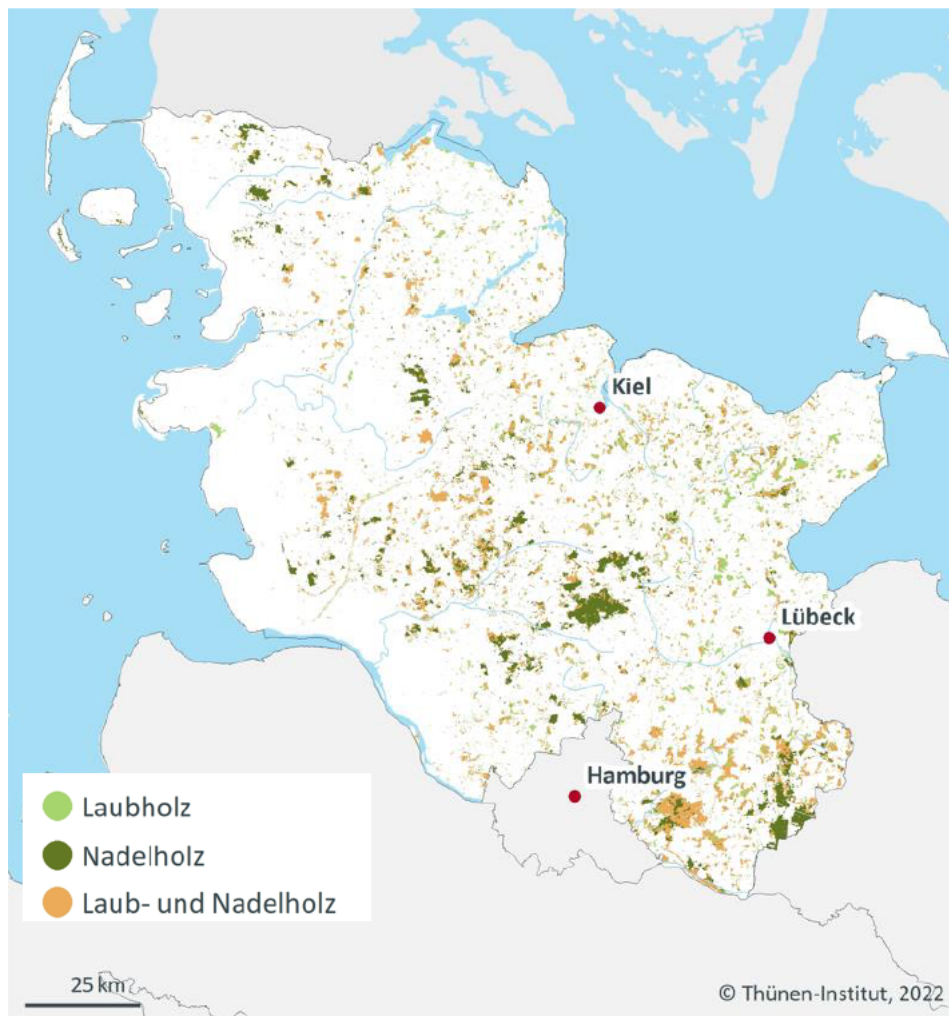
Abbildung 1: Baumarten und -gruppen im Hauptbestand in Schleswig-Holstein



Quelle: (MLLEV, 2024).

In Schleswig-Holstein besteht ein starkes Süd-Nord-Gefälle der Waldverteilung, wie auf der Karte 1 gut zu erkennen ist.

Zur Bewertung der Naturnähe wird in der Bundeswaldinventur die aktuelle Baumartenzusammensetzung mit der potenziellen natürlichen Waldvegetation verglichen. Die Waldfläche in Schleswig-Holstein wird in der Folge mit etwa 56.141 ha als bedingt naturnah eingestuft. Das entspricht 30,8 % der Waldfläche. Als sehr naturnah werden 29.663 ha (16 % der Waldfläche) eingeschätzt, als naturnah 34.640 ha (19 %) (Thünen-Institut, 2022).

Karte 1: Waldverteilung in Schleswig-Holstein

Quelle: Basis-DLM, VG250, GN250 © GeoBasis-DE / BKG (2020).

Große zusammenhängende Wälder gibt es im Süden: Sachsenwald (ca. 6.000 ha), Segeberger Forst (ca. 4.000 ha), Ricklinger Forst (ca. 2.000 ha). Nördlich des Nord-Ostsee-Kanals gibt es nur einen sehr geringen Waldanteil. Der Kreis Herzogtum Lauenburg ist am stärksten, nämlich zu einem Viertel bewaldet, der geringst bewaldete Kreis ist dagegen Dithmarschen mit nur 3,3 % Waldfläche. Den höchsten Nadelbaumanteil (dunkelgrün dargestellt auf Karte 2) haben die Wälder im Westen, auf der Geest und Vorgeest (Landesportal Schleswig-Holstein, 2021).

Etwa 24 % der Gesamtwaldfläche Schleswig-Holsteins wurde als FFH- oder Vogelschutzgebiet im Rahmen von Natura 2000 gemeldet.¹ Natura-2000-Gebiete im Wald werden im Rahmen der ordnungsgemäßen Forstwirtschaft bewirtschaftet. In einigen Fällen sind jedoch ergänzende Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen erforderlich, um die naturschutzfachlichen Erhaltungsziele zu erreichen. Dazu zählen beispielsweise waldbauliche Maßnahmen zur Förderung bestimmter Arten oder Strukturen sowie der Verzicht oder die zeitliche Verschiebung der Nutzung, etwa durch Zurückstellung von Ernten einzelner Bäume oder ganzer Bestände (Franz, 2019).

¹ Berechnung von Franz auf Basis BWI (2012) und Daten des BfN.

Aktualisierte Ausgangslage

Besondere Herausforderungen für die Waldentwicklung

Obwohl das LPLR auf nachhaltige Waldnutzung und Klimaschutz ausgerichtet war, war bei seinem Aufsetzen nicht absehbar, dass ab 2018 eine besonders langanhaltende und intensive Dürreperiode eintreten würde. Diese Dürre hat in Verbindung mit anderen Belastungsfaktoren die Anforderungen an die Resilienz des Waldes deutlich erhöht.

Borkenkäferkalamität

Schleswig-Holstein ist im Vergleich zu anderen Bundesländern in Deutschland weniger stark vom Borkenkäferbefall betroffen. Dies ist vor allem auf den geringen Anteil an Fichten im Waldbestand des Landes zurückzuführen (vgl. Abbildung 1). Die Fichte ist besonders anfällig für Borkenkäferbefall, insbesondere in Reinbeständen und bei Trockenstress. In Schleswig-Holstein sind die Wälder überwiegend Mischwälder (vgl. Karte 1), was die Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlingen erhöht. Zudem begünstigt das kühlere und feuchtere Klima an der Küste die Gesundheit der Bäume im Vergleich zu wärmeren Regionen (MLLEV, 2024). Dennoch gab es in den vergangenen Jahren auch in Schleswig-Holstein punktuelle Schäden durch Borkenkäfer; insbesondere in Nadelwaldbeständen in den Geestgebieten. Allgemein werden die Wälder Deutschlands jedoch immer stärker durch Witterungsextreme wie Hitze- und Trockenperioden und nachfolgenden Befall von Schaderregern geschädigt und belastet.

Blößen und Schadflächen

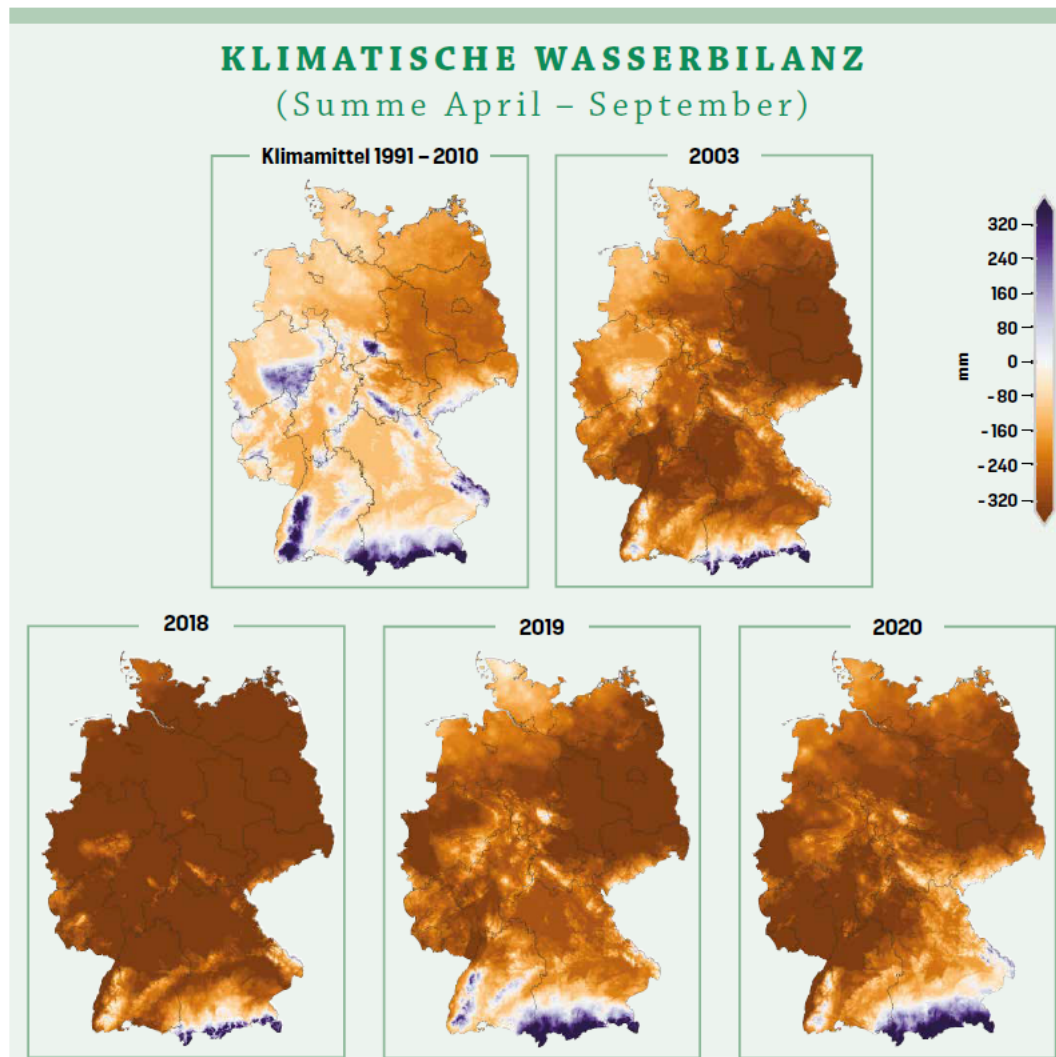
Blößen², die beispielsweise durch Wetterextreme, Insektenbefall oder Waldbrände entstehen können, haben in Schleswig-Holstein einen Anteil von 0,2 % und liegen damit deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von 0,9 %. Der Anteil an Blößen ist gegenüber der letzten Bundeswaldinventur 2012 (BWI III) leicht angestiegen. Mögliche Gründe für den (im bundesdeutschen Vergleich) moderaten Anstieg sind der hohe Mischwaldanteil und die günstigeren klimatischen Rahmenbedingungen durch die Lage zwischen den Meeren (MLLEV, 2024).

Trockenstress – die Herausforderung der vergangenen (und kommenden) Jahre

Waldbestände mit der trockenheitsempfindlichen Fichte sind hiervon besonders betroffen. Die deutschlandweite Karte 2 zeigt die Klimatische Wasserbilanz (KWB). Sie macht deutlich, dass die Vegetationsperioden der vergangenen Jahre extrem trocken waren und das bisherige Rekordjahr 2003 in der Intensität deutlich übertroffen haben (Bolte et al., 2021). Der Waldzustandsbericht 2020 aus Schleswig-Holstein zeigt auf, dass sich die Trockenheit im dritten Jahr in Folge fortgesetzt hatte und dass die Klimaveränderung zu einer signifikanten Erwärmung in Schleswig-Holstein geführt hat (MELUND, 2020). Die Altersstruktur des Waldbestandes nimmt erheblichen Einfluss auf die Resilienz des Waldes. So zeigen die Ergebnisse der Waldzustandserhebung, dass Schadsymptome durch Trockenstress bei den Beständen über 60 Jahren sehr viel stärker ausfallen als bei jüngeren Beständen. Dieses trifft zwar sowohl auf Laub- als auch Nadelbaumbestände zu, jedoch ist der Verlichtungswert bei Nadelbaumbeständen höher (MELUND, 2021).

² Blößen: vorübergehend unbestockte Flächen sowie Nichtholzboden (bspw. Waldwege, Holzlagerplätze).

Karte 2: Klimatische Wasserbilanz in Deutschland



Quelle: Bolte et al. (2021).

Die Verschlechterung der Vitalitätswerte setzt sich fort, was die bereits seit dem Jahr 2018 feststellbare negative Entwicklung weiter verschärft (MLLEV, 2024). Intensive Trockenheitsperioden können zu erheblichen Veränderungen in der Struktur und Zusammensetzung von Waldökosystemen führen und die Konkurrenzverhältnisse zwischen Baumarten beeinflussen. Gleichzeitig können ausgeprägte Trockenheitsphasen negative Auswirkungen auf die Biodiversität, die Stabilität, die Speicherung von Kohlenstoff und die langfristige ökonomische Bewertung von Wäldern haben (Tresch et al., 2022). Ein entscheidender Prozess in diesem Zusammenhang ist die vermehrte Bildung von Nitrat (Überschussnitrifikation), die aufgrund des veränderten Kleinklimas auf Kahlschlagflächen bei gleichzeitig geringerer Stickstoffaufnahme durch die Vegetation stattfindet. Erhöhte Nitratausträge können einerseits eine Belastung für das Grund- und Trinkwasser darstellen, andererseits verursachen sie, abhängig vom Standort, verstärkte Austräge anderer Nährstoffe. Der Rückgang dieser Nährstoffe auf nährstoffarmen Standorten kann für die kommende Waldgeneration kritisch werden (NW-FVa und MLLEV, 2022).

Im Zuge des Klimawandels werden für Deutschland gebietsweise höhere Temperaturen und im Mittel niedrigere Niederschlagssummen in den Sommermonaten und eine Niederschlagszunahme im Winter vorausgesagt (Erdmann et al., 2008; Suttmöller et al., 2008). In Schleswig-Holstein zeigt sich bisher eine erhöhte Temperatur, die Niederschlagssumme während der Vegetationsphasen war in den vergangenen Jahren ausreichend (NW-FVa und MLLEV, 2022, 2024). Dies führt zu einer positiven Bilanz der Abwehrmechanismen der Bäume gegen den

Befall von z. B. Buchdrucker, jedoch fördert das feuchtwarme Klima auch die Entwicklungsmöglichkeiten von pathogenen Pilzen (NW-FVa und MLLEV, 2024). Als Beispiel können die Zahlen des aktuellsten Vegetationsjahrs 2023/2024 (Oktober 2023 bis einschließlich September 2024) herangezogen werden: Das Jahr war deutlich zu warm (Mitteltemperatur 10,7° Celsius) und zugleich außergewöhnlich nass. Mit rund 40 % mehr Regen als im langjährigen Mittel zählt es als eines der niederschlagsreichsten Jahre seit Beginn der Auswertungen. Die Witterungsbedingungen waren gegenüber den Vorjahren wieder günstiger. So konnte das durch die Hitze verlorene Wasser durch den Niederschlag ausgeglichen werden. Dennoch fand eine leichte Verschlechterung des Gesamtwaldzustands statt (NW-FVa und MLLEV, 2024).

Besitzverhältnisse

Die Hälfte der Waldfläche ist Privatwald (50,4 %), wovon über 42 % Kleinprivatwald sind (weniger als 20 ha Waldbesitz). Der Landeswald umfasst 31,6 % der Waldfläche, der Körperschaftswald 14,9 %. Der Bundeswald hat mit 3,1 % flächenmäßig eine untergeordnete Bedeutung. Aus dem großen Anteil an Kleinprivatwald ergeben sich strukturelle Nachteile durch die Bewirtschaftung von Klein- bzw. Splitterflächen. Entgegengewirkt wird diesen durch die Mitgliedschaft in forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen (42 % des Kommunal- und Privatwaldes in Schleswig-Holstein sind in anerkannten forstlichen Zusammenschlüssen organisiert (KWF, 2025)). Gegenüber der BWI III hat der Anteil des Kleinprivatwaldes geringfügig um 3 % abgenommen. Der Anteil des mittleren und großen Privatwaldes ist weitgehend unverändert. Der Anteil von Forstbetrieben mit einer Fläche größer als 200 ha liegt mit rund 40 % deutlich über dem Bundesdurchschnitt (MLLEV, 2024).

2.2 Handlungsbedarf

Das LPLR (MELUR, 2015b) identifizierte vorab anhand einer SWOT-Analyse die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken mit Bezug zur Forstwirtschaft. Vor diesem Hintergrund leitet das LPLR konkrete Handlungsbedarfe für die Forstwirtschaft ab.

Ergebnisse der SWOT-Analyse

Zu den Stärken zählen die Verbesserung des Waldzustands nach den Extremschäden des Sommers 2003, die professionelle Struktur des Forst- und Holzsektors, die Förderung naturnaher Waldumbauten sowie ein kontinuierlich steigender Laubbaumanteil. Zudem tragen ältere Baumbestände und erhöhte Alt- und Totholzanteile zur ökologischen Stabilität der Wälder bei, ebenso wie der hohe Anteil von Naturschutzflächen. Demgegenüber bestehen Schwächen etwa ein geringer Waldanteil und begrenzte heimische Holzressourcen, ungünstige Eigentumsstrukturen mit vielen kleinen Betrieben sowie ein hoher Nadelbaumanteil, der die Stabilität der Wälder beeinträchtigt. Auch der Erhaltungszustand von Mooren, Feuchtlebensräumen und bestimmten Waldgesellschaften ist überwiegend ungünstig, was die Wälder als natürliche Kohlenstoffsinken einschränkt. Als Chancen werden die zunehmende Verknüpfung von Naturschutz, Landwirtschaft und Tourismus sowie die Aufwertung älterer und ökologisch wertvoller Bestände genannt. Gleichzeitig stellen die erwartete Zunahme von Sturmereignissen, Insekten- und Pilzbefall sowie Waldbrandrisiken zentrale Risiken dar (MEKUN, 2023).

Seitens des LPLR wird für folgende Handlungsfelder Handlungsbedarf gesehen:

- Unterstützung des naturnahen Waldumbaus
- Verbesserung der Umweltqualität der natürlichen Lebensräume und Erhaltung der Artenvielfalt
- Ausweitung natürlicher Kohlenstoffsinken

2.3 Förderung forstlicher Maßnahmen im LPLR

Auf Grundlage der SWOT-Analyse und der darin festgestellten Schwächen wurden im Rahmen des LPLR (MELUR, 2015b) forstliche Maßnahmen gefördert, die auf eine ökologische Stabilisierung und klimabezogene Anpassung der Waldökosysteme abzielen:

- Wiederaufbau nach Naturkatastrophen (TM 8.4), (Wiederaufbau geschädigter Wälder nach Extremereignissen),
- Waldumbau (TM 8.5), Waldumbau hin zu klimaangepassten, standortgerechten Mischwäldern.

Die Förderung zielt darauf ab, primär die Stärkung der Senkenfunktion des Waldes durch die Begründung stabilerer Bestände zu unterstützen. Ein sekundäres Ziel ist die Verbesserung der Anpassungsfähigkeit an die Auswirkungen des Klimawandels durch standortgerechte Bestände. Laubholzreiche und standortgerechte Bestände sind in der Regel naturnäher als nicht-standortgerechte (nadelholzdominierte) Ausgangsbestände. Eine naturnähere Bestockung ist die Voraussetzung für eine naturnähere Entwicklung der gesamten Waldlebensgemeinschaft. Des Weiteren werden Bestände angestrebt, die bezüglich der Wirkungen auf die Wasserqualität und -quantität günstiger einzuschätzen sind und auch eine Verbesserung/Wiederherstellung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit bieten (MELUR, 2015a).

Vor dem Hintergrund, des in Kapitel 1 skizzierten Handlungsbedarfs sind die Maßnahmen schlüssig und anwendbar, um den in Schleswig-Holstein aufgewiesenen strukturellen Schwächen entgegenzuwirken. Neben den bereits genannten Schwächen kommen des Weiteren Herausforderungen durch Trockenstress, punktuelle Schädlingsschäden, zunehmende Wetterextreme und ein hoher Bedarf an ökologischer Aufwertung und Klimaanpassung hinzu. Insgesamt ist die Ausgestaltung der Förderung geeignet, einen wirksamen Beitrag zur ökologischen und klimabezogenen Transformation des Waldes in Schleswig-Holstein zu leisten. Die Maßnahmen sind bedarfsgerecht, integrieren verschiedene Wirkdimensionen (Klimaschutz, Biodiversität, Risikoversorge) und knüpfen an vorhandene Stärken wie den hohen Laubbaumanteil und den bestehenden Anteil naturnaher Flächen an.

Neben den beiden zentralen Maßnahmen wurden außerhalb des LPLR im Rahmen der Forstförderrichtlinie folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Jungbestandspflege und Bodenschutzkalkung als Teil der naturnahen Waldbewirtschaftung
- forstwirtschaftliche Infrastruktur
- forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse
- Erstaufforstung

3 Untersuchungsdesign

Mit der Teilmaßnahme 8.4 wird die Wiederherstellung von standortgerechten Laub- und Mischbeständen nach der Zerstörung des i. d. R. nicht-standortgerechten (nadelholzdominierten) Ausgangsbestandes durch eine Kalamität gefördert. Die Teilmaßnahme 8.5 fördert den Umbau von nicht-standortgerechten (Nadel-)Wäldern hin zu standortgerechten Laub- und Mischbeständen. Durch eine standortangepasste, laubholzreichere Bestockung können die Waldfunktionen in den Bereichen Biodiversität sowie Wasser- und Bodenschutz besser erfüllt werden. Vor dem Hintergrund des Klimawandels sind die Fördermaßnahmen als Anpassung an die erwarteten Veränderungen zu werten. Im Holz der wachsenden Bestände wird bis zum Ende der Umtriebszeit CO₂ gebunden. Durch die sich anschließende Holznutzung können Substitutionseffekte erzielt und bei stofflicher Holzverwendung die Speicherwirkung bis zum Ende der Lebensdauer der Holzprodukte verlängert werden. Durch den Waldumbau wird die Speicherleistung des Holzes i. d. R. aber nicht maximiert. Auf dieser Grundlage sind die Fördermaßnahmen in die Bewertungskonzepte der jeweiligen SPB eingeflossen.

Evaluierungslogik und gemeinsame Bewertungsfragen

Im Mittelpunkt der Evaluierungslogik des ELER stehen die schwerpunktbereichsbezogenen Bewertungsfragen und Ergebnisindikatoren des CMEF (EEN und EU-COM, 2014). Maßnahmenbezogene Bewertungsfragen gibt es nicht. Gleichwohl stellt die Maßnahmenbewertung die Grundlage für die Wirkungsbewertung eines Schwerpunktbereichs dar. Die Bewertung orientiert sich deshalb an folgenden gemeinsamen Bewertungsfragen für die Schwerpunktbereiche (SPB), zu denen erwartet wird, dass die forstlichen Maßnahmen des LPLR einen Wirkungsbeitrag leisten. Die relevanten Bewertungsfragen lauten im Einzelnen:

- **Bewertungsfrage 7, SPB 3B:** In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Risikovorsorge und das Risikomanagement in landwirtschaftlichen Betrieben unterstützt?
- **Bewertungsfrage 8, SPB 4A:** In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung der biologischen Vielfalt, auch in Natura-2000-Gebieten und in Gebieten, die aus naturbedingten oder anderen spezifischen Gründen benachteiligt sind, der Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert sowie des Zustands der europäischen Landschaften unterstützt?
- **Bewertungsfrage 9, SPB 4B:** In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Verbesserung der Wasserwirtschaft einschließlich Düngung und Pflanzenschutz unterstützt?
- **Bewertungsfrage 10, SPB 4C:** In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Verhinderung der Bodenerosion und die Verbesserung der Bodenbewirtschaftung unterstützt?
- **Bewertungsfrage 15, SPB 5E:** In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums Kohlenstoffspeicherung und -bindung in der Land- und Forstwirtschaft gefördert?

Als Bewertungskriterien dienen hierbei die veränderten Bestockungsverhältnisse, die langfristig positive Auswirkungen hinsichtlich der Risikovorsorge, Biodiversität, Wasser/Boden und Kohlenstoffspeicherung haben. Ein zentraler Indikator ist der Vergleich der Ausgangs- und Zielbestockung. Bei der Kohlenstoffbindung wird zusätzlich die Menge an im Holz gespeicherten Kohlenstoff berücksichtigt.

Daten und methodischer Ansatz

Die Evaluierung der Forstmaßnahmen folgt der Methodik von Franz (2019). Dabei wurden die vorhandenen Sekundärdaten aufbereitet und ausgewertet, wobei diese durch eigene Primärdatenerhebungen und -auswertungen für ausgewählte Themenbereiche ergänzt wurden. Zu den Sekundärdaten zählen Förderdaten sowie forstliche Datenbestände, wie sie beispielsweise in der Bundeswaldinventur enthalten sind, und einschlägige Literatur. Die Primärdaten wurden durch eine schriftliche Befragung von Zuwendungsempfänger:innen (ZWE), Experteninterviews und Fallstudien gewonnen und ausgewertet. Tabelle 1 fasst die durchgeführten Erhebungen der Evaluation zusammen.

Die Umsetzung der einzelnen Fördermaßnahmen wird anhand der vorhabenbezogenen Förderdaten der Jahre 2015 bis 2022 sowie der Monitoringdaten analysiert. Die vorhabenbezogenen Förderdaten enthalten Informationen zu jedem Vorhaben – wie z. B. zur Größe des Vorhabens bzw. der Fläche, auf der eine Maßnahme umgesetzt wurde – vom Start der Förderperiode bis einschließlich 2022. Die Zuwendungshöhe der Maßnahmen

wurde den Monitoringdaten entnommen (Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz, 2025)), da die Förderdaten eventuelle Nachzahlungen oder Rückzahlungen nicht enthalten.³

Die Bewertung der Teilmaßnahmen TM 8.4 (Wiederaufbau Wald) und TM 8.5 (Waldumbau) im Hinblick auf die Wirkungen auf Biodiversität, Wasser- und Bodenqualität sowie auf die Kohlenstoffspeicherung und die Risikovorsorge muss berücksichtigen, dass zwischen Umsetzung und messbaren Effekten ein erheblicher zeitlicher Verzug besteht. Dem Problem der langen Wirkzeiträume kann in Forschungsprojekten durch das Heranziehen relativ langer Zeitreihen begegnet werden. Da dies im Rahmen der Evaluation nicht möglich ist, wurde auf die Analyse von Literatur und Förderdokumenten zurückgegriffen. Auf dieser Grundlage können kausale Wirkungsketten aufgebaut werden, die eine qualitative Einschätzung der Maßnahmenwirkungen ermöglichen. Ergänzend wurde mit einer Fallstudie zum Waldumbau exemplarisch untersucht, inwieweit die Förderung vorhergehender Förderperioden zur langfristigen Bestandsentwicklung und damit zur Zielerreichung des ELER beigetragen hat.

Primärdaten wurden für den Bericht von Franz (2019) erhoben. 2017 fand ein Interview mit dem Fachreferat statt, in dem der Stand der Umsetzung und mögliche Umsetzungshindernisse besprochen wurden. 2018 wurde eine Zuwendungsempfänger:innenbefragung (ZWE-Befragung) durchgeführt, in der die Zufriedenheit und die Mitnahmeeffekte der Förderung abgefragt wurden (vgl. Tabelle 1). Die Ergebnisse dieser Befragung sind in Franz (2019) und Raue (2017) (Interview Fachreferat) dargestellt und werden in diesen Bericht eingebunden. Des Weiteren wurden 2024 im Rahmen der Fallstudie Waldumbau zwei Interviews mit Revierförster:innen zu sechs Waldumbauprojekten, die in dem Zeitraum von 2003 bis 2014 stattgefunden haben, geführt, zwei Bespielflächen werden in Kapitel 4 genauer besprochen.

Tabelle 1: Durchgeführte Erhebungen

	Art	Zeitraum	n (Rücklauf- quote)	Stichproben- ziehung	Thema der Befragung
Interview Fachreferat	mündlich	03/2017	1 (100 %)	/	Stand der Umsetzung
					Potenzielle Umsetzungshindernisse
ZWE- Befragung	schriftlich	08-09/2018	546 (31 %)	Vollerhebung	Zufriedenheit mit administrativer Umsetzung der Förderung
					Mitnahmeeffekte
Fallstudie Waldumbau	mündlich	07-08/2024	2 (100 %)	/	Ergänzende allgemeine Einschätzungen
					Förderbedarfe im Forstamtsbereich, aktuelle waldbauliche Situation
					Zufriedenheit mit administrativer Umsetzung der Förderung

Quelle: Franz (2019) und eigene Ergänzungen.

³ An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Förderdaten und Monitoringdaten abweichende Zahlungsflüsse aufweisen. Dies kann mit möglichen Rück- oder Nachzahlungen, die in den Förderdaten nicht miterfasst werden, im Zusammenhang stehen, da diese nach der Bereitstellung an die Evaluation nicht mehr aktualisiert werden. Im Folgenden wird immer dann mit den Förderdaten gearbeitet, wenn es um physische Angaben geht. Zahlungen basieren auf den Monitoringdaten.

3.1 Ziele der Forstmaßnahmen

Die Teilmaßnahmen TM 8.4 und TM 8.5 verfolgen jeweils sehr ähnliche Zielsetzungen. Beide streben die Entwicklung klimaresilienter, ökologisch stabiler und wirtschaftlich tragfähiger Wälder an. Während TM 8.4 nach Kalamitäten ansetzt, dient TM 8.5 dem aktiven Umbau instabiler Bestände.

Inhaltlich überschneiden sich die Ziele stark: Beide Maßnahmen unterstützen die Entwicklung standortgerechter Laub- und Mischwälder, die sich durch erhöhte Anpassungsfähigkeit, höhere Biodiversität, positive Auswirkungen auf den Wasserhaushalt sowie eine verbesserte Bodenfruchtbarkeit auszeichnen. Die Ziele der Teilmaßnahmen entsprechend dem LPLR in Bezug auf die Schwerpunktbereiche und sind in Tabelle 2 dargestellt. Für jede Teilmaßnahme sind primäre Ziele (P), sekundäre Ziele (X) und in Absprache mit dem Fachreferat weitere Ziele (o) formuliert, die in Tabelle 2 entsprechend gekennzeichnet sind.

Tabelle 2: Zielsetzungen der TM 8.4 (Wiederaufbau Wald) und TM 8.5 (Waldumbau) in den Schwerpunktbereichen

Teilmaßnahme	Schwerpunktbereich				
	3B	4A	4B	4C	5E
Wiederaufbau (TM 8.4)	x	o	o	o	P
Waldumbau (TM 8.5)	x	o	o	o	P

Legende: P = prioritäres Ziel; X = sekundäres Ziel; o = weitere Ziele (nicht-programmiertes Ziel, das in Absprache mit dem Fachreferat ergänzt wurde)

Quelle: Eigene Darstellung nach Raue et al. (2023).

Wiederaufbau Wald (TM 8.4) und **Waldumbau** (TM 8.5) haben prioritäre Ziele im Schwerpunktbereich 5E: Förderung der Kohlenstoffspeicherung und -bindung in der Land- und Forstwirtschaft. Das Ziel ist hier die Stärkung der Senkenfunktion des Waldes durch die Begründung stabilerer Bestände, nicht die Maximierung der Speicherleistung. Sekundäre Ziele werden im Schwerpunktbereich 3B „Unterstützung der Risikovorsorge und des Risikomanagements in den landwirtschaftlichen Betrieben“ verfolgt. Standortgerechte Bestände sind nach heutigen Erkenntnissen besser an die Auswirkungen des Klimawandels angepasst. Aber auch im Hinblick auf andere Schutzgüter (Biodiversität 4A, Wasser 4B, Boden 4C) können die Fördermaßnahmen eine Wirkung entfalten.

Biodiversität: Laubholzreiche und standortgerechte Bestände sind in der Regel naturnäher als die nicht standortgerechten (nadelholzdominierten) Ausgangsbestände. Eine naturnähere Bestockung ist die Voraussetzung für eine naturnähere Entwicklung der gesamten Waldlebensgemeinschaft.

Wasser: Laubholz ist bezüglich der Wirkungen auf die Wasserqualität und -quantität günstiger einzuschätzen als Nadelholz.

Boden: Verbesserung/Wiederherstellung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit durch eine verbesserte Durchwurzelung des Bodens und veränderte Streuzusammensetzung des Laubholzes.

Das Bundeswaldgesetz (BWaldG) sowie das Landeswaldgesetz Schleswig-Holstein (LWaldG) bilden den rechtlichen Rahmen für die Bewirtschaftung des Waldes. Die forstliche Förderung beruht auf der Richtlinie für die Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen (Richtlinie (2017)). Entsprechend der Forststrategie der Europäischen Union (EU) bildet der EU-Forstaktionsplan (EU-KOM, 2006) den Rahmen für forstbezogene Maßnahmen auf Gemeinschaftsebene.

Die im Rahmen des LPLR angebotenen Maßnahmen Wiederaufbau Wald und Waldumbau sind inhaltlich sehr ähnlich, deshalb werden sie im Folgenden gemeinsam behandelt. In der Landesförderrichtlinie sind die Maßnahmen gemeinsam in der Maßnahmengruppe Waldumbau dargestellt (Richtlinie (2017)).

3.2 Finanzielle Umsetzung der Forstmaßnahmen

Die finanzielle Umsetzung der forstlichen Maßnahmen in Schleswig-Holstein ist in Tabelle 3 dargestellt (jeweils die Summe aus GAK-Mitteln plus mit GAK verbundene EU-Mittel). Die IST-Ausgaben umfassen die Ausgaben für beendete und teilausgezahlte Vorhaben der Jahre 2015 bis einschließlich 2021. Ab 2022 wurden die Maßnahmen nicht mehr mittels ELER finanziert, sondern nur noch aus nationalen Mitteln (Bundes- und Landesmittel). Gemessen an den ursprünglichen Zielen wurden 94 % der geplanten Ausgaben von 7,2 Mio. Euro für den Wiederaufbau verausgabt sowie 101 % der 5,7 Mio. Euro für Waldumbau.

Tabelle 3: Indikative und verausgabte öffentliche Mittel 2015–2021

Teilmaßnahme	IST-Ausgaben	SOLL-Ausgaben	Zielerreichung
	2015–2021	2015–2021	2015–2021
	in Mio. Euro	in Mio. Euro	in Prozent
Wiederaufbau (8.4)	6,3	7,2	94
Waldumbau (8.5)	5,9	5,7	101

Quelle: Monitoringdaten (Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz, 2025).

3.3 Maßnahmenbeschreibung und physischer Output

Die Förderung umfasst den Umbau von Reinbeständen und nicht-standortgerechten Beständen hin zu stabilen Laub- und Mischwäldern mit heimischen sowie bereits im Land etablierten naturalisierten Baumarten. Zudem werden Maßnahmen zur Weiterentwicklung und Wiederherstellung naturnaher Waldgesellschaften unterstützt einschließlich solcher, die als Folge von Sturmschäden, Bruchereignissen oder anderen Naturkatastrophen erforderlich sind. Auch instabile Bestände, die durch Waldbrände geschädigt wurden, können im Rahmen der Förderung umgestaltet werden. Konkret sind unter anderem folgende Maßnahmen förderfähig:

- Umbau von vorrangig Nadelbaumreinbeständen,
- Flächenvorbereitung und Pflege während der ersten fünf Jahre nach erstmaliger Begründung.

Die Förderrichtlinie enthält einige wesentliche Zuwendungsbestimmungen, die für die Zielerreichung in Bezug auf die Schwerpunktbereiche von Bedeutung sind:

- Maßnahmen sind auf der Grundlage von Standortkartierungen, Forsteinrichtung, forstfachlichen Stellungnahmen o. ä. durchzuführen.
- Es sind standort- und herkunftsgerechte sowie in Schleswig-Holstein bewährte Baumarten in forstüblichen Pflanzengrößen, Pflanzenzahlen und Mischungsformen zu wählen. Daneben ist ein hinreichender Anteil standortheimischer Baumarten einzuhalten.
- Mischungen, die zu aufwendigen Bestandspflegearbeiten führen, sind zu vermeiden.
- Im Sinne des Verschlechterungsverbotes nach FFH-Richtlinie darf der bisherige Laubbaumanteil des Gebietes durch die geförderten Maßnahmen nicht unterschritten werden.
- Die Zuwendungsempfänger:innen (ZWE) verpflichten sich, Kulturen sachgemäß zu schützen, zu pflegen und erforderlichenfalls nachzubessern.

Die Einbringung zusätzlicher Pflanzen zur Erzeugung von Weihnachtsbäumen oder Schmuckreisig, Pappelkulturen, Kurzumtriebsflächen und Kulturen ohne ausreichenden Schutz gegen Wild sind von der Förderung ausgeschlossen.

Gefördert werden können natürliche und juristische Personen des Privat- und Öffentlichen Rechts, die Eigentümer:innen oder Besitzer:innen von forstwirtschaftlichen Flächen sind und deren Vereinigungen.

Die unterstützten Flächen sind in Tabelle 4 aufgezeigt. Der Umsetzungsstand der Fördermaßnahmen ist weitestgehend planmäßig.

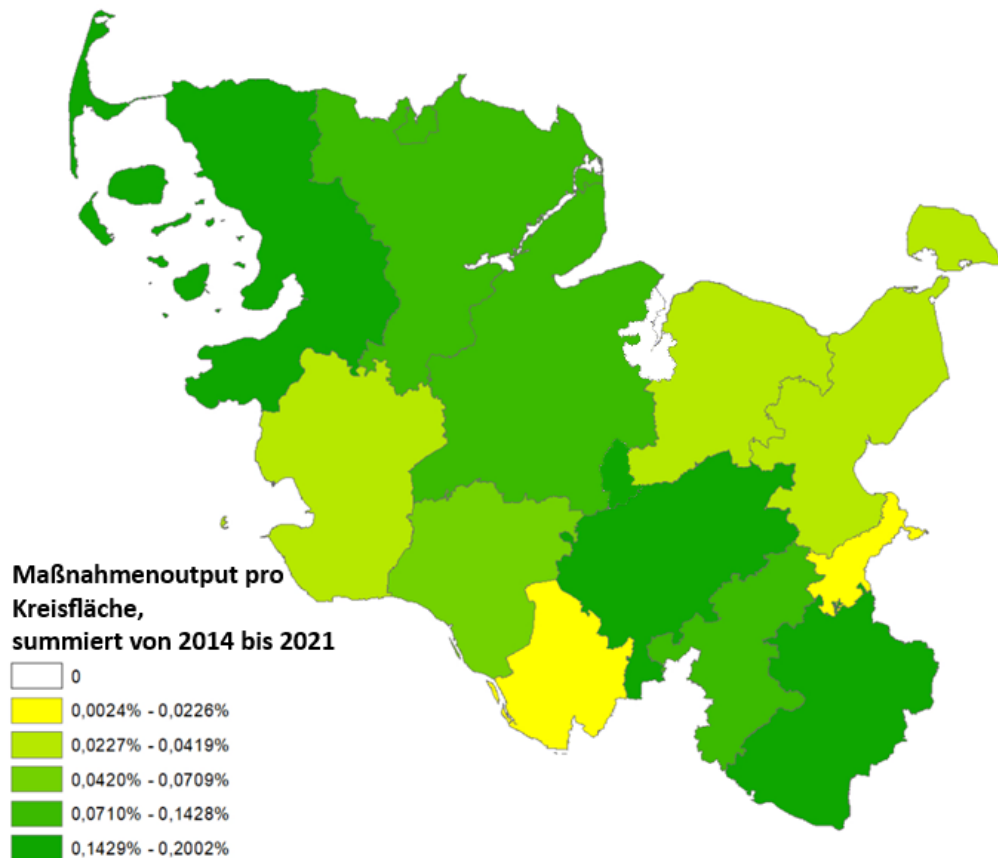
Tabelle 4: Output der Teilmaßnahmen 8.4 und 8.5 auf Basis der Förderdaten von 2014 bis 2021

Teil- maßnahme	Ziel	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Gesamt	Ziel- erreichung
8.4 Wiederaufbau	1.200 ha		220,2	280,6	237,2	194,4	18,4	26,3		977,1 ha	81 %
8.5 Waldumbau	990 ha	159,1	129,6	41,7	53,2	50,8	161,5	160,2	78,0	834,1 ha	84%

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Förderdaten.

Aufgrund von Sturmschadenereignissen zum Ende der vergangenen Förderperiode (vgl. (Franz, 2019) war damit zu rechnen, dass in den ersten Jahren der Förderung der Schwerpunkt des Mittelabflusses auf dem Wiederaufbau (TM 8.4) lag. Im weiteren Verlauf der Förderperiode ist die Nachfrage nach der TM 8.4 zurückgegangen, während die nach der TM 8.5 stieg, was zu erwarten war (Franz, 2019).

Karte 3: Flächenoutput der Teilmaßnahmen TM 8.4 und TM 8.5 bezogen auf die Kreisflächen 2014–2021



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Förderdaten.

Karte 3 zeigt, auf wie viel Hektar Fläche bezogen auf die Kreisflächen eine forstliche Förderung erfolgte. Eine detailliertere Auswertung auf Gemeindeebene war mit den vorliegenden Daten nicht möglich. Die Karte zeigt, dass die Förderung neben waldstarken Kreisen im Süden Schleswig-Holsteins (wie Herzogtum Lauenburg und Segeberg) auch waldarme Kreise wie Nordfriesland erreichte. Die westlichen Wälder in der Geest und Vorgeest haben den höchsten Anteil an Nadelbäumen (vgl. Karte 1). Insgesamt wurden für 83 % der im Rahmen von TM 8.4 geförderten (vgl. Tabelle 5) Wiederaufforstungsflächen und für 54 % der im Rahmen von TM 8.5 geförderten Waldumbaumaßnahmen angegeben, dass zuvor Nadelholzreinbestände bestanden, die entweder in reine Laubholzbestände oder in Mischbestände aus Laub- und Nadelbaumarten umgewandelt wurden. Allerdings liegen diese Angaben nicht für alle geförderten Flächen vor. Für die Analyse der Ausgangsbestockung stehen lediglich für 76 % der TM 8.4-Flächen und für 86 % der TM 8.5-Flächen vollständige Informationen zur Verfügung. Die genannten Werte beziehen sich daher nur auf diese Teilmenge und sind entsprechend zu interpretieren. Aufgrund der fehlenden Angaben für einen Teil der Flächen ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt, und die Aussagekraft der prozentualen Anteile sollte als orientierend, nicht als vollständig repräsentativ betrachtet werden.

Tabelle 5: Umbau von Nadelholzreinbeständen in Laubholz- und Mischbestände

	Nadelholz- reinbestand*	Anteil von gesamt Umbaufläche*	Umbau in Laubholz- reinbestand		Umbau in Mischbestand (Lbh/Ndh**)	
8.4	619 ha	83 %	246 ha	40 %	373 ha	60 %
8.5	364 ha	54 %	194 ha	53 %	170 ha	47 %

*: Anteilige Angaben, da die Förderdaten nicht die vollständigen Ausgangsbestockungen angeben. Siehe hierzu auch Tabelle 7.

** Lbh: Laubbaumholz; Ndh: Nadelbaumholz

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Förderdaten.

Mitnahmeeffekte

Die Ergebnisse der Befragung von Franz (2019) zeigen aus Sicht der ZWE, dass die forstlichen Fördermaßnahmen teils deutlich maßnahmenauslösend gewirkt haben. Insbesondere in Bezug auf mögliche Mitnahmeeffekte wird deutlich, dass sich die Umsetzung der Maßnahmen ohne finanzielle Unterstützung wesentlich verändert hätte: Rund 30 % der Befragten gaben an, dass die Maßnahme ohne Förderung überhaupt nicht durchgeführt worden wäre. Weitere knapp 30 % hätten andere Baumarten gewählt. Ein geringer Anteil (unter 10 %) hätte die Maßnahme auf kleinerer Fläche umgesetzt. Etwa 18 % der Befragten hätten die Maßnahme auch ohne Förderung in gleichem Umfang und auf gleiche Weise durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Förderung in einem erheblichen Teil der Fälle als maßnahmenauslösend einzuschätzen ist und somit wesentliche waldbauliche Entscheidungen beeinflusst hat.

3.4 Bewertung der administrativen Umsetzung aus Sicht der Zuwendungsempfänger:innen

Die Förderung setzte einen schriftlichen Antrag voraus. So musste vor dem Maßnahmenbeginn ein Förderantrag auf vorgegebenen Formularen bei der Landwirtschaftskammer (LWK) Schleswig-Holstein, Abteilung Forstwirtschaft eingereicht werden. Die LWK ist die Bewilligungsbehörde der Förderung. Sie prüft die Zuwendungsvoraussetzung, die forstfachliche Notwendigkeit und spricht die Bewilligung aus. Nach der Maßnahmendurchführung erfolgte die Prüfung des Verwendungsnachweises durch die LWK und die Auszahlung durch die Zahlstelle.

Wie in der Förderperiode 2007–2014 auch (Pollermann et al., 2016) wurde die Abwicklung der Förderung stark durch die Vertreter der Forstbetriebsgemeinschaft (FBG) bzw. LWK unterstützt. 83 % der durch Franz (2018) befragten ZWE gaben an, dass die Abwicklung des Förderverfahrens hauptsächlich durch einen Vertreter der LWK geschieht. Bei weiteren 14 % läuft die Abwicklung über die FBG. Bei 57 % ging auch bereits die Initiative zur Beantragung der Förderung von Vertretern der FBG bzw. LWK aus. Dies unterstreicht die nach wie vor hohe Bedeutung der Betreuungsstrukturen für die Umsetzung der forstlichen Förderung.

Unter der gegebenen Betreuungsstruktur sind die ZWE insgesamt zufrieden mit dem Förderverfahren. Darstellungen hierzu sind zu finden in Franz 2019.

Am wenigsten zufriedenstellend sind aus Sicht der ZWE die Wartezeit bis zur Auszahlung der Fördermittel und die Dauer von der Antragstellung bis zur Bewilligung. Diese Aspekte sind auch am häufigsten (45 % bzw. 32 %) von den ZWE, die bereits in der Förderperiode 2007–2013 forstliche Förderung in Anspruch genommen haben, als verschlechtert wahrgenommen worden. Diese Wahrnehmung ist wahrscheinlich auf die in Raue et al. (2017) angesprochene Verfahrensänderung zurückzuführen, nach der die Bewilligung vor dem Verwendungsnachweis ausgesprochen werden muss und nicht mehr zeitgleich mit diesem, wie das in der Vergangenheit praktiziert wurde. Das Förderverfahren und damit die Dauer bis zur Auszahlung haben sich dadurch verlängert. Daneben werden von immerhin ca. 25 % der ZWE die Aspekte „Umfang und Verständlichkeit der Antragsunterlagen“ und

„Nachvollziehbarkeit der Förderbedingungen“ als verschlechtert wahrgenommen (Franz, 2019). Die tatsächliche Inanspruchnahme wird besonders durch das gegebene Maß der Flexibilität bei der Maßnahmenausführung, die Höhe der Fördersumme und den Verwaltungsaufwand bis zur Auszahlung behindert.

4 Fallstudie Waldumbau

Die Fallstudie wurde mit dem Ziel veranlasst, die Herausforderungen und Erfolge des Waldumbaus in Schleswig-Holstein exemplarisch zu untersuchen, die langfristige Entwicklung der Bestände über mehrere Wuchsperioden hinweg zu analysieren und somit die Nützlichkeit der Förderung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) zu bewerten.

Für die Fallstudie Waldumbau wurden mehrere Forstreviere in Schleswig-Holstein für Interviews und Begehungen von Maßnahmenflächen angefragt, in denen in den Förderperioden ab 2003 Waldumbau- und Wiederaufbaumaßnahmen stattgefunden haben. Der Rücklauf war jedoch schleppend und die Bereitschaft zur Teilnahme an der Fallstudie gering. Daher konnte für den Bericht nur eine Fallstudie mit zwei Förderflächen ausgewertet werden. Dies bildet kein umfassendes, repräsentatives Bild der Waldumbaumaßnahmen in Schleswig-Holstein ab, kann jedoch exemplarisch Herausforderungen, Erfolge und typischen Entwicklungen aufzeigen, die mit der Umsetzung der ELER-Förderung in diesem Bereich verbunden sein können.

Diese Fallstudie beleuchtet zwei spezifische Waldumbauflächen in Stormarn (Rausdorf und Großensee), auf denen unterschiedliche Herausforderungen und Erfolge sichtbar sind. Die Fallstudie wurde im Sommer 2024 durchgeführt. Zur Vorbereitung des Interviews wurde ein Leitfaden erstellt, der im Anhang einsehbar ist. Die Forstreviere wurden gebeten, jeweils ein erfolgreiches Projekt sowie ein Projekt mit Schwierigkeiten aus den Förderperioden 2003–2007 und 2007–2013 auszuwählen. Diese Auswahl erfolgte bewusst, um die langfristige Entwicklung der Bestände über mehrere Wuchsperioden hinweg zu analysieren.

Ergänzend zur Analyse der beiden ausgewählten Förderflächen wurden im Rahmen der Fallstudie weitere Waldumbaumaßnahmen vor Ort begangen. Ziel war es, einen direkten Eindruck von den verschiedenen Entwicklungsphasen und sukzessionalen Prozessen auf den Umbauflächen zu gewinnen und die damit verbundenen waldbaulichen Herausforderungen aus praktischer Perspektive zu erfassen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse und Aussagen der Interviewpartner:innen aus den leitfadengeführten Gesprächen dargestellt. Die Darstellung erfolgt neutral und gibt die Sichtweisen der Gesprächspartner:innen wieder, ohne fachliche Bewertung oder eigene Interpretationen.

Hintergrund des Waldumbaus

An der fachlichen Gesprächsrunde nahmen der Revierförster, die Leitung der Forstbetriebsgemeinschaft (FBG), sowie zwei Vertreter der Abteilung Forstwirtschaft der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein teil. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Interviews wiedergegeben.

Die Region habe eine lange Tradition der Erstaufforstung und Wiederaufforstung, insbesondere nach Sturmschäden oder wirtschaftlichen Holzeinschlägen. Viele Bestände wurden nach dem Zweiten Weltkrieg in großem Umfang gepflanzt, mussten jedoch später aufgrund standörtlicher Fehlanpassung wieder umgebaut werden. Insbesondere in Nassbereichen erfolgten damals großflächige Pflanzungen von Pappel und Weißerle, die sich im Nachhinein als ungeeignet herausstellten. Schätzungen zufolge wurden bereits rund 250–300 ha dieser Fehlbestände umgebaut. Die Entscheidung für diese Baumarten war stark durch die Nachkriegssituation geprägt: Infolge von Reparationsleistungen in der britischen Besatzungszone kam es zu großflächigen Einschlägen, insbesondere entlang wichtiger Bahntrassen, sowohl in städtischen als auch in privaten Wäldern. Der damalige forstliche Aufbau war maßgeblich beeinflusst von einem Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer, der ab 1949 in der Region tätig war und die Pflanzung von Pappeln und Weißerlen intensiv förderte, insbesondere auf den sogenannten Reparationsflächen.

Diese historischen Pflanzentscheidungen haben bis heute Auswirkungen auf die Bestandsstruktur und die forstliche Praxis in der Region. Die ELER-Förderung unterstützt mit den Teilmaßnahmen TM 8.4 und TM 8.5 gezielt den Umbau solcher Althölzer in klimaresiliente und standortgerechte Mischbestände. Damit leistet sie einen Beitrag zur langfristigen Korrektur der Altlasten historischer Bewirtschaftungsentscheidungen und zur Stabilisierung der Wälder unter veränderten Klimabedingungen.

Schleswig-Holstein ist durch eine Vielzahl unterschiedlicher Schutzgebietskategorien geprägt, darunter Natura-2000-Gebiete (FFH) sowie Landschaftsschutzgebiete. Nach Einschätzung der Interviewpartner:innen führt insbesondere die Überlagerung mehrerer Schutzgebietskategorien dazu, dass im Vorfeld von Umbaumaßnahmen umfangreiche naturschutzfachliche Prüfungen erforderlich werden. Während in Landschaftsschutzgebieten für sich genommen in der Regel keine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erforderlich sei, sei bei Vorhaben innerhalb der Natura-2000-Kulisse zumindest eine FFH-Vorprüfung durchzuführen, die im Einzelfall einen erheblichen zusätzlichen Prüfaufwand mit sich bringen könne. Ein weiteres großes Problem stelle die Witterungsabhängigkeit der Pflanzungen dar. Die Umsetzung forstlicher Maßnahmen ist an ein enges Zeitfenster gebunden. Die Saison beginnt in der Regel Mitte November, sobald die Pflanzen verholzt sind, und endet spätestens Ende April. In diesem Zeitraum werden nicht nur Pflanzungen, sondern auch Holzeinschläge durchgeführt, sodass sich eine erhebliche Arbeitsdichte ergebe. Damit die Maßnahmen fristgerecht umgesetzt werden können, müssen im Vorfeld verbindliche Pflanzpläne an die Baumschulen übermittelt, behördliche Genehmigungen eingeholt und Förderbescheide rechtzeitig erteilt worden sein. Darüber hinaus seien auch Abstimmungen mit den Flächeneigentümer:innen erforderlich, um eine reibungslose Durchführung zu gewährleisten. So hätten im besonders regenreichen Herbst/Winter 2023/2024 geplante 18 ha nicht bepflanzt werden können, weil die Flächen wetterbedingt nicht befahrbar gewesen seien.

4.1 Zwei Fallbeispiele: Erfolg und Herausforderung

Die Umsetzung des Waldumbaus in Schleswig-Holstein verläuft nicht überall gleichermaßen erfolgreich. Während einige Flächen vielversprechende Entwicklungen zeigen, sind andere mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert. Zwei Fallbeispiele im Privatwald verdeutlichen sowohl die Potenziale als auch die Schwierigkeiten, die mit dem Umbau von instabilen Beständen verbunden sind. Für die Fallstudie wurden deswegen bewusst zwei unterschiedliche Standortbereiche ausgewählt: Ein Standort mit mittlerer Nährstoffversorgung (mesotroph) und ein zweiter, deutlich trockenerer Bereich, der durch nährstoffarme Sandschichten geprägt ist.

Erfolgreicher Waldumbau in Rausdorf – Stabile Entwicklung mit wirtschaftlicher Perspektive

In Rausdorf wurde ein zuvor instabiler Weißerlenbestand umgebaut. Aufgrund seiner geringen Widerstandskraft gegenüber Stürmen und Pilzbefall war eine langfristige Sicherung dieses Bestandes nicht möglich. Um eine nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige Alternative zu schaffen, wurde die mesotrophe Fläche mit Stieleiche, Rotbuche, Bergahorn und Douglasie aufgeforstet.

Dank gezielter Maßnahmen zur Standortvorbereitung und Pflege konnte eine hohe Überlebensrate der Jungpflanzen erzielt werden. Als erfolgreiche Maßnahme wurde von den Interviewpartner:innen die mechanisierte Pflanzung mit Minibaggern genannt, die durch Tiefpflanzung eine bessere Wasserversorgung der Setzlinge ermögliche.⁴ Besonders positiv entwickelte sich die Naturverjüngung, die aufgrund der günstigen Standortbedingungen im umliegenden Wald entstand. Da das umgebaute Waldstück mitten im Wald liege, konnten sich junge Bäume aus benachbarten Beständen ohne größere Hindernisse ausbreiten, zum Stabilisieren des neuen Bestandes beitragen und den Pflegeaufwand langfristig reduzieren. Die geschaffene Baumartenmischung Sorge nicht nur für eine höhere ökologische Vielfalt, sondern biete auch wirtschaftliche Perspektiven durch die Produktion von hochwertigem Wertholz. Insgesamt zeige das Beispiel Rausdorf, wie ein durchdachter Waldumbau zur langfristigen Sicherung eines klimaresilienten und wirtschaftlich nutzbaren Waldbestandes beitragen kann.

Problematischer Waldumbau in Großensee – Herausforderungen durch Trockenheit und Schädlingsdruck

Deutlich schwieriger habe sich der Waldumbau in Großensee gestaltet, wo eine Kiefern-Fichten-Mischfläche nach einem Windwurf massiv geschädigt wurde. Da die instabilen Nadelholzbestände aufgrund des Klimawandels ein erhöhtes Risiko für Sturmschäden und Borkenkäferbefall aufgewiesen haben, wurde ein Umbau hin zu einer Laub-Nadel-Mischung angestrebt.

Im Rahmen der Maßnahme wurden verschiedene Laubbaumarten mit Nadelbäumen kombiniert, um eine höhere Widerstandskraft gegenüber Extremereignissen zu erreichen. Allerdings habe die Umsetzung auf einem nährstoffarmen (oligotroph) und trockenen Standort stattgefunden, was mit erheblichen Herausforderungen verbunden war. Insbesondere eine anhaltende Trockenheit habe dazu geführt, dass einige Laubbaumarten, darunter Bergahorn und Buche, nur schwer anwuchsen. Gleichzeitig habe Schädlingsbefall durch Borkenkäfer sowie Fraßschäden durch Mäuse zusätzliche Verluste verursacht.

Die schwierigen Bedingungen haben auf Teilen der Umbauflächen umfangreiche Nachbesserungen erforderlich gemacht, um die Fläche langfristig zu stabilisieren. Dabei spielte die Naturverjüngung eine wesentliche Rolle, da sich einige Baumarten durch natürliche Prozesse besser an die Standortbedingungen anpassten. Dennoch sei der Pflegeaufwand hoch geblieben und die langfristige wirtschaftliche Rentabilität sei noch nicht gesichert. Das Beispiel Großensee verdeutliche, dass der Waldumbau besonders standortabhängig ist und durch klimatische Veränderungen sowie unvorhersehbare Faktoren beeinflusst wird.

In Tabelle 6 sind die Kernergebnisse der beiden Fallstudienflächen nochmals zusammengefasst und gegenübergestellt.

⁴ Hierbei ist zu bedenken, dass das Fachreferat des Landes dieser Form der flächigen Befahrung eher skeptisch gegenübersteht: Aus ökologischer Sicht sei sie nicht unproblematisch, und gemäß der aktuellen Förderrichtlinie ist eine flächige Befahrung nur noch in begründeten Ausnahmefällen zulässig. Der Vorteil der Tiefpflanzung ist, dass die Wasserversorgung verbessert werden kann. Gleichzeitig können bei maschineller Befahrung Verdichtungen im Oberboden entstehen, welche die Bodenfunktionen beeinträchtigen, was die Lebensbedingungen für Wurzeln und Bodenfauna verschlechtert (Lüscher et al. (2019).

Tabelle 6: Steckbrief der Fallstudie zum Waldumbau im Kreis Stormarn

	Erfolgreicher Waldumbau (Rausdorf)	Problematischer Waldumbau (Großensee)
Gesamtfläche	25 ha	90 ha
Umbaufläche	1,2 ha	1,6 ha
Antragsjahr	2010	2012
Bestand vor Umbau	Weißerlenbestand	Kiefern-Fichten-Mischbestand (Windwurf)
Umbaumaßnahmen	Aufforstung: Stieleiche, Rotbuche, Bergahorn, Douglasie	Aufforstung: Laubbaumarten, Kombination mit Nadelhölzern
Bewertung durch die Interviewpartner:		
Herausforderungen	Keine besonderen Probleme, gute Etablierung der Pflanzen	Trockenheit, Schädlingsbefall (Borkenkäfer, Mäuse), hoher Nachbesserungs- und Pflegeaufwand
Ergebnis	Hohe Überlebensrate, stabile Naturverjüngung, gute wirtschaftliche Perspektive	Nachbesserung erforderlich, Naturverjüngung spielt eine große Rolle

Quelle: Eigene Darstellung nach Fallstudieninterview.

4.2 Herausforderungen und Lösungsansätze im Waldumbau

Der Waldumbau in Schleswig-Holstein stehe vor einer Reihe von Herausforderungen, die sowohl durch klimatische Veränderungen als auch durch waldbauliche und administrative Faktoren beeinflusst werden. Besonders deutlich werde dies nach Aussage der Gesprächspartner:innen in den Bereichen Trockenstress und Schädlingsbefall und führe zu einem höheren Pflegeaufwand.

Die **klimatischen Herausforderungen** stellen seit den langanhaltenden Trockenperioden ab 2018 eine erhebliche Belastung für die jungen Bestände dar. Viele der gepflanzten Baumarten, insbesondere der Bergahorn, hätten unter diesen Bedingungen Wachstumsprobleme gezeigt. In einigen Bereichen sei es zu erhöhten Ausfällen gekommen, die durch Nährstoffmangel und Pilzbefall zusätzlich verstärkt worden seien. Aus Sicht der Interviewpartner:innen mache dies eine noch stärker standortbezogene Baumarten- und Herkunftswahl erforderlich. Dabei wurde betont, dass insbesondere trockenheitstolerante Herkünfte innerhalb geeigneter, standortheimischer Baumarten künftig an Bedeutung gewinnen könnten.

Auch der **Schädlings- und Krankheitsdruck** habe in den vergangenen Jahren erheblich zugenommen. Besonders Rüsselkäfer und Borkenkäfer richteten in Nadelholzbeständen massive Schäden an, was vielerorts zu zusätzlichen Ausfällen und erhöhtem Pflegeaufwand führe. Darüber hinaus hat das Eschentriebsterben ganze Bestände vernichtet und zeigt, wie schwer sich eingeschleppte Krankheiten auf die waldbauliche Entwicklung auswirken können. Um diesem Problem zu begegnen, seien eine engmaschige Überwachung sowie angepasste Pflegemaßnahmen erforderlich.

Ein weiteres zentrales Problem sei laut den Gesprächspartner:innen der hohe **Pflegeaufwand und die Finanzierung** der Maßnahmen, da hierfür erhebliche Arbeitskapazitäten für Planung, Umsetzung und Kontrolle bereitgestellt werden müssten. Die Mischwuchsregulierung – also die Steuerung der Baumartenentwicklung im Bestand – sei für einen erfolgreichen Waldumbau essenziell, erfordere jedoch einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand. So seien die bestehenden Förderrichtlinien oftmals nicht flexibel genug, um auf spontane Entwicklungen wie unvorhergesehene Schäden oder extreme Witterungsbedingungen zu reagieren. Zudem

wurde die Bürokratie bei der Antragstellung von Waldbesitzenden als belastend beschrieben, was viele potenzielle Antragsteller:innen abschrecke oder Verzögerungen in der Umsetzung der Maßnahmen verursache.⁵

Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch auch positive Entwicklungen und Lösungsansätze. So berichteten Interviewpartner:innen, dass sich der Einsatz von Minibaggern mit speziellen Greifwerkzeugen bei der Pflanzung als vorteilhaft erwiesen habe.⁶ Der technische Vorteil liege darin, dass sich auf schweren Substraten ein ausreichend tiefes Pflanzloch schneller und präziser herstellen lasse und die Setzlinge dadurch so tief eingebracht werden können, dass die Bodenkapillarität erhalten bleibe. Dies ermögliche einen direkten Wasseranschluss der Pflanzen und habe nach Aussage der Praktiker zu deutlich niedrigeren Ausfallraten geführt, selbst in den Trockenjahren 2018–2023. Die Bodenstruktur werde dabei nur punktuell geöffnet, während flächige Bodenbearbeitung vermieden werde. Zudem spiele die Naturverjüngung eine zunehmend wichtigere Rolle im Waldumbau. Sie könne den Erfolg der Maßnahme langfristig sichern, müsse jedoch aktiv gesteuert werden, um eine ausgewogene Baumartenmischung zu gewährleisten. Hinsichtlich der Baumartenwahl haben sich Lärche und Douglasie als besonders widerstandsfähig gegen Trockenstress erwiesen.

Diese Erkenntnisse verdeutlichen, dass ein erfolgreicher Waldumbau nicht nur eine gezielte Auswahl an Baumarten erfordere, sondern auch eine flexible, standortspezifische Planung sowie eine ausreichende finanzielle und administrative Unterstützung.

Neben den bereits erwähnten Herausforderungen wie Trockenheit und Schädlingsbefall habe es auch strukturelle und wirtschaftliche Probleme gegeben:

- **Fehlendes Fachpersonal:** Ein akuter Mangel an ausgebildeten Forstwirt:innen erschwere nach Aussage der Interviewpartner:innen die Durchführung notwendiger Mischwuchsregulierungen. Der Fachkräftemangel betreffe sowohl den technischen (Forstwirt:innen, Maschinist:innen) als auch den administrativen Bereich. Die Gesprächspartner:innen wiesen darauf hin, dass trotz einer guten forstlichen Ausbildung im Land viele junge Fachkräfte den Beruf wieder verließen. Als Gründe wurden unter anderem die hohe körperliche Arbeitsbelastung, die Vorgabezeiten in der Arbeitsorganisation sowie attraktivere Beschäftigungsmöglichkeiten in anderen Branchen genannt.
- **Bürokratische Hürden:** Die Umsetzung der Fördermaßnahmen erfordere große Genauigkeit bei der Dokumentation und auf der Fläche. Schon geringe Abweichungen, etwa bei der Anzahl gepflanzter Douglasien oder bei Pflegearbeiten, müssten begründet werden, ansonsten sei eine Korrektur oder sogar eine Kürzung der Fördermittel möglich. Gleichzeitig sei der bürokratische Aufwand hoch und führe teilweise zu Überlastung der Beteiligten. Eine erfolgreiche Umsetzung sei nach Einschätzung der Gesprächspartner:innen jedoch möglich, wenn erfahrene Forstbetriebsgemeinschaften, erfahrene Bezirksförster:innen und ausreichend Personal vor Ort verfügbar seien und die Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten funktioniere.
- **Wirtschaftliche Belastungen:** Die Anlage klimaresilienter Mischkulturen sei mit erhöhten Investitions- und Pflegeaufwendungen verbunden als die Begründung reiner Nadelholzbestände, wie dies im Gespräch als „zunehmende Investitionskosten und Pflegekosten“ beschrieben worden ist. Um die größere Vielfalt langfristig zu sichern, seien zusätzliche Aufwendungen erforderlich, die über das hinausgingen, was bei der Begründung reiner Nadelholzbestände üblich sei. Gleichzeitig wurde betont, dass ein solcher Waldumbau

⁵ Die detaillierten Antrags- und Nachweispflichten beruhen auf rechtlichen Anforderungen zur Sicherstellung der korrekten Mittelverwendung und Gleichbehandlung aller Antragstellenden. Das Land weist darauf hin, dass inzwischen verschiedene Vereinfachungen eingeleitet wurden, etwa die Digitalisierung der Verfahren und die Reduzierung EU-bedingter Vorgaben nach dem Ausstieg aus der Kofinanzierung.

⁶ Der Einsatz von Minibaggern stellt im Rahmen der Förderung einen Ausnahmetatbestand dar, welcher für jeden Einzelfall begründet werden muss. Aufgrund des nachteiligen Wurzel-Spross-Verhältnisses besteht ein erhebliches Risiko von Trocknisschäden infolge einer flächigen Bodenbefahrung, welche der Zertifizierung widerspricht. Laut Fachreferat ist die Methode sowohl betriebswirtschaftlich als auch physiologisch eindeutig als nachteilig zu bewerten.

über lange Zeiträume Kapital binde. Zudem sei darauf verwiesen worden, dass Mindererträge – zumindest flächenbezogen – auftreten könnten. Ohne eine verlässliche und angemessen ausgestaltete Förderung seien diese Maßnahmen nach Aussage der Interviewpartner:innen für viele Waldbesitzende wirtschaftlich nur schwer tragfähig, zumal die Gesellschaft aufgrund ihres Beitrags zu Waldschäden eine besondere Verantwortung trage.

Wirtschaftliche und ökologische Auswirkungen

Der Waldumbau in Schleswig-Holstein habe sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Veränderungen mit sich gebracht. Besonders deutlich zeige sich dies an dem Gewinn der strukturellen und biologischen Vielfalt, der durch die gezielte Mischung verschiedener Baumarten erreicht wurde.

Allerdings gehen diese positiven Entwicklungen mit einem erhöhten Pflegeaufwand einher. Die Vielfalt der Baumarten erfordere eine intensivere Betreuung, insbesondere in den ersten Jahren nach der Pflanzung. Trotz der höheren Kosten sei diese Pflege jedoch entscheidend, um langfristig stabile und widerstandsfähige Bestände zu sichern.

Auch die wirtschaftlichen Perspektiven seien durch den Umbau beeinflusst. Der zukünftige genaue Holzertrag sei schwer vorhersehbar, da die Entwicklung der Bestände von vielen Faktoren wie Standortbedingungen, Witterung und Schädlingsdruck abhängen. Zudem unterlägen Holzerträge grundsätzlich marktbedingten Schwankungen; durch die größere Baumartenvielfalt werde zudem ein breiteres Absatzspektrum erschlossen, was das wirtschaftliche Risiko mindere. Langfristig würde mit einer höheren Holzqualität und der Produktion von Wertholz gerechnet, was wirtschaftlich vorteilhaft sein könne.

Neben den ökonomischen Aspekten seien die Biodiversitätsgewinne klar erkennbar. Durch die verbesserte Vegetationsstruktur und die Förderung der Naturverjüngung entstehen artenreiche Waldgesellschaften, die widerstandsfähiger gegenüber klimatischen und ökologischen Veränderungen seien. Diese Entwicklungen würden zeigen, dass der Waldumbau nicht nur zur wirtschaftlichen Nutzung, sondern auch zum Schutz der natürlichen Ressourcen beitrage.

4.3 Handlungsempfehlungen

Die Untersuchung der Waldumbaumaßnahmen in Schleswig-Holstein zeigt, dass die ELER-Förderung maßgeblich zur Umgestaltung instabiler Bestände beitragen kann. Dennoch bestehen weiterhin Herausforderungen, die eine Anpassung der Förderstruktur erforderlich machen.

Ein zentraler Punkt ist laut den Interviewten die **Flexibilisierung der Förderrichtlinien**, um besser auf lokale Gegebenheiten eingehen zu können. Unterschiedliche Standorte erfordern individuell angepasste Maßnahmen, die mit den bestehenden Vorgaben nicht immer optimal umgesetzt werden können. Zudem sei eine **Entbürokratisierung des Antragsverfahrens** dringend notwendig. Der Verwaltungsaufwand für ELER-Förderanträge sei laut Interviewpartnern in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen und stelle für viele Waldbesitzende eine Hürde dar, wodurch potenzielle Maßnahmen nicht umgesetzt werden.

Darüber hinaus sei eine **langfristige Planungssicherheit** für Waldbesitzende und Forstbetriebe essenziell, um nachhaltige Investitionen in den Waldumbau zu ermöglichen. Viele Waldbesitzende zögern, in langfristige Projekte zu investieren, wenn Unsicherheiten hinsichtlich zukünftiger Förderungen bestehen. Eine verlässliche Förderstruktur könnte hier Anreize schaffen und den Umbauprozess beschleunigen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die **Ausbildung und Bereitstellung von Fachpersonal**. Der naturnahe Waldumbau erfordere spezifische forstliche Kenntnisse, sowohl in der Planung als auch in der praktischen Umsetzung. Um die steigenden Anforderungen zu bewältigen, ist eine gezielte Förderung von Fachkräften notwendig, die Waldbesitzende beraten und bei der Umsetzung der Maßnahmen unterstützen können.

Fazit

Zusammenfassend zeigt diese Fallstudie, dass der Waldumbau in Schleswig-Holstein durch die ELER-Förderung bereits positive Ergebnisse erzielt hat. Dennoch stehen Waldbesitzende und Forstbetriebe weiterhin vor großen Herausforderungen. Ein flexibleres Fördersystem mit reduzierter Bürokratie, langfristiger Planungssicherheit und verstärkter fachlicher Unterstützung könnte dazu beitragen, die Widerstandsfähigkeit der Wälder gegenüber Klimaveränderungen zu erhöhen und sie zugleich wirtschaftlich tragfähig für zukünftige Generationen zu gestalten.. Besonders wichtig laut Gesprächspartnern sei zudem eine bessere Absicherung gegen witterungsbedingte Verzögerungen, um zu verhindern, dass Fördergelder ungenutzt bleiben und im Folgejahr gekürzt werden. Die bisherigen Maßnahmen haben jedoch bereits gezeigt, dass die Förderung entscheidend dazu beitragen kann, instabile Bestände in klimaresiliente Mischwälder zu überführen und damit sowohl ökologische als auch ökonomische Wirkungen zu entfalten.

4.4 Waldumbau im Detail: Beispiele aus der Praxis

Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Entwicklungsstadien und Herausforderungen auf Umbauflächen werden exemplarisch vier Bestände vorgestellt, die zwischen 2012 und 2022 begründet wurden. Die beispielhaften Aufnahmen (siehe Foto 1 bis Foto 4) illustrieren typische Probleme, die je nach Standortlage, Alter der Kulturen sowie Pflegeintensität auftreten können. Der Waldumbau in Schleswig-Holstein birgt zahlreiche Herausforderungen, die sich in den verschiedenen Sukzessionsstufen der Umbauflächen manifestieren. Beispielhafte Fotos veranschaulichen diese Entwicklungen und zeigen die altersspezifischen Probleme sowie die Notwendigkeiten der Kulturpflege.

Foto 1: **Umbaufläche: 2012 umgebaut**



Quelle: Thünen-Institut/Rorig 2024.

Die Umbaufläche von 2012, gelegen im Waldinneren, zeigt eine überdurchschnittlich gute Bestandsentwicklung. Die Jungbäume wirken älter als ihr tatsächliches Alter vermuten lässt – eine Folge der günstigen Bodenverhältnisse und kontinuierlichen Wasserversorgung. Hier wird deutlich, wie stark Standortqualität das Wachstum beeinflussen kann.

Foto 2: Umbaufläche 2018

Quelle: Thünen-Institut/Rorig 2024.

Demgegenüber steht die 2018 begründete Fläche im Waldrandbereich, wo insbesondere der massive Aufwuchs der spätblühenden Traubenkirsche regelmäßige Maßnahmen erfordert. Diese Fläche wurde mit mehr Arten bepflanzt als die Fläche in 2012. Ohne kontinuierliche Kontrolle und Förderung der Zielbaumarten bestünde die Gefahr, dass invasive Konkurrenzvegetation die Entwicklung der Bestände erheblich beeinträchtigt. Die Traubenkirsche stellt nach wie vor eine der größten Herausforderungen bei der Etablierung stabiler Laubmischwälder dar.

Foto 3: Umbaufläche 2021

Quelle: Thünen-Institut/Rorig 2024.

Die 2021 gepflanzte Fläche dokumentiert den frühen Entwicklungsstand eines artenreicheren Mischbestandes, u. a. mit Roteiche. Aufgrund der erhöhten Lichtverhältnisse im Anfangsstadium traten hier starker Bodenbewuchs und Problempflanzen wie Brombeere und Adlerfarn auf. In dieser Phase ist der Schutz vor Wildverbiss besonders entscheidend. Der vorhandene Zaun schützt die Kultur, bis die Terminalknospen aus dem gefährdeten Äserbereich herausgewachsen sind. Schäden entstehen hier vorrangig in der sensiblen Kulturphase; spätere Beeinträchtigungen durch Fege- oder Schälsschäden sind zwar möglich, aber weniger bestandsbedrohend.

Foto 4: Umbaufläche 2022

Quelle: Thünen-Institut/Rorig 2024.

Die jüngste besuchte Fläche ist von 2022 und bietet ein Beispiel für die unmittelbare Anfangsphase des Waldumbaus. Hier lassen sich die ersten Ansätze der Bestandesetablierung erkennen – begleitet von einem hohen Pflegebedarf und einer starken Abhängigkeit von schützenden Maßnahmen wie Zaunbau und Konkurrenzkontrolle.

Diese Beispiele unterstreichen, wie vielschichtig und kontextabhängig der Waldumbau in der Praxis verläuft. Neben klima- und standortbedingten Faktoren sei insbesondere die langfristige Pflege entscheidend, um stabile und resiliente Mischbestände zu entwickeln. Zusammengefasst zeigen die Fotos und die damit verbundenen Herausforderungen, dass der Waldumbau eine langfristige und intensive Aufgabe ist, die kontinuierliche Pflege und Überwachung erfordert, um die gewünschte Bestandesentwicklung zu erreichen.

5 Wirkungsanalyse der Forstmaßnahmen des LPLR

Die Forstmaßnahmen des LPLR zielen darauf ab, die vielfältigen Funktionen des Waldes zu stärken und nachhaltige Entwicklungen zu fördern. In diesem Kapitel werden die Wirkungen dieser Maßnahmen auf zentrale Themenfelder untersucht, darunter die Förderung des Risikomanagements der Forstwirtschaft, die Erhaltung und Verbesserung der Biodiversität sowie der Schutz von Boden und Wasserressourcen. Als wesentliches Ziel des Programms wird die Kohlenstoffspeicherung und -bindung adressiert, die im Kontext der Klimaanpassung und -minderung eine zentrale Rolle einnimmt. Aufgrund der begrenzten Datenverfügbarkeit können einige Wirkungen jedoch nur allgemein auf der Grundlage von Literatur bewertet werden. Ziel der Wirkungsanalyse ist es, die Zielgenauigkeit der umgesetzten Maßnahmen zu bewerten. Aussagen zur Effizienz im engeren Sinne (im Verhältnis von Kosten zu messbarer Wirkung) sind aufgrund fehlender quantitativer Wirkungsdaten nur eingeschränkt möglich; stattdessen wird auf qualitative Indikatoren und literaturgestützte Einschätzungen zurückgegriffen, um mögliche Optimierungspotenziale aufzuzeigen.

5.1 Wirkung auf die Risikovorsorge und das Risikomanagement (SPB 3B)

Die forstlichen Maßnahmen des LPLR verfolgen sekundäre Ziele im Schwerpunktbereich 3B. Dieser SPB enthält als zentrale Maßnahme den Küstenschutz. Im Bereich Forst zielt der SPB insbesondere auf die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Wälder gegenüber Risiken wie Klimawandel, Schädlingsbefall oder Sturmereignissen ab. Das Ziel der Maßnahmen hier ist der Beitrag zur Klimaanpassung im Forstbereich durch gezielte Fördermaßnahmen, die eine langfristige stabilisierende Wirkung auf die Waldbewirtschaftung haben.

Während kurzfristige Klima- oder Wetterereignisse wie im Vegetationsjahr 2023/24 lokal Auswirkungen auf die Vitalität haben können, verfolgt die Förderung das Ziel einer überregionalen, mittel- bis langfristigen Stabilisierung der Wälder (NW-FVa und MLLEV, 2024), etwa durch die Erhöhung der strukturellen Vielfalt, die verbesserte Wasserspeicherfähigkeit der Böden in Mischwäldern oder die Senkung des Schädlingsrisikos in laubholzdominierten Beständen.

Durch den Waldumbau soll also eine Anpassung der Wälder an die zu erwartenden Klimaveränderungen erreicht werden. Die Buche – als eine wichtige Baumart im Rahmen des Waldumbaus – wird unter dem Aspekt des Klimawandels aufgrund ihrer Eigenschaften als Klimax-Baumart und der damit verbundenen engen ökologischen Amplitude kontrovers diskutiert. In Anbetracht der bestehenden Unsicherheiten wird ihr aber unter Beachtung der jeweiligen standörtlichen Gegebenheiten eine Eignung zugesprochen (Bolte et al., 2009; Zang et al., 2011). Aufgrund ihres weitläufigen natürlichen Verbreitungsgebiets wächst sie unter unterschiedlichen Standortbedingungen und hat sich diesen erfolgreich angepasst (Liesebach et al., 2023). Nach einer Modellierung⁷ von Albert und Schmidt (2012) unter Verwendung von WETTREG⁸ ist die Mehrheit der schleswig-holsteinischen Waldstandorte bis 2100 weiterhin potenzieller Buchenstandort. Auch wenn diese Modellierung auf älteren Emissionsszenarien basiert, die mittlerweile durch differenziertere Projektionen ersetzt wurden (z. B. RCPs statt SRES-Szenarien), betonen neuere Arbeiten, dass ein genereller Verzicht auf die Buche im Zuge des Waldumbaus ungünstig ist. So wird hervorgehoben, dass die Buche gerade in Mischbeständen – etwa mit Eiche oder Nadelbaumarten – positive Effekte auf Zuwachsverhalten und Bestandesstabilität haben kann. Unter bestimmten Bedingungen kann sie dabei zur Reduktion von Risiken wie Sturmwurf, Spätfrost oder biotischen Schäden beitragen. Zudem weisen erste Forschungsergebnisse darauf hin, dass die Buche möglicherweise eine

⁷ Albert und Schmidt (2012) nutzten das damalige A1B-Szenario des IPCC (2000) aus dem SRES-Modellrahmen, das inzwischen durch die RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways) ersetzt wurde. Diese neuen Szenarien ermöglichen differenziertere Aussagen zur Strahlungsbilanz und Klimaprojektion.

⁸ Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode, entwickelt im Auftrag des Bundesumweltamtes mit Finanzierung der Bundesländer (<http://www.cec-potsdam.de/wettreg.html>).

größere Anpassungsfähigkeit an trockenere Bedingungen besitzt als bislang angenommen, insbesondere im Hinblick auf physiologische und morphologische Merkmale (Pretzsch und Schütze, 2021; Pretzsch, 2022).

Einigkeit besteht darin, dass die Baumart Fichte zu den Verlierern des Klimawandels zählt (Rolloff und Grundmann, 2008; Zang et al., 2011; Liesebach, 2018). Die Fichte stockt aktuell auf ca. 14 % der Waldfläche Schleswig-Holsteins. Untersuchungen zeigen, dass ihre Überlebenschancen bei steigenden Sommertemperaturen deutlich abnehmen. Während hohe Niederschlagsmengen im Sommer das Mortalitätsrisiko nur leicht mindern, wirkt sich eine Mischung mit anderen Baumarten deutlich positiv auf die Überlebenswahrscheinlichkeit aus (Brandl und Falk, 2019). Mischbestände sind also tendenziell besser an die Auswirkungen des Klimawandels (wie z. B. Stürme, Waldbrand, Insektenkalamitäten) angepasst als Nadelreinbestände (Beinhofer, 2009; Paul et al., 2019). Vor diesem Hintergrund unterstützt die Förderung gezielt die Umwandlung reiner Nadelholzbestände in standortangepasste, artenreiche Mischwälder. Auch im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit steht die Fichte weiterhin unter Druck. Reinbestände können unter den Bedingungen des Klimawandels langfristig keine wirtschaftliche Leistungsfähigkeit aufrechterhalten (Fuchs et al., 2022). Im Rahmen der LPLR-Förderung wurden auf den bisher unterstützten Flächen ungefähr zu gleichen Teilen Laub- und Mischkulturen begründet, wobei die Ausgangsbestände überwiegend nadelholzdominiert waren. Damit wird aktiv zur Risikoversorge beigetragen. Die Entwicklung standortangepasster Mischbestände ist auch eine Empfehlung aus einem Projektverbund⁹, der sich mit Fragen der Entwicklung des Waldes im Klimawandel befasste (Eichhorn et al., 2016).

Ziel der Förderung ist es daher, durch standortgerechte, stabile Waldbestände die Risiken infolge klimabedingter Stressfaktoren zu minimieren. Die Verwendung standortgerechter Baumarten ist als Zuwendungsvoraussetzung Bestandteil der Förderrichtlinie. Zudem werden Waldbesitzende über forstliche Beratung aktiv bei der Auswahl klimaangepasster Baumarten und geeigneter Bestandsstrukturen unterstützt.

5.2 Wirkung der Forstmaßnahmen auf Biodiversität (SPB 4A)

Zwar ist für die Teilmaßnahmen im Rahmen des Programms kein explizites Ziel im Schwerpunktbereich 4A festgelegt; dennoch lassen sich potenziell positive Auswirkungen der forstlichen Fördermaßnahmen auf die Artenvielfalt ableiten.

Die biologische Vielfalt im Wald wird maßgeblich durch die forstwirtschaftliche Nutzung sowie die Struktur und Zusammensetzung der Waldbestände beeinflusst. Grundvoraussetzung für eine hohe Artenvielfalt sind intakte, standortgerechte Wälder mit hohem Strukturreichtum, einschließlich Alt- und Totholz, einer vielfältigen Kraut- und Strauchschicht sowie geringen Belastungen durch Versauerung oder Nährstoffeinträge.

Die Biodiversität und die Naturnähe von Wäldern hängen maßgeblich von den vorhandenen Baumarten und der Waldstruktur ab. Wiederaufbau Wald und Waldumbau haben eine direkte Auswirkung auf die Artenausstattung des Waldes. Die Baumartenzusammensetzung der Bestände wird durch die Kulturbegründung beeinflusst und relativ plötzlich verändert.

Bei den Ausgangsbeständen handelt es sich vorwiegend um instabile, nicht-standortgerechte oder nadelholzdominierte Bestände. Diese stellen aus ökologischer Sicht eine Störung der natürlichen Lebensgemeinschaft dar, können aber mit einer relativ hohen Artenvielfalt verbunden sein (Jenssen et al., 2006). Ziel des Waldumbaus ist eine Erhöhung der Standortgerechtigkeit und ökologischen Wertigkeit der Bestände. Die Biodiversität kann, gemessen an der Artenzahl nach Abschluss der Umbauphase, geringer sein als in

⁹ Im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramms und Förderkonzept „KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“ wurden in sieben Modellregionen Verbundforschungsprojekte unterstützt, die sich mit den Auswirkungen und nötigen Anpassungen an den Klimawandel beschäftigen. Drei der Modellregionen bearbeiteten Fragen bezüglich des Waldes (Eichhorn et al. 2016).

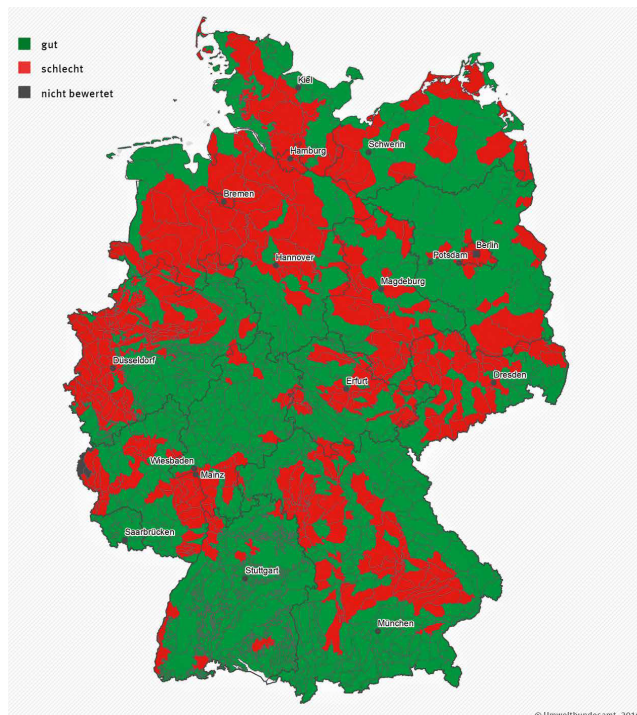
standortfremden Nadelreinbeständen. So sind nach Flade (1994) naturnahe Buchenwaldtypen und naturnahe Berg-Fichten-Wälder neben jungen Nadelbaum-Forstkulturen die artenärmsten Waldtypen, während meist künstlich angelegte Fichten-Kiefern-Wälder und Laubholz-Kiefernforste besonders artenreich sind. Durch die Veränderung der Struktur eines homogenen Habitats, wie zum Beispiel bei der Einbringung einer neuen Baumart in einen Reinbestand, ist auch immer mit einer Veränderung der verfügbaren Nischen zu rechnen (Kudernatsch und Schauer, 2022).

Die forstlichen Maßnahmen im LPLR leisten einen indirekten Beitrag zur Biodiversitätssicherung, indem sie naturnahe Strukturen fördern, standortgerechte Baumarten etablieren und die langfristige ökologische Stabilität der Waldökosysteme stärken.

5.3 Wirkungen auf die Wasserqualität und Wasserquantität (SPB 4B)

Waldumbau und der Wiederaufbau verfolgen als Maßnahme keine prioritären Ziele im Schwerpunktbereich 4B, dennoch kann auch hier von positiven Auswirkungen auf die Wasserqualität und -quantität des Waldes ausgegangen werden.

Generell ist die Trinkwasserqualität in ganz Deutschland zunehmend durch zu hohe Nitratgehalte gefährdet (BMEL und BMU, 2020). Für die Jahre 2015 und 2016 wurden für Schleswig-Holstein mit 37,3 mg/l überdurchschnittlich hohe Konzentrationen von der Europäischen Umweltagentur-Grundwassernetz festgestellt (Sundermann et al., 2020). Im Wald befinden sich seltener hoch belastete Messstellen. Aufgrund hoher Stickstoffvorräte im Boden und somit abnehmendem Retentionsvermögen steigt jedoch auch im Wald das Risiko der Überschreitung der Grenzwerte (Kiese et al., 2011). Dies zeigen auch die Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE): Bundesweit werden in 52 % der Erhebungspunkte der BZE die Grenzwerte für Stickstoff (N) überschritten (Überschreitung von bis zu 10 kg N/ha*a) (BMEL, 2018). Bei diesen Flächen liegt ein Auswaschungsrisiko vor und eine weitere Reduktion der N-Deposition ist nötig (Meesenburg et al., 2016; Fleck et al., 2019). In Karte 4 wird der chemische Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland dargestellt. Sie zeigt, dass 34,8 % aller Grundwasserkörper im Jahr 2016 in einem schlechten chemischen Zustand waren (UBA, 2017).

Karte 4: Chemischer Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland 2016

Quelle: (UBA, 2017).

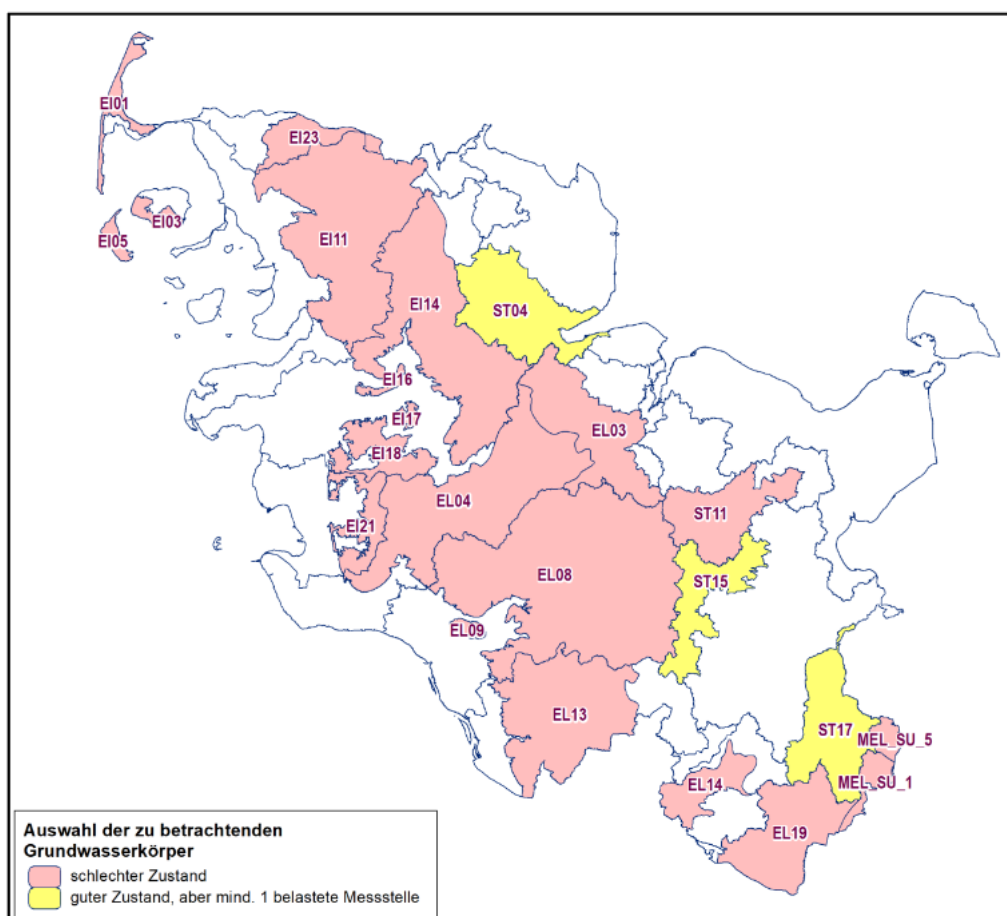
Die Stickstoffeinträge – überwiegend aus Hochtemperaturprozessen (Autoabgase), Verwertung von Gülle auf landwirtschaftlichen Flächen und Stallabluft aus intensiver Viehhaltung stammend – sind durch die Forstwirtschaft kaum zu beeinflussen. Jedoch stellen Wälder aufgrund ihrer Höhe und der unregelmäßigen Oberfläche des Kronendachs für diese diffusen Einträge einen effektiven Filter dar, der die Atmosphäre von Einträgen entlastet, das Abflusswasser dadurch aber indirekt auch belasten kann. Der Wald als flächige Bodenbedeckung hat somit einen Einfluss auf die Ressource Wasser (Rothe und Mellert, 2004). Dabei hat der Wald als Landnutzung eine passive und eine aktive Wirkung. Die positive passive Wirkung des Waldes ergibt sich aus der im Vergleich zur landwirtschaftlichen Nutzung extensiven Bewirtschaftung, wodurch weniger Einträge erfolgen. Aber Wald hat auch eine aktive Wirkung. Diese Wirkung bezieht sich sowohl auf die Menge des Wassers, durch das Filtern und Speichern im Boden, als auch auf die Qualität durch das Sammeln von Stickstoff aus der Luft (Hegg et al., 2004). Somit kann durch die Art der Waldbewirtschaftung beeinflusst werden, wie viel Stickstoff aus der Luft gefiltert und dementsprechend in das Ökosystem eingetragen und potenziell mit dem Wasserabfluss innerhalb des Waldes ausgetragen wird, während die Quellen der Stickstoffeinträge außerhalb des Einflussbereichs der Forstwirtschaft liegen (Rothe et al., 2002; Rothe und Mellert, 2004).

Die Baumart spielt eine zentrale Rolle für den Nitratgehalt im Sickerwasser. Insbesondere der Zufluss von Sickerwasser zum Grundwasser, also die Grundwasserneubildung, kann durch Maßnahmen des Waldumbaus gefördert werden (Spathelf et al., 2025). Studien zeigen, dass Nadelbäume, insbesondere Fichten, signifikant höhere Nitratausträge verursachen als Laubbäume wie Buchen (Hegg et al., 2004). Dies liegt an der höheren Trockendeposition bei Nadelbäumen aufgrund ihres größeren Blattflächenindex, was zu einer erhöhten Auswaschung von Luftschadstoffen und damit höheren Stickstoffeinträgen ins Sickerwasser führt (Rothe und Mellert, 2004). Laubbäume bieten dagegen durch tiefere Wurzelsysteme und eine stärkere Stickstoffbindung im Boden Vorteile für die Wasserqualität, obwohl bei Sturmwurf oder Kahlschlag das Risiko für Nitratausträge steigt. Laub- und Mischwälder fördern eine höhere Wasserverfügbarkeit und Grundwasserneubildung im Vergleich zu Nadelwäldern. Dies liegt an der fehlenden Belaubung der Laubbäume im Winter, wodurch weniger Wasser durch Transpiration verloren geht, während Nadelbäume auch in dieser Zeit weiter transpirieren. In Nadelwäldern führen höhere Interzeptionsverluste zu geringerer Sickerwassermenge und erhöhten Stoffkonzentrationen.

Laubwälder, besonders Buchenbestände, haben geringere Verdunstungsverluste und eine höhere Sickerwasserrate, was den Oberboden im Sommer feucht hält und anderen Baumarten zugutekommt. Gleichzeitig wirkt der Lichteinfall auf den Boden auf den Humusabbau und beeinflusst die Wasserspeicherfähigkeit negativ (Reise et al., 2020; Rorig, 2022). Laubwälder führen allerdings zur Bildung von mineralbodenbasierten Humusformen, die langfristig günstiger für die Wasser- und Nährstoffdynamik sind als Auflagehumusformen (Rothe und Mellert, 2004).

In Karte 5 ist der Zustand des Grundwasserkörpers Schleswig-Holsteins bezüglich des Nitrats im Jahr 2020 dargestellt. Insgesamt war im Jahr 2014 eine Fläche von über 7.500 km² im Hauptwasserleiter wegen diffuser Verschmutzung, vor allem durch Nitrat, in einem schlechten Zustand. Die Fläche entspricht ungefähr der Hälfte der Fläche Schleswig-Holsteins (LLUR, 2014). Nach dem EG-WRRL-Reporting 2021 sind 20 (von insgesamt 64) schleswig-holsteinische Grundwasserkörper in schlechtem Zustand (LLUR, 2021).

Karte 5: Zustands des Grundwasserkörpers im Hauptgrundwasserleiter bezüglich Nitrat 2020



Quelle: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2021).

Damit sind überwiegend die Geestflächen und Teile des östlichen Hügellandes von einer Nitratbelastung des Grundwassers betroffen.

Karte 3 zeigt auf, auf wie viel Hektar Fläche bezogen auf die Kreisflächen eine forstliche Förderung erfolgte. Eine detailliertere Auswertung auf Gemeindeebene war mit den vorliegenden Daten leider nicht möglich. Die Karte zeigt, dass die Förderung neben waldstarken Kreisen im Süden Schleswig-Holsteins (wie Herzogtum Lauenburg und Segeberg) auch waldarme Kreise wie Nordfriesland erreichte.

Die westlichen Wälder in der Geest und Vorgeest haben den höchsten Anteil an Nadelbäumen. Gerade hier zeigt sich im Vergleich mit Karte 5, dass der Waldumbau auf lange Sicht zu einer Verbesserung der Wasserqualität beitragen könnte, wenn auch in geringem Umfang aufgrund des geringen Waldanteils.

5.4 Wirkungen auf Bodenqualität und Bodenzustand (SPB 4C)

Wie bei der Biodiversität und der Wasserqualität und -quantität wurde für die forstlichen Fördermaßnahmen zwar im Rahmen des Programms kein explizites Ziel im Schwerpunktbereich festgelegt, aber auch hier kann davon ausgegangen werden, dass die Förderung sich auf den Bodenzustand auswirkte.

Die zweite Bodenzustandserhebung hat gezeigt, dass durch verschiedene Maßnahmen wie Luftreinhaltung, aber auch Waldumbau, die Waldböden in den vergangenen 30 Jahren begonnen haben, sich zu erholen, was sich darin zeigt, dass die Böden weniger Säure enthalten, sich der Humuszustand verbessert hat und verschiedene Baumarten wie Fichte, Kiefer, Buche und Eiche überwiegend gut ernährt sind (BMEL, 2024).

Wald beeinflusst den Boden insbesondere über die Durchwurzelung und die Nährstoffaufnahme über die Wurzeln sowie den Streufall, durch welchen Nährstoffe an den Boden zurückgegeben werden und sich Auflageschichten bilden können. Der Wiederaufbau sowie der Waldumbau wirken auf das Umweltgut Boden, indem die Baumartenänderung zu einer veränderten Durchwurzelung und Streuzusammensetzung führt.

Höhere Austräge unter Nadelhölzern sind v. a. auf gegenüber den Laubhölzern höhere Depositionen von Nährstoffen durch die größere Blattoberfläche und die ganzjährige Benadelung zurückzuführen, dies wirkt sich positiv auf die Nitratkonzentration im Boden aus. Zusätzlich sind Laubhölzer besser in der Lage, Nitrat aufzunehmen als Nadelhölzer. Durch ihr tieferreichendes, verzweigtes Wurzelwerk sind Laubbäume besser als Nadelhölzer in der Lage, Stickstoffverbindungen und andere Nährstoffe im biologischen Kreislauf zu halten. Die Nährstoffe werden über die Wurzel aus dem Unterboden aufgenommen und gelangen über die Streufall in die Humusschicht. Die Humusformen unter Laubbäumen sind in der Regel weniger sauer und können größere Mengen Stickstoff in relativ stabilen Formen speichern (Rothe et al., 1998). Diese Wirkung ist bereits in der ersten Umbauphase (Buchenvoranbau nach 33 Jahren) zu beobachten (Makeschin und Augustin, 2006). Die positive Wirkung des Waldumbaus von Nadelreinbeständen hin zu laubholzreicheren Beständen auf die Waldböden wurde auch im Zuge der Auswertungen der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald bestätigt (Wellbrock et al., 2016).

Der Waldumbau, insbesondere der Übergang von Nadelwäldern zu Misch- oder Laubwäldern, hat signifikante Auswirkungen auf den Boden, sowohl in physikalischer, chemischer als auch biologischer Hinsicht. In Misch- und Laubwäldern ist die Wasserverfügbarkeit tendenziell höher, da Laubbäume im Winter keine Transpiration betreiben (BMEL, 2021). Zudem weisen Laubwälder geringere Interzeptionsverluste auf, was zu einer erhöhten Sickerwassermenge führt. Dies begünstigt die Wasserspeicherung im Boden und verbessert die Wasser- und Bodenqualität aufgrund geringerer Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser (Hegg et al., 2004).

Der Boden im Laubwald ist in der Regel besser durchwurzelt und hat eine höhere biologische Aktivität, was die Nährstoffverfügbarkeit verbessert. Laubwälder fördern die Humusanreicherung im Oberboden, was die Stickstoffspeicherung verbessert und damit das Risiko hoher Nitratausträge verringert, sofern keine Störungen wie Sturmwürfe auftreten (Mellert et al., 2007). Im Vergleich dazu sind Nadelwälder anfälliger für Bodensäurebildung und höhere Nitratkonzentrationen im Sickerwasser, da sie Schadstoffe aus der Luft das ganze Jahr über auswaschen (Hegg et al., 2004).

5.5 Förderung der Kohlenstoffspeicherung und -bindung in der Land- und Forstwirtschaft (SPB 5E)

Wälder tragen im Allgemeinen durch die Bindung von CO₂ zur Entlastung der Atmosphäre von klimaschädlichen Treibhausgasen bei. Zugleich sind Wälder durch die Auswirkungen des erwarteten Klimawandels aber auch in ihrer Existenz gefährdet

Mit der Förderung soll ein Beitrag zur Kohlestoffspeicherung und -bindung geleistet werden. Wälder tragen durch die Bindung von Kohlenstoff (C) zur Entlastung der Atmosphäre von klimaschädlichen Treibhausgasen bei. Jedoch sind Wälder durch die Auswirkungen des Klimawandels in ihrer Existenz gefährdet. Die Förderung zielt daher nicht auf eine kurzfristige Maximierung der Speicherleistung, sondern auf eine langfristige Stärkung der Senkenfunktion durch klimaresiliente, stabile Waldbestände ab.

Wald und Klima stehen in einer engen Wechselbeziehung zueinander. Das Klima ist der zentrale Faktor, der das Vorkommen und das Wachstum von Wäldern bestimmt. Pflanzen binden während ihres Wachstums CO₂ aus der Atmosphäre und gleichzeitig geben Waldökosysteme durch Atmung auch CO₂ zurück. Dadurch sind der atmosphärische und biogene Kohlenstoffkreislauf eng miteinander verknüpft. Mit den globalen und regionalen Klimaveränderungen stehen auch Wälder vor der Herausforderung, sich an die veränderten Umweltbedingungen anzupassen. Dies erfordert eine kontinuierliche Anpassung der Waldökosysteme, um auf die neuen klimatischen Gegebenheiten reagieren zu können und ihre Rolle im Kohlenstoffkreislauf aufrechtzuerhalten (Irslinger, 2022).

Lange Zeit galt der Wald als bedeutende Kohlenstoffsénke. Die vierte Bundeswaldinventur (2022) zeigt jedoch, dass diese Senkenfunktion in den vergangenen Jahren nicht mehr kontinuierlich gegeben war. Insbesondere in den Jahren 2018 bis 2021 führten Dürreereignisse, erhöhte Altwaldverluste und Kalamitäten dazu, dass die Wälder zeitweise keinen Netto-Beitrag zur Kohlenstoffspeicherung leisteten und phasenweise sogar als Kohlenstoffquelle wirkten.

Bereits im Jahr 2005 wiesen Dieter et al. (2005) darauf hin, dass die Rolle des Waldes als Kohlenstoffsénke nicht dauerhaft garantiert sei. Sie betonten, dass die Nettokohlenstoffaufnahme kontinuierlich sinke, was auf den Altersklassenaufbau der Wälder zurückzuführen sei. Ab etwa 2030 könnten die Vorräte unter den Modellannahmen von WEHAM (Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodell) sogar abnehmen und die Nettokohlenstoffspeicherung würde negativ. Berücksichtige man mögliche Kalamitäten, so könne sich diese negative Entwicklung zusätzlich verstärken (Dieter et al., 2005).

Der Wald ist in den vergangenen Jahren aufgrund der Klimakrise und ihrer Folgen schneller zur Kohlenstoffquelle geworden als erwartet. Der überwiegende Abgang durch Stürme und Dürre sowie Käferbefall ist größer als der Zuwachs an lebender Biomasse. Seit 2017 hat sich der Kohlenstoffvorrat im Wald um 41,5 Millionen Tonnen verringert (BMEL und Thünen-Institut für Waldökosysteme, 2024). Die bisherigen Maßnahmen zur Förderung klimaangepasster Wälder sind von zentraler Bedeutung, um den negativen Trends in der Waldentwicklung entgegenzuwirken. Die Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur (BMEL und Thünen-Institut für Waldökosysteme, 2024) verdeutlichen, dass ein langfristiger Ansatz erforderlich ist, um durch gezielte Umbauprojekte die Anpassung und Widerstandsfähigkeit der Wälder zu fördern. Diese Maßnahmen sind essenziell, um die Funktion des Waldes als Kohlenstoffsénke nachhaltig wiederherzustellen und zu stärken. Der Erfolg dieser Strategien wird jedoch Geduld und einen kontinuierlichen Einsatz erfordern, da die ökologischen und klimatischen Herausforderungen tiefgreifende Veränderungen und langfristige Planungen notwendig machen.

Die Verfügbarkeit von Wasser ist entscheidend für das Wachstum und die Produktivität von Wäldern und damit auch für ihre Kohlenstoffbilanz. Während Dürreperioden reduzieren Pflanzen ihren Wasserverbrauch, was zu einer verminderten CO₂-Aufnahme führt. Mit dem Klimawandel wird es voraussichtlich häufiger zu Dürre- und Hitzeereignissen kommen, was schleichend zu grundlegenden Veränderungen der Waldstandorte führen wird (Bolte et al., 2021). Wälder reagieren besonders empfindlich auf geringe Sommerregen, und extreme Dürrejahre

können langfristig zu erheblichen Schäden führen, welche sich dann auch in einem Rückgang der Biomasseproduktion und Kohlenstoffspeicherung niederschlagen.

Im Zuge des Klimawandels werden in Deutschland zunehmend höhere Temperaturen und geringere Niederschläge in den Sommermonaten sowie mehr Niederschlag im Winter erwartet (Brasseur et al., 2023). Für nicht an diese Bedingungen angepasste Baumarten kann dies zu direkten Schäden durch Wassermangel oder indirekt zu Schäden durch vermehrten Borkenkäferbefall führen (Zang et al. 2011). Insgesamt ist mit einem Anstieg von Extremwetterereignissen zu rechnen. Der Waldumbau soll daher die Anpassungsfähigkeit der Wälder an die bevorstehenden klimatischen Veränderungen unterstützen.

Die Umstellung von reinen Nadelwäldern hin zu strukturreichen, standortgerechten Mischwäldern kann helfen, den negativen Auswirkungen des Klimawandels entgegenzuwirken (Irslinger, 2022). Der Waldumbau ist daher eine notwendige Maßnahme. Es ist aber an dieser Stelle hervorzuheben, dass die Rückkehr zu einer Kohlenstoffsенке ein langwieriger Prozess ist. Historisch konnten sich Wälder aufgrund des genetischen Potenzials von Bäumen an natürliche Klimaveränderungen anpassen. Die aktuelle, größtenteils vom Menschen verursachte Klimaveränderung schreitet jedoch deutlich schneller als frühere natürliche Klimaveränderungen voran. Da Bäume eine lange Lebensdauer haben, reicht eine natürliche Anpassung häufig nicht aus, um den heutigen gesellschaftlichen Anforderungen an Wälder als Ökosystem und Ressource gerecht zu werden. Daher sind aktive individuelle Anpassungsmaßnahmen erforderlich, um die Wälder standortspezifisch auf die schnellen Klimaveränderungen, wie veränderte Ausbreitungsgebiete und Artenzusammensetzungen, veränderte Vegetationsperioden, veränderte Temperatur und Niederschläge vorzubereiten. Anpassungen der Bewirtschaftung sollten auf eine höhere Resilienz und Vitalität der Wälder hinzielen (Köhl et al., 2023).

Die Fichte ist aktuell der häufigste Nadelbaum in Schleswig-Holstein (siehe Kapitel 1). Im Durchschnitt der Erhebungsjahre 1984 bis 2024 wurden 2,5 % der Fichten aller Altersklassen als stark geschädigt eingestuft. Im Jahr 2024 lag dieser Anteil mit 4,2 % deutlich über dem langjährigen Mittel sowie über dem aktuellen Durchschnittswert für alle Baumarten (3 %) und stellt den dritthöchsten Wert in der gesamten Zeitreihe dar (NW-FVa und MLLEV, 2024). Die zunehmende Vitalitätsschwäche der Fichte hat nicht nur waldbauliche, sondern auch klimarelevante Folgen, da abgestorbene oder geschwächte Bäume weniger Kohlenstoff binden und teilweise sogar als Kohlenstoffquelle wirken. Buchen sowie die Gruppe der anderen Laubbäume, zu der unter anderem Birke, Ahorn, Esche und Hainbuche zählen, bedecken gemeinsam 47,5 % der Waldfläche in Schleswig-Holstein und machen damit fast die Hälfte des Waldes aus. Diese Baumartengruppen beeinflussen die Ergebnisse der Waldzustandserhebung für den Gesamtwald besonders stark, da ihre Verlichtungswerte entsprechend stark ins Gewicht fallen (NW-FVa und MLLEV, 2024).

Mischbestände sind besser an die Auswirkungen des Klimawandels (Stürme, Waldbrand, Insektenkalamitäten) angepasst als Nadelreinbestände (Beinhofer, 2009). Die Landesforsten Schleswig-Holstein empfehlen den Anbau von Mischbeständen (Schleswig-Holsteinische Landesforsten AöR, 2025). Zu dieser Empfehlung kommt auch ein Projektverbund¹⁰, der sich mit Fragen der Entwicklung des Waldes im Klimawandel befasste (Eichhorn et al., 2016). Angesichts der Unsicherheiten, die in Bezug auf die Auswirkungen des Klimawandels bestehen, sind standortgerechte, stabile Wälder wahrscheinlich die, die am besten mit den potenziellen Gefährdungen zurechtkommen.

Die potenzielle Kohlenstoffbindungsleistung für die im Rahmen der Förderung umgebaute Waldfläche kann mithilfe einer Modellrechnung grob abgeschätzt werden. Die im Folgenden angegebene Speicherleistung wurde auf der Grundlage der in Franz (2019) angegebenen Kohlenstoffspeicherungs- und CO₂-Minderungsraten nach

¹⁰ Im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramm und Förderkonzept „KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“ wurden in sieben Modellregionen Verbundforschungsprojekte unterstützt, die sich mit den Auswirkungen und nötigen Anpassungen an den Klimawandel beschäftigen. Drei der Modellregionen bearbeiteten Fragen bezüglich des Waldes (Eichhorn et al. 2016).

Paul et al. (2009) berechnet. Da der Vorbestand im Regelfall nicht aufgrund der Förderung geerntet wurde, wird die Kohlenstofffreisetzung durch die Ernte des Vorbestandes nicht berücksichtigt.

Für die Modellrechnung wurden die maximalen Nadelholzanteile entsprechend der Richtlinie (2017) als Ausgangsbestand verwendet (Richtlinie (2017)). Die Ausgangs- und Zielbestockung ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Ausgangs- und Zielbestockung* der Umbauflächen

	8.4 Wiederaufbau	8.5 Waldumbau	Gesamtflächen
	ha	ha	ha
Umbaufläche	977	834	1.811
Ausgangsbestockung			
Nadelholz [ha]	619	364	983
Mischung [ha]	110	124	234
Laubholz [ha]	40	101	141
Nicht angegeben [%]	21	11	32
Zielbestockung			
Mischung [ha]	513	280	793
Laubholz [ha]	464	554	1.018

*: Zahlen gerundet

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Förderdaten.

Tabelle 8 zeigt den Verlauf der Kohlenstoffbindung differenziert nach Altersklassen und Zielbestockung auf den geförderten Flächen (Laubholzförderung ca. 1.020 ha, Mischbestandsförderung rund 790 ha (vgl. Tabelle 7)). In den ersten 20 Jahren können durch die Maßnahmen insgesamt ca. 73.000 t Kohlenstoff in der ober- und unterirdischen Biomasse gespeichert werden. Bei einer unterstellten Umtriebszeit von 120 Jahren können insgesamt 810.000 t Kohlenstoff bzw. umgerechnet 2.987.500 t CO₂ gebunden werden. Aufgrund des schnelleren Wachstums und der höheren Gesamtwuchsleistung wäre die Bindungsleistung auf derselben Fläche bei einem höheren Nadelholzteil anfangs größer als bei der im Rahmen der Maßnahmen gewählten Baumartenmischung. Es war allerdings nicht Ziel der Maßnahme, die Kohlenstoffbindung im Wald zu maximieren. Die angegebene potenzielle Kohlenstoffbindungs menge wird nicht zusätzlich zu einem Status quo ohne Förderung gespeichert. Sie ist aber, wie oben erläutert, aus heutiger Sicht im Vergleich zu den Ausgangsbeständen in stabileren Waldbeständen gebunden.

Tabelle 8: Kohlenstoffspeicherung in ober- und unterirdischer Biomasse durch geförderte Wiederaufbau-/Umbaufläche pro Altersklasse in t (Altersklassen kumuliert)

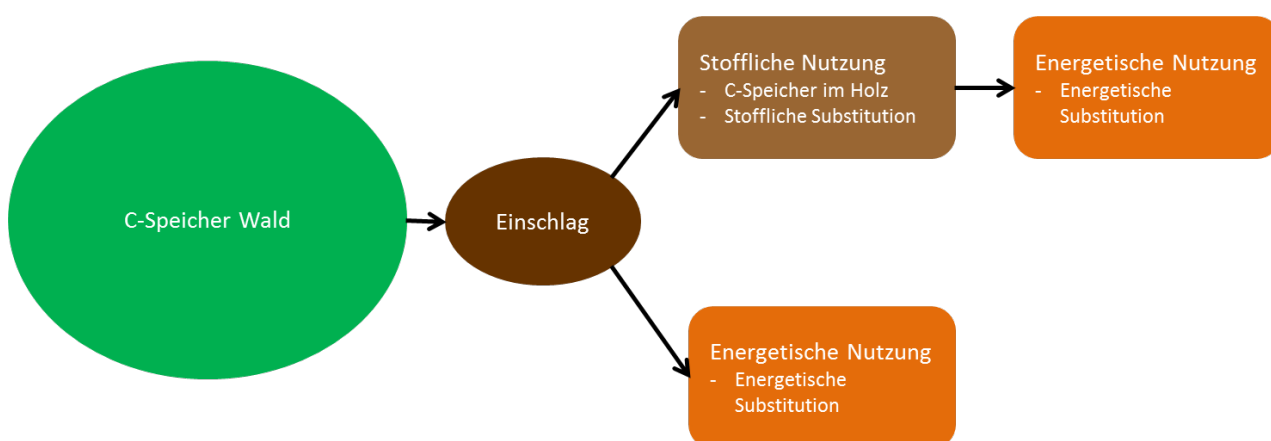
Altersklasse	Laubholzkulturen (80 % Lbh, 20 % Ndh)	Mischkulturen (40 % Lbh, 60 % Ndh)
	C-Bindung in ober- und unterirdischer Biomasse (t) pro Altersklasse	C-Bindung in ober- und unterirdischer Biomasse (t) pro Altersklasse
0–20	35.024	40.607
21–40	71.270	74.552
41–60	85.931	86.607
61–80	75.342	68.207
81–100	75.342	68.207
101–120	70.048	62.180
Summe	412.957	400.360

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Franz (2019) und Paul et al. (2009).

Die geförderten Maßnahmen haben auch Auswirkungen auf den Kohlenstoffvorrat im Mineralboden. Da die relevanten Vorgänge aber noch mit sehr großen Unsicherheiten belastet sind, wurde von einer Berücksichtigung abgesehen. Im Treibhausgasinventarbericht der Bundesregierung wird auf der Basis von Inventurdaten unter Einbezug von Bodenarten eine durchschnittliche Kohlenstoffveränderungsrate für Waldböden berechnet (UBA, 2023). Danach nimmt der Kohlenstoffgehalt von Waldböden kontinuierlich zu. Ein Bezug zu speziellen Maßnahmen wie dem Waldumbau ist aber nicht möglich.

Bäume nutzen Sonnenenergie, um Holz zu produzieren, und Wälder können einen großen Teil der Netto-Primärproduktion (NPP) in Form von Holz über lange Zeit speichern. Holz ist dabei der wichtigste nachwachsende Rohstoff in Deutschland und spielt eine zentrale Rolle in der nachhaltigen Ressourcennutzung (Irslinger, 2022). Nach dem Ende der Umtriebszeit wird das Holz i. d. R. einer Verwendung zugeführt. Die Holzverwendung weist unterschiedliche klimarelevante Effekte auf. Ein Vorratsfestmeter Holz enthält, je nach Baumart und Feuchte, etwa 0,5 Tonnen absolut trockenes Holz. Nach Angaben des IPCC entspricht dies im Durchschnitt 250 Kilogramm Kohlenstoff pro Festmeter. Das bedeutet, dass ein Vorratsfestmeter, ob stehend im Wald oder frisch gefällt, rund 917 Kilogramm gebundenes CO₂ enthält (Irslinger, 2022). Durch die stoffliche Nutzung von Holz wird die C-Speicherung des Waldes über die C-Speicherung in Holzprodukten verlängert, dazu kommt die sogenannte Materialsstitution (Rüter, 2009, 2015). Nach Knauf und Frühwald (2013) versteht man unter Materialsstitution den „Unterschied im Energieaufwand zur Herstellung von Produkten aus einem Material A [...] [A. d. V.: z. B. Beton, Aluminium, Kunststoff] im Vergleich zu einem Produkt gleicher Leistung aus Material B (z. B. Holz).“ Das heißt, Nichtholzprodukte (z. B. Beton, Aluminium, Kunststoff) werden durch Holz ersetzt. Da Holzprodukte in ihrer Herstellung meist weniger Primärenergie als Nichtholzprodukte benötigen, sind auch die CO₂-Emissionen geringer. Neben der stofflichen Nutzung spielt die energetische Nutzung von Holz eine wichtige Rolle. Im Hinblick auf die Klimarelevanz ist dabei die Substitution fossiler Energieträger von Bedeutung. Die größte Klimawirkung kann durch eine Kaskadennutzung erreicht werden. Das heißt, an die stoffliche Verwendung des Holzes in Holzprodukten schließt sich die energetische Nutzung des Produktes an. Abbildung 2 stellt die möglichen Pfade der Klimaschutzleistung der Holznutzung schematisch dar. Die Abbildung zeigt zudem Systemgrenzen, welche für die Betrachtung der Klimaschutzwirkung sehr wichtig sind. Dabei ist zu beachten, dass Nadelrohholz zu einem höheren Anteil stofflich genutzt wird, während Laubrohholz zurzeit überwiegend energetisch genutzt wird (Jochem et al., 2015). Nach der aktuellen Verwendungsstruktur von Rohholz ist somit die potenzielle Klimaschutzleistung von Nadelrohholz (Bauholz) höher als die von Laubholz (Energieholz).

Abbildung 2: Mögliche Pfade der Klimaschutzleistung der Holznutzung



Systemgrenzen:

- Betrachtung nur Wald: jede Holzernte impliziert eine Emission
- Betrachtung zusätzlich C-Speicher in Holzprodukten: Emission findet erst bei Verlassen des HWP-Speichers statt
- Betrachtung zusätzlich Wirkungen auf andere Wirtschaftsektoren: Substitutionserwägungen kommen mit hinzu

Quelle: Franz (2019).

Auf eine Berechnung der auftretenden Substitutionseffekte wird hier verzichtet, da der Zeitpunkt der potenziellen Nutzung (von den laufenden Durchforstungen abgesehen) sehr weit in der Zukunft liegt, nämlich am Ende der angenommenen 120-jährigen Umtriebszeit (Franz, 2019) und der Substitutionseffekt auch vom aktuellen Energiemix abhängig ist.

Während die Materialsubstitution von Holzprodukten im Vergleich zu Nichtholzmaterialien wie Beton oder Kunststoff einen signifikanten Beitrag zur Reduktion von CO₂-Emissionen leisten kann, sollte beachtet werden, dass dieser Effekt oft erst langfristig vollständig zum Tragen kommt. Die tatsächliche Klimawirkung hängt stark von der Nutzung und dem Lebenszyklus der Holzprodukte ab, da viele Substitutionseffekte erst nach einer mehrjährigen bis jahrzehntelangen Nutzung und dem anschließenden Recycling oder der energetischen Verwertung sichtbar werden. Eine kurzfristige Betrachtung könnte diesen Effekt daher überbewerten und die unmittelbare Klimabilanz zu optimistisch darstellen.

Mit rund 15,92 Euro¹¹ pro langfristig gebundener Tonne Kohlenstoff liegt der Fördermitteleinsatz deutlich unter den marktüblichen CO₂-Preisen von zur Zeit 55 Euro pro Tonne (BMW, 2025). Dies unterstreicht die hohe Kosteneffizienz des Waldumbaus als Klimaschutzmaßnahme – zumal weitere Ökosystemleistungen wie Biodiversität, Wasserschutz und Erholungsfunktion in diesem Wert nicht berücksichtigt sind.

6 Beitrag der Forstmaßnahmen zur Beantwortung der gemeinsamen Bewertungsfragen

Bewertungsfrage 7, SPB 3B: In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Risikovorsorge und das Risikomanagement in landwirtschaftlichen Betrieben unterstützt?

Output und Wirkungen: Die forstlichen Maßnahmen des Landesprogramms ländlicher Raum (LPLR) Schleswig-Holstein leisten im Schwerpunktbereich 3B – wenn auch mit sekundärem Fokus – einen wichtigen Beitrag zur betrieblichen Risikovorsorge und langfristigen wirtschaftlichen Stabilität der forstwirtschaftlichen Betriebe. Mit dem Ziel, die Wälder widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu machen, wurden im Rahmen des Förderzeitraums 977 ha Waldflächen wiederaufgebaut (Ziel: 1.200 ha) und dabei rund 6,13 Mio. Euro investiert (Ziel: 7,2 Mio. Euro). Zudem wurden 834,1 ha Waldflächen im Rahmen des Waldumbaus gefördert (Ziel: 990 ha) mit einem Fördervolumen von 4,99 Mio. Euro (Ziel: 5,75 Mio. Euro).

Durch diese Investitionen wurden die Grundlagen für klimaresiliente Waldbestände geschaffen, die langfristig zur Sicherung des Rohstoffpotenzials und der Wertschöpfung in der Forstwirtschaft beitragen. Der Umbau nadelholzdominierter Bestände in standortgerechte Laub- und Mischkulturen erhöht nicht nur die ökologische Stabilität, sondern senkt auch das Risiko wirtschaftlicher Schäden durch Sturm, Trockenheit oder Schädlingskalamitäten. Besonders Fichtenreinbestände gelten zunehmend als wirtschaftlich risikobehaftet. Die geförderten Maßnahmen tragen damit zur Modernisierung der forstwirtschaftlichen Betriebe bei und verbessern deren Anpassungsfähigkeit und Marktposition in einem zunehmend von Klimawandel geprägten Umfeld.

Relevanz: Die Bedeutung der Maßnahmen zeigt sich insbesondere vor dem Hintergrund der in den vergangenen Jahren verstärkt auftretenden klimabedingten Schadereignisse wie Dürre, Sturm und Insektenbefall. Seit 2017 ist der Kohlenstoffvorrat in deutschen Wäldern um 41,5 Mio. Tonnen gesunken – ein deutliches Zeichen für die zunehmende Gefährdung der Wälder als CO₂-Senken. Auch in Schleswig-Holstein wurde dieser Trend durch Monitoringdaten bestätigt. Maßnahmen zum Waldumbau und Wiederaufbau sind daher essenziell, um

¹¹ Die Zahl basiert auf einer Modellrechnung über 120 Jahre – also auf einem langfristigen Zeithorizont mit vielen Unsicherheiten (Klimawandel, Störungen, Waldentwicklung).

langfristige Klimaschutzfunktionen des Waldes zu sichern und wirtschaftliche Einbußen für forstwirtschaftliche Betriebe zu vermeiden.

Die Relevanz wird auch durch die hohe Zielerreichung bei den geförderten Flächen unterstrichen. Zwar wurde das Flächenziel nicht vollständig erreicht, jedoch zeigen die Zahlen, dass ein großer Teil der geplanten Maßnahmen trotz widriger Bedingungen (z. B. Extremwetter, Fachkräftemangel, fehlendes Pflanzgut) umgesetzt werden konnte. Auch langfristig ist mit einem hohen Bedarf an Förderung zu rechnen, da stabile, anpassungsfähige Mischwälder die wichtigste Grundlage zur Erhaltung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit forstlicher Betriebe darstellen.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die forstlichen Maßnahmen einen wichtigen Beitrag zur Risikovorsorge und -anpassung leisten und somit indirekt auch die Wirtschaftsleistung, betriebliche Resilienz und Modernisierung der Betriebe stärken – im Sinne der Zielstellung von SPB 3B.

Bewertungsfrage 8, SPB 4A: In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung der biologischen Vielfalt, auch in Natura-2000-Gebieten und in Gebieten, die aus naturbedingten oder anderen spezifischen Gründen benachteiligt sind, der Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert, sowie des Zustands der europäischen Landschaften unterstützt?

Output und Wirkungen: In Schleswig-Holstein wurden im Rahmen der forstlichen Maßnahmen des LPLR auf rund 1.811 ha Waldflächen Waldumbau und Wiederaufbau gefördert – davon etwa 977 ha Wiederaufbau geschädigter Flächen und 834 ha Umbau hin zu stabilen, standortgerechten Mischwäldern. Diese Maßnahmen entsprechen etwa 1 % der gesamten Waldfläche Schleswig-Holsteins (182.457 ha) und einem leicht höheren Anteil bezogen auf den Privatwald, der etwa 50 % der gesamten Waldfläche einnimmt.

Obwohl keine explizite Zielsetzung im Schwerpunktbereich 4A vorliegt, ist von einer positiven Wirkung auf die biologische Vielfalt auszugehen. Die forstlichen Maßnahmen beeinflussen insbesondere die Baumartenwahl, die Bestandesstruktur und somit mittel- bis langfristig die Habitatverfügbarkeit im Wald. Durch die gezielte Kulturbegründung mit standortgerechten Laub- und Mischbaumarten anstelle nadelholzdominierter Bestände wird eine naturnähere Waldentwicklung angestoßen. Dies fördert die strukturelle und funktionale Diversität der Wälder. Zwar kann es in der Übergangsphase zu einer temporären Reduktion der Artenvielfalt kommen – beispielsweise durch Verlust bestimmter Offenland- oder Nadelwaldarten – langfristig wird jedoch eine stabile, ökologisch wertvollere Waldstruktur aufgebaut, die das Entwicklungspotenzial typischer, naturnaher Waldlebensgemeinschaften erhöht. Diese Entwicklung ist auch Voraussetzung für eine nachhaltige Bereitstellung von Ökosystemleistungen wie Erosionsschutz, Wasserhaushalt, Klimaregulation und Erholung.

Relevanz: Vor dem Hintergrund der Klimakrise und der fortschreitenden Biodiversitätsverluste stellt der Waldumbau ein zentrales Instrument zur Förderung ökologischer Resilienz und zur Stärkung naturnaher Strukturen in der Kulturlandschaft dar. Insbesondere Mischwälder tragen durch ihre hohe strukturelle Diversität zur Verbesserung des Artenspektrums bei und bieten zugleich eine höhere Widerstandskraft gegenüber Extremwetterereignissen, Schädlingskalamitäten und Krankheitsdruck.

Für Schleswig-Holstein, das in großen Teilen durch historisch gewachsene, nicht-standortgerechte Nadelholzbestände geprägt ist, kommt der Förderung einer naturnahen Baumartenmischung eine besondere Bedeutung zu. Der Umbau dieser Bestände stellt eine ökologische Aufwertung dar, die zur Verbesserung des Zustands der europäischen Landschaften sowie zur Zielerreichung der EU-Biodiversitätsstrategie beiträgt.

Zudem können über den Umbauprozess langfristig auch positive Effekte auf angrenzende Lebensräume erzielt werden, da naturnähere Waldstrukturen eine Pufferfunktion übernehmen und Habitatvernetzungen fördern (BFW, 2024).

Die forstlichen Maßnahmen (auch ohne primäre Ausrichtung auf den SPB 4A) können, trotz des im Verhältnis zur Gesamtwaldfläche geringen Flächenanteils, substanziell zur Wiederherstellung und Verbesserung ökologischer Qualitäten im Wald beigetragen haben – und damit mittelbar den Zielen des Schwerpunktbereichs 4A dienen. Die Relevanz dieser Maßnahmen wird unter den Bedingungen des Klimawandels und im Kontext des Rückgangs naturnaher Waldökosysteme weiter steigen.

Bewertungsfrage 9 und 10, SPB 4B/C: In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Verbesserung der Wasserwirtschaft einschließlich Düngung und Pflanzenschutz sowie die Verhinderung der Bodenerosion und die Verbesserung der Bodenbewirtschaftung unterstützt?

Output und Wirkungen: Durch den Waldum- und Wiederaufbau wurden zusammen etwa 980 ha Nadelholzreinbestand umgebaut, was somit weitreichende Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft hat. Laubbäume wie Buchen tragen durch tiefere Wurzelsysteme zur erhöhten Wasserspeicherung bei und verringern den Nitrataustrag im Sickerwasser, da sie Stickstoff effizienter binden als Nadelbäume. Außerdem fördern Laubwälder durch ihre geringeren Verdunstungsverluste im Winter die Grundwasserneubildung und stabilisieren somit den Wasserhaushalt, besonders in Regionen, die von Trockenheit betroffen sind (BMEL, 2021). Die Anfälligkeit von Nadelbäumen, insbesondere Fichten, für hohe Stickstoffeinträge wird durch den höheren Blattflächenindex und die ganzjährige Transpiration verstärkt, was die Wasserqualität durch höhere Nitratkonzentrationen im Sickerwasser beeinträchtigt (Hegg et al., 2004; Rorig, 2022). Durch den Umbau von (Fichten-)Reinbeständen hin zu Mischwäldern werden diese negativen Effekte abgemildert, was sich positiv auf die Wasserqualität und die langfristige Stabilität der Böden auswirkt (Zirlewagen und Wilpert, 2001).

Die Wirkungsanalyse und -bewertung der Forstmaßnahmen erfolgte ausschließlich literaturbasiert, da anderenfalls detaillierte Daten zu den Förderflächen vorliegen müssten, die der Evaluation nicht zugänglich sind. Durch die fehlenden Daten zur genauen Artenzusammensetzung, Bodentyp und Lage ist es daher möglich, dass die Wirkungen auf den geförderten Flächen von denen in der Literatur beschriebenen Wirkungen abweichen und die Beurteilungen der Maßnahmen auf den Flächen in Schleswig-Holstein hinsichtlich ihrer Wirkung anders ausgefallen wären.

Relevanz: Der **Waldumbau** ist von großer Bedeutung für die langfristige Stabilität und Resilienz der Waldökosysteme Schleswig-Holsteins. Insbesondere in von Trockenheit betroffenen Regionen leistet die Förderung standortgerechter Laubmischwälder einen essenziellen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel. Mischwälder fördern eine stabilere Wasserspeicherung im Boden und tragen zur Minderung von Bodenerosion bei (BMEL, 2021). Diese Maßnahmen können somit nicht nur ökologischen, sondern auch ökonomischen Mehrwert schaffen, indem sie die langfristige Nutzbarkeit und Produktivität der Wälder unterstützen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Fördermaßnahmen im Waldumbau wichtige Beiträge zur Stabilisierung des Boden- und Wasserhaushalts leisten. Während die beschriebenen Effekte in der Literatur gut belegt sind, bleibt jedoch offen, in welchem Umfang diese Wirkungen auch auf den tatsächlich geförderten Flächen in Schleswig-Holstein eintreten. Damit liefern die Maßnahmen zwar einen potenziell hohen ökologischen Nutzen, ihre konkrete Wirkung sollte jedoch künftig durch gezieltes Monitoring abgesichert werden.

Bewertungsfrage 15, SPB 5E: In welchem Umfang wurden durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Kohlenstoffspeicherung und -bindung in der Land- und Forstwirtschaft gefördert?

Output und Wirkungen: Durch die Maßnahmen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums wurden Maßnahmen zur Kohlenstoffspeicherung und -bindung in der Forstwirtschaft unterstützt. Der Waldumbau spielt hierbei eine zentrale Rolle, da Mischwälder mit einem höheren Laubholzanteil langfristig eine stabilere Kohlenstoffbindung ermöglichen. Die Umstellung von Nadelreinbeständen auf strukturreiche Mischwälder kann dazu beitragen, die Wälder widerstandsfähiger gegen klimatische Extreme wie Trockenheit,

Stürme und Schädlingsbefall zu machen, wodurch Kohlenstoff länger im Ökosystem gebunden wird. Laut Modellrechnungen können auf der gesamten Umbau- und Wiederaufbaufläche von 1.811 ha in den ersten 20 Jahren etwa 75.600 Tonnen Kohlenstoff gespeichert werden, mit einem langfristigen Potenzial von insgesamt 813.300 Tonnen Kohlenstoff in der ober- und unterirdischen Biomasse über eine Umtriebszeit von 120 Jahren (Paul et al., 2009; Franz, 2019). Diese Speicherleistung ist langfristig gesehen essenziell, um die Kohlenstoffbindung im Wald zu stabilisieren.

Relevanz: Die Relevanz dieser Maßnahmen zeigt sich in ihrer langfristigen Wirkung auf die Kohlenstoffspeicherung und -bindung in Wäldern, die durch den Umbau hin zu stabileren und widerstandsfähigeren Beständen gefördert wird. Mischwälder binden nicht nur Kohlenstoff in der Biomasse, sondern sichern auch den Boden als Kohlenstoffspeicher, indem sie Erosion verhindern und die Humusbildung fördern. Diese Maßnahmen wirken den negativen Effekten des Klimawandels wie Dürre und Stürme entgegen, die ansonsten zur vermehrten Freisetzung von Kohlenstoff führen würden (Irslinger, 2022; Bolte et al., 2021). Durch die Förderung der Bodenschutzkalkung und des Waldumbaus wird die Kohlenstoffbindung in stabilen Waldbeständen nicht nur erhöht, sondern auch langfristig gesichert, was entscheidend zur Minderung von CO₂-Emissionen beiträgt.

Während die potenzielle Kohlenstoffbindung in Mischwäldern im Vergleich zu Nadelholzbeständen geringer sein kann, liegt der Fokus der Maßnahmen nicht nur auf der Maximierung der Kohlenstoffspeicherung, sondern vor allem auf der Schaffung widerstandsfähiger, standortgerechter Wälder, die den Herausforderungen des Klimawandels besser standhalten können (Franz, 2019). Während laubholzdominierte Bestände im Vergleich zu Nadelholzwäldern tendenziell geringere Gesamtvorräte an Bodenkohlenstoff aufweisen, ist die Qualität und Stabilität des gespeicherten Kohlenstoffs zu berücksichtigen. In Nadelholzbeständen ist ein überproportionaler Anteil des Bodenkohlenstoffs im Auflagehumus gebunden, der bei Störungen wie Trockenheit, Insektenbefall oder Sturm relativ schnell mineralisiert werden kann. Laubholzreiche Mischwälder fördern dagegen mineralbodenbasierte Humusformen, die langfristig stabiler sind, eine geringere Säuerungstendenz aufweisen und aus ökologischer Sicht als günstiger gelten, da sie Nährstoffkreisläufe und Wasserhaushalt nachhaltiger unterstützen (Mellert et al., 2007; Rothe und Mellert, 2004; Puhmann et al., 2021). In diesem Sinne zielt der Waldumbau weniger auf die kurzfristige Maximierung der Kohlenstoffvorräte ab, sondern auf deren langfristige Stabilisierung unter den Bedingungen des Klimawandels. Die Eignung der Maßnahmen ergibt sich aus ihrer langfristigen Wirkung: Der Waldumbau sichert die Kohlenstoffbindung durch stabilere und widerstandsfähigere Wälder. Gleichzeitig verhindern stabile und widerstandsfähige Wälder die Erosion und schützen somit die Funktion des Waldbodens als Kohlenstoffspeicher. Im Kontext der Klimaanpassung und des Schutzes vor Dürre, Stürmen und Schädlingsbefall adressieren die Maßnahmen die zentralen Herausforderungen des Klimawandels. Damit leisten sie nicht nur einen Beitrag zur Minderung von CO₂-Emissionen, sondern erhöhen auch die Widerstandsfähigkeit der Wälder auf lokaler und regionaler Ebene.

Die Förderung des Waldumbaus und Wiederaufbaus und der klimaangepassten Waldbewirtschaftung spielt eine wichtige Rolle bei der langfristigen Sicherung und Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung im Wald. Durch die Schaffung stabilerer, standortgerechter Mischbestände werden nicht nur die Resilienz und Vitalität der Wälder gegenüber den Herausforderungen des Klimawandels gestärkt, sondern es wird auch die Senkenfunktion des Waldes nachhaltig unterstützt. Gleichzeitig bietet die Nutzung von Holz als nachwachsendem Rohstoff vielfältige Möglichkeiten zur weiteren CO₂-Reduktion durch stoffliche Nutzung und Substitution fossiler Materialien und Energieträger. Auch wenn sich die Effekte teilweise erst langfristig voll entfalten, zeigt sich die hohe Bedeutung der Fördermaßnahmen für die Erreichung nationaler und internationaler Klimaschutzziele deutlich.

7 Gesamtschau der Maßnahmenwirkungen

Die durch das LPLR geförderten forstlichen Maßnahmen erstrecken sich auf weniger als 1 % der Gesamtwaldfläche Schleswig-Holsteins. Angesichts dieses geringen Flächenanteils ist der Gesamteffekt auf Landesebene entsprechend begrenzt. Zudem zeigen Befragungen, dass etwa 18 % der geförderten

Waldbesitzenden die Maßnahmen auch ohne Förderung durchgeführt hätten (Mitnahmeeffekt). Diese Flächen sind in der Wirkung relativierend zu berücksichtigen.

Wirkungsbereich 3B (Wettbewerbsfähigkeit, Risikovorsorge, Diversifizierung): Die Maßnahmen tragen mittelbar zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und der betrieblichen Risikovorsorge im Forstsektor bei. Durch die Förderung werden Wälder widerstandsfähiger gegenüber Kalamitäten. Dies reduziert potenzielle zukünftige Schadensrisiken und unterstützt die langfristige Betriebsstabilität – insbesondere im Privatwald, der in Schleswig-Holstein etwa die Hälfte der Waldfläche ausmacht. Die Maßnahmen fördern zudem eine nachhaltigere Ausrichtung der Forstbetriebe, was in einem sich wandelnden Klima zunehmend zur Sicherung der wirtschaftlichen Grundlage beiträgt.

Wirkungsbereich 4A (Biodiversität): Auch wenn keine primäre Zielsetzung im Bereich der biologischen Vielfalt bestand, zeigen die Maßnahmen positive Effekte auf die Biodiversität im Wald. Der Umbau instabiler Nadelreinbestände zu naturnäheren Laub- und Mischwäldern erhöht langfristig die strukturelle Vielfalt, fördert standorttypische Arten und trägt zur ökologischen Stabilisierung von Waldökosystemen bei. Die Förderung von standortgerechten Baumarten schafft die Grundlage für eine positive Entwicklung typischer Waldlebensgemeinschaften und erhöht die Habitatvielfalt. Trotz des begrenzten Umfangs sind diese Maßnahmen aus naturschutzfachlicher Sicht langfristig relevant.

Wirkungsbereich 4B/4C (Wasser/Boden): Die forstlichen Maßnahmen leisten einen positiven Beitrag zum Schutz von Wasser- und Bodenressourcen. Durch die Begründung stabiler Mischwälder wird der Bodenschutz gefördert, Erosionsrisiken werden reduziert und die Wasserhaltefähigkeit des Bodens kann langfristig verbessert werden. Besonders im Kontext häufiger Starkregenereignisse gewinnen tiefwurzelnde, standortgerechte Laubbaumarten an Bedeutung für die Stabilisierung von Waldböden.

Wirkungsbereich 5E (Kohlenstoffspeicherung und -bindung): Waldumbau- und Wiederaufforstungsmaßnahmen zielen auf den Aufbau vitaler, wachstumsstarker Wälder, die langfristig zur Bindung von Kohlenstoff beitragen können. Zwar hat sich der Wald bundesweit zuletzt infolge klimabedingter Großschadensereignisse eher zur Kohlenstoffquelle entwickelt, doch stellt die Förderung eines klimastabilen Waldaufbaus eine zentrale Voraussetzung dar, um das Bindungspotenzial zukünftig wieder zu erhöhen. Die Maßnahmen des LPLR leisten daher einen Beitrag zur langfristigen Klimaschutzstrategie, auch wenn direkte quantitative Wirkungen derzeit schwer abzuschätzen sind.

Insgesamt entspricht die Wirkung in den einzelnen Bereichen einer klar positiven Bewertung („++“), während für die Gesamtwirkung auf Landesebene aufgrund des geringen erreichten Flächenanteils lediglich ein „+“ (gering positiv) angesetzt werden kann. Die zusammenfassende Bewertung der forstlichen Maßnahmen des LPLR Schleswig-Holstein im Hinblick auf die jeweiligen Schwerpunktbereiche ist in Tabelle 9 dargestellt:

Tabelle 9: Überblick über die Beiträge der forstlichen Maßnahmen zu den Schwerpunktbereichen

Teilmaßnahme	Maßnahmen-output	Mitnahme-effekte	Schwerpunktbereich			
			3B	4A	4B/4C	5E
Wiederaufbau (TM 8.4)	977 ha	gering	+	+	+	+
Waldumbau (TM 8.5)	834 ha	gering	+	+	+	+

Wirkungsstärke: +++ ... sehr positiv; ++ ... positiv; + ... gering positiv;

Quelle: Eigene Darstellung.

8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die forstlichen Fördermaßnahmen im Rahmen des LPLR sind geeignet, die mit ihnen verfolgten Ziele zu erreichen. Aufgrund der langsamen Wachstumsprozesse im Wald werden die von den Fördermaßnahmen erwarteten Wirkungen allerdings erst Jahre bis Jahrzehnte nach der Maßnahmendurchführung eintreten. Die positiven Auswirkungen der Maßnahmen werden sich somit erst in einem gewissen Zeitintervall aufzeigen lassen. Vor diesem Hintergrund kommt einer langfristig ausgerichteten, fachlich gut begleiteten Förderung eine hohe Bedeutung zu. Denn als wichtiges Element für die Umsetzung der forstlichen Fördermaßnahmen hat sich wiederholt die Betreuung erwiesen, die die Waldbesitzer:innen mit den Möglichkeiten der Förderung vertraut macht und zu großen Teilen die Abwicklung der Förderung übernimmt.

Die Wirkungen auf das gesamte Programmgebiet sind aufgrund des bisher geringen Förderumfangs der einzelnen Maßnahmen begrenzt. Weiterhin besteht ein Bedarf an Förderung.

Der eingeschlagene Weg hin zu stabilen, arten- und strukturreichen Wäldern trägt dazu bei, die ökologische Funktionsfähigkeit der Wälder in Schleswig-Holstein, ihre Rolle als Kohlenstoffsенке, langfristig zu sichern und kann zugleich die betriebliche Risikoversorge und Wettbewerbsfähigkeit stärken. Wie nachhaltig diese Wirkungen sind, hängt jedoch von der weiteren Umsetzung und von den klimatischen Rahmenbedingungen ab.

Waldbauliches Handeln muss sich den neuen klimatischen Herausforderungen anpassen. Denn der Klimawandel bedroht nicht nur die Vitalität unserer Wälder, sondern auch ihre Funktion als wirtschaftliche Grundlage vieler Betriebe. Angesichts des Klimawandels stellt die zusätzliche Belastung der Wälder durch die Versauerung einen weiteren destabilisierenden Faktor dar, der zu immer weiter verbreiteten Schäden beiträgt. In dieser Situation wird die Umgestaltung der Wälder zu einer essenziellen Maßnahme. Die Fördermaßnahmen Waldumbau und Wiederaufbau Wald haben sich als zentrale Instrumente erwiesen, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Sie bieten Potenzial, langfristig sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Ziele zu vereinen – etwa durch erhöhte Kohlenstoffbindung, Stabilisierung von Wasserkreisläufen und Förderung der Biodiversität. Die bisherigen positiven Wirkungen sollten als Grundlage dienen, um die Maßnahmen strategisch weiterzuentwickeln.

Durch klimabedingte Veränderungen im Wald besteht weiterhin die Notwendigkeit von Anpassungen für einen resilienten Wald. Vor diesem Hintergrund ist zu empfehlen:

Empfehlung 1: Maßnahmen fortführen.

Der finanzielle Anreiz der Förderung sorgt zwar für eine gewisse Akzeptanz der Maßnahme. Es wären jedoch teilweise andere Baumarten gewählt worden. Eine Flexibilisierung der Artenzusammensetzung könnte zu einer erhöhten Bereitschaft zur Teilnahme am Waldumbau beitragen. Daher:

Empfehlung 2: Inhaltliche Anpassungen vornehmen.

Ein zentraler Punkt ist die Flexibilisierung der Förderrichtlinien, um besser auf lokale Gegebenheiten eingehen zu können. Unterschiedliche Standorte erfordern individuell angepasste Maßnahmen, die mit den bestehenden Vorgaben nicht immer optimal umgesetzt werden können. Zudem ist eine Entbürokratisierung des Antragsverfahrens notwendig. Der Verwaltungsaufwand für Förderanträge stellt für viele Waldbesitzende eine Hürde dar, wodurch potenzielle Maßnahmen nicht umgesetzt werden. Nach 2022 wurde die Förderung des Waldumbaus als rein national finanzierte Fördermaßnahme fortgesetzt. Unter Umständen hat dies bereits zu Entlastungen geführt. Daher:

Empfehlung 3: Vereinfachungsmöglichkeiten für die Antragstellung und -abwicklung prüfen und soweit möglich nutzen.

Ein wichtiger Aspekt ist die Ausbildung und Bereitstellung von Fachpersonal. Der naturnahe Waldumbau erfordert spezifische forstliche Kenntnisse, sowohl in der Planung als auch in der praktischen Umsetzung. Um die steigenden Anforderungen zu bewältigen, ist eine gezielte Förderung von Fachkräften notwendig, die Waldbesitzende beraten und bei der Umsetzung der Maßnahmen unterstützen können. Daher:

Empfehlung 4: Qualifizierte Betreuung von Waldbesitzer:innen sicherstellen.

Literaturverzeichnis

- Albert M, Schmidt M (2012) Standort-Leistungs-Modelle für die Entwicklung von waldbaulichen Anpassungsstrategien unter Klimawandel. Archiv f. Forstwesen u. Landsch. ökol. 46(2):57-71
- Beinhofer B (2009) Zur Anwendung der Portfoliotheorie in der Forstwissenschaft - Finanzielle Optimierungsansätze zur Bewertung von Diversifikationseffekten, TU München. Dissertation, zu finden in <<http://mediatum.ub.tum.de/doc/681747/681747.pdf>> [zitiert am 2.9.2019]
- BFW (ed) (2024) Trittsteinbiotope im Wald: Ein Handbuch für die forstliche Praxis, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, zu finden in <https://www.bfw.gv.at/wp-content/uploads/Trittsteinbiotope_Praxishandbuch_web.pdf> [zitiert am 7.7.2025]
- BKG [Bundesamt für Kartographie und Geodäsie] (2020) Digitale Geodaten, zu finden in <<https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten.html>>
- BMEL (2024) Wald in Deutschland - Gesundere Waldböden: Bodenzustandserhebung, zu finden in <<https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/bodenzustandserhebung.html>> [zitiert am 15.1.2025]
- BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2012) Dritte Bundeswaldinventur, zu finden in <www.bwi.info>
- BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2018) Waldböden in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung, zu finden in <<https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/WaldboedenBodenzustandserhebung.pdf?blob=publicationFile&v=4>> [zitiert am 2.2.2022]
- BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2021) Waldstrategie 2050 Nachhaltige Waldbewirtschaftung – Herausforderungen und Chancen für Mensch, Natur und Klima. Bonn: BMEL, zu finden in <<https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2050.pdf?blob=publicationFile&v=9>> [zitiert am 10.4.2024]
- BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft], BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit] (2020) Nitratbericht 2020: Gemeinsamer Bericht der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie für Ernährung und Landwirtschaft. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), zu finden in <https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/nitratbericht_2020_bf.pdf> [zitiert am 6.10.2020]
- BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft], Thünen-Institut für Waldökosysteme (2024) Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur. Bonn: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), zu finden in <<https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/vierte-bundeswaldinventur.pdf?blob=publicationFile&v=5>> [zitiert am 8.10.2024]
- BMW (ed) (2025) Der CO₂-Preis: Wichtiger Beitrag zum Klimaschutz, BMW, BMW, zu finden in <<https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/co2-preis.html>> [zitiert am 8.9.2025]

- Bolte A, Eisenhauer D-R, Ehrhart H-P, Groß J, Hanewinkel M, Kölling C, Profft I, Rodhe M, Röhe P, Amereller K (2009) Klimawandel und Forstwirtschaft - Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien der Bundesländer. *vti Agriculture and Forestry Research* 59(4):269-278, zu finden in <http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/bitv/dk042880.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- Bolte A, Höhl M, Hennig P, Schad T, Kroiher F, Seintsch B, Englert H, Rosenkranz L (2021) Zukunftsaufgabe Waldanpassung. *AFZ Der Wald*(76):12-16, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn063364.pdf> [zitiert am 10.4.2024]
- Brandl S, Falk W (2019) Mortalität von Fichte und Buche – Einfluss von Klima und Mischung. *AFZ Der Wald* 2019(2):10-13, zu finden in <<https://mediatum.ub.tum.de/doc/1479942/document.pdf>>
- Brasseur G, Jacob D, Schuck-Zöller S (eds) (2023) Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, 2. überarbeitet und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum
- Dieter M, Elsasser P, Wiehler HA (2005) Anrechnung der deutschen Waldbewirtschaftung in der Klimapolitik? Ein Diskussionsbeitrag zur Wahlmöglichkeit nach Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls. *Forst und Holz : Fachzeitschrift für Forstwirtschaft, Waldökologie, Holzwirtschaft, Umwelt- und Jagdmanagement* 2005(60):472-474, zu finden in <https://www.researchgate.net/publication/268147134_Anrechnung_der_deutschen_Waldbewirtschaftung_in_der_Klimapolitik_Ein_Diskussionsbeitrag_zur_Wahl_moglichkeit_nach_Artikel_34_des_Kyoto-Protokolls>
- EEN [Evaluation Expert Network], EU-COM [European Commission] (2014) Leitlinien zur Erstellung und Durchführung des Bewertungsplans für Entwicklungsprogramme für den ländlichen Raum 2014-2020 (Entwurf: März 2014). ENRD, zu finden in <http://enrd.ec.europa.eu/enrd-static/app_templates/enrd_assets/pdf/evaluation/EP_Guidelines_Draft_March2014.pdf> [zitiert am 11.1.2015]
- Eichhorn J, Guericke M, Eisenhauer D-R (eds) (2016) Waldbauliche Klimaanpassung im regionalen Fokus: Sind unsere Wälder fit für den Klimawandel? München: Oekom-Verl., 351 p. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten Band 10
- EU: Entschliessung des Rates vom 15. Dezember 1998 über eine Forststrategie für die Europäische Union, 1999/C 56/01 (1999)
- Erdmann L, Behrendt S, Marwede M (2008) Waldzukünfte. Basispapier Zukunftsfeld „Wald und Klimawandel“
- EU-COM DG AGRI [European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development] (2015) Common Evaluation Questions for Rural Development Programmes 2014-2020: Working Paper. Brussels, zu finden in <https://enrd.ec.europa.eu/sites/enrd/files/uploaded-files/wp_evaluation_questions_2015.pdf> [zitiert am 12.10.2015]
- EU-KOM [Europäische Kommission] (2006) Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament über einen EU-Forstaktionsplan: EU-KOM (2006), hg. v. Europäische Kommission (EU-KOM), Europäische Kommission (EU-KOM)
- Flade M (1994) Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. Eching
- Fleck S, Eickenscheidt N, Ahrends B, Evers J, Grüneberg E, Ziche D, Höhle J, Schmitz A, Weis W, Schmidt-Walter P, Andreae H, Wellbrock N (2019) Nitrogen Status and Dynamics in German Forest Soils. In: Wellbrock N, Bolte A (eds) Status and Dynamics of Forests in Germany: Results of the National Forest Monitoring, 1st ed. 2019. Cham: Springer International Publishing; Springer: pp 123-166, zu finden in <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15734-0_5>

- Franz K (2018) ELER-Maßnahmen M8.4 und M8.5 (Forstliche Förderung). Schriftliche ZWE-Befragung in Schleswig-Holstein (unveröffentlicht)
- Franz K (2019) Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) Schleswig-Holstein 2014 bis 2020: Forstliche Förderung. Braunschweig: Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie (TI-WF), 5-Länder-Evaluation 3/2019, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2019/3_19_SH-Berichte_aus_der_Evaluation-Forst.pdf> [zitiert am 12.5.2022]
- Fuchs JM, Hittenbeck A, Brandl S, Schmidt M, Paul C (2022) Adaptation strategies for spruce forests—economic potential of bark beetle management and Douglas fir cultivation in future tree species portfolios. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 95(2):229-246. doi: 10.1093/forestry/cpab040
- BWaldG: Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft, zu finden in <<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bwaldg/gesamt.pdf>> [zitiert am 2.9.2019]
- Hegg C, Jeisy M, Waldner P (2004) Wald und Trinkwasser. Eine Literaturstudie. Birmensdorf, zu finden in <<http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/6184.pdf>> [zitiert am 2.9.2019]
- Irslinger R (2022) Waldlandschaften in der Klimakrise Risikopatient und Problemlöser zugleich. *Artenschutz* 2022(46):26-52, zu finden in <https://www.researchgate.net/publication/361288015_Waldlandschaften_in_der_Klimakrise_Risikopatient_und_Problemloser_zugleich>
- Jenssen M, Weber D, Konnert M, Hosius B, Schaefer M, Jansen M, Rothenbücher J, Döring C, Makeschin F, Augustin S, Anders S, Müller J, Rust S, Papen H, Brüggemann N, Hanewinkel M, Wilpert Kv, Heisner U, Selter A (2006) Ökologischer Waldumbau in Deutschland. Frage, Antworten, Perspektiven. Fritz, P. (Hrsg.), München
- Jochem D, Weimar H, Bösch M, Mantau U, Dieter M (2015) Estimation of wood removals and fellings in Germany: a calculation approach based on the amount of used roundwood. *European Journal of Forest Research* 134(5):869-888
- Kiese R, Heinzeller C, Werner C, Wochele S, Grote R, Butterbach-Bahl K (2011) Quantification of nitrate leaching from German forest ecosystems by use of a process oriented biogeochemical model. *Environ Pollut* 159(11):3204-3214. doi: 10.1016/j.envpol.2011.05.004
- Knauf M, Frühwald A (2013) Beitrag des NRW Clusters Forst und Holz zum Klimaschutz. Studie von Knauf Consulting und Prof. Dr. Arno Frühwald (Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg) in Kooperation mit Prof. Dr. Michael Köhl (Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg) im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und des Landesbetriebs Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Hrsg. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster, Mai 2013 [zitiert am 13.8.2016]
- Köhl M, Gutsch M, Lasch-Born M, Müller M, Plugge D, Reyer C (2023) Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel. In: Brasseur G, Jacob D, Schuck-Zöller S (eds) *Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*, 2. überarbeitet und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum: pp 249-263 [zitiert am 15.10.2024]
- Kudernatsch T, Schauer B (2022) Auswirkungen des Waldumbaus mit Buche auf die Biodiversität. *AFZ Der Wald*(19), zu finden in <https://www.digitalmagazin.de/marken/afz-derwald/hauptheft/2022-19/waldokologie/043_auswirkungen-des-waldumbaus-mit-buche-auf-die-biodiversitaet> [zitiert am 1.10.2024]
- KWF (2025) Informationsdienst Privatwald | Länderprofil Schleswig-Holstein, zu finden in <<https://www.info-privatwald.de/laenderprofil-schleswig-holstein.php>> [zitiert am 11.8.2025]

- Landesportal Schleswig-Holstein (2021) Auf einen Blick - Wald und Forstwirtschaft in Schleswig-Holstein: Schleswig-Holsteins Geschichte mit dem Wald, zu finden in https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wald/wald_01_Allg_01_WaldSH.html [zitiert am 12.5.2022]
- Liese bach H (2018) Genetisch verankerte Reaktion der Fichten auf Trockenstress? - Schneller Überblick D. <bound method Organization.get_name_with_acronym of <Organization: Johann Heinrich von Thünen-Institut, zu finden in <https://policycommons.net/artifacts/2109704/genetisch-verankerte-reaktion-der-fichten-auf-trockenstress/2865002/>>
- Liese bach M, Liepe K, Šeho M, Kätzel R, Becker F, Löffler S (2023) Beiträge von Forstpflanzenzüchtung und Forstgenetik für den Wald von Morgen: 7. Tagung der Sektion Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung vom 12. bis 14. September 2022 in Ahrensburg. Thünen Report 105, hg. v. Thünen-Institut, 35 p. Thünen-Report, zu finden in <https://d-nb.info/1287710573/>
- LLUR (ed) (2021) Abgrenzung der Nitrat-Gebietskulisse in Schleswig-Holstein nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten (AVV GeA), LLUR, LLUR
- LLUR [Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein] (2014) Nährstoffe in Gewässern Schleswig-Holsteins - Entwicklung und Bewirtschaftungsziele. Flintbek
- Lüscher P, Frutig F, Sciacca S, Spjevak S, Thees O (2019) Physikalischer Bodenschutz im Wald. Bodenschutz beim Einsatz von Forstmaschinen. Merkblatt für die Praxis(45), zu finden in <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:20021/datastream/PDF> [zitiert am 20.11.2025]
- Makeschin F, Augustin S (2006) Wirkungen von Waldumbau auf Waldböden und ihren Humuskörper. In: Fritz P (ed) Ökologischer Waldumbau in Deutschland. Fragen, Antworten, Perspektiven: pp 124-151
- Meesenburg H, Ahrends B, Fleck S, Wagner M, Fortmann H, Scheler B, Klinck U, Dammann I, Eichhorn J, Mindrup M, Meiwes KJ (2016) Long-term changes of ecosystem services at Solling, Germany: Recovery from acidification, but increasing nitrogen saturation? Ecological Indicators 65:103-112. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.12.013
- MEKUN [Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein] (2023) Landesprogramm ländlicher Raum 2014-2022 (LPLR). Version 9.1, nach 8. Änderungsantrag, zu finden in <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/F/foerderprogramme/MELUR/LPLR/Downloads/lplr26052023.pdf? blob=publicationFile&v=2> [zitiert am 19.11.2024]
- Mellert KH, Gensior A, Göttlein A, Kölling C (2007) Prädiktoren des Nitrataustrags aus Wäldern - Ergebnisse der bayerischen Nitratinventur im mitteleuropäischen Vergleich. Forstarchiv 78:139-149
- MELUND [Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein] (2020) Waldzustandsbericht 2020, zu finden in <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wald/Downloads/Waldzustandsbericht2020.pdf? blob=publicationFile&v=2>
- MELUND [Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein] (2021) Waldzustandsbericht 2021, zu finden in <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wald/Downloads/Waldzustandsbericht2021.pdf? blob=publicationFile&v=2>
- MELUR [Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein] (2015a) Informations- und PR-Strategie für das Landesprogramm ländlicher Raum (LPLR) 2014 - 2020 des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (Stand: 9. Juni 2015). Kiel

- MELUR [Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein] (2015b) Landesprogramm ländlicher Raum 2014 - 2020. Kiel
- Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz (2025) Finanztabelle nach Teilmaßnahmen 2014-2024. Auszahlungsstand 2025, hg. v. MLLEV
- MLLEV (ed) (2024) Vierte Bundeswaldinventur (BWI 2024): Landesbericht für Schleswig-Holstein, Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz, Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz, zu finden in <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/W/wald/Downloads/waldzustand_poster_24.pdf?blob=publicationFile&v=3> [zitiert am 22.1.2025]
- NW-FVa, MLLEV (2022) Waldzustandsbericht 2022 für Schleswig-Holstein. Zenodo, zu finden in <<https://zenodo.org/records/7326485>>
- NW-FVa, MLLEV (2024) Waldzustandsbericht 2024 für Schleswig-Holstein, hg. v. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz (MLLEV), zu finden in <<https://zenodo.org/records/14007151>>
- Paul C, Brandl S, Friedrich S, Härtl F, Falk W, Knoke T (2019) Der Einfluss des Klimawandels auf die Baumartenwahl. AFZ Der Wald 2019(2):21-23, zu finden in <<https://mediatum.ub.tum.de/doc/1472787/document.pdf>> [zitiert am 25.2.2025]
- Paul C, Weber M, Mosandl R (2009) Kohlenstoffbindung junger Aufforstungsflächen. Freising
- Pollermann K, Grajewski R, Bathke M, Bergschmidt A, Dickel R, Eberhardt W, Ebers H, Fährmann B, Fengler B, Forstner B, Franz K, Moser A, Pufahl A, Reiter K, Roggendorf W, Sander A, Schnaut G, Schwarz G, Spengler M, Tietz A (2016) Ex-post-Bewertung. Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Schleswig-Holstein 2007 bis 2013. Braunschweig, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/SH/Ex-post-ZPLR_Bericht.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- Pretzsch H (2022) Sie wächst und wächst und wächst. Fakten zum Wachstum der Buche. LWF- Wissen(86):25-34, zu finden in <https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/dateien/lwf_wissen_86_pretzsch.pdf> [zitiert am 13.5.2025]
- Pretzsch H, Schütze G (2021) Tree species mixing can increase stand productivity, density and growth efficiency and attenuate the trade-off between density and growth throughout the whole rotation. Ann Bot 128(6):767-786. doi: 10.1093/aob/mcab077
- Puhlmann H, Hartmann P, Mahlau L, Wilpert Kv, Huber A, Moos JH, Jansone L, Drews L (2021) Regenerationsorientierte Bodenschutzkalkung in den Wäldern Baden-Württembergs: Evaluierung der Umsetzung und der Wirksamkeit des Kalkungsprogramms in den Jahren 2010 bis 2019, hg. v. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), zu finden in <https://www.fva-bw.de/fileadmin/user_upload/Abteilungen/Boden_und_Umwelt/Evaluierung_Bodenschutzkalkung.pdf> [zitiert am 10.4.2024]
- Raue P, Bathke M, Bergschmidt A, Eberhardt W, Ebers H, Fährmann B, Fengler B, Flint L, Forstner B, Franz K, Grajewski R, Pollermann K, Reiter K, Roggendorf W, Sander A, Schwarze S, Scholz J (2023) Feinkonzept zum Bewertungsplan LPLR - Landesprogramm ländlicher Raum des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2022 (LPLR): Stand: 12/2023. unveröffentlicht, 164 p

- Raue P, Bathke M, Eberhardt W, Ebers H, Fährmann B, Fengler B, Flint L, Forstner B, Franz K, Grajewski R, Pollermann K, Reiter K, Roggendorf W, Sander A (2017) Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020 - Analyse der Inanspruchnahme und Umsetzung. Braunschweig: Thünen-Institut für Ländliche Räume (TI-LR); Thünen-Institut für Betriebswirtschaft (TI-BW); Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie (TI-WF); entera Umweltplanung & IT, 5-Länder-Evaluation 2/2017, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2017/SH_Inanspruchnahme_Endversion.pdf> [zitiert am 12.5.2022]
- Reise J, Urrutia C, Böttcher H, Hennenberg K (2020) Literaturstudie zum Thema Wasserhaushalt und Forstwirtschaft: Studie für den Naturschutzbund Deutschland (NABU), hg. v. Öko-Institut e.V., zu finden in <<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Wasserhaushalt-Wald-NABU.pdf>>
- Richtlinie (2017): Richtlinie für die Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen als Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“, Gl.Nr. 6621.50, Bekanntmachung des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume vom 11. April 2017 V 541/742.02
- Roloff A, Grundmann B (2008) Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Stiftung Wald in Not, zu finden in <<http://www.wald-in-not.de/download/KLAM.pdf>> [zitiert am 9.9.2008]
- Rorig F (2022) Effekte der forstlichen Fördermaßnahmen des Landesprogramms ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein auf die Wasserqualität und -quantität. 5-Länder-Evaluation 9/2022, zu finden in <<https://www.eler-evaluierung.de/publikationen/projektberichte/5-laender-bewertung>> [zitiert am 7.3.2023]
- Rothe A, Huber C, Kreutzer K, Weis W (2002) Deposition and soil leaching in stands of Norway spruce and European Beech: Results from the Högwald research in comparison with other European case studies. Plant and Soil 240(1):33-45. doi: 10.1023/A:1015846906956
- Rothe A, Kölling A, Moritz K (1998) Waldbewirtschaftung und Grundwasserschutz. AFZ Der Wald 53(6):291-295
- Rothe A, Mellert KH (2004) Effects of Forest Management on Nitrate Concentrations in Seepage Water of Forests in Southern Bavaria, Germany. Water, Air, & Soil Pollution 156(1):337-355. doi: 10.1023/B:WATE.0000036826.17273.b3
- Rüter S (2009) Kohlenstoffspeicher Holzprodukte und ihre Substitutionspotentiale. Vortrag auf der Fachtagung „Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel - Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft“, zu finden in <http://www.holzundklima.de/aktivitaeten/veranstaltungen/docs/2009-06_rueter-vti-fachtagung.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- Rüter S (2015) Der Umweltbeitrag der Holznutzung. Informationsdienst Holz, zu finden in <<http://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-3-zukunftsfaehiger-baustoff/der-umweltbeitrag-der-holznutzung/>> [zitiert am 20.5.2015]
- Schleswig-Holsteinische Landesforsten AöR (2025) Unsere Waldwirtschaft – die Vision, hg. v. Schleswig-Holsteinische Landesforsten AöR, zu finden in <https://www.forst-sh.de/einblicke/unsere-waldwirtschaft?utm_source=chatgpt.com> [zitiert am 3.9.2025]
- Spathelf P, Natkhin M, Thom D, Puhlmann H, Bolte A, Sass-Klassen U, Bauhus J, Sanders T (2025) Fakten zum Thema: Wald und Wassermangel. AFZ Der Wald 2025(1):36-40, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn069375.pdf>
- Sundermann G, Wäagner N, Cullmann A, Hirschhausen C von, Kemfert C (2020) Nitratbelastung im Grundwasser überschreitet Grenzwert seit Langem – mehr Transparenz und Kontrolle in der Düngepraxis notwendig, zu finden in <<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/219343/1/1692668579.pdf>> [zitiert am 10.4.2024]

- Sutmöller J, Spellman H, Fiebiger C, Albert M (2008) Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Buchenwälder in Deutschland. In: Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche: pp 135-158
- Thünen-Institut (ed) (2022) BUNDESWALDINVENTUR ERGEBNISDATENBANK, zu finden in <https://bwi.info/inhalt1.3.aspx?Text=1.13%20Natur%20C3%A4he%20der%20Baumartenzusammensetzung%20der%20Hauptbestockung&prrolle=public&prInv=BWI2022&prKapitel=1.13&mpXicode=> [zitiert am 8.5.2025]
- Tresch S, Hopf S, Braun S (2022) Pilotprojekt Experimentelle Kalkung von Waldstandorten: Hintergrund und erste Ergebnisse. In: Waldböden – intakt und funktional. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL: pp 65-70 [zitiert am 10.4.2024]
- UBA [Umweltbundesamt] (2017) Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung
- UBA [Umweltbundesamt] (2023) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2021. Dessau, zu finden in https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/28_2023_cc_berichterstattung_unter_der_klimarahmenkonvention.pdf [zitiert am 10.10.2024]
- LWaldG: Waldgesetz für das Land Schleswig-Holstein, zu finden in <http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/portal/t/k7v/page/bsshoprod.psml?doc.hl=1&doc.id=jlr-WaldGSH2004rahmen%3Ajuris-lr00&documentnumber=1&numberofresults=57&showdoccase=1&doc.part=X¶mfromHL=true#focuspoint> [zitiert am 2.9.2019]
- Wellbrock N, Bolte A, Flessa H (eds) (2016) Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland: Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Braunschweig. Thünen Report 43
- Zang C, Rothe A, Weis W, Pretzsch H (2011) Zur Baumarteneignung bei Klimawandel: Ableitung der Trockenstress-Anfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahrringbreiten. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 182(5/6):98-112
- Zirlewagen D, Wilpert Kv (2001) Was hat Waldbau mit Trinkwasservorsorge zu tun? waldwissen.net, zu finden in http://www.waldwissen.net/themen/umwelt_landschaft/wasserschutz/fva_trinkwasservorsorge.pdf [zitiert am 2.9.2019]

Anhang

Leitfaden für das leitfadengestützte Interview Waldumbau

Allgemeine Fragen zur Waldumbaufläche

1. Können Sie mir vorweg einen Überblick über die Waldumbaufläche geben (Größe, Lage, Eigentumsverhältnisse)?
2. Wie sah der Bestand vor der Umbauförderung aus?
3. Welche Baumarten wurden hier angepflanzt, und warum wurden diese Baumarten ausgewählt? Mit welchem Ziel wurden diese Baumarten ausgewählt: Sägeholz/Wertholz, Vorwald, Brennholz... Umtriebszeit?
4. Wie hat sich diese Fläche seit Beginn des Waldumbaus entwickelt?
5. Wie sieht die Artenzusammensetzung heute aus (im Gegensatz zur ursprünglichen Pflanzung/Säung)?

Fragen zur Förderung

6. Wie bewerten Sie die Unterstützung und Mittel, die durch die ELER-Förderung bereitgestellt wurden?
7. Gab es ausreichend finanzielle Mittel, um die geplanten Maßnahmen vollständig umzusetzen?
8. Wie einfach oder schwierig war das Antragsverfahren? Wie einfach oder schwierig war der Zugang zu den Fördermitteln? Welche Hindernisse gab es jeweils?
9. Haben Sie zusätzliche Ressourcen oder Unterstützung von anderen Programmen oder Institutionen erhalten?

Umsetzung und Herausforderungen

10. Haben Sie zusätzliche Ressourcen oder Unterstützung von anderen Programmen oder Institutionen erhalten?
11. Welche Herausforderungen sind während der Umsetzung des Waldumbaus aufgetreten?
12. Gab es spezifische Schwierigkeiten bei der Pflanzung oder Pflege der neuen Baumarten?
13. Wie wurden diese Herausforderungen gemeistert?
14. Welche Faktoren haben den Erfolg oder Misserfolg der Maßnahmen am meisten beeinflusst?

Klimastabilität und Anpassung

15. Wie haben sich die neu gepflanzten Baumarten in Bezug auf Klimastabilität bisher bewährt?
16. Gibt es Baumarten, die sich als besonders erfolgreich oder problematisch erwiesen haben?
17. 1.) Gab es extreme Wetterereignisse?
2.) Waren Auswirkungen dieser Ereignisse im Bestand sichtbar?
3.) Wie hat der Betrieb darauf reagiert?

Ökologische und ökonomische Aspekte

18. Welche ökologischen Veränderungen wurden auf den umgebauten Flächen beobachtet?
19. Gab es positive oder negative Auswirkungen auf die Biodiversität? (...Boden? / ...Wasser?)
20. Wie hat sich der Waldumbau wirtschaftlich ausgewirkt (z. B. auf Holzertrag, Pflegekosten)?

Rückblick und Zukunftsaussichten

21. Welche Lehren haben Sie aus dem Waldumbauprojekt gezogen?
22. Was würden Sie bei zukünftigen Projekten anders machen?

23. Welche Empfehlungen würden Sie anderen Waldbesitzenden oder Förster:innen geben, die ähnliche Projekte in Angriff nehmen wollen?
24. Wie erwarten Sie, dass sich die Waldumbaufläche in näherer Zukunft weiterentwickelt und was erwarten Sie für den Endbestand der Fläche?

Zusammenarbeit und Unterstützung

25. Wie war die Zusammenarbeit mit anderen Beteiligten (z. B. Behörden, anderen Waldbesitzenden, Wissenschaftler:innen)?
26. Welche Unterstützung hätten Sie sich zusätzlich gewünscht?

Persönliche Einschätzung

27. Wie zufrieden sind Sie persönlich mit den Ergebnissen des Waldumbaus auf dieser Fläche?

Gibt es noch weitere Anmerkungen oder Gedanken, die Sie zum Thema Waldumbau und ELER-Förderung mitteilen möchten?