



Klima- **WALDPATENSCHAFT**®

*Dieses Gutachten dient als wissenschaftliche Grundlage für die Umsetzung
der Klimawaldpatenschaft im Zachuner Land – ein Projekt in
Zusammenarbeit mit Junge Die Bäckerei.*

Junge
Die Bäckerei.



Land- und Forstbetrieb Scharlaug
Diplom-Forstwirt und Forstassessor Ralf Egbert Scharlaug
Goldenstädter Str. 7, 19077 Rastow

Forstwissenschaftliches Gutachten
Abteilung 8040, Forstamt Jasnitz, Revier Kirch Jesar

Dipl. Forstw./ Fass. Ralf Egbert Scharlaug, Prof. Dr. Martin Guericke
30. März 2025

Inhaltsverzeichnis

Forstwissenschaftliches Gutachten Abteilung 8040, Forstamt Jasnitz, Revier Kirch Jesar

1.	Hintergrund und Ziel des Gutachtens	4
2.	Beschreibung des Waldgebiets und der Projektziele	5
3.	Methodik zur Durchführung des Waldumbaus.....	6
4.	Bodenanalyse und Bewertung der Bodenqualität.....	7
4.1.	Bewirtschaftung	9
5.	Waldumbau	10
5.1.	Holzentnahme und -nutzung.....	10
5.2.	Erhalt von Habitatbäumen und Totholz	11
5.3.	Baumartenauswahl.....	12
5.4.	Vorbereitung der Fläche	14
5.5.	Pflanzmethoden und -techniken	15
5.6.	Bestandsergänzung durch Pflanzung.....	17
5.7.	Waldsaum.....	29
6.	Streuobstwiese.....	30
7.	Kaffeesatz im Waldumbau	32
8.	Langfristige Pflege, Erhaltungsstrategien und Vorratspflege	34
9.	Persönliches Fazit.....	36
10.	Literaturverzeichnis	38
11.	Anhänge	40

C-Bilanzierung für die Abteilung 8040, Forstamt Jasnitz, Revier Kirch Jesar..... 48

1.	Ausgangssituation	49
2.	Waldbauliches Management 2025 bis 2065	56
3.	Kohlenstoffbilanzierung 2025 bis 2065.....	69
3.1	Modellierung des Waldwachstums	69
3.2	Ergebnisse	74
3.3	Quantifizierung der Substitutionseffekte	75
4.	Einsatzoptionen von Kaffeesatz zur Bodenmelioration.....	79
5.	Literaturverzeichnis	81
6.	Anhänge	82

Aufgrund druckbedingter Layoutunterschiede [z.B. Leerseiten, Satzspiegel, Bindung] kann die Seitenzählung von der gedruckten Fassung abweichen. Der Inhalt bleibt in beiden Versionen identisch.

1. Hintergrund und Ziel des Gutachtens

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit Junge Die Bäckerei plant der Land- und Forstbetrieb Scharlaug die Umsetzung einer umfangreichen Klimawaldpatenschaft auf der Fläche „Zachuner Land“. Detaillierte Karten zur exakten Lage der Projektflächen sind dem Anhang dieses Gutachtens beigelegt. Das Projektgebiet befindet sich in Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Flur 2, und umfasst die Flurstücke 353, 356, 358, 360, 366/1, 367/2, 411/1 und 414.

Ziel der Klimawaldpatenschaft ist die Entwicklung standortangepasster, biologisch vielfältiger und klimaresilienter Mischwälder. Im Sinne einer umfassenden Klimabilanz wird im Folgenden die Einheit CO₂e [CO₂-Äquivalente] verwendet, welche neben Kohlendioxid [CO₂] auch klimawirksame Gase wie Methan [CH₄] und Lachgas [N₂O] in ihrer vergleichbaren Klimawirkung berücksichtigt. Zur besseren Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf des Gutachtens der Begriff „CO₂“ stellvertretend verwendet, sofern keine differenzierte Betrachtung erforderlich ist.

Die Maßnahmen orientieren sich an den gesetzlichen Vorgaben des §1 Bundeswaldgesetz [BWaldG] sowie §1 Abs.2 Landeswaldgesetz Mecklenburg-Vorpommern [LWaldG M-V], nach denen der Wald in seiner Vielfalt, Leistungs- und Funktionsfähigkeit dauerhaft zu erhalten und nachhaltig zu entwickeln ist [Bundeswaldgesetz, 1975; Landeswaldgesetz Mecklenburg-Vorpommern, 1992].

Durch die Neubegründung und Pflege strukturreicher Wälder soll langfristig die Kohlenstoffbindung gesteigert und ein aktiver Beitrag zur Reduzierung atmosphärischer Treibhausgaskonzentrationen geleistet werden. Parallel dazu wird die Biodiversität gefördert und die Grundlage für stabilitätsfähige Waldgesellschaften geschaffen. Diese Vorgehensweise dient sowohl dem Klimaschutz als auch der Sicherung einer multifunktionalen, naturnahen Waldbewirtschaftung.

Das vorliegende Gutachten dokumentiert die geplanten Maßnahmen, analysiert ihre waldbauliche, ökologische und klimapolitische Relevanz und beschreibt deren erwartete Wirkung. Ergänzend werden Umsetzungsschritte und Monitoringstrategien dargestellt, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die langfristige Entwicklung des Projektgebiets bereitzustellen.

2. Beschreibung des Waldgebiets und der Projektziele

Das Waldgebiet „Zachuner Land“, Teil des Land- und Forstbetriebs Scharlaug, liegt im Zuständigkeitsbereich des Forstamts Jasnitz, Revier Kirch Jesar, und umfasst eine Gesamtfläche von 7,456 ha in der Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Flur 2, auf den Flurstücken 353, 356, 358, 360, 366/1, 367/2, 411/1 und 414. Die Fläche ist klassifiziert als normaler Wirtschaftswald [BK 1] und umfasst überwiegend den Standorttyp A1, der durch eine dauerhaft gute Wasserversorgung bei gleichzeitig geringer Nährstoffverfügbarkeit gekennzeichnet ist. Zusätzlich gibt es kleinere Bereiche des Standorttyps NM2, die eine mittlere Nährstoffverfügbarkeit bei dauerhaft feuchten Bedingungen aufweisen [Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, 1999; Land- und Forstbetrieb Scharlaug, 2025].

Die Standortbedingungen des überwiegenden A1-Standorttyps erlauben eine stabile, wenn auch moderate Waldentwicklung. Dieser Standorttyp zeichnet sich insbesondere durch seine Wassernähe und gleichzeitig geringe Nährstoffversorgung aus, was zu einem gemäßigten Wachstum der hier vorkommenden Baumarten führt. Ergänzend kommen auf kleineren Flächen NM2-Standorte vor, welche sich durch eine bessere Nährstoffverfügbarkeit und dauerhaft feuchte Bedingungen auszeichnen. Eine umfassende Beschreibung der jeweiligen Standorte sowie detaillierte Informationen zur Ausgangssituation und zu einzelnen Teilflächen sind der ausführlichen C-Bilanzierung für die Abteilung 8040 von Prof. Dr. Martin Guericke (vgl. Anlage 3, S. 53-56) zu entnehmen.

Der aktuelle Waldbestand im „Zachuner Land“ ist geprägt von ungleichaltrigen Mischbeständen, die überwiegend aus Gemeiner Kiefer (*Pinus sylvestris*), Stieleiche (*Quercus robur*) und Sandbirke (*Betula pendula*) bestehen. Die Bestände sind homogen strukturiert und weisen teils lückige, teils stärker aufgelichtete Bereiche auf. Der Bestockungsgrad variiert je nach Fläche zwischen 0,3 und 0,7, wobei die Vorräte zwischen 71 und 195 Vfm/ha liegen. Die jährlichen Zuwachsraten schwanken entsprechend zwischen 6,3 und 10 Vfm/ha. Die dominanten Baumhöhen liegen bei den älteren und wüchsigeren Beständen zwischen etwa 17 und 25 Metern. Eine detaillierte Bestandsbeschreibung mit Altersklassen und Vorräten findet sich ebenfalls in der genannten C-Bilanzierung von Prof. Dr. Martin Guericke (vgl. Anlage 3, S. 53-56).

Die Projektziele des Waldumbaus im „Zachuner Land“ verfolgen ökologische, ökonomische und soziale Zielsetzungen gleichermaßen. Ökologisch steht dabei die Förderung der Biodiversität im Vordergrund, insbesondere durch die gezielte Erhöhung des Anteils standortgerechter und klimaresilienter Mischbaumarten wie Stieleiche (*Quercus robur*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Winterlinde (*Tilia cordata*) und

Bergahorn [*Acer pseudoplatanus*]. Diese Maßnahmen tragen zusätzlich zu einer Erhöhung der CO₂-Bindungskapazität des Waldes bei. Zudem sollen naturnahe Waldstrukturen durch die gezielte Erhaltung und Erhöhung von Habitatbäumen sowie stehendem und liegendem Totholz gefördert werden.

Ökonomisch ist die langfristige Sicherung einer nachhaltigen Holzproduktion durch sukzessiven Umbau der aktuellen Rein- und Mischbestände in stabilere, klimaangepasste Mischbestände angestrebt. Durch die gezielte Förderung wertvollerer Baumarten soll dabei die Holzqualität optimiert und die ökonomische Stabilität der Bestände nachhaltig gesteigert werden.

Sozial gesehen soll der Wald langfristig seine Erholungsfunktion bewahren und durch eine vielfältige und strukturreiche Waldlandschaft weiterentwickeln. Diese Maßnahmen tragen zur Landschaftsästhetik bei und fördern zugleich regionale Identität und Naturverbundenheit. Zudem erfolgt die Vergabe forstlicher sowie projektbezogener Dienstleistungen bevorzugt an lokale Unternehmen, um regionale Wertschöpfung zu fördern und sozioökonomische Strukturen im ländlichen Raum zu stärken.

3. Methodik zur Durchführung des Waldumbaus

Die Methodik für den Waldumbau im Projektgebiet „Zachuner Land“ folgt einem wissenschaftlich fundierten, praxisnahen Konzept, das den derzeitigen Zustand der Waldflächen detailliert erfasst und die Entwicklung eines klimaresistenten, ökologisch hochwertigen Mischwaldes ermöglicht. Hierbei kommen bewährte forstliche Methoden und aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse gleichermaßen zur Anwendung, um eine nachhaltige und langfristig erfolgreiche Waldwirtschaft sicherzustellen.

Die Basis der geplanten Maßnahmen bildet eine umfassende Bestandsaufnahme, die wesentliche Parameter wie Baumartenverteilung, Altersklassen, Bestandsvitalität und standörtliche Bedingungen berücksichtigt. Insbesondere werden Bodenparameter eingehend analysiert, wobei auf vorhandene Datensätze aus der forstlichen Standortkartierung Mecklenburg-Vorpommerns sowie auf Ergebnisse der Forsteinrichtung des Land- und Forstbetriebs Scharlaug zurückgegriffen wird. Angaben zu Standorttyp, Nährstoffversorgung und Wasserhaushalt sind ausschlaggebend für die Auswahl geeigneter Baumarten sowie für die Planung standortspezifischer Maßnahmen [Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, 1999; Land- und Forstbetrieb Scharlaug, 2013].

Ein wesentliches Element der Methodik ist die gezielte Regulierung des Kronendachs [Kronenschlussverhältnis], beispielsweise durch Durchforstungen, Kronenpflege und das gezielte Entfernen überalterter oder beschattender Bäume, um dadurch optimale Lichtverhältnisse und ausreichend Raum für die Entwicklung junger Pflanzen sicherzustellen zu schaffen. Hierfür werden gezielte Eingriffe vorgenommen, um

dominierende Baumarten zu kontrollieren und gleichzeitig das Wachstum ökologisch wertvoller und klimaangepasster Baumarten zu fördern. Diese klimaresilienten Arten werden mittels verschiedener Verfahren eingebracht, wie Pflanzung, Direktsaat und Naturverjüngung, wobei die Auswahl der Methode abhängig ist von Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Lichtverhältnissen, vorhandener Naturverjüngung, Wilddruck sowie der angestrebten Baumartenmischung, wobei stets die natürlichen Standortbedingungen sowie die langfristige ökologische Stabilität des Waldes berücksichtigt werden [Müller und Schmidt, 2022].

Alle Maßnahmen berücksichtigen in besonderem Maße den Schutz und die Förderung der biologischen Vielfalt. Neben der natürlichen Regeneration bereits vorhandener Arten werden gezielt neue, standortgerechte Baumarten eingebracht. Dabei wird die Interaktion zwischen etablierten und neu eingeführten Baumarten bewusst genutzt, um die ökologischen Funktionen und Synergien innerhalb des Waldes zu maximieren [Scholz, 2021].

Die Methodik umfasst darüber hinaus eine regelmäßige Kontrolle der durchgeführten Maßnahmen, um den Fortschritt der Bestände und die Wirksamkeit der angewandten Strategien laufend zu evaluieren. Hierbei kommen standardisierte Monitoringverfahren zum Einsatz, bei denen unter anderem Indikatoren wie Zuwachsrate, Vitalität, Artenvielfalt, Verjüngungserfolg sowie Bodenfeuchte und Nährstoffstatus erfasst und dokumentiert werden. Diese Erfolgskontrollen liefern wertvolle Informationen für die Anpassung zukünftiger Maßnahmen und gewährleisten den nachhaltigen Erfolg des Waldumbaus.

4. Bodenanalyse und Bewertung der Bodenqualität

Die Bodenverhältnisse in der Abteilung 8040 bilden die zentrale Grundlage für die waldbauliche Planung im Projektgebiet „Zachuner Land“. Die Fläche ist von einer bemerkenswerten Standortvielfalt geprägt, die sich in den dominierenden Standorttypen A1, NM2, NM1, Z1 sowie in kleinflächig vorkommenden moorigen Bereichen [m] ausdrückt. Die jeweiligen Bodenparameter – insbesondere Textur, Humusgehalt, pH-Wert, Wasserverfügbarkeit sowie die Versorgung mit Hauptnährstoffen – differenzieren die Flächen hinsichtlich ihrer waldbaulichen Eignung erheblich und bedingen standortangepasste Baumartenwahl sowie Maßnahmen zur Bodenpflege.

Standorttyp A1 stellt den flächenbestimmenden Bodentyp dar. Es handelt sich um nährstoffarme, grundwasserbeeinflusste Böden mit dauerhaft günstiger Wasserversorgung. Die Bodentextur ist überwiegend sandig bis sandig-lehmig mit

einer mäßig entwickelten Humusaufgabe von 2–4 %. Der pH-Wert liegt im schwach sauren Bereich (pH 4,5–5,5), die Basensättigung ist gering. Das C/N-Verhältnis beträgt typischerweise 25–30, was auf eine langsame Umsetzung organischer Substanz und entsprechend trägen Nährstoffumsatz hinweist. Die Gehalte an pflanzenverfügbarem Stickstoff (ca. 10–20 mg/kg), Phosphor (3–6 mg/kg) und Kalium (60–90 mg/kg) sind unterdurchschnittlich. Diese Bedingungen begünstigen trockenheitsresistente, konkurrenzstarke Baumarten mit niedrigen Nährstoffansprüchen. Eingesetzt werden hier Stieleiche (*Quercus robur*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Sandbirke (*Betula pendula*), Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), Traubeneiche (*Quercus petraea*), Feldahorn (*Acer campestre*) und Esskastanie (*Castanea sativa*), ergänzt durch strukturfördernde Maßnahmen wie Mykorrhiza-Inokulation und Totholzmanagement (Guericke, 2025; Böhm & Seiler, 2021).

Standorttyp NM2 tritt in senkenartigen Reliefbereichen sowie im Umfeld der Streuobstwiese auf. Es handelt sich um mäßig nährstoffreiche, dauerhaft frische bis feuchte Böden mit lehmig-sandiger Textur. Der pH-Wert liegt zwischen 5,8 und 6,8, die Humusaufgabe beträgt 3–6 %. Die Nährstoffversorgung ist vergleichsweise günstig mit Stickstoffgehalten von 20–30 mg/kg, Phosphor 6–12 mg/kg und Kalium 100–130 mg/kg. Diese Standorte eignen sich hervorragend für anspruchsvollere Laubbaumarten mit hohem Produktionspotenzial. Vorgesehen sind hier Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Winterlinde (*Tilia cordata*), Stieleiche (*Quercus robur*), Schwarznuss (*Juglans nigra*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) sowie Küstentanne (*Abies grandis*). Die Flächen werden zusätzlich durch Untersaaten, Blühstreifen und hohe Totholzanteile strukturell aufgewertet.

Standorttyp Z1 (ziemlich arm, frisch) ist durch sandige bis sandig-lehmige Substrate mit sehr niedriger Nährstoffverfügbarkeit und geringem Wasserhaltevermögen gekennzeichnet. Der Humusgehalt liegt bei 1–3 %, der pH-Wert bei 4,3–5,0. Die Hauptnährstoffe liegen teils unterhalb der Nachweisgrenzen: Stickstoff <10 mg/kg, Phosphor <3 mg/kg, Kalium 40–60 mg/kg. Entsprechend angepasst ist die Baumartenwahl: Eingesetzt werden trockenresiliente, konkurrenzstarke Arten wie Roteiche (*Quercus rubra*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), flankiert durch bereits etablierte Mischbaumarten zur Stabilisierung des Systems.

Standorttyp NM1 tritt punktuell auf flachwelligen Bereichen mit mäßig frischer bis frischer Wasserversorgung auf. Die Bodentextur ist sandig-lehmig, mit einer Humusaufgabe von 3–5 %, einem pH-Wert zwischen 5,5 und 6,5 und einer günstigen

Nährstoffverfügbarkeit (Stickstoff 20–30 mg/kg, Phosphor 6–12 mg/kg, Kalium 80–120 mg/kg). NM1-Böden sind gut strukturierbar und ermöglichen die Entwicklung leistungsfähiger Mischbestände. Eingesetzt werden hier tiefwurzelnde, langlebige Baumarten wie Traubeneiche (*Quercus petraea*), Esskastanie (*Castanea sativa*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*), ergänzt durch Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Winterlinde (*Tilia cordata*). Ziel ist eine standortangepasste, mehrschichtige Waldbildung mit hoher CO₂-Bindung und struktureller Vielfalt (Landesforst MV, 1999; Dengler, 1992).

Moorige Standorte (m) wie die Teilfläche 8040 a₃ sind durch hohe Grundwasserstände, organogen geprägte Substrate (bis 30 % organische Substanz) und geringe Tragfähigkeit gekennzeichnet. Die Torfschicht speichert große Mengen an Kohlenstoff, die in entwässertem Zustand jedoch mineralisiert und als CO₂ freigesetzt werden können. Die geplante Wiedervernässung dieser Fläche dient der Reaktivierung des Torfbildungsprozesses, der langfristigen Senkung des CO₂-Ausstoßes sowie der Förderung moortypischer Vegetation. Die selektive Entnahme von Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) unterstützt die Wiederherstellung hydrologischer und vegetationsökologischer Gleichgewichtszustände (Guericke, 2025).

Insgesamt belegen die differenzierten Bodenkennwerte das hohe ökologische Entwicklungspotenzial des Areal. Die Vielfalt an Standortverhältnissen erfordert differenzierte, standortadaptive Bewirtschaftungskonzepte, bietet jedoch zugleich die Möglichkeit, strukturreiche, resilient gegenüber Klimawandel und biodiversitätsfördernde Waldökosysteme langfristig zu entwickeln.

4.1. Bewirtschaftung

Die Bewirtschaftung des Waldgebiets „Zachuner Land“ erfolgt nach den Grundsätzen der naturgemäßen Waldwirtschaft gemäß den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft (ANW). Ziel ist die Entwicklung eines dauerhaft gemischten, strukturreichen und multifunktional nutzbaren Dauerwaldes. Dieses waldbauliche Leitbild vereint ökologische, ökonomische und soziale Zielsetzungen und stellt sicher, dass auf ein und derselben Fläche nachhaltig Holz geerntet werden kann, während gleichzeitig die Lebensräume für Flora und Fauna geschützt und weiterentwickelt werden.

Im Unterschied zu herkömmlichen Bewirtschaftungssystemen, die auf flächenhafte Maßnahmen wie Läuterungen, regelmäßige Durchforstungen oder Kahlschläge setzen, orientiert sich die naturgemäße Waldwirtschaft an der Einzelbaumbehandlung. Dabei stehen die Auswahl, Förderung und Nutzung einzelner Bäume im Mittelpunkt. Diese

Vorgehensweise führt zu einer differenzierten Lichtregulierung auf kleiner Fläche, fördert die Entwicklung vertikal gegliederter Bestände und schafft vielfältige ökologische Nischen. Zielbaumarten können sich unter stabilen Bedingungen etablieren, ohne dass es zu gravierenden Eingriffen in das Bestandgefüge kommt.

Charakteristisch für das „Zachuner Land“ sind Maßnahmen wie der Erhalt und die Förderung artenreicher Baumartenmischungen, der konsequente Verzicht auf Kahlschlagverfahren, die Priorisierung der natürlichen Verjüngung sowie die kontinuierliche Pflege zur Stabilisierung der vertikalen und horizontalen Struktur. Diese Prinzipien stärken nicht nur die biologische Vielfalt und die ästhetische Qualität des Waldes, sondern verbessern auch seine Anpassungsfähigkeit an klimatische Veränderungen.

Die Umsetzung dieser waldbaulichen Strategie trägt nach gegenwärtigem Stand der Erkenntnis entscheidend dazu bei, die Resilienz des Waldökosystems zu erhöhen. Die stärkere Differenzierung im Bestand, die Vielfalt an Alters- und Höhenklassen sowie die Förderung tiefwurzelnder und trockenheitstoleranter Baumarten verbessern die Stabilität gegenüber Störungen wie Stürmen, Dürreperioden oder Schädlingsbefall. Die naturgemäße Bewirtschaftung im Sinne der ANW stellt somit eine zukunftsfähige Strategie zur Sicherung der vielfältigen Leistungen des Waldes dar [ANW, 2024].

5. Waldumbau

Die geplante Entwicklung eines klimaresilienten Mischwaldes kombiniert die gezielte Pflanzung standortgerechter, trockenheitsresistenter Baumarten mit der natürlichen Verjüngung von Birke (*Betula pendula*) und Kiefer (*Pinus sylvestris*). Ziel ist es, eine dynamische und nachhaltige Waldstruktur zu schaffen, die den klimatischen Herausforderungen wie langen Trockenperioden oder Stürmen standhält, während sie gleichzeitig hohe Mengen an CO₂ bindet. Durch die Diversität der Baumarten wird nicht nur die langfristige Stabilität des Waldes gesichert, sondern auch ein wertvoller Lebensraum für Flora und Fauna geschaffen. Diese Mischung aus ökologischer Resilienz und wirtschaftlicher Nutzbarkeit ermöglicht eine nachhaltige Bewirtschaftung, die die Anpassungsfähigkeit des Waldes fördert und dessen ökologischen und ökonomischen Wert langfristig bewahrt. [Bartsch, 2020]

5.1. Holzentnahme und -nutzung

Im Zuge der initialen waldbaulichen Pflege- und Strukturmaßnahmen in der Abteilung 8040 wurden bis zum Stichtag der Forsteinrichtung im Jahr 2025 insgesamt 393 Erntefestmeter (Efm) Holz entnommen. Für den Zeitraum bis 2065 ist eine zusätzliche modellgestützte Nutzung von weiteren 1.416 Efm vorgesehen, was zu einer langfristig geplanten Gesamtnutzung von 1.809 Efm führt.

Die Holzentnahme verteilte sich auf unterschiedliche Holzarten und Verwendungszwecke. Den größten Anteil stellte die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 245 Efm zur LAS-, OSB-Platten- Palettenholzherstellung. Darüber hinaus wurden in gemischten Beständen Sandbirke (*Betula pendula*) und Stieleiche (*Quercus robur*) mit 148 Efm geerntet. Diese wurden überwiegend als Brennholz [jeweils zu 80 Prozent] und in geringem Umfang als Sägeholz [jeweils zu 20 Prozent] weiterverarbeitet.

Die Holzentnahme folgte den Prinzipien der naturgemäßen Waldwirtschaft [ANW, 2024] und war darauf ausgerichtet, die Bestände in Richtung eines strukturreichen, standortgerechten und klimaresilienten Mischwaldes zu überführen. Selektiv entnommen wurden insbesondere überständige, vitalitätsschwache oder nicht standortgerechte Individuen. Neben der bereits erwähnten Kiefer (*Pinus sylvestris*), Birke (*Betula pendula*) und Stieleiche (*Quercus robur*) waren hiervon auch Bestände der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) betroffen. Ergänzend erfolgte die Entfernung invasiver Gehölze wie der Späten Traubenkirsche (*Prunus serotina*), deren Anwesenheit als potenziell konkurrenzstark und ökologisch nachteilig für die natürliche Waldentwicklung gilt.

Die Holzernte erfolgte unter Nutzung bestehender Rückegassen mit Rücksicht auf die Bodenschonung und unter Einsatz geeigneter Forsttechnik, etwa eines Harvesters des Typs John Deere 1170. Das anfallende Holz wurde entsprechend seiner stofflichen Eignung entweder in langlebigen Holzprodukten wie Möbeln oder Bauholz genutzt oder als Industrie- bzw. Energieholz weiterverwertet.

In der Kohlenstoffbilanz der Projektfläche wird auch der sogenannte Substitutionseffekt berücksichtigt. Dieser ergibt sich aus der Substitution fossiler Energieträger durch die Nutzung von Holz als regenerativer Energiequelle (vgl. Anlage 3).

5.2. Erhalt von Habitatbäumen und Totholz

Gemäß den Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft [ANW, 2024] sollen auf den betreffenden Flächen mindestens zehn Prozent des aufstockenden Vorrats in Form von stehenden Alt- oder Totbäumen erhalten bleiben. Diese Maßnahme verfolgt das Ziel, dauerhaft Lebensräume für strukturgebundene Arten zu sichern, die auf solche Mikrohabitate zwingend angewiesen sind.

Habitatbäume weisen besondere Merkmale auf – darunter Stammhöhlen, abgestorbene Kronenteile, Rindentaschen, Faulstellen oder Astabbrüche – die als Rückzugs-, Brut- oder Überwinterungsstätten dienen. Sie bieten essenzielle Lebensräume für spezialisierte Arten wie Spechte, Fledermäuse, holzbewohnende

Käfer oder holzzersetzende Pilze. Diese Artengruppen sind häufig auf kontinuierlich vorhandene Alt- und Totholzstrukturen angewiesen, die in intensiv genutzten Wäldern nur noch in geringem Umfang vorkommen.

Um das ökologische Potenzial dieser Strukturen mit den Anforderungen einer verjüngungsfreundlichen Bestandesführung in Einklang zu bringen, werden instabile Habitatbäume bei Bedarf auf eine Höhe von etwa zwei bis drei Metern gekappt. Dies reduziert die Gefahr, dass beim späteren Umsturz Pflanzungen oder Zaunanlagen beschädigt werden, ohne die ökologische Funktion der Bäume als Biotopträger zu beeinträchtigen.

5.3. Baumartenauswahl

Die im „Zachuner Land“ eingesetzten Baumarten wurden gezielt auf Grundlage der jeweiligen Standortverhältnisse ausgewählt. Dabei lag der Fokus auf einer hohen Klimaanpassungsfähigkeit, funktionaler Diversität, unterschiedlichen Wurzelarchitekturen und positiven Wirkungen auf Bodenstruktur und Biodiversität.

Zentrale Hauptbaumarten im Projektgebiet sind die Stieleiche (*Quercus robur*) und die Traubeneiche (*Quercus petraea*). Beide Arten sind tiefwurzeln, hitzetolerant und auf unterschiedlichen Bodentypen einsetzbar: Die Stieleiche bevorzugt eher feuchte bis wechselfeuchte Böden, während die Traubeneiche auf trockeneren, sandigeren Substraten besonders konkurrenzstark ist. Ihre hohe Lebensdauer, die ausgeprägte CO₂-Bindungskapazität und ihre Bedeutung für eine Vielzahl von Insektenarten machen sie zu tragenden Säulen der zukünftigen Mischwälder.

In fast allen Teilflächen ergänzt die Hainbuche (*Carpinus betulus*) das Artenspektrum. Diese Art ist schattentolerant, robust gegenüber variablen Wasserverhältnissen und besitzt ein dichtes Herzwurzelsystem. Ihre dichte Laubstreu trägt zur Humusbildung bei, sie stabilisiert den Boden und eignet sich gut für halbschattige Lagen unter größeren Bäumen.

Die Winterlinde (*Tilia cordata*), eine weitere Leitbaumart, ist in vielen Pflanzungen enthalten. Sie zeichnet sich durch eine hohe Trockenresistenz, starke Regeneration, wertvolle Nektarproduktion für Insekten und ihre Fähigkeit zur pH-Stabilisierung des Oberbodens durch schnell zersetzbare Laubstreu aus. Sie besitzt ein kräftiges Herzwurzelsystem und kann sich gut auf frischen bis feuchten Standorten etablieren.

Weitere wertvolle Mischbaumarten sind die Edelkastanie (*Castanea sativa*), die durch ihre Tiefwurzelung, Trockenresistenz und hohe Holzqualität punktet, sowie die Vogelkirsche (*Prunus avium*), die in lockeren Gruppen gepflanzt wird. Letztere ist

besonders wertvoll für bestäubende Insekten, fruchtfressende Vogelarten und trägt zur strukturellen Auflockerung bei. Ihre ausgeprägte Pfahlwurzel ermöglicht auch auf leichten Böden gute Standfestigkeit.

Die Robinie [*Robinia pseudoacacia*] wird auf sandigen, nährstoffarmen Flächen gezielt in geringen Anteilen eingesetzt. Sie besitzt ein weitreichendes, tiefreichendes Wurzelsystem, bindet atmosphärischen Stickstoff in Symbiose mit Bodenbakterien und ist außerordentlich trockenheitsresistent. Aufgrund ihrer Neophyt-Eigenschaften erfolgt der Einsatz standortkonkret und maßvoll.

Im mittleren und unteren Wuchshorizont werden weitere standortangepasste Arten integriert: Die Roteiche [*Quercus rubra*], die durch schnelle Jugendentwicklung und Toleranz gegenüber trockenen Standorten besticht; der Feldahorn [*Acer campestre*], robust und trockenheitsverträglich mit flach- bis herzwurzigem System; sowie der Bergahorn [*Acer pseudoplatanus*], der als sturmtoleranter, tiefwurzelnder Mischbaum CO₂ speichert und Schattenbereiche struktureich ergänzt.

Die Rotbuche [*Fagus sylvatica*] wird vorrangig auf feuchteren Standorten [NM2] eingesetzt. Sie fördert durch ihre dichte Laubstreu die Humusbildung, stabilisiert die Bodenfeuchte und schafft Mikrokimate im Unterstand. Unterstützt wird sie von der Schwarznuss [*Juglans nigra*], einem tiefwurzelnden Baum mit hoher Hitzetoleranz und wirtschaftlich wertvollem Holz.

Die Douglasie [*Pseudotsuga menziesii*] und die Küstentanne [*Abies grandis*] ergänzen die Laubmischung um standorttolerante, tiefwurzelnde Nadelbäume mit schnellem Jugendwachstum, guter Holzqualität und hoher Anpassungsfähigkeit. Sie werden insbesondere auf strukturarmen Altflächen und in Übergangsbereichen zu halboffenen Lagen eingesetzt.

Ergänzend kommen die Walnuss [*Juglans regia*], ein lichtliebender Tiefwurzler mit hoher Hitzetoleranz, sowie die Flatterulme [*Ulmus laevis*] auf feuchteren Standorten zum Einsatz. Beide fördern die vertikale Schichtung und ökologische Vielseitigkeit der Bestände.

Nicht aktiv gepflanzt, aber durch natürliche Sukzession eingebunden, werden die Pionierarten Sandbirke [*Betula pendula*] und Gemeine Kiefer [*Pinus sylvestris*]. Sie spielen eine wesentliche Rolle in der Startphase der Walderneuerung und tragen zur Bodenentwicklung sowie zur Etablierung nachfolgender klimastabiler Mischbaumarten bei.

5.4. Vorbereitung der Fläche

Die Vorbereitung der Pflanzflächen im Projektgebiet „Zachuner Land“ erfolgt in mehreren abgestimmten Schritten mit dem Ziel, standörtlich optimierte Bedingungen für die erfolgreiche Etablierung der klimaresilienten Baumartenmischung zu schaffen. Diese Maßnahmen berücksichtigen sowohl bodenökologische Erfordernisse als auch den Schutz der Pflanzung vor biotischen Stressoren.

Im Anschluss an die forstliche Nutzung verbleibt das anfallende Kronen- und Astmaterial vollständig auf der Fläche und wird in Form strukturierter Wälle abgelegt. Diese Biotopwälle übernehmen kurzfristig eine Funktion als Erosions- und Austrocknungsschutz, mittelfristig dienen sie als Substratquelle für Humusbildung sowie als Rückzugs- und Lebensraum für verschiedene Tierarten, darunter Kleinsäuger, Insekten, Amphibien und Reptilien. Das langsam zersetzende organische Material fördert das Bodenleben, stabilisiert die Nährstoffkreisläufe und leistet einen Beitrag zur mikroklimatischen Pufferung der Pflanzfläche.

Die anschließende mechanische Bodenbearbeitung erfolgt mit einem Waldpflug, der gezielt zur Auflockerung des Oberbodens und zur Reduktion der Konkurrenzvegetation eingesetzt wird. Dabei werden lineare Pflanzstreifen angelegt, welche den jungen Bäumen einen direkten Zugang zum mineralischen Bodenhorizont ermöglichen. Diese Streifen sind so konzipiert, dass sie sowohl die Infiltration von Niederschlagswasser fördern als auch eine kontrollierte Ableitung oberflächlicher Wasserflüsse zur Pflanze gewährleisten. Dies optimiert die Wasserversorgung in der empfindlichen Anwuchsphase und begünstigt eine gleichmäßige Etablierung der Wurzelsysteme.

Zum Schutz der Pflanzung vor Wildverbiss, insbesondere durch Reh- und Rotwild, wird die gesamte Aufforstungsfläche durch einen Wildschutzzaun dauerhaft eingefriedet. Die Zaunanlage wird in der Ausführung 180/24/15 errichtet, was einer Geflechthöhe von 180 cm, 24 Horizontaldrähten und einer Maschenbreite von 15 cm entspricht. Als Pfosten werden Metallpfosten mit Z-Profil und zur Stabilisierung an den Ecken der Zaunanlagen Eichenpfähle verwendet. Der Wildzaun sichert die Fläche vollständig und ersetzt den Einzelschutz der Pflanzen. Die Anlage erfolgt entlang der äußeren Begrenzung der Pflanzflächen. Zur Kontrolle und Pflege der Pflanzen sind genügend Eingänge, sogenannte Rolltore, vorgesehen

Der Rückbau des Zauns ist integraler Bestandteil der naturnahen Bewirtschaftungsstrategie. Er ist für einen Zeitraum von 8 bis 12 Jahren nach Pflanzung vorgesehen, sobald die Pflanzen die kritische Verbisshöhe von etwa 1,50 m überschritten haben und ihre Stabilität gegen mechanische Schäden erreicht haben. Der Rückbau erfolgt vollständig und materialschonend, mit dem Ziel, keinerlei

Fremdstoffe im Waldökosystem zu belassen. Das dabei entfernte Material (verzinkter Draht, Holz- oder Metallpfosten) wird gesammelt und gemäß den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft recycelt bzw. falls nicht wiederverwendbar fachgerecht entsorgt. Ökologisch betrachtet stellt der Zaun temporär eine künstliche Barriere dar, die lokale Wanderkorridore der Wildtiere unterbrechen kann. Durch die gezielte Platzierung entlang bestehender Strukturen, wie Waldränder und Unterbrechung der Zaunanlage an Rückegassen sowie die zeitlich begrenzte Nutzung wird dieser Effekt jedoch minimiert. Zudem wirkt sich der Schutz, da kein Wildverbiss stattfindet, positiv auf die natürliche Vegetationsentwicklung und Strukturvielfalt der Kulturen aus, wodurch sich nach dem Rückbau artenreiche und resiliente Bestände etablieren.

5.5. Pflanzmethoden und -techniken

Der Waldbau umfasst eine Gesamtfläche von 70.572 m² (entsprechend 7,06 ha) und folgt einem differenzierten, standortspezifisch ausgerichteten waldbaulichen Konzept. Im Zuge der Maßnahme werden auf den insgesamt fünf Teilflächen sowie der ergänzenden Streuobstwiese rund 23.000 Bäume gepflanzt. Die Pflanzung erfolgt in enger Anlehnung an die forstliche Standortkartierung Mecklenburg-Vorpommerns und basiert auf den vorherrschenden Bodentypen (A1, NM1, NM2, Z1, m), welche spezifische Anforderungen an Baumartenauswahl, Pflanztechnik und Pflege mit sich bringen.

Die Aufforstung erfolgt systematisch im Reihenverband mit einem Regelabstand von 2 m zwischen den Reihen und 1,0 m innerhalb der Reihe. Diese Konfiguration gewährleistet eine gleichmäßige Bestandesentwicklung, schafft Raum für Wurzel Ausbildung, Lichtverteilung und mechanisierte Pflegearbeiten. Das Pflanzgut besteht aus ein- bis zweijährigen wurzelnackten Jungpflanzen mit Herkunftsnachweis gemäß Forstvermehrungsgutgesetz. Ergänzend wird in Teilbereichen autochthones Saatgut ausgebracht.

Die Auswahl der Baumarten orientiert sich strikt an den spezifischen Standortverhältnissen. Auf den nährstoffarmen, trockenheitsanfälligen A1- und Z1-Flächen dominieren tiefwurzelnde, konkurrenzstarke und trockenresiliente Arten wie Stieleiche (*Quercus robur*), Traubeneiche (*Quercus petraea*), Roteiche (*Quercus rubra*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*), Esskastanie (*Castanea sativa*) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*). Flankiert werden sie durch hauptsächlich dienenden Baumarten wie Hainbuche (*Carpinus betulus*), Feldahorn (*Acer campestre*) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), die insbesondere zur Bestandesstabilisierung und Bodenverbesserung beitragen.

In den frischen bis feuchten NM1- und NM2-Bereichen mit mittlerer bis guter Nährstoffversorgung werden zusätzlich Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Winterlinde (*Tilia*

cordata], Schwarznuss [*Juglans nigra*], Walnuss [*Juglans regia*], Vogelkirsche [*Prunus avium*], Flatterulme [*Ulmus laevis*] sowie die standorttoleranten Nadelbaumarten Douglasie und Küstentanne [*Abies grandis*] integriert. Die Zusammensetzung der Pflanzung orientiert sich dabei am Prinzip der vertikalen Schichtung, um sowohl lichtbedürftige als auch schattentolerante Baumarten zu fördern.

Auf der moorigen Teilfläche a3 erfolgt keine aktive Pflanzung. Hier wird durch die gezielte Wiedervernässung und die selektive Entnahme von Schwarzerle [*Alnus glutinosa*] eine sukzessive Entwicklung eines naturnahen Moorwaldes eingeleitet. Ziel ist die Reaktivierung des Torfbildungsprozesses sowie die langfristige CO₂-Bindung im Boden.

Ein besonderes Element stellt die Streuobstwiese auf Teilfläche 8040 b1 mit einer Größe von 0,24 Hektar dar. Sie wird mit robusten Hochstamm-Obstbäumen bepflanzt, wobei gezielt traditionelle, regionaltypische Sorten aus den Gattungen Apfel [*Malus*], Birne [*Pyrus*], Pflaume [*Prunus*], Quitte [*Cydonia*] und Kirsche [*Prunus*] ausgewählt wurden (vgl. Abb. 6, S. 34). Ergänzend werden blühfreudige Sträucher wie Hasel [*Corylus avellana*], Weißdorn [*Crataegus* spp.], Schwarzdorn [*Prunus spinosa*] und Holunder [*Sambucus nigra*] eingebracht, begleitet von einer artenreichen Mischung autochthoner Blühpflanzen wie Wiesen-Flockenblume [*Centaurea jacea*], Wiesen-Margerite [*Leucanthemum vulgare*], Wiesensalbei [*Salvia pratensis*] und Hornklee [*Lotus corniculatus*]. Diese florale Vielfalt fördert Wildbienen, Schmetterlinge und andere Bestäuber und schafft zugleich wertvolle Habitate für bodenbrütende Vogelarten und Kleinsäuger.

Im Unterschied zu den forstlich genutzten Flächen wird die Streuobstwiese nicht mit einem Wildschutzzaun eingefriedet. Stattdessen erfolgt ein individueller Verbissschutz durch stabile Drahteinzelschutzvorrichtungen mit Stammschutzmanschette, um Reh- und Rotwild abzuwehren, ohne das Landschaftsbild oder Wanderkorridore zu beeinträchtigen. Die Fläche bleibt somit offen, durchlässig und landschaftsintegriert.

Die Pflege erfolgt extensiv durch ein- bis zweimalige Mahd jährlich im Mosaikprinzip. Dabei werden Teilbereiche bewusst stehen gelassen, um Altgrasbestände und Blühaspekte über die Vegetationsperiode zu sichern. Zusätzlich werden Saumstrukturen, Asthaufen und liegendes Totholz als ökologische Trittsteine integriert. Zur Unterstützung des Anwuchserfolgs erfolgt eine gezielte Bewässerung in Trockenphasen mittels mobiler Wassertanks.

Die Pflanzung auf allen Teilflächen erfolgt unter Anwendung bewährter forstlicher Pflanzverfahren, unter Verwendung von Pflanzbohrer, Wiedehopfhaue oder Pflanzspaten in Abhängigkeit von Standortbedingungen und Bodenart. Dabei wird auf

eine sachgerechte Anlage der Pflanzgruben, die Einhaltung der korrekten Pflanztiefe sowie die Vermeidung von Wurzeldeformationen oder mechanischen Beschädigungen geachtet, um ein optimales Anwachsen und eine zügige Etablierung der Jungpflanzen sicherzustellen.

Ein erster Kulturpflegegang ist im Folgejahr der Pflanzung vorgesehen (Jungwuchspflege, Verfahren JWP/L), bei dem konkurrenzstarke Begleitvegetation – insbesondere Brombeere (*Rubus* spp.), hochwüchsige Kräuter oder Grasarten – mechanisch entfernt wird. Die weitere Pflege erfolgt standort- und entwicklungsabhängig, mit dem Ziel, die Vitalität und Stabilität der Zielbaumarten langfristig zu fördern und Verdrängung durch konkurrierende Vegetation zu vermeiden.

5.6. Bestandsergänzung durch Pflanzung

Im Rahmen der detaillierten Pflanzplanung werden die Pflanzdichten je Teilfläche standortspezifisch festgelegt und angepasst. Dabei orientiert sich die Bepflanzung sowohl an waldbaulichen Zielen als auch an hydrologischen Standortbedingungen, wodurch sich unterschiedliche Pflanzdichten und absolute Pflanzzahlen ergeben.

Für die Teilfläche 8040 a1, die sich durch homogene Standortverhältnisse des Typs Z1 auszeichnet, ist eine Pflanzdichte von 3.500 Bäumen pro Hektar vorgesehen. Bei einer Flächengröße von 1,48 Hektar ergibt sich daraus eine geplante Gesamtzahl von 5.500 Jungpflanzen. Diese Dichte dient dem Ziel, eine geschlossene, strukturstabile Mischung aus Haupt- und Nebenbaumarten zu etablieren, die den bestehenden Altbestand ergänzt und langfristig ersetzt.

Standort	Baumart	Pflanzen/ha
Z1	Hainbuche [<i>Carpinus betulus</i>]	700
Z1	Winterlinde [<i>Tilia cordata</i>]	700
Z1	Edelkastanie [<i>Castanea sativa</i>]	700
Z1	Vogelkirsche [<i>Prunus avium</i>]	400
Z1	Traubeneiche [<i>Quercus petraea</i>]	400
Z1	Douglasie [<i>Pseudotsuga menziesii</i>]	300
Z1	Robinie [<i>Robinia pseudoacacia</i>]	300

Tab. 1: Pflanzplanung 2025, Abt. 8040 a1. Übersicht der vorgesehenen Baumarten nach Standorttyp mit jeweiliger Stückzahl pro Hektar.

Der Ausgangsbestand besteht aus einem ungleichaltrigen Mischbestand, der sich im Wesentlichen aus 107-jähriger Kiefer (*Pinus sylvestris*) und einem gleich hohen Anteil an 72-jähriger Stieleiche (*Quercus robur*) zusammensetzt. Geringere Anteile von Sandbirke (*Betula pendula*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) ergänzen den Bestand, jeweils mit einem Anteil von rund 7 %. Die Fläche ist deutlich aufgelichtet, mit einer Grundfläche von knapp 13 m²/ha, einem Bestockungsgrad von etwa 0,5 und einem derzeitigen Holzvorrat von rund 111 Vfm/ha. Diese Struktur lässt genügend Raum für eine unterbautaughliche Pflanzung und eine schrittweise Überführung in einen strukturreichen, klimastabilen Mischwald.

Die Pflanzplanung berücksichtigt die vorhandene Lichtverfügbarkeit sowie die strukturellen Defizite des Altbestandes und setzt auf eine Mischung standortgeeigneter, resilienter Baumarten. Auf dem Standorttyp Z1, der durch frische, nährstoffarme und wenig wasserhaltende Substrate geprägt ist, kommen Baumarten zum Einsatz, die eine hohe Anpassungsfähigkeit, eine gute Trockenresistenz sowie ökologische Wertigkeit mitbringen.

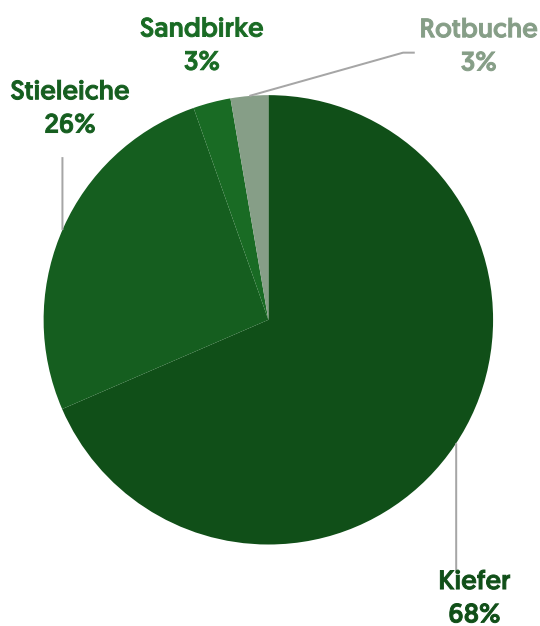


Abb. 1a: Baumartenverteilung 2025, Abt. 8040, UAbt. a1. Kreisdiagramm, vorhandene Baumartenstruktur.

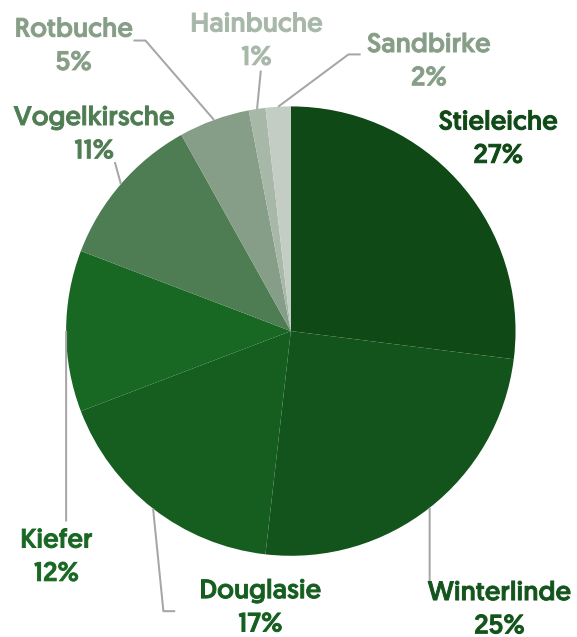


Abb. 1b: Baumartenverteilung 2065, Abt. 8040, UAbt. a1. Kreisdiagramm, geplante Baumartenstruktur.

Die Teilfläche 8040 a2 umfasst eine Fläche von 1,615 Hektar, auf der eine differenzierte waldbauliche Behandlung vorgesehen ist. Die Fläche wird vollständig aktiv aufgeforstet, wobei eine Pflanzdichte von 3.500 Bäumen pro Hektar angesetzt wurde. Daraus ergibt sich eine geplante Gesamtpflanzzahl von rund 5.500 Jungpflanzen. Die Pflanzung erfolgt truppweise und in lockerer Struktur, insbesondere in Bereichen mit vorhandenem lückigem Altbestand, um die natürliche Verjüngung gezielt zu ergänzen und konkurrenzstabile Bestandsstrukturen aufzubauen.

Standort	Baumart	Pflanzen/ha
Z1	Roteiche [Quercus rubra]	750
Z1	Hainbuche [Carpinus betulus]	750
Z1	Robinie [Robinia pseudoacacia]	600
Z1	Stieleiche [Quercus robur]	400
Z1	Douglasie [Pseudotsuga menziesii]	400
Z1	Winterlinde [Tilia cordata]	300
Z1	Vogelkirsche [Prunus avium]	300

Tab. 2: Pflanzplanung 2025, Abt. 8040 a2. Übersicht der vorgesehenen Baumarten nach Standorttyp mit jeweiliger Stückzahl pro Hektar.

Der Ausgangsbestand stellt sich als ungleichaltriger Mischbestand dar, dominiert von einem hohen Anteil [ca. 52 %] 72-jähriger Stieleiche (*Quercus robur*), beigemischt mit etwa 38 % 107-jähriger Gemeiner Kiefer (*Pinus sylvestris*) und weiteren 10 % 52-jähriger Sandbirke (*Betula pendula*). Die Bestandesstruktur ist stark aufgelichtet, mit einem Bestockungsgrad von knapp 0,6 und einer Grundfläche von rund 13 m²/ha. Der Vorrat des Hauptbestandes wurde auf 124 Vorratsfestmeter pro Hektar beziffert. Ergänzt wird der Bestand durch eine flächige Naturverjüngung aus etwa 10-jähriger Birke, die sich unter dem lockeren Kronenschluss etabliert hat und in die neue Bestandesentwicklung integriert wird.

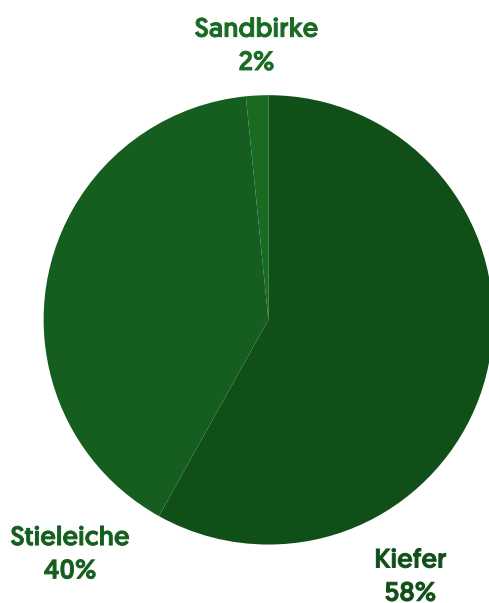


Abb. 2a: Baumartenverteilung 2025, Abt. 8040, UAbt. a2. Kreisdiagramm, vorhandene Baumartenstruktur.

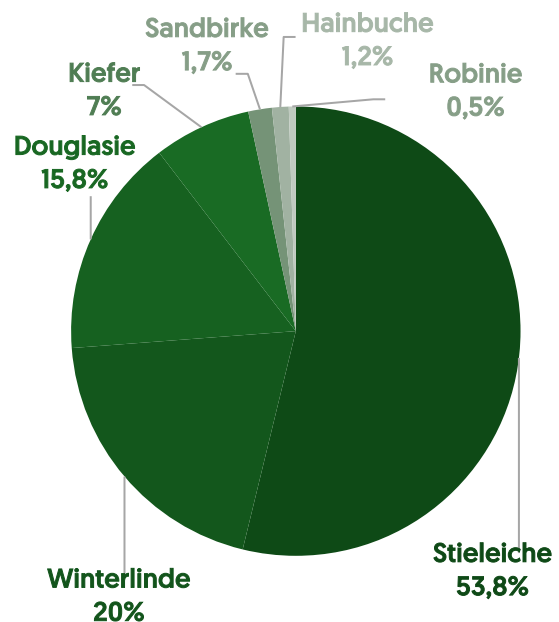


Abb. 2b: Baumartenverteilung 2065, Abt. 8040, UAbt. a2. Kreisdiagramm, geplante Baumartenstruktur.

Ein Teilbereich von 0,275 Hektar [neu a3] innerhalb der Fläche wurde im Zuge der Standorterkundung als hydromorpher, anmooriger Bereich identifiziert. Aufgrund der dauerhaft hohen Wasserstände, der organisch geprägten Substratstruktur und der geringen Tragfähigkeit wird dieser Abschnitt nicht aktiv bepflanzt. Stattdessen ist vorgesehen, dort eine natürliche Moorentwicklung zu ermöglichen. Maßnahmen zur Wiedervernässung – wie der Rückbau vorhandener Entwässerungseinrichtungen und die passive Renaturierung – sollen zur langfristigen Entwicklung moortypischer Vegetation beitragen. Damit übernimmt dieser Bereich eine wichtige Funktion für den

lokalen Wasserhaushalt und leistet zugleich einen wertvollen Beitrag zur Kohlenstoffbindung und Biodiversität.

Die Pflanzplanung für die Teilfläche 8040 b1 basiert auf einer differenzierten Analyse der Bestandes- und Standortverhältnisse sowie auf der waldbaulichen Zielsetzung, einen klimatoleranten, strukturreichen und multifunktionalen Mischwald zu begründen. Die Gesamtfläche dieser Teilfläche beträgt 1,976 Hektar, wobei 0,24 Hektar für die Anlage einer extensiv bewirtschafteten Streuobstwiese vorgesehen sind. Diese Fläche wird nicht aktiv forstlich bepflanzt, sondern mit hochstämmigen Obstgehölzen, regionaltypischen Blühpflanzen und Straucharten aufgewertet, um die Biodiversität zu fördern und das Landschaftsbild zu bereichern. Die verbleibenden 1,736 Hektar dienen der aktiven Waldbestockung und bilden den Kernbereich der Aufforstung.

Für die forstlich genutzte Fläche wurde eine Pflanzdichte von 4.000 Bäumen pro Hektar festgelegt. Diese Dichte gewährleistet eine ausreichende Ausgangszahl an Jungpflanzen zur Sicherstellung der Zielstruktur, ermöglicht gleichzeitig eine wirtschaftlich tragbare Pflege und lässt Raum für die natürliche Differenzierung der Bestandesentwicklung. Bei der gewählten Fläche ergibt sich daraus eine Gesamtzahl von rund 6.700 Jungpflanzen.

Standort	Baumart	Pflanzen/ha
A1	Hainbuche [<i>Carpinus betulus</i>]	600
A1	Feldahorn [<i>Acer campestre</i>]	600
A1	Esskastanie [<i>Castanea sativa</i>]	400
A1	Bergahorn [<i>Acer pseudoplatanus</i>]	200
NM2	Rotbuche [<i>Fagus sylvatica</i>]	600
NM2	Winterlinde [<i>Tilia cordata</i>]	600
NM2	Stieleiche [<i>Quercus robur</i>]	400
NM2	Schwarznuß [<i>Juglans nigra</i>]	400
NM2	Küstentanne [<i>Abies grandis</i>]	200

Tab. 3: Pflanzplanung 2025, Abt. 8040 b1. Übersicht der vorgesehenen Baumarten nach Standorttyp mit jeweiliger Stückzahl pro Hektar.

Diese Pflanzmaßnahme erfolgt vor dem Hintergrund eines sehr aufgelichteten, alternden Altbestandes, der sich durch einen geringen Vorrat von nur 71 Vfm/ha, eine niedrige Grundfläche von 8 m²/ha und einen Bestockungsgrad von 0,3 auszeichnet. Der aktuelle Bestand besteht überwiegend aus einem gleichaltrigen, lückigen

Mischbestand aus etwa 73-jähriger Birke (*Betula pendula*) und Gemeiner Kiefer (*Pinus sylvestris*). Zusätzlich stocken auf ca. 0,41 ha 16-jährige Kiefern sowie vereinzelte, rund 85-jährige Überhälter von Stieleiche (*Quercus robur*) und Sandbirke. Die zugrunde liegenden Bestandesdaten wurden im Rahmen der Forsteinrichtung durch den Land- und Forstbetrieb Scharlaug erhoben [Land- und Forstbetrieb Scharlaug, 2025].

Die lichten Verhältnisse, verbunden mit der schwachen Konkurrenz durch den Altbestand, schaffen günstige Bedingungen für die flächige Etablierung standortangepasster, trockenheitstoleranter Laub- und Nadelbaumarten. Die getroffene Artenauswahl orientiert sich dabei an den standörtlichen Gegebenheiten, insbesondere der Differenzierung zwischen A1- und NM2-Standorten. Auf nährstoffärmeren, sandigen Bereichen kommen robuste, konkurrenzstarke Mischbaumarten zum Einsatz, während auf mäßig nährstoffreichen, frisch-feuchten Substraten anspruchsvollere Arten mit hohem ökologischem und wirtschaftlichem Potenzial eingebracht werden. Die Kombination aus tiefwurzelnden, strukturfördernden und biodiversitätswirksamen Arten sichert eine stabile und klimaangepasste Bestandesentwicklung.

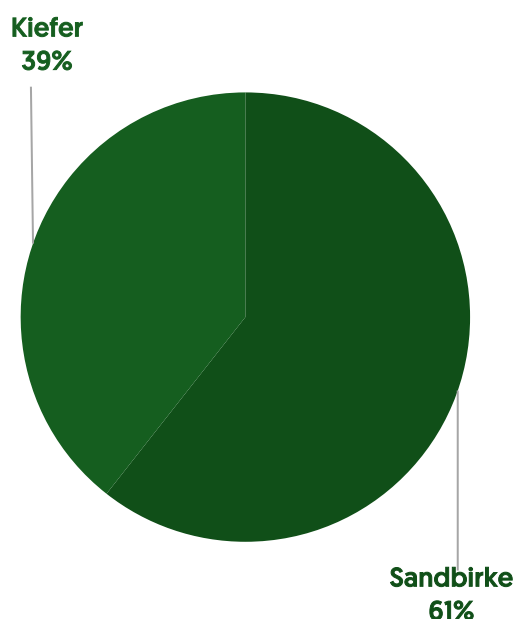


Abb. 3a: Baumartenverteilung 2025, Abt. 8040, UAbt. b1. Kreisdiagramm, vorhandene Baumartenstruktur.

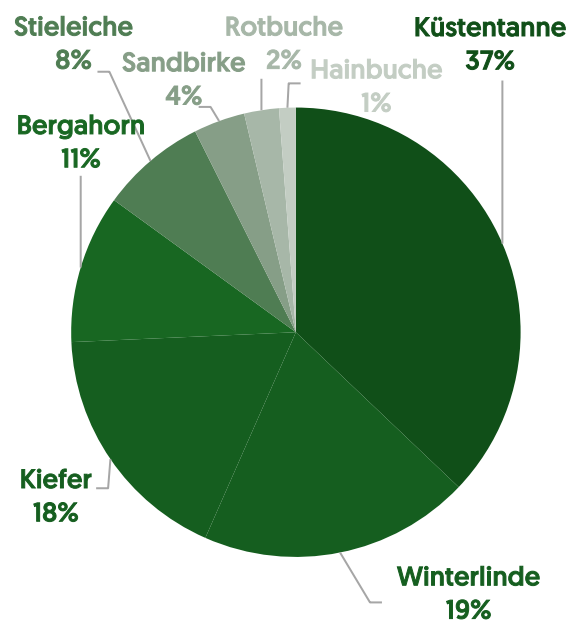


Abb. 3b: Baumartenverteilung 2065, Abt. 8040, UAbt. b1. Kreisdiagramm, geplante Baumartenstruktur.

In der benachbarten Teilfläche 8040 b2 mit einer Fläche von 2,11 Hektar ist eine Pflanzdichte von 2.600 Bäumen pro Hektar vorgesehen, sodass hier insgesamt 5.300 Jungpflanzen eingebracht werden. Aufgrund des kleinräumigen Wechsels von A1- und NM2-Standorten erfolgt die Pflanzung in trupp- und reihenweiser Anordnung mit differenzierter Baumartenwahl und gestufter Bestandesentwicklung, die sich an den ökologischen Standortpotenzialen orientiert.

Standort	Baumart	Pflanzen/ha
A1	Feldahorn [<i>Acer campestre</i>]	400
A1	Hainbuche [<i>Carpinus betulus</i>]	400
A1	Esskastanie [<i>Castanea sativa</i>]	200
A1	Walnussbaum [<i>Juglans regia</i>]	100
A1	Robinie [<i>Robinia pseudoacacia</i>]	100
NM2	Rotbuche [<i>Fagus sylvatica</i>]	400
NM2	Winterlinde [<i>Tilia cordata</i>]	400
NM2	Küstentanne [<i>Abies grandis</i>]	200
NM2	Stieleiche [<i>Quercus robur</i>]	200
NM2	Bergahorn [<i>Acer pseudoplatanus</i>]	200

Tab. 4: Pflanzplanung 2025, Abt. 8040 b2. Übersicht der vorgesehenen Baumarten nach Standorttyp mit jeweiliger Stückzahl pro Hektar.

Der Ausgangsbestand besteht aus einem 39-jährigen Reinbestand der Gemeinen Kiefer [*Pinus sylvestris*] mit einer Grundflächenhaltung von 24 m²/ha und einem Bestockungsgrad von 0,7. Der aktuelle Holzvorrat beträgt rund 195 Vorratsfestmeter pro Hektar, was auf einen mittelalten, gleichaltrigen Nadelholzbestand mit guter Vorratsentwicklung hindeutet. Auf einer Teilfläche befindet sich ein Bestand aus natürlicher Verjüngung mit Sandbirke [*Betula pendula*] und Stieleiche [*Quercus robur*], der das Entwicklungspotenzial strukturreicher, artenreicher Mischbestände begünstigt. Ergänzt wird die Bestandesstruktur durch vereinzelt stehende Überhälter, insbesondere 130-jährige Stieleichen, die als wertvolle Saatbäume und als vertikale Strukturträger in die neue Waldbestockung integriert werden.

Auf dieser Grundlage wurde eine Pflanzplanung entwickelt, die den vorhandenen Bestand gezielt ergänzt, ohne ihn zu überformen. Das Pflanzkonzept setzt auf eine Kombination aus trockenresistenten, bodentoleranten und konkurrenzstarken Mischbaumarten auf A1-Flächen sowie auf tiefwurzelnde, wuchsfreudige Hauptbaumarten auf den mäßig nährstoffreichen, frischen NM2-Standorten.

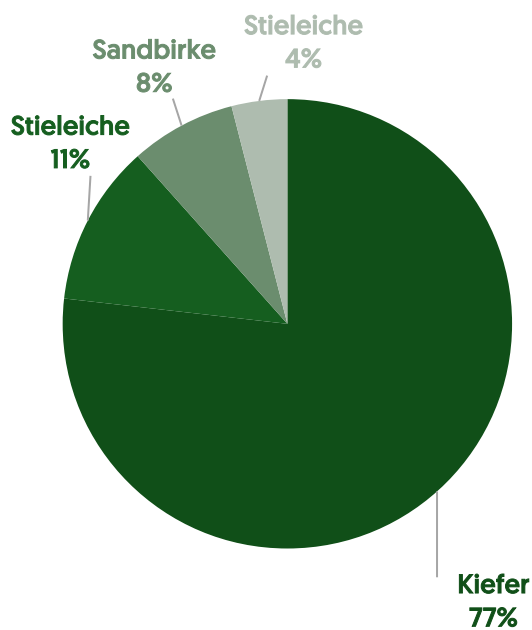


Abb. 4a: Baumartenverteilung 2025, Abt. 8040, UAbt. b2. Kreisdiagramm, vorhandene Baumartenstruktur.

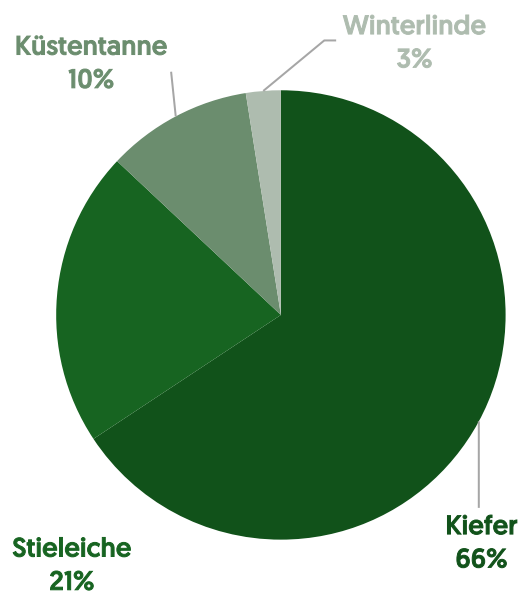


Abb. 4b: Baumartenverteilung 2065, Abt. 8040, UAbt. b2. Kreisdiagramm, geplante Baumartenstruktur.

Die im Rahmen der Pflanzplanung ermittelten Zielwerte belaufen sich auf rund 7.000 Bäume für die Teilfläche b1, 5.300 Bäume für b2, 5.500 Bäume für a1 sowie 5.500 Bäume für a2. Zusammengenommen ergibt sich daraus eine Gesamtzahl von ca. 23.300 Jungpflanzen, die über das gesamte Projektgebiet hinweg standortgerecht und differenziert eingebracht werden sollen. Diese Zahl stellt jedoch nicht den theoretischen Maximalwert dar, sondern berücksichtigt bereits einen pauschalen Abschlag, der in vergleichbaren Aufforstungsvorhaben regelmäßig für infrastrukturelle, technische und pflegebedingte Einschränkungen der Pflanzfläche angesetzt wird.

In typischen Aufforstungskonzepten reduziert sich die tatsächlich nutzbare Pflanzfläche durch die notwendige Einrichtung von Rückegassen, Pflegeschneisen, Randstreifen entlang von Wildschutzzäunen, Abstandszonen zu Wegen, Gräben sowie kleinflächige Ausschlüsse aufgrund ungeeigneter Topografie oder ökologischer Vorrangflächen. Nach den Handlungsempfehlungen des Thünen-Instituts [Spellmann et al., 2011] liegt der Flächenverlust durch solche technischen und funktionalen Ausschlüsse in der Regel bei 10–15 %. Für das Projekt „Zachuner Land“ wurde auf Basis dieser fachlichen Grundlagen ein entsprechender Abschlag bei der Planung bereits einkalkuliert.

Die nachfolgende Übersicht enthält die jeweilige Flurstücksgröße, die Baumarten, die vorgesehene Pflanzdichte pro Hektar sowie die daraus abgeleitete Anzahl der zu pflanzenden Bäume. Letztere wurde wirtschaftlich sinnvoll gerundet, da Pflanzgut üblicherweise in standardisierten Stückzahlen geliefert und verarbeitet wird. Die

Rundung dient der praxisgerechten Bestellung und Umsetzung durch das Pflanzunternehmen. Die forstlichen Zielwerte und Pflanzdichten bleiben dabei in ihrer Wirkung erhalten.

UAbt.	ha	Baumart	Pflanzen/ha	≈ Pflanzen ges.	≈ Anteil ges.
b1	1,736	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	200	300	3,04 %
b2	2,110	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	200	400	
a1	1,480	Douglasie (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	300	500	4,78 %
a2	1,615	Douglasie (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	400	600	
a1	1,480	Edelkastanie (<i>Castanea sativa</i>)	700	1.100	4,78 %
b1	1,736	Esskastanie (<i>Castanea sativa</i>)	400	700	4,78 %
b2	2,110	Esskastanie (<i>Castanea sativa</i>)	200	400	
b1	1,736	Feldahorn (<i>Acer campestre</i>)	600	1.000	7,94 %
b2	2,110	Feldahorn (<i>Acer campestre</i>)	400	825	
a1	1,480	Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	700	1.100	17,94 %
a2	1,615	Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	750	1.200	
b1	1,736	Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	600	1.000	
b2	2,110	Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	400	825	
b1	1,736	Küstentanne (<i>Abies grandis</i>)	200	300	3,04 %
b2	2,110	Küstentanne (<i>Abies grandis</i>)	200	400	
a1	1,480	Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	300	500	7,39 %
a2	1,615	Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	600	1.000	
b2	2,110	Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	100	200	

b1	1,736	Rotbuche (Fagus sylvatica)	600	1.000	7,94 %
b2	2,110	Rotbuche (Fagus sylvatica)	400	825	
a2	1,615	Roteiche (Quercus rubra)	750	1.200	5,22 %
b1	1,736	Schwarznuß (Juglans nigra)	400	700	3,04 %
a2	1,615	Stieleiche (Quercus robur)	400	600	7,39 %
b1	1,736	Stieleiche (Quercus robur)	400	700	
b2	2,110	Stieleiche (Quercus robur)	200	400	
a1	1,480	Traubeneiche (Quercus petraea)	400	650	2,83 %
a1	1,480	Vogelkirsche (Prunus avium)	400	650	4,78 %
a2	1,615	Vogelkirsche (Prunus avium)	300	450	
b2	2,110	Walnußbaum (Juglans regia)	100	200	0,87 %
a1	1,480	Winterlinde (Tilia cordata)	700	1.000	14,24 %
a2	1,615	Winterlinde (Tilia cordata)	300	450	
b1	1,736	Winterlinde (Tilia cordata)	600	1.000	
b2	2,110	Winterlinde (Tilia cordata)	400	825	
Gesamt				23.000	100 %

Tab. 5: Pflanzplanung 2025, Abt. 8040 (UAbt. a1, a2, b1, b2). Übersicht der Baumarten, Flächen, Pflanzdichten, Gesamtzahlen und prozentualen Anteile.

Im Rahmen der langfristigen waldbaulichen Entwicklung im Projektgebiet „Zachuner Land“ wird die natürliche Verjüngung als integraler Bestandteil der Bestandesbegründung berücksichtigt. In Anlehnung an die Prinzipien der naturgemäßen Waldwirtschaft (ANW, 2024) und die Empfehlungen des Thünen-Instituts für Waldökosysteme wird ein Anteil von etwa 30 % an der zukünftigen Bestockung durch Naturverjüngung angestrebt, ergänzt durch 70 % gezielte Pflanzung. Diese Kombination gilt als ökologisch robust, ökonomisch tragfähig und waldbaulich effizient (Spellmann et al., 2011).

Besonders in Teilflächen mit Altbeständen, Rändern und Rückegassen – wie in den Unterabteilungen a2, b2 sowie a3 – bestehen geeignete Voraussetzungen. Die Förderung erfolgt durch Lichtsteuerung, Pflegeeingriffe und Schutzmaßnahmen gegen Wildverbiss. Erwartet wird die Etablierung standortgerechter Arten wie Stieleiche (*Quercus robur*), Sandbirke (*Betula pendula*), Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*), sowie punktuell Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Esche (*Fraxinus excelsior*). Die Einbindung natürlicher Verjüngung trägt zur genetischen Vielfalt und zur Entwicklung stabiler, zukunftsfähiger Mischbestände bei.

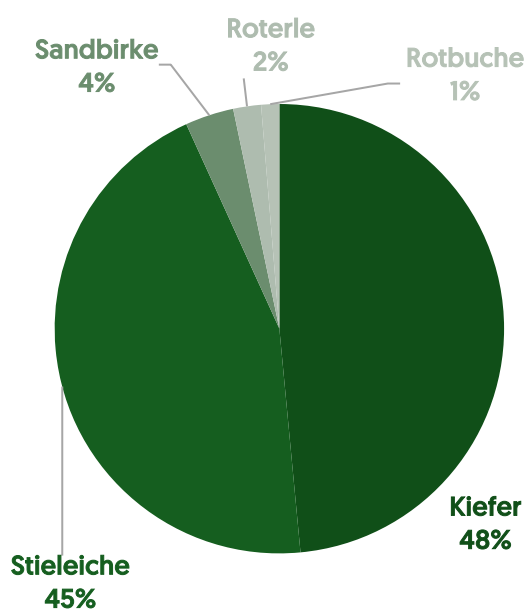


Abb. 5a: Baumartenverteilung 2025, Abt. 8040. Kreisdiagramm, vorhandene Baumartenstruktur.

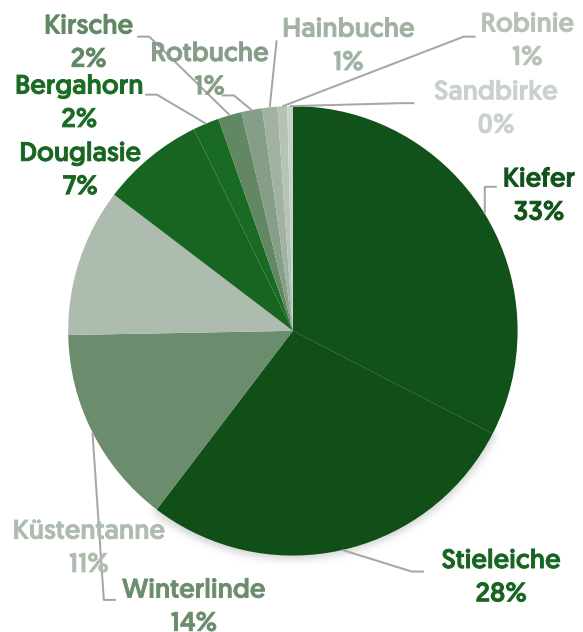


Abb. 5b: Baumartenverteilung 2065, Abt. 8040. Kreisdiagramm, geplante Baumartenstruktur.

Diese Zielsetzung zeigt klar den Wandel von einem überwiegend nadelholzgeprägten Bestand hin zu einem artenreichen, strukturstabilen Laubmischwald mit hoher ökologischer Diversität und Klimastabilität. Die zunehmende Dominanz tiefwurzelnder Laubbaumarten unterstützt dabei langfristig Bodenverbesserung, Kohlenstoffbindung und Resilienz gegenüber Trockenperioden.

5.7. Waldsaum

Waldsäume spielen eine zentrale Rolle in der nachhaltigen Forstwirtschaft und ökologischen Landschaftsplanung. Als Übergangsbereiche zwischen geschlossener Waldstruktur und angrenzendem Offenland erfüllen sie eine Vielzahl ökologischer Funktionen: Sie mildern Mikroklimaextreme, puffern Windlasten, reduzieren Erosionsgefahr und verhindern den Eintrag von Nähr- und Schadstoffen aus der offenen Agrarlandschaft. Darüber hinaus bieten sie strukturreiche, artenreiche Habitate für eine Vielzahl licht- und wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten, die im geschlossenen Waldbestand keinen Lebensraum finden.

Zahlreiche Studien belegen, dass ökologisch gestaltete Waldränder – insbesondere durch die gezielte Pflanzung trockenresistenter, standortheimischer Straucharten wie Hasel (*Corylus avellana*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Holunder (*Sambucus nigra*), Schlehe (*Prunus spinosa*) und Wildrosen (*Rosa* spp.) – die Biodiversität angrenzender Waldbestände signifikant fördern und deren Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Extremereignissen wie Trockenperioden und Stürmen erhöhen (Ammer, 2019). Zusätzlich leisten strukturreiche Waldränder durch ihre hohe Biomasse einen überproportionalen Beitrag zur Kohlenstoffbindung: Sie können bis zu 30 % mehr CO₂ speichern als homogen aufgebaute Waldbestände (Knoke, 2008).

Im Projektgebiet „Zachuner Land“ sind bislang keine naturnahen Waldsäume vorhanden. Aufgrund der langjährigen land- und forstwirtschaftlichen Nutzung wurden potenzielle Saumstrukturen durch flächige Bewirtschaftung, regelmäßige Mahd und Beweidung unterdrückt. Im Zuge des Waldumbaus wird daher die gezielte Neuanlage gestufter, ökologisch funktionsfähiger Waldränder angestrebt.

An den Außengrenzen der Aufforstungsflächen, insbesondere in Übergangsbereichen zum Offenland, erfolgt eine strukturierte Pflanzung von lichtliebenden Gehölzen wie Hasel (*Corylus avellana*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Holunder (*Sambucus nigra*), Schlehe (*Prunus spinosa*) und Wildrosen (*Rosa* spp.). Diese werden in gestaffelten Pflanzabständen eingebracht und durch krautige Blühstreifen ergänzt. Die Anlage von ungemähten Altgrasinseln sowie die gezielte Ausweisung von Sukzessionsflächen

erhöht die strukturelle Vielfalt zusätzlich und schafft wertvolle Habitate für bestäubende Insekten, Reptilien, Kleinsäuger und bodenbrütende Vogelarten.

Die Pflege erfolgt extensiv über ein mosaikartiges Mahdkonzept, das Trittsteinbiotope erhält und die Vegetationsstruktur langfristig stabilisiert. Mechanische Eingriffe, etwa durch maschinelle Räumung, werden gezielt vermieden. In Verbindung mit natürlicher Sukzession entsteht so ein ökologisch wertvoller, mehrschichtiger Übergangsbereich, der wesentliche Funktionen im Kontext von Biodiversität, Klimastabilisierung und Biotopvernetzung erfüllt.

6. Streuobstwiese

Die geplante Streuobstwiese auf der 0,24 Hektar großen Teilfläche innerhalb der Unterabteilung 8040 b1 wird nicht nur als strukturreiches Habitat von hoher ökologischer Bedeutung konzipiert, sondern zugleich als genetisch und kulturhistorisch wertvolles Element in die forstliche Gesamtstruktur integriert. Die Auswahl der Obstgehölze orientiert sich dabei gezielt an alten, regionaltypischen Hochstammsorten, die durch besondere Robustheit, Standorttoleranz und ökologischen Mehrwert gekennzeichnet sind. Ihre Integration in die forstliche Planung entspricht den Leitlinien agroforstlicher Konzepte, bei denen Baum- und Feldnutzung funktional miteinander kombiniert werden, um Biodiversität, Ertrag und Klimaresilienz synergetisch zu fördern [Reeg et al., 2020].

Unter den ausgewählten Apfelsorten (*Malus domestica*) befinden sich traditionsreiche und bewährte Sorten wie der „Schöne aus Boskoop“, „Goldparmäne“, „Roter Boskoop“, „Holsteiner Cox“ und „Gravensteiner“, die durch ihre Sortenstabilität, Lagerfähigkeit sowie ihr charakteristisches Aroma einen besonderen Beitrag zur Erhaltung genetischer Vielfalt leisten. Ergänzt wird das Apfelsortiment durch den „Horneburger Pfannkuchen“, eine regionale Sorte mit hoher Robustheit, sowie den krankheitsresistenten „Topaz“, der für den Anbau ohne Pflanzenschutzmittel besonders geeignet ist. Auch die regionale Lokalsorte „Seestermüher Zitronenapfel“ wird in die Pflanzung aufgenommen und dient als Beispiel für die gezielte Erhaltung seltener, an norddeutsche Klimabedingungen angepasster Genotypen.

Das Birnensortiment (*Pyrus communis*) umfasst bewährte und ertragreiche Sorten wie die „Gellerts Butterbirne“ und die weit verbreitete „Conference“, beide geeignet für den Streuobstanbau aufgrund ihrer hohen Ertragsstabilität, Widerstandskraft und Fruchtqualität. Der Bereich der Steinobstarten wird durch die spätreifende und aromatische „Schneiders späte Knorpelkirsche“ (*Prunus avium*) ergänzt, während mit der „Konstantinopler Apfelquitte“ (*Cydonia oblonga*) eine der ältesten europäischen

Quittensorten mit großer Resilienz gegen Krankheiten gewählt wurde. Die klassische „Hauszwetschke“ (*Prunus domestica*) vervollständigt das Sortiment als robuste, vielseitig einsetzbare Pflaumensorte mit langer Tradition in extensiven Streuobstsystemen.

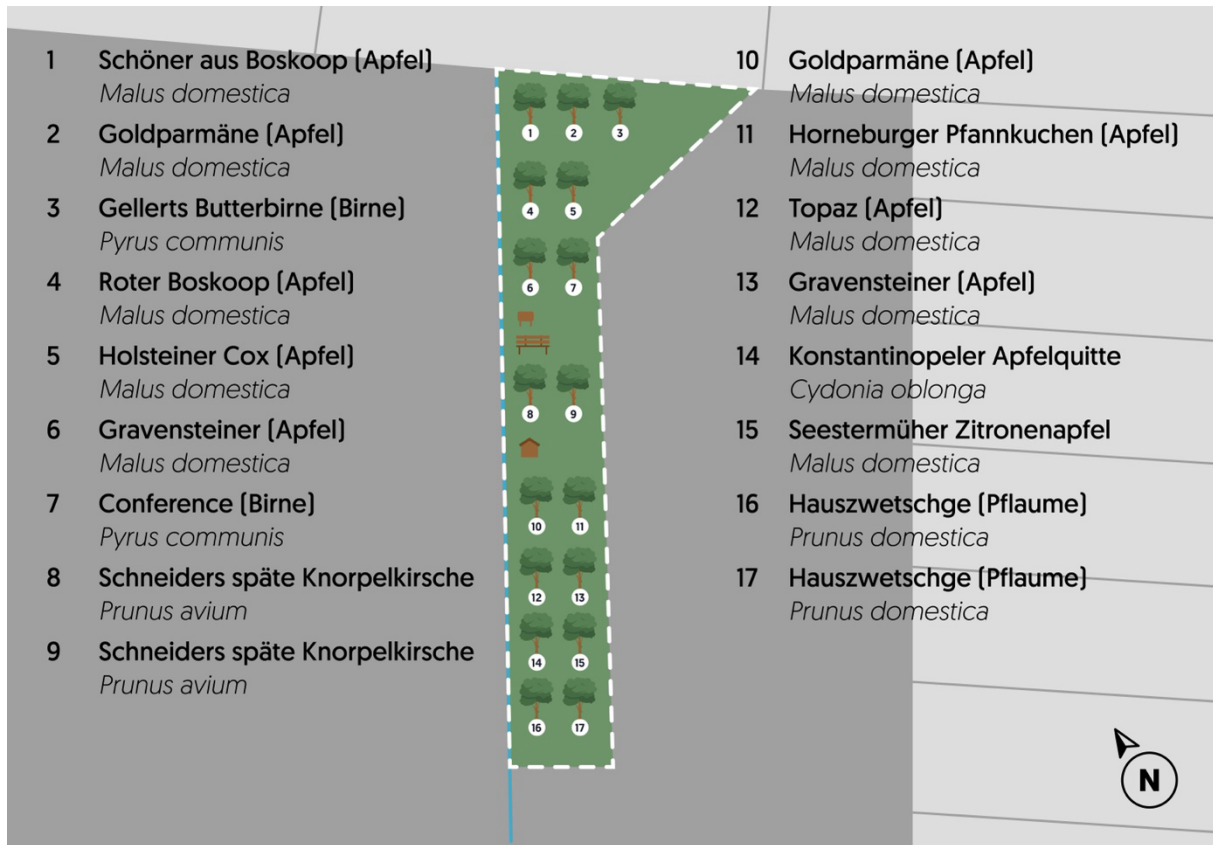


Abb. 6: Sortenkartierung 2025, Abt. 8040 b1. Lage und Artenzusammensetzung der geplanten Streuobstwiese mit 17 Hochstämmen regionaler Obstsorten auf 0,24 ha Fläche.

Diese Sortenwahl gewährleistet nicht nur eine hohe funktionale und genetische Vielfalt, sondern bildet zugleich die Grundlage für eine gestufte, dauerhafte und resilient strukturierte Streuobstwiese. Die Kombination großkroniger Hochstämmen mit extensiv gepflegtem, artenreichem Grünland und mehrjährigen Blühstreifen schafft einen stockwerkartig gegliederten Lebensraum von herausragendem ökologischem Wert, insbesondere für Insekten, Vögel und Kleinsäuger (Pliening et al., 2015; Wenz et al., 2020).

Die Bewirtschaftung erfolgt unter Verzicht auf mineralische Düngemittel und chemische Pflanzenschutzmittel. Ergänzend können – im Rahmen einer standort- und kulturangepassten Praxis – organische Substanzen mit positiver Wirkung auf Bodenstruktur, Humusbildung und mikrobielles Bodenleben gezielt eingebracht werden. Die Fläche wird somit bodenschonend und biodiversitätsfördernd gepflegt, wodurch ihre Funktion als langfristig stabiler Standort und kohlenstoffbindender Nutzungstyp zusätzlich gestärkt wird (Guericke, 2025).

Als Bestandteil der forstlichen Flächenplanung trägt die Streuobstwiese darüber hinaus maßgeblich zur Strukturausweitung, zur ökologischen Randzonengestaltung und zur funktionalen Biotopvernetzung bei und erfüllt damit zentrale Anforderungen an eine multifunktionale, naturnahe Waldentwicklung im Rahmen klimaresilienter Landnutzungssysteme.

7. Kaffeesatz im Waldumbau

Auf Initiative des Projektträgers Junge Die Bäckerei wurde eine vertiefte Untersuchung zur möglichen ökologisch sinnvollen Verwertung von Kaffeesatz angestoßen. Hintergrund ist das Bestreben des Unternehmens, anfallende organische Reststoffe – insbesondere große Mengen Kaffeesatz aus den Filialbetrieben – nicht ungenutzt zu entsorgen, sondern in hochwertige, nachhaltige Verwertungszyklen zu integrieren. In diesem Zusammenhang wurde geprüft, ob und inwiefern eine Einbringung des Materials im Rahmen der forstlichen Aufforstung oder Bodenpflege im Projektgebiet eine ökologische und rechtlich tragfähige Option darstellt.

Eine vertiefte Analyse des potenziellen Einsatzes von Kaffeesatz im Projektgebiet „Zachuner Land“ unter Berücksichtigung der spezifischen Bodentypen und chemischen Eigenschaften zeigt, dass dessen Verwendung für forstliche Zwecke insbesondere auf den Bodenstandorten A1, NM2, NM1 und Z1 nicht empfohlen werden kann.

Chemische Zusammensetzung und Eigenschaften von Kaffeesatz

Kaffeesatz enthält relevante Mengen an organisch gebundenem Stickstoff (~2 %), Phosphor (~0,4 %) und Kalium (~0,8 %) sowie geringe Spuren von Magnesium, Calcium und Koffein. Der pH-Wert liegt im sauren Bereich (pH 5,0–5,5) und kann somit eine zusätzliche Bodenversauerung bewirken, insbesondere wenn er großflächig oder regelmäßig ausgebracht wird. Zudem enthält Kaffeesatz phenolische Verbindungen und Gerbsäuren, die in höheren Konzentrationen wachstumshemmend auf empfindliche Keimlinge wirken können. Seine Wirkung als organisches Material ist primär strukturverbessernd: Er erhöht kurzfristig die Bodenporosität, lockert schwere Böden, fördert mikrobielle Aktivität und zieht Regenwürmer an. Seine Düngewirkung ist allerdings nur mäßig, da die enthaltenen Nährstoffe langsam freigesetzt und teilweise immobilisiert werden [Freibauer et al., 2009; Pflüger-Grone, 2007].

Bewertung nach Bodentypen im Projektgebiet

Auf den flächenbestimmenden A1-Standorten dominieren sandig bis sandig-lehmige Substrate mit geringer Basensättigung, schwach saurem pH-Wert (4,5–5,5) und einem langsamen Nährstoffumsatz [C/N: 25–30]. Der Zusatz eines weiteren organischen Substrats mit leicht saurer Wirkung wie Kaffeesatz kann die pH-Werte weiter absenken

und die Mobilisierung von toxischen Schwermetallen (z. B. Aluminium) begünstigen. Dies hätte möglicherweise nachteilige Effekte auf die Wurzelentwicklung empfindlicher Baumarten wie Esskastanie (*Castanea sativa*) oder Traubeneiche (*Quercus petraea*), die auf gut durchlüftete, basenreiche Böden angewiesen sind.

Auch die NM2-Standorte mit frischen, mäßig nährstoffreichen, lehmig-sandigen Böden und leicht saurem bis neutralem pH-Wert [5,8–6,8] würden durch Kaffeesatz ungünstig beeinflusst, da hier eine pH-Stabilität Voraussetzung für das Gedeihen von Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Winterlinde (*Tilia cordata*) oder Schwarznuss (*Juglans nigra*) ist. Eine zusätzliche Versauerung widerspricht den standorttypischen Anforderungen dieser Arten.

Z1-Standorte hingegen sind bereits von sehr niedriger Nährstoffverfügbarkeit [Stickstoff <10 mg/kg, Phosphor <3 mg/kg] und schwacher Pufferkapazität geprägt. Eine organische Substanz wie Kaffeesatz könnte hier lokal strukturell wirken, jedoch ist die Gefahr der Versauerung und Akkumulation von Gerbsäuren in diesen labilen Substraten besonders hoch, was zu einer weiteren Verarmung führen kann.

Im NM1-Typ herrschen mäßig frische, sandig-lehmige Böden mit vergleichsweise günstiger Nährstoffverfügbarkeit vor [N: 20–30 mg/kg, P: 6–12 mg/kg, K: 80–120 mg/kg]. Diese Standorte reagieren empfindlich auf unausgewogene Düngergaben, insbesondere auf hohe organische Kohlenstoffeinträge mit gleichzeitigem Stickstoffüberschuss, wie es bei Kaffeesatz der Fall sein kann. Eine Stickstoffdominanz kann das Bodenmikrobiom stören und die Mykorrhizafähigkeit schwächen – was diesem zentralen Ziel der waldbaulichen Entwicklung im Gebiet somit entgegensteht.

Drainagewirkung und Streuobstwiese

Die Drainageeigenschaften von Kaffeesatz werden im Gartenbau häufig genutzt, um schwere Böden durch verbesserte Porosität und Wasserführung aufzubrechen. In forstlichen Böden mit bereits guter Dränagewirkung – wie in A1 oder Z1 – ist dieser Effekt irrelevant. Auf NM2-Flächen mit ohnehin guter Wasserführung besteht hingegen die Gefahr, dass die zusätzliche Porosität eine zu schnelle Versickerung fördert und damit die für flachwurzelnende Arten kritische Wasserversorgung im Sommer noch mehr gefährdet.

Ein alternativer Betrachtungsansatz betrifft die Verwendung des Kaffeesatzes auf der Streuobstwiese (0,24 ha). Die dortigen Böden entsprechen dem NM2-Typ mit mittlerer Nährstoffverfügbarkeit. Hier wäre eine punktuelle, kompostartige Mischung im Wurzelbereich der Obstbäume denkbar – vorausgesetzt, die Kaffeesatzmengen sind

klein und gut mit reifem Kompost vermengt. In dieser Anwendung könnte er die Bodenstruktur lokal verbessern, insbesondere zur Förderung der mikrobiellen Aktivität rund um die flachwurzelnenden Obstsorten wie Apfel (*Malus domestica*), Birne (*Pyrus communis*) oder Quitte (*Cydonia oblonga*). Die flächige Ausbringung bleibt jedoch auch hier wegen der gesetzlichen Vorgaben (§1 LBodSchG M-V) und unklarer Langzeitwirkungen ausgeschlossen.

Angesichts der chemischen Zusammensetzung von Kaffeesatz – insbesondere seines sauren pH-Wertes, des hohen organischen Anteils und der Gerbstoffe – sowie der naturnahen Bodeneigenschaften im Projektgebiet ist eine Ausbringung im forstlichen Kontext des Projektes im Zachuner Land nicht sinnvoll. Die forstlichen Standorttypen sind sensibel gegenüber Änderungen der Bodenreaktion und benötigen keine externe Düngung, wie es auch im Gutachten von Guericke [2025] betont wird. Die geplanten waldbaulichen Maßnahmen setzen auf standortgerechte Baumartenwahl, Humusaufbau durch Laubstreu, Mykorrhizabildung und Totholzmanagement. Als Abfallstoff kann Kaffeesatz besser im urbanen Gartenbau, der Kompostwirtschaft oder als Biomasseenergiequelle im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft genutzt werden [Burschel et al., 1993; Freibauer et al., 2009; Pflüger-Grone, 2007].

8. Langfristige Pflege, Erhaltungsstrategien und Vorratspflege

Im vierten Quartal 2024 wurde mit den initialen waldbaulichen Maßnahmen im Projektgebiet „Zachuner Land“ begonnen. Im Rahmen einer vorbereitenden Pflege erfolgte eine selektive Holzentnahme mit einem Umfang von insgesamt 393 Festmetern, wobei vorrangig standortfremde, instabile oder entmischende Baumarten entnommen wurden. Dazu zählten insbesondere Bestände der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*), Sandbirke (*Betula pendula*), Stieleiche (*Quercus robur*) sowie invasive Vorkommen der Spätenblühenden Traubenkirsche (*Prunus serotina*). Ziel dieser Maßnahme war es, lichtökologische Voraussetzungen für die folgende Pflanzung zu schaffen und standortspezifische Entwicklungspotenziale freizusetzen.

Parallel hierzu begann in der Teilfläche 8040 b1 die Anlage einer extensiv gepflegten Streuobstwiese auf einer Fläche von 0,24 ha. In einem ersten Schritt wurden zehn Hochstamm-Obstbäume regionaltypischer und alter Sorten unter Einzelschutz gesetzt. Die Fläche wird sukzessive auf 17 Exemplare erweitert. Die Pflanzung wird begleitet von der Anlage strukturfördernder Elemente wie Blühstreifen, einem Insektenhotel sowie der Installation von 25 Nisthilfen unterschiedlicher Bauform (darunter Höhlen-, Halbhöhlen-, Spezial- und Fledermausnistkästen). Die ökologische Funktionalität dieser Biotopenelemente wird jährlich überprüft und gegebenenfalls angepasst.

Im Frühjahr 2025 begann die Erstaufforstung der Teilflächen 8040 b1 und b2. Bis Ende März wurden dort insgesamt 8.500 standortangepasste Jungpflanzen eingebracht. Die Bepflanzung wurde im Herbst desselben Jahres auf eine Gesamtzahl von etwa 12.000 Bäumen ergänzt. Die Artenwahl richtete sich nach der Differenzierung der Standorttypen A1 und NM2 und umfasste trockenresiliente, tiefwurzelnende Hauptbaumarten wie Stieleiche (*Quercus robur*), Traubeneiche (*Quercus petraea*) und Esskastanie (*Castanea sativa*), sowie dienende Mischbaumarten wie Hainbuche (*Carpinus betulus*), Winterlinde (*Tilia cordata*), Feldahorn (*Acer campestre*) und weitere strukturfördernde Straucharten. Die Pflanzflächen wurden vollständig durch Wildzäune (Typ 180/24/15) gesichert.

Zur Förderung der Umweltbildung und sozialen Akzeptanz wurden im Jahr 2025 vier Sitzbänke sowie sechs Informationstafeln installiert. Diese informieren Besucherinnen und Besucher über die waldbaulichen Ziele, ökologische Funktionen und biodiversitätsbezogenen Maßnahmen des Projektes.

Im Zeitraum 2026 bis 2030 erfolgt die sukzessive Aufforstung der Teilflächen 8040 a1 und a2. In a1 wird eine Pflanzung von rund 5.500 Jungpflanzen umgesetzt, auf einer Fläche von 1,48 ha mit einheitlicher Zäunung. In den Folgejahren werden auf a2 weitere rund 5.500 Jungpflanzen etabliert. In Teilfläche a3 (0,275 ha), einem hydromorph kartierten Standort mit hohem Grundwasserstand, unterbleibt die forstliche Nutzung vollständig. Stattdessen wurde dort ein Maßnahmenkomplex zur Wiedervernässung und Reaktivierung torfbildender Prozesse initiiert. Geplant sind die Entnahme mindestens 50% der Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*), die Öffnung organogener Substrate, die Unterbrechung bestehender Drainage sowie ein gezielter Wasseranstau.

Die Etablierungsphase von 2025 bis 2034 ist durch eine intensive Kulturpflege geprägt. Dazu gehören halbjährliche Anwuchskontrollen (Frühjahr und Spätsommer), Freistellung im Rahmen der Jungwuchspflege (JWP/L), Zaunkontrollen sowie Nachbesserungspflanzungen mit einer kalkulierten Ausfallrate von 10–20 %. Ergänzend werden Maßnahmen zur Strukturdiversifizierung implementiert, wie Totholzhaufen, Lesesteinriegel, Blühstreifen und gestufte Pflanzränder. Die Streuobstwiese wird extensiv gepflegt und in Trockenphasen punktuell bewässert. Die installierten Nisthilfen werden jährlich inspiziert, gesäubert und bei Bedarf umgesetzt oder ergänzt.

Ab dem Jahr 2033 beginnt der schrittweise Rückbau der Wildschutzzäune. Die Demontage erfolgt abschnittsweise, sobald die Zielbaumarten ihre Verbisshöhe von rund 2,5 Metern überschritten haben. Dabei wird auf eine vollständige und materialschonende Entfernung geachtet, um keine ökologischen Altlasten zu erzeugen.

Mit Beginn des Jahres 2035 geht das Projekt in die Entwicklungsphase über, die auf Jungbestandspflege und strukturelle Differenzierung fokussiert ist. Maßnahmen der Positivauslese, Kronenfreistellung und Lichtlenkung werden gezielt angewendet, um konkurrenzstarke Zielbaumarten zu fördern und Mischungsstabilität zu erzeugen. Gruppenerziehungen dienen dem Aufbau vertikal strukturierter Bestände. Z-Bäume werden durch Negativauslese stabilisiert. Habitatbäume sowie ökologisch wertvolle Biotopstrukturen werden dauerhaft integriert und erhalten.

Parallel zur Pflege des Unter- und Zwischenstandes erfolgen gezielte Holzentnahmen zur Vorratspflege. In Teilfläche 8040 a1 werden bis 2065 insgesamt 139 Vfm Kiefer und 56 Vfm Eiche entnommen. In 8040 a2 beläuft sich die Entnahme auf 150 Vfm Kiefer und 120 Vfm Eiche. Die Teilfläche b1 weist eine Holzentnahme von 56 Vfm Kiefer und 68 Vfm Sandbirke auf, während in b2 mit 334 Vfm Kiefer die intensivste Pflegeintensität vorliegt. Die Maßnahmen erfolgen in abgestuften Intervallen zwischen 2030 und 2065 und folgen jeweils einer Kombination aus Zieldurchforstung und Pflegeeingriff.

Bis zum Projektabschluss im Winterhalbjahr 2044/45 sollen alle Teilflächen vollständig aufgeforstet, pflegegerecht etabliert und strukturell differenziert in ein stabilitätsfähiges Entwicklungsstadium überführt worden sein. Die Streuobstwiese wird bis dahin vollständig entwickelt, die hydrologische Sanierung des Moorstandortes abgeschlossen und die Saumstrukturen konsolidiert sein. Mit dem Abschluss der aktiven Pflege geht das Areal in ein reguläres Dauerwaldmanagement über, das die aufgebauten ökologischen und strukturellen Qualitäten langfristig sichert.

9. Persönliches Fazit

Das Projekt im „Zachuner Land“ stellt ein beispielhaftes Modell für eine zeitgemäße, wissenschaftlich fundierte und gesellschaftlich verantwortungsvolle Form des Waldumbaus dar. Es greift die drängenden Herausforderungen unserer Zeit – den Klimawandel, den Verlust biologischer Vielfalt und die Degradation von Ökosystemen – in praktischer und lokal verankerter Weise auf. Dabei wird die Wiederbewaldung nicht isoliert als Pflanzmaßnahme verstanden, sondern als integrativer Ansatz, der forstliche, ökologische, bildungsbezogene und gesellschaftliche Aspekte miteinander verknüpft.

Die geplante Etablierung von rund 23.000 standortangepassten Jungpflanzen, ergänzt durch einen Anteil von etwa 30 % natürlicher Verjüngung, bildet die waldbauliche Grundlage für einen artenreichen, klimaresilienten und mehrschichtigen Mischwald. Differenzierte Pflanzdichten, die Berücksichtigung hydromorpher Sonderstandorte, die gezielte Förderung von Habitatstrukturen sowie die Einbindung der Sukzession in Randbereichen tragen dazu bei, ein funktional stabiles und ökologisch leistungsfähiges

Waldsystem zu entwickeln. Neben der aktiven Bepflanzung stehen auch langfristige Pflegekonzepte, Lichtlenkung, Wildschutz und die Förderung der Naturverjüngung im Mittelpunkt.

Von besonderer Bedeutung ist der zusätzliche ökologische und gesellschaftliche Mehrwert des Projekts: Durch die Installation von Nisthilfen für Vögel, Fledermäuse und Insekten, die Errichtung eines Insektenhotels, die Schaffung von Erholungsinfrastruktur in Form von Sitzbänken sowie die Einrichtung großformatiger Informationstafeln zur Umweltbildung wird das Projekt auch zu einem Ort der Begegnung, der Naturvermittlung und der kulturellen Verankerung des Nachhaltigkeitsgedankens. Geplante Veranstaltungen mit Kindern und Schulklassen fördern Umweltbewusstsein frühzeitig und praxisnah.

Das Engagement von Unternehmen, in regionalen Natur- und Klimaschutz zu investieren, unterstreicht die Notwendigkeit, gesamtgesellschaftliche Verantwortung über öffentliche Förderung hinaus wahrzunehmen. Die Beteiligung privater Träger trägt wesentlich dazu bei, ambitionierte, ökologisch fundierte Projekte langfristig tragfähig umzusetzen.

Die Zielsetzung des Projekts ist eng an den Ursprungsbegriff der Nachhaltigkeit angelehnt, wie ihn Hans Carl von Carlowitz bereits 1713 formulierte: „nicht mehr Holz zu schlagen, als nachwachsen kann“. Diese historische Leitlinie wird heute um eine zukunftsgerichtete Komponente erweitert: Es geht darum, Lebensräume zu schaffen, die kommenden Generationen mehr bieten als eine bloße Ressourcensicherung – es geht um Resilienz, Diversität und gesellschaftliche Mitverantwortung.

Der indische Philosoph Rabindranath Tagore brachte diesen Gedanken prägnant auf den Punkt: „Wer heute Bäume pflanzt, obwohl er weiß, dass er nie in ihrem Schatten sitzen wird, hat zumindest angefangen, den Sinn des Lebens zu begreifen.“ In diesem Sinne setzt das Projekt „Zachuner Land“ ein sichtbares Zeichen für Klimaschutz, Biodiversität, Umweltbildung und eine nachhaltige Zukunft, die bereits heute aktiv gestaltet wird.

10. Literaturverzeichnis

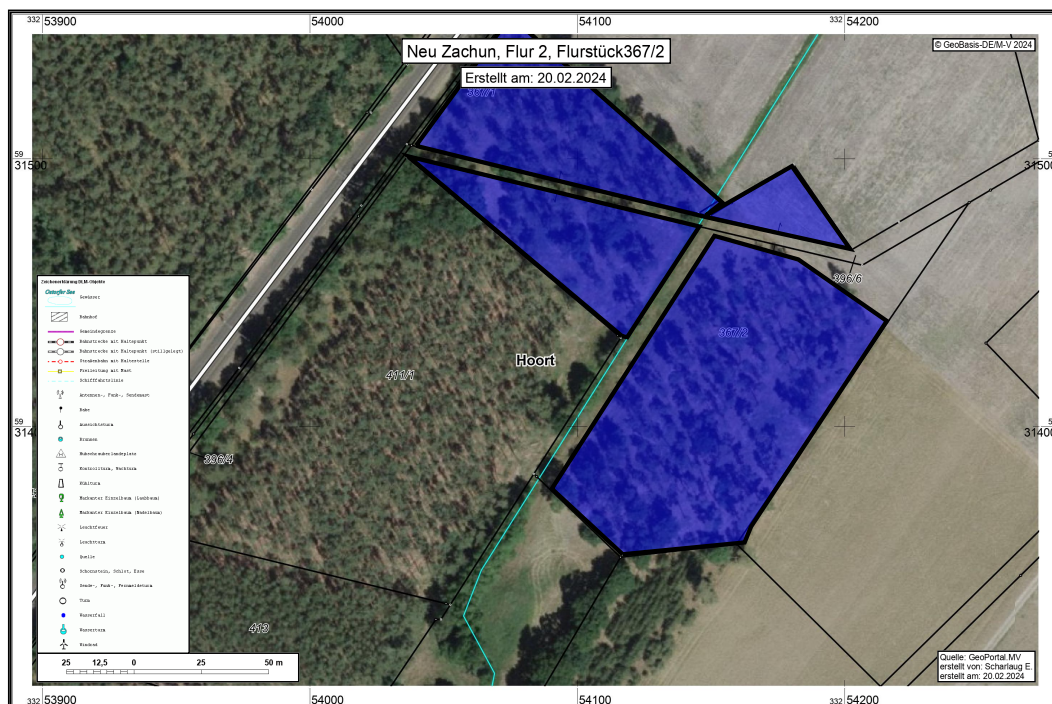
- Ammer, C. et al., 2019: Stabilität und Anpassungsfähigkeit von Mischwäldern im Klimawandel: Erkenntnisse und Herausforderungen. Zeitschrift für Ökologische Waldforschung, 92[4], S. 211–228.
- Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft (ANW), 2024: Ökologische Grundsätze naturgemäßer Waldwirtschaft. URL: https://www.anw-deutschland.de/eip/eip_media.php?f=_Grundsätze+ANW.pdf&m=1323&i=0&fl=45918330&d=f9f [Zugriff: 10. Februar 2025].
- Bartsch, N.; Röhrig, E.; von Lüpke, B., 2020: Waldbau auf ökologischer Grundlage. 8. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Böhm, K. und Seiler, W., 2021: Stickstoffbindung durch Robinien und Esskastanien: Ökologische Vorteile für Waldstandorte. Waldökologie und Klimaforschung, 35[2], S. 78–89.
- Bundeswaldgesetz, 1975: Bundeswaldgesetz vom 2. März 1975 (BGBl. I S. 561), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 29. März 2019.
- Burschel, P.; Kürsten, E.; Larson, B. C., 1993: Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt. Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Heft 126, München.
- Dengler, A., 1944: Waldbau auf ökologischer Grundlage: Ein Lehr- und Handbuch. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin.
- Fischer, T. und Krüger, L., 2020: Mischwälder der Zukunft: Eigenschaften und Vorteile heimischer Laubbaumarten. Forstwissenschaftliche Studien, 28[4], S. 200–215.
- Freibauer, A.; Drösler, M.; Gensior, A.; Schulze, D., 2009: Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. Natur und Landschaft, 84[1], S. 6–12.
- Guericke, M., 2025: C-Bilanzierung Abt. 8040, Forstamt Jasnitz, Revier Kirch Jesar. [Internes Dokument, als Anlage 3 beigelegt].

- Knoke, T. et al., 2008: Ökonomische Bewertung von Mischwäldern: Ein Beitrag zur nachhaltigen Forstwirtschaft. *Journal für Waldökonomie*, 23(2), S. 85–101.
- Land- und Forstbetrieb Scharlaug, 2013: Forsteinrichtung Land- und Forstbetrieb Scharlaug. [Internes Dokument, als Anlage 2 beigelegt].
- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, 1999: Forstliche Standorterkundung Mecklenburg-Vorpommern. [Landesdokumentation].
- Landeswaldgesetz Mecklenburg-Vorpommern, 1992: Landeswaldgesetz Mecklenburg-Vorpommern vom 4. Juni 1992 [GVBl. M-V S. 188], zuletzt geändert durch Artikel 11 des Gesetzes vom 6. Juli 2016.
- Landeswaldgesetz M-V, § 12 [2010]; Landesbodenschutzgesetz M-V, § 1 [2010].
- Müller, F. und Schmidt, R., 2022: Einfluss der Kronensteuerung auf die Waldverjüngung: Eine forstwissenschaftliche Analyse. *Zeitschrift für Forstwirtschaft*, 79(3), S. 145–157.
- Pflüger-Grone, H., 2007: Energieträger Holz – Ein umweltverträglicher und ökologischer Brennstoff. Broschüre des Kompetenzzentrums HessenRohstoffe (HeRo) e.V., Witzenhausen.
- Plieninger, T.; Höchtl, F.; Spek, T., 2015: Traditional land-use and nature conservation in European rural landscapes. *Ecology and Society*, 11(2), Art. 39.
- Reeg, T.; Schmidt, A.; Schneider, S., 2020: Agroforstsysteme in Deutschland – Stand, Potenziale und Hemmnisse. Thünen Working Paper 153, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.
- Spellmann, H.; Nagel, J.; Nagel, R.; Suttmöller, J.; Küppers, M.; Knoke, T.; Schröder, J., 2011: Waldumbau – Handlungsstrategien für strukturreiche, stabile und multifunktionale Wälder. *vTI Agriculture and Forestry Research, Sonderheft 361*, Johann Heinrich von Thünen-Institut [vTI], Braunschweig.
- Wenz, E.; Schaefer, M.; Loos, J., 2020: Streuobstwiesen als Hotspots der Biodiversität: Eine systematische Übersicht. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 173, BfN-Schriftenreihe.

11. Anhänge

- Anlage 1: GAIA-MVprofessional, Liegenschaftskarte, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Flur 2, Flurstücke 353, 356, 358, 360, 366/1, 367/2, 411/1, 414.
- Anlage 2: Land- und Forstbetrieb Scharlaug, Forsteinrichtung, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Abteilung 8040, Unterabteilungen a1, a2/a3, b1, b2. Erhoben am 10.02.2025.
- Anlage 3: Guericke, M., 2025: C-Bilanzierung für die Abteilung 8040, Forstamt Jasnitz, Revier Kirch Jesar.

Anlage 1: GAIA-MVprofessional, Liegenschaftskarte, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Flur 2, Flurstücke 353, 356, 358, 360, 366/1, 367/2, 411/1, 414.



Anlage 1: GAIA-MVprofessional, Liegenschaftskarte, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Flur 2, Flurstücke 353, 356, 358, 360, 366/1, 367/2, 411/1, 414.



**Anlage 1: GAIA-MVprofessional, Liegenschaftskarte, 2025: Deutschland,
Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort,
Gemarkung Neu Zachun, Flur 2, Flurstücke 353, 356, 358, 360, 366/1, 367/2, 411/1, 414.**



Anlage 2: Land- und Forstbetrieb Scharlaug, Forsteinrichtung, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Abteilung 8040, Unterabteilungen a1, a2/a3, b1, b2. Erhoben am 10.02.2025.

Aufnahmebeleg FE Forstbetrieb Scharlaug Gem. Neu Zachun															Stichtag: 10.02.2025		Aufnahmedatum: 10.02.2025													
Abteilung:		8040		UAbt.: a1		Teilfläche:		Standort:		21		Flächengröße: 1,48		ha																
Waldzustand auf Holzboden auf Ebene der Befundeinheit																														
	Bstd. 1						Bstd. 1				Bstd. 1				Bstd. 1															
	Bstd. 2						Bstd. 2				Bstd. 2				Bstd. 2															
	Bstd. 3						Bstd. 3				Bstd. 3				Bstd. 3															
	Bstd. 1						Bstd. 1				Bstd. 1				Bstd. 1															
	Bstd. 2						Bstd. 2				Bstd. 2				Bstd. 2															
	Bstd. 3						Bstd. 3				Bstd. 3				Bstd. 3															
Merkmale der Baumarten																														
Zeile	Bstd.	Schicht	Baumart	Alter	Misch Anteil % innerhalb der Schicht	Anteil der Schicht am Bestand %	BHD	Höhe	G	V°	Vorrat/ha	WK	Planungen:																	
1	1	1	GKi	107									Bstd. 1																	
2	1	1	Bi	52									Bstd. 1																	
3	1	1	SEI	72									Bstd. 2																	
4	1	1	Bu	72									Bstd. 2																	
5													Bstd. 3																	
6													Bstd. 3																	
7													Bstd. 3																	
Meßergebnisse																														
Be- sid.	Baum art	Meßpunkte für Grundflächen (G) in qm										BHD Messung					Höhenmessungen (h)					Vorrat								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Ki	12	6	7	2	6	5	17				8	28	56	46	29	47	52				43	20	21	22	18				20
1	Bi	-	-	-	-	2	1	-				04	39	25	21							26	18	5						18
1	SEI	1	2	2	10	6	4	1				14	23	25	20	18	17				21	15	13							14
1	Bu	-	-	1	1	1	-	-				04	43	32								38	15							15

Anlage 2: Land- und Forstbetrieb Scharlaug, Forsteinrichtung, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Abteilung 8040, Unterabteilungen a1, a2/a3, b1, b2. Erhoben am 10.02.2025.

Aufnahmebeleg FE Forstbetrieb Scharlaug Gem. Neu Zachun															Stichtag: 10.02.2025		Aufnahmedatum: 10.02.2025							
Abteilung: 8040		UAbt.: 02/43		Teilfläche: 02/43		Standort: 21/14		Flächengröße: 189 ha																
Waldzustand auf Holzboden auf Ebene der Befundeinheit															davon a2 0,275 ha Eiche 605 ha									
Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3										
Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3										
Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3	Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3										
Merkmale der Baumarten															Planungen:									
Zeile	Bstd.	Schicht	Baumart	Alter	Misch Anteil % innerhalb der Schicht	Anteil der Schicht am Bestand % ha	BHD	Höhe	G	V°	Vorrat/ha	WK			Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
1	1	1	6 K1	107											Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
2	1	1	SE1	72											Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
3	1	2	B1	102	100					0,1					Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
4															Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
5	1	1	B1	52											Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
6	02	1	RE12	35	100					1,0					Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
7															Bstd. 1	Bstd. 2	Bstd. 3							
Messergebnisse															Höhenmessungen (h)									
Be- sid.	Baum art	Messpunkte für Grundflächen (G) in qm										Vorrat												
1	12	14	5	8	1								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	SE1	5	3	7	10								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	B1	-	1	1	-								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
03	RE1												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

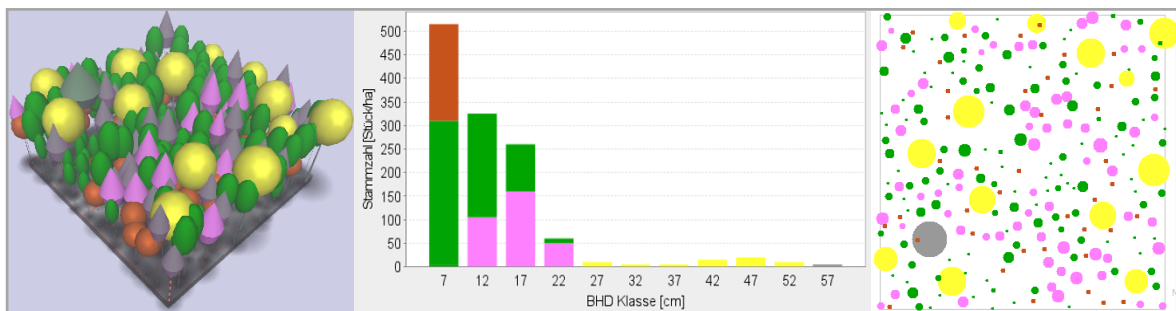
Anlage 2: Land- und Forstbetrieb Scharlaug, Forsteinrichtung, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Abteilung 8040, Unterabteilungen a1, a2/a3, b1, b2. Erhoben am 10.02.2025.

Aufnahmebeleg FE Forstbetrieb Rastow, Gemarkung Neu Zachun										Stichtag: 01.01.2025		Aufnahmedatum: 11.02.2025																							
Abteilung:		80		40		UAbt.: 61		Standort:		N/H 2		Flächengröße: 1.566 ha																							
Teilfläche: 0,44 ha																																			
Waldzustand auf Holzboden auf Ebene der Befundseinheit																																			
		Bstd. 1				Bstd. 1		m		Bstd. 1		+ 4																							
		Bstd. 2				Bstd. 2		m		Bstd. 2		m																							
		Bstd. 3				Bstd. 3		m		Bstd. 3		m																							
		Bstd. 1				Bstd. 1		Bstd. 1		Bstd. 1		Schadensart																							
		Bstd. 2				Bstd. 2		Bstd. 2		Bstd. 2		Schaden %																							
		Bstd. 3				Bstd. 3		Bstd. 3		Bstd. 3		Bstd. 3																							
Planungen:																																			
		Bstd. 1				Bstd. 1		Bstd. 1		Bstd. 1		Bstd. 1																							
		Bstd. 2				Bstd. 2		Bstd. 2		Bstd. 2		Bstd. 2																							
		Bstd. 3				Bstd. 3		Bstd. 3		Bstd. 3		Bstd. 3																							
Merkmale der Baumarten																																			
Zeile	Bstd.	Schicht	Baumart	Alter	Misch Anteil % innerhalb der Schicht	BHD	Höhe	G	V°	Vorrat/ha	WK																								
1	1		Bi	73																															
2	1		GKi	73																															
3	2		GKi	16																															
4	2		SEI	85																															
5	2		GKi	85																															
6	2		GKi	85																															
7																																			
Meßergebnisse																																			
Be-std.	Baum art	Meßpunkte für Grundflächen (G) in qm										BHD Messung										Höhenmessungen (h)										Vorrat			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Bi	6	8	6	5	1						5	24	32	29	22	27	28					27	20	18	22	19							20	
1	GKi	-	-	1	5	9						3	28	38	36	32	33	32					33	18	20	21	22						20,5		
2	GKi	8°	1,0									1,0	12	8	10	11							10	6	7,5	5	6,5						6		
2	SEI	8°	0,6									0,6	44	29	38	43	55	34					40	15	13	16						15			
2	Ki	-										-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1	SEI	1	2	-	-	-						1,2	33	34	28	28	31	-					31	18	14	8	11	16					13,5		

Anlage 2: Land- und Forstbetrieb Scharlaug, Forsteinrichtung, 2025: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Ludwigslust-Parchim, Gemeinde Hoort, Gemarkung Neu Zachun, Abteilung 8040, Unterabteilungen a1, a2/a3, b1, b2. Erhoben am 10.02.2025.

Aufnahmebeleg FE Forstbetrieb Scharlaug Gem. Neu Zachun										Stichtag: 10.02.2025		Aufnahmedatum: 10.02.2025																							
Abteilung:		8040		UAbt.: 62		Teilfläche:		Standort:		Flächengröße: 11,51 ha		ha																							
Waldzustand auf Holzboden auf Ebene der Befundinheit																																			
Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Schadensart																							
Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Schaden %																							
Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 1																							
Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 2																							
Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 1		Bstd. 2		Bstd. 3		Bstd. 3																							
Merkmale der Baumarten																																			
Zeile	Bstd.	Schicht	Baumart	Alter	Misch Anteil % innerhalb der Schicht	Anteil der Schicht am Bestand % ha	BHD	Höhe	G	V°	Vorrat/ha	WK	Planungen:																						
1	1	1	GKi	39																															
2	2		GKi	39																															
3	2		SEI	92																															
4	3		SEI	130																															
5	3		SEI	130																															
6																																			
7																																			
Messergebnisse																																			
Be- std.	Baum art	Messpunkte für Grundflächen (G) in qm										BHD Messung										Höhermessungen (h)										Vorrat			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ø			
1	GKi	25	23	21	26	24						24	26	14	18	19	25	18	17	17	18	19	19	18	16	18	21							18,75	
2	SEI	5	2	3	1							3	11	13	17	10	30						16	12	15								13,5		
2	SEI	5	2	3	10							5	21	14	17	19	29						26	11	10	13							11,3		
2	Ki	4	6	5	8							6	39	20	31	13						23	15	9								12			
3	SEI												85	99	64						83	15	19,5								19				

C-Bilanzierung für die Abteilung 8040, Forstamt Jasnitz, Revier Kirch Jesar



1. Ausgangssituation

- 1.1 Eingangsdaten F2025
- 1.2 Kohlenstoff aufstockender Waldbestand
- 1.3 Kohlenstoff Streuauflage
- 1.4 Kohlenstoff Boden
- 1.5 Gesamtvorrat F2025

2. Waldbauliches Management 2025 bis 2065

- 2.1 Waldumbauflächen
 - 2.1.1 Walderneuerungsplanung
 - 2.1.2 Maßnahmen und Eingriffsfolgen
- 2.2 Sonderflächen
 - 2.2.1 Moorentwicklungsfläche
 - 2.2.2 Streuobstwiese

3. Kohlenstoffbilanzierung 2025 bis 2065

- 3.1 Modellierung des Waldwachstums
- 3.2 Ergebnisse
- 3.3 Quantifizierung der Substitutionseffekte

4. Einsatzoptionen von Kaffeesatz zur Bodenmelioration

5. Literatur

6. Anhang

1. Ausgangssituation

1.1 Eingangsdaten

Die Eingangsdaten für die Ableitung der C-Bilanzierung wurden vom Eigentümer, Ralf-Egbert Scharlaug im Frühjahr 2025 erhoben. Die für den Waldumbau vorgesehene Abteilung 8040 (Kartenauszug siehe Anhang) unterteilt sich in sechs Teilflächen von denen 4 Teilflächen im Weiteren als „Waldumbauflächen“ im engeren Sinn bezeichnet und modelliert werden. Auf zwei weiteren Teilfläche ist zum einen die Anlage einer Streuobstwiese geplant (siehe Kapitel 2.4), zum anderen soll der Bereich der zweiten Teilfläche wiedervernässt werden und dadurch die lokale Moorentwicklung gefördert werden (siehe Kapitel 2.3).

Die gesamte Untersuchungsfläche hat eine Größe von 7,456 ha. Die aktuellen Waldzustands-daten [F 2025] sind in den nachstehenden Tabelle 1 und 2 zusammengefasst.

Abteilung 8040 a1

Ungleichaltriger Mischbestand aus 107-jähriger Kiefer mit gleich hohem Anteil beigemischter, 72-jähriger Stieleiche sowie geringeren Anteilen (je 7%) von Sandbirke und Rotbuche. Stärker aufgelichtet, Grundfläche in Summe knapp 13 m²/ha, Bestockungsgrad rd. 0,5. Der aktuelle Vorrat beläuft sich auf rd. 111 Vfm/ha.

Abteilung 8040 a2

Ungleichaltriger Mischbestand mit hohem Mischungsanteil (55 %) aus 72-jähriger Stieleiche sowie 36 % beigemischter, 107-jähriger Kiefer und weiteren, 9 % 52-jähriger Birke. Der Hauptbestand ist stark aufgelichtet (Bestockungsgrad knapp 0,6), die Grundfläche beläuft sich auf rd. 13 m²/ha. Der Vorrat des Hauptbestandes wurde mit 124 Vfm/ha errechnet. Auf ganzer Fläche rd. 10-Jährige Birke aus Naturverjüngung im Unterstand.

Abteilung 8040 b1

Der Hauptteil des Bestandes wird von einem sehr lichten gleichaltrigen Mischbestand aus 73-jähriger Birke und Kiefer geprägt. Der Bestandesschluss ist räumig, die Grundfläche beträgt lediglich 8 m²/ha, der Bestockungsgrad beläuft sich auf 0,3. Dementsprechend gering ist auch der festgestellte Vorrat mit 71 Vfm/ha. Auf kleinerer Fläche (0,41 ha) stockt 16-jährige Kiefer. Der Bestand wird zudem durch vereinzelte, 85-jährige Überhälter (Sandbirke und Stieleiche) geprägt.

Abteilung 8040 b2

39-jähriger reiner Kiefernbestand mit einer Grundflächenhaltung von 24 m²/ha [Bestockungs-grad 0,7]. Der aktuelle Vorrat beläuft sich auf rd. 195 Vfm/ha. Auf ganzer Fläche Unterstand aus Naturverjüngung [Birke und Stieleiche] sowie vereinzelter Überhalt (130-jährige Stieleiche).

Waldumbaufflächen

Abteilung / Teilfläche 8040 a1												10.02.2025
Flächengröße		1,48 ha										
Standort		Z1										
Bestandesschicht	Baumart	Alter	Höhe	BHD	GF	Bonität	Formzahl	Vorrat	Teil.Bgrad	Mischung	Fläche	Ertragstafel
			[m]	[cm]	[m ² /ha]	[EKL]		[Vfm/ha]		[%]	[ha, anteilig]	
Oberschicht	Kiefer	107	20,2	43	8	III,1	0,47	76	0,20	43	0,64	Lembcke, 2000
Oberschicht	Stieleiche	72	14	21	4	III,7	0,52	29	0,20	43	0,64	Erteld, 1961
Oberschicht	Sandbirke	52	18,5	26	0,4	II,3	0,41	3	0,03	7	0,10	Tjurin, 1956
Oberschicht	Rotbuche	72	15	38	0,4	IV,0	0,50	3	0,03	7	0,10	Dittmar, 1983
								111	0,46	100	1,480 ha	

Abteilung / Teilfläche 8040 a2												10.02.2025
Flächengröße		1,615 ha										
Standort		Z1										
Bestandesschicht	Baumart	Alter	Höhe	BHD	GF	Bonität	Formzahl	Vorrat	Teil.Bgrad	Mischung	Fläche	Ertragstafel
			[m]	[cm]	[m ² /ha]	[EKL]		[Vfm/ha]		[%]	[ha, anteilig]	
Oberschicht	Kiefer	107	22	47	7	II,7	0,47	72	0,20	36	0,58	Lembcke, 2000
Oberschicht	Stieleiche	72	16	25	6	III,0	0,52	50	0,30	55	0,89	Erteld, 1961
Oberschicht	Sandbirke	52	10	23,5	0,5	V,4	0,42	2	0,05	9	0,15	Tjurin, 1956
								124	0,55	100	1,615 ha	
Unterstand	Sandbirke	10	4	5	1	II	0,52	2	0,10			Tjurin, 1956
								2	0,10	100	1,615 ha	

Abteilung / Teilfläche 8040 b1												10.02.2025
Flächengröße		1,736 ha										
Standort		NM2 auf 1,326 ha A1 auf 0,41 ha										
Bestandesschicht	Baumart	Alter	Höhe	BHD	GF	Bonität	Formzahl	Vorrat	Teil.Bgrad	Mischung	Fläche	Ertragstafel
			[m]	[cm]	[m ² /ha]	[EKL]		[Vfm/ha]		[%]	[ha, anteilig]	
Oberschicht	Sandbirke	73	20	27	5,2	II,8	0,41	43	0,20	67	0,89	Tjurin, 1956
Oberschicht	Kiefer	73	20,5	33	3	I,9	0,46	28	0,10	33	0,436	Lembcke, 2000
								71	0,30	100	1,326 ha	
Oberschicht	Kiefer	16	6	10	12	I,3	0,48	35	0,60			Lembcke, 2000
								35	0,60	100	0,41 ha	
Überhalt	Stieleiche	85	13,5	31	1,2	IV,5	0,53	9	0,10	17	0,07	Erteld, 1961
Überhalt	Sandbirke	85	15	40	10	IV,7	0,38	57	0,50	83	0,34	Tjurin, 1956
								66	0,60	100	0,41 ha	

Abteilung / Teilfläche		8040 b2												10.02.2025
Flächengröße		2,11	ha											
Standort		A1 auf 1,81 ha	NM2 auf 0,30 ha											
Bestandesschicht	Baumart	Alter	Höhe	BHD	GF	Bonität	Formzahl	Vorrat	Teil.Bgrad	Mischung	Fläche	Ertragstafel		
			[m]	[cm]	[m²/ha]	[EKL]		[Vfm/ha]		[%]	[ha, anteilig]			
Oberschicht	Kiefer	39	18,3	19	24	-0,2	0,44	193	0,70			Lembcke, 2000		
								193	0,70	100	2,11 ha			
Unterstand	Sandbirke	39	13,5	16	3	III,1	0,46	19	0,20	50	1,06	Tjurin, 1956		
Unterstand	Stieleiche	92	11,3	26	5	V,3	0,51	29	0,20	50	1,06	Erteld, 1961		
								47	0,40	100	2,11 ha			
Überhalt	Stieleiche	130	19	83	1	III,9	0,55	10	0,10			Erteld, 1961		
								10	0,10	100	2,11 ha			

Tab. 1: Waldzustandsdaten nach Inventur 2025 [Berechnungen auf den ha bezogen]

Neben den vier beschriebenen Waldumbauf lächen wird die Flächenkulisse in Abteilung 8040 durch zwei weitere „Sonderfl ächen“ erg änz t.

Abteilung 8040 a3

35-j ähriger, voll bestockter, geschlossener Roterlenreinbestand auf anmoorigem, feuchtem Standort [Fl ächengr öße 0,275 ha].

Im Jahresverlauf lässt sich ein vergleichsweiser hoher Wasserstand beobachten. Der aktuelle Vorrat bel äuft sich auf 242 Vfm/ha, die Grundfl äche betr ägt 24 m²/ha.

Abteilung 8040 x

Die als Streuobstwiese geplante Fl äche mit einer Gr öße von 0,24 ha befindet sich in der Teilfl äche 8040 b1 und wird als x- Fl äche [Nichtholzboden] ausgewiesen. Es handelt sich um einen NM2 Standort, d.h. dauerfeucht und m äßig n ährstoffversorgt. Die bereits existierenden 5 Apfelb äume sollen durch die Pflanzung weiterer Obstb äume zu einer vielf ältigen und artenreichen Streuobstwiese erweitert werden.

Sonderfl ächen

Abteilung / Teilfläche		8040 a3		Moorentwicklungsfläche										10.02.2025
Flächengröße		0,275	ha											
Standort		A1	(tendenziell anmoorig) ¹											
Bestandesschicht	Baumart	Alter	Höhe	BHD	GF	Bonität	Formzahl	Vorrat	Teil.Bgrad		Ertragstafel			
			[m]	[cm]	[m²/ha]	[EKL]		[Vfm/ha]						
Oberschicht	Roterle	35	21	22	24	I,6	0,48	242	1,00		Lockow, 1998			
								242	1,00	Bgrad				

angestrebt ist die allm ähliche Vern ässung der Fl äche > Entwicklung einer Moorfl äche

¹ Anmoorbildungen entstehen bei hoch anstehendem Grund- und / oder Stauwasser, wodurch es zu einer verringerten Humuszersetzung kommt. Dies tritt h äufig in Baum bestanden en Niederungs oder Feuchtheidegebieten auf.

Abteilung / Teilfläche		8040 x		Steuobstwiese						10.02.2025	
Flächengröße		0,24		ha							
Standort		NM2 auf 0,24 ha									
Bestandesschicht	Baumart	Alter	Höhe	BHD	GF	Bonität	Formzahl	Vorrat	Teil.Bgrad		
			[m]	[cm]	[m²/ha]	[EKL]		[Vfm/ha]			
Oberschicht	Apfel										

Anlage einer Steuobstwiese (Neuanpflanzung)											

Tab. 2: Waldzustandsdaten nach Inventur 2025 [Berechnungen auf den ha bezogen]

1.2 Kohlenstoff aufstockender Waldbestand

Ausgehend von dem errechneten Vorrat (Derbholz) wird mit Hilfe der nach Baumarten (-gruppen) spezifizierten Holzdichte sowie den ebenfalls nach Baumarten (-gruppen) und Alter spezifizierten Expansionsfaktoren zunächst die Gesamtbiomasse, hier ober- und unterirdische Biomasse, in t/ha errechnet. Hierzu wurden die in zahlreichen Vergleichsstudien verwendeten Expansionsfaktoren von Burschel et al. [1993] herangezogen [u.a. Paul et al. 2009, Wördehoff et al. 2012, Klein und Schulz 2012]. Für die Umrechnung der t Trockenbiomasse in t C Gehalt wurde über alle Baumarten (-gruppen) hinweg der Faktor 0,5 verwendet [siehe Tab. 3].

Für den aktuellen Waldbestand (Baumkompartiment) in Abteilung 8040 errechnet sich demnach ein C-Vorrat in Höhe von rd. 375 t/C einschließlich Wurzelwerk. Dies entspricht einem C-Vorrat von rd. 50 t/ha.

Baumart	Alter	mittlerer BHD [cm]	max. BHD [cm]	mittlere Höhe [m]	Grund- fläche [m²/ha]	Form- zahl	Vorrat [m³/ha]	Holzdicke [t/m³]	Biomasse Vorrat > Biomasse, trocken [t/ha]	¹ Biomasse Expansionsfaktor Stammvolumen > Baumbiomasse	Biomasse [t/ha]	C-Anteil	C-Vorrat C-Vorrat in Summe [t/ha] (einschließlich Wurzelsystem)	C-Vorrat C-Vorrat in Summe Teilflächenbezogen [t/Teilflächengröße]	
Inventur 2025								Dichtewert	Umrechnungsfaktor	% -Kohlenstoffanteil					
Abt. 8040 a1		1,480 ha													
Oberschicht	Kiefer	107	43	20,2	8	0,47	76,0	0,431	32,7	1,34	43,9	0,5	21,9		
Oberschicht	Stieleiche	72	21	14	4	0,52	29,1	0,487	14,2	1,39	19,7	0,5	9,9		
Oberschicht	Sandbirke	52	26	18,5	0,4	0,41	3,0	0,610	1,9	1,47	2,7	0,5	1,4		
Oberschicht	Rotbuche	72	38	15	0,4	0,5	3,0	0,487	1,5	1,41	2,1	0,5	1,0		
													34,2	50,6	
Abt. 8040 a2		1,615 ha													
Oberschicht	Kiefer	107	47	22	7	0,47	72,4	0,431	31,2	1,34	41,8	0,5	20,9		
Oberschicht	Stieleiche	72	25	16	6	0,52	49,9	0,487	24,3	1,39	33,8	0,5	16,9		
Oberschicht	Sandbirke	52	23,5	10	0,5	0,42	2,1	0,610	1,3	1,47	1,9	0,5	0,9		
Unterstand	Sandbirke	10	5	4	1	0,52	2,1	0,610	1,3	1,47	1,9	0,5	0,9		
													39,7	64,1	
Abt. 8040 a3		0,275 ha													
Oberschicht	Roterle	35	22	21	24	0,48	241,9	0,564	136,4	1,58	215,6	0,5	107,8		
													107,8	29,6	
Abt. 8040 b1/1		1,326 ha													
Oberschicht	Sandbirke	73	27	20	5,2	0,41	42,6	0,610	26,0	1,47	38,2	0,5	19,1		
Oberschicht	Kiefer	73	33	20,5	3	0,46	28,3	0,431	12,2	1,51	18,4	0,5	9,2		
													28,3	37,6	
Abt. 8040 b1/2		0,41 ha													
Oberschicht	Kiefer	16	10	6	12	0,48	34,6	0,431	14,9	1,51	22,5	0,5	11,2		
Überhalt	Stieleiche	85	31	13,5	1,2	0,53	8,6	0,487	4,2	1,37	5,7	0,5	2,9		
Überhalt	Sandbirke	85	40	15	10	0,38	57,0	0,610	34,8	1,41	49,0	0,5	24,5		
													38,6	15,8	
Abt. 8040 b2		2,11 ha													
Oberschicht	Kiefer	39	19	18,3	24	0,44	193,2	0,431	83,3	1,51	125,8	0,5	62,9		
Unterstand	Sandbirke	39	16	13,5	3	0,46	18,6	0,610	11,4	1,47	16,7	0,5	8,4		
Unterstand	Stieleiche	92	26	11,3	5	0,51	28,8	0,487	14,0	1,37	19,2	0,5	9,6		
Überhalt	Stieleiche	130	83	19	1	0,55	10,5	0,487	5,1	1,35	6,9	0,5	3,4		
													84,3	177,8	
Abt. 8040 x		0,240 ha													
geplante Streuobstwiese				noch nicht bepflanzte Fläche											
Gesamtfläche		7,456 ha												375,5	t/C

Tab. 3: Berechnung des C-Vorrates der Gesamtbiomasse (Baumkompartiment, ober- und unterirdisch). Datengrundlage Inventur 2025

[1] Expansionsfaktor zur Berechnung des Gesamtvolumens des Baumes (ober- und unterirdisch) aus dem Derbholzvolumen (ab Durchmesser 7 cm) nach Burschel et al. (1993)

1.3 Kohlenstoff Streuauflage

Für die Bilanzierung des C-Vorrates der Streuauflage wurde auf die Referenzwerte der vom Thünen-Institut erstellten „Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald“ [2011] zurückgegriffen.

Methodisch wurden die Kohlenstoffvorräte der Streu anhand der Daten der BZE I (n = 1486) und BZE II/BioSoil (n = 671) getrennt für Laub-, Nadel- und Mischwald ermittelt. Demnach betrug der mittlere C-Vorrat der Stichprobe (Referenzwert) 19,8 t/ha mit einem Standardfehler von 0,6 t/ha. Dieser Wert ersetzt als länderspezifischer Wert für die Streuauflage den empfohlenen Standardwert aus IPCC (2003).

In den Inventuren BZE I und BZE II/BioSoil ermittelte Kohlenstoffvorräte in der Streu mit Angabe des Standardfehlers

Waldtyp	C-Vorräte (BZE I) [t/ha]	C-Vorräte (BZE II/BioSoil) [t/ha]
Laubwald	12,6 ± 0,8	12,1 ± 1,2
Mischwald	18,9 ± 1,4	18,3 ± 2,1
Nadelwald	26,2 ± 0,6	27,1 ± 1,1

[Quelle: Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald, 2011]

Er ist die Grundlage für die Berechnung von CO₂-Emissionen aus der Streuauflage bei Entwaldung und Kohlenstoffsequestrierung bei Aufforstungen [Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald, 2011, S. 69-70].

Für den in der Abteilung 8040 dominierenden Waldtyp „Mischwald“ wird hiernach ein durchschnittlicher C-Vorrat von 18,6 t/ha unterstellt. Für den aktuellen Waldbestand (Kompartiment Streuauflage) in Abteilung 8040 errechnet sich demnach ein C-Vorrat in Höhe von rd. 139 t/C in der Streuauflage.

1.4 Kohlenstoff Boden

Nach Leitbodeneinheiten differenziert werden in der o.g. genannten „Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald“ [2011] auch die Kohlenstoffvorräte des Kompartiments „Boden“ zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II/BioSoil sowie die ermittelten jährlichen Kohlenstoffänderungsraten dargestellt.

Die Hochrechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in den Mineralböden basiert auf den bundesweiten Bodenzustandserhebungen im Wald (BZE I und BZE II) und der BioSoil-Inventur. Die Kohlenstoffvorräte bis in eine Tiefe von 30 cm des Mineralbodens betrugen auf Grundlage des flächenbezogenen Ansatzes für Deutschland zum Inventurzeitpunkt der BZE I 59,4 t C/ha und zum Inventurzeitpunkt

BZE II/BioSoil 68,0 t C/ha, was einer jährlichen Zunahme von 0,5 tC/ha entspricht. Sowohl die Änderungsrate als auch die Gesamtvorräte liegen in einem Bereich, der für Mitteleuropa von anderen Autoren bereits abgeschätzt wurde (Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald, 2011, S.70 ff.).

Bei den kartierten Standortformengruppen im Bereich der Abteilung 8040 handelt es sich um mineralische Standorte (siehe Standortkartierung). Es wurden drei unterschiedliche Stamm-Standortformen sowie drei unterschiedliche Feinbodenformen kartiert:

- A1_mst_t Stamm-Nährkraftstufe „arm“, Stamm-Feuchtestufe „frisch“
- Z1_st_t Stamm-Nährkraftstufe „ziemlich arm“, Stamm-Feuchtestufe „frisch“
- NM2_mst_t Stamm-Nährkraftstufe „mittel“, Stamm-Feuchte-stufe „dauerfeucht“
 - Bärenthorener Sand-Braunerde, Podsol-Braunerde aus Sandersanden mit rohhumus-artigem Moder
 - Kossenblatter Klocksand-Graugley
 - Stahnsdorfer Sand-Rostpodsol, Podsol aus Geschiebesand mit rohhumusartigem Moder

In Anlehnung an die „Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald“ (2011) wurden die drei unterschiedlichen Standortformengruppen alle der Leitbodeneinheit „5“ [Podsol / Podsol-Braunerden / Braunerde-Podsol / Gley-Podsole aus sandigen Ablagerungen] gutachtlich zugeordnet. Für diese Leitbodeneinheit wird aus den Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II/BioSoil ein mittlerer Kohlenstoffvorrat in Höhe von 66,8 t/ha abgeleitet (Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald“ 2011)¹. Daraus errechnet sich für den aktuellen Waldbestand (Kompartiment Boden) in Abteilung 8040 ein C-Vorrat in Höhe von rd. 498 t/C im Kompartiment „Boden“ (Tiefe 30 cm).

¹ Im Vergleich dazu werden für Waldböden in Niedersachsen (2008) Kohlenstoffvorräte von rund 79 bis 103 t C/ha in den ersten 90 cm des Mineralbodens sowie rund 25 t C/ha im Auflagehumus veranschlagt (Wördehoff et al. 2011). Für Sachsen-Anhalt wird im Tiefland mit rund 110 t C/ha eine ähnliche Größenordnung angegeben, in Mecklenburg-Vorpommern liegt der Median des Gesamtbodens bei 103 t C/ha bei der BZE II (RUSS et al. 2011)

1.5 Gesamtvorrat (F2025)

Die Berechnungen der C-Akkumulation in den drei Kompartimenten Biomasse (ober- und unterirdisch), Streu und Boden (bis 30 cm Tiefe) haben zum Ergebnis, dass die Waldfläche in Abteilung 8040 mit einer Gesamtgröße von 7,456 ha aktuell insgesamt 1013 t/C „fixiert“ hat (siehe Tab. 4). Dies entspricht einem Umfang von 3716 t/CO₂ [verwendeter Faktor zur Umrechnung von C in CO₂: 3,67].

Inventur F2025	C-Fixierung		
	je ha	Abt. 8040	%
Biomasse	50,4	376 t/C	37%
Streu	18,6	139 t/C	14%
Boden	66,8	498 t/C	49%
in Summe		1013 t/C	
entspricht		3716 t/CO ₂	

Tab.4: Zusammenstellung der C-Fixierung auf Grundlage der Inventurdaten F2025, Abt. 8040

2. Waldbauliches Management 2025 bis 2065

2.1 Waldumbauflächen

2.1.1 Walderneuerungsplanung

Waldmanagement und Walderneuerungsplanung zielen darauf ab resiliente Waldstrukturen zu entwickeln, die auch unter den Herausforderungen des Klimawandels in der Lage sind sowohl die zahlreichen Ökosystemleistungen (ÖSL) als auch die Holzproduktion langfristig sicherzustellen. Darüber hinaus sollen das waldbauliche Management (bspw. durch den Verzicht auf Kahlschlag) sowie die Artenvielfalt und den Aufbau der angestrebten Waldstrukturen dazu beitragen möglichst hohe Mengen Kohlenstoff zu binden.

Perspektivisch sollen auf allen vier Waldumbauflächen in Abteilung 8040 horizontal wie vertikal abwechslungsreiche, stärker ungleichaltrige Dauerwaldstrukturen entstehen. Dabei wird ein besonderer Fokus auf die standörtliche Eignung und Anpassungsfähigkeit der sich natürlich verjüngenden, bzw. gepflanzten Baumarten gelegt. Dies setzt voraus, dass auf Kahlschlag verzichtet wird und, sofern „Samenbäume“ vorhanden sind, die vorhandenen Waldstrukturen in der Lage sind „sich aus sich selbst heraus natürlich zu verjüngen“ (angepasste Wilddichte). Diese natürlichen Ansätze sollten je nach Entwicklung der umgebenden Waldstruktur oder aber nach Störungen des Waldgefüges in die weitere Waldentwicklung integriert werden.

Es ist geplant, dass auf rund 30 % der Fläche die natürliche Verjüngung eingeleitet / zugelassen wird. Die übrige Fläche [70 %] soll durch Pflanzung künstlich verjüngt werden wobei schwerpunktmäßig die folgenden Baumarten geplant sind:

Traubeneiche (*Quercus petraea*) und Stieleiche (*Quercus robur*) als zentrale Baumarten des zukünftigen Waldes. Beide Eichenarten zeichnen sich durch ihre tiefe Durchwurzelung aus, die ihnen Zugang zu tieferliegenden Wasserressourcen ermöglicht. Zudem sind die äußerst resistent gegenüber Trockenheit und Hitze. Ihre hohe Lebensdauer und CO₂-Bindungskapazität machen sie zu tragenden Säulen des künftigen Mischwaldes. Darüber hinaus fördern sie die Biodiversität durch ihre Bedeutung als Lebensraum für zahlreiche Insekten und Tiere.

Die Hainbuche (*Carpinus betulus*) ergänzt das Baumartenspektrum durch ihre höhere Schattentoleranz und die Fähigkeit auch mit unterschiedlichen Wasserhaushaltsbedingungen zurecht zu kommen. Sie stärkt die Bodenstabilität und trägt durch ihre Laubstreu zur Verbesserung der Humusbildung und Bodenfruchtbarkeit bei.

Die Winterlinde (*Tilia cordata*) wird auf Grund ihre Trockenheitsresistenz und ihre Rolle als bedeutende Nahrungsquelle für Bestäuber ausgewählt. Sie trägt nicht nur zur Förderung der Biodiversität bei, sondern wirkt sich auch positiv auf die Bodenstruktur aus.

Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Feldahorn (*Acer campestre*). Der Berg-Ahorn gilt als Pionierbaumart zur Bodenverbesserung da er schnell anwächst und mit seinem Tief- Herzwurzelsystem den Boden gut erschließt. Zudem ist die Baumart eine bedeutende Nährpflanze für Bienen, Schmetterlinge und Vögel.

Der Feld-Ahorn gilt als vergleichsweise tolerant gegenüber Umweltbelastungen und Trockenheit und gewinnt daher zunehmend an Bedeutung. Mit einem ausgeprägten Herzwurzelsystem trägt er zum Bodenaufschluss und zur Bodenstabilisierung bei. Zudem ist der Feld-Ahorn eine attraktive bedeutende Nährpflanze für Wildbienen, eine Schmetterlings-Futterpflanze und ein wichtiges Vogelnähr- und Nistgehölz wodurch er einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der Biodiversität leistet.

Ergänzung des Baumartenportfolios (Risikostreuung)

Zusätzlich sollen nichtheimische Baumarten wie **Roteiche (*Quercus rubra*)**, **Robinie (*Robinia pseudoacacia*)** und **Esskastanie (*Castanea sativa*)** in Form von Trupps oder Einzelbäumen gepflanzt werden. Die Robinie, bekannt für ihre Trockenresistenz und Stickstoffbindung, verbessert die Bodenfruchtbarkeit erheblich. Die Esskastanie, ebenfalls trockenheitstolerant, liefert hochwertiges Nutzholz und bietet gleichzeitig

einen Lebensraum für Wildtiere. Mit der Roteiche soll das Baumartenspektrum um eine wüchsige, anerkannt klimaresilientere, widerstandsfähige und sturmfeste Baumart ergänzt werden.

Die heimischen Baumarten **Vogelkirsche (*Prunus avium*)** und **Nussbaum (*Juglans regia*)** runden die Pflanzung ab. Diese Baumarten sind aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit und ihres ökologischen Nutzens ideal geeignet. Sie bieten sowohl Nahrung für Wildtiere als auch eine ästhetische Aufwertung des Waldes.

Die **Birke (*Betula pendula*)** wird nicht aktiv gepflanzt, sondern soll sich auf dem Weg der natürlichen Verjüngung einstellen. Als Pionierbaumart spielt sie eine entscheidende Rolle in der Anfangsphase der Walderneuerung. Ihre schnelle Wachstumsrate sorgt für eine rasche Bodenbedeckung und ein Schutzklima, das die Etablierung anderer Baumarten begünstigt. Gleichzeitig verbessert sie die Bodenqualität durch ihre Laubstreu. Die Verjüngung erfolgt durch den bestehenden Baumbestand (Samenbäume). Die moderate Freistellung einzelner Samenbäume fördert diesen Prozess.

Nachstehende Übersicht (Tab. 5) zeigt das geplante Baumartenportfolio in der Flächenkulisse der Abteilung 8040. Demnach setzt sich das Baumartenspektrum auf den Waldumbauflächen perspektivisch aus 11 verschiedenen Laubbaumarten sowie zwei weiteren Nadelbaumarten zusammen.

In Summe werden perspektivisch auf der Gesamtfläche rd. 23.000 Bäume gepflanzt, je ha rd. 3300 Stück. Damit verbleiben ausreichende Flächenanteile für natürliche Verjüngungsansätze sowie Optionen der Waldinnen- und Außenrandentwicklung. Auf der darüber hinaus geplanten Streuobstwiese sollen weitere fünf verschiedene Obstarten sowie diverse Sträucher gepflanzt werden. Die im Umfeld der Streuobstwiese geplanten zusätzlichen Blühstreifen dienen als wichtige Nahrungsquelle für verschiedenste Bienenarten und weitere Blüten besuchende Insekten, wodurch sie zur ökologischen Aufwertung der Gesamtfläche mit beitragen.

Waldumbauplanung		8040 b2	8040 b1	8040 a2	8040 a1	8040 x	8040 a3	gesamt
in Summe	gepl. Stückzahl/ha	2,11	1,736	1,615	1,48	0,24	0,275	7,456 ha
	Hainbuche	x	x	x	x	Anlage einer Streuobstwiese	Wiedervernässung / Moorrekultivierung	
	Feldahorn	x	x					
	Esskastanie	x	x		x			
	Nuss	x	x					
	Robinie	x		x	x			
	Rotbuche	x	x					
	Winterlinde	x	x	x	x			
	Stieleiche	x	x	x	x			
	Roteiche			x				
	Vogelkirsche	x		x	x			
	Bergahorn	x	x					
	Küstentanne	x	x					
	Douglasie			x	x			
23000	in Summe rd.	5300	6700	5500	5500			
	je ha	2600	4000	3500	3800			

Tab.5: Baumartenportfolio und Stückzahlen für den Waldumbau in Abt. 8040

2.1.2 Maßnahmen und Eingriffsfolgen

Im Einzelnen sind auf den verschiedenen Waldumbauf lächen die folgenden Maßnahmen geplant. Für die Modellierung der Waldentwicklung (40-jähriger Zeitraum) wurden daraus waldbaulich plausible Eingriffsfolgen (Entwicklungspfade) abgeleitet und damit verknüpfte Wachstumssimulationen durchgeführt.

Abteilung 8040 a1

Ungleichaltriger Mischbestand aus 107-jähriger Kiefer mit gleich hohem Anteil beigemischter, 72-jähriger Stieleiche sowie geringeren Anteilen (je 7%) von Sandbirke und Rotbuche. Stärker aufgelichtet, Grundfläche in Summe knapp 13 m²/ha, Bestockungsgrad rd. 0,5. Der aktuelle Vorrat beläuft sich auf rd. 111 Vfm/ha.

Waldbauliche Zielsetzung: Mischwaldentwicklung, Stabilisierung/Förderung der Waldstruktur

Maßnahmen: Voranbau mit Laub- und Nadelbaumarten. Vitalisierung, Förderung und Übernahme von Naturverjüngungsansätzen. Weitere Pflege im Schirm zur Lichtsteuerung, Erhalt und Förderung der Vertikalstruktur. Erhöhung des Totholzanteils (stehend wie auch liegend) zur Förderung der Biodiversität und Bodenmelioration (Humusbildung). Ausweisung und Erhalt von Habitatbäumen zur Förderung der Biodiversität.

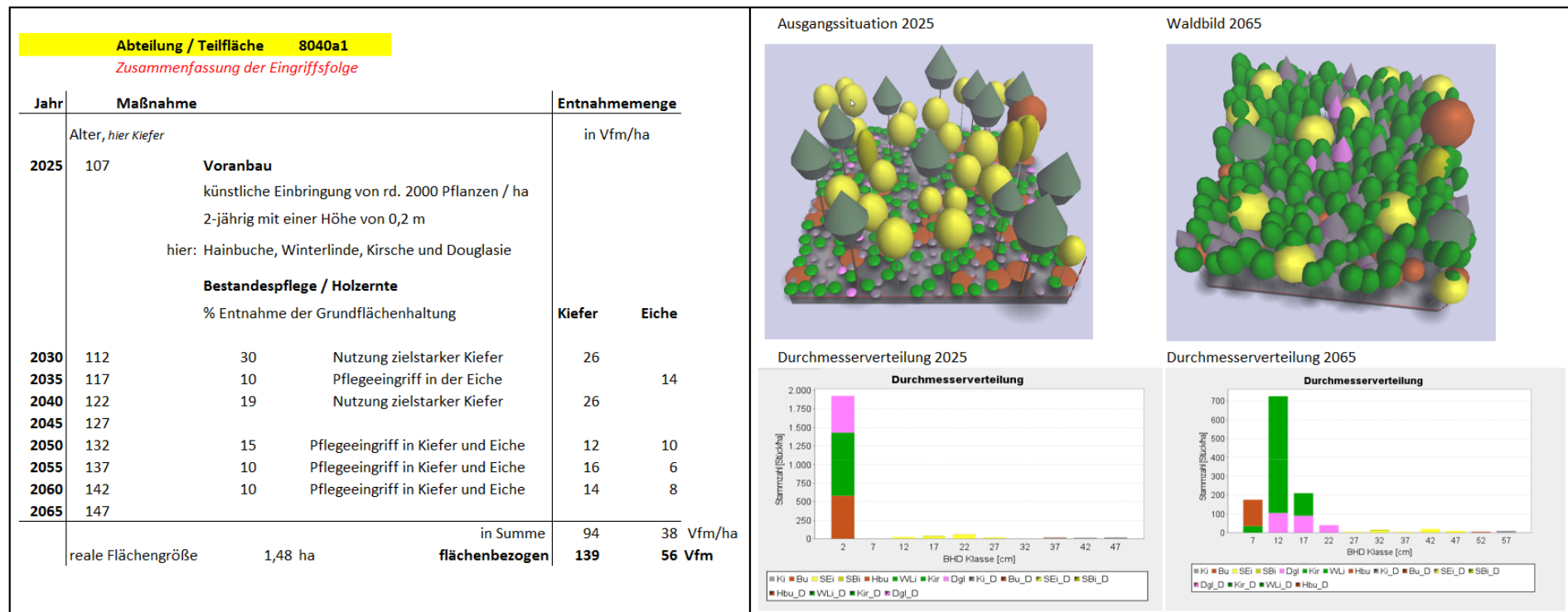


Abb. 1: Beschreibung der Eingriffsfolge in Abt. 8040a1 für den Simulationszeitraum 2025 bis 2065 (linke Seite). Visualisierungen der Ausgangssituation (F2025) sowie der modellierten Waldstruktur im Jahr 2065 (rechte Seite).

Ableitung des Volumenzuwachses für die Periode 2025 bis 2065				Abt. 8040 a1	
Vorrat 2025	111	vfm/ha	Zuwachs 2025 - 2065 in Summe je	262	Vfm/ha
Nutzung 2025 - 2065	132	Vfm/ha			
Vorrat 2065	241	Vfm/ha	Zuwachs pro Jahr/ha	6,6	Vfm/ha

Abteilung 8040 a2

Ungleichaltriger Mischbestand mit hohem Mischungsanteil (55 %) aus 72-jähriger Stieleiche sowie knapp 36 % beigemischter, 107-jähriger Kiefer und weiteren, 9 % 52-jähriger Birke. Der Hauptbestand ist stark aufgelichtet (Bestockungsgrad knapp 0,6), die Grundfläche beläuft sich auf rd. 13 m²/ha. Der Vorrat des Hauptbestandes wurde mit 124 Vfm/ha errechnet. Auf ganzer Fläche rd. 10-jährige Birke aus Naturverjüngung im Unterstand.

Waldbauliche Zielsetzung: Mischwaldentwicklung, Stabilisierung/Förderung der Waldstruktur

Maßnahmen: Voranbau mit Laub- und Nadelbaumarten. Vitalisierung, Förderung und Übernahme der bereits vorhandenen, 10-jährigen Birken im Unterstand (soweit übernahmewürdig). Fortführung und laufende kontinuierliche Übernahme von weiteren Naturverjüngungsansätzen. Fortführung der Pflege im Schirm zur Lichtsteuerung sowie dem Erhalt und Förderung der Vertikalstruktur. Erhöhung des Totholzanteils (stehend wie auch liegend) zur Förderung der Biodiversität und Bodenmelioration (Humusbildung). Ausweisung und Erhalt von Habitatbäumen zur Förderung der Biodiversität.

Abteilung 8040 b1

Der Hauptteil des Bestandes wird von einem sehr lichten gleichaltrigen Mischbestand aus 73-jähriger Birke und Kiefer geprägt. Der Bestandesschluss ist räumdig, die Grundfläche beträgt lediglich 8 m²/ha, der Bestockungsgrad beläuft sich auf 0,3. Dementsprechend gering ist auch der festgestellte Vorrat mit 71 Vfm/ha. Auf kleinerer Fläche (0,41 ha) stockt 16-jährige Kiefer. Der Bestand wird zudem durch vereinzelte, 85-jährige Überhälter (Sandbirke und Stieleiche) geprägt.

Waldbauliche Zielsetzung: Der lückige Bestand aus Birke, Kiefer und Eiche soll in einen klimastabilen, mehrschichtigen und ungleichaltrigen Mischwald umgebaut werden.

Maßnahmen: Voranbau mit Laub- und Nadelbaumarten. Vitalisierung, Übernahme und Fortführung weiterer Naturverjüngung. Fortführung der moderaten Pflege im Schirm zur Lichtsteuerung sowie dem Erhalt und Förderung der Vertikalstruktur. Förderung des Mikroklimas. Erhöhung des Totholzanteils (stehend wie auch liegend) zur Förderung der Biodiversität und Bodenmelioration (Humusbildung). Ausweisung und Erhalt von Habitatbäumen sowie der Strauchschicht zur Förderung der Biodiversität.

Abteilung 8040 b2

39-jähriger reiner Kiefernbestand mit einer Grundflächenhaltung von 24 m²/ha (Bestockungs-grad 0,7). Der aktuelle Vorrat beläuft sich auf rd. 195 Vfm/ha. Auf ganzer

Fläche Unterstand aus Naturverjüngung (Birke und Stieleiche) sowie einzelner Überhalt (130-jährige Stieleiche).

Waldbauliche Zielsetzung: Umbau des Reinbestands in einen klimastabilen, mehrschichtigen und ungleichaltrigen Mischwald.

Maßnahmen: Zunächst starke Pflegeeingriffe im Herrschenden zur Förderung der Vitalität und Stabilität der Waldstruktur. Im Alter 49 Voranbau mit Laub- und Nadelbaumarten. Fortführung der Pflege im Hauptbestand zur Lichtsteuerung (Erhalt und Vitalisierung des Unterbaus). Übernahmewürdigkeit des Unterstandes (Birke, Eiche) prüfen und als Misch- und/oder Habitat- und /oder Samenbäume erhalten. Erhöhung des Totholzanteils (stehend wie auch liegend) zur Förderung der Biodiversität und Bodenmelioration (Humusbildung). Ausweisung und Erhalt von Habitatbäumen zur frühzeitigen Förderung der Biodiversität.

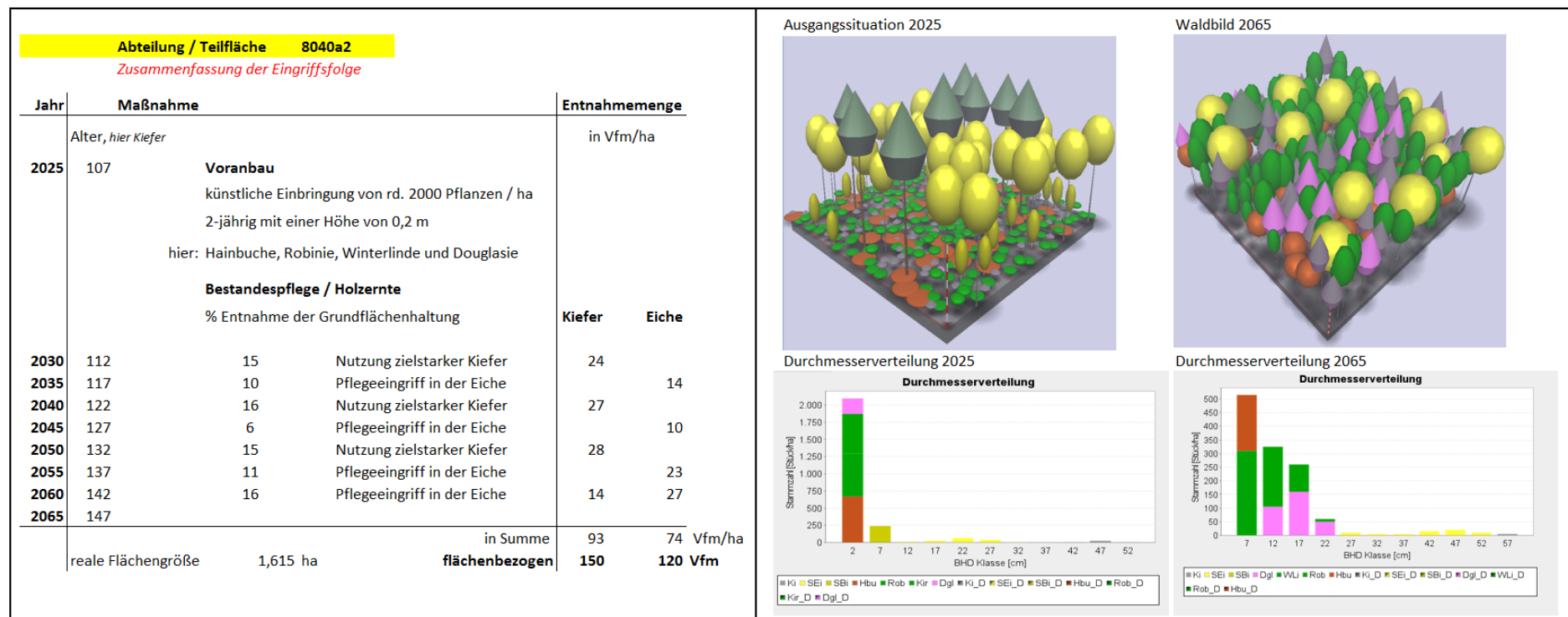


Abb. 2: Beschreibung der Eingriffsfolge in Abt. 8040a2 für den Simulationszeitraum 2025 bis 2065 (linke Seite). Visualisierungen der Ausgangssituation (F2025) sowie der modellierten Waldstruktur im Jahr 2065 (rechte Seite).

Ableitung des Volumenzuwachses für die Periode 2025 bis 2065				Abt. 8040 a2		
Vorrat 2025	124	Vfm/ha	Zuwachs 2025 - 2065 in Summe je	287	Vfm/ha	
Nutzung 2025 - 2065	167	Vfm/ha				
Vorrat 2065	244	Vfm/ha	Zuwachs pro Jahr/ha	7,2	Vfm/ha	

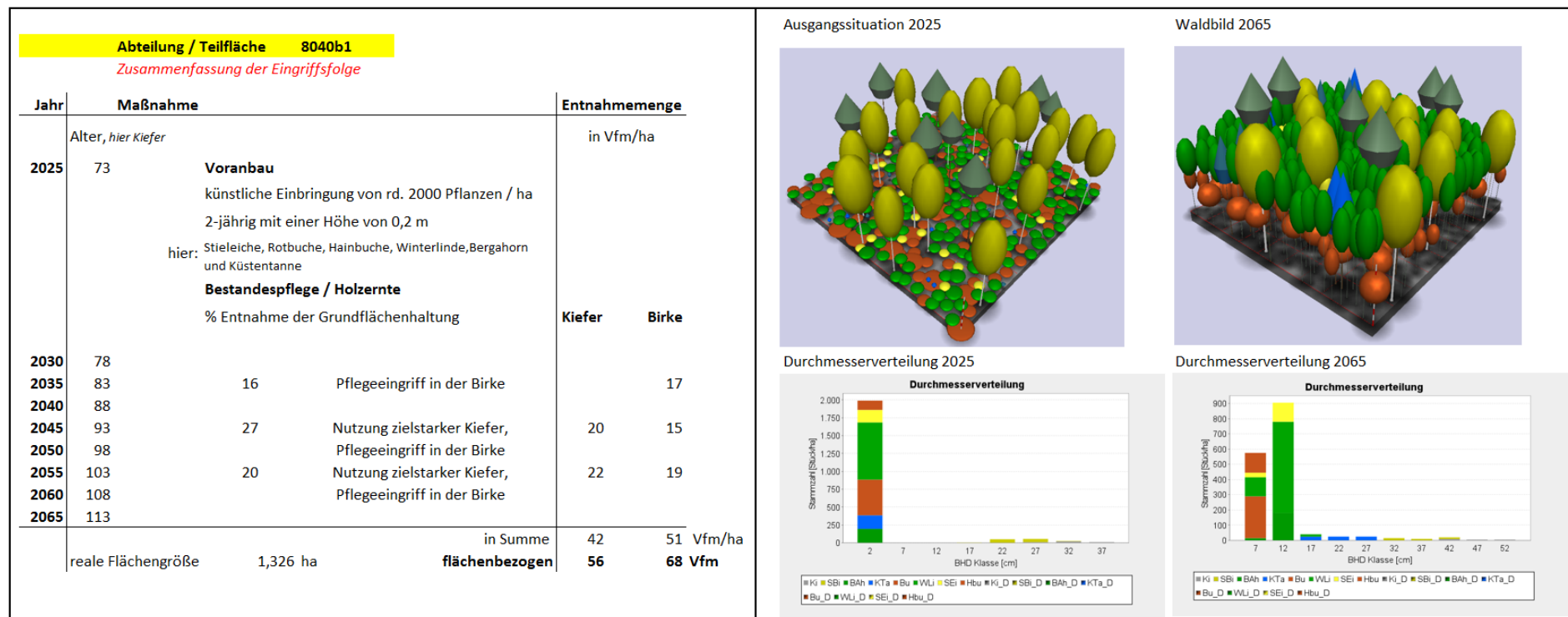


Abb. 3: Beschreibung der Eingriffsfolge in Abt. 8040b1 für den Simulationszeitraum 2025 bis 2065 [linke Seite]. Visualisierungen der Ausgangssituation (F2025) sowie der modellierten Waldstruktur im Jahr 2065 [rechte Seite].

Ableitung des Volumenzuwachses für die Periode 2025 bis 2065				Abt. 8040 b1		
Vorrat 2025	71	vfm/ha	Zuwachs 2025 - 2065 in Summe je	252	Vfm/ha	
Nutzung 2025 - 2065	93	vfm/ha				
Vorrat 2065	230	vfm/ha	Zuwachs pro Jahr/ha	6,3	Vfm/ha	

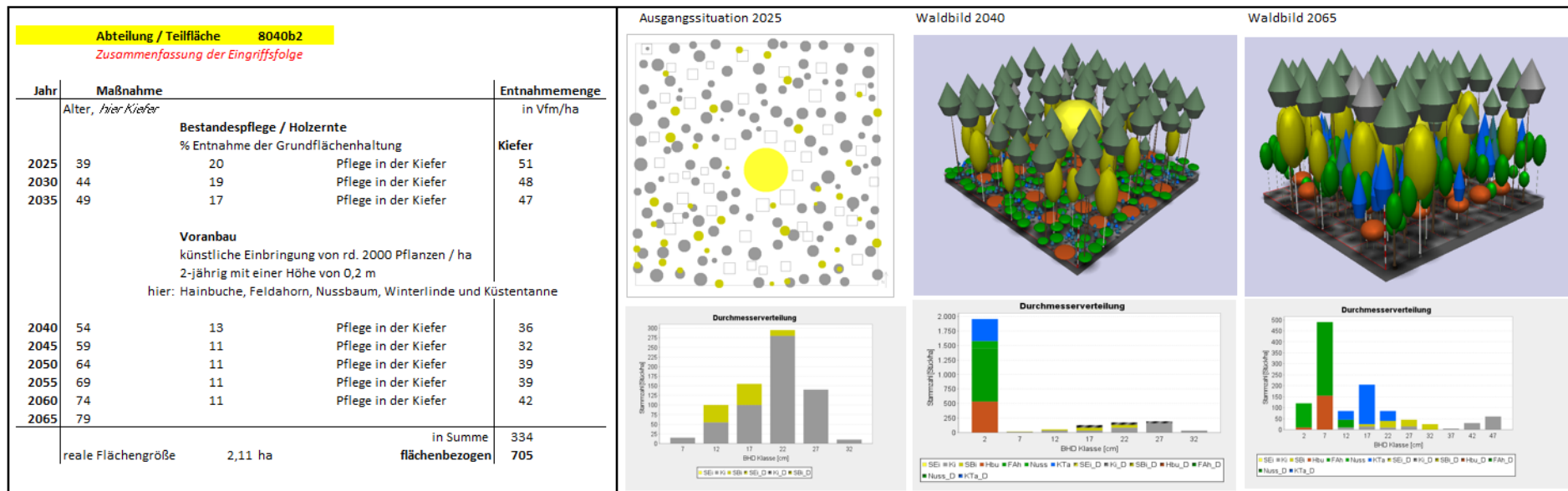


Abb. 4: Beschreibung der Eingriffsfolge in Abt. 8040b2 für den Simulationszeitraum 2025 bis 2065 (linke Seite). Visualisierungen der Ausgangssituation (Durchforstungseingriff F2025) sowie der modellierten Waldstruktur im Jahr 2065 (rechte Seite).

Ableitung des Volumenzuwachses für die Periode 2025 bis 2065				Abt. 8040 b2	
Vorrat 2025	250	Vfm/ha	Zuwachs 2025 - 2065 in Summe je	398	Vfm/ha
Nutzung 2025 - 2065	334	Vfm/ha			
Vorrat 2065	314	Vfm/ha	Zuwachs pro Jahr/ha	10,0	Vfm/ha

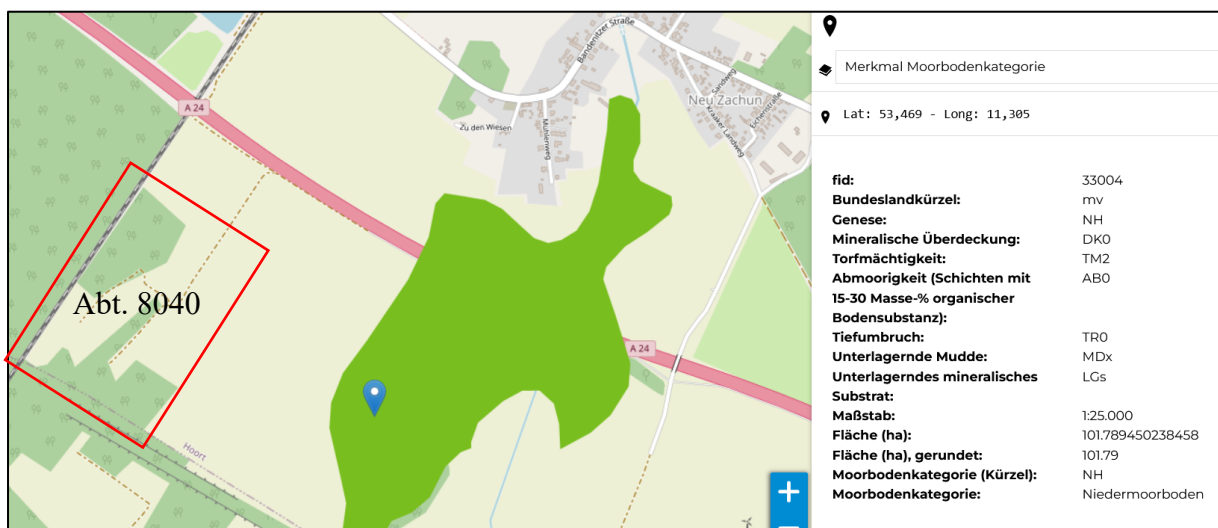
2.2 Sonderflächen

2.2.1 Moorentwicklungsfläche

Der Kartenausschnitt über die Kulisse organischer Böden in Deutschland [Arbeitsgruppe Moorforschung Thünen Institut für Agrarklimaschutz 2025] zeigt eine, in rd. 700 m östlich der Abt. 8040 gelegene, großräumige Niedermoorbodenfläche [Abb. 5].

Niedermoore entstehen in Flussniederungen, Senken, Mulden, an Hängen in der Umgebung von Quellaustritten. Entscheidend für die Niedermoorbildung ist der ständige Wasser-überschuss aus Mineralbodenwasser. Die permanente Wassersättigung führt zu einem Sauerstoffmangel. Dieser bewirkt einen unvollständigen Abbau abgestorbener pflanzlicher Reste, die als Torf abgelagert werden. Der bodenbildende Prozess der Humifizierung spielt hierbei eine Rolle. Niedermoore weisen im Gegensatz zu den Hochmooren meistens nur ein sehr geringes Höhenwachstum der Torfschichten aus. Gespeist werden die Niedermoore von Grund-, Sicker-, Quell- oder Überflutungswässern, die oft einen sehr unterschiedlichen Grad der Nährstoffanreicherung besitzen. Die Vegetation ist im Vergleich zum Hochmoor sehr artenreich und besteht überwiegend aus Erlenbruchwäldern, Röhrichten und Großseggenrieden.

Kleinflächig können zumindest anmoorige Standorte² auch innerhalb der Abt 8040 beobachtet werden. Anmoorbildungen entstehen bei hoch anstehendem Grund- und / oder Stauwasser, wodurch es zu einer verringerten Humuszersetzung kommt.



² Als **Anmoor** oder anmoorige Böden werden Mineralböden bezeichnet, die aufgrund von Wasserüberschuss und Sauerstoffarmut einen hohen Anteil an organischer Masse [15 bis 30 Masse-% organischer Substanz] im 2–4 dm mächtigen Aa-Horizont besitzen.

Abb. 5: Kartenausschnitt zur die Kulisse organischer Böden in Deutschland, ausgewiesenen Niedermoorböden in unmittelbarer Nachbarschaft zur Abt. 8040. [Quelle: Waldatlas Thünen Institut <https://atlas.thuenen.de/#/>]

Moore gelten als wichtige Kohlenstoffsinken und spielen damit eine nicht unwesentliche Rolle für den Klimaschutz. Besonderes Augenmerk wird daher im Rahmen der Projektentwicklung auf die Weiterentwicklung einer kleinen, 0,275 ha großen, anmoorigen Teilfläche (neu 8040 a3) gelegt.

Abteilung 8040 a3

35-jähriger, voll bestockter, geschlossener Roterlenreinbestand auf anmoorigem, feuchtem Standort (Flächengröße 0,275 ha). Im Jahresverlauf lässt sich ein vergleichsweise hoher Wasserstand beobachten. Der aktuelle Vorrat beläuft sich auf 242 Vfm/ha, die Grundfläche beträgt 24 m²/ha.

Zielsetzung: Wiedervernässung und dadurch Förderung des organischen Auflagehorizontes. Nur ein (An-) Moor das „wächst“ (Torf bildet) ist in der Lage zusätzlich Kohlenstoff zu speichern.

Maßnahmen: Weitere, selektive Entnahme von Erlen aus dem Hauptbestand, Absenken der Grundfläche und des Vorrates. Schließen noch vorhandener Entwässerungsstrukturen zur Wasserregulierung, Erhöhung des Wasserstandes durch Wiedervernässung. Erhöhung des Totholzanteils (stehend wie auch liegend) zur Förderung der Biodiversität. Förderung der moortypischen Vegetation (Torfbildung) zur langfristigen Kohlenstoffspeicherung.

Langfristiges Ziel ist die Wiederherstellung des lokalen „mooreigenen“ Wasserhaushaltes. Dadurch wird die Vegetation maßgeblich gesteuert, bestimmte Artengruppen wie Gehölze werden gehemmt, andere wie die Torfmoose gegebenenfalls gefördert. Grundlage einer erfolgreichen Vernässung ist ein ausreichend hohes Wasserangebot, insbesondere in der Vegetationsperiode. Die dafür erforderliche Grundwasserspeisung wird vor allem von den geohydrologischen Verhältnissen im Einzugsgebiet bestimmt. Für eine erfolgreiche Wiedervernässung müssen diese vorab analysiert werden und mögliche Maßnahmen darauf abgestimmt sein. Parallel dazu sollte die aktuelle Bestockung verringert werden um die Wasserversickerung effektiv und schnell zu erhöhen. Ziel ist ein kurzfristiger zusätzlicher Vernässungsschub. Das zusätzliche Lichtangebot fördert zudem das Wachstum der Bodenflora. Ein lichter Schatten sollte jedoch erhalten bleiben um umgekehrt die Verdunstung zu reduzieren.

Die simulierte Eingriffsfolge für den kleinflächigen, 35-jährigen Erlenbestand ist Tab 6 zu entnehmen. Im Ergebnis der Pflegemaßnahmen werden in den kommenden 40 Jahren auf der Teilfläche in Summe rd. 122 Vfm entnommen und dadurch der Vorrat von 242 Vfm /ha [F2025] auf 66 Vfm/ha [2065] abgesenkt. Dadurch kommt es auch zu einer deutlichen Reduktion des C-Vorrates im Kompartiment Baumbiomasse.

Abteilung / Teilfläche 8040a3			
Zusammenfassung der Eingriffsfolge			
Jahr	Maßnahme		Entnahmemenge
	Alter	% Entnahme der Grundflächenhaltung	in Vfm/ha
2025	35	25	62
2030	40	30	75
2035	45	30	68
2040	50	30	62
2045	55	25	45
2050	60	25	40
2055	65	25	33
2060	70	20	27
2065	75	20	33
	reale Flächengröße	0,275 ha	in Summe flächenbezogen 445 Vfm/ha 122 Vfm

Tab. 6: Eingriffsfolge in Teilfläche 8040a3, Roterlenreinbestand

Parallel dazu kann unterstellt werden, dass eine erfolgreiche und dauerhafte Wiedervernässung einen positiven Effekt auf die C-Akkumulation in der dann „wachsenden“ organischen Auflage zur Folge hat. Die Wiedervernässung entwässerter Feucht-/Moorstandorte kann den Netto C-Verlust durchaus sofort reduzieren oder stoppen, bzw. zu einer neuen C-Festlegung in der Streuschicht führen.

„Lebendige Niedermoore“ haben ein Höhenwachstum von jährlich zwischen 0,003 bis 1,4 mm [Zeit 2009]. Im besten Fall würde demnach die Mächtigkeit der organischen Auflage innerhalb der nächsten 40 Jahre um knapp 6 cm zunehmen. Die damit verbundene C-Aufnahme wird von Zeit 2009 im Fall von Niedermooren mit knapp 0,5 t/C je ha und Jahr quantifiziert. Auf 40 Jahre gerechnet entspräche dies einer zusätzlichen C-Akkumulation von rd. 20 t/C/ha in der sich neu entwickelnden organischen Auflage. Nach Höper [2007] beträgt die langfristige (d.h. historisch über Jahrhunderte ermittelte) CO₂-Aufnahme durch Torfwachstum im Schnitt etwa 1,5 t CO₂ je/ha/Jahr. Belastbare Werte für die C-Speicherung nach eingeleiteter Regenerierung von Waldmooren liegen jedoch nach Freibauer et al. [2009] nicht vor.

Generell gilt, dass die Kohlenstoffbindung in Moorböden langsamer erfolgt als in Wäldern, der gebundene Kohlenstoff bleibt aber in intakten Moorböden dauerhaft gebunden. Eine Renaturierung von Feucht- und Moorstandorten kann also langfristig zu einer erheblichen Anreicherung von Bodenkohlenstoff führen. Die jährliche

Senkenleistung ist nicht hoch, aber mittel- bis langfristig bedeutsam. Die Fähigkeit zur Speicherung von CO₂ hängt hierbei insbesondere vom Wasserstand ab.

2.2.2 Streuobstwiese

Abteilung 8040 x

Die als Streuobstwiese geplante Fläche mit einer Größe von 0,24 ha befindet sich in der Teilfläche 8040 b1 und wird als x- Fläche (Nichtholzboden) ausgewiesen. Es handelt sich um einen NM2 Standort, d.h. dauerfeucht und mäßig nährstoffversorgt. Die bereits existierenden 5 älteren und wertvollen Apfelbäume sollen durch die Pflanzung weiterer Obstbäume zu einer vielfältigen und artenreichen Streuobstwiese erweitert werden.

Streuobstwiesen sind wertvoller Bestandteil einer artenreichen, ökologisch wertvollen Kulturlandschaft. Der Name Streuobst rührt daher, dass auf diesen Wiesen Obstbäume in unregelmäßigen Abständen locker über die Fläche „verstreut“ stehen. Charakteristisch für Streuobstwiesen sind großkronige Bäume. Geplant ist die Pflanzung von unterschiedlichen Obstarten [Apfel, Birne, Quitte, Pflaume und Kirsche]. Im Unterwuchs soll sich unter anderem durch die Anlage von Blühstreifen eine artenreiche Wiesengesellschaft entwickeln die extensiv gemäht wird. Durch seinen stockwerkartigen Aufbau, seine Strukturvielfalt und den Verzicht auf Spritzmittel bieten Streuobstwiesen vielen Tier- und Pflanzenarten Lebensraum. Sie sind besonders arten- und blütenreich und bieten Insekten, wie Bienen, Hummeln und Schmetterlingen, reiche Nahrungsgrundlage.

Im Vergleich zu der herausragenden ökologischen Bedeutung der Fläche tritt die Bedeutung der 0,24 ha großen Teilfläche als „C-Speicher“ in den Hintergrund. Die extensive „Bewirtschaftung“ der Fläche sichert vielmehr das Bodengefüge und die Struktur der Auflagehorizonte als bereits vorhandenen wie auch künftig relevanten und funktionsfähigen C-Speicher.

3. Kohlenstoffbilanzierung 2025 bis 2065

3.1 Modellierung des Waldwachstums

Die Modellierung des Waldwachstums erfolgte mit dem Einzelbaumsimulator BWinPro Version 8.0 [Nagel et al. 2006] Gegenüber klassischen Ertragstafeln haben Wachstums-simulatoren den Vorteil, dass sie komplexe Bestandesstrukturen und Mischungsformen sowie verschiedene Durchforstungs- und Nutzungsstrategien abbilden und die zu erwartenden Zuwächse genauer abschätzen können. Vereinfachte 3D-

Bestandesvisualisierungen unterschiedlicher Ausgangsstrukturen sowie die Darstellungen zur zeitlichen Entwicklung von Bestandesstrukturen tragen zum Verständnis von Wachstumsprozessen bei [siehe Abb. 1 -4].

Die Wuchsprognosen wurden für einen 40-jährigen Zeitraum erstellt und hierbei die unter 2.1.2 beschriebenen Eingriffsfolgen modelliert. Für die vier Waldumbauflächen sowie die „Moorentwicklungsfläche“ sind die Ergebnisse der Modellrechnungen, hier die die nach Baumarten getrennten Bestandesvorräte (Vfm/ha) für das Jahr 2065, in Tab. 7 dargestellt. Mit Hilfe der baumartenspezifischen Raumdichte, den baumarten- und altersabhängigen Ex-pansionsfaktoren [siehe Burschel et al. 1993] sowie einer mittleren Kohlenstoffkonzentration von 50% in der Biomasse wurde der prognostizierte Kohlenstoffvorrat der ober- und unter-irdischen Biomasse in t/C abgeleitet und auf die Flächengröße der einzelnen Teilflächen hochgerechnet.

Die Akkumulation der Bestandes-/Kohlenstoffvorräte im Waldbestand für den Zeitraum 2025 bis 2065 wird aus den vier Grafiken in Abb. 5 deutlich. Der, die angestrebten „Dauerwald-strukturen“ [d.h. ungleichaltriger, vertikal strukturierter Mischwald] charakterisierende „Gleichgewichtsvorrat“, ist als Referenzvorrat mit ausgewiesen.

Gleichgewichtsvorrat, Steuerungsgröße für die Waldstruktur

Das Aufkommen und die Vitalisierung von Verjüngung (natürlich wie künstlich) setzt eine genügende Lichtzufuhr voraus, was im Allgemeinen mit einer Vorratsabsenkung gegenüber dem Vorrat des ursprünglichen Bestandes verbunden ist. Je grösser die Lichtansprüche der zu verjüngenden Baumarten, desto geringer muss dieser Vorrat sein. Es gilt:

- *der Gleichgewichtsvorrat ist als Richtwert zu verstehen,*
- *der Gleichgewichtsvorrat entspricht einem regionalen/lokalen Erfahrungswert, hier abgeleitet aus der Höhenentwicklung der jeweiligen Hauptbaumart [Kiefer] und der „Faustformel“ zur praxisnahen Bestimmung des „Gleichgewichtsvorrates“ (Höhe x 10),*
- *der Gleichgewichtsvorrat entspricht einem Idealzustand. Waldbaulich wird versucht sich dem Gleichgewichtszustand anzunähern, der tatsächliche Vorrat schwankt jedoch um diesen Wert herum.*

Abt. 8040a1

Der Bestandesvorrat steigt von 111 Vfm/ha [2025] auf 242 Vfm/ha [2065]. Für die im Unterstand gepflanzten Winterlinden, Kirschen und Douglasien errechnet sich im Alter 42 ein Vorrat von rd. 130 Vfm/ha. Damit ist der Vorrat des Unter-/Zwischenstandes höher als der des ursprünglichen Hauptbestandes. Mit den simulierten Eingriffsfolgen

wurden rechnerisch lediglich rd. 50 % des jährlichen Zuwachses in Höhe von 6,6 Vfm/ha entnommen. Ab 2060 wird die Höhe des „Gleichgewichtsvorrates“ überschritten wird, d.h. der Vorrat (die Dichte) des Hauptbestandes hat eine für den dauerhaften Erhalt und die Weiterentwicklung vertikaler Dauerwaldstrukturen kritische Höhe erreicht.

Abt. 8040a2

Der Bestandesvorrat nimmt von 124 Vfm/ha [2025] auf 244 Vfm/ha [2065] zu. Für die im Unterstand gepflanzten Winterlinden und Douglasien errechnet sich im Alter 42 ein Vorrat von rd. 90 Vfm/ha. Die ebenfalls mit eingebrachten Hainbuchen und Robinien tragen hingegen mit lediglich rd. 5 Vfm/ha wenig zum Bestandesvorrat bei. Sie erhöhen aber die Artenvielfalt gegenüber der Ausgangsbestockung. Mit den simulierten Eingriffsfolgen wurden rechnerisch knapp 60 % des jährlichen Zuwachses in Höhe von 7,2 Vfm/ha entnommen. Bereits 2055 wird die abgeleitete Höhe des „Gleichgewichtsvorrates“ erstmals erreicht, in 2065 deutlich überschritten.

Abt. 8040b1

Der Bestandesvorrat nimmt von 71 Vfm/ha [2025] auf 230 Vfm/ha [2065] zu. Für die im Unterstand gepflanzten Baumarten Bergahorn, Küstentanne und Winterlinde errechnet sich im Alter 42 ein Vorrat von rd. 155 Vfm/ha (der Anteil der Küstentanne beträgt hierbei rd. 55 %). Die auf dieser Teilfläche ebenfalls mit eingebrachten Rot- und Hainbuchen tragen hingegen mit lediglich rd. 8 Vfm/ha wenig zum Bestandesvorrat bei. Sie erhöhen aber die Artenvielfalt gegenüber der Ausgangsbestockung. Mit den simulierten Eingriffsfolgen wurden rechnerisch knapp 37 % des jährlichen Zuwachses in Höhe von 6,3 Vfm/ha entnommen. Auf Grund der Kombination aus „sehr lichtem Schirm“ (geringer Vorrat der Ausgangsbestockung) und dem Voranbau mit wüchsigen Laub- und Nadelbaumarten resultiert ein außerordentlich hohes Zuwachspotential des Unterstandes wodurch sich die Bestandesstrukturen mittelfristig deutlich verändern. Die abgeleitete Höhe des „Gleichgewichtsvorrates“ wird 2065 erstmals erreicht.

Abt. 8040b2

Der Bestandesvorrat nimmt von 251 Vfm/ha [2025] auf 314 Vfm/ha [2065] zu. Der in 2025 erst 39-jährige, deutlich wüchsiger Kiefernreinbestand (-0,2 Ertragsklasse) wird erst im Alter 49 unterbaut, um die Wuchs-/Konkurrenzynamik zwischen der Kiefer im Hauptbestand und dem Unterbau zeitlich „abzupuffern“. Für die im Unterstand gepflanzten Winterlinden und Küstentannen errechnet sich demnach im Alter 32 ein Vorrat von lediglich rd. 40 Vfm/ha. Die ebenfalls mit eingebrachten Hainbuchen, Feldahorn und Nussbaum haben die Derbholzgrenze von 7 cm noch nicht überschritten. Sie erhöhen die Artenvielfalt gegenüber der Ausgangsbestockung.

8040 a1	1,480 ha		2025		2065		Dichte	Expansionsfaktor	C-Anteil	C-Vorrat	C-Vorrat
	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[t/m²]	[Umrechnung Baumbiomasse]	[%-Anteil]	[t/ha]	[t/Teilfläche]
Kiefer	107	76	147	28,0			0,4307	1,34	0,5	8,1	
Stieleiche	72	29	112	65,3			0,4873	1,35	0,5	21,5	
Sandbirke	52	3	92	4,3			0,6100	1,41	0,5	1,8	
Rotbuche	72	3	112	12,3			0,4873	1,39	0,5	4,2	
Hainbuche			42	2,9			0,4873	1,69	0,5	1,2	
Winterlinde			42	59,9			0,5642	1,69	0,5	28,6	
Kirsche			42	26,9			0,5642	1,69	0,5	12,8	
Douglasie			42	42,1			0,4124	1,65	0,5	14,3	
	111		242							92,5	136,9

8040 a2	1,615 ha		2025		2065		Dichte	Expansionsfaktor	C-Anteil	C-Vorrat	C-Vorrat
	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[t/m²]	[Umrechnung Baumbiomasse]	[%-Anteil]	[t/ha]	[t/Teilfläche]
Kiefer	107	72	147	17,3			0,4307	1,34	0,5	5,0	
Stieleiche	72	50	112	133,8			0,4873	1,35	0,5	44,0	
Sandbirke	52	2									
Hainbuche			42	2,9			0,4873	1,69	0,5	1,2	
Robinie			42	1,2			0,4873	1,69	0,5	0,5	
Winterlinde			42	49,7			0,5642	1,69	0,5	23,7	
Douglasie			42	39,4			0,4124	1,65	0,5	13,4	
	124		244							87,8	141,8

8040 a2	0,275 ha		2025		2065		Dichte	Expansionsfaktor	C-Anteil	C-Vorrat	C-Vorrat
	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[t/m²]	[Umrechnung Baumbiomasse]	[%-Anteil]	[t/ha]	[t/Teilfläche]
Roterle	35	242	75	66			0,5642	1,39	0,5	25,9	
										25,9	7,1

8040 b1	1,326 ha		2025		2065		Dichte	Expansionsfaktor	C-Anteil	C-Vorrat	C-Vorrat
	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[t/m²]	[Umrechnung Baumbiomasse]	[%-Anteil]	[t/ha]	[t/Teilfläche]
Sandbirke	73	43	113	8,6			0,6100	1,41	0,5	3,7	
Kiefer	73	28	113	40,8			0,4307	1,34	0,5	11,8	
Stieleiche			42	17,4			0,4873	1,58	0,5	6,7	
Rotbuche			42	5,7			0,4873	1,69	0,5	2,3	
Hainbuche			42	2,7			0,4873	1,69	0,5	1,1	
Bergahorn			42	24,6			0,4873	1,69	0,5	10,1	
Küstentanne			42	85,3			0,4124	1,65	0,5	29,0	
Winterlinde			42	44,8			0,5642	1,69	0,5	21,4	
	71		230							86,1	114,2

8040 b2	2,110 ha		2025		2065		Dichte	Expansionsfaktor	C-Anteil	C-Vorrat	C-Vorrat
	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[Alter]	[Vfm/ha]	[t/m²]	[Umrechnung Baumbiomasse]	[%-Anteil]	[t/ha]	[t/Teilfläche]
Kiefer	39	193	79	206			0,4307	1,36	0,5	60,3	
Stieleiche	92	29	132	67			0,4873	1,35	0,5	22,0	
Sandbirke	39	19									
Stieleiche	130	10									
Küstentanne			32	33			0,4124	1,65	0,5	11,2	
Winterlinde			32	8			0,5642	1,69	0,5	3,6	
	251		314							97,2	205,0

Tab. 7: Ergebnis der Kohlenstoff Anteilsberechnungen auf Grundlage der Wachstumsprognosen (2025 bis 2065) getrennt nach Teilflächen in Abteilung 8040

Mit den simulierten Eingriffsfolgen wurden rechnerisch rd. 84 % des jährlichen Zuwachses in Höhe von 10 Vfm/ha entnommen. Der Vergleich der Entwicklung des Bestandesvorrates mit dem Referenzvorrat verdeutlicht die Wüchsigkeit des Kiefernbestandes auch oder gerade auf Grund der vergleichsweise stärkeren Pflegeeingriffe. Die abgeleitete Höhe des „Gleichgewichtsvorrates“ wird 2065 überschritten.

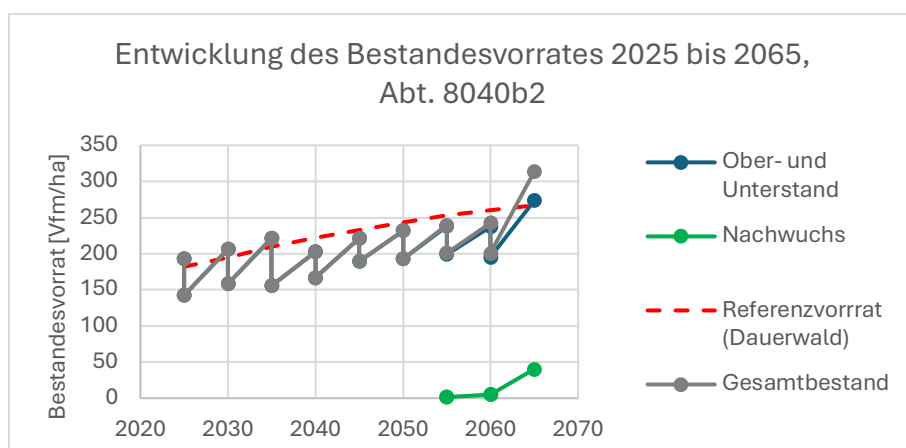
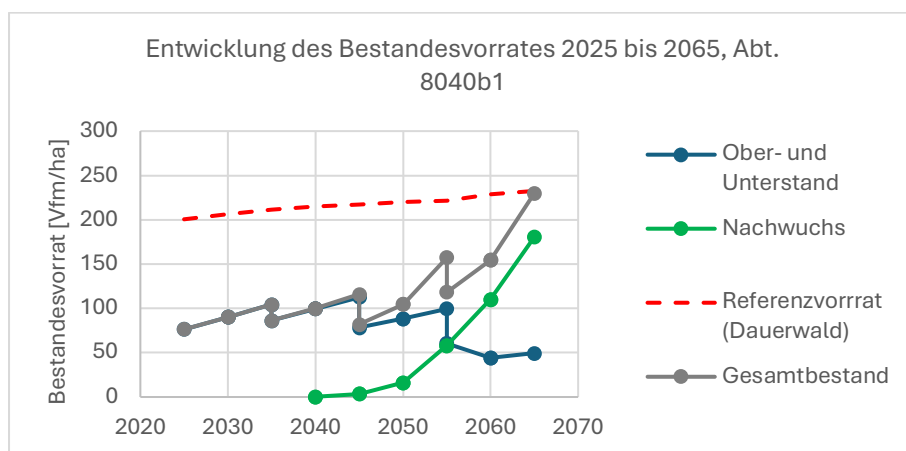
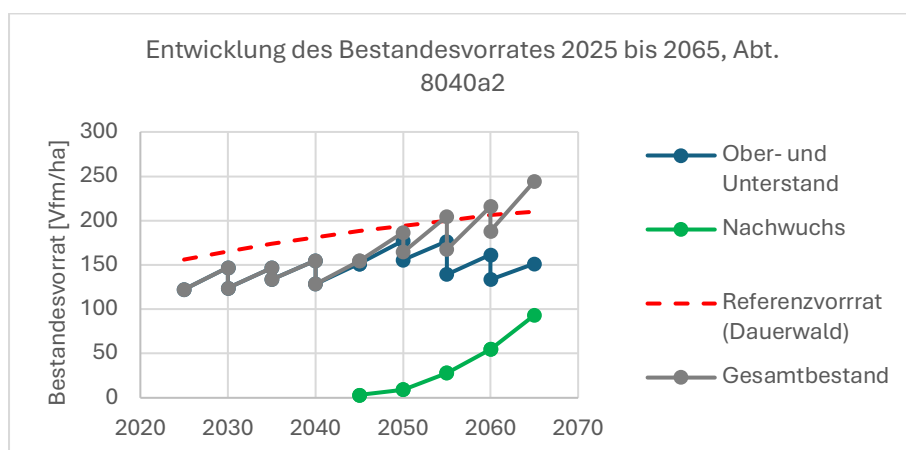
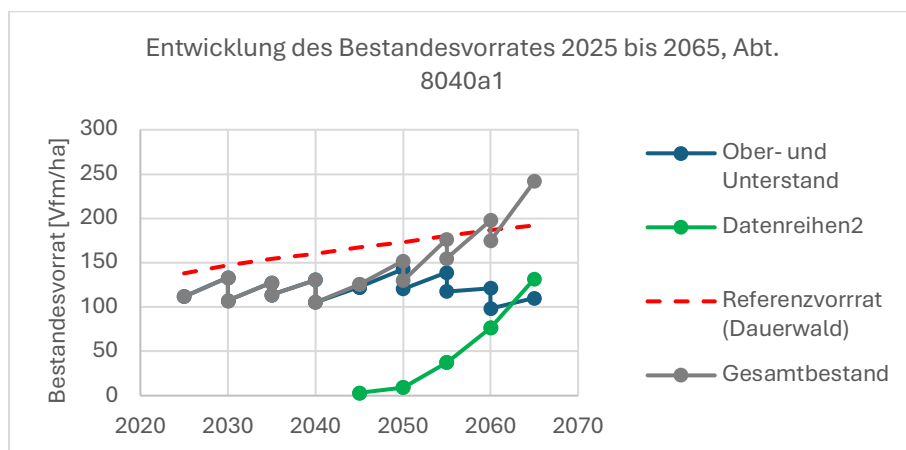


Abb. 5: Entwicklung des stehenden Holzvorrates nach Ober-/Unterstand und Nachwuchs getrennt. Als Referenzvorrat ist der „Gleichgewichtsvorrat“ der angestrebten Dauerwaldstrukturen dargestellt.

3.2 Ergebnisse

Tab 8 fasst die Ergebnisse der modellierten Eingriffsfolgen bis 2065 nach Kompartimenten getrennt zusammen. Demnach errechnet sich perspektivisch für die gesamte Abteilung 8040 ein Kohlenstoffvorrat von insgesamt 1242 t/C. Davon entfallen rd. 49 % auf das Kompartiment Biomasse, 11 % auf die Streuauflage sowie weiteren 40 % auf das Kompartiment Boden [30 cm Tiefe]. Dies entspricht einem atmosphärischen CO₂-Entzug in Höhe von rd. 4558 t/CO₂. Nicht berücksichtigt wurden mögliche [positive wie negative] Veränderungen des C-Vorrates im Boden, bzw. der Streuauflage [siehe Kapitel 2.2.1]. Da die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und Humuspflege einer der Grundsätze naturgemäßer Waldwirtschaft ist, wird jedoch davon ausgegangen, dass sich in beiden Kompartimenten [Streuauflage und Boden] der C-Vorrat perspektivisch nicht verändert, bzw. eher zunimmt.

2025			2065		
	Abteilung 8040 [t C]			Abteilung 8040 [t C]	
Ober- und Unterstand	375,5		Waldbestand	333,2	
Nachwuchs				271,8	
Gesamtbestand	375,5	37%		605,0	49%
Streuauflage	139,0	14%	Streuauflage	139,0	11%
Boden	498,0	49%	Boden	498,0	40%
Gesamt [t C]	1013		Gesamt	1242	
CO₂ [t]	3716			4558	

Tab. 8: Nach Kompartimenten getrennte Gegenüberstellung der C Bilanzierung 2025 und 2065 für die gesamte Abteilung 8040 [7,456 ha]

Nach Kompartimenten getrennt ist die Verteilung des C-Vorrates zum Zeitpunkt der Inventur [2024] sowie im Jahr 2064 nachstehender Abb. 6 zu entnehmen.

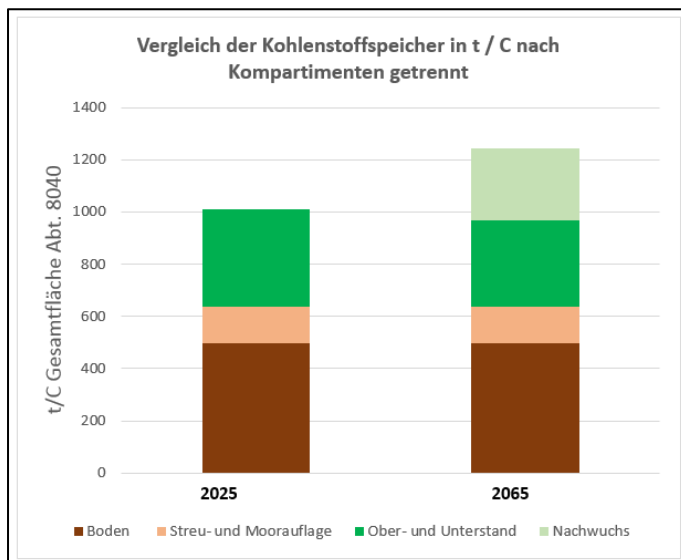


Abb. 5: Vergleich der C-Speicherung 2025 und 2065.

3.3 Quantifizierung der Substitutionseffekte

Holzprodukte sind Kohlenstoffspeicher und können es – je nach Einsatz – über lange Zeiträume hinweg bleiben. Je mehr andere CO₂ verursachenden Materialien durch Holzprodukte ersetzt werden, desto mehr CO₂-Emissionen können verhindert werden: der so genannte „Substitutionseffekt“. Diese Substitution hat positive Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz, weil bei der Herstellung von Stahl, Ziegeln etc. mehr CO₂ freigesetzt wird und oft der Aufwand an fossiler Energie (Öl, Kohle) für deren Herstellung und den Transport viel höher ist. Im Unterschied zu diesen Produkten kann Holz am Ende seines Lebenszyklus sogar auch noch energetisch genutzt werden und auch an dieser Stelle fossile Energieträger ersetzen (substituieren). Möglichst viele Materialien durch Holz zu ersetzen, ist für die Verringerung des CO₂-Ausstoßes und somit für die Abschwächung des Klimawandels sinnvoll.

Aus dem im F 2025 erfolgten Einschlag im Zuge der Bestandespflege in Höhe von insgesamt 393 Efm sowie den modellierten Nutzungsmengen (2025 bis 2065) in Höhe von insgesamt 1416 Efm errechnet sich für die gesamte Abt. 8040 eine Holzmasse von insgesamt 1809 Efm. Der darin gespeicherte C-Anteil beläuft sich auf rd. 420 t/C (Tab. 9).

Abt. 8040						
Abgeleitete reale, bzw. modellierte Nutzungsmengen in Efm und daraus abgeleitete C-Anteile						
		Kiefer	Eiche	Roterle	Birke	Σ
F 2025	ausgewiesene Nutzungsmenge	245	30		118	
2025 bis 2056 (simulierter Nutzungsanfall)	8040 a1	139	56			
	8040 a2	150	120			
	8040 a3			122		
	8040 b1	56			68	
	8040 b2	705				
in Summe [Efm]		1295	206	122	186	1809
Holzdichte , baumartenspezifisch		0,4307	0,4873	0,5642	0,6100	
C-Anteil		0,5	0,5	0,5	0,5	
		Kiefer	Eiche	Roterle	Birke	Σ
F 2025		53	7		36	
2025 bis 2056 (simulierter Nutzungsanfall)	8040 a1	30	14			
	8040 a2	32	29			
	8040 a3			34		
	8040 b1	12			21	
	8040 b2	152				
in Summe [t/C]		279	50	34	57	420

Tab. 8: Zusammenstellung der bereits erfolgten, bzw. modellierten Einschlagsmengen (Efm) sowie C-Anteile für den Zeitraum 2025 bis 2065, Abt. 8040.

Zur Quantifizierung des Substitutionseffektes wird die in dem 40-jährigen Untersuchungs-zeitraum anfallende Holzmenge aus den modellierten Pflege- und Ernteeingriffen mit Hilfe eines Holzverwendungsschlüssels unterschiedlichen Produkten sowie anschließend vier Holzproduktklassen zugeordnet. Bei den vier Holzproduktklassen handelt es sich um „Produkte mit langer Lebensdauer“ (PIL, mittlere Lebensdauer 50 Jahre), „Produkte mit mittlerer Lebensdauer“ (PmL, mittlere Lebensdauer 25 Jahre), „Produkte mit kurzer Lebensdauer“ (PkL mittlere Lebensdauer 3 Jahre) und „Energieholz“ (E).

In Anlehnung an den Ansatz der Kohlenstoffstudien für Niedersachsen und Schleswig-Holstein (Wördehoff et al. 2011, 2012) wurde zunächst ein Holzverwendungsschlüssel unter Berücksichtigung der vorliegenden Einschlagsdaten (F 2025) und verkauften Sortimente (Produkte) abgeleitet (Tab. 9). Demnach verteilt sich das angefallene Nadelholz (Kiefer) zu rd. 40 % auf das Produkt Sägeholz (Abschnitte) und 60 % Industrieholz (OSB-Platte und Palettenholz). Im Fall des Laubholzes wird angenommen,

dass 27 % des Holzanfalls als Sägeholz, 26 % als Industrieholz und weitere 47 % als Energie-/Brennholz langfristig vermarktet werden können.

Holzverwendungsschlüssel in Anlehnung an den Holzeinschlag F 2025		Sägeholz	Industrieholz OSB-Platte und Palette	Brennholz	Einschlags- mengen 245 in Σ
Einschlag [Efm]	Kiefer	83	162		
Nadelholz		40%	60%		
Einschlag [Efm]	Eiche	40	25	35	100 in Σ
Einschlag [Efm]	Birke		13	35	48 in Σ
		40	38	70	148 in Σ
Laubholz		27%	26%	47%	
					393 in Σ

Tab. 9: Holzverteilungsschlüssel abgeleitet aus der Produktzuordnung des aktuellen Einschlags im F2025, Abt. 8040.

In einem zweiten Schritt werden die verschiedenen Produkte den vier Hauptproduktklassen mit unterschiedlicher Lebensdauer zugeordnet.

- Ausgehaltenes Brennholz wird der Produktklasse „Energieholz“ (E) zugeordnet.
- Industrieholz (OSB- und Palettenholz) wird der Produktklasse mit mittlerer Lebensdauer“ (PmL) zugeordnet.
- Bei der Zuordnung von Sägeholz zu den vier verschiedenen Produktklassen werden die folgenden, weitergehenden Annahmen getroffen (Wördehoff et al. 2011, 2012):

Der Ausbeutungsgrad bei der Schnittholzproduktion beläuft sich auf 61 % (Nadelholz), bzw. 64 % (Laubholz). Die Koppelprodukte (Sägenebenprodukte) werden im Fall beider Holzarten-gruppen zu 44 % der Produktklasse PmL (Produkte mit mittlerer Lebensdauer) sowie zu 18 % der Klasse Produkte mit kurzer Lebensdauer (PkL) und zu 38 % der Klasse Energieholz zu-geordnet.

Die sich daraus ergebende prozentuale Verteilungsschlüssel auf die unterschiedlichen Produktklassen ist Tab. 10 zu entnehmen.

	Nadelholz	Laubholz	Zuordnung Produktklasse
Sägeholz			
Ausbeutungsgrad bei d. Schnittholzproduktion	61%	64%	PIL
Koppelprodukte (Sägenebenprodukte)	17%	16%	PmL
	7%	6%	PkL
	15%	14%	E
	100%	100%	

Tab. 10: Verteilungsschlüssel für das Produkt Sägeholz auf die 4 Produktklassen

Produkte mit langer Lebensdauer“ (PIL), „Produkte mit mittlerer Lebensdauer“ (PmL), „Produkte mit kurzer Lebensdauer“ (PkL) und „Energieholz“ (E) (Quelle Würdehoff et al. 2011, 2012).

Auf Grundlage des Holzverwendungsschlüssels sowie der prozentualen Zuordnung der Produktmengen auf die vier verschiedenen Produktklassen wurden die modellierten Nutzungsmengen (siehe Tab. 8) den vier Produktklassen zugeordnet und der C-Vorrat des Produktspeichers berechnet. Die jeweiligen Durchforstungsmengen wurden zuvor mit den baumartenspezifischen Raumdichten in Massen und anschließend mit der C-Konzentration von 50 % in C-Vorräte umgerechnet (Tab. 8, unten).

Abb. 6 zeigt getrennt nach Produktklassen den akkumulierten C-Vorrat [t/C] im Produktspeicher 2065.

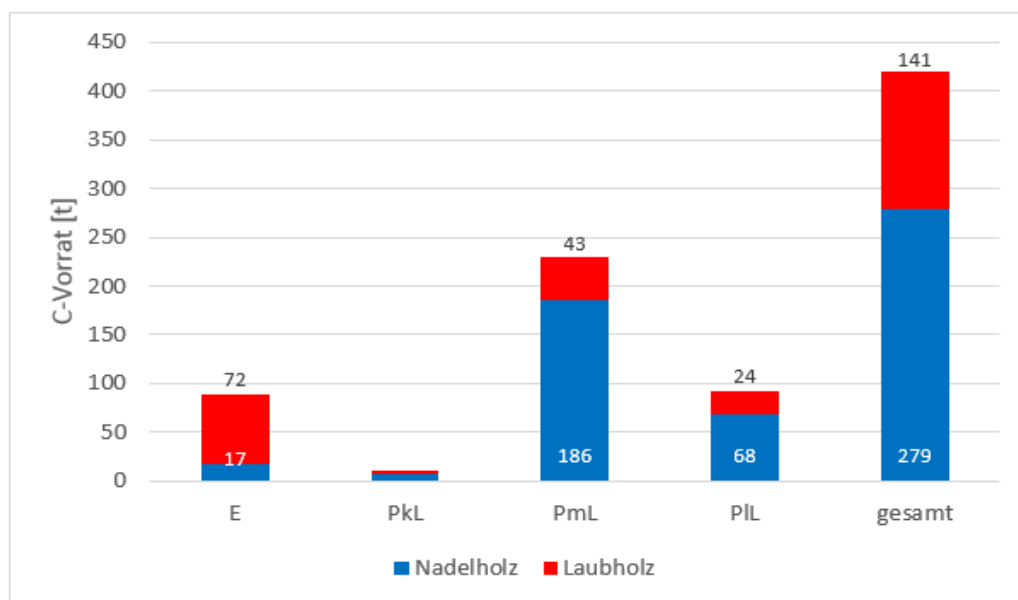


Abb. 6: Akkumulierter C-Vorrat [Mio. t C] im Produktspeicher 2065 getrennt nach Produktklassen (E = Energieholz, PkL, PmL, PIL = Produkte mit kurzer, mittlerer und langer Lebensdauer) sowie nach Laub- und Nadelholz.

Die insgesamt 420 t/C verteilen sich demnach zu 21 % auf die Produktklasse Energieholz. Die Produktklasse PkL [kurze Lebensdauer] hat einen rechnerischen Anteil von lediglich 2 %, die Produktklassen PmL [mittlere Lebensdauer] und PIL [lange Lebensdauer] hingegen rechnerische Anteile von 55 %, bzw. 22 %. In beiden Produktklassen sind entsprechend der Baumartenverteilungen in den Ausgangsbeständen [2025] sowie den modellierten Eingriffs-folgen die Nadelholzanteile höher.

Die Berechnung des energetischen Substitutionseffektes beruht auf Untersuchungen, wonach bei der Verbrennung von Nadelholz mit einem Wassergehalt von 20 % im Vergleich zur entsprechenden Menge Heizöl 1,401 t CO₂ pro verwendeter Tonne Holz eingespart werden. Bei Laubholz liegt dieser Wert bei 1,345 t CO₂/t Holz [Pflüger-Grone 2007].

Multipliziert man die Massen der Produktklasse Energieholz, getrennt nach Laub und Nadelholz, mit den genannten Faktoren ergibt sich ein Substitutionseffekt von rd. 120 t CO₂ die sonst bei der Verbrennung von Heizöl in die Atmosphäre gelangen würden.

4. Einsatzoptionen von Kaffeesatz zur Bodenmelioration

Kaffeesatz besteht aus verschiedenen Inhaltsstoffen, darunter Stickstoff, Phosphor, Kalium, Gerbsäuren, Antioxidantien und Spuren von Koffein [durchschnittlich 2 % Stickstoff, 0,4 % Phosphor und 0,8 % Kalium]. Diese Nährstoffe sind auch in handelsüblichen Düngeprodukten enthalten. In Verbindung mit seiner Düngewirkung kann Kaffeesatz daher nahezu unbedenklich im Garten eingesetzt werden, in Abhängigkeit des pH-Wert des Kaffeesatzes ist lediglich eine mögliche Bodenversauerung im Blick zu behalten. Die Düngewirkung von Kaffeesatz ist jedoch nicht besonders groß. Der oberflächlich eingearbeitete Kaffeesatz bringt organische Substanz ins Beet, düngt leicht und lockt Regenwürmer an, die den Boden auflockern und damit für ein gesundes Bodenleben sorgen.

Die meisten Wälder sind ausreichend mit Nährstoffen versorgt. Nur beim Auftreten von Mangelerscheinungen ist es sinnvoll zu düngen, nicht aber um den Holzzuwachs zu steigern. Im Wald zu düngen ist daher nur in wenigen Ausnahmefällen gerechtfertigt. Zudem ist im Holz nur ein Minimum an Nährstoffen gebunden. Die Entzugszahlen an Nährstoffen in der forstlichen Produktion sind daher ungleich geringer als in der Landwirtschaft. Aufgrund dieser Tatsache kann auf den meisten Waldstandorten nachhaltige Waldbewirtschaftung ohne Düngung betrieben werden. Da Kaffeesatz wie erwähnt eine nur geringe Düngewirkung hat wird die Ausbringung unter dem Aspekt „Düngung“ kritisch beurteilt [verworfen]. Vor dem Hintergrund das Waldböden nicht

flächig befahren werden sollen stellt sich zudem die Frage nach der technischen Ausbringung und den damit verbundenen Kosten.

Waldböden sind im Vergleich zu den intensiv vom Menschen genutzten Agrarböden in einem sehr naturnahen Zustand und daher besonders schützenswert. Sie bilden die Grundlage für intakte Waldökosysteme mit vielfältigen Funktionen für den Naturhaushalt der Erde. Der Schutz der vielfältigen Bodenfunktionen ist daher Gegenstand zahlreicher Bundes- und Landesgesetze.

Landeswaldgesetz Mecklenburg-Vorpommern

Im Rahmen seiner Verpflichtung zu einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft hat der Waldbesitzer insbesondere den Boden und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten sowie ein flächiges Befahren des Waldes zu vermeiden (§ 12 LWaldG M-V).

Landesbodenschutzgesetz Mecklenburg-Vorpommern

Alle, die auf Boden einwirken oder beabsichtigen, auf Boden einzuwirken, haben sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen, insbesondere bodenschädigende Prozesse, nicht hervorgerufen werden (§1 LBodSchG M-V).

Zur Sicherung der Bodenfunktionen lässt die Landesregierung MV seit 2017 im Rahmen des „vorsorgenden Bodenschutzes“ zudem ein 3-teiliges Bodenschutzprogramm erarbeiten was darauf ausgerichtet ist die Funktionen des Bodens zu sichern, zu erhalten oder wieder-herzustellen.

Auf Grund dieser Rechtslage wird die Einbringung von Kaffeesatz ohne detaillierte wissenschaftliche Vorabuntersuchungen, mit dem Ziel den unschädlichen (positiven) Einfluss von Kaffeesatz auf das Waldökosystem nachzuweisen, derzeit zuallererst von rechtlicher Seite aus für fraglich (undurchführbar) gehalten.

Für eine effiziente und kostengünstige Verwendung von Kaffeesatz im Sinne nachhaltiger Kreislaufwirtschaft werden vielmehr Einsatzmöglichkeiten in der industriellen Kompost-produktion, in der biologischen Landwirtschaft sowie als Energiequelle oder als Materialersatz (anstelle Plastik) gesehen. Hierfür existieren bereits ausreichende Beispiele.

5. Literaturverzeichnis

- Burschel, P.; Kürsten, E.; Larson, B. C., 1993: Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt – Eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, 126, 135 S.
- Freibauer, A.; Drösler, M.; Gensior, A.; Schulze, D., 2009: Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. Natur und Landschaft, 84[1].
- Hansen, J.; Nagel, J., 2014: Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS – Anwendung und theoretische Grundlagen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 11, Universitätsverlag Göttingen.
- Höper, H., 2007: Was haben Moore mit dem Klima zu tun? Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Hannover.
- Klein, D.; Schulz, C., 2012: Die Kohlenstoffbilanz der Bayerischen Forst- und Holzwirtschaft. Abschlussbericht. LWF, Band 9/2012. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising.
- Nagel, J.; Duda, H.; Hansen, J., 2006: Forest Simulator BWINPro7. Forst und Holz, 61, S. 427–429.
- Oehmichen, K. et al., 2011: Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald. Johann Heinrich von Thünen-Institut [vTI], Landbauforschung, Sonderheft 343.
- Paul, C.; Weber, M.; Mosandl, R., 2009: Kohlenstoffbindung junger Aufforstungsflächen. Karl-Gayer-Institut in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München, 70 S.
- Pflüger-Grone, H., 2007: Energieträger Holz – Ein umweltverträglicher und ökologischer Brennstoff. Broschüre des Kompetenzzentrums HessenRohstoffe [HeRo] e.V., Witzenhausen.
- Rüter, S., 2010: Einbeziehung von Holzprodukten in die Klimapolitik. Holz-Zentralblatt, 136[25], S. 623–624.

- Russ, A.; Rieck, W.; Martin, J., 2011: Zustand und Wandel der Waldböden Mecklenburg-Vorpommerns. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern, Heft 9, 108 S.
- Schupert, A., 2010: Organisch gebundener Kohlenstoff im Waldboden. LWF aktuell, 78, S. 11–14.
- Wördehoff, R.; Spellmann, H.; Evers, J.; Nagel, J., 2011: Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 6, Universitätsverlag Göttingen, 92 S.
- Wördehoff, R.; Spellmann, H.; Evers, J.; Chian, T. A.; Aydin, N.; Nagel, J., 2012: Kohlenstoffstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), Göttingen, 104 S.
- Zeitz, J., 2009: Moore – Ökologie und Standortverhältnisse als Grundlage für die Bewirtschaftung. Vortrag, Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde. [Online verfügbar unter: https://wasserblick.net/servlet/is/136947/Vortrag_Dr.Zeitz_Moorboeden.pdf]

6. Anhänge

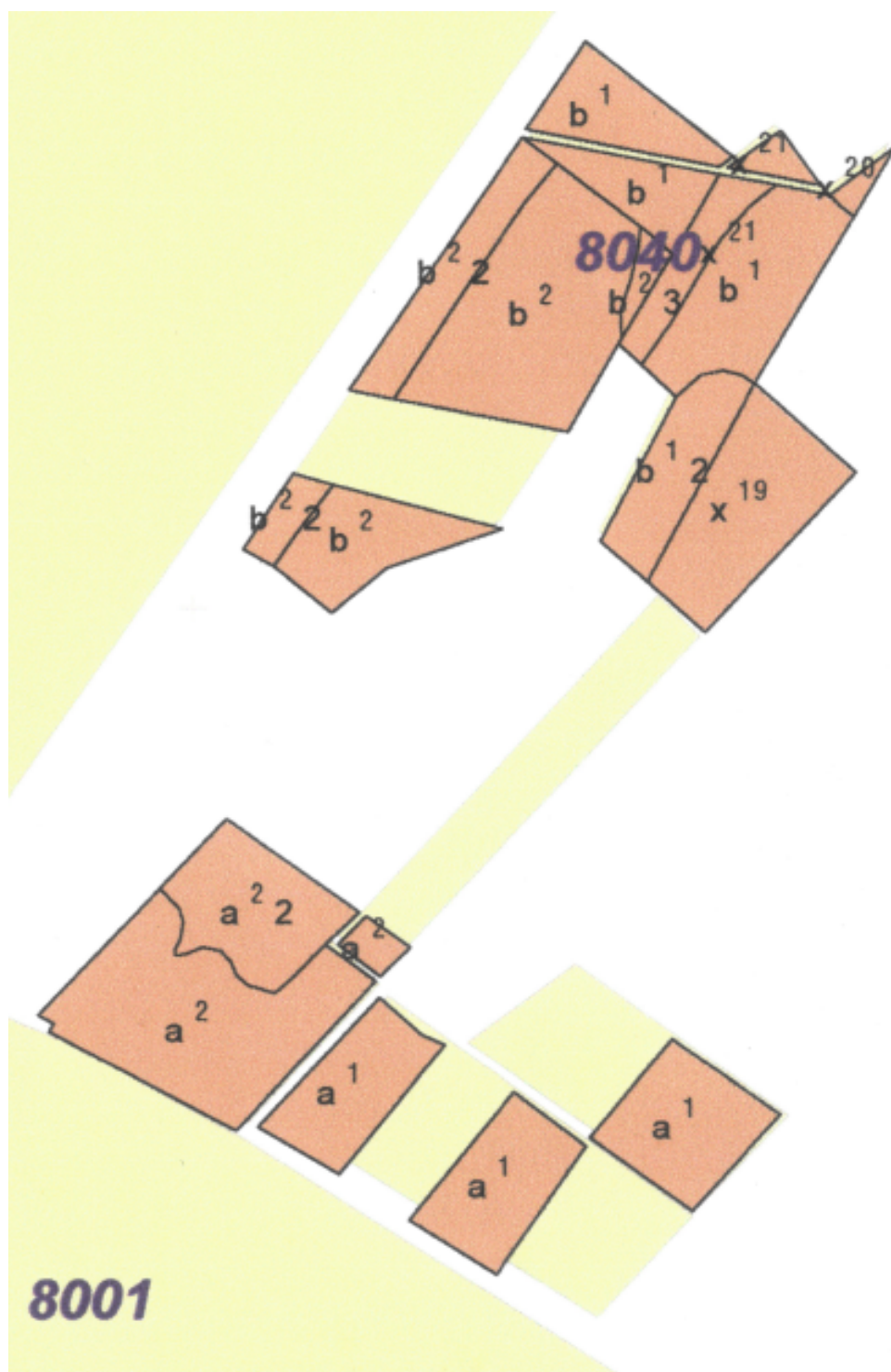
- Luftbilder mit Flurstücken, nördlicher (oben) und südl. (unten) Teilbereich der Abt. 8040. Luftbild mit Standortsinformationen Abt. 8040. Forstgrundkarte, Ausschnitt zur inneren Einteilung in Abt. 8040.



Quelle: Liegenschaftskataster GeoPortal.MV,
https://www.geoportal-mv.de/portal/Suche/Themenkarten/Liegenschaftskataster_und_Grundstueckswerte



Quelle: GeoPortal.MV, Themenkarte Umwelt und Naturschutz, Fachkarte Forstwirtschaft
<https://www.geoportal-mv.de/gaia/gaia.php>



Quelle: LAFOS Dienstleistungs GmbH