



Von Fichtenmonokultur zu artenreichem Mischwald



Inhalt

Inhalt	1
Tabellenverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
Zusammenfassung	6
1. Hintergrund	8
1.1. Untersuchungsfläche	9
1.2. Zielkonflikte	12
1.3. Darstellung der Zusätzlichkeit	12
2. Methoden	14
2.1. Datenerhebung	14
2.2. Datenauswertung	16
2.2.1. Kohlenstoffvorrat	16
2.2.2. Naturnähe	16
2.2.3. Floristische Vielfalt	16
2.2.4. Strukturelle Diversität	17
2.2.5. Verjüngung	17
2.2.6. Totholz	17
3. Ergebnisse und Darstellung des Ist-Zustands	18
3.1. Kohlenstoffvorrat	19
3.2. Naturnähe	19
3.3. Bewertung der floristischen Vielfalt	19
3.4. Strukturelle Diversität	20

3.5.	Verjüngung	20
3.6.	Totholz	21
3.7.	Habitatstrukturen	21
4.	Referenzszenario	23
5.	Prognostizierter Ziel-Zustand	24
5.1.	Naturnähe	24
5.2.	Kohlenstoffvorrat	24
5.3.	Anforderungen	25
5.4.	Gesamtdarstellung ÖSL	27
5.5.	Management von Risiken und Wahrung der Permanenz	29
5.6.	Darlegungen für Monitoring	29
6.	Deckungsbeiträge	30
7.	Beigefügte Unterlagen	32
8.	Anhang	34
	Literaturverzeichnis	35
	Impressum	36
	Kontakt	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der floristischen Evenness-Indizes für die Baum- und Krautschicht	20
Tabelle 2: Übersicht der gegenwärtigen und zukünftigen erreichten Ökosystemleistungen	28
Tabelle 3: Vergleich der Einnahmen und Ausgaben zwischen Projekt- und Referenzszenario für die Projektlaufzeit von 20 Jahren	31
Tabelle 4: Artenliste krautige Arten	34
Tabelle 5: Koordinaten der Plots	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geographische Lage der Projektfläche südöstlich von Hechingen-Stetten am Fuße der Schwäbischen Alb	9
Abbildung 2: Detailansicht der Projektfläche	10
Abbildung 3: Klimadiagramm von Hechingen mit jährlichen Verläufen von Temperatur und Niederschlägen	11
Abbildung 4: Positionierung der Teilflächen (Plots à 500 m ²) zur Vegetationserfassung sowie dendrometrischer Parameter	14
Abbildung 5: Verteilung Brusthöhendurchmesser je nach Baumart unter Angabe der Baumanzahl	18
Abbildung 6: Entwicklung Vorratsfestmeter (Vfm) und CO ₂ -Vorrat im Referenzszenario	23
Abbildung 7: Entwicklung Vorratsfestmeter (Vfm) und CO ₂ -Vorrat im Projektszenario	25
Abbildung 8: Entwicklung CO ₂ -Vorrat im Referenz- und Projektszenario	27

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
BHD	Brusthöhendurchmesser
CO ₂ eq	Kohlendioxid-Äquivalent
Efm	Erntefestmeter
H/D-Wert	Verhältnis Baumhöhe zu Brusthöhen-Durchmesser
ÖSL	Ökosystemleistungen
Vfm	Vorratsfestmeter
VSG	Vogelschutzgebiet

Projektlaufzeit

06/2025 – 06/2045

Projektumsetzung

Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH
Gerhard-Koch-Straße 2
73760 Ostfildern

Projektbearbeitung

Dr. Janet Maringer und Linus von Ehren,
Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH

Im Auftrag der Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg

Projekt-/Maßnahmenträger

Oliver Beck
Kapellenstraße 11/1
72379 Hechingen-Weilheim

Der Antragsteller ist gleichzeitig Maßnahmenträger und im Besitz der Fläche.

Flächenverfügbarkeit: Nicht-Überplanungsbestätigung liegt vor

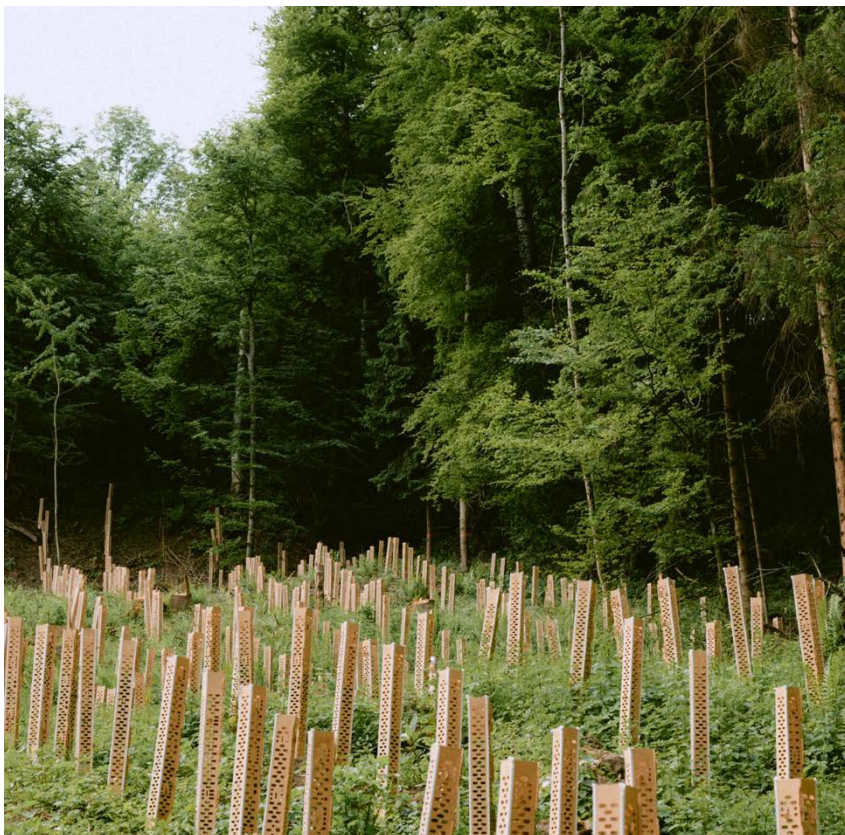
Eigentumsverhältnisse: Grundbuchauszug liegt vor

Erklärung zum Ausschluss der Doppelförderung liegt vor

Zusammenfassung

Um den Prozess zur Schaffung klimaresilienter, artenreicher Wälder in Baden-Württemberg zu unterstützen, fördert die Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg (KSS) im Bereich „Waldumbau“ Leistungen zur Kohlenstoffspeicherung und zur Erhöhung der Arten- und Strukturvielfalt (Ökosystemleistungen).

Nach Umsetzung der Maßnahmen auf der Fläche werden im Rahmen eines Zertifikatemodells sog. Naturprämien generiert, die die Klimaschutzstiftung Unternehmen und anderen Dritten gegen Spendenzahlungen anbietet. Diese „Naturprämien“ verbrieften die Umsetzung klima- und naturschutzfördernder Maßnahmen auf Flächen, die in Baden-Württemberg gemäß des von der KSS entwickelten Standards umgesetzt wurden.



Mit einer Projektlaufzeit von vorerst 20 Jahren mit Option auf viermalige Verlängerung unterstützt das vorliegende Projekt den Umbau von einem gegenwärtig struktur- und artenarmen Fichtenforst in einen artenreichen Mischwald.

Zur Dokumentation des Ist-Zustandes, zur Planung von Waldumbaumaßnahmen und zur Erhöhung von Ökosystemleistungen, wurde der Baumbestand und die krautige Vegetation im Winter bzw. Frühsommer 2023 erfasst.

Gegenwärtig ist der ca. 45 Jahre alte Wald fichtendominiert (82,1 %). Die Bestandsdichte ist durch den Pflegerückstand außerordentlich hoch (686 Stämme/ha), wodurch viele Bäume abgängig sind, und eine zukunftsfähige Verjüngung ausbleibt. Die Kohlenstoffspeicherung in der ober- und unterirdischen Biomasse ist mit 395 Tonnen CO₂/ha als gering einzustufen.

Die geplanten Maßnahmen sehen einen Umbau hin zu einem artenreichen Mischwald mit mindestens fünf Baumarten vor. Durch das zeitlich versetzte Pflanzen entsteht zudem eine Altersstruktur, welche wiederum positive Auswirkungen auf die Struktur- und damit Artenvielfalt hat.

Im Ziel-Zustand wird erwartet, dass die Projektfläche sich von einem fichtendominierten, naturfernen Wald zu einem artenreichen Mischwald entwickelt.

Konkret wird ein Anteil von 47 % Buchen, 32,4 % Edellaubbäumen (Spitzahorn, Speierling, Elsbeere, Hainbuche) und 20,6 % Eichen erwartet und angestrebt¹. Die dadurch erhöhte Klimaanpassung sowie Arten- und Strukturvielfalt wird die Ökosystemleistungen der Projektfläche im Projektzeitraum deutlich steigern.

Quantitative Aussagen auch in Bezug auf den Ist-Zustand können erst durch die regelmäßigen Monitorings (im fünfjährigen Rhythmus) dargestellt werden.

In Bezug auf die Kohlenstoffspeicherung wird die Projektfläche durch die Wiederaufforstung in den ersten Jahren nach Bestandsgründung zu einer THG-Quelle, aufgrund von überwiegenden C-Zersetzungsprozessen im Boden im Vergleich zur Streuproduktion sowie der Entnahme des Altbestandes. Erst mit einem Bestandsalter von über 40 Jahren dreht sich dieser Effekt um.



¹ Die Angaben zur prozentualen Verteilung erfolgte in Absprache mit dem Flächeneigentümer und dem Revierförster im Mai 2023

1. Hintergrund

Die Klima- und Biodiversitätskrise sind die zwei größten gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Nur klimaresiliente, artenreiche Wälder können dem zunehmenden Klimawandel standhalten.

Um diesen Veränderungsprozess zu unterstützen, hat die Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg freiwillige, regionale Naturprämien entwickelt. Diese bietet die Klimaschutzstiftung Unternehmen und anderen Dritten gegen Spendenzahlungen an.

Im vorliegenden Projekt soll hierfür ein gegenwärtig arten- und strukturarmer naturferner Fichtenforst von 0,68 Hektar in einen klimaresilienten Mischwald unterschiedlicher Altersstrukturen umgebaut werden. Die Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH wurde mit der Detailplanung und Bilanzierung vorhandener und zukünftiger Ökosystemleistungen beauftragt.

Dieser Projektbericht beschreibt den Ausgangszustand vorhandener ÖSL (Ist-Zustand), leitet davon Maßnahmen zum Waldumbau ab und legt angestrebte ÖSL im Ziel-Zustand dar, welche durch Monitorings im Abstand von fünf Jahren quantifiziert werden.



1.1. Untersuchungsfläche

Die 0,68 Hektar große Projektfläche (ETRS 1989 UTM-Zone 32N, 500384, 5354405) liegt am Fuße der Schwäbischen Alb südöstlich von Hechingen-Stetten (Gemarkung), im Landkreis Zollernalb, und umfasst die Flurstücke 881, 885, 884/1 und 884/2 (→ Abbildung 1). Naturräumlich liegt die Projektfläche an der Grenze zwischen Schwäbischer Alb und dem Schwäbischen Keuper-Lias-Land.

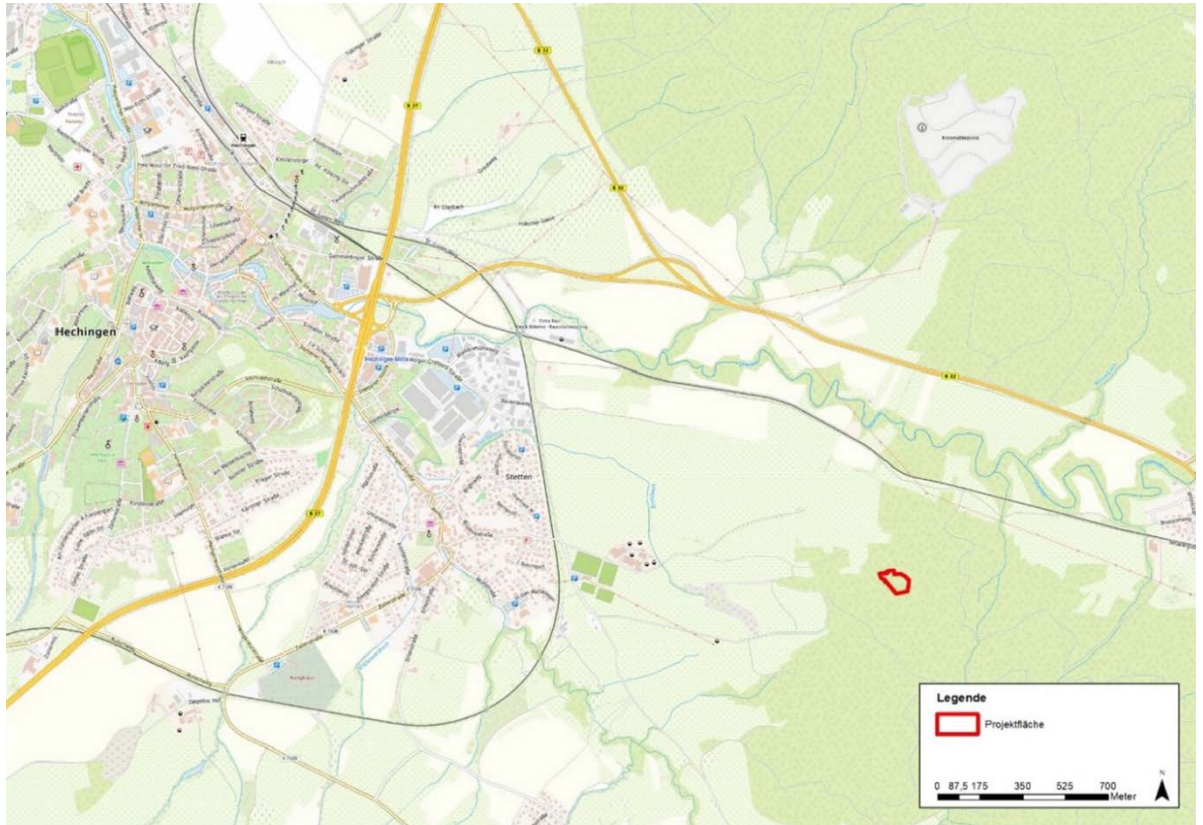


Abbildung 1: Geographische Lage der Projektfläche südöstlich von Hechingen-Stetten am Fuße der Schwäbischen Alb (Hintergrundkarte © LGL)

Mit einer nördlichen Exposition und einer Höhe von 580 m ü.N.N wird die Projektfläche gegenwärtig von Fichten bestockt (→ Abbildung 2). Es handelt sich um eine Aufforstung, die nach einer kompletten Bestandsrodung im Winter 1978/1979 vorgenommen wurde. Die Bäume zeugen davon, dass es zu dieser Zeit einen Hangrutsch gegeben haben muss, der die gesamte Projektfläche durchzieht. Daraus resultiert eine unruhige Topografie.

Aktuell befindet sich die Projektfläche in einem starken Pflegerückstand, da seit der Aufforstung kein Eingriff mehr stattfand. Die Bäume stehen daher sehr eng und weisen ein geringes Dickenwachstum auf. Im Unterwuchs ist kaum natürliche Verjüngung zu finden.

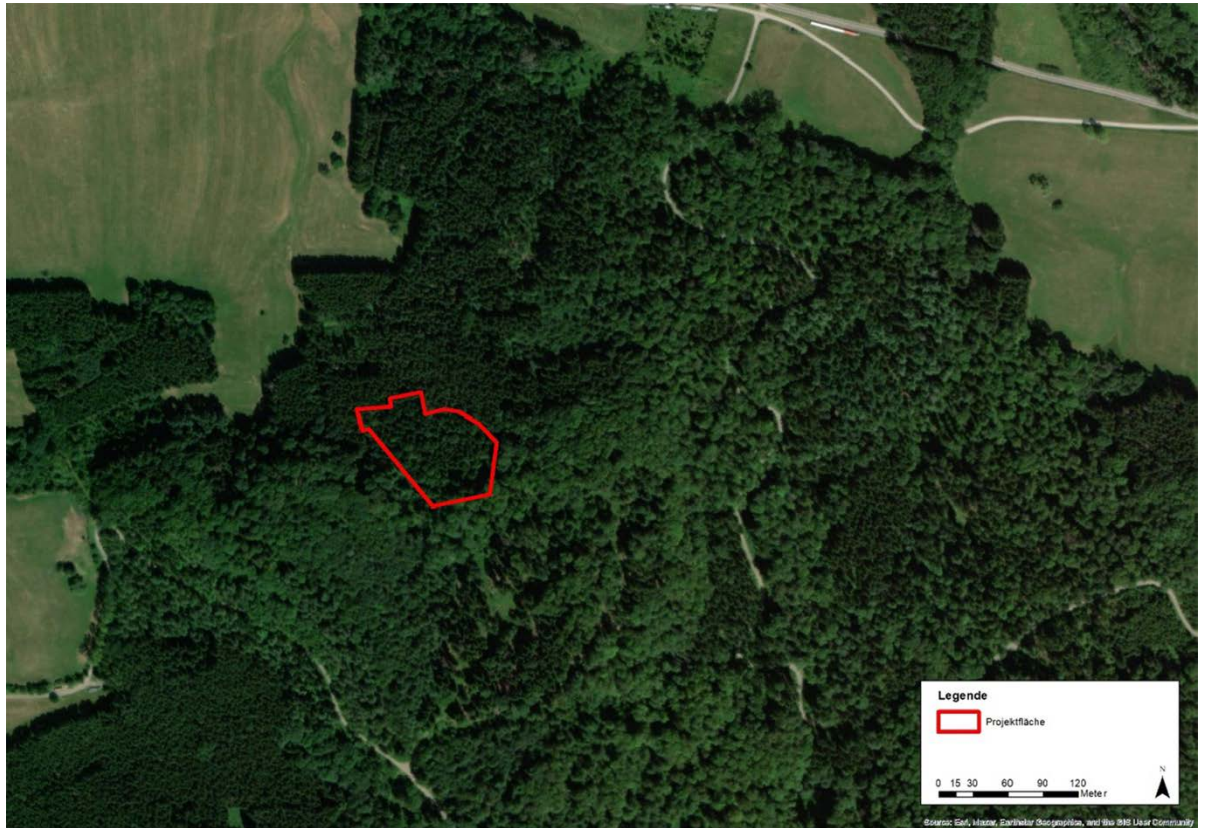


Abbildung 2: Detailansicht der Projektfläche

Als Ausgangsgestein dominiert Mitteljura mit feingeschichtetem, dunkelgrauem bis schwarzem Tonstein². In Kombination mit jährlichen Niederschlägen von 1095 mm und Jahresdurchschnittstemperaturen von 8,8 °C³ (→ Abbildung 3), entwickelte sich über die Zeit ein Pelosol⁴ als Bodentyp.

Das Sturmrisiko auf der Projektfläche wurde anhand der standörtlichen Gegebenheiten und des H/D-Wertes abgeschätzt. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt dominieren Fichten mit durchschnittlichen 14,9 m [$\pm 0,49$] Baumhöhe und 18,13 cm [$\pm 0,69$] Brusthöhendurchmesser. Daraus resultiert ein H/D-Wert von 85,2. Die Sturmgefährdung ist als mittel einzustufen⁵. Orographische Exponiertheit (Albtrauf) und Pelosol als dominierender Bodentyp in Kombination mit zu erwartenden Wetterextremereignissen lässt die Sturmgefahr zusätzlich ansteigen (Almeidasne und Albrecht 2018, Wohlgemuth et al. 2008). Im Zuge der waldbaulichen Maßnahmen hin zu einem artenreichen Mischwald sinkt das Risiko für Störungen.

² <https://www.lgrb-bw.de/> [Zugriff 14.02.2023].

³ <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/baden-wuerttemberg/hechingen-14887/#climate-table> [Zugriff 14.02.2023].

⁴ <https://www.lgrb-bw.de/> [Zugriff 14.02.2023].

⁵ <https://www.wald-prinz.de/der-hd-wert-als-indikator-fur-die-standfestigkeit-eines-baums/3654> [Zugriff 14.02.2023].

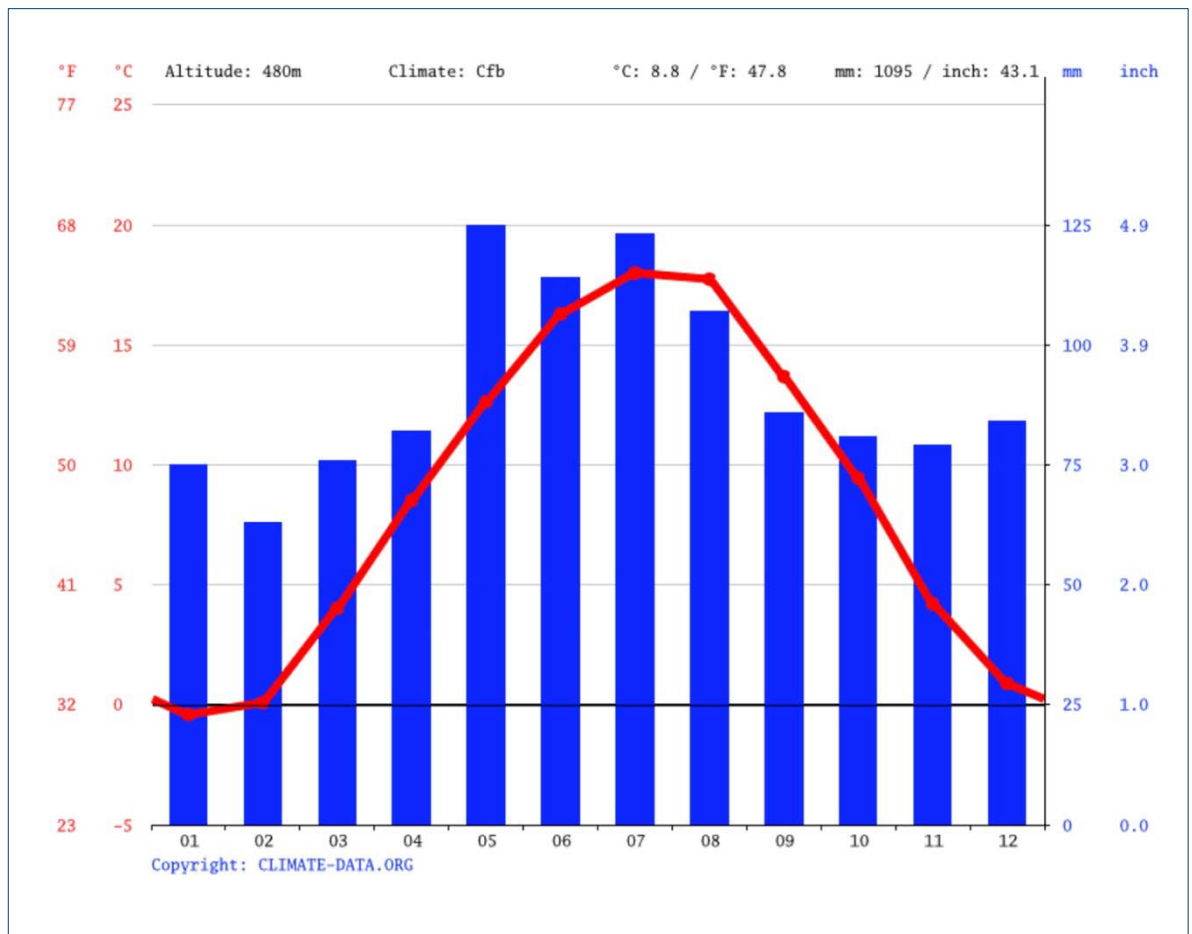


Abbildung 3: Klimadiagramm von Hechingen mit jährlichen Verläufen von Temperatur und Niederschlägen⁶

Um das Waldbrandrisiko auf der Projektfläche einschätzen zu können, werden die Parameter Klima, Topografie und Biomasse berücksichtigt. Das Waldbrandrisiko ist aufgrund der hohen durchschnittlichen Jahresniederschläge (1095 mm) bei gleichzeitig kühlen Temperaturen gering. Nichtsdestotrotz steigt es während sommerlicher Hitzeperioden wie sie 2003 und 2019 zu beobachten waren. Reine Fichtenbestände erreichen ein höheres Waldbrandrisiko. Besonders gefährdet sind dabei Bestände welche sich im Pflege-rückstand befinden, wie es hier der Fall ist. Das Waldbrandrisiko wie auch das Sturmrisiko sinken durch den Umbau hin zu einem Mischwald. Hier entwickelt sich über die Jahre ein Mull-Horizont, welcher eine geringere Entflammbarkeit für Schwelbrände aufweist als Rohhumusauflagen unter Fichtenmonokulturen.

⁶ <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/baden-wuerttemberg/hechingen-14887/>
[Zugriff 14.02.2023].

1.2. Zielkonflikte

Die Projektfläche liegt außerhalb jeglicher Schutzgebiete mit Ausnahme des Vogelschutzgebietes (VSG) „Südwestalb und Oberes Donautal“ (SPA 7820-441)⁷. Bei der Umsetzung des Waldumbauprojekts werden die Erhaltungs- und Entwicklungsziele des VSG berücksichtigt. Diese beinhalten laut VSG-Managementplan (Jäger und Wagner 2022) für das Gebiet der Projektfläche den Erhalt der Horstbäume für Rot- und Schwarzmilan sowie eine naturnahe Waldwirtschaft und die Förderung von Habitatstrukturen. Diese wesentlichen Maßnahmen dienen der Erhaltung und der Entwicklung der Artvorkommen der Waldarten Sperlingskauz, Mittelspecht, Grauspecht, Schwarzspecht und Hohltaube.

1.3. Darstellung der Zusätzlichkeit

Die im Zuge des Waldumbauprojektes durchgeführten Maßnahmen sind nicht gesetzlich verpflichtend. Die Maßnahmen für den Waldumbau erfordern im Vergleich zur aktuellen Bewirtschaftung erhöhte Investitionen. In Folge der gesteigerten Holzentnahme während der Projektlaufzeit von 20 Jahren ist gleichzeitig mit etwas höheren Einnahmen aus dem Holzverkauf zu rechnen. Die Kosten für die Maßnahmen liegen jedoch deutlich über den zu erwartenden Erlösen aus dem Holzverkauf (→ Tabelle 3).

⁷ basierend auf Umweltdaten des Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>)



2. Methoden

2.1. Datenerhebung

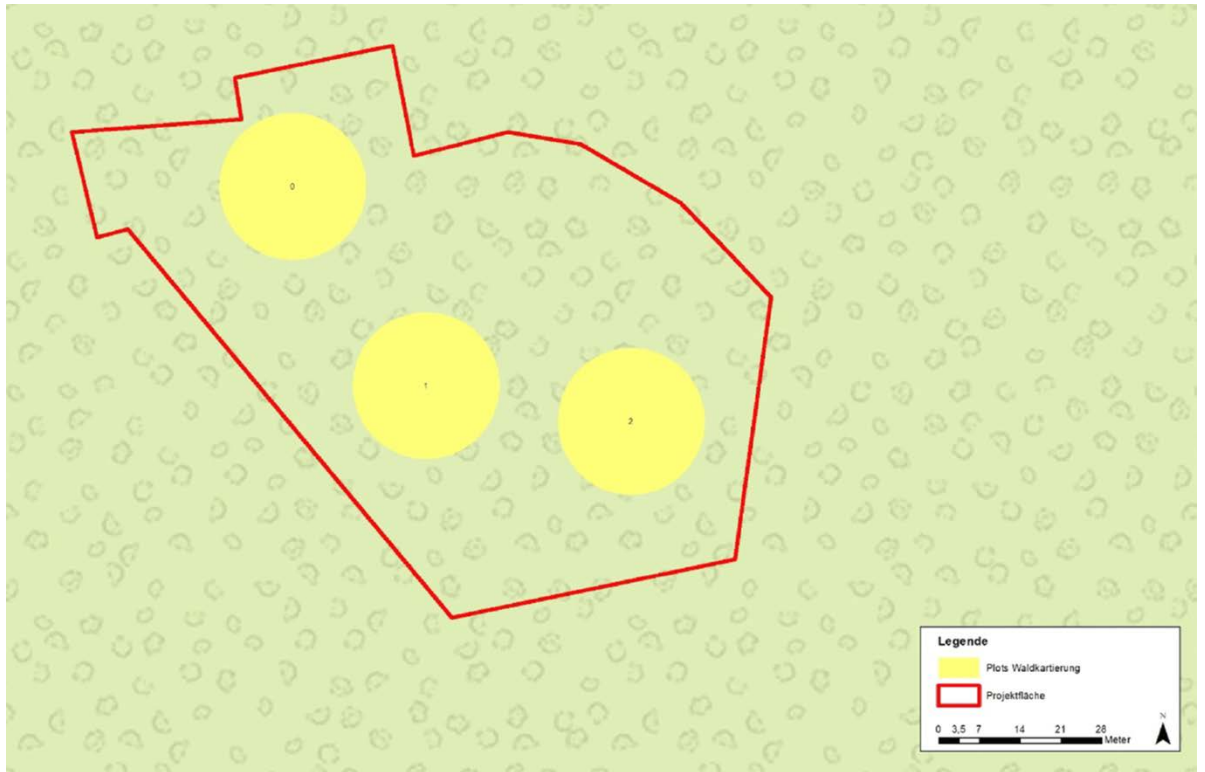


Abbildung 4: Positionierung der Teilflächen (Plots à 500 m²) zur Vegetationserfassung sowie dendrometrischer Parameter

Die Erfassung dendrometrischer Kenngrößen und Vegetationsaufnahmen als Grundlage zur Bestimmung gegenwärtiger Biodiversitäts- und ÖSL-Parameter fanden am 7. Februar und 11. Mai 2023 statt. Bei der Datenerhebung wurde zunächst die Fläche durchschritten, um eventuelle Unterschiede in der Baumartenzusammensetzung und im Bestockungsgrad festzustellen, insbesondere vor dem Hintergrund des Hangrutsches. Zur Datenerfassung wurden drei kreisrunde Teilflächen (Plots) à 500 m² angelegt (→ Abbildung 4; → Tabelle 4). Dabei wurden die Plots so positioniert, dass sie mit einer maximalen Distanz zueinander und vom Rand der Projektfläche entfernt sind. Die Größe der Plots wurde entsprechend der Hangneigung korrigiert (Hennig et al. 2021).

Für jeden Baum (Brusthöhendurchmesser ≥ 1 cm) wurden folgende Parameter erfasst:

- Baumart (Lauber und Wagner 2016)
- Brusthöhendurchmesser in 1,30 m Baumhöhe auf Zentimeter genau
- Vitalitätszustand in den Klassen lebendig und tot. Im Falle von Totholz wurde vermerkt, ob es sich um liegendes oder stehendes Totholz handelt. Liegendes Totholz wurde ab 1 m Länge und einem durchschnittlichen Durchmesser von 20 cm erfasst.
- Baumhöhen wurden geschätzt mittels eines 2 m hohen Jalons für alle Bäume auf Meter genau
- Erfassung von Habitatstrukturen wie Faul- und Mulmhöhlen, Horstbäume, Baumhöhlen sowie Risse und Spalten erfolgte beim ersten Kartiertermin unter Vermerk der Höhe und Exposition

Weiterhin wurden Sträucher und krautige Arten auf Artniveau und mit ihrem Deckungsgrad im jeweiligen Stratum erfasst (Lauber und Wagner 2016). Dabei wurde entsprechend der durchschnittlichen Höhe die Fläche in drei Straten unterteilt. Für die Erhebung der krautigen Vegetation wurde die Projektfläche am 11. Mai 2023 nochmals kartiert. Dabei wurden Sträucher und krautige Arten auf den Plots erfasst und bis auf Artniveau (Lauber und Wagner 2016) bestimmt. Entsprechend der Höhen wurden die Arten in den jeweiligen Straten (Stratum I < 50 cm, 50 cm $>$ Stratum II < 500 cm, Stratum III > 500 cm) notiert.

2.2. Datenauswertung

Die Datenstrukturierung erfolgte mit Microsoft Excel, die Auswertung mit R (R Core Team 2014). Alle graphischen Darstellungen wurden mit den packages ggplot2⁸ und gridExtra⁹ erstellt, Mittelwert- und Varianzberechnung mit dem package psych¹⁰. Die zu erzielenden Kohlenstoffvorräte im Projektszenario wurden mittels Tabellen der LWF, Merkblatt 27¹¹ abgeschätzt.

2.2.1. Kohlenstoffvorrat

Zur Berechnung des Kohlenstoffvorrates der holzigen Biomasse wurden einheitliche Schaftmodelle der Bundeswaldinventur für alle Baumarten (R-package rBDAT Version 0.10.0¹²) verwendet (Kublin 2003). Als Datenbasis wurden oberirdische Speicherorgane (tote und lebendige Bäume) berücksichtigt. Der Anteil unterirdischer Biomasse wurde mit 20 % der oberen Biomasse geschätzt (Aeschlimann 2015). Der Kohlenstoffgehalt [in kg] entspricht der halben Trockenmasse (Burschel et al. 1993) und multipliziert mit 3,67 den entsprechenden CO₂eq. Stehendes Totholz wurde separat mit derselben Formel berechnet. Aufgrund der geringen Datengrundlage und der unzureichenden Methoden blieben andere Kohlenstoffspeicher unberücksichtigt. Die zu erzielenden Kohlenstoffvorräte im Projektszenario wurden mittels Tabellen der LWF, Merkblatt 27¹³ abgeschätzt.

2.2.2. Naturnähe

Zur Einordnung der Naturnähe des Bestandes wurden alle toten und lebendigen Bäume (BHD > 7 cm), sofern eine eindeutige Artenzuordnung möglich war, berücksichtigt. Als naturnah wurde der Bestand kategorisiert, wenn der Hauptbaumanteil mit gesellschaftsfremden Baumarten kleiner 30 % betrug.

2.2.3. Floristische Vielfalt

Getrennt nach Straten erfolgte die Berechnung der Evenness-Indizes wie folgt:

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Mit $H_{max} = \ln S$ und $H' = -\sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i$

⁸ <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html> [Zugriff 27.09.2023].

⁹ <https://cran.r-project.org/web/packages/gridExtra/index.html> [Zugriff 27.09.2023].

¹⁰ <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/index.html> [Zugriff 27.09.2023].

¹¹ https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/mb27_kohlenstoff_2023_rz_web_bf.pdf [Zugriff 27.09.2023].

¹² <https://cran.r-project.org/web/packages/rBDAT/rBDAT.pdf> [Zugriff 30.12.2025].

¹³ https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/mb27_kohlenstoff_2023_rz_web_bf.pdf [Zugriff 27.09.2023].

pi ist der prozentuale Anteil einer Art auf der Teilfläche, S drückt die Gesamtzahl der Arten aus. Der durchschnittliche Evenness-Index des Bestandes wurde als Mittelwert der Evenness-Indizes je Plot berechnet. Für die Berechnung der Indizes wurde das R-Package *vegan*¹⁴ benutzt.

2.2.4. Strukturelle Diversität

Die BHD-Verteilung der Bäume (BHD > 7 cm) wurde als Datenbasis zur Berechnung der strukturellen Diversität (Ed für Varianz der BHD) herangezogen. Dabei wurde der Shannon-Wiener-Index der BHDs (Hd) durch die Anzahl des natürlichen Logarithmus der Durchmesserklassen (Nd) dividiert. Die Durchmesserklassen wurden in Einheiten von 1 cm (gerundet auf die Dezimalstelle) wie bei Dănescu et al. (2016) beschrieben. Auch hier wurde bei der Berechnung der Indizes das R-Package *vegan* benutzt.

$$Ed = \frac{Hd}{\ln(Nd)}$$

2.2.5. Verjüngung

Die Baumartenverjüngung (BHD ≤ 7) wurde klassifiziert nach natürlich, künstlich oder gemischt. Eine Kategorisierung wurde anhand räumlicher Verteilung vollzogen (künstlich: in Reihe oder als Trupppflanzung ggf. mit Verbissschutz gepflanzt, Altersstruktur einheitlich oder natürlich: aus Samen in Clustern, hier überwiegend in Bestandslücken, aufwachsend mit unterschiedlicher Altersstruktur). Vereinzelte Eschen- und Berg-Ahorn-Verjüngung mit einem BHD < 1 cm wird in der Berechnung der Krautschicht zugeordnet.

2.2.6. Totholz

Liegendes Totholz wurde ab einer Länge von über 1 m und einem durchschnittlichen Durchmesser von 20 cm in der nachstehenden Formel berücksichtigt. Die Berechnungsmethode für liegendes Totholz (Vol_{tot} [m³]) unter Berücksichtigung mittlerer Durchmesser (d) von 20 cm und Längen (l) > 1 m berechnet sich wie folgt (Dunger et al. 2008):

$$Vol_{tot} = \frac{\pi * d^2 * l}{4 * 100 * 10}$$

¹⁴ <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html> [Zugriff 30.12.2025].

3. Ergebnisse und Darstellung des Ist-Zustands

Topografie, Umgebung und Angaben des Besitzers sprechen dafür, dass es sich beim Fichtenbestand größtenteils um eine Aufforstung aus den Jahren 1978/1979 handelt, die BHDs bestätigen dies zusätzlich.

Die Projektfläche liegt an der Hangkante der Schwäbischen Alb mit einer Neigung von durchschnittlich 30 %. Auf der Fläche erstreckt sich ein Bergrutsch von geringer Ausdehnung, weshalb die geomorphologischen Gegebenheiten sehr unruhig und uneinheitlich sind. Die Untersuchungsfläche ist von Fichten ($N_{\text{Fichte}} = 652$) dominiert, vereinzelt durchsetzt von Eschen ($N_{\text{Esche}} = 130$). An den Rändern der Fläche geht der Fichtenforst in einen Buchenwald über ($N_{\text{Buche}} = 13$). Der Holzvorrat des Bestandes beläuft sich insgesamt auf 240,06 Vfm (Fichte 197,6 Vfm, Esche 26,56 Vfm, Buche 15,9 Vfm). Bezogen auf 1 Hektar sind dies 358,29 Vfm (Gesamtmenge), 294,9 Vfm (Fichte), 39,6 Vfm (Esche) und 23,7 Vfm (Buche).

Die durchschnittliche Grundfläche liegt bei $35,6 [\pm 2,19] \text{ m}^2/\text{ha}$, wovon $3,73 [\pm 0,48] \text{ m}^2/\text{ha}$ stehendes Totholz einnimmt. Vor dem Hintergrund des sehr engen Baumabstandes (Stammzahl = 686 N/ha) waren viele Fichten abgängig und zu Boden gegangen.

Die Verteilung der BHDs zeigt, dass die Buchen signifikant dicker waren als Eschen und Fichten ($\rightarrow$ Abbildung 5). Sie erreichten durchschnittliche BHDs von $34,48 \text{ cm} [\pm 6,65]$, Eschen $16,87 \text{ cm} [\pm 1,61]$ und Fichten $18,13 \text{ cm} [\pm 0,74]$. Die durchschnittliche Baumhöhenverteilung folgte einem ähnlichen Muster. Hier erreichten Buchen durchschnittlich $21 \text{ m} [\pm 1,50]$, Eschen $11,9 \text{ m} [\pm 1,19]$ und Fichten $15,45 \text{ m} [\pm 0,52]$.

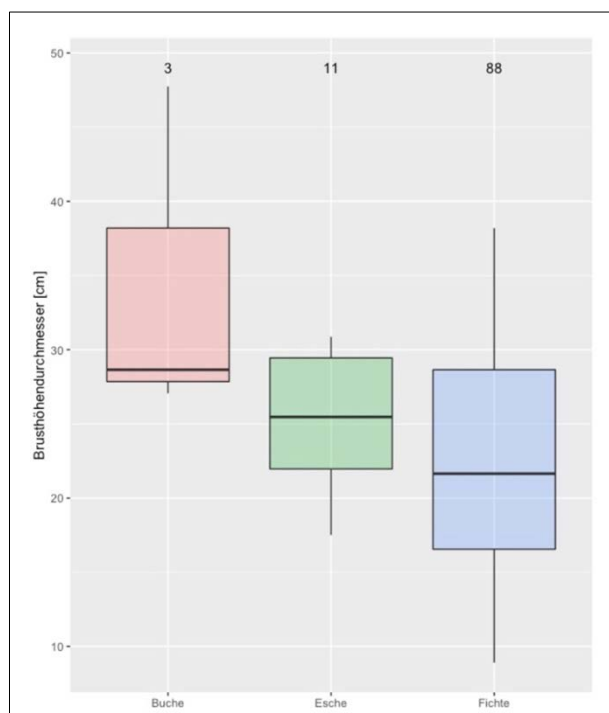


Abbildung 5: Verteilung Brusthöhendurchmesser je nach Baumart unter Angabe der Baumanzahl

3.1. Kohlenstoffvorrat

Gegenwärtig sind im Bestand 265,08 Tonnen CO₂eq gespeichert, davon 247,55 Tonnen CO₂eq in der lebendigen und 17,53 Tonnen CO₂eq in der toten Biomasse. Im liegenden Totholz sind zusätzlich 9,22 Tonnen CO₂eq gespeichert.

3.2. Naturnähe

Die Begehung der Untersuchungsfläche zeigte, dass keine Baumneophyten im Bestand vorhanden sind. Es dominierte die Fichte mit 82,1 %, gefolgt von Eschen (16,2 %) und vereinzelt Buchen (1,72 %). Darauf basierend wird der Waldbestand als naturfern eingestuft.

3.3. Bewertung der floristischen Vielfalt

Der Bestand konnte in drei Straten (Baum-, Strauch- und Krautschicht) unterteilt werden. In der Baumschicht (Höhe > 5 m) wachsen, wie in Kapitel 2.2 beschrieben, Fichten, Eschen und vereinzelt Buchen. Der Evenness-Index wurde mit 0,43 berechnet. Die Strauchschicht (20 cm < Höhe < 5 m) war spärlich und nur in den östlichen Randbereichen ausgebildet. Hier wuchs einzig Holunder (*Sambucus nigra*), weshalb eine Berechnung nicht möglich ist. In der Krautschicht wurden 22 Arten gefunden (→ Tabelle 4). Aufgrund der unterschiedlichen Deckungsgrade beträgt der Evenness-Index 0,84 (→ Tabelle 1). Die Artenzusammensetzung ist typisch für einen fichtendominierten Wald. Rote Liste Arten waren nicht vorhanden.

Evenness-Wertspannen	Baumschicht	Krautschicht	Interpretation
0,75 – 1,00		0,84	Hohe Gleichverteilung der Baumdurchmesser (BHD), damit attraktiv für die Fauna
0,50 – 0,75			Mittlere Gleichverteilung
0,25 – 0,50	0,43		Geringe Gleichverteilung
0,00 – 0,25			Sehr geringe Gleichverteilung (Bestand weist keine strukturelle Vielfalt auf, ist damit gleichalt und eher unattraktiver für die Fauna als strukturreiche Bestände)

Tabelle 1: Darstellung der floristischen Evenness-Indizes für die Baum- und Krautschicht

3.4. Strukturelle Diversität

Die strukturelle Diversität (Ed) wurde anhand der BHD-Verteilung der Bäume (BHD > 7 cm) berechnet. Aufgrund des jungen Bestandsalters der Fichten ergibt sich eine relativ gleichmäßige BHD-Verteilung auf der Projektfläche. Der Evenness-Index für die BHD-Verteilung liegt bei 0,93.

3.5. Verjüngung

In der Verjüngung dominierte die Fichte (75 %) und vereinzelt die Esche (25 %) mit einer Stammzahl von 20 N/ha, bzw. 7 N/ha. Außerdem haben sich Esche und Berg-Ahorn (BHD < 1 cm) in der Krautschicht verjüngt, weshalb diese der Berechnung der Krautschicht zugeordnet wurden.

3.6. Totholz

Liegendes Totholz betrug 0,15 m³ im Bestand.

3.7. Habitatstrukturen

Aufgrund des geringen Alters der Bäume und der damit einhergehenden geringen Brusthöhendurchmesser wurden keine relevanten Habitatstrukturen vorgefunden.



4. Referenzszenario

In der Geschichte des Waldbestandes sind bislang noch keine Pflegeeingriffe erfolgt, weshalb das Referenzszenario eine Stabilisierung des Bestandes darstellt.

Da der Zuwachs der Fichte bereits im mittleren Alter (40 – 60 Jahre) kumuliert, ist eine starke Freistellung von ca. 50 Fichten über einen Zeitraum von 3 bis 5 Jahren erforderlich. Dabei werden in zwei Eingriffen in Summe 6 bis 8 Bedränger je Z-Baum entnommen. Ziel ist die Stabilisierung der Z-Bäume durch einen gleichmäßigen Kronenausbau. Konkret werden im Winter 2024/25 26,56 Vfm Esche und 73 Vfm Fichte entnommen (entspricht Esche: 39,05 Vfm/ha, Fichte: 107,35 Vfm/ha). Die randlich im Bestand befindlichen Buchen verbleiben. Drei Jahre nach dem ersten Eingriff müssen weitere 93,5 Vfm Fichte (137,5 Vfm/ha) entnommen werden.

Entwicklung der Vfm und gespeicherten Tonnen CO₂ im Referenzszenario über 20 Jahre

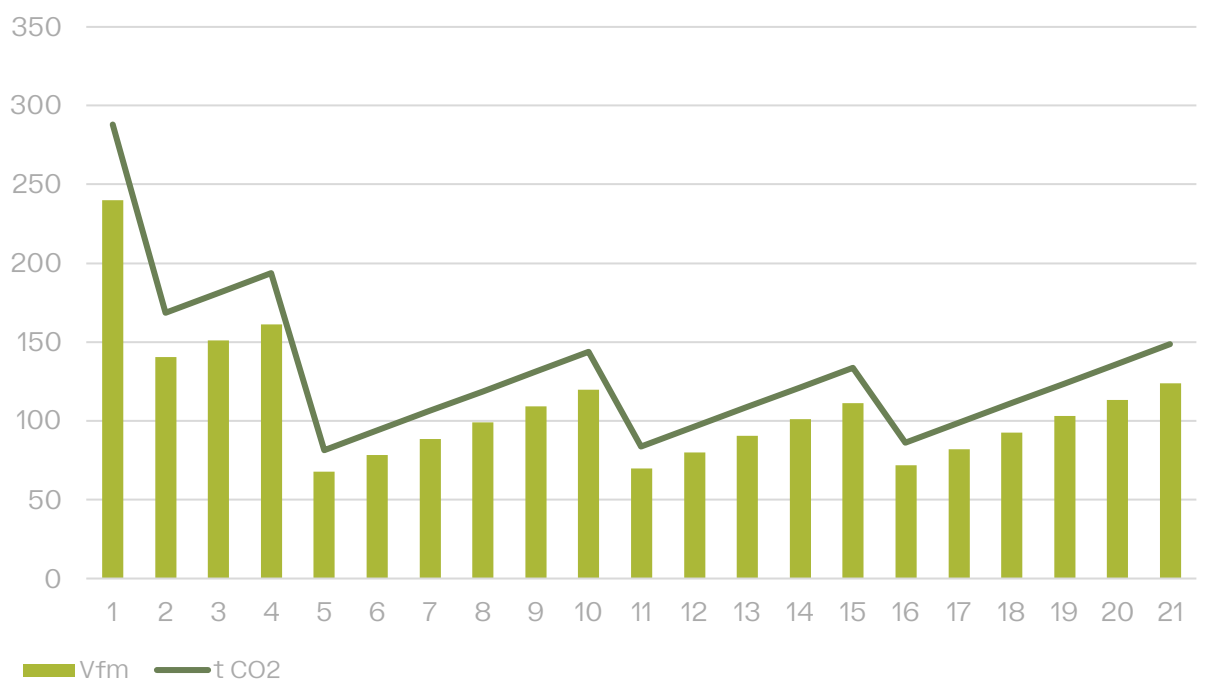


Abbildung 6: Entwicklung Vorratsfestmeter (Vfm) und CO₂-Vorrat im Referenzszenario

Danach finden in den Jahren 10 und 15 weitere geringe Eingriffe statt, bei denen jeweils ca. 50 Vfm entnommen werden (→ Abbildung 6). Bei Erreichen des Ziel-BHD (ab 40 cm), ca. nach 20 Jahren, wird der Bestand aufgelöst.

5. Prognostizierter Ziel-Zustand

5.1. Naturnähe

Im Ziel-Zustand wird erwartet, dass die Projektfläche von einem fichtendominierten, naturfernen Wald zu einem artenreichen Mischwald umgebaut wurde. Konkret wird ein Anteil von 47 % Buchen, 32,4 % Edellaubbäumen (Spitzahorn, Speierling, Elsbeere, Hainbuche) und 20,6 % Eichen erwartet und angestrebt¹⁵. Es ändert sich dadurch der Waldbestand von naturfern (fichtendominiert) zu einem naturnahen, artenreichen Laub-Mischwald. Demzufolge wird der Wald struktur- und artenreicher und die Dynamik entspricht weitgehend natürlichen, standorttypischen Bedingungen. Sie sind widerstandsfähiger gegen Störungen (z. B. Stürme, Trockenheit, Schädlinge), fördern die biologische Vielfalt, leisten einen Beitrag zum Wasser- und Klimaschutz.

5.2. Kohlenstoffvorrat

Die dadurch erhöhte Klimaanpassung sowie Arten- und Strukturvielfalt wird die Ökosystemleistungen der Projektfläche im Projektzeitraum deutlich steigern. Quantitative Aussagen auch in Bezug auf den Ist-Zustand können erst durch die regelmäßigen Monitorings (im 5-jährigen Rhythmus) dargestellt werden. In Bezug auf die Kohlenstoffspeicherung wird die Projektfläche durch die Wiederaufforstung in den ersten Jahren nach Bestandsgründung zu einer THG-Quelle, aufgrund von überwiegenden C-Zersetzungsprozessen im Boden im Vergleich zur Streuproduktion. Erst mit einem Bestandsalter von über 40 Jahren dreht sich dieser Effekt um (Nabuurs und Schelhaas 2002). Im Alter von 100 Jahren werden bei einer mittleren Wuchseleistung ca. 300 Vfm/ha auf der Fläche stehen. Dies entspricht einer CO₂-Bindung von 420 t/ha. Bezogen auf die Flächengröße von 0,68 ha werden demzufolge 285,6 t CO₂ gespeichert werden.

Für den auf der Fläche gespeicherten Kohlenstoff wird angenommen, dass der Mischwaldbestand 10 Jahre nach der Etablierung 6,8 Vfm aufweist und im Alter von 20 Jahren 13,6 Vfm. Dies entspricht den mittleren Vfm der entsprechenden Altersklasse¹⁶.

¹⁵ Die Angaben zur prozentualen Verteilung erfolgte in Absprache mit dem Flächeneigentümer und dem Revierförster im Mai 2023

¹⁶ https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/mb27_kohlenstoff_2023_rz_web_bf.pdf [Zugriff 27.09.2023].

Die aufgeführten Werte sind durch Monitorings zu validieren. Generell wird durch den Waldumbau von einem fichtendominierten Monokulturwald in einen artenreichen Laubwald die Grundlage für einen stabilen, klimaangepassten Mischwald geschaffen.

5.3. Anforderungen

Da es sich um eine Projektfläche von kleiner einem Hektar handelt und lichtliebende Bäume verjüngt werden sollen, bietet sich eine komplette Räumung des Bestandes an (→ Abbildung 7). Vorteilhaft ist, dass der Bestand direkt geräumt wird und keine instabilen Fichten starken Winden ausgesetzt werden. Zudem wird keine Räumung über der gesicherten Verjüngung fällig (diese könnte beschädigt werden).

Entwicklung der Vfm und gespeicherten Tonnen CO₂ im Projektszenario über 20 Jahre

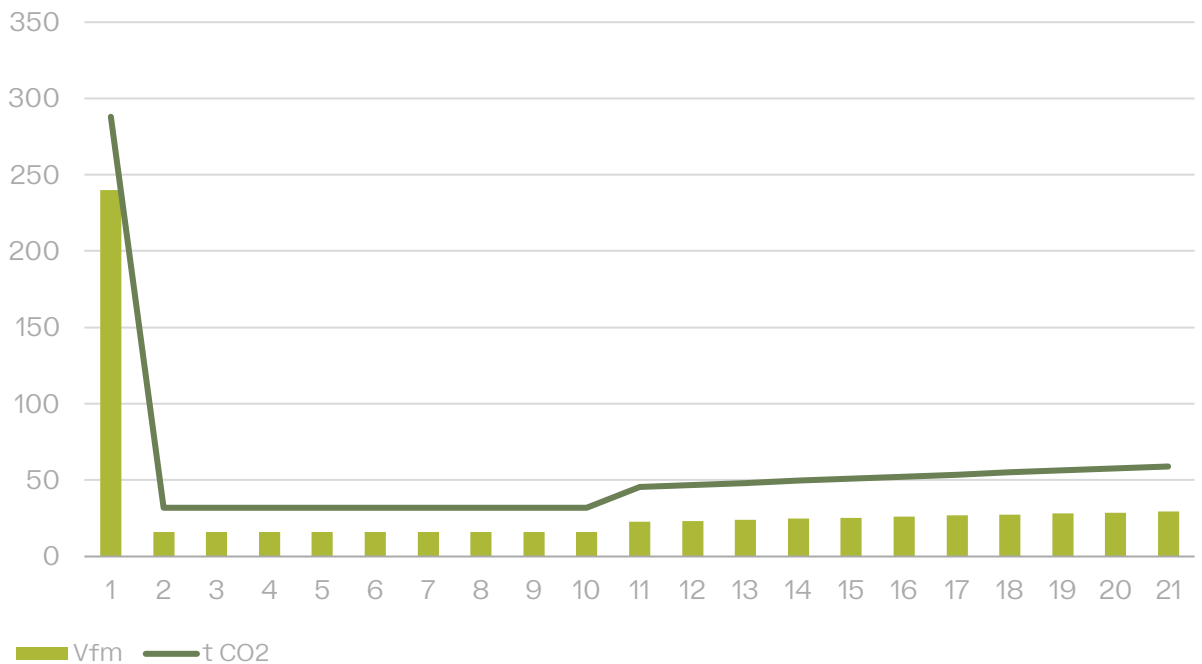


Abbildung 7: Entwicklung Vorratsfestmeter (Vfm) und CO₂-Vorrat im Projektszenario

Im Anschluss an die Bestandsräumung wird die Verjüngung durch Pflanzungen von Edellaubbaumarten und der Eiche eingeleitet. Eine Buchenverjüngung (im Ziel-Zustand 47 %) ist in diesem Stadium nicht anzustreben, da eine Freistellung der Buchenverjüngung Grobästigkeit zur Folge hätte. Diese setzt mit hoher Wahrscheinlichkeit nach den folgenden Mastjahren durch den umliegenden Buchenbestand, der hangaufwärts unmittelbar angrenzt, ein. Für die Pflanzung der Edellaubbaumarten sollen 5.000 Setzlinge pro Hektar mit einem Abstand von 2 m x 1 m zueinander (für alle geplanten Baumarten) flächig gesetzt werden. Zum Schutz des Jungwuchses muss ein Kulturschutz mit eingeplant werden. Im Optimalfall eine Zäunung um die gesamte Fläche oder eine Einzelzäunung.

Im weiteren Projektverlauf werden Pflegemaßnahmen für die Setzlinge fällig. In Abständen von drei Jahren muss der Jungbestand freigeschnitten werden. Darüber hinaus können ggf. Nachpflanzungen bei Ausfällen notwendig sein. Auch bei den Pflegemaßnahmen nach Projektende von 20 Jahren ist darauf zu achten, dass die Edellaubbaumarten ausreichend Licht erhalten und nicht von der konkurrenzstarken Buche unterdrückt werden. Ziel ist es, einen artenreichen Mischwald zu entwickeln. Es ist anzunehmen, dass sich langfristig (100 Jahre) die floristische und strukturelle Diversität sowie die Naturnähe des Bestandes verbessert.

Der mit der anfänglichen Holzentnahme gesunkene Kohlenstoffvorrat im Bestand erhöht sich kontinuierlich über die Projektlaufzeit mit zunehmendem Alter der nachgepflanzten Setzlinge. Allerdings werden die Kohlenstoffvorräte erst nach Überschreiten von BHD > 7 cm bilanziert (Derbholz).



5.4. Gesamtdarstellung ÖSL

Die erwarteten ÖSL durch einen Waldumbau von einem reinen Fichtenbestand hin zu einem arten- und strukturreichen Mischwald lassen folgende Prognosen erwarten:

- Der Kohlenstoffspeicher wird zunächst in den ersten Dekaden im Projektszenario absinken, da eine Verjüngung die Auflichtung des Bestandes voraussetzt. Eine merkliche Zunahme des C-Vorrates auf der Fläche setzt erst in der Derbholzphase (BHD > 7 cm) ein, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit erst nach 10 bis 20 Jahren erreicht wird (→ Abbildung 8).
- Durch die Etablierung von sechs Baumarten ist zu erwarten, dass sich der Evenness-Index für die Baumarten hin zu 0,79 ändert. Auch das Einstellen einer typischen krautigen Vegetation lässt den Evenness-Index ansteigen. Allerdings wird dies erst nach einer Dekade erwartet, da sich die Moder-Humusaufgabe in eine Mull-Aufgabe wandeln muss. Da der Waldumbau hin zu einem Laub-Mischwald mit Pflanzungen von Setzlingen umgesetzt wird, ist eine natürliche Verjüngung nicht gegeben, allerdings steigt die Stammzahl.
- Im Zuge der waldbaulichen Maßnahmen wird liegendes Totholz auf der Fläche belassen, sodass sich hier Pilze und andere totholzgebundene Arten ansiedeln können. Durch das gezielte Belassen wird das Volumen an liegendem Totholz innerhalb der Projektlaufzeit stetig zunehmen. Habitatbäume werden aufgrund des geringen Alters des Baumbestandes erst ab 100 Jahren erwartet. Haben die Bäume einen entsprechenden Durchmesser erreicht, werden Vogel- und Fledermauskästen als künstliche Habitate etabliert. Dabei ist mit einem Zeitraum nach 15 – 20 Jahren zu rechnen.

Entwicklung CO₂-Vorrat im Referenz- und Projektszenario über 20 Jahre

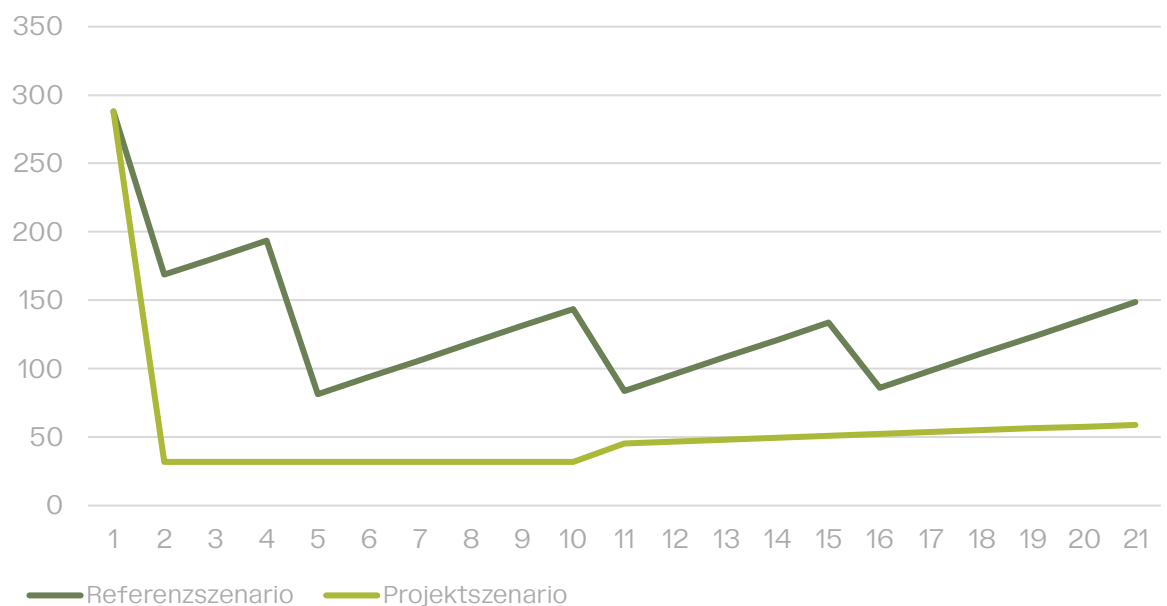


Abbildung 8: Entwicklung CO₂-Vorrat im Referenz- und Projektszenario

Eine Konkretisierung der erreichten ÖSL wird durch die regelmäßigen Monitorings gegeben. Die nachstehenden ÖSL werden jeweils im Ist-Zustand und im Ziel-Zustand dargestellt, wobei Ziel-Zustände nur mit einem X für den zu erwarteten Bereich gekennzeichnet sind. Farblich gekennzeichnet von gelb (geringe Leistung) bis dunkelgrün (hohe Leistung).

C-Vorratsermittlung (CO ₂ eq t im Bestand)				
Ist-Zustand	265,08			
Ziel-Zustand	Bei jeweiligem Monitoring zu ermitteln			
Naturnähe				
Ist-Zustand	Naturfern (82,1 % Fichte, 16,3 % Esche, 1,6 % Buche)			
Ziel-Zustand	Naturnah (47 % Buche, 32,4 % Edellaubbäume, 20,6 % Eiche)			
Evenness Baumarten	< 0,25	0,25 – 0,5	0,5 – 0,75	> 0,75
Ist-Zustand	0,43			
Ziel-Zustand	0,79			
Evenness krautige Arten	< 0,25	0,25 – 0,5	0,5 – 0,75	> 0,75
Ist-Zustand	0,84			
Ziel-Zustand	X			
Evenness BHD	< 0,25	0,25 – 0,5	0,5 – 0,75	> 0,75
Ist-Zustand	0,94			
Ziel-Zustand	X			
Stammzahl (N/ha) Verjüngung (BHD ≤ 7 cm)				
Ist-Zustand	26			
Ziel-Zustand	3.000			
Anteil liegendes Totholzvolumen	< 5 m ³	5 – 10 m ³	10 – 15 m ³	> 15 m ³
Ist-Zustand	0,15 m ³			
Ziel-Zustand	X			
Anzahl Habitatbäume pro Hektar	< 2	2 – 4	5 – 7	> 7
Ist-Zustand	0			
Ziel-Zustand	X			
Anzahl ökologisch wertvoller Bäume mit BHD > 80 cm pro Hektar	< 2	2 – 4	5 – 7	> 7
Ist-Zustand	0			
Ziel-Zustand	X			
Anzahl Vogel- und/oder Fledermauskästen pro Hektar	< 2	2 – 4	5 – 7	> 7
Ist-Zustand	0			
Ziel-Zustand	2			

Tabelle 2: Übersicht der gegenwärtigen und zukünftigen erreichten Ökosystemleistungen

5.5. Management von Risiken und Wahrung der Permanenz

Wie unter 1.1 dargestellt wurde, ist das Waldbrandrisiko auf der Projektfläche nach Umsetzen der waldbaulichen Maßnahmen als gering einzuschätzen. Das Sturmrisiko auf der Projektfläche ist aktuell als durchschnittlich einzuschätzen, allerdings wird das Risiko im Laufe der Projektlaufzeit voraussichtlich durch die Klimaveränderungen mit steigenden Extremwetterereignissen ansteigen. Auch hier senkt der Umbau des Bestandes das Risiko. Das Kalamitätenrisiko wird durch die Umwandlung eines fichtendominierten Bestandes in einen artenreichen Laub-Mischwald ebenfalls stark gemindert.

Durch die bestehenden Risiken können etwaige Störungen des Bestandes nicht gänzlich ausgeschlossen werden, allerdings reduzieren die Maßnahmen zum Waldumbau jedes dieser Risiken.

Durch die Monitorings in Abständen von fünf Jahren, wird der Zustand des Waldbestandes regelmäßig erfasst. Auf dieser Basis können eventuelle Abweichungen von den angestrebten Ziel-Zuständen korrigiert werden.

5.6. Darlegungen für Monitoring

In regelmäßigen Intervallen von 5 Jahren sind Monitoringberichte abzugeben. Hier wird die Darstellung der aktuellen ÖSL-Zustände ins Verhältnis zu den Ausgangsbedingungen gesetzt.

6. Deckungsbeiträge

Die nachfolgende Aufstellung zeigt die zu erwartenden Einnahmen und Ausgaben für das Projektszenario im Vergleich zum aktuellen Bewirtschaftungsplan (Referenzszenario). Die Angaben beziehen sich auf die Projektlaufzeit von 20 Jahren und die Projektfläche von 0,68 ha.

Darüber hinaus liegen den Angaben folgende Annahmen zugrunde:

Holzernte und -verkauf

- Holzpreis Fichte: 80 € pro Efm
- Holzpreis Esche (Minderwertige Qualität/Brennholz): 50 € pro Efm
- Arbeitskosten: 30 € pro Vfm
- $Efm = Vfm - 10 \%$
- Die genauen Zeitpunkte der Holzentnahme sind Kapitel 4 zu entnehmen

Pflanzkosten

Die Kosten für die Pflanzung werden mit 2,50 € pro Setzling kalkuliert. Hierbei sind die Arbeitskosten bereits enthalten. Hinzu kommen Kosten für Schutzvorrichtungen und die Bestandspflege.

Maßnahmenplanung

Die Kosten für die Maßnahmenplanung enthalten folgende Aspekte:

- Konzeption der Maßnahmen zur Projektumsetzung
- Feldaufnahmen/Kartierung
- Bilanzierung der ÖSL
- Verfassen des Projektberichtes
- Zusammenstellung aller erforderlichen Unterlagen

Quellen: Als Grundlage für die Kostenkalkulation dienen vor allem mündliche und schriftliche Aussagen des seit über 40 Jahren tätigen Revierförsters (Stand 2023). Weiterhin wurden Informationen zu Holzpreisen und Bewirtschaftungskosten¹⁷ herangezogen. Für die Planungs- und Monitoringkosten wurde auf Referenzwerte der Flächenagentur BW aus dem Bereich der Ökokontomaßnahmen zurückgegriffen.

¹⁷ <https://www.wald-prinz.de/holzpreise-und-holzpreisentwicklung-fichte/383> [Zugriff 27.09.2023]

Posten	Projektszenario		Referenzszenario		Zusatzkosten (inkl. Opportunitätskosten) Waldumbau €
	Einnahmen €	Ausgaben €	Einnahmen €	Ausgaben €	
Arbeitskosten Holzernte		6.700		8.800	-2.100
Holzverkauf	17.100		22.600		5.500 (Opportunitätskosten)
Pflanzung (Material- und Arbeitskosten)		8.500			8.500
Pflanzvorbereitung		2.000			2.000
Schutzmaßnahmen (Umzäunung)		2.000			2.000
Bestandspflege		2.000			2.000
Maßnahmenplanung		6.300			6.300
Projekt-Monitoring		11.800			11.800
Summe	17.100	39.300	22.600	8.800	36.000

Tabelle 3: Vergleich der Einnahmen und Ausgaben zwischen Projekt- und Referenzszenario für die Projektlaufzeit von 20 Jahren

Grundlage ist die Projektfläche (0,68 ha).

7. Beigefügte Unterlagen

- Aktueller Grundbuchauszug
- Nicht-Überplanungserklärung
- Bestätigung, dass keine naturschutzfachlichen Fördermittel in Anspruch genommen werden und damit eine Doppelförderung ausgeschlossen ist
- Rohdaten der Datenerfassung als CSV-Datei
- GPS verortete Vögel- und Fledermauskästen, Habitatbäume mit Rinden, Spalten oder Höhlen



8.

Anhang

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
Rüchrmichnichtan	<i>Impatiens noli-tangere</i>
Europäische Haselwurz	<i>Asarum europaeum</i>
Gundelrebe	<i>Glechoma hederacea</i>
Mauerlattich	<i>Mycelis muralis</i>
Wald-Veilchen	<i>Viola reichenbachiana</i>
Wald-Storchschnabel	<i>Geranium sylvaticum</i>
Waldmeister	<i>Galium odoratum</i>
Wald-Sauerklee	<i>Oxalis acetosella</i>
Gewöhnliche Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>
Berg-Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>
Wald-Wachtelweizen	<i>Melampyrum sylvaticum</i>
Große Brennessel	<i>Urtica dioica</i>
Männlicher Wurmfarf	<i>Dryopteris filix-mas</i>
Wald-Schaumkraut	<i>Cardamine flexuosa</i>
Busch-Windröschen	<i>Anemone nemorosa</i>
Wolliger Hahnenfuß	<i>Ranunculus lanuginosus</i>
Kleine Goldnessel	<i>Lamium galeobdolon</i>
Wald-Ziest	<i>Stachys sylvatica</i>
Bär-Lauch	<i>Allium ursinum</i>
Einbeere	<i>Paris quadrifolia</i>
Knoblauchsrauke	<i>Alliaria petiolata</i>
Gewöhnliches Klebkraut	<i>Galium aparine</i>

Tabelle 4: Artenliste krautige Arten

Plot-Nummer	Koordinaten (ETRS 1989 UTM Zone 32N)
0	50337,011 / 5354474,963
1	500359,447 / 5354440,884
2	500395,854 / 5354434,534

Tabelle 5: Koordinaten der Plots

Literaturverzeichnis

Aeschlimann, C. (2015): Biomasseverteilung und Kohlenstoffpotenzial von Buchenniederwäldern in Ost-Mazedonien. Berner Fachhochschule.

Almehasneh, A.; Albrecht, A. (2018): Sturmgefährdungskarten für Baden-Württembergs Wälder als Grundlage für mittel- und langfristige Planungen, Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Online unter: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/33354> [Zugriff 17.12.2025].

Burschel, P.; Kürsten, E.; Larson, B. C. (1993): Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt – Eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. Forstliche Forschungsberichte München, Bd. 126.

Dănescu, A.; Albrecht, A.; Bauhus, J. (2016): Structural diversity promotes productivity of mixed, uneven-aged forests in southwestern Germany. *Oecologia* 182: 319 – 333. DOI: 10.1007/s00442-016-3623-4

Dunger, K.; Hennig, P.; Polley, H.; Schmitz, F.; Schwitzgebel, F. (2008): Die zweite Bundeswaldinventur BWI, Inventur- und Auswertungsmethoden, Zu den Bundeswaldinventuren 2001 bis 2002 und 1986 bis 1988. Institut für Waldökologie und Waldinventur, Nr. 2008/11.

Hennig, P.; Polley, H.; Riedel, T.; Schwitzgebel, F. (2021): Aufnahmeanweisung für die vierte Bundeswaldinventur (BWI 2022), 4. Aufl. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn.

Jäger, S.; Wagner, C. (2022): Managementplan für das Vogelschutzgebiet Südwestalb und Oberes Donautal. Hrsg.: Regierungspräsidium Tübingen.

Kublin, E. (2003): Einheitliche Beschreibung der Schaftform, Methoden und Programme, BDATPro. Forstwissenschaftliches Centralblatt. DOI: 10.1046/j.1439-0337.2003.00183.x
Lauber, K.; Wagner, G. (2016): Flora Helvetica, Illustrierte Flora der Schweiz, 6. Aufl., Haupt-Verlag.

Nabuurs, G. J.; Schelhaas, M. J. (2002): Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX, *Ecological Indicators* 1(3): 213 – 223. DOI: 10.1016/S1470-160X(02)00007-9

R Core Team (2014): R, A language and environment for statistical computing, MSOR connections, Wien.

Wohlgemuth, T.; Conedera, M.; Albisetti, A.; Moser, B.; Usbeck, T.; Brang, P.; Dobbertin, M. (2008): Effekte des Klimawandels auf Windwurf, Waldbrand und Walddynamik im Schweizer Wald, *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, Zürich: 336 – 343. DOI: 10.3188/szf.2008.0336

Impressum

Herausgeberin

Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg
Eine Unterstiftung der
Baden-Württemberg Stiftung gGmbH
Kriegsbergstr. 42, 70174 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 248 476-0
klimaschutz@bwstiftung.de
www.klimaschutzstiftung-bw.de

Verantwortlich

Theresia Bauer,
Geschäftsführerin Baden-Württemberg Stiftung

AutorInnen

Dr. Janet Maringer und Linus von Ehren,
Flächenagentur Baden-Württemberg GmbH

Überarbeitung

Text: Dr. Andreas Härer,
Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg

Redaktion

Julia Kovar und Dr. Olga Panic-Savanovic,
Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg

Bildrechte

Ines Janas

Kontakt

Julia Kovar
Leiterin Klimaschutzstiftung
Tel +49 (0) 711 248 476-70
kovar@bwstiftung.de

Dr. Andreas Härer
Referent Klimaschutzstiftung
Tel +49 (0) 711 248 476-31
haerer@bwstiftung.de



Klimafonds
Baden-Württemberg

Klimafonds Baden-Württemberg

info@klimafonds-bw.de

www.klimafonds-bw.de

Der Klimafonds Baden-Württemberg
ist ein Angebot der

**Klimaschutz
Stiftung**
Baden-
Württemberg

