

Trainforest

Bewirtschaftungskonzept für den Bahnbegleitwald im Gefährdungsbereich von Eisenbahnstrecken

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2018
(VIF 2018)

Ergebnisbericht, September 2022

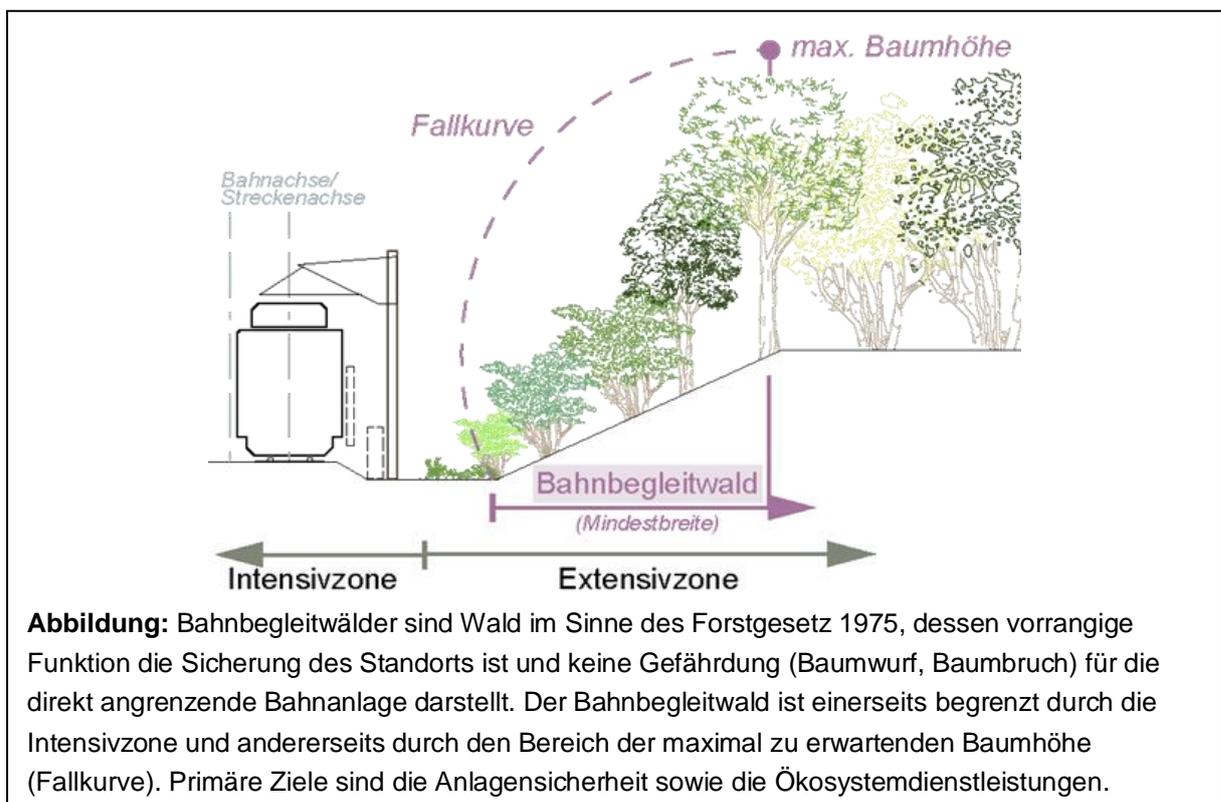


Abbildung: Bahnbegleitwälder sind Wald im Sinne des Forstgesetz 1975, dessen vorrangige Funktion die Sicherung des Standorts ist und keine Gefährdung (Baumwurf, Baumbruch) für die direkt angrenzende Bahnanlage darstellt. Der Bahnbegleitwald ist einerseits begrenzt durch die Intensivzone und andererseits durch den Bereich der maximal zu erwartenden Baumhöhe (Fallkurve). Primäre Ziele sind die Anlagensicherheit sowie die Ökosystemdienstleistungen.

Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Klimaschutz
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
1030 Wien

 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG
Praterstern 3
1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

Technische Universität Wien,
Institut für Raumplanung
Forschungsbereich Verkehrssystemplanung E 280-5
Karlgasse 11, 3. Stock
1040 Wien



Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1
1090 Wien



Trainforest

Bewirtschaftungskonzept für den Bahnbegleitwald im Gefährdungsbereich von Eisenbahnstrecken

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2018)

Autoren und Autorinnen:

Maximilian DORFER, BSc

Ludwig DORFSTETTER, MSc

DI Tabea FIAN

Fabian FRANTA, BA

DI Dr. Georg HAUGER

Nina HOHENECKER, BSc

DI Michael GIDAM

DI Dr. Hans Peter RAUCH

DI DI Dr. Magdalena VON DER THANNEN

Auftraggeber:

Bundesministerium für Klimaschutz

ÖBB-Infrastruktur AG

Projektleitung und Vertretung der Auftraggeber:

DI Christian RACHOY

(ÖBB-Infrastruktur AG; 9500 Villach)

Auftragnehmer:

Technische Universität Wien, Institut für Raumplanung, Forschungsbereich

Verkehrssystemplanung (IVS)

BOKU Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Österreichische Bundesforste AG

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	6
	1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Projektes	6
	1.2 Struktur des Berichtes	9
2	Standortspezifische Anforderungen An die Bewirtschaftung bahnnaher Flächen	11
	2.1 Hauptrisiken der Gehölzflächenbewirtschaftung	11
	2.2 Baumartenwahl	16
	2.3 Niederwald, Definition und Bedeutung	18
	2.4 Vom Bahnniederwald zum Bahnbegleitwald	21
3	Charakterisierung der Untersuchungsgebiete im Projekt Trainforest	26
	3.1 GIS-basierte Standortanalyse der ausgewählten Untersuchungsgebiete	26
	3.2 Detaillierte Standortanalyse nach Begehung	27
	3.3 Untersuchungsgebiet Mistelbach	31
	3.4 Untersuchungsgebiet Semmering	49
	3.5 Untersuchungsgebiet Salzburg	61
	3.6 Zusammenfassung der Standorte und Handlungsbedarf	67
4	Entwicklung einer integralen Bewirtschaftungsstrategie für die Abwägung von Kosten, Risiken und Nutzen von Bewirtschaftungsmöglichkeiten in den Untersuchungsgebieten	70
	4.1 Betriebliche Voraussetzungen zur Umsetzung der integralen Bewirtschaftungsstrategie	73
	4.2 Decision Tree, Steckbrief-Standort	75
	4.3 Decision Tree, Flächentypisierung der Extensivzone	82
	4.4 Decision Tree, Zielanalyse	92
	4.5 Decision Tree, Prognose künftiger Entwicklungen	94
	4.6 Decision Tree, Diagnose	103
	4.7 Decision Tree, Maßnahmenvergleich	105
5	Ergebnissynthese: Nachhaltiges Bewirtschaftungskonzept für den Bahnbegleitwald	109
6	Abbildungsverzeichnis	113
7	Tabellenverzeichnis	119
8	Literaturverzeichnis	120

1 EINLEITUNG

1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Projektes

Aufgrund einer Novelle des Forstgesetzes aus dem Jahr 1975 wurden bahnahe Flächen mit forstlicher Bestockung zu Waldflächen im Sinne des Gesetzes. Die sicherungswaldbauliche Bewirtschaftung dieser Flächen stellt eine technische und wirtschaftliche Herausforderung dar. Im Rahmen des Projekts Trainforest werden Anforderungen an die Bewirtschaftung bahnaheer Flächen standortabhängig anhand von Untersuchungsflächen in den ASC-Standorten (Anlagen-Service-Center bzw. Instandhaltungsstützpunkt) Mistelbach, Gloggnitz und St. Johann im Pongau untersucht. Die Entwicklung ausgewählter Flächen werden während der Projektlaufzeit dokumentiert und analysiert. Ziel ist es, darauf aufbauend Maßnahmen für eine langfristige, nachhaltige, waldbauliche Bewirtschaftung abzuleiten, welche die Aspekte Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit langfristig (über 100 Jahre) forstökonomisch beinhalten. Die für den Bahnbetrieb zukunftsrelevanten Naturgefahrenereignisse werden anhand szenarienbasierter Prognosen aus dem Projekt clim_ect (2021) berücksichtigt. Des Weiteren wird der vorhandene Baumartenbestand auf seine Klimafitness hinsichtlich der natürlichen Standortparametern, wie z.B. Höhenlage und Wuchsgebiet, anhand der Klimaszenarien des Projekts clim_ect bewertet.

Zu diesem Zweck wurde ein Entscheidungsbaum (Decision Tree) in Form eines Strategie- und Konzeptdokuments entwickelt, welcher als transparente Entscheidungshilfe dient und eine systematische ökonomische sowie ökologische integrale Maßnahmenbewertung ermöglicht. Zudem wurde ein ergänzender Maßnahmenkatalog mit detaillierten Beschreibungen erstellt, welcher sowohl waldbauliche Bewirtschaftungsmaßnahmen als auch ingenieurbioökologische Maßnahmen enthält.

Ziel ist es mit diesem Gesamtpaket als Schnittstelle zwischen Theorie und Praxis eine Strategie darzulegen, wie Bewirtschaftungsmaßnahmen zielgerichtet identifiziert und eingesetzt werden können, um langfristig standortangepasste Waldbestände zu etablieren, welche den Anforderungen eines sicheren und wirtschaftlichen Bahnbetriebs entsprechen. Arbeits- und Bewirtschaftungszyklen werden anhand der im Projekt ausgewählten Flächen in den Untersuchungsgebieten durchdekliniert, um standortabhängig ökonomisch und ökologisch optimale Bewirtschaftungsmaßnahmen zu identifizieren.

In Tabelle 1 findet sich eine Übersicht zu den Projektzielen und den erreichten Ergebnissen.

Ziele	Ergebnisse
Aufzeigen von standortspezifischen Eigenschaften sowie von Anforderungen an den Bahnniederwald (von der Bestandsgründung bis zur Ernte)	GIS-gestützte Standortanalyse für die Großräume Wolkersdorf-Mistelbach, Semmering, Linz-Aigen-Schlägl, Bischofshofen-Schladming, Gasteinertal, Arlberg-Ostrampe ist durchgeführt Detailliertere Vor-Ort-Standortanalysen für die Versuchsflächen in den Regionen rund um Mistelbach und Gloggnitz erfolgte im Herbst und Winter 2020 sowie für die Region Schwarzach St. Veit im Frühling 2021. Eine weitere Besichtigung der Standorte in Mistelbach und Gloggnitz erfolgte im Sommer 2022 im Rahmen eines Workshops mit den ASC- und Regionalmanagern, Forsttechnikern sowie der Projektleitung der ÖBB. Für die Simulation der Bestandesentwicklung wurde ein Wachstumsmodell entwickelt und exemplarisch anhand der Flächen des Standorts Mistelbach angewandt. Die detaillierte Charakterisierung sämtlicher Flächen erfolgt anhand des Decision Trees.
Aufzeigen der Auswirkungen des Bahnniederwaldes auf Sicherheit und Verfügbarkeit von Bahnstrecken	Bewirtschaftungsstrategien für die erhobenen Standorte zur Erhöhung der Sicherheit und Verfügbarkeit der Bahnstrecken werden im Formular des Decision Trees je im Projekt ausgewählter Fläche forstökonomisch verglichen. In einem ergänzenden Maßnahmenkatalog erfolgt eine detaillierte Beschreibung der vorgestellten Maßnahmen. Die Inhalte und Abfragen des Decision Tree Formulars wurden zur Konkretisierung im Rahmen eines Workshops mit ÖBB-Forsttechnikern und Managern an den ASC-Standorten Gloggnitz und Mistelbach abgestimmt und getestet.
Ganzheitliche Betrachtung des Bahnniederwaldes (inkl. Ökosystemdienstleistungen des Waldes, Einbindung naturräumlicher Aspekte)	Für die systematische Betrachtung der bahnnahen Waldflächen wurde ein Decision Tree Formular entwickelt. Dieses Formular dient als strategische Entscheidungshilfe und dient als Basis zur Auswahl geeigneter Maßnahmen. Dadurch können die identifizierten Anforderungen an den Standort und den Bahnbetrieb übersichtlich dargestellt und Maßnahmen forstökonomisch langfristig verglichen werden.
Berücksichtigung von zu erwartenden klimatischen Veränderungen (insbesondere von Naturgefahren) und der österreichischen Klimazonen	Laufende Abstimmung und Nutzung von Synergieeffekten zwischen den Projekten „Trainforest“ und „clim_ect“ Die gemeldeten Baumwurfereignisse der Jahre 2017 bis 2020 wurden nach den ASC-Standorten sowie nach den meteorologischen Saisonen ausgewertet und dargestellt. Weiters werden zukunftsrelevante Naturgefahrenereignisse anhand szenarienbasierter Prognosen aus dem Projekt clim_ect berücksichtigt, um die Standorteigenschaften auch anhand der Klimaszenarien SSP 370 und SSP 585 in der Zukunft (Zeiträume 2036-2065 und 2071-21000) zu betrachten. Dies ist insbesondere für Auswahl geeigneter Baumarten und die Entwicklung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Naturgefahren am jeweiligen Standort relevant.

Ziele	Ergebnisse
Durchführung einer kosteneffizienten Baumartenwahl (Wahl der Baumarten entsprechend den örtlichen Gegebenheiten)	Anhand des ausgefüllten Decision Trees je definierter Fläche im Projekt werden unterschiedliche Maßnahmen für eine standortangepasste, langfristig sinnvolle Bewirtschaftung vom Projektteam vorgeschlagen. Die Maßnahmen werden anschließend forstökonomisch und nach ihren Wirkungen auf den Bahnbetrieb verglichen, wodurch eine transparente Entscheidung möglich wird.
Anpassung der Bestockungsziele an die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels und Fokuslegung auf die Vereinbarkeit der Bahnniederwaldbewirtschaftung mit einer reibungslosen Betriebsführung	Das fachlich zu empfehlende Bestockungsziel kann aus dem je Fläche ausgefülltem Decision Tree Formular entnommen werden. Die detaillierte Erläuterung sämtlicher Maßnahmen erfolgt im Maßnahmenkatalog. Bei der Auswahl der Baumarten wird außerdem auf die Klimaverträglichkeit in Abhängigkeit vom Standort geachtet. Dazu wird unter anderem auf die Ergebnisse der Klimaszenarien SSP 370 und SSP 585 aus dem Projekt clim_ect zurückgegriffen.
Total-Economic-Value Ansätze: Entwicklung eines Indikatorsets zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung, differenziert nach Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit	Definition von Maßnahmengruppen und deren Beurteilung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Sicherheit (siehe Anhang I Maßnahmenkatalog).
Aufzeigen von erforderlichen und prioritätengereichten Maßnahmen zur nachhaltigen Bahnniederwaldbewirtschaftung bei Gewährleistung einer reibungslosen Betriebsführung	Im Rahmen des Decision Trees erfolgt eine standortspezifische Zielanalyse. Die angeführten Ziele werden dabei nach ihrer Relevanz eingestuft. Es folgen mehrere Überprüfungen: Werden die Ziele zum Zeitpunkt der Analyse durch die aktuelle Bewirtschaftung erfüllt und werden die Ziele auch in Zukunft unter Berücksichtigung der Klimaszenarien und Wachstumsprognose erfüllt. Je nach Relevanz der Ziele und deren Zielerreichungsgrad werden entsprechende Maßnahmen in die Maßnahmenpakete für Bewirtschaftungsalternativen aufgenommen.
Erstellung eines integralen Bewirtschaftungskonzept für bahnnahe Waldflächen und Optimierung der multifunktionalen Wirkung des Bahnwaldes	Im Rahmen des Projekts wurde mit dem Decision Tree gemeinsam mit dem Maßnahmenkatalog ein Werkzeug für eine transparente Analyse der Waldflächen und Entscheidungsfindung in Bezug auf die Bewirtschaftung geschaffen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen werden dabei nicht isoliert, sondern als Maßnahmenpakete evaluiert. Dabei werden neben forstökonomischen und für die Bahnsicherheit relevanten Perspektiven auch ökologische Aspekte anhand von Ökosystemdienstleistungen berücksichtigt. Diese gesamtheitliche Betrachtung ermöglicht die Erfassung der Wirkungszusammenhänge einzelner Maßnahmen, bei denen auch auf ingenieurbioökologische Möglichkeiten im Umgang mit potenziellen Risikostandorten (z.B. erhöhte Erosionsgefahr) hingewiesen wird.

Tabelle 1: Ziele und Ergebnisse des Projektes Trainforest

1.2 Struktur des Berichtes

Die Bewirtschaftung bahnnaher Waldflächen unterliegt komplexen Anforderungen wobei die Parameter Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit mitunter in Konkurrenz zueinanderstehen und maßgeblich durch die gewählte Bewirtschaftungsstrategie beeinflusst werden. Die nachhaltige Waldbewirtschaftung im Gefährdungsbereich von Eisenbahnstrecken verfolgt das prioritäre Ziel einen möglichst ungestörten Bahnbetrieb sicherzustellen. Im Rahmen des Projekts zeigten die Ergebnisse, dass der ausschließliche Bezug auf die konventionelle Bewirtschaftungsart des Niederwalds aus langfristiger Perspektive nicht an allen Standorten empfohlen werden kann und daher die Ergebnisse stark einschränken würde. **Stattdessen wurde ein neuer Bewirtschaftungstyp, der Bahnbegleitwald, definiert, welcher sämtliche Elemente der klassischen Bewirtschaftungsarten des Niederwaldes, Mittelwaldes und Hochwaldes enthält, jedoch nicht die Zielsetzungen der Holzproduktion verfolgt, sondern jene der Anlagensicherheit.**

Zur Darstellung der standortspezifischen Anforderungen an die Bewirtschaftung dieser bahnnahen Waldflächen wird daher zunächst auf die Hauptrisiken in diesem Kontext eingegangen. Die Beschreibung geeigneter Baumarten entlang von Bahnstrecken fokussiert sich auf ihre Wuchseigenschaften. Dabei ist anzumerken, dass aus Gründen der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit langsam wüchsige und/oder Baumarten mit vergleichsweise geringer Höhenentwicklung im Vordergrund stehen. Derzeit wird die Bewirtschaftungsart des Niederwalds entlang von Bahnstrecken überwiegend eingesetzt. Umtriebszeiten von etwa 15-30 Jahren sorgen für niedrige Waldbestände, entsprechen aber langfristig nicht immer dem ökonomisch optimalen Zugang auf Grund der Arbeitsintensität und Förderung von Neophyten (z.B. Robinie). Des Weiteren sind durch das regelmäßige auf Stock setzen langfristig stabile Waldbestände nicht möglich, welche jedoch nicht nur eine positive Wirkung auf Ökosysteme und Klima darstellen, sondern auch eine Sicherheitsleistung des Waldes darstellen würden.

Zur Identifikation der Untersuchungsflächen, wurde eine GIS-basierte Standortanalyse durchgeführt, welche eine möglichst vergleichbare Verteilung der Versuchsflächen gewährleistet und eine gute Abdeckung dieser über alle Klima- und Vegetationszonen Österreichs sichert. Darauf aufbauend wurden Untersuchungsflächen in den ASC-Standorten Mistelbach, Gloggnitz und St. Johann im Pongau ausgewählt und detailliert analysiert.

In einem nächsten Schritt wurde ein Konzept zur Identifikation standortabhängiger integraler Bewirtschaftungsstrategien unter den Aspekten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit entwickelt. Das Kernelement ist dabei der Entscheidungsbaum (Decision Tree) dar, welcher einen integralen Handlungsleitfaden für Entscheidungsprozesse darstellt, die zu einer standortgerechten Bewirtschaftung bahnnaher Flächen führen. Das Ergebnis des Entscheidungsbaums ist ein forstökonomischer Vergleich potenzieller Maßnahmenpakete, die anhand der Analyse in Frage kommen. Des Weiteren erfolgt eine qualitative Bewertung der Maßnahmenpakete anhand waldbaulich relevanter Ökosystemdienstleistungen. Der Aufbau des Entscheidungsbaums gleicht einem Formular, dessen Inhalte, Abfragen und Ergebnisse im vorliegenden Bericht schrittweise erläutert werden. Dazu wurde ergänzend ein integraler Maßnahmenkatalog mit Detailinformationen zu den einzelnen waldbaulichen und ingenieurbioologischen Maßnahmen erstellt (siehe Anhang I). Anhand der ausgewählten Untersuchungsflächen wurde der Entscheidungsbaum durchdekliniert und die Ergebnisse umfangreich aufgeschlüsselt (siehe Anhang II).

Weiters wird auf die betrieblichen Voraussetzungen zur Umsetzung der integralen Bewirtschaftungsstrategie eingegangen und die Erfolgsfaktoren für eine gezielte Steuerung der Waldentwicklung angeführt, mit dem Ziel die Funktionssicherheit der bahnbegleitenden Waldflächen sicherzustellen. Ökonomie und Ökologie stehen hier in keinem Widerspruch, sondern ergänzen sich zum Vorteil des Unternehmens.

2 STANDORTSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN AN DIE BEWIRTSCHAFTUNG BAHNNAHER FLÄCHEN

Ziel ist es im Rahmen des Projekts konkrete Bewirtschaftungsalternativen zu entwickeln, und diese unter ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten zu vergleichen, um in der Folge als Entscheidungshilfe für Flächenverantwortliche dienen zu können. Die Herausforderung liegt insbesondere in der Zielstellung. Waldbauliche Maßnahmen zielen in der Regel darauf ab, durch die Lenkung der Waldentwicklung verwertbare Holzsortimente zu produzieren, um durch deren Verkauf Erlöse zu generieren. Diese Nutzfunktion steht bei bahnnahe Waldflächen hinter den Aspekten der Schutzfunktion und Sicherstellung des Bahnbetriebes zurück. Aus dieser Zielstellung heraus sind typische waldbauliche Bewirtschaftungsmaßnahmen des Ertragswaldes nicht zielführend und teilweise sogar kontraproduktiv. Auch Behandlungskonzepte für Schutzwälder greifen hier oft nicht, da in der Regel von Hochwald ausgegangen wird. Eine Hochwaldbewirtschaftung ist besonders entlang von Bahnstrecken nicht zielführend, da hier überwiegend Wirtschaftsbaumarten eingesetzt werden, die eine große potenzielle Wuchshöhe aufweisen. In der Folge wird geprüft, ob Behandlungskonzepte der Niederwaldbewirtschaftung in der Lage sind, den Anforderungen als bahnbegleitende Wälder zu erfüllen, Baumarteneignungen abzuleiten und Gefährdungspotenziale aufzuzeigen.

2.1 Hauptrisiken der Gehölzflächenbewirtschaftung

Jeder Baum und jeder Baumbestand sind diversen Risiken ausgesetzt, die sie bedrohen. Andererseits stellt der Bewuchs direkt auch ein Gefahrenpotenzial für Mensch und Anlagen im Sinne walddtypischer Gefahren dar. Ziel des Waldflächenmanagements muss es sein, diese Risiken möglichst gering zu halten. Der Klimawandel an sich stellt durch seine Auswirkungen, wie vermehrte Trockenperioden und Extremwetterereignisse, eine große Herausforderung dar. Dieser ist durch eine diverse, standortgerechte Baumartenwahl und eine rechtzeitige und fachgerechte Pflege der Bestände am besten entgegenzuwirken.

2.1.1 Abiotische Gefahren, Wind und Schnee

Als wesentliche und schwer berechenbare Gefahren für Bäume und Baumbestände entlang der Gleisanlagen sind Wind und Schnee zu berücksichtigen. Schäden an Bäumen verursacht durch Wind und Schnee können durch die unterschiedlichsten Faktoren und Gegebenheiten verursacht werden. Zur groben Einschätzung bzgl. einer Resilienz von Bäumen gegenüber Wind und Schnee wird unter anderem der H/D-Wert herangezogen. Für eine genaue Aussage ist jedoch auch hier immer der Gesamtzustand des Baumes im

Kronen-, Stamm- und Wurzelbereich zu berücksichtigen. Auch die standörtlichen Verhältnisse müssen für eine begründbare Aussage berücksichtigt werden. Der H/D-Wert bezeichnet das Verhältnis von Baumhöhe (H) zu Brusthöhendurchmesser (D) -> z.B. bei 25 m Höhe und einem Brusthöhendurchmesser von 28 cm ergibt sich ein H/D-Wert von 89; $25:0,28=89$. Dieser Wert beschreibt direkt die Stammform und gibt einen Anhaltspunkt für die Gefährdung durch Windwurf und v.a. Schneebruch. Zwischen dem H/D-Wert und der individuellen Stabilität von Bäumen gibt es einen Zusammenhang. Bei H/D-Werten über 80 ist in der Regel mit einem Verlust der individuellen Stabilität zu rechnen. Bei Werten unter 70 kann meist von einem stabilen Individuum gesprochen werden. Der H/D-Wert ist von der Art der Bestandsbegründung, dem Baumalter und der Bestandsdichte abhängig. In stammzahlreichen Beständen forcieren die Bäume ihr Höhenwachstum zu Lasten des Dickenwachstums und das Verhältnis Höhe zu Durchmesser wird ungünstig. Weitständige, gepflegte Bestände haben in der Regel günstigere H/D-Werte. Die Windwurfwahrscheinlichkeit hängt auch stark von der schieren Baumhöhe ab, wie die nachstehende Grafik zeigt. Die Gefahr, dass bei Sturmereignissen in Fichtenbeständen Bäume geworfen werden, steigt also auch mit dem zunehmenden Alter und der damit zunehmenden Höhe der Bäume (Abbildung 1).

Windwurfwahrscheinlichkeit bei Fichte bei 120 km/h

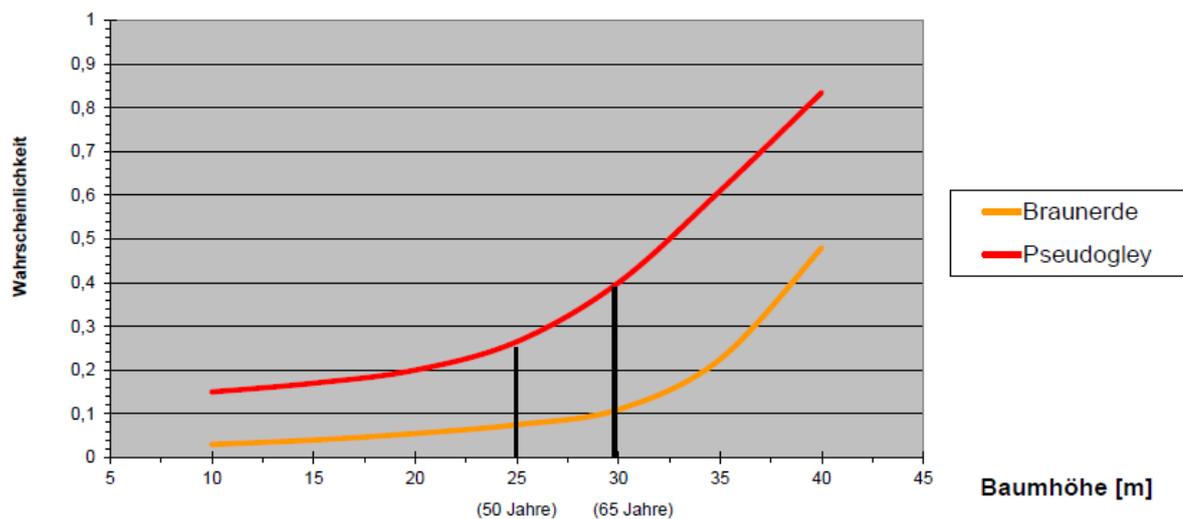


Abbildung 1: Windwurfwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Baumhöhe am Beispiel Fichte

Dies ist ein wichtiges Argument, den Fichtenanteil zu senken und instabile Bestände möglichst frühzeitig umzuwandeln, um prekäre Sicherheitsverhältnisse weitestgehend zu vermeiden.

Die folgenden Tabellen 2, 3 und 4 sollen einen Überblick über die äußerst vielschichtigen Zusammenhänge in Bezug auf eine Prädisposition von Beständen bedingt durch abiotische Einflussfaktoren (in diesem Fall Wind) ermöglichen. Es wird deutlich, dass pauschale Aussagen für größere Begleitstreifenabschnitte nur sehr schwer möglich sind. Auch biotische Einflüsse wie Insekten- oder Pilzbefall können die Verkehrssicherheit eines Baumes maßgeblich negativ beeinflussen. Eine detaillierte Einschätzung unter Berücksichtigung von allen Aspekten kann daher nur durch eine genaue Begutachtung im Einzelfall vor Ort erfolgen.

Sturmrisiko	Umweltfaktoren				
	Windstärke	Geländeform	Boden		
			Gründigkeit	Beschaffenheit	Wassergehalt
klein	schwach, unter 35 km/Std.	unstere Hanglagen, Mulden	tiefgründig, tiefer als 60 cm	bindig	trocken bis frisch
mittel	stark, 40 bis 100 km/Std.	schwach geneigte Lagen	mittelgründig, 30 bis 60 cm	kiesig-lehmig	feucht
gross	orkanartig, über 110 km/Std.	Kuppen, obere Hanglagen	flachgründig, weniger als 30 cm	kiesig-sandig	nass, wassergesättigt

Tabelle 2: Umweltfaktoren - Schematische Darstellung des Sturmschadensrisiko

Sturmrisiko	Baummerkmale			
	Baumart	Grobwurzelsystem	Baumhöhe	Stammform
klein	Wta, Fö, SEi, Tei (jung)	Pfahlwurzeln	gering	abholzig
mittel	Lä, Dgl, Bu, Habu, Ah, Es, Li, Bi, SEi und Tei (alt)	Herzwurzeln	mittel	vollholzig
erhöht	Fi	Flachwurzeln	gross	schlank

Tabelle 3: Baummerkmale - Schematische Darstellung des Sturmschadensrisiko

Sturmrisiko	Bestandesverhältnisse					
	Entwicklungsstufe	Mischungsart	Kronenschluss	Bestandesstruktur	Durchforstungsstärke	Zeit seit der letzten Durchforstung
klein	Jungwald	Einzelmischung	normal	stufig	schwach	mehr als 8 Jahre
mittel	Baumholz	Trupp bis Gruppen bis 10 Aren	licht	ungleichförmig	mittel	6 bis 7 Jahre
erhöht	Altholz	Horst bis Bestand mehr als 10 Aren	lückig	gleichförmig	stark	bis 5 Jahre

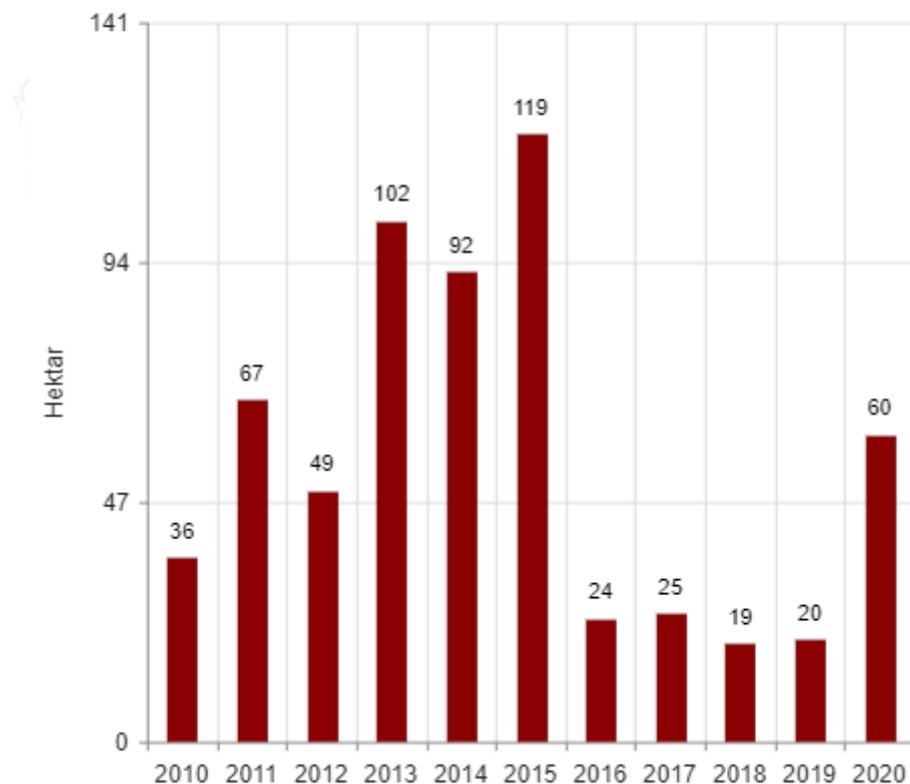
Tabelle 4: Bestandesverhältnisse - Schematische Darstellung des Sturmschadensrisiko

2.1.2 Waldbrand

Das Thema Waldbrand gewann erst in den letzten Jahren in Verbindung mit den Folgen des Klimawandels an Bedeutung. Funkenflug bei Eisenbahnlagen wird hierbei immer wieder als Ursache für Brände genannt. Insgesamt wurden in Österreich im Jahr 2020 über 230 Waldbrände registriert, die zu einer Vernichtung von knapp 60 Hektar Wald führten (Abbildung 2).

Forest fire database Austria

Abfrage: Jahre (Brandfläche), Angaben in Hektar
 Brandart: Waldbrände
 Ursache: alle
 Zeitraum: 1/2010 - 12/2020
 Fläche: alle
 Anzahl Brände: 2376
 Anzahl Brände mit Brandfläche: 2168



© 2021 Institut für Waldbau, BOKU Wien

Abbildung 2: Anzahl und Verteilung von Waldbränden in Österreich 2010-2020

In der gesamten Alpenregion entstehen in der Umgebung von Siedlungen, an Straßenränder und Eisenbahnlagen mehr Brände als in entlegeneren Gebieten (Mayer, Mayr, Müller, Vacik, & VILÀ-VILARDELL, 2020, S. 18). Besonders die Verbindung aus Phasen extremer Trockenheit, hohem Nadelholzanteil und dem Vorhandensein von leicht

brennbarem Material (Reisig, Dürholz), führen zu einer erhöhten Prädisposition gegenüber Waldbrand. Es ist generell anzunehmen, dass heimische Baum- und Straucharten auch in längeren Trockenphasen genug Feuchtigkeit halten können, um eine Feuerausbreitung zu bremsen bzw. zu verhindern. Ein hoher Laubholzanteil ist somit auch im Hinblick auf das Waldbrandgeschehen vorteilhaft. Hochgradig brandgefährdet sind die leicht entzündbaren Kiefern. Gefährdet sind auch die übrigen Nadelholzarten sowie die Birke (Altenkirch, Majunke, & Ohnesorge, 2002, S. 2017). In der Folge ist das Thema Waldbrand eingehender in die waldbaulichen Überlegungen einzubeziehen, auch wenn das Thema aktuell noch von untergeordneter Bedeutung ist.

2.1.3 Biotische Schaderreger

Tiere können als biotische Schaderreger Bäume negativ beeinträchtigen bzw. sogar zerstören. Dies trifft vor allem auf Borkenkäfer zu und hierbei im speziellen den Buchdrucker (*Ips typographus*) und vor allem in den Kronen jüngerer Fichtenbestände den Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*). Im Laubholz sind der Weidenbohrer (*Cossu cossus*) sowie diverse Prachtkäfer (*Agrillus sp.*) und der Kleine Pappelbock (*Saperda populnea*) häufig anzutreffen, jedoch mit geringen Schäden. Ein Großteil des Schienennetzes verläuft entlang von Tallagen. Die dort anzutreffenden Fichtenbestände stocken meist auf dafür nicht geeigneten Standorten und sind hochgradig gefährdet. Eine laufende Kontrolle der Bestände ist anzuraten. Die rasche Aufarbeitung von Käferholz ist unabdingbar. Dabei ist zu prüfen, ob es überhaupt Sinn macht, die verbleibenden Bestandteile langfristig zu halten, oder diese gleich abzutreiben.

Waldbestände sind Lebensraum für Wildtiere, welche zwar überschaubares Potenzial haben die Verkehrssicherheit zu beeinträchtigen, jedoch aus Fragen Tierethik darauf zu achten wäre Zwischenfälle mit Wildtieren möglichst zu minimieren. Es ist darauf zu achten, die Waldbestände nicht zu attraktiv für Wildtiere zu gestalten. So sollte es vermieden werden, Wildtiere zu füttern, anzukirren oder fressbaren Abfall im Wald zu hinterlassen. Der Aktivitätsradius größerer Säugetiere ist beträchtlich, doch auch bereits Kleinsäuger und Kleinvögel kommen als potenzielle Kollisionsopfer in Frage (Roll, 2004, S. 43). Neben tierischen Schaderregern können auch Pilzkrankungen bzw. Bakterien zum Ausfall ganzer Baumarten führen, wie das verbreitete Eschensterben zeigt. Dem ist durch eine Vielfalt an zu verwendenden Baum- und Straucharten zu begegnen, sodass der Ausfall einer Art nicht dazu führt, dass Waldbestände ihre Funktion nicht mehr erfüllen können.

2.2 Baumartenwahl

Die Baumartenwahl orientiert sich an den Anforderungen des Forstgesetzes, dass in seinem Anhang gemäß § 1a Abs. 1 Holzgewächse aufweist, die der Walddefinition des Forstgesetzes Genüge tun. Bezüglich der zu verwendenden Straucharten erfolgt dies ebenfalls in Hinblick auf den Anhang des Forstgesetzes, das hier kaum Einschränkungen bietet.

Anforderungen von Baum- und Straucharten zum Einsatz entlang von Bahnstrecken:

- Vereinbarkeit mit Forstgesetz
- Nichtinvasiv
- Fähigkeit zum Stockausschlag oder zur Wurzelbrut
- Zu erwartende Maximalhöhen entsprechend dem Abstand zur Bahnanlage (Zonierung)
- Widerstandsfähigkeit gegenüber Windwurf und Sonnenbrand
- Mäßige Lichtdurchlässigkeit im Hinblick auf die Ausbreitung von Neophyten
- Standortsangepasstheit, Klimafitness
- Geringes Waldbrandrisiko

Geeignete Baum- und Straucharten sind in der nachstehenden Tabelle 5 angeführt wobei weitestgehend auf Nadelbäume verzichtet wird. Aufgrund ihrer vielseitigen Gefährdungen, Prädisposition gegenüber Waldbrand und potentiellen Wuchshöhe ist der Anbau von Nadelgroßbäumen mit punktueller Ausnahme von Lärche und Tanne hintanzustellen.

Höhenklasse bis 3m

Name	Wissenschaftlicher Name	Lichtansprüche	Standort	Wachstum	Ausschlagsvermögen
Berberitze	Berberis vulgaris	Li-Hb	Kalk	langsam	schlecht
Heckenrose	Rosa canina	Li	bodenvag	schnell	gut
Pfaffenhütchen	Euonymus europaeus	Li-Hb	Kalk, frisch	langsam	sehr gut
Roter Hartriegel	Cornus sanguinea	Li-Sch	Kalk, Lehm	langsam	sehr gut
Rote Heckenkirsche	Lonicera xylosteum	Li-Hb	Kalk, frisch	mittel	gut
Schwarzdorn	Prunus spinosa	Li-Hb	trocken, warm	langsam	langsam

Höhenklasse 3-7m

Faulbaum	Rhamnus frangula	Li-Hb	feucht, sauer	schnell	sehr gut
Gewöhl.	Viburnum opulus	Li-Hb	kalkhaltig	schnell	sehr gut
Haselnuß	Corylus avellana	Li-Hb	bodenvag	schnell	sehr gut
Kornelkirsche	Cornus mas	Li-Hb	Kalk	langsam	sehr gut
Kreuzdorn	Rhamnus cathartica	Li	Kalk	langsam	–
Liguster	Ligustrum vulgare	Li-Hb	Kalk	schnell	sehr gut
Weissdorn	Crataegus spec.	Li	Kalk	langsam	gut
Wolliger Schneeball	Viburnum lantana	Li-Hb	steinig, warm	schnell	sehr gut

Höhenklasse 8-15m

Feldahorn	Acer campestre	Li-Hb	kalkhaltig	langsam	sehr gut
Mehlbeere	Sorbus aria	Li-Hb	Kalk, sonnig	langsam	gut
Traubenkirsche	Prunus padus	Li-Hb	Lehm, Ton	schnell	sehr gut
Vogelbeere	Sorbus aucuparia	Li-Hb	bodenvag	schnell	gut

Höhenklasse 16-25m

Elsbeere	Sorbus torminalis	Li-Hb	Kalk, sonnig	langsam	–
Hainbuche	Carpinus betulus	Hb-Sch	anpassungsfähig	langsam	sehr gut
Hängebirke	Betula pendula	Li	anspruchlos	schnell	sehr gut
Vogelkirsche	Prunus avium	Li	Kalk, frisch	schnell	sehr gut
Wildbirne	Pyrus pyraeaster	Li	Kalkhaltig, tiefgründig	langsam	–

Höhenklasse >25m

Bergahorn	Acer pseudoplatanus	Li-Hb	locker, frisch	schnell	gut
Bergulme	Ulmus glabra	Li-Hb	Nährstoffreich	schnell	gut
Lärche	Larix decidua	Li	frisch, nährstoffreich	schnell	–
Spitzahorn	Acer platanoides	Li	anspruchlos	schnell	gut
Stieleiche	Quercus robur	Li	frisch, tiefgründig	mittel	gut
Tanne	Abies alba	Hb-Sch	feucht	langsam	–
Traubeneiche	Quercus petraea	Li	scheut Grundwasser	mittel	gut
Kiefer	Pinus sylvestris	Li	anspruchlos	schnell	–

Tabelle 5: Mögliche Gehölzarten für den Bahnbegleitwald

2.3 Niederwald, Definition und Bedeutung

Niederwaldbewirtschaftung entstand zur Deckung des regelmäßigen Holzbedarfs vor allem in Bezug auf Brennholz. Dabei macht man sich die Fähigkeit vieler Laubholzarten aus dem Stock wieder auszutreiben zunutze, besonders in jungen Stadien. Dies geschieht durch das Austreiben schlafender Augen, ruhender Knospenanlagen unter der Rinde, die vom Baum aktiviert werden. Darüber hinaus kann eine vegetative Vermehrung auch über Wurzelbrut erfolgen, wobei aus Wurzelteilen der obersten Schichten Pflanzentriebe gebildet werden. Die Nutzung erfolge flächig mit Umtriebszeiten von rund 8 Jahren bei Weiden bis hin zu 40 Jahren im Hartholz (Burschel & Huss, 1997, S. 181ff). Nach mehreren Nutzungen lässt das Stockaustriebvermögen nach. Eine Erneuerung der Stöcke erfolgt meist über generative Vermehrung, wobei die aus Samen entstandenen Bäume wieder vitale Stöcke bilden. Deshalb wird empfohlen einige Samenbäume bei der Räumung zu belassen. Ist dies nicht der Fall, kann durch gezielte Einbringung neuer Bäume die Ertragskraft erhalten werden.

Die Niederwaldbewirtschaftung hatte vor allem folgende Vorteile:

- bestmögliches Ausnutzen des raschen Höhenwachstums geeigneter Laubholzarten
- Verzicht auf Aufforstung und Pflegemaßnahmen
- Unmittelbare Wiederbestockung durch Stockausschlag
- Einfache und rationelle Arbeitsweise (flächige Endnutzung)
- Einfache Steuerung der Nachhaltigkeit über die Fläche
- Produktion einfacher Sortimente (Brennholz)

Im typischen Brennholz Niederwald kamen vor allem Baumarten wie Hainbuche, Hasel, Birke, Aspe, Edelkastanie oder auch später die Robinie zum Einsatz. Vom Niederwald wird hauptsächlich als historische Nutzungsart gesprochen, eine moderne Variante kann in der Anlage von Energieholzflächen gesehen werden. Aufgrund der geringwertigen Sortimente, die erzeugt werden, ist der Niederwaldbetrieb ökonomisch wenig ertragreich. Beim nahe verwandten Mittelwaldbetrieb wird eine Oberschicht aus potentiell hochwertigen Holzarten, wie zum Beispiel die Eiche, erhalten und in Umtriebszeiten entsprechend des Hochwaldes genutzt.

In Gesamtösterreich sind noch rund 70.000 Hektar Nieder- und Mittelwald vorhanden (Amt der NÖ Landesregierung, 2021), wobei der Schwerpunkt hier in den Bundesländern Niederösterreich und Burgenland, vor allem im Weinviertel und Leithagebirge, liegt.

Weniger als 2% der Waldfläche Österreichs sind somit als Nieder- oder Mittelwald anzusprechen, was ihre geringe Bedeutung hervorhebt.

2.3.1 Niederwald, waldbauliche Behandlung

- Produktionsziel: Brennholz
- Umtriebszeit: 15 bis 30 Jahre
- Bestockungsziel: Laubholz- bzw. Laubholzmischbestände ohne Nadelholzanteile

Wuchsklasse	Bereich	Maßnahmenart	Maßnahme
Verjüngung		Bestandesbegründung	in der Regel kein (Stockausschlag)
Jungwuchs	bis 2 m	Jungwuchspflege	in der Regel keine
Dickung	12-15 Meter	Dickungspflege	Mischwuchsregulierung bei zu hohem Strauchanteil, Stockausschlagvereinzelung auf 2-3 Rohden pro Stock
Ernte		Ernte	Flächige Nutzung bei Belassung von bis zu 10 Überhältern als Samenbäume

Tabelle 6: Niederwald, waldbauliche Behandlung nach Hochbichler, Iby & Stummer, 2013, S. 86.

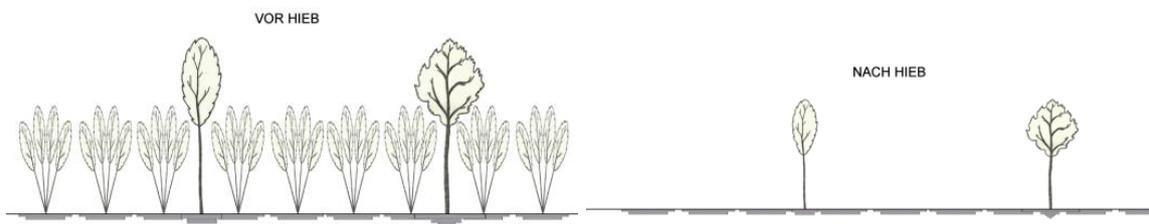


Abbildung 3: Schema Niederwaldbetrieb nach HOCHBICHLER, 2013.

2.3.2 Niederwald und Ökologie

Der Niederwald ist im Vergleich zum dominierenden Hochwald geprägt durch oftmalige Eingriffe in Form von Kahlschlägen. Es fehlt somit an älteren Bestandesphasen und Totholz. Das Baumartenspektrum ist vor allem auf Pionierbaumarten beschränkt. Das wiederholte auf den Stock setzen fördert jene Baumarten, die neben einem hohen Ausschlagvermögen auch ein sehr dynamisches Wachstum in den ersten Lebensjahren aufweisen und in der Folge früh fruktifizieren, um dadurch neue vitale Stöcke zu bilden (Tabelle 7).

	Stockausschlag Jahr 1	Wurzelbrut	Mannbarkeit
Aspe		+++	20-25 Jahre
Birke	150 cm	++	10-25 Jahre
Linde		++	20-40 Jahre
Hainbuche	60 cm	+	30-40 Jahre
Robinie	180 cm	+++	5-10 Jahre
Götterbaum	200 cm	++	3-6 Jahre
Bergahorn	150 cm	+	25-40 Jahre
Eiche	60 cm	+	40-80 Jahre
Silberpappel	100 cm	++	10 Jahre

Tabelle 7: Stockausschlag, Wurzelbrut und Mannbarkeit für ausgewählte Baumarten (Schütt, et al. 2002).

Der Vergleich mit heimischen Baumarten legt nahe, dass insbesondere die Neophyten Götterbaum und Robinie durch ihr überdurchschnittliches Wachstum in den ersten Jahren und der Fähigkeit früh Samen zu bilden durch regelmäßiges auf den Stock setzen gefördert werden und dies zu einer Verbreitung dieser Arten zusätzlich beiträgt. Es kommt hier eventuell zu einer laufenden Entmischung der Baum- und Strauchartendiversität hin zu diesen Baumarten. Dies wird durch Baumkontrolleure der ÖBf bestätigt, die Gehölzstreifen entlang der Autobahnen und Schnellstraßen regelmäßig kontrollieren. Auch lassen Erfahrungen der Götterbaumbekämpfung im Nationalpark Donauauen darauf schließen.



Abbildung 4: Mögliche Förderung von Neophyten durch regelmäßiges auf Stock setzen (Fläche 3.1).

Sichtbar wird dies auch auf Fläche 1.2. Die Baumartenverteilung zeigt hier, dass die Robinie bereits 60% der Fläche einnimmt und von allen vertretenen Baum- und Straucharten durch das regelmäßige auf den Stock setzen am meisten in der vegetativen sowie generativen Ausbreitung profitiert. Darüber hinaus werden bei der Nutzung, vor allem im belaubten Zustand, wichtige Nährstoffe entzogen. Feinäste, Reisig, Rinde und Blätter weisen besonders hohe Nährstoffkonzentrationen auf (Englisch, 2007). Es wäre somit möglich, dass durch intensive Niederwaldbewirtschaftung eine Verschlechterung der Standorteigenschaften einhergeht. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass Bahnlinien Verbreitungskorridore für Neophyten sind. Dieses Problem ist in der Folge vertiefend zu analysieren und in die Handlungsempfehlungen zu integrieren.

2.4 Vom Bahniederwald zum Bahnbegleitwald

Bahnbegleitende Waldflächen werden bewirtschaftet, um folgende Ziele zu erreichen:

- Sicherung des laufenden Bahnbetriebes
- Weitestgehende Verhinderung von Personenschäden durch Naturgefahren oder deren Folgen (z.B.: Baumwurf, Steinschlag)
- Vermeidung von Schäden an Bahninfrastruktur
- Minimierung von Betriebsstörungen
- Ausnutzen natürlicher Automatismen zur Erreichung der oben genannten Punkte im Hinblick auf Kosteneffizienz im Naturgefahrenmanagement
- Hintanhaltung technischer Verbauungen zur Gefahrenabwehr

- Einfache und rationelle Arbeitsweisen, die geringe fachliche Anforderungen an die Ausführenden stellen
- Schaffung ökologisch hochwertiger Wald- bzw. Gehölzstreifen entlang der Bahnanlagen
- Etablierung längerfristig stabiler Gehölz- bzw. Waldstreifen mit geringem Pflegeaufwand und damit verbundenen Kosten

Dem gegenüber können folgende wesentliche Nicht- Ziele festgehalten werden:

- Produktion vermarktbarer Holzsortimente
- Etablierung möglichst raschwüchsiger Bestände
- Fokussierung auf Wirtschaftsbaumarten
- Fokussierung auf wirtschaftlich optimale Umtriebszeiten
- Einschichtiger gleichförmiger Bestandesaufbau

Diese Ziele sind nicht an die Betriebsart des Niederwaldes gebunden. Zudem können auch Elemente des Mittelwaldes oder Hochwaldes zur Zielerreichung herangezogen werden. Ein Vergleich der Betriebsarten ist Tabelle 8 unterhalb zu entnehmen.

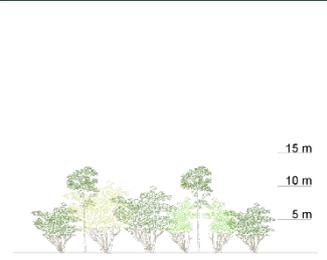
Konventionelle Bewirtschaftungsarten	Niederwald	Mittelwald	Hochwald
			
Ziel	Brennholz	Brennholz und Sägeholz	Sägeholz
Umtriebszeit	15-30 Jahre	15-30 / 100-130 Jahre	80-130 Jahre
Verjüngung	Stockausschlag	Stockausschlag und/oder Sämlinge	Sämlinge
Baumarten (Beispiele)	Birke, Pappel, Hainbuche, Linde, Robinie	Eichen, Hainbuche, Linde, Vogelkirsche	Fichte, Lärche, Buche, Bergahorn

Tabelle 8: Vergleich der konventionellen Bewirtschaftungsarten Niederwald, Mittelwald, Hochwald

Beispielsweise können Kiefernbestände auf nährstoffarmen Standorten eine sehr extensiv zu bewirtschaftende langfristige Lösung darstellen. Die untersuchte Fläche 6.1 der ASC Gloggnitz war vor der flächigen Räumung mit Weißkiefern bestockt, die ein Alter von über 120 Jahren aufwiesen, wobei davon auszugehen ist, dass auf dem Standort über Jahrzehnte hinweg keine Eingriffe nötig waren. Dieselbe Fläche zeigt in der Naturverjüngung neben Eiche und Kiefern auch Hasel und Hainbuche und könnte in der Folge in eine mittelwaldartige Struktur überführt werden. Für bahnbegleitende Wälder sind somit Betriebsformen auf demselben Standort umsetzbar. Der Begriff des Bahniederwaldes ist also nur zum Teil zielführend.

Im Zuge des Projektes wurde diesem Umstand Rechnung getragen, indem der Begriff des Bahnbegleitwaldes eingeführt wird, der wie folgt definiert wird:

Bahnbegleitwälder sind Wald im Sinne des Forstgesetz 1975, dessen vorrangige Funktion die Sicherung des Standorts ist und keine Gefährdung (Baumwurf, Baumbruch) für die direkt angrenzende Bahnanlage darstellt. Der Bahnbegleitwald ist einerseits begrenzt durch die Intensivzone und andererseits durch den Bereich der maximal zu erwartenden Baumhöhe (Fallkurve). Primäre Ziele sind die Anlagensicherheit sowie die Ökosystemdienstleistungen.

Ein idealtypischer Bestandaufbau ist in der Abbildung 5 ersichtlich:

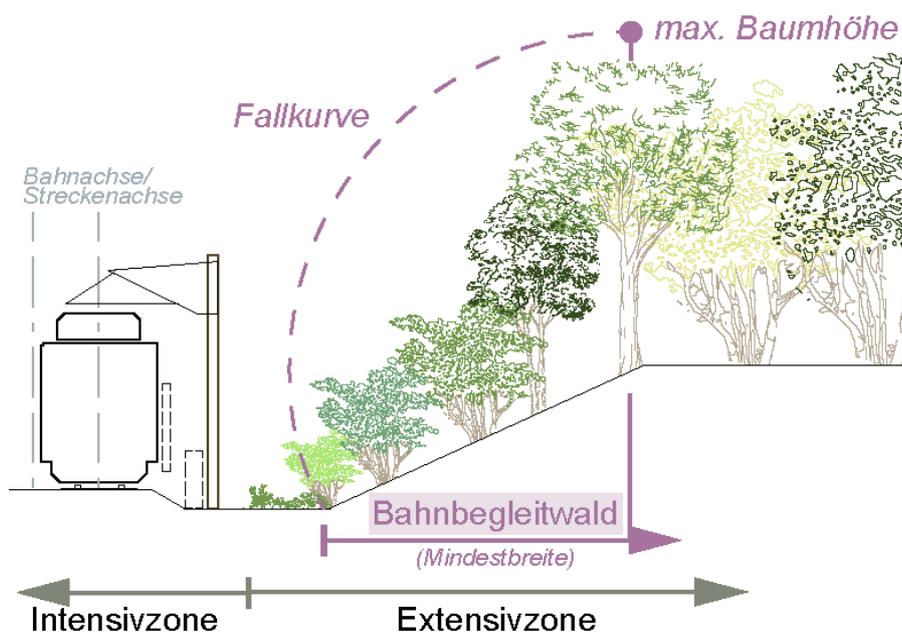


Abbildung 5: Idealtypischer Aufbau eines Bahnbegleitwaldes

Abbildung 6: Regelprofil ÖBB-Infrastruktur AG.

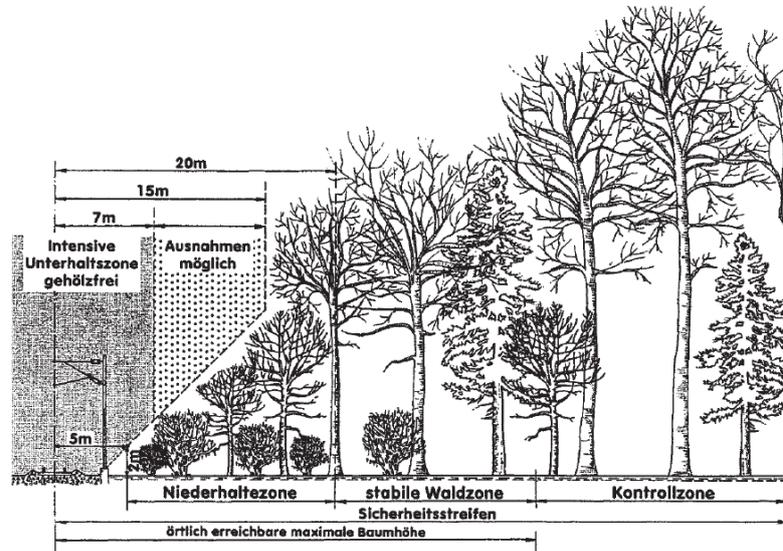


Abbildung 7: Profil für Hauptstrecken der SBB.

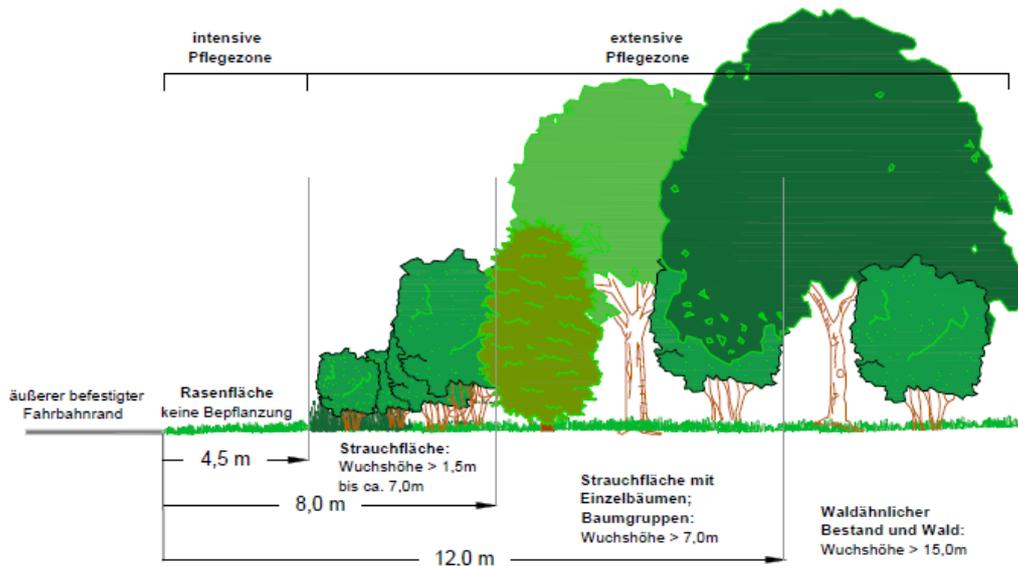


Abbildung 8: Profil ASFINAG.

Besonders bei Überführung von bestehenden Waldbeständen hin zum idealtypischen Bahnbegleitwald ist anzuraten sich mit der lokalen Forstbehörde abzustimmen. Hier kann neben dem Themenkomplex der Schutzwaldbewirtschaftung insbesondere das Thema der Hiebsunreife (Forstgesetz 1975 §80) bzw. der Waldbehandlung an der Grenze (Forstgesetz 1975 §14) zu berücksichtigen sein.

Die Hiebsunreife für raschwüchsige Baumarten wird über die Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 6. Feber 1978 über raschwüchsige Baumarten (StF: BGBl. Nr. 105/1978) geregelt und liegt bei Pappel, Weide und Robinie bei 10 Jahren, der Schwarzerle und Birke bei 20 Jahren und bei der Esche bei 30 Jahren.

3 CHARAKTERSIERUNG DER UNTERSUCHUNGSGEBIETE IM PROJEKT TRAINFOREST

Für das Projekt Trainforest sollte ein möglichst breites Spektrum an Untersuchungsgebieten identifiziert und festgelegt werden, um unterschiedliche Standortbedingungen (Höhenlage, Klimazone, etc.) und Problematiken (Neophyten, Erosion, etc.) in Bezug auf Bahnböschungen und die darauf wachsende Vegetation abzudecken. Ziel war es diese Böschungen anhand unterschiedlicher Parameter aufzunehmen und zu bewerten und daraus potentielle Maßnahmen für eine zukünftige Entwicklung und Optimierung (z.B. der Pflegeeingriffe) abzuleiten. Dafür wurden relevante Regionen von der ÖBB vorgeschlagen und auf Grundlage von GIS-basierten Analysen konkretere Standorte ausgewählt. Abschließend konnten bei einer ersten Begehung der ausgewählten Standorte Flächen definiert werden, die zur weiteren Untersuchung bzw. Bearbeitung herangezogen wurden.

3.1 GIS-basierte Standortanalyse der ausgewählten Untersuchungsgebiete

Im Zuge einer GIS-basierten Standortanalyse wurden öffentlich verfügbare Geodaten (Digitales Gelände Modell (DGM), naturschutzrelevante Flächen (Natura 2000), vegetationskundlich, bodenkundlich und klimatologisch relevante Layer, sowie Geodaten der ÖBB (Waldzustand, Störungsereignisse) miteinander verschnitten. Ziel war es, Parameter zu identifizieren, die eine möglichst vergleichbare Verteilung der Versuchsflächen gewährleisten und eine gute Abdeckung dieser über alle Klima- und Vegetationszonen Österreichs zu sichern.

Als topografische Parameter wurden aus dem DGM die Höhenlagenverteilung, die Hangneigung und die Exposition generiert. Innerhalb eines Puffers von 30m um das ÖBB-Streckennetze wurde die Nähe zu nächstgelegenen naturschutzrelevanten Flächen ermittelt und klassifiziert, die Bestandsflächen der ÖBB hinsichtlich ihres Waldzustandes (Waldzustandsklasse – WKL) sowie der Häufigkeit von Störereignissen durch Wind- und Schneebruch ausgewiesen. Des Weiteren wurden die gesamten Großräume den 22 österreichischen Wuchsgebieten zugeordnet, in welchen sich alle vegetationskundlich relevanten Faktoren wie Höhenstufen, Niederschlagsverteilung, Temperaturverteilung sowie Geologie und Bodenkennwerte ausdrücken. Auf Basis der ermittelten natürlichen Waldgesellschaften können standortgerechte Maßnahmen im Weiteren entwickelt und geprüft werden (siehe Abbildung 9).

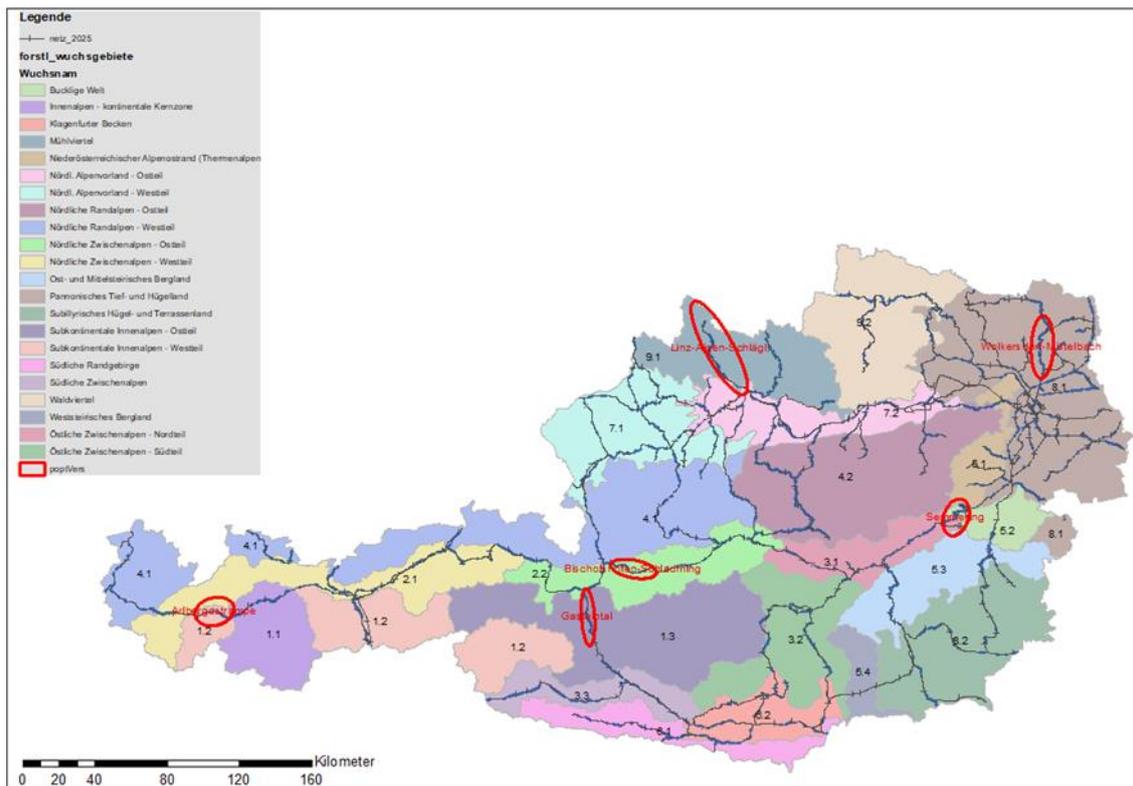


Abbildung 9: Wuchsbereiche Österreichs und Untersuchungsgebiete (Großraum Mistelbach-Wolkersdorf, Semmering, Linz-Aigen-Schlägl, Bischofshofen-Schladming, Gasteinertal, Arlberg-Ostampe).

3.2 Detaillierte Standortanalyse nach Begehung

Die im Frühjahr 2020 geplanten Begehungen der Untersuchungsstandorte mussten auf Grund der Covid-19 Pandemie in den Sommer verschoben werden. Mitte Juni, am 17.06.2020, fand die erste Begehung in der Umgebung von Mistelbach in Niederösterreich und am 18.06.2020 im Gebiet Semmering in Niederösterreich statt. Mitte Juli (am 22.07.2020) folgte die Begehung im Großraum Schwarzach/St. Veith in Salzburg.

Im Zuge der ersten Begehungen (zwischen 17.6 und 22.7.2020) wurden potentielle Versuchsflächen hinsichtlich oben genannter Parameter in kleinräumigem Maßstab erneut analysiert und ausgewiesen. Die dadurch bestimmten Flächen wurden mit ihren Standortmerkmalen in tabellarischer Form zusammengefasst. Beispielhaft, sei hier eine Fläche im Untersuchungsgebiet Semmering angeführt (siehe Abbildung 10: Karte von Fläche 1; Standort 5 in ASC-Gloggnitz und Tabelle 10: Standortmerkmale Fläche 1; Standort 5 in Gloggnitz).

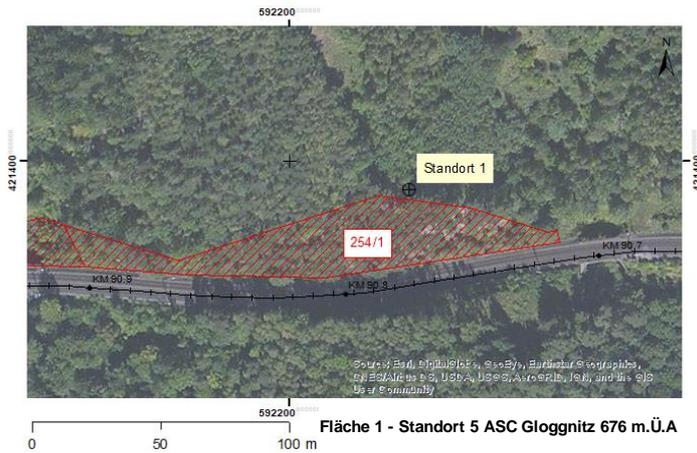


Abbildung 10: Karte von Fläche 1; Standort 5 in ASC-Gloggnitz

Untersuchungsgebiet	Semmering
Fläche	Fläche 1
Standort	Standort 5
Grundstücksnummer	254/1
Interne Waldflächen Nr.	16731
km von (km)	90.7
km bis (km)	90.9
Waldzustandsklasse (1-5)	2 (ÖBB Forstoperat)
Wuchsgebiet	5.2 Bucklige Welt
natürliche Waldgesellschaft	Buchenwald, mit Trauben-Eiche, Esche, Berg-Ahorn (Hainbuche, Kirsche, Tanne, Lärche)
Fläche (m²)	3091.2
Seehöhe (m)	676
Höhenstufe	tiefmontan
Neigung (°)	33
Exposition	Süd
ASC-Standort	ASC Gloggnitz
Bezirk	Gloggnitz
Gemeinde	Gloggnitz

Tabelle 10: Standortmerkmale Fläche 1; Standort 5 in Gloggnitz

Untersuchungsgebiet	Mistelbach						
Standort	Standort 1	Standort 2			Standort 3	Standort 4	
Fläche	Fläche 1	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 1	Fläche 1	Fläche 2
AS Standort	ASC Mistelbach						
Bezirk	Mistelbach						
Gemeinde	Mistelbach	Ladendorf				Kreuzstetten	Kreuzstetten
Grundstück Nr.	5344	3967/6	nicht Eigentum der ÖBB	nicht Eigentum der ÖBB	3967/6	nicht Eigentum der ÖBB	69/22
intern. Waldfl. Nr.	18063	18053	0	0	18034	0	17987
km von	54	51	51	51	49	41	41
km bis	54	52	51	51	49	41	41
Fläche (m²)	7188	2758	3144	3601	2513	2478	5121
Seehöhe m.Ü.A.	208	215	208	216	231	241	236
Höhenstufe	kollin						
Neigung (°)	10	8	11	5	7	28	11
Exposition (°)	127	211	136	124	330	245	258
Wuchsgebiet	Pannonisches Tief- und Hügelland						
natürliche Waldgesellschaft	Eichen-Hainbuchenwälder (aufgeforstet mit Schwarzföhre, Robinie)						
WKL (1-5)	3	2	0	0	3	0	3
Kommentar / Maßnahme							

Tabelle 11: Charakterisierung der Flächen im Untersuchungsgebiet Mistelbach.

Untersuchungsgebiet	Semmering							
Standort	Standort 5		Standort 6			Standort 7		
Fläche	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
AS Standort	ASC Gloggnitz							
Bezirk	Gloggnitz							
Gemeinde	Gloggnitz		Breitenstein	Gloggnitz	Breitenstein	Semmering		
Grundstück Nr.	254/1	254/1	427/1	254/1	427/1	786/5	769/1	nicht Eigentum der ÖBB
intern. Waldfl. Nr.	16731	16936	16828	16727	16938	16711	16678	0
km von	91	91	92	92	93	103	103	102
km bis	91	91	92	92	93	103	103	102
Fläche (m ²)	3091	3362	4704	4666	2299	8195	11544	17061
Seehöhe m.ü.A.	676	681	705	703	705	907	902	913
Höhenstufe	tiefmontan					mitteimontan		
Neigung (°)	33	30	25	21	25	25	34	32
Exposition (°)	177	162	182	216	111	93	99	345
Wuchsgebiet	Bucklige Welt							
natürliche Waldgesellschaft	Tannen-Buchenwald (mit Eiche, Edelkastanie, Rotföhre)					Fichten-Tannen-Buchenwald		
WKL (1-5)	2	2	1	1	1	1	3	0
Kommentar / Maßnahme								

Tabelle 12: Charakterisierung der Flächen im Untersuchungsgebiet Semmering.

Untersuchungsgebiet	Salzburg													
Standort	Standort 8							Standort 9		Standort 10		Standort 11		
Fläche	Fläche 1			Fläche 2				Fläche 1		Fläche 1		Fläche 1	Fläche 2	
AS Standort	ASC St. Johann i. P.							ASC St. Johann i. P.						
Bezirk	Sankt Johann im Pongau							Zell am See			Saalfelden			
Gemeinde	Sankt Veit im Pongau							Lend			Leogang			
Grundstück Nr.	44	7		44	7			684	nicht Eigentum der ÖBB	634/3	634/3	733/5	634/3	
intern. Waldfl. Nr.	16423	16421	16422	16439	16440	16436	16435	16437	18502	0	19506	18388	20199	19507
km von	71	73	73	72	72	74	74	74	78	118	118	119	118	118
km bis	72	74	73	73	72	74	75	74	78	118	119	119	118	119
Fläche (m ²)	13848	2449	22914	8236	11250	10525	18948	798	12846	7550	4232	2497	1170	9792
Seehöhe m.ü.A.	637	639	655	636	636	659	672	641	695	796	799	805	805	822
Höhenstufe	submontan							tiefmontan						
Neigung (°)	33	28	38	33	27	41	43	40	40	33	22	33	19	40
Exposition (°)	287	256	285	279	307	344	293	340	282	191	134	162	130	164
Wuchsgebiet	Nördliche Zwischenalpen - Ostteil							Nördliche Randalpen - Westteil						
natürliche Waldgesellschaft	Fichten-Tannenwald (mit Buche)							Buchenwald (mit Tanne, Bergahorn, Esche)						
WKL (1-5)	0	0	4	3	0	0	0	0	3	0	4	4	2	2
Kommentar / Maßnahme														

Tabelle 13: Charakterisierung der Flächen im Untersuchungsgebiet Salzburg.

Bei den ersten Begehungen im Jahr 2020 konnte ein erster Einblick über die aktuellen und regional sehr unterschiedlichen Situationen gewonnen sowie einige Fragen beantwortet werden. Ergebnis dieser Begehungen sind einerseits detaillierte Beschreibungen der

Standorte und der vorherrschenden Problematik und andererseits sind die ersten Ideen zu den potentiellen Maßnahmen und Versuchen entstanden. Eine Zusammenfassung der Beschreibung der ausgewählten Untersuchungsflächen sowie in Frage kommende Maßnahmen sind in Tabelle 14 bis Tabelle 16 ersichtlich. Der Inhalt der Spalte „Profile“ bezieht sich auf die Anzahl der geplanten Bestandsaufrisse der Untersuchungsfläche.

Standort	Untersuchungsfläche	Profile	Maßnahmen
Wolkersdorf – Mistelbach	Standort 1 = Fläche 1: 2016/2019 gepflegte Fläche, im Moment sehr kahl, aber es kommen schon erste Pionierpflanzen auf...	1	ca. 20m - Bestandsaufnahme; nichts machen ca. 20m - nur mähen/pflegen? ca. 20m - bepflanzen mit heimischen Gehölzen
	Standort 2: 3 verschiedene Untersuchungsflächen; ein gutes Beispiel; ein alter Robinienbestand; eine Fläche mit neuem Damm, dort viel junger Robinienwachstum	3	Fläche 1: Damm - Bestandsaufnahme; Maßnahmen? Fläche 2: Vorzeigefläche - Bestandsaufnahme; nichts tun Fläche 3: Robinienbestand - Bestandsaufnahme; Handlungsempfehlung
	Standort 3: direkt neben/unterhalb von Brücke, guter Bestand mit einzelnen Robinien	1	Bestandsaufnahme; gezielt Robinien einzeln entnehmen, andere Gehölze dadurch fördern
	Standort 4: sehr steile Böschung neben Zugstrecke, frisch gepflegt; weiter hinten flacheres Stück	2	Fläche 1: steile Böschung - Bestandsaufnahme; beobachten, was kommt da auf? Fläche 2: flaches Stück - Bestandsaufnahme; beobachten

Tabelle 14: Zusammenfassung der Untersuchungsgebiete und der Behandlungsmethodik.

Standort	Untersuchungsfläche	Profile	Maßnahmen
Semmering	Standort 5: Göstling, steile frisch gerodete Fläche (2019), es kommen schon junge heimische Gehölze auf; weiter hinten gute Vegetation entwickelt (Rodung 2013); Boden hier sehr flachgründig	2	Fläche 1: steile Böschung - Bestandsaufnahme; beobachten, was kommt da auf? und heimische Gehölze fördern, frühzeitig freischneiden Fläche 2: gut entwickelte Fläche - Bestandsaufnahme - selektive Pflege?
	Standort 6: Bahnhof Klamm-Schottwien; Vegetation auf seitlichem Hang schon wieder sehr groß gewachsen, hängt teilweise in Schilder rein, eingeschränkte Sicht	1	Fläche 1: nur Bereich neben Bahnhof; Bestandsaufnahme - selektiv ausschneiden
	Standort 7: Bahnhof Semmering; frisch gepflegte Fläche (2019); Fläche über Spielplatz mit Steinschlagnetz; Fläche nach Tunnel - noch wenig Bewuchs (Pflege 2018)	3	Fläche 1: Bestandsaufnahme Fläche 2: Bestandsaufnahme Fläche 3: Fläche nach Tunnel - Bestandsaufnahme und gezielte Pflanzungen, selektive Pflege

Tabelle 15: Zusammenfassung der Untersuchungsgebiete und der Behandlungsmethodik.

Standort	Untersuchungsfläche	Profile	Maßnahmen
Salzburg	Standort 8: Zwischen Schwarzach i.P. und Lend: flächige Endnutzung (2012-2018) auf ca. 20 ha. Streckenabschnitt mit sehr hohem Schadpotential; derzeit Niederwald (viel Hasel und Ahorn)	2	Fläche 1: Bestandsaufnahme Fläche 2: Bestandsaufnahme
	Standort 9: An B311 bei Hundsdorf 10 Jahre alter Schlag, v.a. Lärche und Ahorn	1	Fläche 1: Bestandsaufnahme
	Standort 10: Leogang, Juli 2020 mit Schreitbagger auf Stock gesetzt.	1	Fläche 1: Bestandsaufnahme
	Standort 11: Leogang, Fläche 2 2012/13 auf Stock gesetzt und gemulcht (soll im Herbst wieder behandelt werden). Fläche 1 Juli 2020 auf Stock gesetzt und gemulcht.	2	Fläche 1: Bestandsaufnahme/ Maßnahme? Fläche 2: Bestandsaufnahme/ Maßnahmen – gezieltes Ausschneiden?

Tabelle 16: Zusammenfassung der Untersuchungsgebiete und der Behandlungsmethodik.

Im zweiten Projektjahr wurden die ausgewählten Untersuchungsstandorte erneut begangen und eine genaue Vegetations- und Gelände-Aufnahme eines jeweils 10 m breiten Abschnittes (Fläche) je Standort erstellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Aufnahmen präsentiert.

3.3 Untersuchungsgebiet Mistelbach

Das Untersuchungsgebiet in Mistelbach gliedert sich in vier Standorte, an denen jeweils eine oder mehrere Flächen aufgenommen wurden. Das zentrale Thema der Standorte in Mistelbach ist die Robinie, die sich auf fast allen Flächen schon erfolgreich verbreitet hat. Durch die Vegetationsaufnahmen soll der aktuelle Zustand erfasst werden. Ziel ist es, Flächen mit unterschiedlichem Entwicklungsstand aufzunehmen, um die Entwicklung der Robinie besser verstehen zu können.

3.3.1 Standort 1 – Fläche 1.1

Standort 1 ist eine flache sehr lang gestreckte Fläche (siehe Abbildung 11), die im Jahr 2016 zuletzt auf Stock gesetzt wurde. Die darin gelegene Untersuchungsfläche 1.1 ist in Abb. 2 ersichtlich. Hier wurde ein Bestandsaufriss, also eine Aufnahme von Gelände und Vegetation durchgeführt (siehe Abbildung 16). Eine Entwicklung des Bestandes über den Zeitraum von 4 Monaten ist auf den Fotos in Abbildung 13 und Abbildung 14 zu sehen. Abbildung 15 zeigt die Situation im Gleisbereich, wo sich schon die ersten Robinien ausbreiten.



Abbildung 11: Fläche 1.1 am Standort 1 in Mistelbach.



Abbildung 12: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 1.1.



Abbildung 13: Fläche 1.1 am 17.6.2020.



Abbildung 14: Fläche 1.1 am 23.10.2020.



Abbildung 15: Situation im Gleisbereich von Fläche 1.1 im Oktober 2020.



Abbildung 16: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 1.1 an Standort 1.

Die Artzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 17) am Standort 1.1 im Bezirk Mistelbach wurde auf einer flachen Probefläche direkt neben der Gleisanlage mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 16). Aufnahmetag war der 23.10.2020.

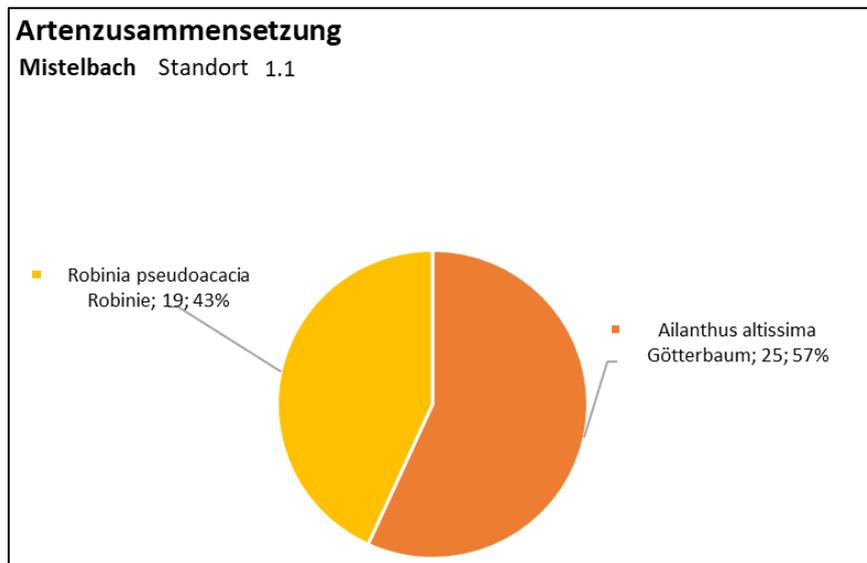


Abbildung 17: Fläche 1.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

3.3.2 Standort 2 – Flächen 2.1-2.3

Am Standort 2 in Mistelbach wurden 3 sehr unterschiedliche Flächen aufgenommen. Fläche 2.1 ist eine junge Fläche auf einem neu errichteten Damm (2019 saniert), Fläche 2.2 zeigt einen optimalen Vegetationszustand (in Bezug auf die Artenzusammensetzung: z.B. Schlehdorn, Weißdorn, Wildrose, Holunder) und Fläche 2.3 ist ein alter Robinienbestand, der schon viele abgestorbene Bäume enthält (siehe Abbildung 18).

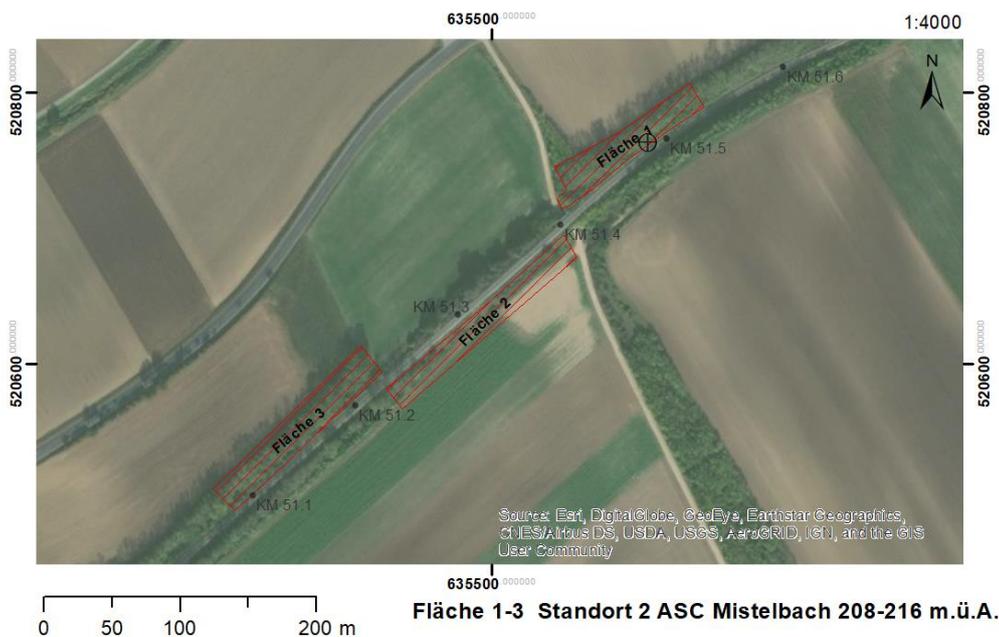


Abbildung 18: Fläche 2.1, 2.2 und 2.3 am Standort 2 in Mistelbach.

Fläche 2.1

Fläche 2.1 ist in Abbildung 19 markiert und befindet sich nördlich der Gleisanlage. Bei einem Vergleich der Fotos vom Juli 2020 und Oktober 2020 (Abbildung 20 und Abbildung 21) ist ebenfalls zu erkennen, dass sich die Robinie schon sehr gut auf dem Damm ausgebreitet hat. Abbildung 22 zeigt die Dimensionen und die Ausbreitung der einzelnen Robinientriebe im Oktober 2020, nur ein Jahr nachdem der Damm 2019 saniert wurde. Der Bestandesaufriss wird in Abbildung 23 dargestellt.



Abbildung 19: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 2.1.



Abbildung 20: Fläche 2.1.am 17.6.2020.



Abbildung 21: Fläche 2.1. am 23.10.2020.



Abbildung 22: Situation im Dammbereich von Fläche 2.1 im Oktober 2020.

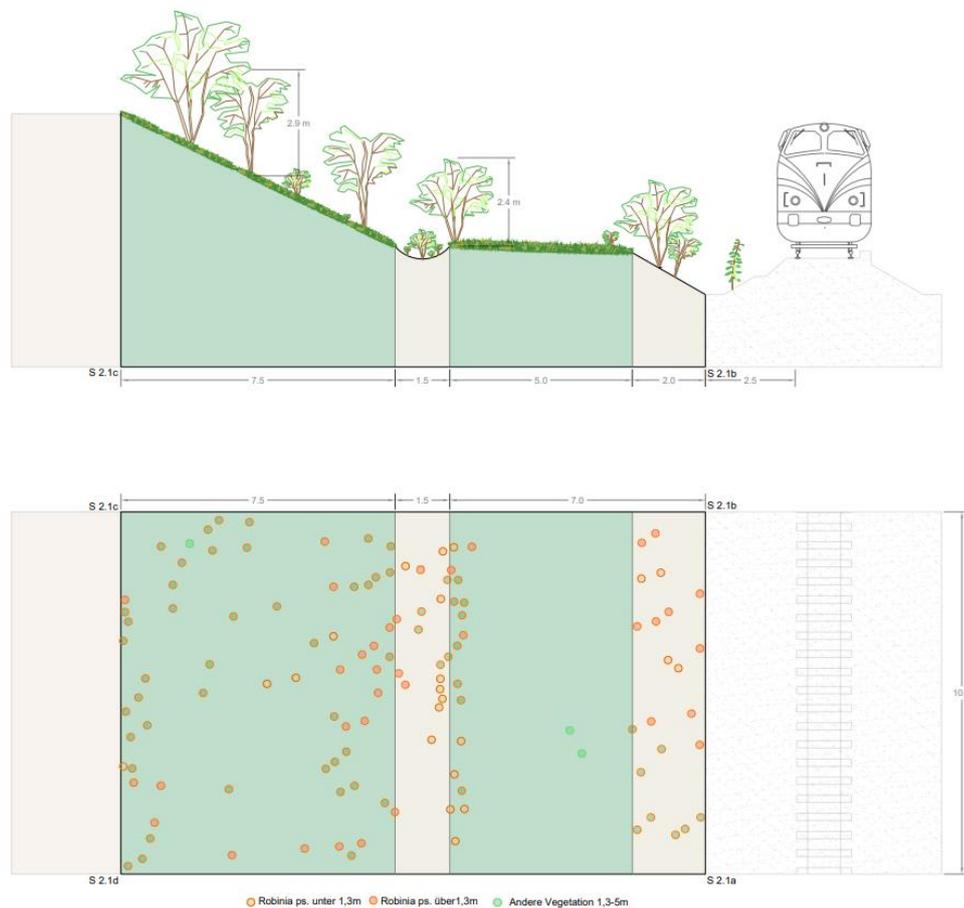


Abbildung 23: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 2.1 an Standort 2.

Die Artzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 24) am Standort 2.1 im Bezirk Mistelbach wurde auf einer Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 23). Aufnahmetag war der 23.10.2020.

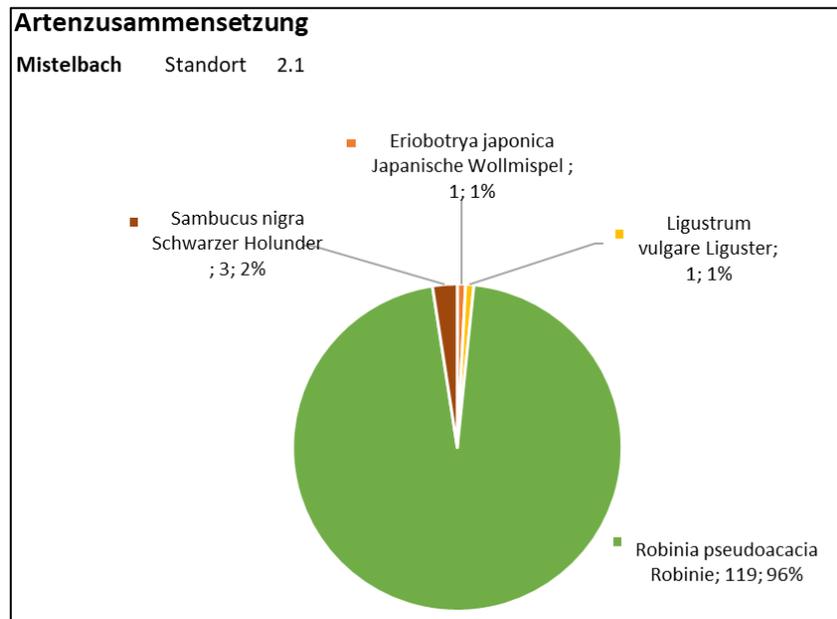


Abbildung 24: Fläche 2.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Fläche 2.2

Fläche 2.2 ist in Abbildung 25 markiert und befindet sich südlich der Gleisanlage. Diese Fläche stellt auf Basis der vorhandenen Vegetation den angestrebten Zustand dar. Es befinden sich nur heimische und standortgerechte Arten auf dieser Fläche. Durch den dichten Bewuchs hat die Robinie hier keine Chance (siehe Abbildung 26 und Abbildung 27). Auch die Pflege dieser Flächen ist extensiv. Der Zustand im Bereich der Gleisanlage im Oktober 2020 ist auf Abbildung 28 zu sehen. Der Bestandesaufriss wird in Abbildung 29 dargestellt.



Abbildung 25: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 2.2.



Abbildung 26: Fläche 2.2 am 17.6.2020.



Abbildung 27: Vegetation auf Fläche 2.2 im Oktober 2020.



Abbildung 28: Situation und Vegetation im Gleisbereich der Fläche 2.2 im Oktober 2020.



Abbildung 29: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 2.2 an Standort 2.

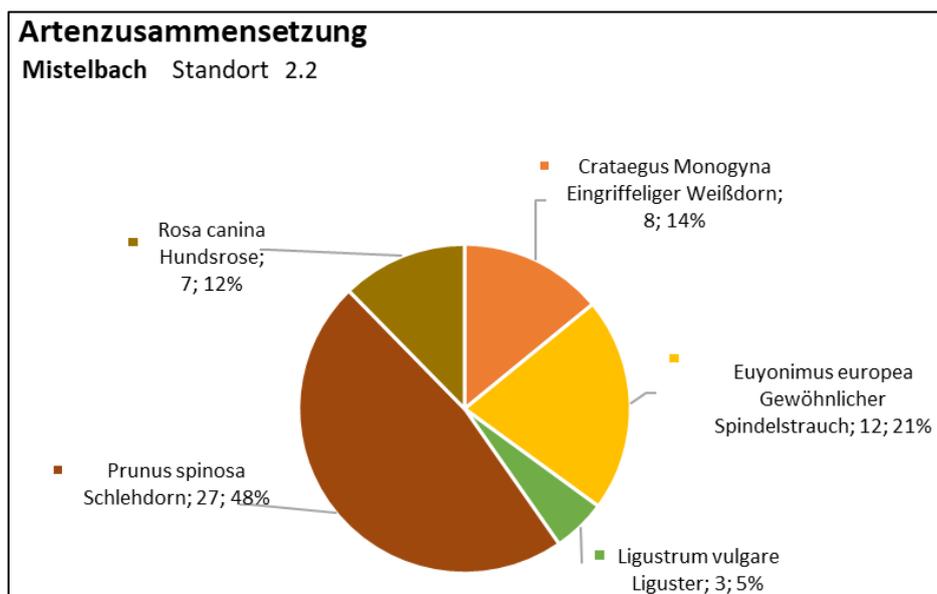


Abbildung 30: Fläche 2.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (Abbildung 30) im optimalen Zustand am Standort 2.2 im Bezirk Mistelbach wurde auf einer Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 29). Aufnahmetag war der 23.10.2020.

Fläche 2.3

Fläche 2.3 ist in Abbildung 31 markiert und befindet sich nördlich der Gleisanlage. Auf dieser Fläche befindet sich der Robinienaltbestand. Der gleisnahe Bereich ist aktuell kaum von verholzender Vegetation bewachsen. Im hinteren Bereich befinden sich sehr große und alte Robinien (siehe Abbildung 32 und Abbildung 33). Abbildung 34 zeigt den Zustand der Robinien, der teilweise sehr schlecht ist. Der Bestandesaufriss wird in Abbildung 35 dargestellt.



Abbildung 31: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 2.3.



Abbildung 32: Fläche 2.3 am 17.6.2020.



Abbildung 33: Fläche 2.3 – alter Robinienbestand im Oktober 2020



Abbildung 34: Teilweise tote Vegetation auf Fläche 2.3.

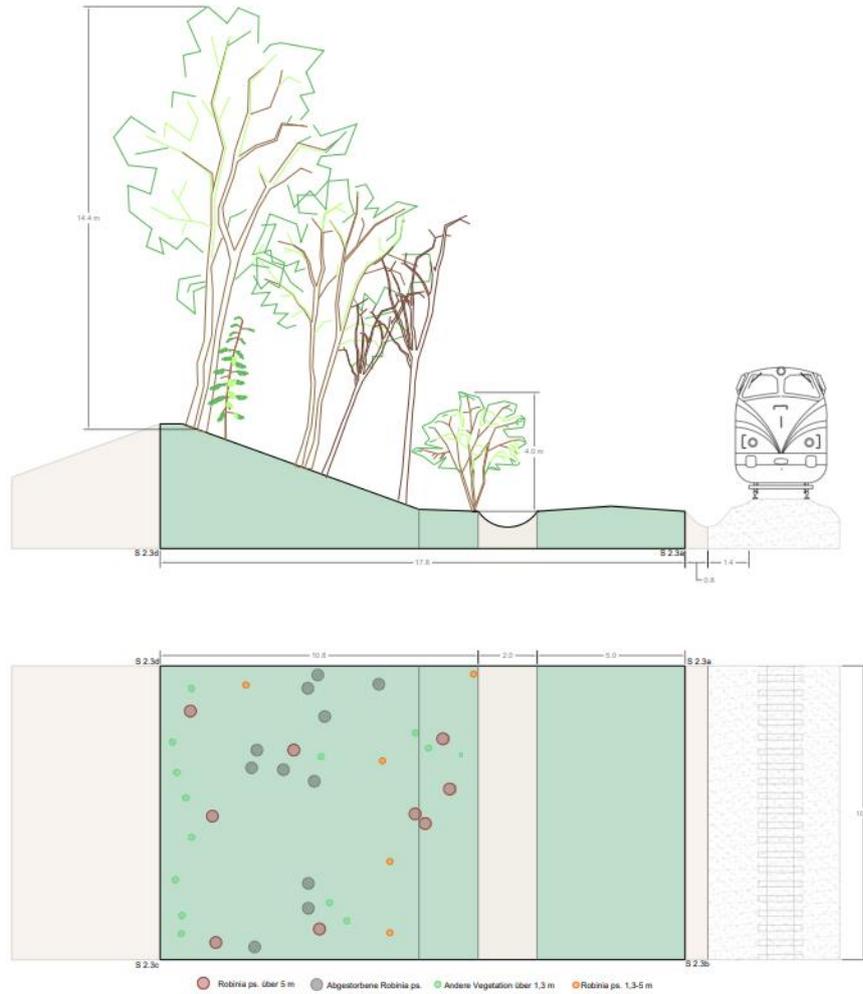


Abbildung 35: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 2.3 an Standort 2.

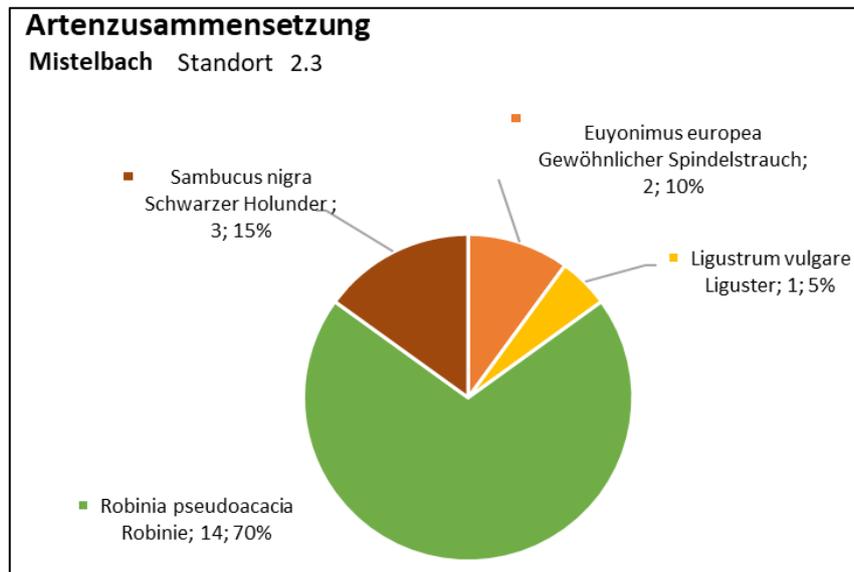


Abbildung 36: Fläche 2.3 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 35) am Standort 2.3 im Bezirk Mistelbach wurde auf einer Probenfläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 36). Aufnahmetag war der 23.10.2020.

3.3.3 Standort 3 – Fläche 3.1

Am Standort 3 in Mistelbach wurde eine Fläche aufgenommen (siehe Abbildung 37). Diese Fläche zeichnet sich durch einen gemischten Vegetationsbestand aus und könnte durch regelmäßige Pflegemaßnahmen und gezielte Förderung der heimischen Vegetation das Wachstum der einzelnen Robinien unterdrücken. Die ausgewählte Untersuchungsfläche ist in Abbildung 38 markiert und liegt südlich der Gleisanlage. Abbildung 39 zeigt den Zustand der Fläche im Juni 2020 aus Sicht der danebengelegenen Brücke. Abbildung 40 zeigt die abgesteckte Fläche 3.1. Außerdem konnten vereinzelt tote Robinienstämme gefunden werden, welche im Stammbereich verletzt waren (siehe Abbildung 42). Unsere Vermutung ist, dass sie vielleicht absichtlich geringelt wurden? Der Bestandesaufriss wird in Abbildung 43 dargestellt.

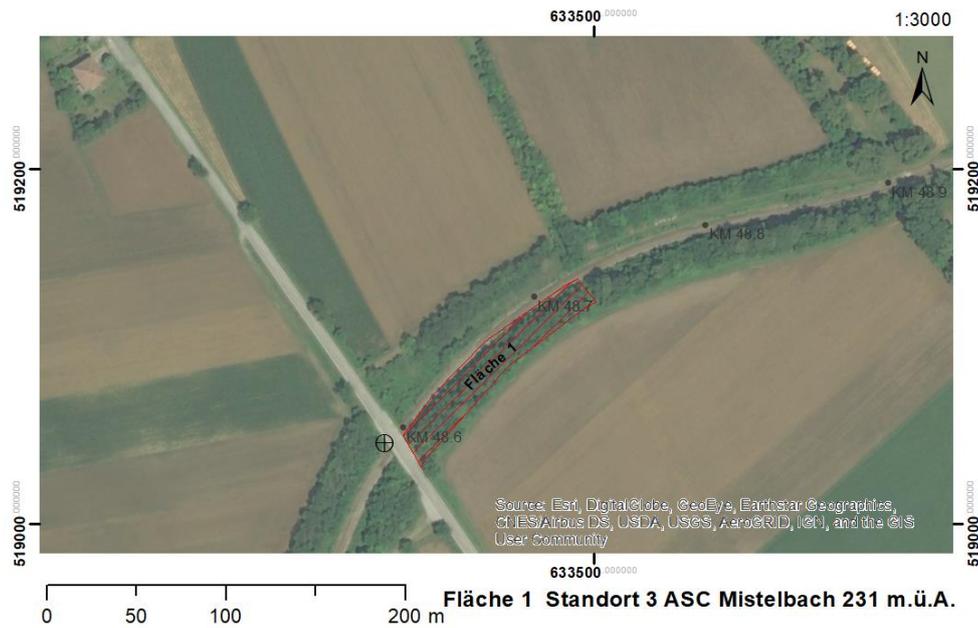


Abbildung 37: Fläche 3.1 am Standort 3 in Mistelbach.



Abbildung 38: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 3.1.



Abbildung 39: Fläche 3.1 (auf dem Bild rechts der Gleisanlage) am 17.6.2020.



Abbildung 40: Abbildung 30: Fläche 3.1 im Gleisbereich, Oktober 2020.



Abbildung 41: Abgesteckte Fläche 3.1 (Oktober 2020), aufgenommen vom angrenzenden Grundstück.



Abbildung 42: Robinienstamm in Fläche 3.1 (Oktober 2020) – wurde Robinie geringelt?

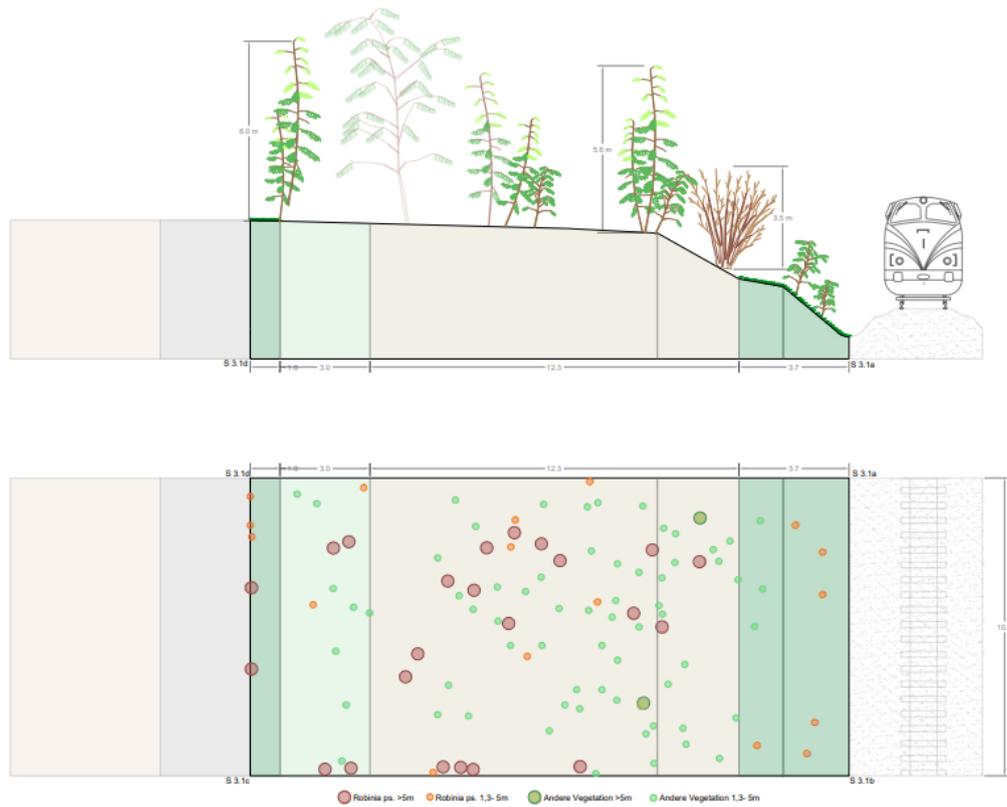


Abbildung 43: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 3.1 an Standort 3.

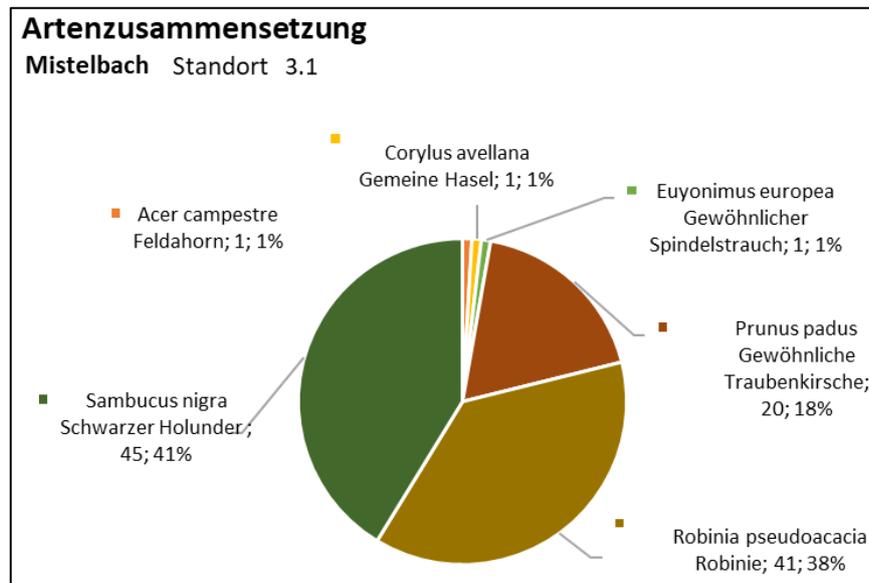


Abbildung 44: Fläche 3.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 44) am Standort 3.1 im Bezirk Mistelbach wurde auf einer Probenfläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 43). Aufnahmetag war der 23.10.2020.

3.3.4 Standort 4 – Fläche 4.1

Am Standort 4 in Mistelbach wurden zwei Schnitte aufgenommen (siehe Abbildung 45). Abbildung 46 zeigt eine Übersicht über das Gebiet. Die ausgewählte Fläche für die Vegetationsaufnahme ist eine sehr steile Böschung und liegt in Fläche 1 in Abbildung 45.

Bei der ersten Begehung dieser Fläche am Standort 4 im Juni 2020 konnten einige junge Robinien gesichtet werden (siehe Abbildung 47 und Abbildung 48). Durch die sehr steile Hanglage ist die Hangstabilität hier sicher an ihrer Grenze und sollte in kommenden Planungen berücksichtigt werden. Neben der Robinie wurden aber auch andere Arten gesichtet, die eine Stabilisierung des Hanges unterstützen könnten (z.B. Berberitze, Weißdorn, Holder). Zuletzt wurde diese Fläche im Jahr 2019 gepflegt und einzelne Robinien herausgeschnitten.

Auf Grund der Steilheit wurden „nur“ zwei Querschnitte aufgenommen und kein durchgehend 10 m breiter Abschnitt, der im Grundriss dargestellt werden würde. In Abbildung 49 und Abbildung 50 ist der Zustand der Flächen im November 2020, während der Aufnahmen, dargestellt.

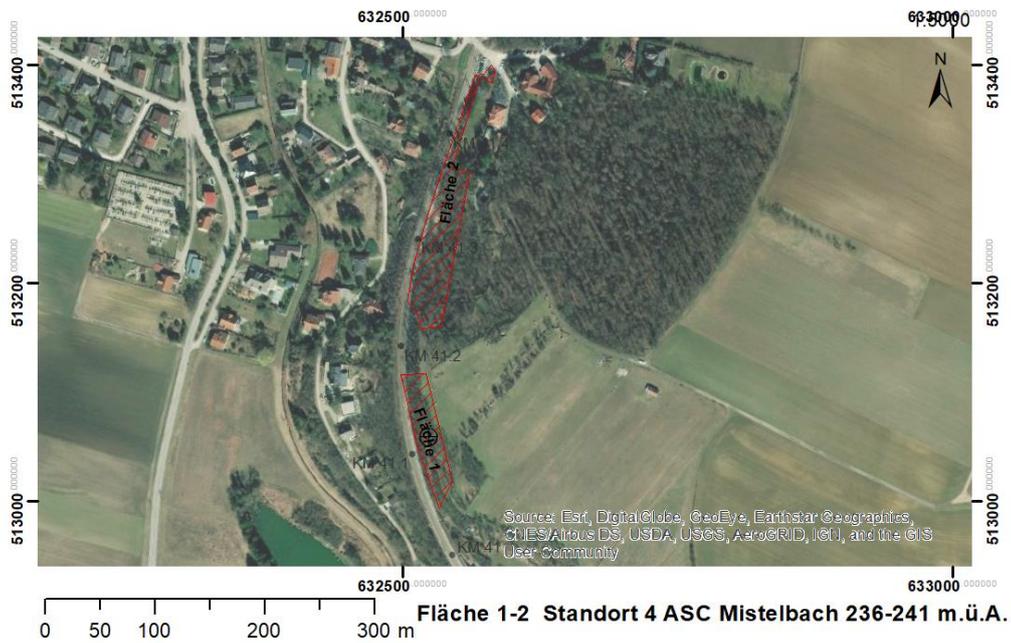


Abbildung 45: Fläche 4.1 am Standort 4 in Mistelbach.



Abbildung 46: ausgewählte Aufnahmeschnitte in Fläche 4.1.



Abbildung 47: Fläche 4.1 mit Sicht auf die Gleisanlage.



Abbildung 48: Entwicklung der Robinien auf Fläche 4.1.



Abbildung 49: Fläche 4.1 im November 2020.



Abbildung 50: Fläche 4.1 im November 2020.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 53) im Querschnitt A, am Standort 4.1 im Bezirk Mistelbach wurde auf der Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis aufgenommen (siehe Abbildung 51 und Abbildung 52). Für den Querschnitt B wird hier kein separates Artendiagramm dargestellt, da hier nur Robinien (11 Individuen, 100%) vorgefunden wurden. Aufnahmetag war der 24.11.2020.

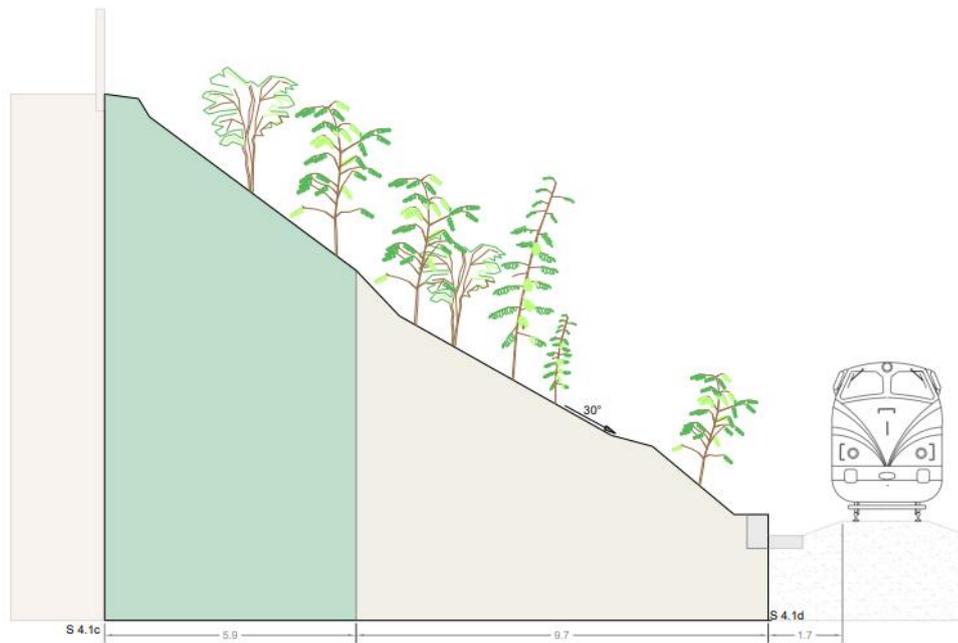


Abbildung 51: Aufnahme in zwei Querschnitten von Fläche 4.1 an Standort 4.

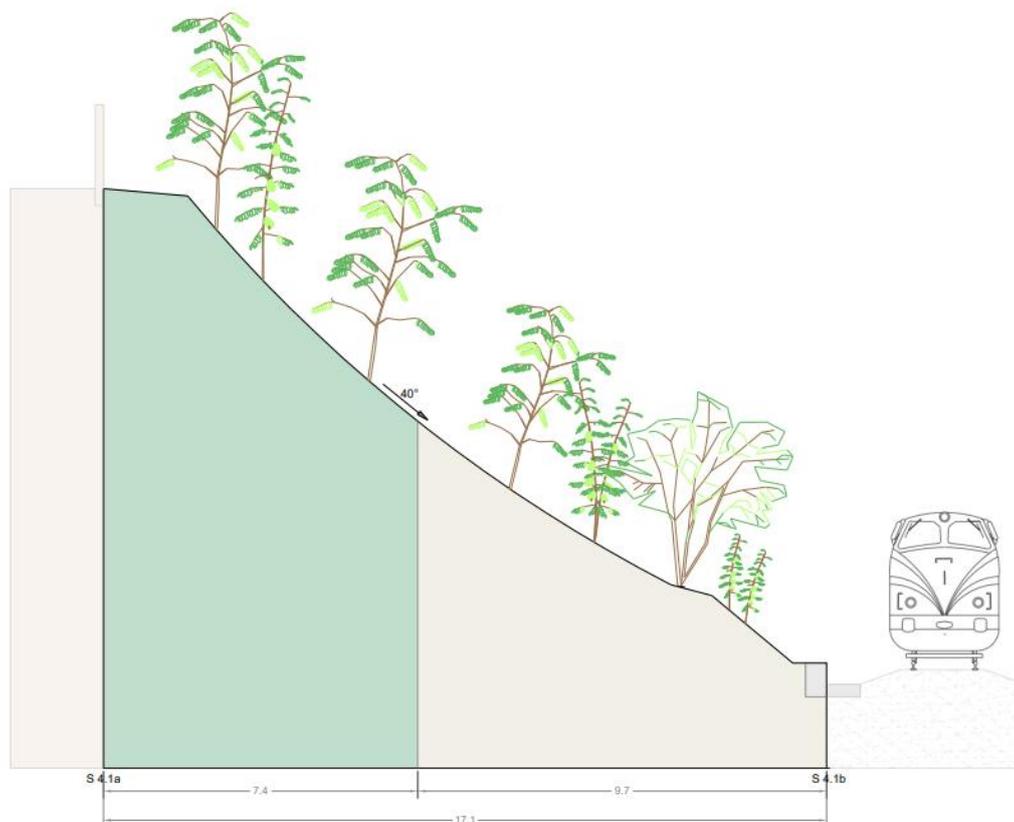


Abbildung 52: Aufnahme in zwei Querschnitten von Fläche 4.1 an Standort 4.

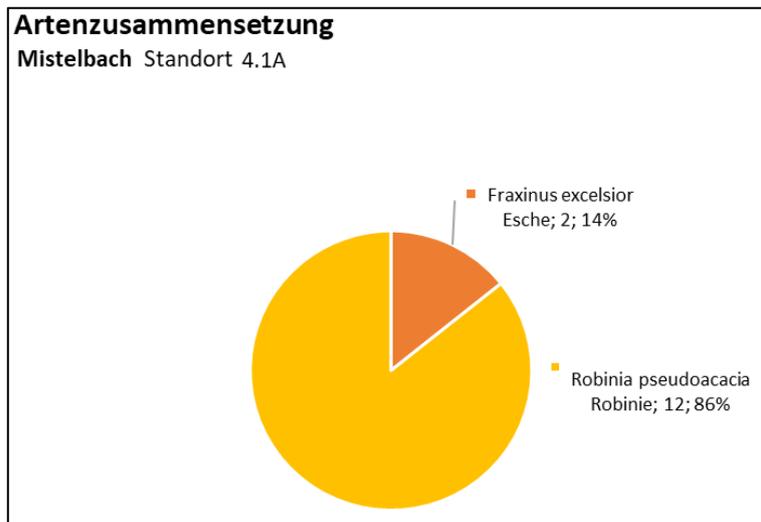


Abbildung 53: Fläche 4.1 – Schnitt A – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

3.4 Untersuchungsgebiet Semmering

Das Untersuchungsgebiet am Semmering gliedert sich in 3 Standorte (Standorte 5-7) an denen jeweils eine oder mehrere Flächen aufgenommen wurden (siehe Abbildung 43). Allgemein ist das Gebiet und die Gleisanlagen am Semmering durch großes Gefälle charakterisiert, was eine hohe Abnutzung des Gleiskörpers zur Folge hat. Zusätzlich zählen die Gleisstrecken zum Weltkulturerbe und sind deswegen denkmalgeschützt. Das bedeutet, dass Reparaturarbeiten sehr aufwändig sind. Im Gebiet des Semmering besteht kein Problem mit der Robinie. Der Fokus liegt hier auf einer Optimierung des Pflegekonzeptes und Förderung spezifischer und regional geeigneter Arten, sowie der zukünftigen Vermeidung von (Fichten-)Monokulturen.

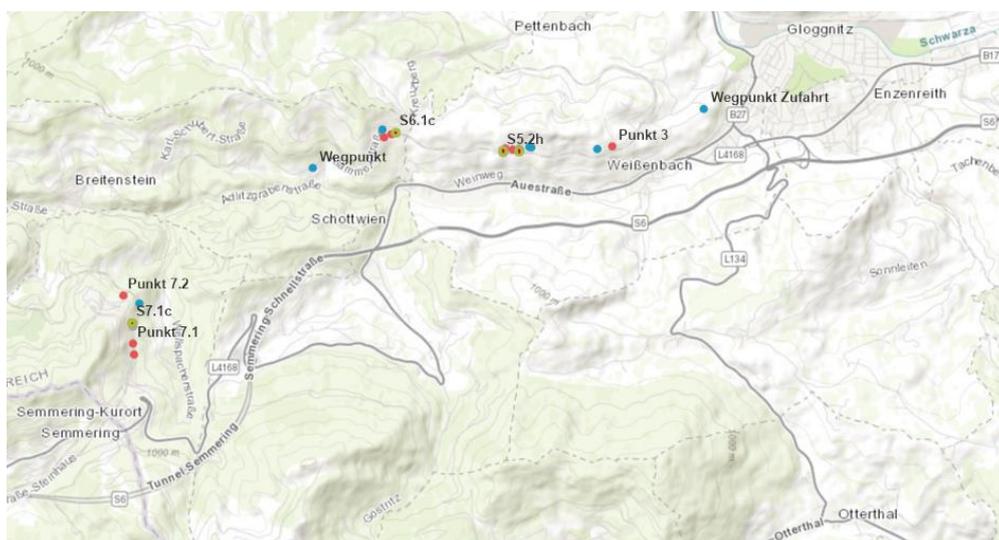


Abbildung 54: Standorte 5, 6 und 7 (grüne Punkte) am Semmering.

3.4.1 Standort 5 – Fläche 5.1 und 5.2

Die Flächen an Standort 5 liegen bei Gloggnitz und sind zwei sehr unterschiedliche Flächen. Die Fläche 5.1 ist gekennzeichnet durch gefällebedingte Erosionen und kaum auffindbarer Pioniervegetation. Im Gegensatz dazu ist auf der Fläche 5.2 eine stark diversifizierte, heimische Vegetation vorzufinden, welche im Querschnitt den Idealtyp einer bahnnahen Waldgesellschaft darstellt.

Fläche 5.1

Fläche 5.1 liegt nördlich der Gleisanlage (siehe Abbildung 55) und ist eine sehr steile und im Jahre 2019 gerodete Fläche (siehe Abbildung 56 und Abbildung 57). Bei der Begehung im Juni 2020 konnten schon die ersten jungen Pflanzen gesichtet werden, die sich an diesem Standort etablieren.



Abbildung 55: Fläche 5.1 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.



Abbildung 56: Fläche 5.1 im Juni 2020.



Abbildung 57: Fläche 5.1 im Juni 2020.

Das Aufkommen von einigen heimischen Waldgesellschaften (Buchen, Eichen) konnte im oberen, flachen Hangbereich festgestellt werden. Infolge der gefällebedingten (siehe Abbildung 58) Erosionen im mittleren Abschnitt der Aufnahme­fläche, ist neben kleinen Austrieben von Eichen, Fichten und Buchen keine Vegetation vorzufinden. Die Standortbedingungen sind neben der Erosion durch den felsigen Untergrund für Pionierbaumarten an einigen Stellen schwierig zu bewachsen (siehe Abbildung 58). Im unteren Abschnitt der Aufnahme­fläche, wo auch ein Steinschlagschutz aufgebaut ist, ist neben einer bodenbedeckenden Schicht von Gräsern/Kräutern keine Vegetation vorzufinden. Der Hang im bahn­nahen Gleisbereich ist mit Wildrosen und jungen Eichenaustrieben mäßig dicht bewachsen und sehr niedrig gehalten (siehe Abbildung 59).



Abbildung 58: Fläche 5.1 – Ansicht vom Bahndamm, im Dezember 2020.



Abbildung 59: Fläche 5.1 – Ansicht vom Gleis, Dezember 2020.

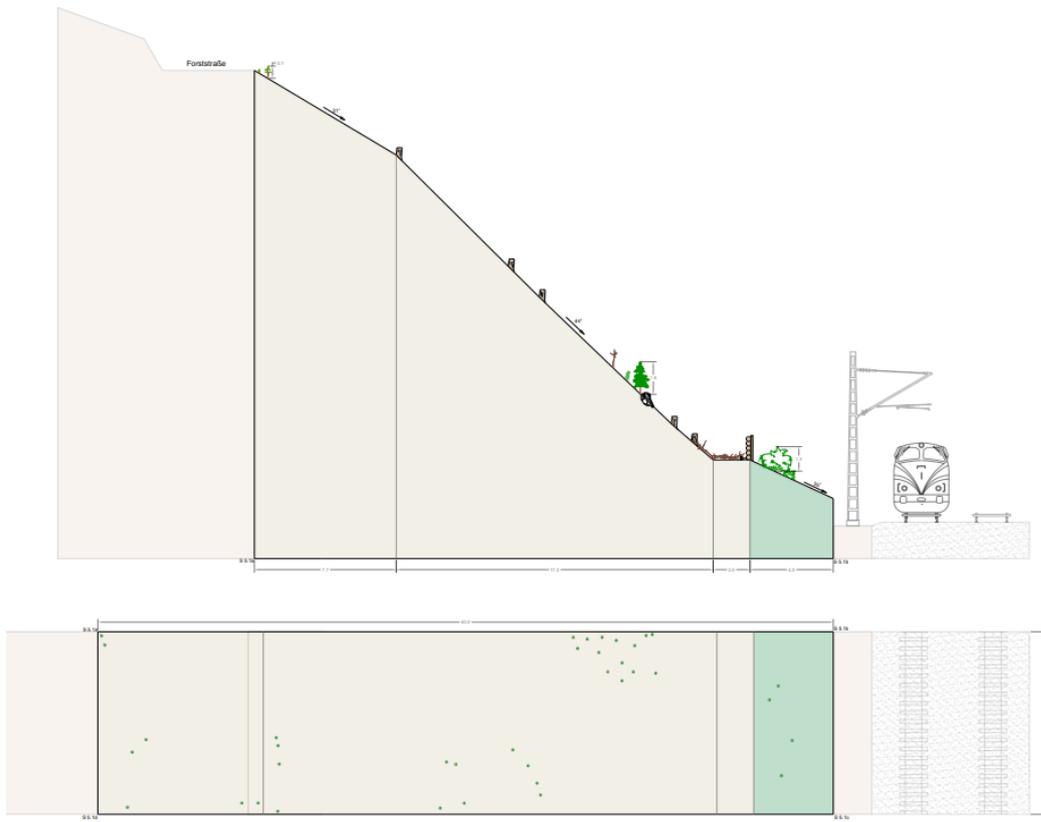


Abbildung 60: Fläche 5.1 – Querschnitt und Grundriss.

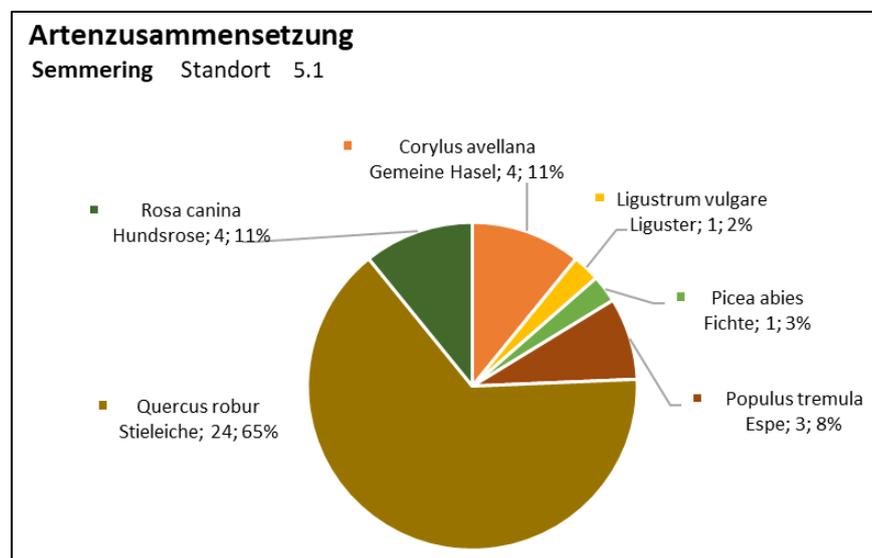


Abbildung 61: Fläche 5.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 61) am Standort 5.1 im Bezirk Semmering wurde auf einer Probenfläche vom Böschungsbereich bis

zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 60). Aufnahmetag war der 15.12.2020.

Fläche 5.2

Auf Fläche 5.2 an Standort 5 liegt ebenfalls nördlich der Gleisanlage kurz vor einem Tunnel (siehe Abbildung 62). Auf dieser Fläche wurde die Rodungsmaßnahme schon im Jahr 2013 durchgeführt. Dementsprechend konnte sich bis zum Juni 2020 (siehe Abbildung 63 und Abbildung 64) eine Naturverjüngung mit unterschiedlichen Arten (z.B. Eiche, Buche, Pappel, Fichte, Kiefer, Hasel) in sehr gutem Zustand entwickelt. Durch die Gegebenheit eines mehrschichtigen Aufbaus kommt mehr Licht zum Boden und schafft dadurch gute Bedingungen für die weitere Entwicklung. Diese Fläche dient als positives Referenzbeispiel und es sind aktuell keine Maßnahmen notwendig.



Abbildung 62: Fläche 5.2 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.



Abbildung 63: Fläche 5.2 im Gleisbereich im Juni 2020.



Abbildung 64: Fläche 5.2 – Ansicht von der Forststraße aus - im Juni 2020.

Bei den Aufnahmen am 15.12.2020 wurde im oberen Hangbereich ein starkes Gefälle mit niedriger Bodenbedeckung und sehr ausgeprägtem Kronenschlussgrad vorgefunden

(siehe Querschnitt in Abbildung 65). Die Vegetation ist in diesem Bereich sehr differenziert (siehe Abbildung 66) mit den Arten Birke, Hasel, Esche, Eiche und Tannen. Im unteren und mittleren Abschnitt des Hangs gibt es vermehrt mehrstämmige und gut etablierte Haselindividuen. Im bahnnahen Bereich lichtet sich der Bestand (siehe Abbildung 65) und neben Haseln sind Pappeln, Ahorn und aufkommende Triebe von nicht bestimmbarer Vegetation vorzufinden.



Abbildung 65: Fläche 5.2 – Ansicht vom Gleis, Dezember 2020.



Abbildung 66: Fläche 5.2 – Ansicht vom Bahndamm, Dezember 2020.



Abbildung 67: Fläche 5.2 – Querschnitt und Grundriss.

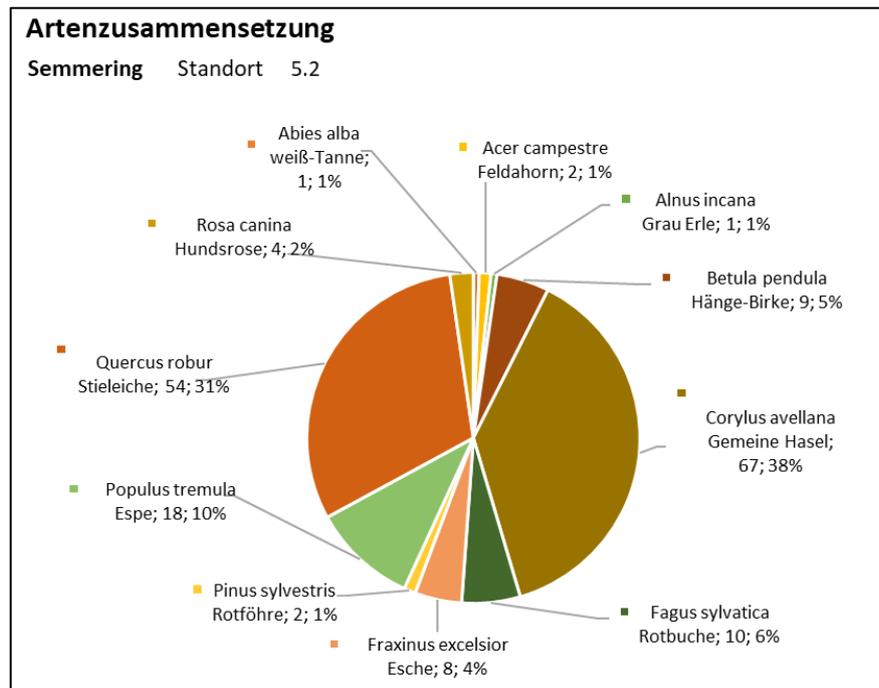


Abbildung 68: Fläche 5.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 68) am Standort 5.2 im Bezirk Semmering wurde auf einer Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 67). Aufnahmetag war der 15.12.2020.

3.4.2 Standort 6 – Fläche 6.1

Diese Fläche 6.1 an Standort 6 liegt direkt neben dem Bahnhof Klamm-Schottwien (siehe Abbildung 69) und war über 30 Jahre lang eine Fichtenmonokultur. Vor ca. 13 Jahren wurde diese Fläche gerodet und auf Naturverjüngung gesetzt. Mittlerweile haben sich ein paar größere Birken sowie andere Baumarten (z.B. Buche, Fichte, Ahorn, Tanne, Eiche) etabliert. Ziel ist es hier den Nahbereich der Gleisanlage regelmäßig auf Stock zu setzen. Aktuell muss ein 3 m breiter Streifen neben den Gleisen regelmäßig gemäht werden, um den Sichtbereich und die Schilder frei von Vegetation zu halten. Bei der ersten Begehung im Juni 2020 wurde der Zustand erstmals grob erfasst und ist in den Abbildung 70 und Abbildung 71 abgebildet.



Abbildung 69: Fläche 6.1 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.



Abbildung 70: Fläche 6.1 – Ansicht vom Bahnsteig am 18.6.2020.



Abbildung 71: Fläche 6.1 – Ansicht vom Bahnsteig am 18.6.2020.

Im oberen Hangbereich wurde bei den Aufnahmen im Dezember 2020 ein Bestand von gut ausgebildeten Pappeln, Birken, Eichen und Ahorn festgestellt (siehe Abbildung 72 und Abbildung 73). Zwischen diesen finden sich immer wieder einzelne Exemplare von Brombeere und Holunder. Der problematische Abschnitt von Fläche 6.1 ist im bahnnahen Gleisbereich. Die vorhandene Vegetation besteht in diesem Bereich aus einem dichten Geflecht von Rosen- und Brombeersträuchern (siehe Abbildung 72). Die hochwachsenden und in den Bahnbereich hineinwachsenden Triebe von Birken, Ahorn, Erlen und Pappeln können aber schnell zur Gefahr für den Sicht- und Gleisbereich werden.

Artenzusammensetzung

Semmering Standort 6.1

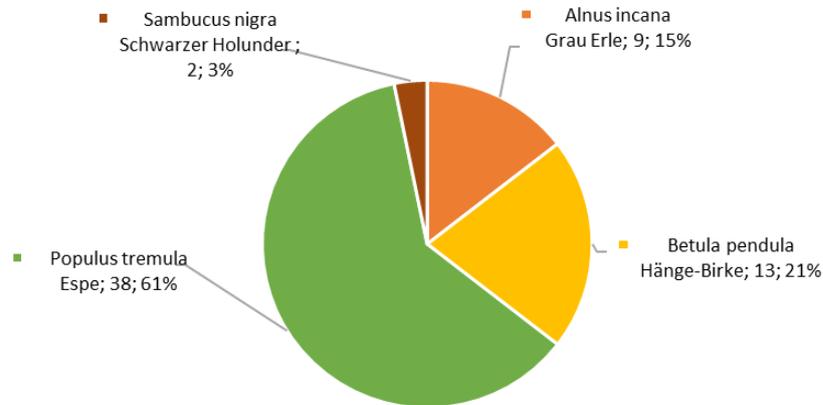


Abbildung 75: Fläche 5.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 74) am Standort 6.1 im Bezirk Semmering wurde auf einer Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 75). Aufnahmetag war der 04.12.2020.

3.4.3 Standort 7 – Fläche 7.1

Standort 7 mit der ausgewählten Fläche 7.1 liegt beim Bahnhof Semmering (siehe Abbildung 76). Die Fläche wurde im Jahr 2019 gerodet (von der Fichtenmonokultur befreit), der Unterbestand aber teilweise belassen. Der Zustand der Fläche im Juni 2020 (bei der ersten Begehung am 18.6.2020) ist in Abbildung 77 zu sehen.

Die Fläche liegt westlich des Bahngleises und ein Trampelpfad schneidet sie im östlichen Teilbereich. Aufgrund der Witterungsbedingungen im Dezember 2020 (siehe Abbildung 78, Abbildung 76) sind diverse Jungtriebe der Vegetation unter der Schneedecke nicht erhoben worden.



Abbildung 76: Fläche 7.1 mit roter Markierung der Aufnahme­fläche.



Abbildung 77: Fläche 7.1 im Juni 2020.

In Abbildung 77 ist die stehen gelassene Vegetation im oberen Teilbereich des Hangs ersichtlich. Dabei handelt es sich um Kiefern- und Fichtenbestände mit bis zu 25 m Höhe, welche exponiert gegenüber Witterung sind. Im gerodeten Teilabschnitt ist das Aufkommen von mehreren Pioniergesellschaften zu beobachten. Darunter Pappeln, Eschen und Erlen. Inmitten der Fläche sind vermehrt Wurzelstöcke zum Zweck des Erosionsschutzes stehen gelassen worden und vereinzelt sind noch ältere Individuen der Fichte mit Höhen bis zu 3 m vorzufinden. Der gleisnahe, 4 m breite Teilabschnitt der Fläche weist ein dichtes Feld an jungen Trieben auf (siehe Abbildung 78). Wiederum sind darunter sehr viele Pioniergesellschaften mit Weiden und Eschen.



Abbildung 78: Fläche 7.1 – Ansicht vom Gleis, Dezember 2020.



Abbildung 79: Fläche 7.1 – Ansicht vom Bahndamm, Dezember 2020.

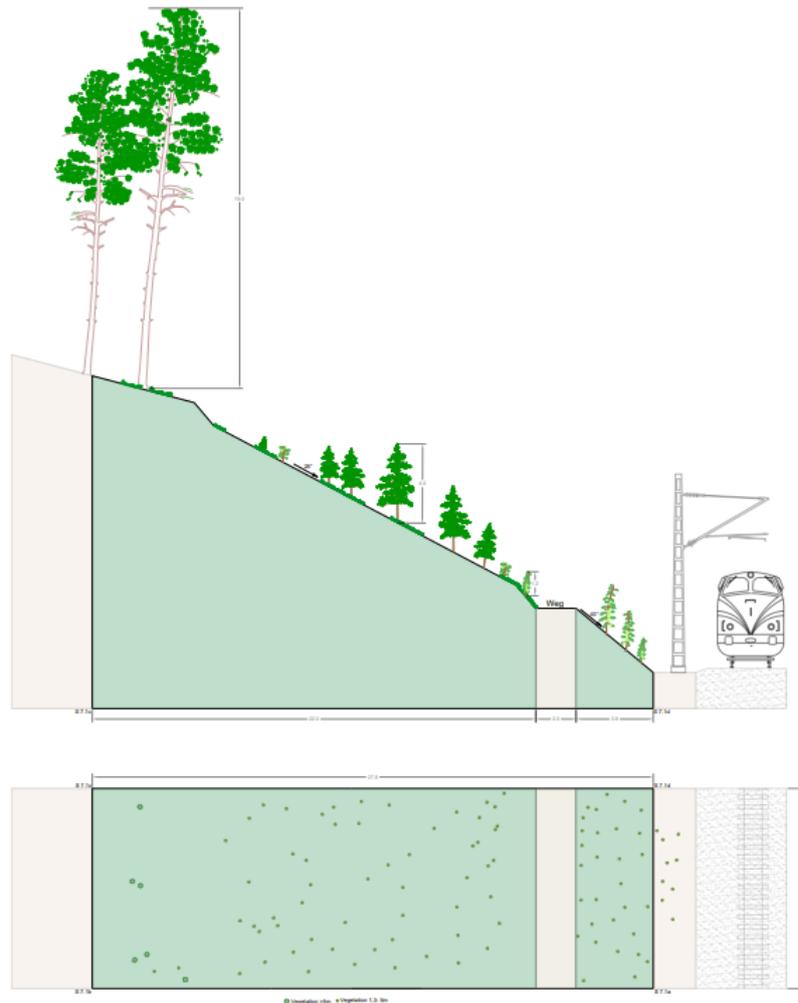


Abbildung 80: Fläche 7.1 – Querschnitt und Grundriss.

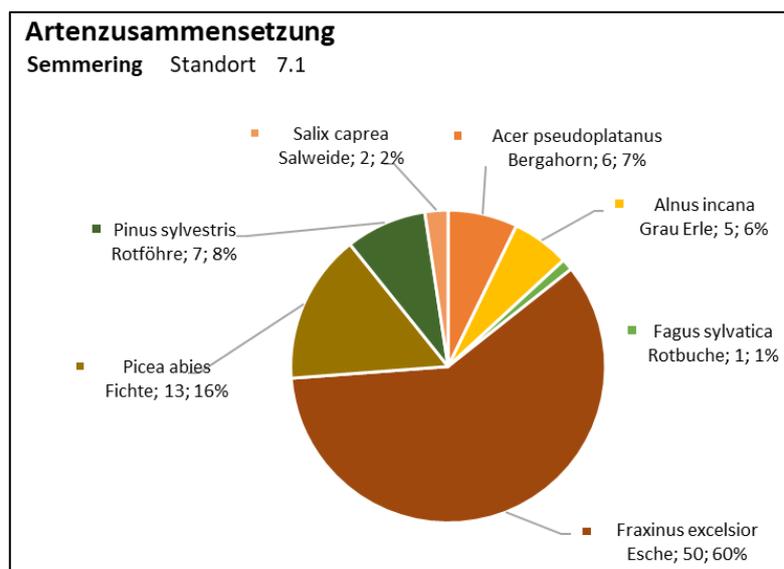


Abbildung 81: Fläche 7.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung der verholzenden Vegetation (siehe Abbildung 81) am Standort 7.1 im Bezirk Semmering wurde auf einer Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 80). Aufnahmetag war der 04.12.2020.

3.5 Untersuchungsgebiet Salzburg

Im Bundesland Salzburg wurden zwei Standorte für präzise Standortaufnahmen ausgewählt. Eine problematische Fläche bei Leogang (Fläche 11.2) und eine optimal bewachsene Fläche (Fläche 9.1) an der B311 bei Hundsdorf - Schwarzach/St. Veit (siehe Abbildung 82).

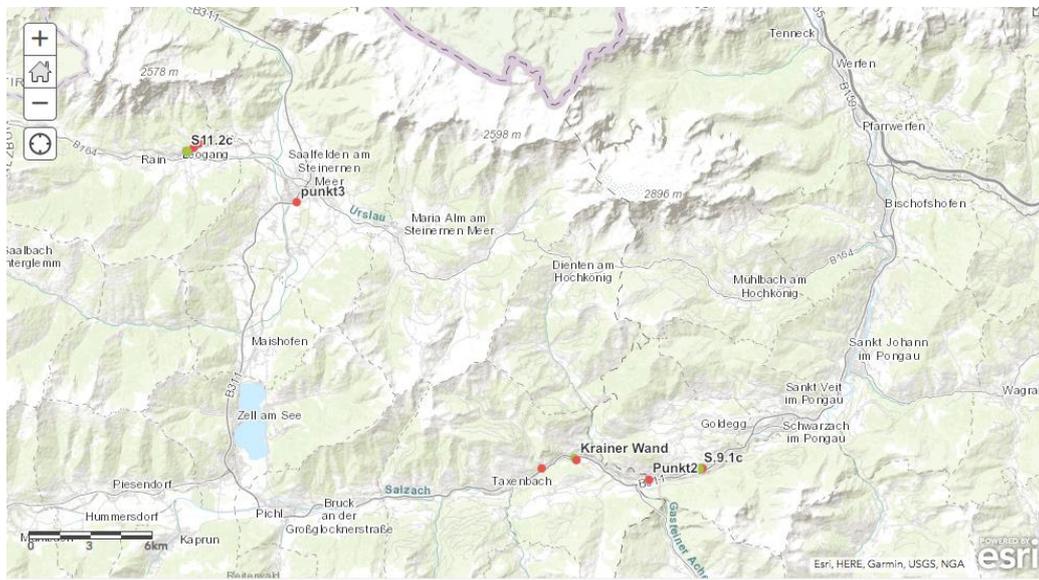


Abbildung 82: Flächen 9.1 und 11.2 (grüne Punkte) in Salzburg.

3.5.1 Standort 9 – Fläche 9.1

Fläche 9.1 ist in Abbildung 83 markiert und befindet sich südlich der Gleisanlage. Auf dieser Fläche sind keine Pflegemaßnahmen getroffen worden und es ist eine natürliche Waldgesellschaft vorzufinden (siehe Abbildung 84). Von den Anforderungen an ein bahnahes Vegetationsprofil ist sie ideal bewachsen und es befindet sich dort fast ausschließlich heimische und standortgerechte Vegetation. Auffallend ist in diesem Teilbereich der große Anteil an Gestrüpp mit dichtem Kronenschluss aus mehrstämmigen Haselsträuchern. Der Zustand im Bereich der Gleisanlage im März 2021 ist auf Abbildung 85 und Abbildung 86 zu sehen. Der Bestandsaufriß wird in Abbildung 87 dargestellt.



Abbildung 83: Fläche 9.1 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.



Abbildung 84: Fläche 9.1 im Juli 2020.

Im Zuge der Aufnahmen am 30. und 31.3.2021 wurde im oberen Hang ein steiles Gefälle mit sehr ausgeprägter älterer Vegetationszustand vorgefunden. Darunter sind Buchen, Fichten und Haseln die vorwiegenden Arten. Im Mittelteil flacht das Gelände leicht ab und durch die etablierten Hasel-, Pappel- und Ahornbeständen hat sich ein sehr dichtes Kronendach entwickelt. Inzwischen dieser Vegetation befindet sich gehäuft Gestrüpp. Am bahnnahen Böschungsbereich sind sehr viele junge Triebe, unter anderem auch der Robinie vorzufinden. Die vorherrschende heimische Vegetation verhindert momentan die

Etablierung eines dominanten Robinienbestand. Die selektive Entfernung bietet auf Fläche 9.1 eine gute Möglichkeit entgegenzusteuern. Abbildung 87 zeigt den Bestandsaufriss von Fläche 9.1.



Abbildung 85: Fläche 9.1, März 2021.



Abbildung 86: Fläche 9.1 – Ansicht vom Bahndamm, März 2021.

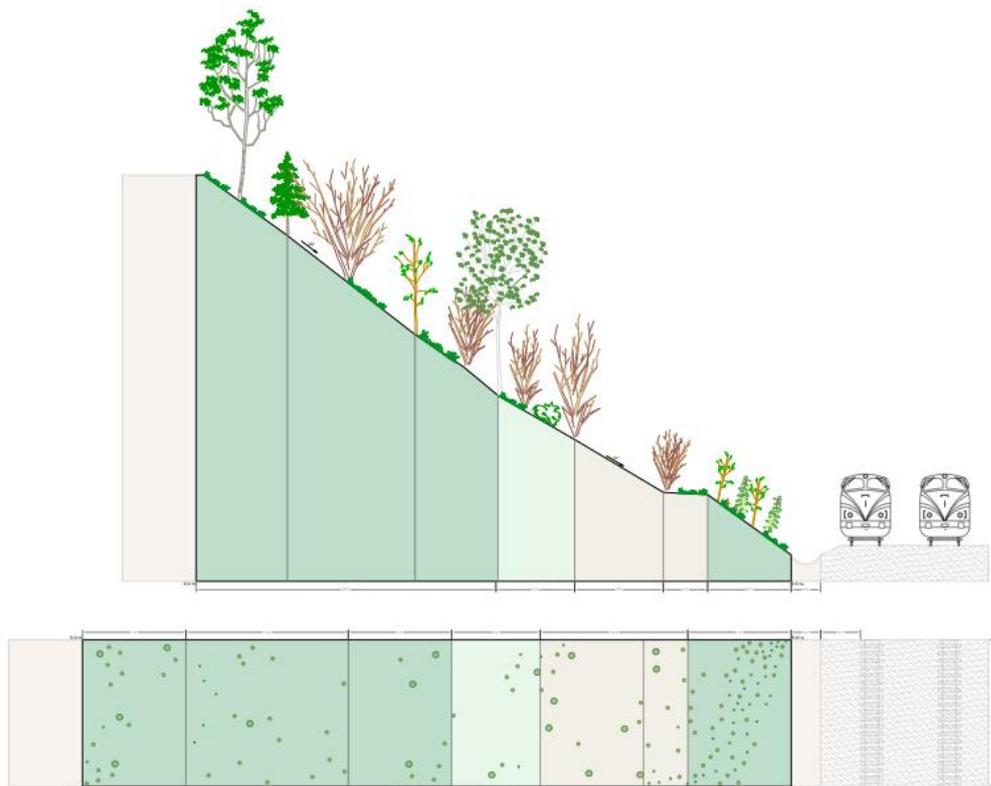


Abbildung 87: Fläche 9.1 – Querschnitt und Grundriss.

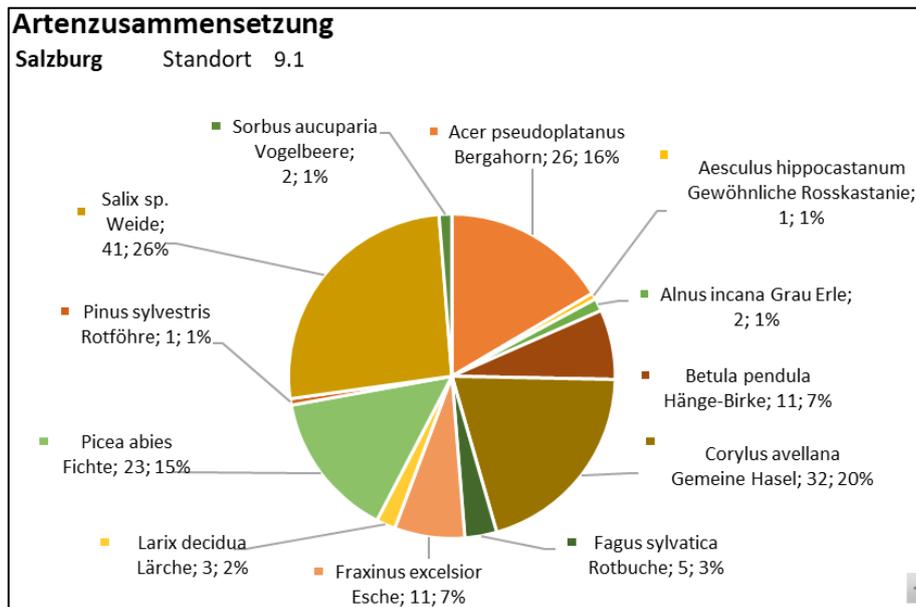


Abbildung 88: Fläche 9.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung am Standort 9.1 im Bezirk Sankt Johann im Pongau (Gemeinde Sankt Veit im Pongau) wurde auf einer Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Gleis mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 88). Aufnahmezeitpunkt war der 30.3.2021.

3.5.2 Standort 11 – Fläche 11.2

Die Fläche 11.2 befindet sich in Leogang nördlich der Gleisanlage an einem bahnnahen Forstweg (siehe Abbildung 89). Sie wurde im Jahr 2013 gerodet und mit Mulchsaat überdeckt. Daraufhin hat ein starkes und problematisches Robinienwachstum (siehe Abbildung 90 und Abbildung 91) begonnen, das keine heimische Vegetation aufkommen lässt. Der südlich ausgerichtete Hang mit Erosionsschäden bedingt ideale Wuchsvoraussetzungen für die Robinie, welche in ihrem dichten und konkurrenzstarken Wachstum an diesem Standort der heimischen Vegetation keine natürliche Entwicklung zulässt. Die Vegetation besteht vorwiegend aus Robinien mit vereinzelt Brombeergestrüpp sowie Schwarzem Holunder.



Abbildung 89: Fläche 11.2 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.



Abbildung 90: Fläche 11.2 im Juli 2020.



Abbildung 91: Fläche 11.2 im Juli 2020.

Im unteren Böschungsbereich entlang des Weges herrscht ein dichtes Feld an Robinien (siehe Abbildung 92 und Abbildung 93). Vor allem junge Triebe von Robinie sind hier die vorherrschende Vegetation. Nach weiter oben hin finden sich vermehrt ältere Robinien und inzwischen vereinzelt Schwarzer Holunder. Die Begrenzung der gerodeten Fläche beginnt circa ab der Hälfte der Aufnahmefläche. In diesem Bereich waren neben einem alten Buchenbestand nur noch vereinzelt Robinien und Holunder vorzufinden (siehe Grundriss in Abbildung 94). Die Fläche ist sehr sonnenexponiert und im Zuge der Erosion befindet sich im unteren Hang weder eine bodenbedeckende Schicht noch heimische Vegetation.



Abbildung 92: Fläche 11.2 – Ansicht vom unteren Bahndamm.



Abbildung 93: Fläche 11.2 – Ansicht vom unteren Bahndamm.

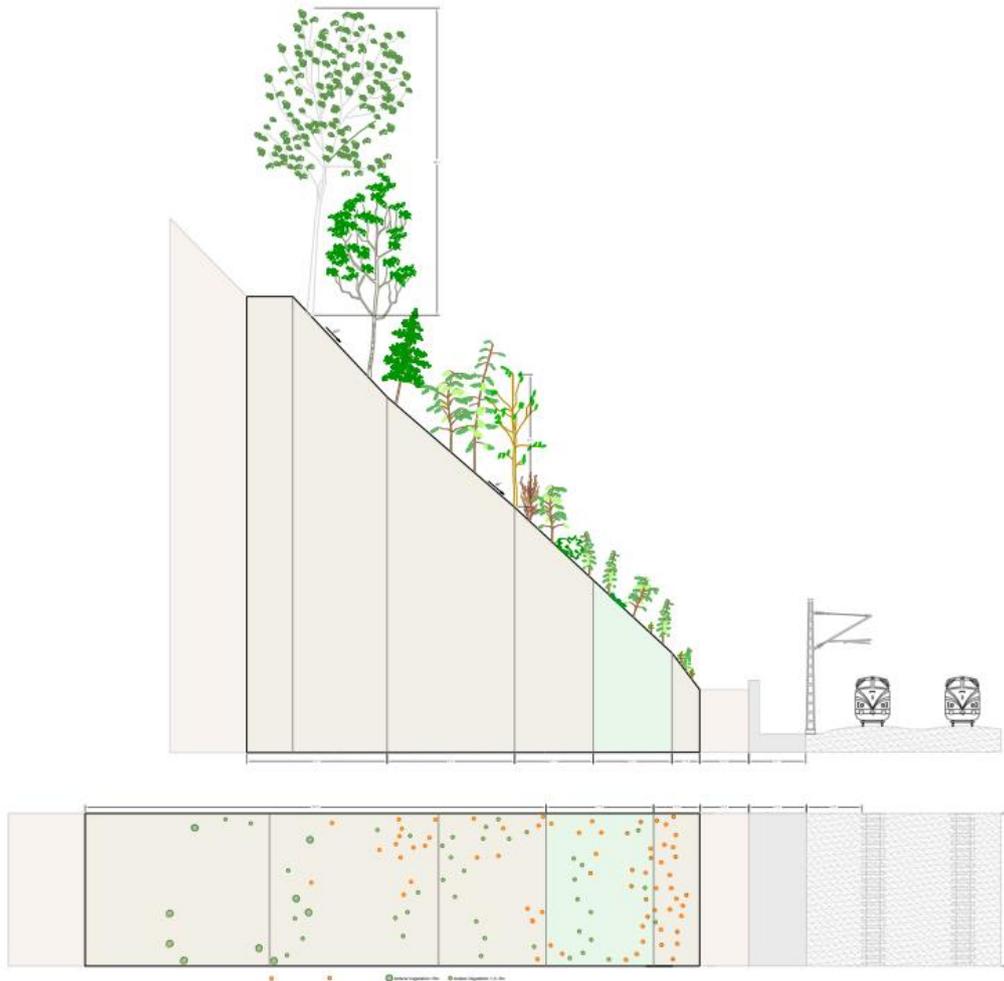


Abbildung 94: Fläche 11.2 – Querschnitt und Grundriss.

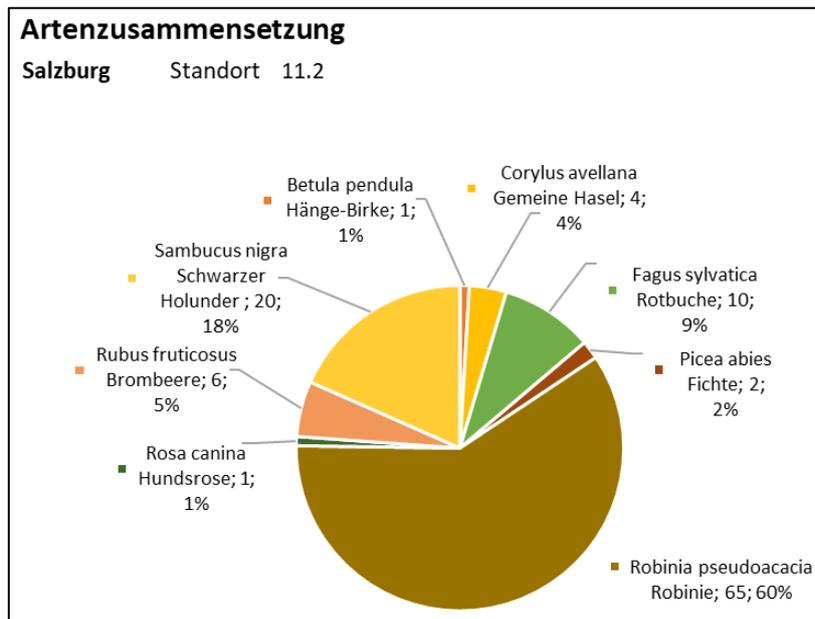


Abbildung 95: Fläche 11.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.

Die Artenzusammensetzung am Standort 11.2 in Saalfelden (Gemeinde Leogang) wurde auf einer Probefläche vom Böschungsbereich bis zum Feldweg oberhalb des Gleiskörpers mit einer Breite von 10 m aufgenommen (siehe Abbildung 95). Aufnahmetag war der 31.3.2021.

3.6 Zusammenfassung der Standorte und Handlungsbedarf

Im Herbst 2020 und im Frühjahr 2021 konnten die Aufnahmen auf den ausgewählten Untersuchungsstandorten stattfinden. Die genaue Beschreibung der Standorte sowie die Ergebnisse der Analysen sind in den Kapiteln 3.3, 3.4 und 3.5 zu finden.

In Tabelle 9 sind die wichtigsten Informationen zu den Standorten bzw. Flächen eingetragen. Für jede Fläche, die eine Nummer hat, wurde eine genaue Aufnahme durchgeführt. Die rot markierten Flächen wurden bei den Workshops zum Decision Tree im Juni 2022 noch einmal besichtigt. Anhand dieser Flächen wird der Decision Tree durchgespielt (Ergebnisse dazu sind im Anhang II zu finden). Zusammenfassend kann erläutert werden, dass im Untersuchungsgebiet Mistelbach die Robinie als zentrales Problem angesehen kann. Maßnahmen und Handlungsbedarf fokussieren sich daher speziell auf den Umgang mit dieser Problematik. Im Untersuchungsgebiet Semmering hingegen sind es die steilen (teilweise erosionsgefährdeten) Böschungen, die von einer Fichtenmonokultur befreit wurden und sich nun durch Naturverjüngung zu einem besseren

Bestand entwickeln. Und im Untersuchungsgebiet Salzburg gibt es einige sehr positive Beispiele, aber auch hier gibt es an gewissen Standorten schon Probleme mit der Robinie.

Auf Basis dieser Standortanalysen wird der Handlungsbedarf bzw. potentielle Maßnahmen abgeleitet und im Weiteren beschrieben.

3.6.1 Mistelbach

Die aktuelle Bewirtschaftungsweise, mit regelmäßigen flächigen Nutzungen, fördert die Verbreitung der Robinie indem beste Voraussetzung sowohl für den Stockausschlag als auch die Verbreitung durch Samen geschaffen werden. Wie vor Ort und über das Wachstumsmodell ersichtlich wurde, erreichen die Robinienbestände kaum Höhen über 12 Meter und erfüllen die Anforderungen hinsichtlich des Anlagenschutzes. Es besteht somit kein unmittelbarer Handlungsbedarf hinsichtlich der aktuellen Bewirtschaftung. Jedoch ist diese mit hohen Kosten verbunden und könnte bei nachlassender Vitalität der Wurzelstöcke mittelfristig zu einem begrenzten Sicherheitsproblem werden.

3.6.2 Gloggnitz

Die Flächen in Gloggnitz wurden entweder kürzlich geräumt oder stehen kurz davor (Fläche 6.1). Auf geernteten Flächen findet man ein gutes Verjüngungspotenzial sowohl in Artenvielfalt als auch in Qualität. Wie man auf Fläche 6.1 sehen kann, setzen sich nach der Räumung Pionierbaumarten, wie Birke und Pappel, durch. Mit ihrem in der Jugend raschen Höhenwachstum werden sie rasch bestandesbildend und müssen nach etwa 20 Jahren genutzt werden, um die Anlagensicherheit zu gewährleisten. Nach der Nutzung beginnt der Kreislauf von vorne. Die Flächen werden so dauerhaft in einem frühen Sukzessionsstadium gehalten, wobei sich Eingriffe auf Flächenräumungen beschränken. Dies lässt sich gut in den Betriebsablauf integrieren, ist jedoch mit hohen Aufwänden und teilweisen Streckensperren verbunden. Es besteht grundsätzlich kein akuter Handlungsbedarf, um die Anlagensicherheit zu gewährleisten, jedoch besteht die Chance durch ein Ausnutzen des guten Verjüngungspotenzials Bestände heranzuziehen die ihre Aufgaben dauerhaft und kostengünstiger erfüllen könnten.

Untersuchungsgebiete	Standorte	Höhe m.ü.A.	Ausgangslage	Alter (2022)	Aufnahme	Bemerkung	
Mistelbach	1	Fläche 1.1	208	2019 gepflegt	3	23.10.2020	Problem: Robinie und Götterbaum
	2	Fläche 2.1	215	neu errichteter Damm	3	23.10.2020	Problem: Robinie
		Fläche 2.2	208	Fläche mit niedriger, heimischer Vegetation	20-25	23.10.2020	positives Beispiel
		Fläche 2.3	216	alter Robinienbestand, viel abgestorben	35-40	23.10.2020	aktuell kein Problem
	3	Fläche 3.1	231	guter Bestand mit heimischen Gehölzen und einzelnen Robinien	8-10	23.10.2020	Problem: Robinie kommt auf und könnte sich etablieren
4	Fläche 4.1	236	steile Böschung, 2019 gepflegt	3	24.11.2020	Problem: Steilheit?; verstärktes Robinienaufkommen	
Semmering	5	Fläche 5.1	676	steile Böschung, 2019 gerodet	3	15.12.2020	erste heimische Gehölze kommen auf
		Fläche 5.2	681	Gloggnitz; 2013 gerodet, Naturverjüngung ermöglicht; aktuell guter Bestand mit heimischen Gehölzen	9	15.12.2020	aktuell kein Problem
	6	Fläche 6.1	705	Bahnhof Klamm-Schottwien; ca. 2008 Fichtenmonokultur entfernt und Naturverjüngung ermöglicht; aktuell viel heimische Vegetation, teilweise sehr hoch und dünn	15	04.12.2020	Problem: Sichtbereich wächst schnell zu, ein 3m breiter Streifen muss regelmäßig gepflegt werden
	7	Fläche 7.1	907	Bahnhof Semmering; 2019 Fichtenmonokultur gerodet, Unterbestand teilweise belassen	3	04.12.2020	aktuell kein Problem
Salzburg	8			zw. Schwarzach i.P. und Lend; Kahlschlag (2012-2018), derzeit Niederwald			nur Besichtigung
	9	Fläche 9.1	695	An der B311 bei Hundsdorf (Schwarzach/St. Veit); natürliche Waldgesellschaft, heimische und standortgerechte Arten; keine Pflege durchgeführt	13	30.03.2021	im gleisnahen Bereich sind die ersten Robinientriebe ersichtlich
	10			Leogang; Fläche im Juli 2020 mit Schreitbagger auf Stock gesetzt			nur Besichtigung
	11	Fläche 11.2	822	Leogang; 2013 gerodet und mit Mulchsaat überdeckt; steiler Südhang mit Erosionsproblem	10	31.03.2021	Problem: starkes Robinienwachstum

Tabelle 9: Zusammenfassung der Untersuchungsgebiete und definierten Flächen; rot markierte Flächen wurden im Rahmen des Decision Trees durchgespielt.

4 ENTWICKLUNG EINER INTEGRALEN BEWIRTSCHAFTUNGS-STRATEGIE FÜR DIE ABWÄGUNG VON KOSTEN, RISIKEN UND NUTZEN VON BEWIRTSCHAFTUNGSMÖGLICHKEITEN IN DEN UNTERSUCHUNGSGBIETEN

Ziel ist es, eine Entscheidungsunterstützung für geplante Maßnahmen anhand eines zu erarbeitenden Indikatorsets bereit zu stellen. Das Indikatorenset wurde in Form eines Entscheidungsbaumes (Decision Tree) entwickelt und befindet sich in Anhang II in einer detaillierten Ausführung. Im Rahmen des Projekts wurden der Decision Tree anhand der Flächen in Tabelle 17 aufgelistet erarbeitet und die Ergebnisse aufbereitet.

Flächennummer - ASC		Gemeinde	Leitgesellschaft
Fläche 2.1	Mistelbach		Eichen-Hainbuchenwälder
Fläche 2.3	Mistelbach	Ladendorf	(aufgeforstet mit Schwarzföhre, Robinie)
Fläche 3.1	Mistelbach		
Fläche 5.1	Gloggnitz	Gloggnitz	Tannen-Buchenwald (mit Eiche,
Fläche 6.1	Gloggnitz	Breitenstein	Edelkastanie, Rotföhre)

Tabelle 17: Auflistung der Flächen, anhand von denen der Decision Tree im Rahmen des Projekts umgesetzt wurde

Das Formular ist ein Strategie- und Konzeptdokument, mit dem Ziel durch gezielte Abfragen und Bewertungen transparente Entscheidungsfindungen bei der langfristigen Bewirtschaftung bahnnahe Waldflächen zu ermöglichen. Anhand von Parametern und Indikatoren werden die Flächen schrittweise charakterisiert, zukünftige Entwicklungen des Bestandes sowie Naturgefahren und klimatische Veränderungen berücksichtigt und Ziele vor dem Hintergrund eines wirtschaftlichen und sicheren Bahnbetriebs identifiziert. Das Ergebnis ist ein umfassender forstökonomischer und ökologischer Maßnahmenvergleich, welcher auf die Bedürfnisse des Bahnbetriebs abgestimmt ist. Die detaillierte Beschreibung der einzelnen Abfragen nachstehend im Ergebnisbericht des Projekts. Die vorgestellten Maßnahmen werden im zugehörigen Maßnahmenkatalog (Anhang I) erläutert.

Nach Durchlaufen des Prozesses, soll das Ergebnis des Entscheidungsbaums die Entscheidungsfindung hinsichtlich der künftigen Vorgehensweise mit problematischen Waldflächen entlang klar definierter Abschnitte im Streckennetz der ÖBB unterstützen. Die konkreten natürlichen und technischen Rahmenbedingungen vor Ort werden dabei maßgeblich mit einbezogen. Dadurch können potentielle Maßnahmen bereits im Vorfeld ausgeschlossen, oder auch priorisiert werden, je nach individuellen

Standortvoraussetzungen und -Rahmenbedingungen. Die kurz- bis langfristigen ökonomischen und ökologischen Vorteile werden den jeweiligen Kosten der einzelnen Maßnahmen gegenübergestellt. Ziel nach Durchlaufen des Entscheidungsbaumes ist es, eine leicht verständliche und vor allem vergleichbare Übersicht der Kosten und Wirkungen mehrerer Maßnahmen zu schaffen, welche die Problembehebung bzw. Zielerreichung am konkreten Standort gewährleisten können.

Der Entscheidungsbaum dient als Leitfaden, mit dem die Entscheidungsfindung zum Beispiel an prototypischen Flächen, die eine Problemstellung für eine Vielzahl an Standorten in der Umgebungsregion darstellen, durchgeführt werden kann. Die daraus resultierenden Maßnahmen können in weiterer Folge unter Berücksichtigung der lokalen Besonderheiten auch für Flächen an diesen Standorten herangezogen werden.

Der Prozess ist in mehrere aufeinanderfolgenden Abschnitte gegliedert, die aufeinander aufbauen und im folgenden Abschnitt kurz skizziert werden. Die weiteren Kapitel des Berichts gehen detailliert auf jeden der einzelnen Abschnitte und den jeweiligen Punkten ein.

- Zu Beginn des Entscheidungsbaums erfolgt die Analyse und Beschreibung der technischen, naturräumlichen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen, die an der Fläche, für die ein Maßnahmenkatalog erstellt wird, vorherrschen. Diese sind grundlegend nicht (oder nur sehr schwer) veränderbar und bilden sozusagen die Grundlage für die weitere Analyse.
- Im Anschluss darauf wird der Fokus auf die Extensivzone des Gleisabschnittes gelegt, wo vor allem der Status Quo der Bewirtschaftung/der Waldfunktion sowie des Bewuchses untersucht wird. Ebenso werden relevante Naturgefahren und Belastungen der Fläche mit invasiven Pflanzengesellschaften, Pilzen und Insekten sowie schädigenden Umwelteinflüssen festgehalten.
- Nachdem eine Übersicht über die aktuelle Situation und der Problemstellungen auf der Untersuchungsfläche gewonnen wurde, kommt es in dem folgenden Abschnitt zur Definition jener Ziele, die an der jeweiligen Fläche angestrebt werden, soll, unabhängig davon, ob diese bereits über den Status Quo erfüllt sind oder nicht.
- Im nächsten Schritt wird die künftige Entwicklung der klimatischen und naturräumlichen Bedingungen hinsichtlich Naturgefahren, ebenso wie die künftige Entwicklung des pflanzlichen Bewuchses an der zu untersuchenden Fläche dargestellt werden. Darauf basierend erfolgt ein Vergleich des Status Quo mit dem prognostizierten künftigen Zustand auf der Fläche.
- Danach soll ein Abgleich der Eignung der aktuellen Bewirtschaftung der Fläche vor dem Hintergrund der prognostizierten Entwicklung erfolgen. Stellt diese die Erreichung der festgelegten Ziele (auch) in Zukunft nicht sicher, besteht Handlungsbedarf.

- Wenn dies der Fall ist, kommt es zum Maßnahmenvergleich. Dabei werden unterschiedliche Bewirtschaftungsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Eignung, Wirkung, Durchführbarkeit und Kosten analysiert und gegenübergestellt.

Nachstehende Abbildung 96 gibt den Aufbau des Decision Trees in visualisierter Form wieder.

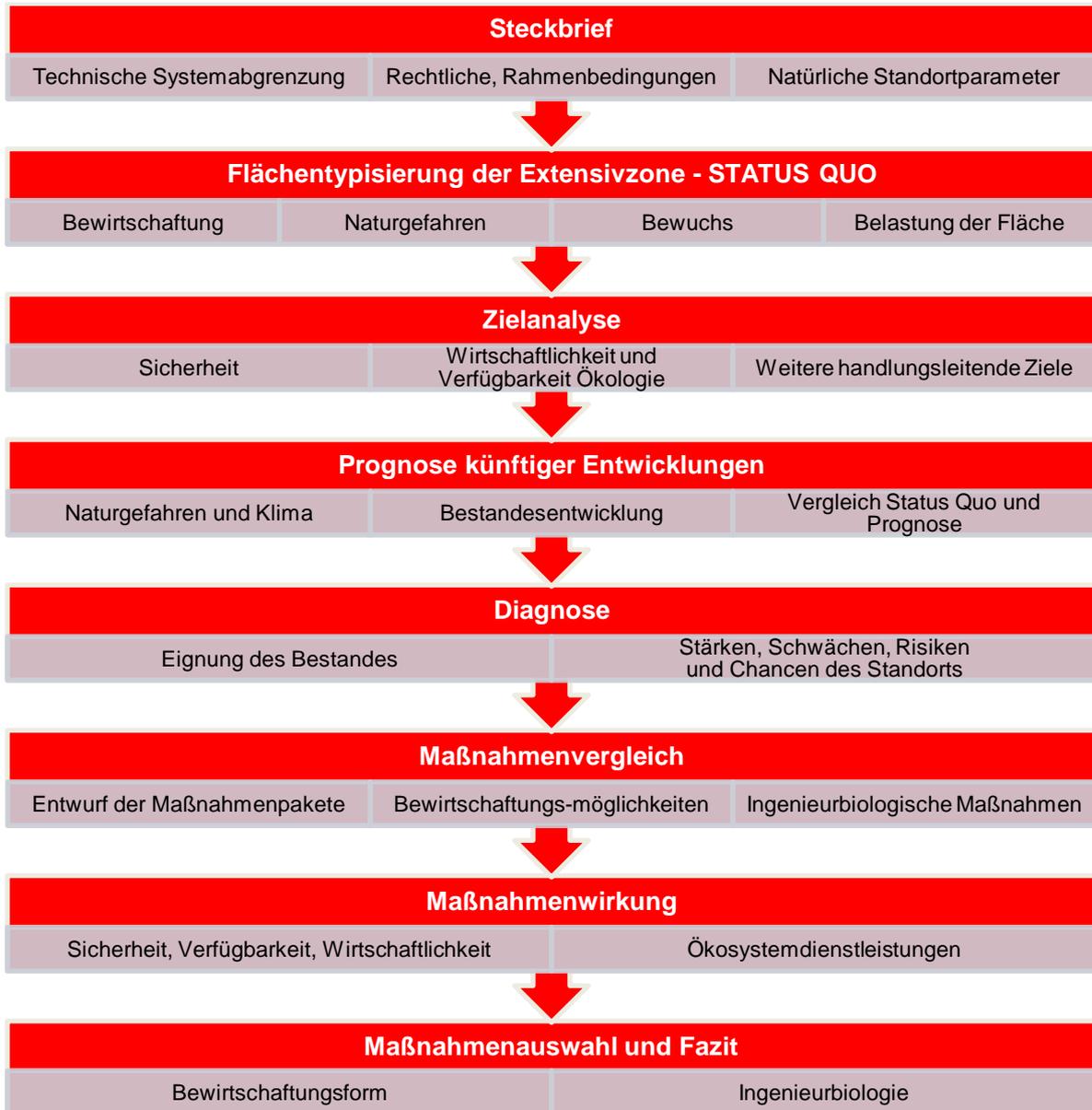


Abbildung 96: Aufbau des Decision Trees

4.1 Betriebliche Voraussetzungen zur Umsetzung der integralen Bewirtschaftungsstrategie

Die Voraussetzungen zur Umsetzung einer integralen Bewirtschaftungsstrategie für Bahnbegleitwälder sind deutlich komplexer als im typischen Forstbetrieb. Dieser ist in der Regel ein eigenständiger Wirtschaftskörper der seine Entscheidungs-, Planungs- und Kontrollmechanismen eigenständig definieren kann. Waldbewirtschaftung bei den ÖBB erfolgt eingebettet in die Werte, Strategien und Systeme eines Infrastrukturunternehmens.

Die erfolgreiche Umsetzung einer modernen Waldbewirtschaftung kann somit nur erfolgreich sein, wenn diese sich mit den Unternehmenswerten und übergeordneten Unternehmenszielen vereinbaren lässt. Voraussetzungen dazu werden in nachstehender Abbildung 97 zusammengefasst und anschließend detaillierter in den Kapiteln 4.1.1 bis 4.1.3 ausgeführt.

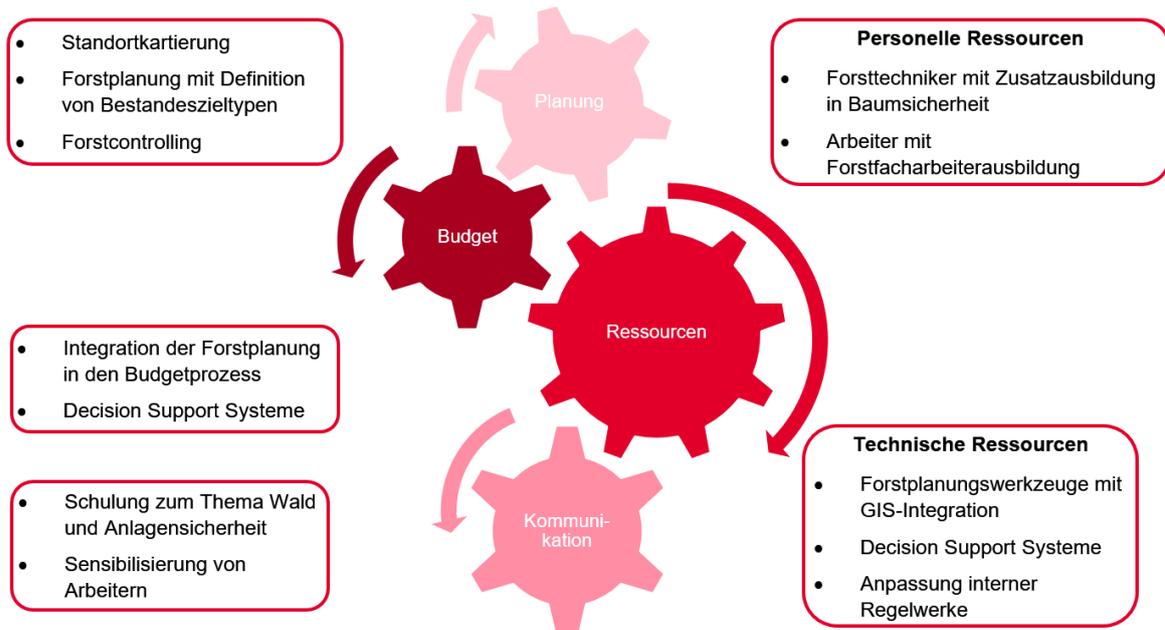


Abbildung 97: Erfolgsfaktoren Bahnbegleitwald

4.1.1 Zusammenarbeit innerhalb der Organisation

Einbindung in betriebsinterne Regelwerke

- Zieldefinitionen
- Zuständigkeiten
- Verantwortlichkeiten
- Regelkommunikation
- Definition relevanter Standardabläufe der Zusammenarbeit
- Budgetplanung- u. Verantwortung
- Krisenmanagement

Kommunikation

- Sensibilisierung relevanter interner Stakeholder (z.B.: ASC- Manager)
- Präsenz der Forsttechniker in den ASC
- Kommunikation von Projektumsetzungen und deren Erfolgen
- Vor- und Nachbesprechung von Arbeitseinsätzen zwischen Forsttechniker und ASC

4.1.2 Forstwirtschaft und Waldbau

Personelle Ressourcen

- betriebseigene Forsttechniker
- Arbeiter mit Erfahrung in der Waldarbeit (Forstfacharbeiter)
- Zusatzausbildungen in der Baumsicherheit (FLL Zertifikat oder höherwertiger)

Budgetäre Voraussetzung

- mittel- u. kurzfristige Berücksichtigung von waldbaumaßnahmen auf Basis konkreter Notwendigkeiten
- Berücksichtigung von Sonderbudgets im Anlaßfall

Forstliche Planungs- und Steuerungsinstrumente

- Standortkartierung
- Forsteinrichtung unter Definition von Leittypen und Bestandeszeiltypen
- Integrationsmöglichkeit der forstlichen Planung und Durchführung in Geoinformationssysteme

4.1.3 Zielgerichtete und steuernde Bewirtschaftung

Ziel- und Steuerungssysteme

- Etablierung von Systemen zur Entscheidungsfindung
- Etablierung einer (Voll-) Kostenrechnung für die Einzelmaßnahme und den Standort (Waldbestand)
- Etablierung einer Forstkontrolle zur laufenden Überwachung der Waldentwicklung bei Jungbeständen

Qualitätssicherung bei Maßnahmenumsetzung

- Berücksichtigung der Erfahrung hinsichtlich Arbeiten in Bahnbegleitwäldern bei Ausschreibungen
- Nutzung von Boni bzw. Pönaln für Bestandesbegründungs-, Ernte und Pflegemaßnahmen gegenüber Auftragnehmern
- Vor- und Nachkontrolle der Maßnahmenumsetzung durch Fachpersonal

4.2 Decision Tree, Steckbrief-Standort

Der erste Schritt in der Analyse der konkreten Fläche, für die der Decision Tree erstellt wird, ist es, die natürlichen, technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in Form Steckbriefes übersichtlich zusammenzufassen. Die klare Formulierung dieser Rahmenbedingungen ist relevant, um unveränderliche Einschränkungen bezüglich potentieller Maßnahmen sowie deren Ausmaß so früh wie möglich zu erkennen. Und nicht zuletzt stellen gewisse Rahmenbedingungen relevante Faktoren dar, die einen erhöhten Kostenaufwand in der Maßnahmenumsetzung zu Folge haben können, wie beispielsweise ein erhöhter Zeit- bzw. Materialaufwand aufgrund spezieller Genehmigungsvorgänge, notwendiger Gleissperren oder die Limitierung des möglichen Geräteeinsatzes.

Die folgenden Kapitel sollen die einzelnen Bestandteile des Standort-Steckbriefs in den thematischen Kategorien "Technische Systemabgrenzung", "Natürliche Standortparameter" und "Rechtliche Rahmenbedingungen" im Detail erläutern, indem klare Begriffsdefinitionen und Informationsquellen benannt werden. Zusätzlich wird dargelegt, für welche Aspekte der Maßnahmenformulierung der beschriebene Faktor Relevanz hat.

4.2.1 Technische Systemabgrenzung

Die technische Systemabgrenzung gilt in erster Linie vor allem der klaren Ausweisung der zu untersuchenden Fläche im Raum und der Orientierung darüber, an welchem Punkt des Schienennetzes der ÖBB sie sich befindet. Zusätzliche Informationen über die Erreichbarkeit der Fläche, die Elektrifizierung des Streckenabschnitts sowie potentielle Betriebs- und Bearbeitungserschwerisse sollen grundlegende Rahmenbedingungen

bezüglich der technischen Möglichkeiten des Betriebsmittel- und Maschineneinsatzes sowie der potentiellen Notwendigkeit von Gleissperren festlegen.

Die anzugebenden Inhalte im Rahmen des Steckbriefes sind folgende:

- **ASC-Standort**

An dieser Stelle soll das Anlagen-Service-Center (ASC) genannt werden, in dessen Zuständigkeitsbereich jene Fläche fällt, für welche der Maßnahmenkatalog mit Hilfe des Decision Trees erstellt werden soll. Je nach Ausstattung des zuständigen ASCs ist der Einsatz unterschiedlicher Betriebsmittel möglich, nicht möglich oder nur durch zusätzlichen Beschaffungsaufwand möglich, was einen relevanten zeitlichen sowie finanziellen Zusatzaufwand bedeuten könnte.

- **Bezirk**

Angabe des politischen Bezirks, in welchem sich die zu untersuchende Fläche befindet.

- **Gemeinde**

Angabe der Gemeinde, in welcher sich die zu untersuchende Fläche befindet. Dabei ist nur die oberste Hierarchieebene relevant. So ist beispielsweise die Angabe der Katastralgemeinde hier nicht von Bedeutung.

- **Grundstücksnummer**

Die Nummern jener Grundstücke, auf denen sich die zu untersuchende Fläche befindet. Die Auskunft darüber erfolgt über das Grenzkataster bzw. das Grundbuch.

- **Grundstück im Eigentum der ÖBB und verpachtet**

Wenn sich das Grundstück bzw. die Grundstücke, auf dem/denen die zu untersuchende Fläche liegt, im Eigentum der ÖBB befindet und verpachtet ist, ist hier „ja“ auszuwählen. Ansonsten ist „Nein“ auszuwählen.

- **Interne Waldflächennummer**

Angabe jener Nummer der Waldfläche, in der sich die zu untersuchende Fläche befindet anhand der ÖBB-internen Katalogisierung derjenigen Waldflächen, die sich im Besitz der ÖBB befinden. Befindet sich die konkrete Waldfläche nicht im Besitz der ÖBB, ist hier eine 0 (Null) anzugeben. Diese Unterscheidung ist relevant, da sich dadurch rechtliche Besonderheiten ableiten lassen können, welche die Handlungsfreiheit von Seiten der ÖBB beeinflussen.

- **Streckenummer (kmsys-Code)**

Angabe des kmsys-Codes der Strecke, entlang welcher die zu untersuchende Fläche liegt. Die Information darüber in welche Abschnitte das Streckennetz der ÖBB geteilt ist und welcher kmsys-Code welchem Streckenabschnitt zugeordnet ist, befindet sich im VzG (Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten und Besonderheiten).

- **Streckenrang**

Hier ist der Rang der Strecke anzugeben. Dieser ist festgelegt in der Streckenrangkarte der ÖBB auf Basis des Regelwerks 06.01.01; Stand 18.03.2022) und lässt sich in die Kategorien einteilen: Rang S+, Rang S, Rang 1, Rang 2, Rang 3, Rang 3G (nur Güterverkehr). Relevant ist diese Einstufung im weiteren Verlauf vor allem dann, wenn es um die Priorisierung mehrerer Eingriffe, die an unterschiedlichen Stellen im Schienennetz der ÖBB vorgesehen wären, geht.

- **Streckenkilometer**

Der jeweilige Streckenkilometer entlang der Strecke, an der sich die zu untersuchende Fläche befindet.

- **Geschwindigkeit auf der Strecke gemäß VZG**

Hier ist die höchste zugelassene Fahrgeschwindigkeit auf dem Streckenabschnitt, auf dem sich die untersuchte Fläche befindet, anzugeben. Diese kann dem VzG (Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten und Besonderheiten) entnommen werden. Die Information darüber ist deswegen wichtig, weil sich davon der einzuhaltende Sicherheitsabstand während der notwendigen Arbeiten zur Maßnahmenumsetzung ableitet. Falls dieser aufgrund der lokalen Gegebenheiten nicht eingehalten werden kann, ist unter Umständen auch eine Streckensperre notwendig, um bestimmte Maßnahmen umsetzen zu können.

- **Bahnseite**

Gibt an auf welcher Seite der Strecke sich die zu untersuchende Fläche befindet. Diese ist entweder mit „links“ oder mit „rechts“ ausgehend von der Fahrtrichtung zu interpretieren. Die Fahrtrichtung wird bestimmt über die Streckenbezeichnung der jeweiligen Streckennummer in der VzG. Üblicherweise erfolgt die Betrachtung von Wien in Richtung des Zielbahnhofes.

- **Ausbau des Streckenabschnitts**

Anzugeben ist hier die Information darüber, ob es sich um einen eingleisigen, zweigleisigen oder auch mehr als zweigleisigen Streckenabschnitt handelt. Je nachdem ist dies

ausschlaggebend dafür, ob eine komplette Gleissperre notwendig ist, oder ob der Zugverkehr potentiell auf einem Gleis gebündelt werden kann.

- **Gleisnummer**

Im Falle eines mehrgleisigen Streckenabschnitts, ist die Gleisnummer anzugeben, entlang der sich die zu untersuchende Fläche befindet.

- **Elektrifizierung des Streckenabschnitts**

Mit einem einfachen “Ja” oder “Nein” ist hier anzugeben, ob der Streckenabschnitt elektrifiziert ist.

- **Erreichbarkeit**

An dieser Stelle ist angegeben, über welche Wege ein Zugang zur zu untersuchenden Fläche gewährleistet werden kann. Dabei stehen die folgenden drei Möglichkeiten zur Auswahl:

- Ausschließlich über das Gleis
- Über private Wirtschaftswege
- Über Wirtschaftswege der ÖBB

Die Information darüber ist relevant, da sie beispielsweise Aufschluss darüber gibt, welche Maschinen zum Einsatz gebracht werden können oder ob eine Gleissperre notwendig ist um die geplante(n) Maßnahme(n) durchzuführen.

- **Betriebserschwerisse**

An diesem Punkt sollen alle Faktoren zusammengefasst werden, die den Arbeitseinsatz zum Durchführen potentieller Maßnahmen erschweren könnten. Dieser Abschnitt ist in drei Teile gegliedert:

Der erste Teil fragt danach, ob es tageszeitliche Einschränkungen für Eingriffs- bzw. Pflegemaßnahmen gibt. Dabei kann z.B. zwischen den Antwortmöglichkeiten „Tagarbeit ist möglich“ und „ausschließlich Nachtarbeit ist möglich“ unterschieden werden.

Im zweiten Teil geht darum, ob es notwendig ist, während der Maßnahmendurchführung die Fahrleitung auszuschalten. Hier ist nur eine simple “Ja” oder “Nein” Auswahl zu treffen.

Der dritte Teil fragt ganz allgemein nach besonderen Sicherheitsmaßnahmen, die bei Arbeitseinsatz erforderlich sind. Falls dies nicht der Fall ist, ist es lediglich notwendig “Nein”

anzukreuzen. Falls jedoch besondere Maßnahmen erforderlich sind, sollten diese an der Stelle ausformuliert und detailliert dargelegt werden.

- **Bearbeitbarkeit, Maschinenbearbeitung und Abtransport von Schnittgut**

An diesem Punkt ist anzugeben, unter welchen Bedingungen der Abtransport von Schnittgut erfolgen kann. Dabei ist eine Mehrfachauswahl zwischen folgenden Punkten möglich:

- nur vom Gleis aus möglich
- auch über Wirtschaftswege möglich
- nur händisch möglich
- nur mit speziellen Sicherungsmaßnahmen möglich

Sollte die letzte Antwortmöglichkeit (auch) angegeben werden, ist eine detaillierte Angabe der speziellen Sicherungsmaßnahmen notwendig.

4.2.2 Natürliche Standortparameter

Die Angabe der natürlichen Standortparameter schafft eine Übersicht der naturräumlichen Grundlagen wie der Bodenbeschaffenheit und dem Klima, welche die vorhandene Flora und Fauna maßgeblich prägen und beeinflussen. Dadurch können vorherrschende Pflanzengesellschaften eingeordnet, sowie die Einschränkungen potentieller Einführungen neuer Pflanzengesellschaften im Zuge einer Maßnahmenumsetzung bereits im Vorfeld abgeschätzt werden.

Die anzugebenden Inhalte im Rahmen des Steckbriefes sind folgende:

- **Seehöhe**

Angabe der Seehöhe, auf der sich die zu untersuchende Fläche befindet.

- **Höhenstufe nach Wuchsgebieten**

Anhand der Seehöhe ist die Auswahl zu einer der folgenden Höhenstufen zu treffen:

- Planar
- Kollin
- Submontan
- Montan
- Tiefmontan
- Mittelmontan

- Hochmontan
- Tiefsubalpin
- Hochsubalpin

- **Nival**

Die Information über die Höhenstufe gibt Aufschluss darüber, in welchem Wuchsgebiet sich die zu untersuchende Fläche befindet. Daraus kann die Information gewonnen werden, welche Pflanzenarten im Bestand die Leitgesellschaften bilden.

- **Neigung**

Gibt die Neigung der zu untersuchenden Fläche in Grad an. Die Information kann vom zuständigen Forstoperat eingeholt werden und ist vor allem hinsichtlich der Zugänglichkeit und Erschließung für Maschinen relevant.

- **Exposition**

Hier ist die Neigung der Fläche je nach Himmelsrichtung Nord, Ost, Süd oder West anzugeben. Eine genauere Angabe der Neigung, wie etwa Nord-Ost oder Süd-West ist, wenn möglich, wünschenswert. Die Information gibt Aufschluss bezüglich der Besonnung und Beschattung der Fläche.

- **Bodenbeschaffenheit**

Hier ist die Angabe des Bodentyps und der damit verbundenen Wasserverhältnisse anzugeben. Die Information bezüglich der Bodenbeschaffenheit an der zu untersuchenden Fläche kann z.B. aus der digitalen Bodenkarte Österreich (eBOD) bezogen werden.

- **Klima**

Die Angabe der Klimazone erfolgt über Tabelle 1 im Anhang des Decision Trees. Je nach geographischer Lage kann die jeweilige Klimazone abgelesen und notiert werden.

- **Wuchsgebiete**

So wie im Abschnitt bezüglich des Klimas, ist Je nach geographischer Lage des zu untersuchenden Gebiets das jeweilige Wuchsgebiet aus Tabelle 1 im Anhang des Decision Trees abzulesen.

- **Natürliche Waldgesellschaft/Leitgesellschaft**

Auch die Angabe der natürlichen Waldgesellschaft/Leitgesellschaft lässt sich aus Tabelle 1 im Anhang des Decision Trees ermitteln. Je nach Lage der zu untersuchenden Fläche, dem

jeweiligen Hauptwuchsgebiet sowie der Höhenlage, ergibt sich die natürliche Waldgesellschaft/Leitgesellschaft.

4.2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Auflistung besonderer rechtlicher Rahmenbedingungen, die auf der zu untersuchenden Fläche relevant sind, sollen den gesetzlichen Handlungsspielraum in der Maßnahmenkonzipierung und -umsetzung bereits zu Beginn des Decision Trees klar aufzeigen. Auch die Notwendigkeit eines besonderen Vorgehens (z.B. außerordentliche Behördenwege) in der Durchführung potentiell möglicher Maßnahmen ist dabei relevant.

Die anzugebenden Inhalte im Rahmen des Steckbriefes sind folgende:

- **Forstgesetz**

An dieser Stelle sollen spezielle forstgesetzliche Rahmenbedingungen, die auf der zu untersuchenden Fläche vorherrschen, dargelegt werden. Insbesondere die Information über allfällige Brandschutzauflagen ist hier wichtig, da diese die Möglichkeiten in der Maßnahmenkonzipierung einschränken können. Relevant in diesem Zusammenhang sind zum einen das Forstgesetz auf Bundesebene sowie das Vermehrungsgutgesetz 2002 sowie damit im Zusammenhang stehende Verordnungen, zum anderen jedoch auch Landesgesetze und Verordnungen auf Landesebene mit forstrechtlicher Relevanz.

- **Naturschutzgesetz**

Relevante naturschutzrechtliche Bestimmungen, welche die zu untersuchende Fläche miteinbeziehen, sind hier anzugeben. Basis dafür ist das Landes-Naturschutzgesetz des jeweiligen Bundeslandes. Auch die Nähe der zu untersuchenden Fläche zu naturschutzrechtlich relevanten Gebieten soll angemerkt werden, da manche Maßnahmen auch eine gebietsübergreifende Auswirkung haben könnten, die es zu berücksichtigen gilt.

- **Eisenbahngesetz**

Besondere eisenbahnrechtliche Vorgaben, welche einen Einfluss auf die Arbeit an bzw. auf der zu untersuchenden Fläche haben können, sollen hier vermerkt werden.

- **Sonstige Rechtsgrundlagen**

An dieser Stelle sollen alle weiteren rechtlichen Rahmenbedingungen angeführt werden die eine (potentielle) Auswirkung auf den Handlungsspielraum in Bezug auf die Bearbeitung der zu untersuchenden Fläche haben. Darunter fallen beispielsweise die Jagdgesetze auf Landesebene, das Wiener Baumschutzgesetz, die Eisenbahn-ArbeitnehmerInnenschutzverordnung sowie potenzielle Gesetze und Verordnungen auf

Landes- und Gemeindeebene, die eine Auswirkung auf die Handlungsfreiheit im Bereich der Maßnahmengestaltung und -umsetzung haben können.

4.3 Decision Tree, Flächentypisierung der Extensivzone

In diesem Abschnitt des Entscheidungsbaums werden die sich im unmittelbaren Bereich der Gleiszone befindlichen Extensivzonen analysiert. Um ein umfassendes Bild der derzeitigen Situation an der zu untersuchenden Fläche zu gewinnen, ist es notwendig, konkrete Informationen bezüglich der aktuellen Art und Intensität der Bewirtschaftung, das aktuelle Gefährdungspotenzial durch Naturgefahren, den aktuellen Bewuchs sowie Belastungen der Fläche durch Umwelteinflüsse, Schädlinge, invasive Pflanzenarten, Altlasten, etc. zu sammeln und darzustellen. Darauf aufbauend erfolgt in einem nächsten Schritt die Formulierung von Zielen, wofür die hier vorgenommene Flächentypisierung ausschlaggebend ist.

4.3.1 Bewirtschaftung – Status Quo

Die Allgemeinen Charakteristika der Forstwirtschaft können nach OESTEN und ROEDER (2012) wie folgt aufgeschlüsselt werden:

- Ökologische Dimension der Naturnutzung- Naturvermögen und Naturproduktivität von Waldökosystemen
- Ökonomische Dimension- besondere Gutseigenschaften der Wirkungen des Waldes bzw. Der Leistung der Forstbetriebe
- Die Zeitdimension der Forstwirtschaft- Langfristigkeit der Wachstumsprozesse im Walde
- Die Raumdimension- Standortgebundenheit und Flächenausdehnung der Wirkungen/Leistungen
- Normative Dimension- Gesellschaftliche Wertschätzung der Wirkungen/Leistungen

Die aktuelle Bewirtschaftung der Bahnbegleitwälder der ÖBB kann in Bezug auf diese Charakteristika dargestellt werden.

- Ökologische Dimension der Naturnutzung- Naturvermögen und Naturproduktivität von Waldökosystemen

Bahnbegleitwälder werden nicht im Hinblick auf ihre Rolle als Ressourcenquelle bewirtschaftet. Die Produktion von Holz oder Nichtholzprodukten steht nicht im Fokus. Wälder werden im Hinblick auf die Anlagensicherheit bewirtschaftet. Die Nachhaltigkeit der

Funktionserfüllung und die Integration der Bewirtschaftung in die übergeordneten Betriebsabläufe haben primäre praktische Bedeutung.

- Ökonomische Dimension- besondere Gutseigenschaften der Wirkungen des Waldes bzw. der Leistung der Forstbetriebe

Die Bewirtschaftung erfolgt, oftmals gegenüber Wirtschaftswäldern noch verschärft, unter dem Eindruck diverser Nutzungskonflikte. Diese betrifft Art und Zeitpunkt von Maßnahmen, sowie gesellschaftliche Ansprüche. Im Zuge des Projektes konnte durch Gespräche auf der Fläche mit Bahnmitarbeitern der Eindruck gewonnen werden, dass zwar eine grundsätzliche Sensibilität hinsichtlich Ökosystemdienstleistungen und Naturschutz vorhanden ist, dies jedoch im Tagesgeschäft noch wenig integrierbar ist.

- Die Zeitdimension der Forstwirtschaft- Langfristigkeit der Wachstumsprozesse im Walde

Im Gegensatz zur üblichen Forstwirtschaft, bei der eine Umtriebszeit oder gewünschte Zieldimensionen die Produktionsdauer bestimmen, verfügen Bahnbegleitwälder über keine klar Definierten zeitlichen Bestandesabläufe. Eingriffe finden in der Praxis dann statt, wenn die Funktionssicherheit gefährdet ist, dies droht oder generelle Arbeiten an Anlagen ein Zeitfenster öffnen die Arbeiten am Waldbestand ermöglichen.

- Die Raumdimension- Standortgebundenheit und Flächenausdehnung der Wirkungen/Leistungen

Bahnbegleitwälder stellen hinsichtlich ihrer Raumdimension eine Besonderheit dar. Einerseits sind sie durch die Intensivzone hin zum Gleiskörper und andererseits dem Bereich der maximal zu erwartenden Baumhöhe (Fallkurve) eingegrenzt. Dem gegenüber steht die die österreichweite Ausdehnung entlang des Schienennetzes. Damit verbunden ist nicht nur eine große Vielfalt an standörtlichen Eigenschaften, sondern auch eine komplexe Situation hinsichtlich rechtlicher und verwaltungstechnischer Materien. Besonders an das Forstpersonal stellt der große räumliche Wirkungsbereich große Herausforderungen dar.

- Normative Dimension- Gesellschaftliche Wertschätzung der Wirkungen/Leistungen

Die ÖBB sind als öffentliches Unternehmen sehr präsent und haben einen sehr hohen Bekanntheitsgrad. Hinsichtlich einer generellen Sensibilisierung der breiten Bevölkerung zu waldbezogenen Themen ist auch anzunehmen, dass auch die ÖBB als Waldbesitzer und Bewirtschafter hinsichtlich des Managements seiner Waldflächen die Außenwirkung mitbedenken muss. Dies trifft Themen wie die Ausbreitung von Neophyten, das flächige

Nutzen von Beständen oder Aspekte des Naturschutzes. Daraus entstehende Nutzungskonflikte sind den Mitarbeitern bekannt, jedoch ist die Auseinandersetzung mit ihnen im praktischen Betrieb aufgrund der Erfordernisse und Arbeitsweisen kaum zufriedenstellend möglich.

4.3.2 Naturgefahren – Status Quo und Risikoanalyse

Ein Abgleich mit den österreichischen Naturgefahrenkarten soll Aufklärung darüber geben, ob sich die zu untersuchende Fläche in einem Gefährdungsgebiet befindet. Besonders Gefährdungen im Zusammenhang mit Hochwassern, Windsturm und Erosion/Steinschlag sind hierbei von großer Bedeutung. Zum einen ist dies wichtig, um eine Bewirtschaftungsform zu wählen, die möglichst resistent gegenüber den oben genannten Naturereignissen ist, zum anderen um eine Bewirtschaftungsform zu wählen, in welcher die künftig eingesetzte Pflanzenart eine natürliche Ökosystemdienstleistung bietet, um potenzielle Schäden durch Naturereignisse zu verhindern oder zumindest abzuschwächen.

Im Decision Tree ist lediglich eine Aussage darüber zu treffen, ob sich die zu untersuchende Fläche in einem jeweiligen Gefährdungsgebiet befindet. Dazu können die ÖBB internen Naturgefahrenkarten herangezogen werden. Im Rahmen des Projekts wurde exemplarisch mit den "Detailkarten zu Naturgefahren" des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (2022) gearbeitet.

Um auch die Information bezüglich der Häufigkeit des Auftretens der Naturereignisse in die Betrachtung miteinbeziehen zu können, ist eine Betrachtung der historischen Ereignisse sowie der Ergebnisse des clim_ect Projekts (2021) erforderlich. Im Rahmen dieses Projekts wurde für jeden ASC-Standort in Österreich eine Kennzahl bezüglich der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Naturereignisse in unterschiedlichen Schadkategorien ermittelt. Die Auftrittswahrscheinlichkeit in den einzelnen Kategorien werden zusammengefasst und in einem Gesamtwert zur Ereignisdichte dargestellt. Die Auflistung dieser Werte für jeden ASC-Standort befindet in Abbildung 98.

ASC-Standort	Avalanche	Falling-rock	Flashflood	Flooding	Mudslide	Snow	Wind-storm	Ereignisse ASC	Länge ASC	Ereignisdichte Ereignisse / km
	1990-2019	1990-2019	1990-2019	1990-2019	1990-2019	1990-2019	1990-2019	1990-2019	km	
Amstetten	1	0	0	3	3	5	26	38	225,46	0,17
Attnang	9	7	3	5	11	23	90	148	265,67	0,56
Bludenz	11	6	1	17	12	20	47	114	264,91	0,43
Bruck/Leitha	2	0	0	9	0	8	30	49	216,95	0,23
Floridsdorf	1	1	0	0	0	6	23	31	198,21	0,16
Gloggnitz	4	2	0	8	2	8	45	69	132,90	0,52
Graz	1	1	0	3	5	25	73	108	264,77	0,41
Innsbruck	6	7	0	3	9	24	19	68	135,02	0,50
Klagenfurt	2	4	1	8	9	26	88	138	329,56	0,42
Leoben	0	0	2	5	12	12	33	64	184,08	0,35
Linz Hbf	1	2	1	15	5	16	82	122	253,13	0,48
Linz Kleinmünchen	3	14	4	12	18	11	88	150	249,59	0,60
Meidling	0	0	0	1	0	9	31	41	150,25	0,27
Mistelbach	2	0	0	7	3	5	31	48	277,70	0,17
Salzburg	0	0	0	8	4	7	25	44	130,49	0,34
Seitzthal	8	11	1	12	14	18	55	119	147,87	0,80
Sigmundsherberg	3	1	0	1	1	19	74	99	193,92	0,51
Spittal	5	3	3	5	14	18	25	73	173,46	0,42
St. Pölten	2	3	0	4	0	10	25	44	161,16	0,27
St.Johann i. P.	9	2	2	12	30	38	44	137	213,54	0,64
Tulln	0	0	0	3	2	3	29	37	188,69	0,20
Villach	5	2	0	0	1	30	27	65	150,84	0,43
Wels	0	1	6	2	4	5	50	68	244,57	0,28
Wien ZVBF	0	0	0	4	1	2	23	30	123,01	0,24
Wörgl	0	1	2	2	1	24	16	46	145,78	0,32
Wr. Neustadt	0	0	3	5	7	15	91	121	289,70	0,42
Gesamt	75	68	29	154	168	387	1.190	2.071 von 2.099*		

*Schadereigniskategorien Icing und Heat sind aufgrund ihrer geringen Fallzahl nicht ausgewiesen.

**Abbildung 98: Naturgefahrenereignisse im ÖBB-Streckennetz im Zeitraum 1990-2020;
Quelle: Projekt clim_ect (2021)**

Im Decision Tree anzugeben ist die Ereignisdichte-Wert, der sich ganz rechts in der Auflistung befindet. Dieser gibt schlussendlich Auskunft darüber, wie hoch der Grad der Wahrscheinlichkeit ist, dass Schadereignisse auftreten können. Je höher dieser Wert - in der Spannweite zwischen 0 und 1 - ist, desto wahrscheinlicher kommt es an dem jeweiligen ASC-Standort zu potenziell infrastrukturenschädigenden Naturereignissen.

4.3.3 Kosten- und Risikoanalyse mit Fokus auf Baumwurfereignisse

Bei der Analyse der Schadensfälle im ÖBB-Streckennetz wird im Rahmen des Projekts ein besonderes Augenmerk auf Schäden durch Baumwürfe gelegt, da diese eine hohe Relevanz im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung bahnnaher Waldflächen darstellen. Im Rahmen des Decision Trees wird die potenzielle Gefährdung der Anlagensicherheit durch Baumwürfe im Zuge der Zustandsanalyse des Bewuchses und der Prognose des Wachstums im Zusammenhang mit der baumartenspezifischen Stabilität an dem zu untersuchenden Standort umfassend berücksichtigt.

Nachstehende Kostenanalysen unterstreichen die Relevanz einen standortangepassten und stabilen Waldbestand mit den Zielen des Bahnbegleitwaldes zu etablieren. Die Kostenanalysen basieren auf den Ergebnissen des Projekts clim_ect (2021).

Eine Auswertung der Baumwurfereignisse nach den 26 SAE ASC-Standorten und meteorologischen Saisonen findet sich in der folgenden Abbildung 99: Gemeldete

Baumwurfereignisse (ohne Schadereignischarakter oder Konsequenz Streckenunterbrechung, daher sind für die Ereignisse auch keine Kosten erfasst) in den Jahren 2017 bis 2020 nach den ASC-Standorten und meteorologischen Saisonen, wobei DJF=Winter, MAM=Frühling, JJA=Sommer und SON=Herbst.

Baumwurfereignisse, 2017-2020

<i>ASC Standorte</i>	<i>DJF</i>	<i>MAM</i>	<i>JJA</i>	<i>SON</i>	<i>Gesamt</i>
Klagenfurt	7	14	28	25	74
Linz Hbf	21	10	15	20	66
Graz	9	6	25	18	58
Wr. Neustadt	3	9	19	12	43
Linz Kleinmünchen	7	6	8	20	41
Attnang	6	4	15	13	38
Sigmundsherberg	9	4	17	8	38
Wels	11	5	14	8	38
Selzthal	8	3	10	16	37
Bludenz	9	4	4	10	27
Innsbruck	7	2	2	14	25
Villach	1	2	8	13	24
Leoben	2	2	8	11	23
St.Johann i. P.	6	1	1	12	20
Tulln	4	0	6	8	18
Gloggnitz	2	3	4	6	15
Amstetten	0	3	3	7	13
Floridsdorf	0	0	10	3	13
Spittal	1	1	1	9	12
Mistelbach	1	2	6	2	11
Salzburg	2	2	3	4	11
St. Pölten	2	1	4	3	10
Meidling	2	3	3	1	9
Bruck/Leitha	0	1	3	3	7
Wien ZVBF	0	0	2	4	6
Wörgl	1	1	4	0	6
ASC Unbekannt	1	0	3	2	6
Gesamt	122	89	226	252	689

Abbildung 99: Gemeldete Baumwurfereignisse (ohne Schadereignischarakter oder Konsequenz Streckenunterbrechung, daher sind für die Ereignisse auch keine Kosten erfasst) in den Jahren 2017 bis 2020 nach den ASC-Standorten und meteorologischen Saisonen, wobei DJF=Winter, MAM=Frühling, JJA=Sommer und SON=Herbst

Die folgenden Tabellen zeigen eine Analyse der wetterinduzierten Schadereignisse für die Jahre 2012-2019. Ein Schadereignis unterscheidet sich von den oben dargestellten Baumwurfereignissen, als dass es zu einer Streckenunterbrechung und somit einer Einschränkung des Bahnbetriebes führte. Die Analyse der wetterinduzierten

Schadereignisse zeigt, wie viele Ereignisse in welcher Schadereigniskategorie stattgefunden haben und welche Kosten (€) und Streckenunterbrechungsdauern (Abkürzung: STRUNG, in Stunden) damit verbunden waren.

Da der Fokus auf einer Untersuchung der Baumwurfeignisse liegt, wird in weiterer Folge noch eine Zeitreihe von Kosten und Streckunterbrechungsdauern für Windsturm-Schadereignisse erstellt. In dieser Zeitreihe wird außerdem dargestellt, zu welchen Ereignisarten (bspw. Entgleisung, Streifung) die Windsturm-Schadereignisse in den einzelnen Jahren geführt haben (man könnte die Ereignisart somit auch als Ereigniswirkung bezeichnen).

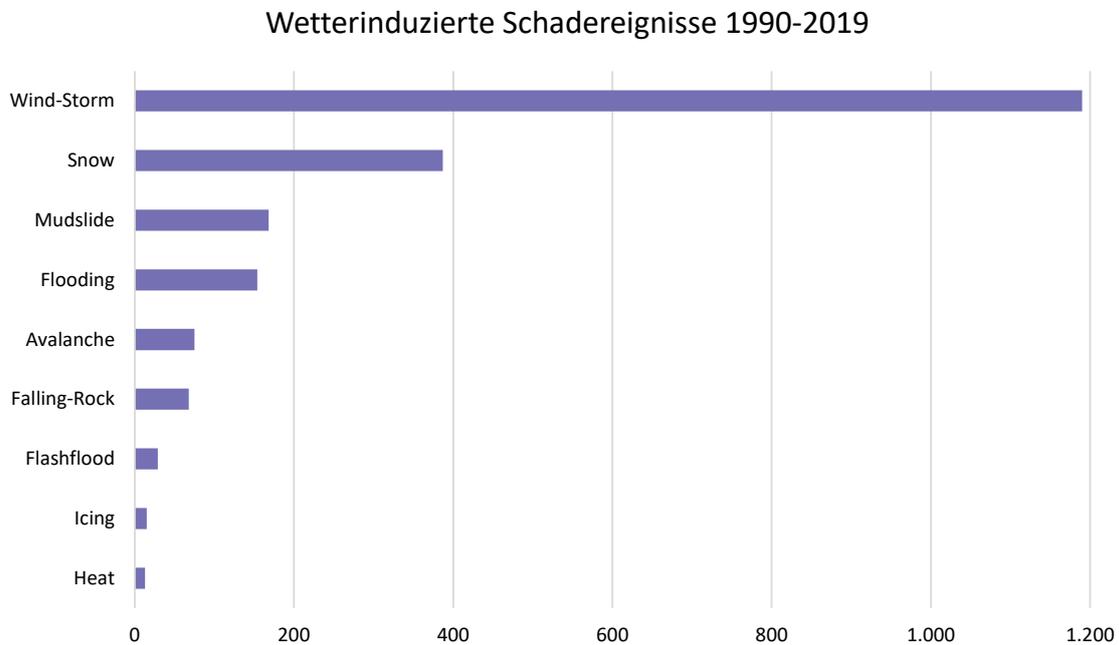


Abbildung 100: Anzahl wetterinduzierter Schadereignisse nach Schadereigniskategorien im Zeitraum von 1990-2019. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.

Kosten (€) 1990-2019

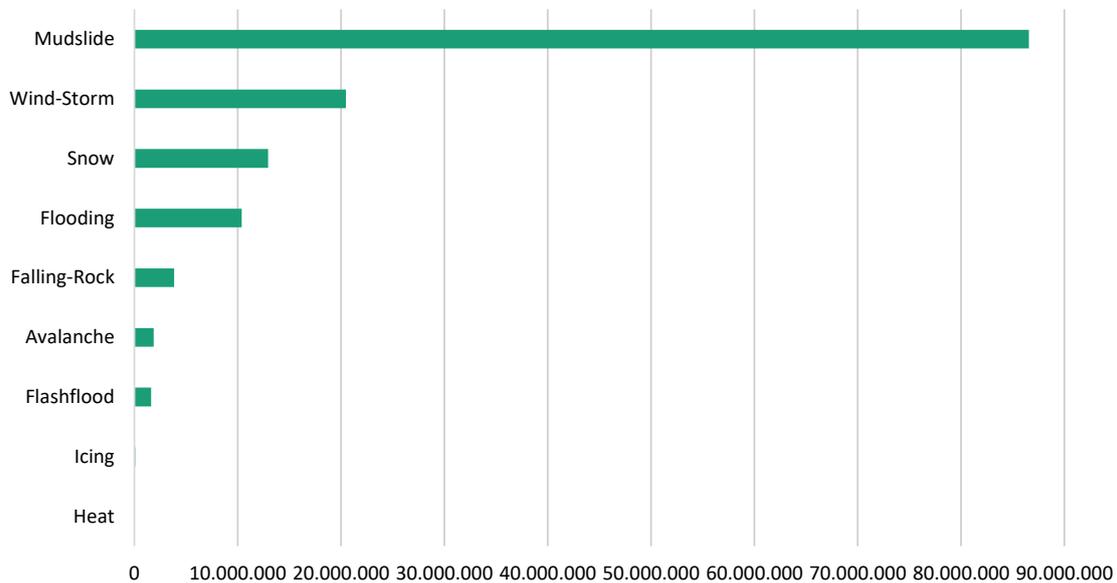


Abbildung 101: Kosten der wetterinduzierten Schadereignisse nach Schadereigniskategorien im Zeitraum 1990-2019. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.

Streckenunterbrechung (h) 1990-2019

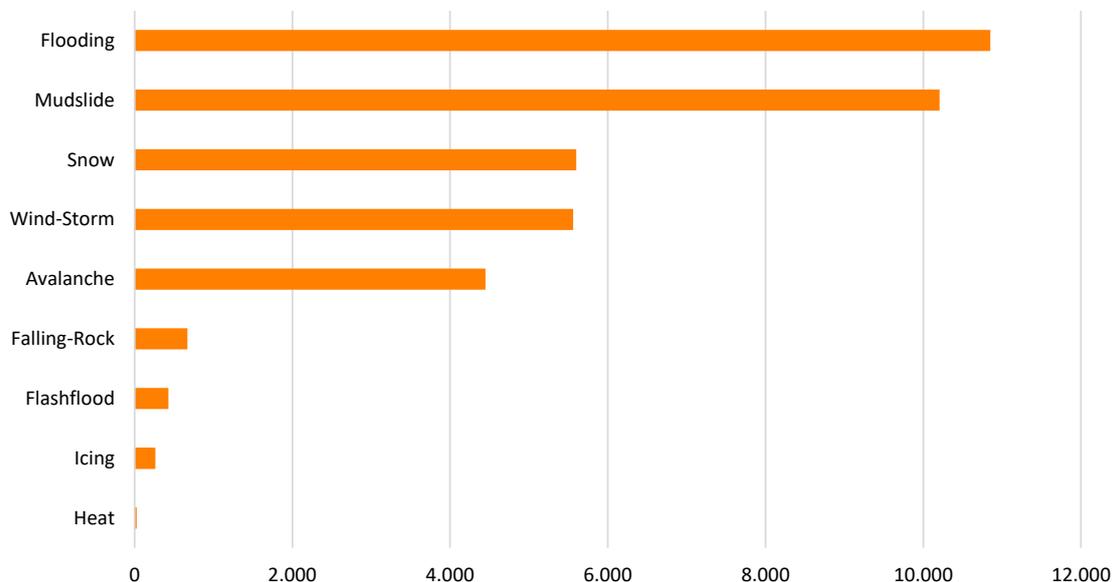


Abbildung 102: Gesamtzahl an Streckenunterbrechungsstunden verursacht durch wetterinduzierte Schadereignisse nach Schadereigniskategorien. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.

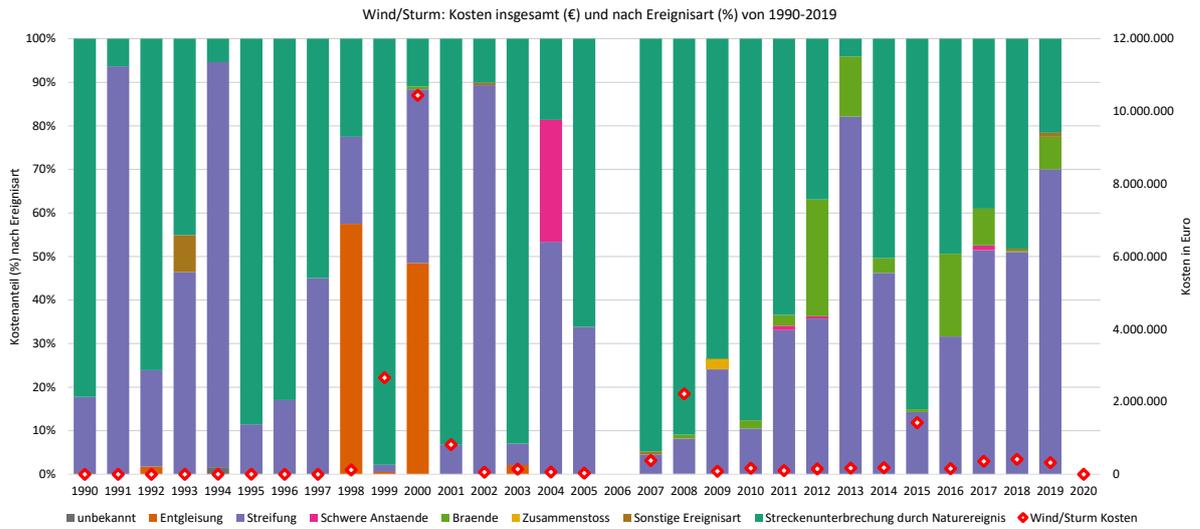


Abbildung 103: Zeitreihe von Kosten verursacht durch Windsturmereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes sowie Veranschaulichung der Kostenanteile nach den Ereignisarten. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.

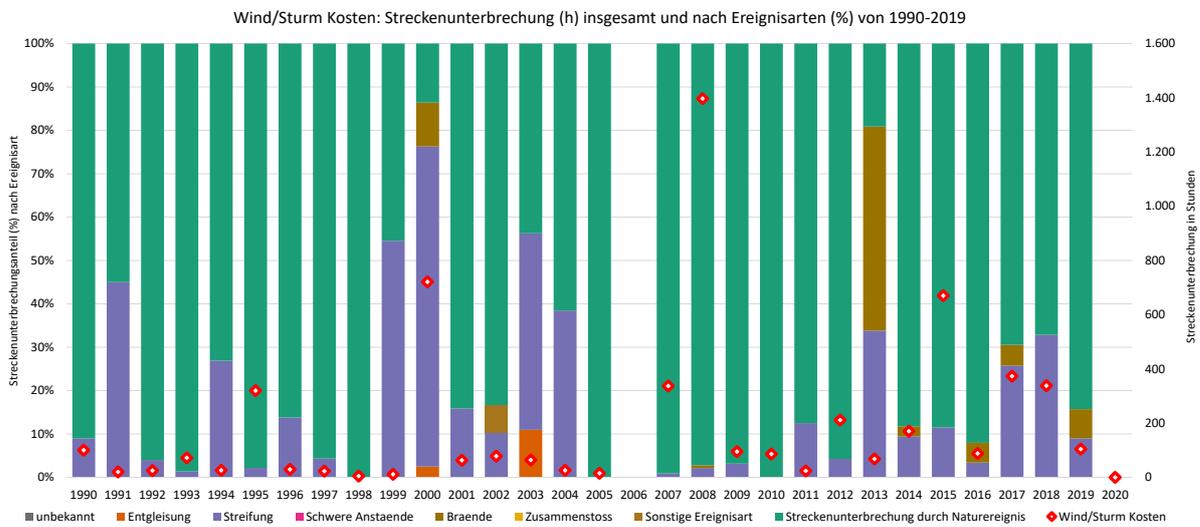


Abbildung 104: Zeitreihe von Streckunterbrechungsstunden verursacht durch Windsturmereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes sowie Veranschaulichung der Streckenunterbrechungsanteile nach den Ereignisarten. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.

4.3.4 Bewuchs – Status Quo

Mit dem Bewuchs - Status Quo wird erhoben, wie sich der Bestand zum Zeitpunkt der Analyse in seiner Struktur zusammensetzt. Eine Möglichkeit besteht darin den Bestand vor Ort mittels Messungen zu erheben und anschließend einen Bestandesaufriss zu generieren. Mit dem Bestandesaufriss werden die Baumarten, die geometrischen Verhältnisse (BHD und Höhe) der Bäume sowie die lokalen Geländebeziehungen dargestellt. Abschließend soll ein Risiko hinsichtlich Bestandsstabilität mit besonderem Fokus auf das Baumwurfrisiko und problematischer Baumarten wie z.B. Fichte, Lärche und Esche definiert werden. Die Gefährdung wird dabei qualitativ eingestuft nach „gering“, „mittel“ und „hoch“.

4.3.5 Belastung der Fläche – Status Quo

- **...mit invasiven Neophyten/Konkurrenzvegetation in der Extensivzone**

In diesem Abschnitt wird festgehalten, ob an der zu untersuchenden Fläche invasive Neophyten bzw. Konkurrenzvegetation vorzufinden ist. In einem ersten Schritt soll in einem einfachen „Ja“/„Nein“ Abgleich das Vorhandensein von Neophyten festgehalten werden. Wenn hierbei die Option „Ja“ gewählt wurde, soll in einem zweiten Schritt festgehalten werden, welche invasiven Pflanzengesellschaften im Detail auf der zu untersuchenden Fläche vorkommen. Folgende Pflanzenarten wurden dabei im Rahmen des Projekts gemeinsam mit ÖBB-Forsttechnikern als besonders relevant definiert:

- Götterbaum
- Robinie
- Kanadische Goldrute
- Staudenknöterich (invasiv)
- Springkraut (invasiv)
- Riesenbärenklaue
- Eschen Ahorn

Sollten weitere invasive Pflanzengesellschaften auf der zu untersuchenden Fläche vorzufinden sein, können diese in der Zeile „Weitere:“ angeführt werden. Zusätzlich zu der bloßen „Ja“/„Nein“-Auswahl über das Vorhandensein der jeweiligen Pflanzenart soll in der Spalte „Belastungsgrad“ eine detailliertere Auskunft über den Schweregrad der Belastung erfolgen. Dabei soll zwischen folgenden Differenzierungsgraden unterschieden werden (nach Schweregrad aufsteigend):

- Einzelmischung
- Gruppenmischung
- Bestandsdominierend
- Reinbestand

- **...mit biotischen Schadursachen**

Ebenso soll angeführt werden, ob folgende Probleme die Funktion des Waldes bzw. den Betrieb der Infrastruktur beeinträchtigen bzw. in absehbarer Zukunft beeinträchtigen könnten. Dabei ist auch hier eine einfache „Ja“/„Nein“-Angabe ausreichend:

- Wild (z.B. Wildschäden/Wildverbiss)
- Pilze (z.B. Krankheitsbefall des Waldes)
- Insekten (z.B. Schäden durch Borkenkäfer)

- **...mit abiotischen Schadursachen**

Auch häufig auftretende Umwelteinflüsse, die eine negative Auswirkung auf die Funktion des Waldes oder der Betrieb der Infrastruktur haben sollen mit einer „Ja“/„Nein“-Angabe festgehalten werden:

- Windwurf/Windbruch
- Hitze/Dürre
- Nassschnee
- Waldbrand
- Sonstige:

- **...mit Müllablagerung**

Schadeinwirkungen durch (illegale) Müllablagerung sowie vorhandene Altlasten sollen ebenso mit der Angabe von „Ja“ oder „Nein“ angeführt werden:

- Illegale Ablagerung
- Altlasten
- Deponie

- **...mit Wassereinleitung**

Ebenso wie bei den anderen Punkten, soll auch hier mittels Angabe eines „Ja“ oder „Nein“ schädliche Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der illegalen Einleitung von (Ab-)Wasser oder auch starkem Wasserabfluss eingetragen werden:

- Illegale Einleitung

- Starker Wasserabfluss

- **... mit sonstigem:**

Falls weitere Belastungsarten für die zu untersuchende Fläche relevant sind, jedoch von den bisherigen Kategorien nicht abgedeckt werden konnten, können diese hier angeführt werden.

4.4 Decision Tree, Zielanalyse

Um einen generellen Überblick über die Zielsetzungen der ÖBB-Infrastruktur AG im Zusammenhang mit bahnnahen Waldflächen zu erhalten, lohnt sich ein Blick in das Regelwerk 09.14. "Sicherungswaldbau und Forsttechnik" zu werfen. Gemäß dem Innovationskatalog lassen sich eine Reihe übergeordneter Ziele definieren, die unabhängig vom konkreten Standort gelten:

- Optimierung der multifunktionalen Wirkung des Bahnwaldes: Stärkung des Potenzials der Bahnvegetation zur Klimaregulation (langfristig)
- Sicherstellung eines ungestörten Bahnbetriebs durch effiziente Bewirtschaftung: Minimierung von Anlageeinschränkungen, Betriebsstörungen und Gefährdungen (langfristig)
- Vegetationsmanagement zur Bewahrung der Gleissicherheit und Neophytenprävention

Für die Bearbeitung im Rahmen des Entscheidungsbaums, wurden die darin enthaltenen Zielsetzungen in die Kategorien "Sicherheit", "Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit" und "Ökologie" eingeteilt. Besondere weitere Ziele, die sich in keiner dieser Kategorien wiederfinden lassen, können in einer eigenen Kategorie angeführt werden.

Im Rahmen des Durchlaufens des Entscheidungsbaums ist die Auswahl bzw. Formulierung relevanter Ziele durchzuführen, die speziell auf die zu untersuchende Fläche zutreffen. Dabei ist ebenso eine Zielpriorisierung vorzunehmen. Dies geschieht über die Einstufung der jeweiligen Ziele, welche anhand von fünf Stufen, sehr hoch – hoch – mittel – gering – sehr gering, erfolgt. Manche Ziele stehen nicht unabhängig voneinander und können sich gegenseitig beeinflussen. So kann eine Erhöhung der Artenvielfalt an einem Standort die Auswirkungen eines Schädlingsbefalls eindämmen, was, aufgrund eines beispielsweise verringerten Baumwurfrisikos, wiederum positive Auswirkungen auf den Schutz der Gleisanlagen haben kann.

Wichtig ist es außerdem anzugeben, ob das jeweilige Ziel unter den aktuellen Bedingungen bereits erreicht wird. Dies ist relevant, da die Zielerfüllung künftig, aufgrund sich

verändernder Rahmenbedingungen wie beispielsweise veränderte klimatische Umstände, die neue Naturgefahren oder invasive Pflanzen- oder Insektenarten zur Folge haben können, nicht zwangsläufig weiterhin gegeben sein muss.

Die im Regelwerk "Sicherungswaldbau und Forsttechnik" angeführten Ziele wurden im Rahmen des Projekts in Kategorien gegliedert und zusammengefasst. Diese Ziele müssen nicht alle an jedem Standort oder an jeder Fläche verfolgt werden, da sie nicht in jedem Fall relevant sind. Es obliegt dem zuständigen Fachorgan die passenden Ziele aus dem Regelwerk 09.14. "Sicherungswaldbau und Forsttechnik" auszuwählen und zu hierarchisieren. Zusätzlich können auch individuelle Ziele je nach untersuchter Fläche hinzugefügt werden. Die Zielformulierungen sind allgemein formuliert, was einen breiten Spielraum in der Maßnahmenkonzipierung erlaubt. Wenn konkrete Aspekte, die auf der zu untersuchenden Fläche eine besondere Rolle spielen im Vordergrund stehen, hervorgehoben werden sollen, können die Ziele bei Bedarf umformuliert bzw. konkretisiert werden. Ziele, welche Ökosystemdienstleistungen des Bahnbegleitwaldes darstellen werden, nachstehend mit dem Hinweis „ÖSD“ versehen.

4.4.1 Sicherheit - Definition und Priorisierung relevanter Ziele

In vielen Zielformulierungen geht es um den Schutz der Bahnanlagen/Bahninfrastruktur sowie der Waldflächen selbst vor schädigenden Natur- und Umwelteinflüssen. Diese haben wir in der Kategorie "Sicherheit" zusammengefasst:

- Sicherung der Eisenbahnanlagen vor schädigenden Natur- und Umwelteinflüssen
- Erhalt/Verbesserung Erosionsschutz (ÖSD)
- Erhalt/Verbesserung Wasserrückhalt (ÖSD)
- Sicherung/Verbesserung/Wiederherstellung der Schutzwaldfunktionen
- Reduktion der Störungsanfälligkeit durch Schnee- oder Eisbruch bzw. Windwurf
- Disposition gegenüber Waldbränden verringern
- Schadensdisposition gegen biotische und abiotische Schaderreger erhalten/verbessern/wiederherstellen

4.4.2 Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit- Definition und Priorisierung relevanter Ziele

Ziele, bei denen die Kostenoptimierung in Bezug auf die Bearbeitung der Fläche im Vordergrund stehen, fallen unter die Kategorie "Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit":

- Reduktion der Eingriffsintervalle
- Erhöhung der Streckenverfügbarkeit während Bestandesarbeiten

- Reduktion der Kosten je Eingriff
- Erlöse durch Holz

4.4.3 Ökologie - Definition und Priorisierung relevanter Ziele

Steht die langfristige Gesundheit und Stabilität der Waldfläche selbst im Vordergrund, wurden die jeweiligen Ziele in der Kategorie "Ökologie" angeführt:

- Sicherung/Herstellung klimafitter Bestockung
- Zurückdrängung Neophyten
- Förderung der Artendiversität
- Biodiversitätsschutz/Biodiversitätsverbesserung (ÖSD)
- Erhalt/Verbesserung der Waldstruktur
- Schutz des Waldbodens

4.4.4 Weitere handlungsleitende Ziele

In diese Kategorie fallen jene Ziele, die für die zu untersuchende Fläche relevant sind, die sich thematisch allerdings nicht in den anderen Kategorien unterbringen lassen. Diese sind im Zuge der Anwendung des Entscheidungsbaums bei Bedarf selbst zu formulieren, festzuhalten und zu priorisieren. Als Beispiel können folgende Ziele angeführt werden:

- Erhalt/Verbesserung Sichtschutz für Anrainer
- Erhalt/Verbesserung Windschutz
- Erhaltung und Schutz des Weltkulturerbes

4.5 Decision Tree, Prognose künftiger Entwicklungen

4.5.1 Naturgefahren – Prognose

Im Rahmen des clim_ect Projekts wurden die klimatischen Veränderungen im Zuge des Klimawandels hinsichtlich der Auswirkung auf die Häufigkeit von gefährlichen Naturereignissen bzw. Naturkatastrophen für das österreichische Bundesgebiet untersucht. Ausgehend von unterschiedlichen Annahmen über die Entwicklung der weltweiten Umsetzung der Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels, wurden in clim_ect unterschiedliche Szenarien über die Auswirkungen auf das Auftreten schädigender Naturereignisse entwickelt. Bei diesen handelt es sich um Hochwasser, Erdbeben, Windstürme, Felschlag und Lawinen/Starkschnee.

Die Bewertung der Entwicklungen erfolgt im Rahmen des Projektes Trainforest anhand der Klimaszenarien **SSP370** und **SSP585**. SSP steht für Shared Socioeconomic Pathways, in denen es vier Hauptszenarien gibt: SSP126, SSP245, SSP370, und SSP585.

Jeweils die erste Ziffer stellt ein Szenario dar:

- SSP1 für Nachhaltigkeit
- SSP2 für den mittleren Weg
- SSP3 für regionale Rivalitäten
- SSP5 für die fossile Entwicklung)

... und die beiden letzten Ziffern den mit 10 multiplizierten Strahlungsantrieb in W/m^2 angeben, sprich SSP126 ist das Szenario SSP1 mit $2.6 W/m^2$ Strahlungsantrieb (vgl. Projekt clim_ect). Die Ergebnisse werden immer jeweils für **near future NF (2036-2065)** und **far future FF (2071-2100)** dargestellt.

Im Rahmen des Entscheidungsbaumes werden diese Szenarien bezüglich der Prognose künftiger Schadereignisse aufgegriffen. Darin wird von einer umfassenden Veränderung der klimatischen Bedingungen und der daraus resultierenden Wetterereignisse ausgegangen.

Für jedes der Szenarien wurden sogenannte "Hazard Development Corridors (HDCs)" errechnet, in denen sich die Auftrittswahrscheinlichkeit bestimmter negativer Naturereignisse verändert. Die Szenarien beschreiben somit die Veränderung des Gefahrenpotenzials, welches mit dem Schadereignis-Risiko Index ermittelt wird. Ein Abgleich der Lage der zu untersuchenden Fläche mit den Ergebniskarten aus dem Projekt clim_ect, welche die HDCs zeigen, gibt Aufschluss darüber, ob eine Zunahme der Häufigkeit bestimmter Wetterereignisse relevant ist für die jeweilige Fläche. Die Interpretation des Index wird in Anhang II im zugehörigen Kapitel (4.1 Naturgefahrenprognose) beschrieben.

Diese Information ist im weiteren Verlauf des Entscheidungsbaums wichtig, um Aussagen darüber treffen zu können, ob die aktuelle Bewirtschaftungsform sowie der aktuelle Bewuchs die angestrebten Ziele künftig erfüllen kann. Auch wenn die Zielerreichung im Status-Quo schon nicht erfüllt werden kann, ist es hinsichtlich der Maßnahmensetzung auch relevant zu berücksichtigen, dass die Neukonzipierung der Extensivzone in der zu untersuchenden Fläche auf die verändernden Rahmenbedingungen in der Zukunft in Betracht zieht.

4.5.2 Bestandsentwicklung, Wachstumsmodell

Die Erarbeitung eines Wachstumsmodells folgte der Fragestellung, inwiefern mithilfe der Aufnahmedaten von Versuchsflächen ein Maßnahmenkatalog für die diversen Vegetationsbestände an Bahngleisen entwickelt werden kann. Die Prognosen innerhalb des Modells werden hinsichtlich der Struktur des Bestands, der Artenveränderung am Standort und der Zuwachsveränderungen in Höhe und Durchmesser durchgeführt. Die Ergebnisse dienen einer mittel- bis langfristigen Vorhersage der Entwicklung des Bestands. Davon können flächendeckende und präventive Maßnahmen abgeleitet werden und infolgedessen wirtschaftliche Berechnungen durchgeführt werden. Das Ziel ist die Erstellung eines Modells, welches eine einfache Bedienung und flächendeckende Anwendung an den bahnnahen Vegetationsflächen ermöglicht. Für die Konzeptentwicklung wurde eine Analyse von bestehenden (meist forstwirtschaftlich und ökonomisch orientierten) Wachstumsmodellen mittels einer Vergleichsanalyse (siehe Abbildung 105) in Tabellenform durchgeführt. Diese Analyse richtet sich nach jenen Anforderungen, die für das neu entwickelte Modell notwendig sind und beinhaltet die notwendigen Komponenten für die Berechnung. Die Modelle sind dafür in die Komponenten Klasse (Einzelbaum- oder Bestandsanalyse), Position des Einzelbaums (unabhängig oder abhängig), berücksichtigte Teilmodelle (Konkurrenz, Mortalität, Verjüngung, Kronenmodell), Vegetationsparameter und Standortparameter fraktioniert worden. Die Analyse der bestehenden Modelle ermöglicht die Erstellung eines Konzepts.

	KLASSE		POSITION		TEILMODELLE				VEGETATION							STANDORT							Punkte					
	Einzelbaum	Bestand	abhängig	unabhängig	Mortalität	Konkurrenz	Kronenmodell	Verjüngung	Alter	Höhe	Borität	BHD	Jahreszuwachs	Kronenbreite	Kronenansatz	Koordinaten	Grundfläche/ha	Stammzahl/ha	Nährstoffe	Näheung	Exposition	Temperatur		Wuchsraum	Boden	Seehöhe	Wasser	Niederschlag
Erntetafel	x	o	x	o	x	x	x	x	o	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6
Reihenintervalle	x	o	x	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Moses	o	x	o	x	o	o	o	x	o	x	o	o	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	
SiMa/WA	x	o	x	o	o	o	x	o	o	x	x	x	x	x	o	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6	
Silva	o	x	o	x	o	o	x	x	o	x	o	x	o	o	x	x	o	o	o	o	o	x	x	o	o	x	21	
BW/inPro	o	x	o	x	o	o	-	o	o	x	o	x	o	o	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	24	
Prognus	o	x	x	o	o	o	o	x	o	x	o	x	o	x	o	o	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	21	
NSM	o	x	o	x	o	o	x	o	o	x	o	x	x	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	
Verjüngungsmodelle	o	o	o	x	o	o	o	o	o	x	o	x	o	o	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	24	
Ingenieurbo./WM	o	x	o	x	o	o	o	o	o	x	o	x	o	o	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

Abbildung 105: Evaluierung bestehender Modelle anhand verschiedener Modellkomponenten. In der linken Spalte sind die bestehenden Wachstumsmodelle aufgelistet und dunkelgrau hinterlegt findet sich das neue Modellkonzept (Quelle: eigene Bearbeitung 2021).

Das Konzept des neu entwickelten Modells besteht aus der einzelbaumweisen Zuwachsmodellierung mithilfe einer Konkurrenz- und Standortanalyse. Dabei werden Standortparameter wie etwa Neigung, Exposition oder Höhe über dem Meeresspiegel und Vegetationsparameter wie Lichttoleranz, Wachstumsgeschwindigkeit, Kronenausbreitung in das Modell integriert, um die Standorte und Arten korrekt nachzubilden. Das Flussdiagramm (siehe Abbildung 106) gibt einen Überblick über den Ablauf der Simulation. Als Datengrundlage für die Parametrisierung dienen die Vegetationsaufnahmen im Zuge des Projekts. Für die Modellberechnung wird die nachzubildende Fläche in kleinere Teilflächen gegliedert, um die Konkurrenzsituation innerhalb des Bestands zu modellieren (siehe Abbildung 107 und Abbildung 108).

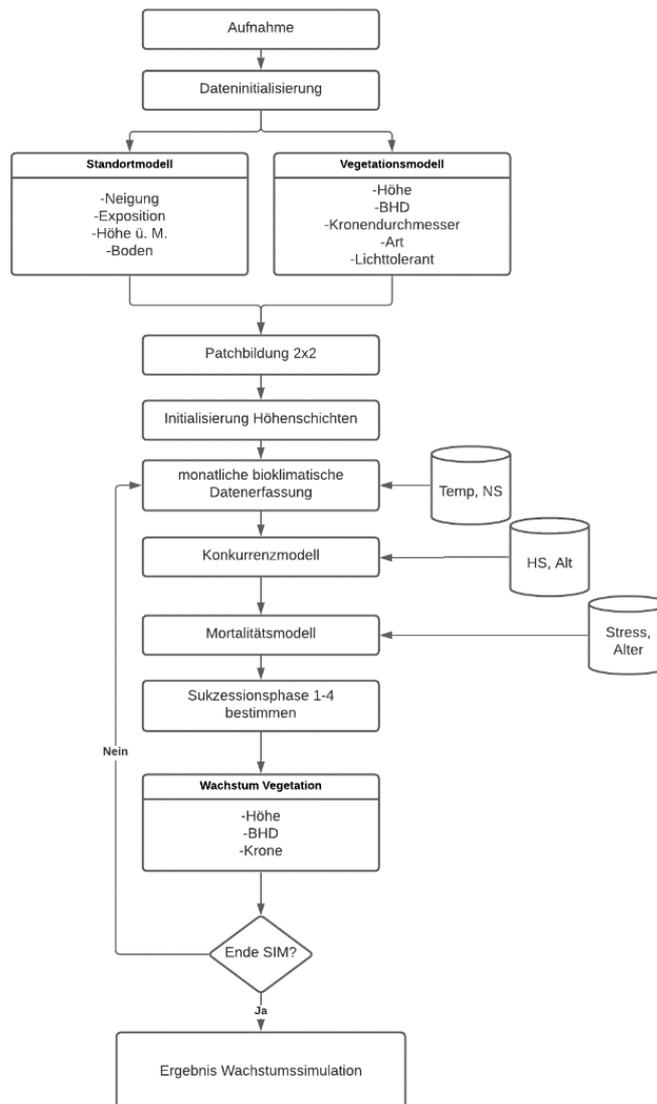


Abbildung 106: Flussdiagramm Wachstumsmodell-Konzept.

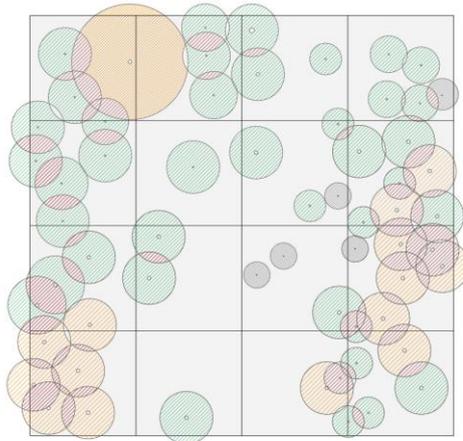


Abbildung 107: Beispiel Teilmodell Konkurrenz.

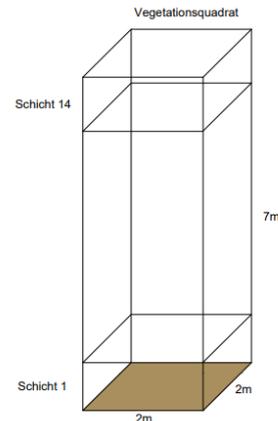


Abbildung 108: Schichtenmodell als Berechnungsgrundlage für den Zuwachs.

4.5.3 Standortgerechte, klimafitte Baumarten

Um potenziell natürliche Vegetationsstandorte und deren Veränderungen im Zuge des Klimawandels zu analysieren und quantifizieren, wurden im Projekt „clim_ect“ Klimahüllen für 43 Gehölzarten – mit räumlichem Bezug auf die ASC-Standorte – berechnet.

Klimahüllen sind Darstellungen der zweidimensionalen Häufigkeitsverteilung von Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme. Sie können für die Areale von Baumarten und für beliebige geografische Einheiten erstellt werden. Dazu werden die zwei Klimavariablen Jahresniederschlag und Jahresdurchschnittstemperatur herangezogen. Die Definition der potenziell natürlichen Standorte bezieht sich auf die Berechnung von Klimahüllen und basiert auf der Verschneidung von aktuellen Verbreitungs- und Klimadaten.

Es ist festzuhalten, dass diese Prognose lediglich eine Annäherung darstellt. Für die Ausweisung der tatsächlichen zukünftigen Standorte ist, insbesondere bei der Betrachtung von einzelnen Hängen oder Schlägen, zusätzlich zu Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag eine Vielzahl weiterer Standorteigenschaften von Relevanz. Dennoch ermöglicht die Prognose basierend auf diesen beiden Klimavariablen eine Abschätzung über die regionalen Entwicklungstendenzen einzelner Arten. Dadurch können einerseits Handlungsoptionen und andererseits potenzielle Gefahren im Allgemeinen und im Speziellen für die Schutzwaldbewirtschaftung aufgezeigt werden.

Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass einzelne Individuen zwar auch außerhalb ihrer natürlichen Verbreitungsgebiete vorkommen können, sie ihre Schutzfunktion allerdings nur

unter, in Bezug auf den Standort und sonstiger beeinflussenden Faktoren, guten Bedienungen zur Gänze entfalten können.

Klimaparameter der Beobachtungsgebiete

Die Klimadaten der Beobachtungsgebiete (ASC-Standorte) basieren einerseits auf den SPARTACUS-Daten der Jahre 1961-2020 sowie auf den modellierten, downgescalten Daten aus den regionalen Klimamodellen der ZAMG (prognostizierte zukünftige Klimadaten basierend auf Modellberechnungen). Verwendet wurden die prognostizierten jährlichen Durchschnittswerte für die Temperatur und den Niederschlag. Als Beobachtungszeiträume wurden die Perioden 2036-2065 (near future) und 2071-2100 (far future) festgelegt. Für die Berechnung sowie die grafische Auswertung wurden vier Szenarien entsprechend den sozioökonomischen Pfaden (SSP) berücksichtigt. Für zwei Szenarien (ds245 und ds585) wurden Empfehlungen für Maßnahmen ausgearbeitet. Szenario ds585 geht von stärkeren klimawandelbedingten Veränderungen aus, was in Bezug auf die Schutzfunktion der Vegetation das höchste Risiko darstellt. Das Szenario ds245 ist aus heutiger Sicht das realistischste Szenario.

Grafische Darstellung in Form von Klimahüllen

Für die Berechnung der Klimahüllen dienten als Eingangsdaten die Klimaparameter der Verbreitungsgebiete der einzelnen Baumarten (Quelle der Verbreitungsgebiete siehe clim_ect-Ergebnisbericht) und der Beobachtungsgebiete (ASC-Standorte). Die Parameter der Vegetationsverbreitungsgebiete wurden höhenmäßig gemäß den natürlichen Höhengrenzen der jeweiligen Art korrigiert.

Quantifizierung von potenziellen Vegetationsstandorten und deren Veränderungen im Zuge des Klimawandels

Getrennt für alle Beobachtungsgebiete wurden für jede der 43 Gehölzarten, alle Klimaszenarien und Betrachtungszeiträume, der Prozentsatz der Gitterpunkte, die gemäß ihres Jahresniederschlages und ihrer Jahresdurchschnittstemperatur innerhalb bzw. außerhalb des berechneten potenziell natürlichen Verbreitungsgebietes liegen, berechnet. Die Ergebnisse der Veränderungen der potenziell natürlichen Standorte wurden in fünf Kategorien unterteilt (siehe Abbildung 109).

0,05	0,00	keine potentiellen Standorte im Beobachtungsgebiet
0,35	0,05	mehrheitlich keine Standorte im Beobachtungsgebiet
0,65	0,35	teilweise potentielle Standorte im Beobachtungsgebiet
0,95	0,65	Beobachtungsgebiet ist mehrheitlich potentieller Standort
1,00	0,95	gesamtes Beobachtungsgebiet ist potentieller Standort

Abbildung 109: Klassifizierung der potenziell natürlichen Standorte in den ASCs bezogen auf den Vergleichszeitraum 1961 – 2020

Ergebnisse: Laubholz

Gemäß den Berechnungen schneiden Laubholzarten in den Prognosen allgemein besser ab als Nadelhölzer. Die Tendenzen weisen allerdings große regionale Unterschiede auf. Über alle Beobachtungsgebiete (ASC-Standorte) hinweg erzielt die Edelkastanie (*Castanea sativa*) große Zuwächse an potenziellen natürlichen Standorten, weshalb zukünftig von einer weiteren Verbreitung ausgegangen werden kann. Einer Vielzahl von Laubhölzern werden trotz prognostizierten leichten Rückgängen zukünftig ähnlich hohe Standorthäufigkeiten wie der Edelkastanie zugeschrieben. Deutlichere regionale Zuwächse in ihrem potenziellen natürlichen Verbreitungsgebiet können auch Feld-Ulme (*Ulmus minor*), Elsbeere (*Sorbus torminalis*), Silber-Pappel (*Populus alba*) und Manna-Esche (*Fraxinus ornus*) verzeichnen. Demgegenüber stehen Hänge-Birke (*Betula pendula*), Moor-Birke (*Betula pubescens*) und Grün-Erle (*Alnus viridis*), denen eine starke Abnahme bis hin zu einem mehrheitlichen Verschwinden von potenziell natürlichen Standorten über alle Beobachtungsgebiete hinweg prognostiziert wird.

Ergebnisse: Nadelholz

Nadelholzarten zeigen innerhalb der untersuchten Perioden und Szenarien im allgemeinen höhere Verluste der potenziell natürlichen Standorte als Laubholzarten auf. Insofern in der Vergangenheit potenziell natürliche Standorte innerhalb der Beobachtungsgebiete vorhanden waren, zeigen diese abnehmende bis stark rückläufige Entwicklungen. Schwarz-Kiefer und Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) werden innerhalb der Nadelhölzer die geringeren Rückgänge prognostiziert. Für Standorte der Europäischen Lärche (*Larix decidua*) und vor allem der Fichte (*Picea abies*) zeigt sich eine klar negative Tendenz. Für die Fichte werden zukünftig nur in einigen wenigen ASC-Standorten geringe Häufigkeiten von potenziell natürlichen Standorten erwartet. Die Zirbe (*Pinus cembra*) verzeichnet keine bemerkenswerten Veränderungen in der Standortverteilung in den ASC-Standorten. Allerdings gab es auch im Vergleichszeitraum im untersuchten Korridor entlang des Schienennetzes kaum potenzielle Standorte. Der Eibe (*Taxus baccata*) werden lokal zwar

geringe Abnahmen prognostiziert, sie kann aber ihre Häufigkeit an potenziellen natürlichen Standorten weitgehend auf hohem Niveau halten.

Im vorliegenden Bericht werden die potenziell natürlichen Standorte für alle 43 Arten und deren Veränderungen im Zuge des Klimawandels für die relevanten ASCs aufgelistet (siehe Tabelle 18). Die gesamten Ergebnisse zu allen ASC-Standorten sind im Endbericht des Projektes "clim_ect" zu finden.

	Abies alba (Weißtanne)						Acer campestre (Feldahorn)						Acer platanoides (Spitzahorn)						Acer pseudoplat. (Bergahorn)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	1,0	0,9	0,8	0,9	0,7	0,9	0,4	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,4	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,4

	Alnus glutinosa (Schwarzerle)						Alnus incana (Grauerle)						Alnus viridis (Grünerle)						Betula pendula (Sandbirke)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	1,0	0,8	0,7	1,0	1,0	0,7	0,2	1,0	1,0	1,0	0,8	0,6	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ASC Gloggnitz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,6	0,5	0,6	0,3	0,5	0,1	1,0	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,0
ASC St. Johann i.P.	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,2	0,9	0,7	0,4	0,6	0,2	0,5	0,0

	Betula pubescens (Moorbirke)						Carpinus betulus (Hainbuche)						Castanea sativa (Edelkastanie)						Cedrus libani (Libanonzeder)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	
ASC Gloggnitz	1,0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	
ASC St. Johann i.P.	1,0	0,8	0,6	0,8	0,3	0,7	0,1	0,8	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,5	0,0	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Corylus avellana (Hasel)						Cornus mas (Kornelkirsche)						Cornus sang. (Blutroter Hartriegel)						Euonymus europ. (Pfaffenhütchen)								
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585				
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF
ASC Mistelbach	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7

	Fagus sylvatica (Rotbuche)						Frangula alnus (Faulbaum)						Fraxinus ex. (Gemeine Esche)						Fraxinus ornus (Manna Esche)								
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585				
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF
ASC Mistelbach	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8

	Larix decidua (Europäische Lärche)						Picea abies (Fichte)						Pinus cembra (Zirbe)						Pinus nigra (Schwarzkiefer)								
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585				
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF
ASC Mistelbach	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ASC Gloggnitz	0,9	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,1	0,8	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ASC St. Johann i.P.	1,0	0,8	0,6	0,8	0,4	0,7	0,1	1,0	0,6	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Pinus sylvestris (Weißkiefer)						Populus alba (Silberpappel)						Populus nigra (Schwarzpappel)						Populus tremula (Zitterpappel)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	0,9	0,8	0,7	0,8	0,5	0,8	0,2	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,6	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8

	Prunus avium (Vogelkirsche)						Prunus padus (Traubenkirsche)						Prunus spinosa (Schlehorn)						Quercus petraea (Traubeneiche)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8

	Quercus robur (Stieleiche)						Salix alba (Silberweide)						Salix caprea (Salweide)						Sambucus nigra (Schw. Holunder)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8

	Sorbus aria (Echte Mehlbeere)						Sorbus aucuparia (Eberesche)						Sorbus torminalis (Elsbeere)						Taxus baccata (Gemeine Eibe)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9

	Tilia cordata (Winterlinde)						Tilia platyphyllos (Sommerlinde)						Ulmus glabra (Bergulme)						Ulmus minor (Feldulme)									
	ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585		ds245		ds370		ds585					
	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF	1961-2020	NF	FF	NF	FF	NF	FF
ASC Mistelbach	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC Gloggnitz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ASC St. Johann i.P.	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,3

Tabelle 18: Potenziell natürliche Standorte und deren Veränderungen im Zuge des Klimawandels für die relevanten ASCs

4.5.4 Vergleich Status Quo und Prognose

Bahnsicherheit ist das Ziel. Es wird abgefragt, ob ein Problem mit dem Bestand in der Zukunft je Klimaszenario vorliegt, und eine Begründung eingetragen. Je höher das Verhältnis nein/Anzahl der Abfragen ist, desto mehr Handlungsbedarf ist gegeben. Einstufung des Handlungsbedarfes nach Ja oder Nein.

Die Entwicklung des Baumwurfrisikos erfolgt mittels fachlicher Einschätzung. Dabei soll ein Zusammenhang zwischen Baumarten, Baumhöhen und Standorteigenschaften hergestellt und erläutert werden. In nachstehender Abbildung 110 wird deutlich, dass die Sturmschadenwahrscheinlichkeit vor allem bei Fichten, die größer als 30m sind, mit 80% sehr hoch ist.

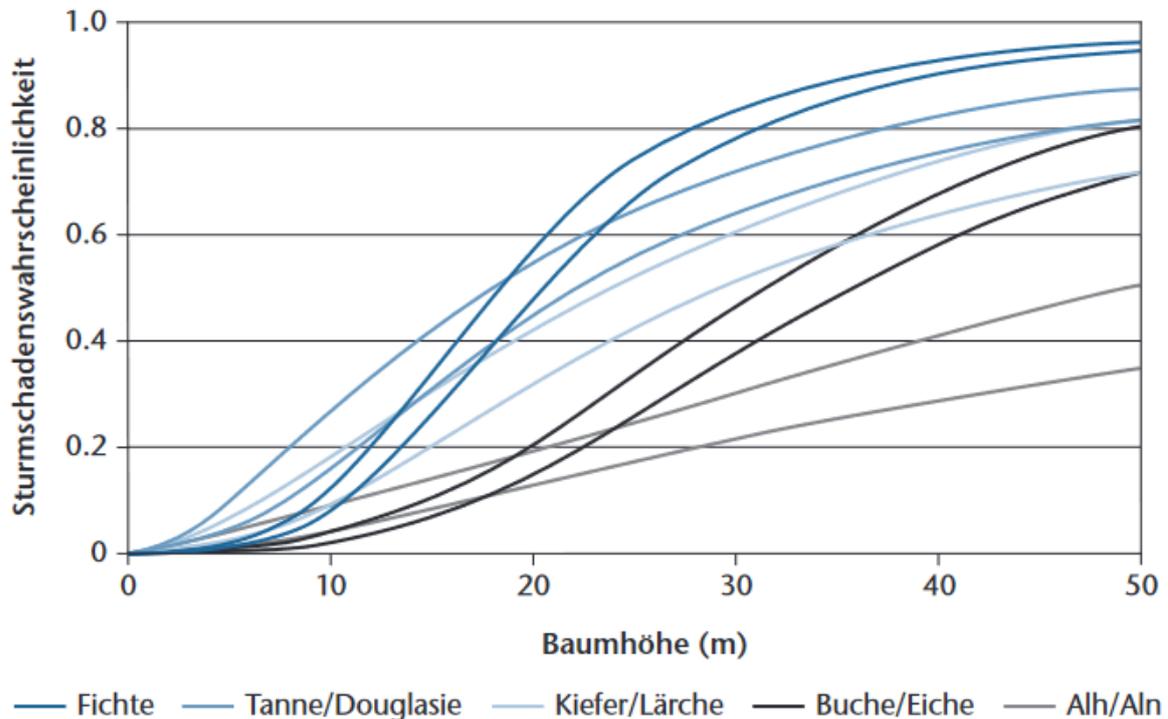


Abbildung 110: Sturmschadenwahrscheinlichkeit; Quelle: Projektergebnis clim_ect 2021

4.6 Decision Tree, Diagnose

4.6.1 Evaluierung der Eignung der aktuellen Bewirtschaftung zu der langfristigen Erreichung der definierten Ziele unter Berücksichtigung der Szenarien SSP 370 und SSP 585

Die aktuelle Bewirtschaftung weist hinsichtlich der Erreichung der definierten übergeordneten Zielvorgaben wesentliche Konfliktfelder auf.

- Ziel: Sicherstellung eines ungestörten Bahnbetriebs durch effiziente Bewirtschaftung: Minimierung von Anlageeinschränkungen, Betriebsstörungen und Gefährdungen (langfristig)
 - Potenziell erhöhte Erosionsgefahr nach flächigen Nutzungen
 - Förderung raschwüchsiger Pionierbaumarten, die rasch kritische Höhen erreichen können
- Ziel: Optimierung der multifunktionalen Wirkung des Bahnwaldes: Stärkung des Potenzials der Bahnvegetation zur Klimaregulation (langfristig)
 - Regelmäßige flächige Nutzungen und fehlende Lenkung der Waldentwicklung halten die Flächen in frühen Sukzessionsstadien und verhindern die Entstehung dauerhaft stabiler Bestandesstrukturen.

- Die Funktion der Klimaregulierung wird durch regelmäßige flächige Nutzungen für längere Zeiträume ausgesetzt.
- Vegetationsmanagement zur Bewahrung der Gleissicherheit und Neophytenprävention
 - Aktuelle Bewirtschaftung schafft ideale Voraussetzungen zur Ausbreitung von Neophyten wie Robinie und Götterbaum und setzt dabei auch Artenvielfalt auf der Fläche herab

Diese übergeordneten Ziele sollen unter der Prämisse eines möglichst effektiven Mitteleinsatzes erreicht werden. Auch hier ergeben sich zur aktuellen Bewirtschaftung Zielkonflikte

- Kurze Eingriffsintervalle bei kostenintensiven Räumungen führen zu hohen durchschnittlichen Bewirtschaftungskosten
- Versäumte Eingriffe der Waldpflege können zu hohen Folgekosten führen
- Die Streckenverfügbarkeit wird durch Arbeiten vom Gleis aus herabgesetzt. Wiederkehrende intensive und großflächige Arbeiten setzen somit die Streckenverfügbarkeit herab.

Die aktuelle Bewirtschaftung weist gegenüber auch eher pessimistischen Klimaszenarien eine systeminnewohnende Resilienz auf, da

- Bestandeszyklen oftmals rasch ablaufen (z.B.: Mistelbach rund 30 Jahre, Gloggnitz rund 20 Jahre)
- Mit Naturverjüngung gearbeitet wird
- Aus einem viel größeren Artenportfolio geschöpft werden kann als im Wirtschaftswald
- Keine forstlichen Ertragsziele vorliegen

4.6.2 Stärken, Schwächen, Risiken und Chancen des Standorts

In diesem Schritt der Diagnose wird zusammenfassend reflektiert welche Stärken, Schwächen, Risiken und Chancen der jeweiligen Fläche zugeschrieben werden können. Dabei wird folgendes Schema angewandt:

- **Identifizierte Stärken:** beibehalten und mögliche Hindernisse auf Basis der **Risiken** rechtzeitig identifizieren
- **Identifizierte Schwächen:** minimieren und mit **Chancen** Potentiale erschließen
- **Identifizierte Risiken:** unerwünschte Entwicklungstendenzen vor allem in Bezug auf die

- **Schwächen** frühzeitig erkennen und Maßnahmen treffen
- **Identifizierte Chancen:** gemeinsam mit **Stärken** Potentiale nützen

4.7 Decision Tree, Maßnahmenvergleich

4.7.1 Ökonomische Vorgaben und Rahmenbedingungen

Ein forstökonomischer Vergleich von Bewirtschaftungsalternativen soll unter folgenden Vorgaben bzw. Rahmenbedingungen erfolgen:

- Direkter Bezug zur Vergleichsfläche
- Vergleichszeitraum in Anlehnung an den ÖBB internen Betrachtungszeitraum von technischen Anlagen (= 100 Jahre)
- Direkter wirtschaftlicher Vergleich von Kostenstrukturen der Bewirtschaftungsalternativen
- Einheitliche Verzinsung

4.7.2 Forstökonomischer Vergleich

Bedingt durch den langen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren und unterschiedliche Zeitpunkte an denen Maßnahmen gesetzt werden ist ein direkter Vergleich anfallender Kosten nicht sinnvoll. Dies kann zwar für schematische Darstellungen verwendet werden, eignet sich jedoch nicht dazu, um einzelne Maßnahmenpakete miteinander zu vergleichen.

Um eine direkte Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wird mit Annuitäten gearbeitet. Hierbei wird ein unsteter Zahlungsstrom, der im Laufe des Betrachtungszeitraum entsteht in einen jährlich konstanten Zahlungsstrom überführt. Dieses Modell findet insbesondere im Naturschutz Anwendung, um ökonomische Bewertungen von Änderungen der Waldbewirtschaftung darzustellen, kann jedoch auch für den Vergleich von Waldbaustrategien herangezogen werden.

Folgende Eingangsgrößen wurden zugrunde gelegt:

- Art der Maßnahme
- Anzahl nötiger Wiederholungen
- Kosten der Maßnahme
- Zeitpunkt der Maßnahmensetzung (Jahr)

Für die Ermittlung der Maßnahmenkosten wurden folgende Quellen verwendet:

- Standardkostensätze für die forstlichen Maßnahmen im Rahmen des Waldfonds (BML, 2020)
- Befragung von Einsatzleitern der ÖBf AG Forsttechnik
- Befragung von Unternehmen
- Leistungskennzahlen veröffentlicht im Forstjahrbuch 2020

Die vielfältigen Einflussgrößen auf die Maßnahmenkosten (z.B.: verfügbare Maschinen, Zufahrtsmöglichkeit, Witterung, Ausbildung der Ausführenden, aktuelle Betriebsmittelkosten, ...) lassen einen großen Spielraum erkennen. Die in den Maßnahmenpaketen angeführten Kosten sind somit als Richtgrößen zu verstehen.

Annuitäten-Methode Verrentung eines Barwertes:

Mithilfe des Kapitalwiedergewinnungsfaktors wird der originäre Zahlungsstrom, der sich während der Produktionsdauer (Umtriebszeit) ergibt in einen jährlichen konstanten Zahlungsstrom (Annuität) finanzmathematisch korrekt überführt.

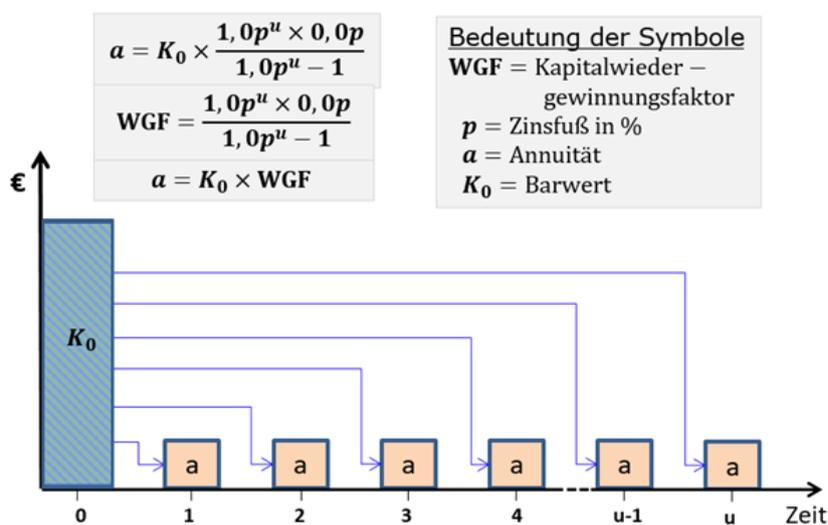


Abbildung 111: Schema der Annuitätenberechnung (Fischer, 2017)

4.7.3 Maßnahmenwirkung auf Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit

Die Maßnahmendefinitionen und Wirkungen sind in Anhang 1, Maßnahmenkatalog zusammengefasst. Im Rahmen des Decision Trees erfolgt eine gesamtheitliche Betrachtung der Maßnahmen als Maßnahmenpakete, deren Wirkungen qualitativ mit “++”,

“+”, “-“, “- -“ eingestuft wird. Dabei wird auf die in der Zielanalyse angeführten Ziele anhand der entsprechenden Kategorien Bezug genommen.

4.7.4 Maßnahmenwirkung auf Ökosystemdienstleistungen

Unter dem Begriff Ökosystemdienstleistungen (auch Ökosystemleistungen, ÖSD, engl. ecosystem services) werden sämtliche Vorteile, Nutzen bzw. positive Funktionen zusammengefasst, die Menschen aus Ökosystemen (be)ziehen. Vegetationsstrukturen an Bahnbegleitflächen bieten ein breites Spektrum an Ökosystemdienstleistungen. Die Sicherstellung eines ungestörten Bahnbetriebs ist im Allgemeinen prioritär und wird über eine klare Definition der gewünschten Eigenschaften von Vegetationsstrukturen sichergestellt.

Es wird im Weiteren unterschieden zwischen Ökosystemdienstleistungen, die zu einem sicheren, störungsfreien Bahnbetrieb und wirtschaftlicher Effizienz beitragen, und Ökosystemdienstleistungen die einen erweiterten ökologischen bzw. gesellschaftlichen (externen) Nutzen bzw. Vorteil aufweisen.

ÖSD mit betrieblichem Nutzen – Sicherheit, Technik, Ökonomie:

- Oberflächennaher Erosionsschutz [OE]
- Wasserregulierung [WR]
- Trockenheitsresistenz [TR]

ÖSD mit externem Nutzen – Ökologie und Gesellschaft:

- Landschaftsästhetischer Sichtschutz [LS]
- Klimaregulation [KR]
- Biologische Vielfalt [BV]

In Bezug auf den Decision Tree werden die relevanten Ökosystemdienstleistungen bereits bei der Zielanalyse angeführt. Abschließend werden die vorgeschlagenen Maßnahmenpakete auch in Bezug auf deren Wirkung auf die ÖSDs qualitativ eingestuft mit “++”, “+”, “-“, “- -“.

Tabelle 19 und Tabelle 20 geben einen Überblick über die relevanten ÖSDs mit einer Beschreibung bzw. einem Beispiel. Zusätzlich wird beschrieben, wo es eine hohe bzw.

niedrige Nachfrage nach diesen ÖSDs geben kann und welche Vegetationsindikatoren für die jeweilige ÖSD relevant sind.

ÖSD	Beschreibung/Beispiel	Wichtige Indikatoren	Abschätzung der Nachfrage	Indikatoren Angebot der Zielvegetationstypen
Oberflächennaher Erosionsschutz [OE]	Schutzwirkung der Vegetation vor oberflächennahen Erosionsprozessen Beispiel: Interzeption des Blattwerks (Schutz vor Bewegungsenergie des aufprallenden Niederschlags), mechanische Stabilisierung durch Pflanzenwurzeln, Bodenentwässerung durch Verdunstung	Gelände/ Morphologie, Vegetationsbedeckung, Bodenart, Hydrologie	hohe Nachfrage: Steilböschungen, Böschungen mit keiner bzw. unzureichender (bodennaher) Vegetationsbedeckung, zur Verschlämzung neigende Feinböden (Grobschluffe/Feinsande), Standorte mit erhöhtem Risiko für Starkregenereignisse keine/geringe Nachfrage: nicht bis schwach geneigte Standorte, mit dichter Grasnarbe bewachsene Standorte, skelettreiche Grobböden, Standorte mit geringem Risiko für Starkregenereignisse	Vegetationsbedeckung, Vegetationsstruktur, Artenzusammensetzung
Wasserregulierung [WR]	Bodenspeicher und Wasserrückhalt Beispiel: Abschwächung bzw. Pufferung von Extremereignissen wie z.B. Starkniederschlägen ("Gegenpol zur Versiegelung")	Gelände/ Morphologie, Landbedeckung/ Landnutzung, Flächengröße	hohe Nachfrage: Siedlungsgebiete mit hohem Versiegelungsgrad keine/geringe Nachfrage: versickerungsfähige Standorte	Vegetationsbedeckung, Vegetationsstruktur
Trockenheits-resistenz [TR]	Toleranz gegenüber länger andauernden Trockenperioden Beispiel: Pflanzen bzw. Pflanzengesellschaften mit hoher Toleranz bzw. Regenerationsfähigkeit ggü. dem Stressfaktor "Trockenheit"	Gelände/ Morphologie, Klima, Bodenart, Brandgefahr	hohe Nachfrage: Trockenstandorte, steile Streckenabschnitte (Brandgefahr durch Funkenflug) bzw. artenarme Vegetationsstrukturen (geringere ökologische Amplitude bzw. Toleranz ggü. Trockenstressperioden) keine/geringe Nachfrage: Frische bzw. höher gelegene Standorte, artenreiche Vegetationsstrukturen (höhere ökologische Amplitude bzw. Toleranz ggü. Trockenstressperioden)	Artenzusammensetzung, Artenvielfalt, Natürlichkeit

Tabelle 19: Beschreibung der ÖSDs mit betrieblichem Nutzen

ÖSD	Beschreibung/Beispiel	Wichtige Indikatoren	Abschätzung der Nachfrage	Indikatoren Angebot der Zielvegetationstypen
Landschafts-ästhetischer Sichtschutz [LS]	Visuelle Abschirmung technischer Anlagen in Siedlungsgebieten durch hochwüchsige Vegetationsbestände bzw. bauliche konstruktive Maßnahmen Beispiel: Bessere Einpassung von Infrastrukturelementen in die Landschaft oder abschirmende Wirkung durch Vegetationsstrukturen	Gelände/Morphologie, technische Anlagen, Landbedeckung/ Landnutzung	hohe Nachfrage: technische Anlagen und Bauten in sensiblen Landschaftsräumen (z.B. Siedlungsgebieten) keine/geringe Nachfrage: in bereits durch hohe Vegetationsstrukturen bzw. durch Geländemodellierung abgeschirmte Streckenabschnitte (z.B. Einschnitte)	Vegetationshöhe, Gelände/Morphologie
Klimaregulation [KR]	Einflüsse auf die Erhaltung natürlicher klimatischer Abläufe und die Verminderung von Witterungsextremen Beispiel: Temperatursenkung durch Vegetation, Abschwächung von Extremtemperaturen	Landbedeckung/ Landnutzung	hohe Nachfrage: Siedlungsgebiete mit hohem Versiegelungsgrad keine/geringe Nachfrage: bewaldete Gebiete	Vegetationsstruktur (Struktur, Höhe, Dichte), Versiegelungsgrad
Biologische Vielfalt [BV]	Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt (Biodiversität) Beispiel: Bereitstellung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere	Landbedeckung/ Landnutzung, Flächen mit naturschutzrechtlicher Relevanz	hohe Nachfrage: Siedlungsgebiete mit hohem Versiegelungsgrad und geringem Angebot an natürlichen Lebensräumen keine/geringe Nachfrage: Gebieten mit hoher Strukturvielfalt bzw. hohem Angebot an natürlichen Lebensräumen (z.B. Waldflächen, Naturschutzgebiete)	Strukturvielfalt, Artenzahl, Seltenheit/Gefährdung

Tabelle 20: Beschreibung der ÖSDs mit externem Nutzen

5 ERGEBNISSYNTHESE: NACHHALTIGES BEWIRTSCHAFTUNGSKONZEPT FÜR DEN BAHNBEGLEITWALD

Die Bewirtschaftung von Waldflächen entlang von Bahnanlagen unterscheidet sich deutlich von herkömmlicher Forstwirtschaft. Das primäre Ziel der Forstwirtschaft liegt nach wie vor in der Holzproduktion. Etablierte Waldbausysteme folgen in der Regel dieser Zielrichtung oder versuchen sie mit anderen Ansprüchen an den Wald zu verbinden. So werden rund 80% des heimischen Waldes als Wirtschaftswälder ausgewiesen und bewirtschaftet.

Die Bewirtschaftung von Bahnwäldern folgt dem übergeordneten Ziel der Anlagensicherheit. Um dieses Ziel zu erreichen werden bewährte Methoden und Konzepte entsprechend des Standes der Wissenschaft und Technik moderner Forstwirtschaft und Ingenieurbiologie angewendet. Dies geschieht jedoch nicht im Hinblick darauf möglichst rasch bestimmte Holzsortimente entsprechender Qualität auf der Fläche zu erzeugen, sondern die Anlagensicherheit zu gewährleisten bei möglicher Kosteneffizienz.

Um dies herauszustreichen, wurde im Zuge des Projektes Trainforest der Begriff des Bahnbegleitwaldes etabliert um sich hier bewusst abzugrenzen.

Herausforderungen der aktuellen Bewirtschaftung von Bahnbegleitwäldern

Die aktuelle Bewirtschaftung von Bahnbegleitwäldern ist gekennzeichnet durch eine überwiegend reaktive Bewirtschaftung. Auf sämtlichen betrachteten Flächen erfolgen Eingriffe anlassbezogen und reaktiv. Auslösendes Element für Maßnahmenumsetzungen im Bahnbegleitwald sind erfolgte oder zu erwartende Störfälle bzw. Maßnahmen die im Zuge von Arbeiten an den Anlagen erfolgen.

Dies führt in der Folge zu:

- Ungelenkter Waldentwicklung
 - Förderung der Ausbreitung von Neophyten (z.B.: Robinie und Götterbaum)
 - Förderung raschwüchsiger Pionierbaumarten nach flächigen Nutzungen
 - Aufkommen von Baumarten die als Folge des Klimawandels künftig nicht mehr als standortsangepasst gelten (z.B.: Fichte)
 - Aufkommen von Beständen mit geringer Einzelbaum- bzw. Bestandesstabilität
 - Potenziell negative Auswirkungen auf Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen

- Ungünstige Eingriffszeitpunkte bzw. Eingriffsstärken
 - Eingriffe erst wenn kritische Baumhöhen erreicht werden
 - Potenziell erhöhte Erosionsgefahr nach großen flächigen Endnutzungen

Auswirkungen davon sind unter anderem:

- Nicht optimale Kostenstruktur
- Erhöhte Disposition gegenüber Schadereignissen

Bei allen betrachteten Flächen war es möglich, Bewirtschaftungsalternativen zu erarbeiten die zu langfristig sinkenden Kosten für die Waldbewirtschaftung führen können, bei gleichzeitig positiven Effekten für Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen. Dieser Kostenvorteil kann bei einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren bis zu -50% betragen (Abbildung 112).

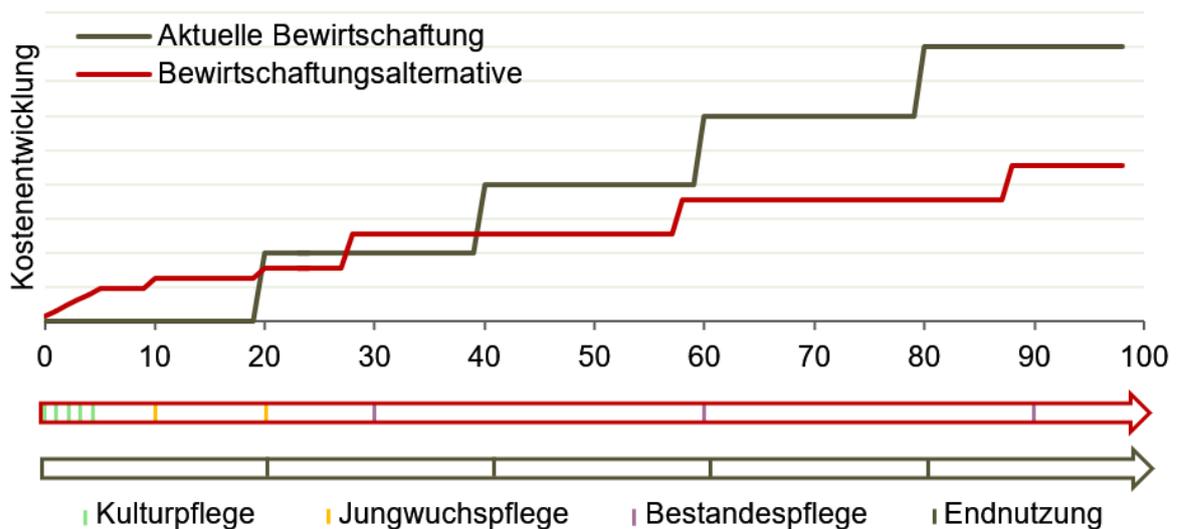


Abbildung 112: Schematischer Vergleich der Kostenentwicklung bei konventioneller und optimierter Bewirtschaftung

Dies setzt ein waldbauliches und wirtschaftliches Monitoring voraus, sowie eine Integration von Waldbaumaßnahmen in bestehende Planungsprozesse, insbesondere der Budgetplanung.

Jedenfalls besteht die Chance die Aspekte der Anlagensicherheit, wirtschaftlicher und ökologischer Ansprüche so zu verbinden, dass eine langfristige Zielerreichung bei verringertem Kosten möglich ist unter gleichzeitiger Sicherung der Erbringung von gewünschten Ökosystemdienstleistungen.

Hierfür sind mehrere Erfolgsfaktoren entscheidend:

- Planung

Neben der vorhandenen Forsteinrichtung sollte eine Standortkartierung erfolgen, oder wo vorhanden, die Ergebnisse einer dynamischen Waldtypisierung (gegenwärtig nur für die Steiermark bzw. Tirol verfügbar) in die forstliche Planung integriert werden.

Die forstliche Planung sollte auch jedenfalls Bestandeszieltypen enthalten und konkrete Maßnahmenplanungen, um diese auch zu erreichen. Werkzeuge und Routinen eines Forstcontrollings sollten geschaffen bzw. Erweitert werden, um die waldbauliche Zielerreichung zu gewährleisten.

- Personelle Ressourcen

Das Forstpersonal der ÖBB arbeitet in einem komplexen und herausfordernden Umfeld. Betriebseigene und gut in den Betrieb integrierte Forsttechniker, idealerweise mit einer Zusatzausbildung in der Baumsicherheit sind jedenfalls nötig, um die Funktionssicherheit der Bahnbegleitwälder herzustellen bzw. zu verbessern. Sie stellen auch fachlich die Verbindung zu anderen Anspruchsgruppen (z.B. Naturschutz sicher).

Darüber hinaus wäre es auch hilfreich, wenn im Arbeiterbereich Personen mit Forstfacharbeiterausbildung vorhanden sind.

- Technische Ressourcen

Soweit bekannt gibt es am Markt kein Forstplanungswerkzeug, das den Anforderungen der ÖBB gerecht werden könnte. Es ist zu empfehlen solche Werkzeuge zu erstellen um von der forstlichen Planung, bis hin zur Nachkalkulation von Maßnahmen auf der Fläche die Bewirtschaftung umfänglich abbilden zu können.

- Budget

Der Bewirtschaftung der Bahnbegleitwälder ist nur dann erfolgreich, wenn nötige Maßnahmen zum richtigen Zeitpunkt erfolgen können. Dies setzt eine Budgetplanung voraus, die sich an den konkreten Bedürfnissen der Waldentwicklung orientiert. Um von einem reaktiven zu einem aktiven Arbeiten zu kommen sind definierte Budgets eine unumgängliche Voraussetzung, die von der Basis nach oben (bottom- up) erfolgen sollte.

- Kommunikation

Wie in vergleichbaren Infrastrukturunternehmen stellt die Waldentwicklung auch bei den ÖBB ein unterstützendes Nebenthema im Gesamtbetrieb dar. Dennoch hat die Sicherstellung der Funktion des Bahnbegleitwaldes großen Einfluss auf die Anlagensicherheit. Änderungen im Management der Waldflächen sollten bereits im Vorfeld kommuniziert werden, wobei die ASC-Manager hier besonders eingebunden werden sollten.

- Rechtliche Rahmenbedingungen

Neben diesen Erfolgsfaktoren sind auch die rechtlichen Rahmenbedingungen entscheidend. Dies gilt insbesondere für das Forstgesetz und die Naturschutzgesetze. Letztere sind Landesgesetze. Das Forstgesetz gilt zwar in ganz Österreich, wird jedoch aufgrund der großen standörtlichen Unterschiede und sonstiger Rahmenbedingungen vor Ort teilweise unterschiedlich ausgelegt. Es ist somit nötig sich im Einzelfall mit den jeweilig zuständigen Behörden abzustimmen und die Vorhaben fachlich gut zu argumentieren. Dies betrifft vor allem Bestandesumwandlungen weg von reinen Hochwäldern.

Schlussfolgerungen:

Im Projekt Trainforest wurde eine Strategie für die Entwicklung von Bewirtschaftungskonzepten für Bahnbegleitwälder entwickelt. Damit werden durch eine gezielte Bewirtschaftung die Ziele der Bahnsicherheit und Ökosystemdienstleistungen nachhaltig sichergestellt. Die integralen positiven Wirkungen bahnbegleitender Flächen ergeben sich durch vitale und widerstandsfähige Bestände und Bestandesstrukturen. Die Standortbedingungen des Bahnbegleitwaldes werden sich durch den Klimawandel ändern. Einige Baumarten werden mit diesen Änderungen umgehen können, während sich die potenziell natürlichen Standorte für andere Baumarten (z.B. Fichte) reduzieren bzw. verloren gehen. Zukünftig müssen unter Berücksichtigung des Klimawandels dynamische Bestandeszieltypen auf Basis forstlicher Planungswerkzeuge entwickelt werden, um von einem Konzept und strategischen Überlegungen auf eine Detailplanungs- und Umsetzungsebene zu kommen.

6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Windwurfwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Baumhöhe am Beispiel Fichte	12
Abbildung 2: Anzahl und Verteilung von Waldbränden in Österreich 2010-2020.....	14
Abbildung 3: Schema Niederwaldbetrieb nach HOCHBICHLER, 2013.....	19
Abbildung 4: Mögliche Förderung von Neophyten durch regelmäßiges auf Stock setzen (Fläche 3.1).....	21
Abbildung 5: Idealtypischer Aufbau eines Bahnbegleitwaldes	23
Abbildung 6: Regelprofil ÖBB-Infrastruktur AG.	25
Abbildung 7: Profil für Hauptstrecken der SBB.....	25
Abbildung 8: Profil ASFINAG.....	25
Abbildung 9: Wuchsgebiete Österreichs und Untersuchungsgebiete (Großraum Mistelbach-Wolkersdorf, Semmering, Linz-Aigen-Schlägl, Bischofshofen-Schladming, Gasteinertal, Arlberg-Ostrampe).....	27
Abbildung 10: Karte von Fläche 1; Standort 5 in ASC-Gloggnitz.....	28
Abbildung 11: Fläche 1.1 am Standort 1 in Mistelbach.....	32
Abbildung 12: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 1.1.	32
Abbildung 13: Fläche 1.1.am 17.6.2020.....	32
Abbildung 14: Fläche 1.1. am 23.10.2020.....	32
Abbildung 15: Situation im Gleisbereich von Fläche 1.1 im Oktober 2020.....	33
Abbildung 16: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 1.1 an Standort 1.	33
Abbildung 17: Fläche 1.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	34
Abbildung 18: Fläche 2.1, 2.2 und 2.3 am Standort 2 in Mistelbach.....	34
Abbildung 19: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 2.1.	35
Abbildung 20: Fläche 2.1.am 17.6.2020.....	35
Abbildung 21: Fläche 2.1. am 23.10.2020.....	35
Abbildung 22: Situation im Dammbereich von Fläche 2.1 im Oktober 2020. ...	36
Abbildung 23: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 2.1 an Standort 2.	36

Abbildung 24: Fläche 2.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	37
Abbildung 25: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 2.2.	37
Abbildung 26: Fläche 2.2 am 17.6.2020.....	38
Abbildung 27: Vegetation auf Fläche 2.2 im Oktober 2020.	38
Abbildung 28: Situation und Vegetation im Gleisbereich der Fläche 2.2 im Oktober 2020.	38
Abbildung 29: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 2.2 an Standort 2.	39
Abbildung 30: Fläche 2.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	39
Abbildung 31: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 2.3.	40
Abbildung 32: Fläche 2.3 am 17.6.2020.....	40
Abbildung 33: Fläche 2.3 – alter Robinienbestand im Oktober 2020.....	40
Abbildung 34: Teilweise tote Vegetation auf Fläche 2.3.	41
Abbildung 35: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 2.3 an Standort 2.	41
Abbildung 36: Fläche 2.3 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	42
Abbildung 37: Fläche 3.1 am Standort 3 in Mistelbach.	43
Abbildung 38: ausgewähltes Aufnahmepolygon in Fläche 3.1.	43
Abbildung 39: Fläche 3.1 (auf dem Bild rechts der Gleisanlage) am 17.6.2020.....	43
Abbildung 40: Abbildung 30: Fläche 3.1 im Gleisbereich, Oktober 2020.	43
Abbildung 41: Abgesteckte Fläche 3.1 (Oktober 2020), aufgenommen vom angrenzenden Grundstück.....	44
Abbildung 42: Robinienstamm in Fläche 3.1 (Oktober 2020) – wurde Robinie geringelt?	44
Abbildung 43: Aufnahme im Grundriss und Querschnitt von Fläche 3.1 an Standort 3.	44
Abbildung 44: Fläche 3.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	45
Abbildung 45: Fläche 4.1 am Standort 4 in Mistelbach.	46
Abbildung 46: ausgewählte Aufnahmeschnitte in Fläche 4.1.	46

Abbildung 47: Fläche 4.1 mit Sicht auf die Gleisanlage.	47
Abbildung 48: Entwicklung der Robinien auf Fläche 4.1.	47
Abbildung 49: Fläche 4.1 im November 2020.	47
Abbildung 50: Fläche 4.1 im November 2020.	47
Abbildung 51: Aufnahme in zwei Querschnitten von Fläche 4.1 an Standort 4.	48
Abbildung 52: Aufnahme in zwei Querschnitten von Fläche 4.1 an Standort 4.	48
Abbildung 53: Fläche 4.1 – Schnitt A – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.	49
Abbildung 54: Standorte 5, 6 und 7 (grüne Punkte) am Semmering.	49
Abbildung 55: Fläche 5.1 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.	50
Abbildung 56: Fläche 5.1 im Juni 2020.	50
Abbildung 57: Fläche 5.1 im Juni 2020.	50
Abbildung 58: Fläche 5.1 – Ansicht vom Bahndamm, im Dezember 2020.	51
Abbildung 59: Fläche 5.1 – Ansicht vom Gleis, Dezember 2020.	51
Abbildung 60: Fläche 5.1 – Querschnitt und Grundriss.	52
Abbildung 61: Fläche 5.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.	52
Abbildung 62: Fläche 5.2 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.	53
Abbildung 63: Fläche 5.2 im Gleisbereich im Juni 2020.	53
Abbildung 64: Fläche 5.2 – Ansicht von der Forststraße aus - im Juni 2020. ...	53
Abbildung 65: Fläche 5.2 – Ansicht vom Gleis, Dezember 2020.	54
Abbildung 66: Fläche 5.2 – Ansicht vom Bahndamm, Dezember 2020.	54
Abbildung 67: Fläche 5.2 – Querschnitt und Grundriss.	54
Abbildung 68: Fläche 5.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.	55
Abbildung 69: Fläche 6.1 mit roter Markierung der Aufnahmefläche.	56
Abbildung 70: Fläche 6.1 – Ansicht vom Bahnsteig am 18.6.2020.	56
Abbildung 71: Fläche 6.1 – Ansicht vom Bahnsteig am 18.6.2020.	56
Abbildung 72: Fläche 6.1 – Ansicht vom Bahnsteig am 04.12.2020.	57
Abbildung 73: Fläche 6.1 – Ansicht vom Bahndamm im 04.12.2020.	57

Abbildung 74: Fläche 6.1 – Querschnitt und Grundriss.....	57
Abbildung 75: Fläche 5.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	58
Abbildung 76: Fläche 7.1 mit roter Markierung der Aufnahmeﬂäche.	58
Abbildung 77: Fläche 7.1 im Juni 2020.	59
Abbildung 78: Fläche 7.1 – Ansicht vom Gleis, Dezember 2020.....	59
Abbildung 79: Fläche 7.1 – Ansicht vom Bahndamm, Dezember 2020.	59
Abbildung 80: Fläche 7.1 – Querschnitt und Grundriss.....	60
Abbildung 81: Fläche 7.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	60
Abbildung 82: Flächen 9.1 und 11.2 (grüne Punkte) in Salzburg.	61
Abbildung 83: Fläche 9.1 mit roter Markierung der Aufnahmeﬂäche.	62
Abbildung 84: Fläche 9.1 im Juli 2020.	62
Abbildung 85: Fläche 9.1, März 2021.....	63
Abbildung 86: Fläche 9.1 – Ansicht vom Bahndamm, März 2021.	63
Abbildung 87: Fläche 9.1 – Querschnitt und Grundriss.....	63
Abbildung 88: Fläche 9.1 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	64
Abbildung 89: Fläche 11.2 mit roter Markierung der Aufnahmeﬂäche.	65
Abbildung 90: Fläche 11.2 im Juli 2020.	65
Abbildung 91: Fläche 11.2 im Juli 2020.	65
Abbildung 92: Fläche 11.2 – Ansicht vom unteren Bahndamm.	66
Abbildung 93: Fläche 11.2 – Ansicht vom unteren Bahndamm.	66
Abbildung 94: Fläche 11.2 – Querschnitt und Grundriss.....	66
Abbildung 95: Fläche 11.2 – Artenzusammensetzung. Datenbeschriftung: Spezies, Individuenzahl, Prozentwert an Gesamtindividuenzahl der Probenfläche.....	67
Abbildung 96: Aufbau des Decision Trees	72
Abbildung 97: Erfolgsfaktoren Bahnbegleitwald	73
Abbildung 98: Naturgefahrenereignisse im ÖBB-Streckennetz im Zeitraum 1990-2020; Quelle: Projekt clim_ect (2021)	85
Abbildung 99: Gemeldete Baumwurfereignisse (ohne Schadereignischarakter oder Konsequenz	

Streckenunterbrechung, daher sind für die Ereignisse auch keine Kosten erfasst) in den Jahren 2017 bis 2020 nach den ASC-Standorten und meteorologischen Saisonen, wobei DJF=Winter, MAM=Frühling, JJA=Sommer und SON=Herbst.....	86
Abbildung 100: Anzahl wetterinduzierter Schadereignisse nach Schadereigniskategorien im Zeitraum von 1990-2019. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.	87
Abbildung 101: Kosten der wetterinduzierten Schadereignisse nach Schadereigniskategorien im Zeitraum 1990-2019. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.	88
Abbildung 102: Gesamtzahl an Streckenunterbrechungsstunden verursacht durch wetterinduzierte Schadereignisse nach Schadereigniskategorien. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.	88
Abbildung 103: Zeitreihe von Kosten verursacht durch Windsturmereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes sowie Veranschaulichung der Kostenanteile nach den Ereignisarten. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.	89
Abbildung 104: Zeitreihe von Streckunterbrechungsstunden verursacht durch Windsturmereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes sowie Veranschaulichung der Streckenunterbrechungsanteile nach den Ereignisarten. Die Datenbasis sind 2.099 georeferenzierte Schadereignisse entlang des ÖBB-Streckennetzes aus dem Projekt clim_ect, welche mit meteorologischen Beobachtungen verschnitten wurden.	89
Abbildung 105: Evaluierung bestehender Modelle anhand verschiedener Modellkomponenten. In der linken Spalte sind die bestehenden Wachstumsmodelle aufgelistet und dunkelgrau hinterlegt findet sich das neue Modellkonzept (Quelle: eigene Bearbeitung 2021).	96
Abbildung 106: Flussdiagramm Wachstumsmodell-Konzept.....	97
Abbildung 107: Beispiel Teilmodell Konkurrenz.....	98
Abbildung 108: Schichtenmodell als Berechnungsgrundlage für den Zuwachs.	98
Abbildung 109: Klassifizierung der potenziell natürlichen Standorte in den ASCs bezogen auf den Vergleichszeitraum 1961 – 2020	100

Abbildung 110: Sturmschadenwahrscheinlichkeit; Quelle: Projektergebnis
clim_ect 2021 103

Abbildung 111: Schema der Annuitätenberechnung (Fischer, 2017)..... 106

Abbildung 112: Schematischer Vergleich der Kostenentwicklung bei
konventioneller und optimierter Bewirtschaftung 110

7 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ziele und Ergebnisse des Projektes Trainforest.....	8
Tabelle 2: Umweltfaktoren - Schematische Darstellung des Sturmschadensrisiko	13
Tabelle 3: Baummerkmale - Schematische Darstellung des Sturmschadensrisiko	13
Tabelle 4: Bestandesverhältnisse - Schematische Darstellung des Sturmschadensrisiko	13
Tabelle 5: Ausschlagvermögen einzelner Baumarten	17
Tabelle 6: Niederwald, waldbauliche Behandlung nach Hochbichler, Iby & Stummer, 2013, S. 86.....	19
Tabelle 7: Stockausschlag, Wurzelbrut und Mannbarkeit für ausgewählte Baumarten.	20
Tabelle 8: Vergleich der konventionellen Bewirtschaftungsarten Niederwald, Mittelwald, Hochwald.....	22
Tabelle 9: Unterschiede Niederwald zu Bahnbegleitwald	24
Tabelle 10: Standortmerkmale Fläche 1; Standort 5 in Gloggnitz	28
Tabelle 11: Charakterisierung der Flächen im Untersuchungsgebiet Mistelbach.....	28
Tabelle 12: Charakterisierung der Flächen im Untersuchungsgebiet Semmering.....	29
Tabelle 13: Charakterisierung der Flächen im Untersuchungsgebiet Salzburg.....	29
Tabelle 14: Zusammenfassung der Untersuchungsgebiete und der Behandlungsmethodik.	30
Tabelle 15: Zusammenfassung der Untersuchungsgebiete und der Behandlungsmethodik.	30
Tabelle 16: Zusammenfassung der Untersuchungsgebiete und der Behandlungsmethodik.	31
Tabelle 17: Auflistung der Flächen, anhand von denen der Decision Tree im Rahmen des Projekts umgesetzt wurde	70
Tabelle 18: Potenziell natürliche Standorte und deren Veränderungen im Zuge des Klimawandels für die relevanten ASCs	102
Tabelle 19: Beschreibung der ÖSDs mit betrieblichem Nutzen.....	108
Tabelle 20: Beschreibung der ÖSDs mit externem Nutzen	108

8 LITERATURVERZEICHNIS

Altenkirch, W., Majunke, C., & Ohnesorge, B. (2002). Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Stuttgart: Ulmer.

Amt der NÖ Landesregierung. (12. 07 2021). Von https://www.noel.gv.at/noel/Forstwirtschaft/Niederosterreichs_Wald_in_Zahlen.html abgerufen

Burschel, P., & Huss, J. (1997). Grundriß des Waldbaus. Berlin: Parey.

Englisch, M. (2007). Ökologische Grenzen der Biomassenutzung im Wald. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.

Fischer, G. (2017): Seminarunterlagen Waldbewertung. Purkersdorf: ÖBf

Hochbichler, E., Iby, H., & Stummer, H. (2013). Waldbauliche Empfehlungen für die Bewirtschaftung der Wälder im Burgenland. Eisenstadt: Burgenländische Forstverein.

Mayer, C., Mayr, S., Müller, M., Vacik, H., & VILÀ-VILARDELL, L. (2020). Waldbrände in den Alpen – Stand des Wissens, zukünftige Herausforderungen Optionen für ein integriertes Waldbrandmanagement. Wien: EUSALP Action Group 8.

Oesten, G., Roeder, A. (2012). Management von Forstbetrieben, Band 1. Freiburg: Institut der Forstökonomie der Universität Freiburg

Roll, E. (2004). Hinweise zur ökologischen Wirkungsprognose in UVP, LBP und FFH- Verträglichkeitsprüfungen bei Aus- und Neubaumaßnahmen von Eisenbahnen des Bundes. Bonn: Eisenbahn Bundesamt.

Schütt, P., Schuck, H.J., Stimm, B. (2002). Lexikon der Baum- und Straucharten. Hamburg: Nikol