

KlimaNiederwald – Anpassungs- und Umsetzungsstrategien für
Stockausschlagwälder in Steillagen mit herausragenden Schutz-
funktionen (Förderkennzeichen: 22WA407401)

Handlungsanleitung für Praktiker (vorläufiges Dokument)



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger für den Waldklimafonds unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

KlimaNiederwald – Anpassungs- und Umsetzungsstrategien für
Stockausschlagwälder in Steillagen mit herausragenden Schutz-
funktionen (Förderkennzeichen: 22WA407401)

Handlungsanleitung für Praktiker (vorläufiges Dokument)

Bearbeiter

Marlène Zehfuß (Unique)

Stefan Wilhelm (Unique)

Axel Weinreich (Unique)

Eva Kehayova (Unique)

Vincent von Dosky (Unique)

Marc Hanewinkel (Universität Freiburg)

Datum: 17.10.2022

Inhalt

1	Hintergrund - Handlungsanleitung „Stockausschlagwald im Klimawandel“	6
1.1	Hintergrund	6
2	Stockausschlagwald – Ein Abriss	9
3	Risiken und Gefahrenpotenziale von Stockausschlagwäldern am Steilhang	10
3.1	Steinschlag, Blocküberlagerungen und Schuttauflage	10
3.2	Oberbodenerosion	11
3.3	Erdrutsche	12
3.4	Gefährdung durch den aufstockenden Bestand	13
3.5	Tiefenrinnen	14
4	Darstellung des Planungsverfahrens.....	16
4.1	Schritt 1: Identifikation gefährdeter Flächen	16
4.2	Schritt 2: Umfeldanalyse	19
4.3	Schritt 3: Analyse der Waldfläche	19
4.3.1	Standortanalyse	19
4.3.2	Bestockung und Schichten	20
4.3.3	Statische Stabilisierungsmerkmale des Bestandes	21
4.3.4	Weitere Parameter	22
4.3.5	Bestimmung der Gefährdungsklasse	23
4.3.6	Zuordnung zu Stratum und Gefährdungsklasse.....	26
5	Behandlungskonzepte für Straten	29
5.1	Stratum 1: Schwach bevorratete, lichte Eichen-Ahorn-Misch-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf sehr flachgründigen Böden; Felsdurchsatz	30
5.2	Stratum 2: Schwach bevorratete, stellenweise lichte Eichenmisch-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf flachgründigen Böden; z. T. Blocküberlagerung.....	31
5.3	Stratum 3: Normal bis stark bevorratete Eichen-Buchen-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf mittel- bis flachgründigen Böden	33
5.4	Stratum 4: Vorratsreiche ungleichaltrige (Edel-)Laubbestände mit Femelstrukturen auf tief- bis mittelgründigen Böden am Unter- bis Mittelhang	35
6	Behandlungsmaßnahmen im Einzelnen.....	38
6.1	Bäume an Abbruchkanten zurücksetzen.....	38
6.2	Stabilitätsträger fördern.....	38
6.3	Talseitige Hänger entnehmen	39
6.4	Reduktion des Einzelbaumvolumens	39

6.5 Säbelwuchs.....	40
6.6 Freihalten von Tiefenrinnen	40
6.7 Trockenmauern	41
6.8 Ablage von Bäumen im Bestand.....	41
6.9 Zonierung zur Entwicklung von Beständen	42
6.10 Erhöhung der Baumartenvielfalt.....	43
6.11 Erhöhung der Strukturvielfalt.....	43
6.12 Erhöhung der genetischen Vielfalt.....	43
6.13 Verjüngung der Bestände.....	44
6.14 Zeitpunkt für Anpassungsmaßnahmen der Stockausschlagwälder an den Klimawandel und zur Entwicklung der Objektschutzfunktion.....	45
7 Fallstudie: Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn analog Straßenbaulastträger und private Bahnbetreiber.....	47
8 Baumartenwahl im Klimawandel	49
9 Anlagen	51
9.1 Stratenbeschreibung	51
9.2 Aufnahmeblatt	54

Abbildungen

Abbildung 1: links: Entgleister Zug bei Sankt Goar; rechts: Hangrutsch bei Trier nach Starkregen	6
Abbildung 2: Links: Steine und Schutt hinter Fangzaun. Rechts: Steine hinter Baum	10
Abbildung 3: Links: Schuttauflage durch verwitterte Trockenmauern. Rechts: Baum in Trockenmauer.....	11
Abbildung 4: Links: Flächige Erosion am Hang. Rechts: Durch umgestürzte Bäume geschaffene Bodenöffnungen wird Erosion gefördert.....	12
Abbildung 5: Baumbestand über Bebauung am Steilhang	13
Abbildung 6: Darstellung von abflusswirksamen Tiefenrinnen im 3D-Modell	14
Abbildung 7: Übersicht der Arbeitsschritte zur Identifikation potenzieller Hangschutzwälder .	18
Abbildung 8: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Standort- und Umfeldanalyse.....	20
Abbildung 9: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Bestandesbeschreibung.....	21
Abbildung 10: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Bestandesbeschreibung nach Schichten	21
Abbildung 11: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Stabilisierungsmerkmale	22
Abbildung 12: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, weitere Parameter	22
Abbildung 13: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Notizen.....	23
Abbildung 14: Herleitung der Gefährdungsklasse	25
Abbildung 15: Die Farben zeigen die unterschiedlichen Expositionen, die Abstände zwischen den weißen Höhenlinien zeigen die Änderungen der Hangneigung.	27
Abbildung 16: Baumartenwahl im Klimawandel für verschiedene Standorte.....	50

Vermerk: Wenn nicht anders gekennzeichnet, sind alle Abbildungen, Karten, Fotos, usw. von unique landuse GmbH

1 HINTERGRUND - HANDLUNGSANLEITUNG „STOCKAUS- SCHLAGWALD IM KLIMAWANDEL“

1.1 Hintergrund

Der Handlungsleitfaden ist Ergebnis des Projektes „KlimaNiederwald- Anpassungs- und Umsetzungsstrategien für Stockausschlagwälder in Steillagen mit herausragenden Schutzfunktionen“. Dieses Projekt wurde über den Waldklimafonds gefördert, beteiligt waren die Universität Freiburg – Professur für Forstökonomie und Forstplanung, die Firma Unique land use GmbH sowie Landesforsten-Rheinland-Pfalz.

Anlass des Projektes

Anlass der Projektbeantragung waren die in Rheinland-Pfalz in den letzten Jahren vermehrt auftretenden Schäden unterhalb von Waldflächen durch Hangrutschungen, Erosion und umgestürzte Bäume. So entgleiste 2011 ein Intercity zwischen Koblenz und Mainz in der Nähe von Sankt Goar, elf Menschen wurden dabei verletzt (s. Abbildung 1). 2020 kam es nach Starkregen zu mehreren Hangrutschungen in der Nähe von Trier.



Abbildung 1: links: Entgleister Zug bei Sankt Goar; rechts: Hangrutsch bei Trier nach Starkregen

Quelle: Links: www.rhein-zeitung.de, 11.09.2011. Rechts: www.news-trier.de, 04.02.2020

Zum Projekt

Rheinland-Pfalz ist eines der walddreichsten Bundesländer. Für die Waldverhältnisse typisch und im bundesdeutschen Vergleich einmalig, ist der hohe Anteil an Stockausschlagwäldern von 20 % der Gesamtwaldfläche (160.000 ha). Die klassische Niederwaldbewirtschaftung ist in den zurückliegenden Jahrzehnten nahezu zum Erliegen gekommen, trotz der in der nationalen Biodiversitätsstrategie (NBS) formulierten Vision zur Erhaltung der Waldflächen mit traditionellen

naturschutzfachlich bedeutsamen Nutzungsformen¹. Ohne aktive Bewirtschaftung werden die wertvollen Schutzfunktionen, die diese Art der Waldbewirtschaftung und die aus ihr resultierenden Waldtypen bislang erfüllten, massiv beeinträchtigt². So kommt es zur

- Beeinträchtigung der Bodenschutzfunktion: Auf den häufig steilen Hangstandorten führt Nicht-Bewirtschaftung auf vergleichsweise guten Bodenstandorten mit relativ großen Baumhöhen zum kleinflächigen Umstürzen. Der dadurch frei liegende Bodenkörper wird durch Niederschläge erodiert.
- Minderung der Naturschutzfunktion: Eine aktive Waldbewirtschaftung von Stockausschlagwäldern führt zu mosaikartig verschiedenen Waldentwicklungsphasen. Durch die verschiedenen Hiebsformen entstanden ursprünglich periodisch offene Flächen und vielfältige Randeffekte: Pionierbaumarten und seltene lichtliebenden Baumarten wie Speierling und Elsbeere breiten sich aus und typische Leit-Tierarten wie Haselhühner finden passende Habitate. Ohne Waldbewirtschaftung verschwinden Randeffekte und die Baumartenvielfalt verringert sich.
- Minderung der Objektschutzfunktion: Die im Klimawandel mit großer Wahrscheinlichkeit zunehmenden Starkregenereignisse können, vor allem in steiler Lage, zur Vergrößerung von Kleinflächen mit umgestürzten Bäumen und partiellen Hangrutschungen führen. Unterhalb von bewaldeten Hängen gelegene Objekte wie Straßen, Bahnstrecken und Siedlungen können durch diese Hangrutschungen gefährdet werden.
- Minderungen der Rohstofffunktion: Das Nicht-Bewirtschaften von Stockausschlagwäldern führt zu Minderung der Rohstofffunktion, weil Holzpotenziale ungenutzt in den Waldflächen verbleiben. Diese können weder zu einer Vergrößerung des Produktkohlenstoffspeichers Holz führen noch fossile Energieträger durch Holzenergie ersetzen (Substitution).

Der Klimawandel stellt die Eigentümer der Stockausschlagwälder mit Boden- und Objektschutzfunktion vor besondere Herausforderung. Die Wälder sind wieder so zu entwickeln, dass Schutzfunktionen und weitere Waldleistungen in einem verbesserten Umfang erbracht werden. Die tatsächliche Klimaentwicklung und Auswirkung in Extremjahren, wie die Trockenjahre 2018 und 2019 es zeigen, sind trotz der verschiedenen Szenarien nicht genau vorhersehbar. Hinzu kommen weitere zukünftige Rahmenbedingungen (z. B. Starkregenereignisse), die aktuell nicht vorhersehbar sind. In dieser unsicheren Situation sind robuste Strategien zur zukünftigen Entwicklung dieser Stockausschlagwälder zu entwickeln, die für die unterschiedlichen Klimaentwicklungsszenarien ausreichende Boden-, Objektschutzfunktionen und weitere Ökosystemleistungen der Stockausschlagwälder an Steilhängen sicherstellen.

Zielsetzung des Projektes

An Steilhängen besteht oft eine besonders hohe Gefährdung durch Steinschlag, Hangrutschungen und Oberbodenerosion. Waldflächen auf solchen Steilhängen erfüllen daher häufig eine

¹ Vgl. BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, S. 32.

² u.a. Milad, M. (2006): Entwicklungsgeschichte und Potenziale ehemaliger Niederwälder im Moseltal. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Universität Freiburg: 130 S.

Schutzfunktion. Es ist jedoch auch möglich, dass von den Beständen selbst eine Gefährdung für die darunterliegende Infrastruktur ausgeht, nämlich durch zu dicke, schwere Bäume, Totholz oder stark geneigte Bäume. In den letzten Jahren wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf diesen Flächen vor allem durch Starkregen verursachte Schäden deutlich. Durch Totholz verstopfte Abflussrinnen und Bäche traten über die Ufer, Hangrutschungen mit Schlammlawinen und umstürzende, schwere Bäume verursachten hohe Schäden. Diese Auswirkungen werden durch den Klimawandel begünstigt, sind aber vor allem eine Folge aus der Nichtbewirtschaftung von Hangschutzwäldern in den letzten Jahrzehnten und den daraus resultierenden, ungünstigen Bestockungsverhältnissen. Um auch in Zukunft die Schutzwirkung von Wäldern auf Steilhängen zu sichern bzw. wiederherzustellen, soll der vorliegende Handlungsleitfaden mögliche Maßnahmen aufzeigen sowie Umsetzungsvorschläge liefern.

Behandlungskonzept für Hangschutzwälder

Basierend auf der Abschätzung von Klimafolgen, mehreren Expertenworkshops und den Erfahrungen auf Demonstrationsflächen wurde das folgende Behandlungskonzept erstellt, das Empfehlungen für waldbaulichen Anpassungsmaßnahmen für die Stockausschlagwälder mit Boden- und Objektschutzfunktion beschreibt.

Das Behandlungskonzept für diese Hangschutzwälder baut auf der vorausgehenden Analyse der Bestände auf. Für die Ableitung der Behandlung eines Bestandes wird in drei Schritten vorgegangen.

1. Identifizierung möglicher Hangschutzwälder.
2. Analyse des Umfeldes des eigentlichen Bestandes auf darauf einwirkende Gefahren, die die Objektschutzfunktion des Bestandes beeinträchtigen können. Hierzu zählt zum Beispiel der Wasser- und Feinerdeeintrag aus benachbarten landwirtschaftlichen Flächen.
3. Im dritten Schritt wird die eigentliche Waldfläche anhand der im Kapitel 4.3 dargestellten Kriterien analysiert. Zusammenfassend wird dabei der Standort und der Bestand untersucht und daraus unter Einbeziehung der Umfeldanalyse das vom Bestand ausgehende Gefährdungspotential für das zu schützende Objekt bestimmt.

Mit dem dritten Schritt wird anschließend der Handlungsbedarf und ggf. eine zeitliche Priorisierung abgeleitet. Hierauf aufbauend werden bei Handlungsbedarf waldbauliche und technische Maßnahmen für den betreffenden Bestand entwickelt. Neben der konkreten räumlichen Zuordnung der Maßnahmen muss dabei differenziert werden in die eigentliche Holzernte und die langfristigen Verjüngungsziele.

Der Erhaltung und Verbesserung der Schutzfunktionen des Hangschutzwaldes werden im Zweifel stets Vorrang vor allen anderen Anforderungen eingeräumt. Die gänzliche Schonung von Schutzwäldern erfolgt nicht selten aus Unkenntnis über die Folgen der Maßnahmen für ihre Waldentwicklung und die Schutzfunktion der Wälder.

2 STOCKAUSSCHLAGWALD – EIN ABRISS

Über viele Jahrhunderte war die Niederwaldbewirtschaftung zusammen mit der Mittelwaldwirtschaft in ortsnahen Wäldern die wichtigste Waldbewirtschaftungsform. Im Vordergrund stand die Erzeugung von Energieholz, Holzkohle oder Lohrinde für die Gerberei. Für die damaligen Verhältnisse waren die Baumdimensionen, die mit der Niederwaldwirtschaft zu erzielen waren, holzerntetechnisch am einfachsten zu manipulieren. Die letzten Stocksetzungen erfolgten meist vor dem 2. Weltkrieg zur Lohegewinnung oder in der unmittelbaren Nachkriegsphase zur Brennholzversorgung. Seit 1940 haben sich die Niederwälder zu großen Teilen eigendynamisch entwickelt und gelten heute als Stockausschlagwälder. Stockausschlag kennzeichnet dabei die Wuchsform, Niederwald die Bewirtschaftungsform.

Unter Einsatz erheblicher Finanzmittel wurden bereits bedeutende Waldflächenanteile durch Bestandespflegemaßnahmen in eichenreichen Wirtschaftswald überführt. Durch teilweise oder ganzflächige Ausbringung neuer Baumarten (Einsatz oder Pflanzung von Nadelbaumarten) wurden Bestände in Nadel- und Laubmischwald mit mehr oder weniger hohen Laubholzanteilen umgewandelt und einer regulären forstlichen Bewirtschaftung zugeführt. Mit landesweiten Konzepten wurden in den 1950er und 1960er Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, ehemalige Stockausschlagwälder in reine Nadelwälder umzuwandeln.

Ein großer Teil der nicht umgewandelten Wälder ist heute vor allem in den Steillagen wirtschaftlich und ökologisch problematisch. Sie sind für moderne forstliche Bewirtschaftungstechniken nicht erschlossen und werden daher als nicht befahrbar und nicht bewirtschaftbar eingestuft.

Die heute noch bestehenden Stockausschlagwälder in nicht befahrbaren Lagen nehmen zum Großteil Bodenschutz- sowie Arten- und Biotopschutzaufgaben wahr. Sie dienen in vielen Fällen auch dem Schutz von Objekten wie zum Beispiel Infrastrukturanlagen (Straßen und Schienenwegen) oder Gebäuden. Durch abnehmende Stabilität von Einzelbäumen und ganzer Bestandesteile, der über Jahrzehnte andauernden Zunahme des Einzelbaumvolumens sowie durch die altersbedingte geringe Wurzeldynamik der zum Teil Jahrhundertealten Stöcke ist die Objektschutzfunktion vieler Stockausschlagwälder nur noch eingeschränkt gegeben. Hinzu kommt die abnehmende Vitalität der Bestände durch zurückliegende Trockenjahre, die in einigen Lagen zum partiellen Absterben geführt hat.

Die in diesem Leitfaden angesprochenen Flächen sind die nicht umgewandelten, in Steillagen liegenden und als Objektschutzwälder klassifizierten Wälder.

3 RISIKEN UND GEFAHRENPO TENZIALE VON STOCKAUS- SCHLAGWÄLDERN AM STEILHANG

Die Analyse der unten beschriebenen Risikokriterien und der daraus resultierenden Gefahrenpotentiale erlaubt die Ableitung einer individuellen Pflege- und Entwicklungsstrategie für den jeweiligen Stockausschlagwald mit Boden- und Objektschutzfunktion. Diese Strategie enthält ein passendes Bündel an geeigneten Sicherungs- und Bestandespflegemaßnahmen. Ihre Umsetzung hilft die damit verbundenen Kosten zu reduzieren bei einer damit einhergehenden wirkungsorientierten Priorisierung von zu behandelnden Flächen.

3.1 Steinschlag, Blocküberlagerungen und Schuttauflage

Steinschlag bzw. Blockschlag bezeichnet den Absturz einzelner oder weniger Steine entlang eines steilen Hanges. Von Steinschlag spricht man bei einer Größe der einzelnen Steine von weniger als 50 cm Durchmesser, darüber hinaus wird die Bezeichnung Blockschlag genutzt. Steinschlag wird bedingt durch Geologie, Verwitterung und Exposition der in einem Waldgebiet vorhandenen Felswände oder Blocküberlagerungen.



Abbildung 2: Links: Steine und Schutt hinter Fangzaun. Rechts: Steine hinter Baum

Durch Verwitterung von Felsen bzw. Trockenmauern können teils mächtige Schuttauflagen entstehen, die ebenso Herkunftsgebiet für Steinschläge sein können.



Abbildung 3: Links: Schuttauflage durch verwitterte Trockenmauern. Rechts: Baum in Trockenmauer

Wald kann in den durch Steinschlag gefährdeten Bereichen einen wichtigen Beitrag leisten, weil die Energie der ins Rollen gekommenen Steine durch Bäume, die im Weg stehen, gemindert wird. Je nach Steingröße und Baumstammdurchmesser kann es vorkommen, dass Steine komplett abgebremst werden und wieder zum Liegen kommen (Brems- und Auffangwirkung). Dabei muss auch nach dem Hangbereich differenziert werden.

Während im Entstehungsgebiet des Steinschlages die Schutzwirkung des Waldes eher gering ist, ist sie weiter hangabwärts, im Transit- und Auslaufgebiet, größer. Im Entstehungsgebiet ist die Waldwirkung stark abhängig von den geologischen Gegebenheiten. Auch wenn Baumwurzeln eine stabilisierende Wirkung auf lockere Steine im Entstehungsgebiet haben, wirken sie je nach Position auch als Risikofaktor und destabilisierend. Vor allem hohe Bäume an Felskanten und auf Trockenmauern und an sehr geneigten Stellen wirken gefährdend (z. B. durch Sturmwurf, Aushebeln von Boden und Gestein und damit Beschleunigung der Erosionsprozesse an einer Felskante). Im Transit- und Auslaufgebiet spielt die Grundfläche des Bestandes und Dichte der Bestockung die entscheidende Rolle. Je größer Grundfläche und Baumanzahl sind, desto größer ist die abbremsende Wirkung der Bäume für Steine auf dem Weg nach unten.

Anpflanzung und regelmäßige Verjüngung von stockausschlagfähigen Bäumen im unteren Hangbereich kann einen wirkungsvollen Schutz vor Steinschlag bieten. Dazu müssen die Bestände aber auch regelmäßig gepflegt werden. Die Pflegeeingriffe dienen der Herstellung und dem Erhalt dieser speziellen Waldstrukturen.

3.2 Oberbodenerosion

Unter der Erosion von Boden wird der Abtrag von Bodenmaterial durch Wasser oder Wind verstanden. Ob es zu einer Erosion des Bodens kommt, wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, wie Bodenart, Humusgehalt, Hangneigung und Hanglänge des Standorts sowie der Vegetationsdecke. Nach den Ergebnissen von Klimaprojektionen ist in Zukunft mit einer saisonalen Verlagerung der Niederschlagsverteilung in den Winter zu rechnen, während die Niederschläge

in Summe weitgehend gleichbleiben. Dadurch kann es in den Sommermonaten zu längeren Trockenphasen kommen. Im Zuge dieser erwarteten zukünftigen klimatischen Veränderungen wird sich das Erosionsrisiko von Böden durch Wasser erhöhen. Verstärkt wird dieser Effekt durch einen erwarteten Anstieg in Anzahl und Intensität von Starkregenereignissen.



Abbildung 4: Links: Flächige Erosion am Hang. Rechts: Durch umgestürzte Bäume geschaffene Bodenöffnungen wird Erosion gefördert.

Ein wesentliches Merkmal des Prozesses der Bodenerosion ist dabei seine Irreversibilität, denn meist ist der jährliche Bodenabtrag wesentlich höher als die Neubildung des Bodens.

Die Vegetationsdecke dämpft die Schlagkraft des Regens und verringert die Tropfengröße. Über die Interzeption wird dabei die Menge des zum Boden gelangenden Wassers reduziert und dieses gelangt langsamer auf die Bodenoberfläche. Eine dichte Bodenpflanzendecke und die dadurch bedingte Ausbildung bestimmter Humusformen erhöhen die Rauigkeit und damit die Infiltrationsrate. Die Humusschicht vergrößert damit einhergehend das Wasserspeichervermögen des Bodens. Eine intensive und tiefe Durchwurzelung des Bodens dient einerseits der Befestigung des Bodens, erhöht aber ebenfalls die Infiltration, das Wasserspeichervermögen und reduziert somit den Anteil des erodierend wirkenden Oberflächenabflusses. Zeitgleich werden mit einem Baumbestand auf der Fläche auch die Windgeschwindigkeit und somit die Erosion durch Wind sowohl innerhalb des Bestandes als auch außerhalb im umgebenden Freiland reduziert.

3.3 Erdrutsche

Erdrutsche sind hangabwärts gerichtete Bewegungen von Erdmassen auf einer Gleitfläche. Dabei unterscheidet man zwischen flachgründigen (0 - 2 Meter Tiefe), mittelgründigen (2 – 10 Meter Tiefe) und tiefgründigen (über 10 Meter Tiefe) Rutschungen. Die Entstehung von Rutschungen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab und lässt sich schwer vorhersagen. Die zwei wichtigsten Faktoren sind Hangneigung und die Menge des Lockermaterial. Weitere Einflussfaktoren sind der Verwitterungszustand, das geologische Streichen, der Wasserdruck im Boden, die Belastung des Hanges durch den Baumbestand oder auch anthropogene Einflüsse wie das Anschneiden des Hangfußes.

Je nach Bodenart variieren die Richtwerte für kritische Hangneigungen. In der Regel gilt, dass ab einer Neigung von 40° / 85 % die Schutzwirkung des Waldes in Hinblick auf Rutschungen stark abnimmt. Flachgründige Rutschungen liegen im Wurzelbereich der Bäume, daher kann Wald hier einen großen Einfluss ausüben. Bei mittel- bis tiefgründigen Rutschungen kann Wald nur noch durch die darunter größere Trockenheit der Böden (Interzeptionsverluste) und größere Infiltration intensiv und tief durchwurzelter Böden bei Starkregen einen indirekten Einfluss nehmen.

3.4 Gefährdung durch den aufstockenden Bestand

Auch der aufstockende Bestand kann u. U. eine Gefährdung für darunter liegende Infrastruktur darstellen. Dies ist vor allem der Fall, wenn die Bäume zu schwer für einen Standort werden, die Kronen stark talseitig geneigt sind oder viel stehendes und liegendes Totholz vorhanden ist. Daneben spielen Überschirmung, Krautschicht und Bestandesalter eine große Rolle. Zusammenfassend lässt sich sagen:

- Ein bezogen auf seine Funktionserfüllung optimaler Hangschutzwald ist gekennzeichnet durch Stabilität. Diese wird erreicht durch Struktureichtum, einen stufigen Aufbau, standortgerechte Baumarten, stabile aufrechtstehende Einzelbäume und eine kontinuierliche, gesicherte Verjüngung. Dabei weisen diese Bestände keine großen Lücken (>0,2 ha) auf, die Vegetationsdecke des Bodens ist nahezu geschlossen und der Boden ist intensiv durchwurzelt. Klimaresistente Baumarten wachsen einzel- bis gruppenweise und es gibt eine dauerwaldartige horizontale Verteilung der natürlichen Altersklassen.

Ein solcher Zustand wird nicht durch einen einmaligen Eingriff erreicht, vielmehr muss über die nächsten Jahrzehnte immer wieder eingegriffen werden. Dabei sollten akute Gefahrensituationen schnellstmöglich behoben werden. Die Entwicklung von strukturreichen, stufigen Mischbeständen für den optimalen Hangschutzeffekt ist ein langfristiges Ziel.



Abbildung 5: Baumbestand über Bebauung am Steilhang

3.5 Tiefenrinnen

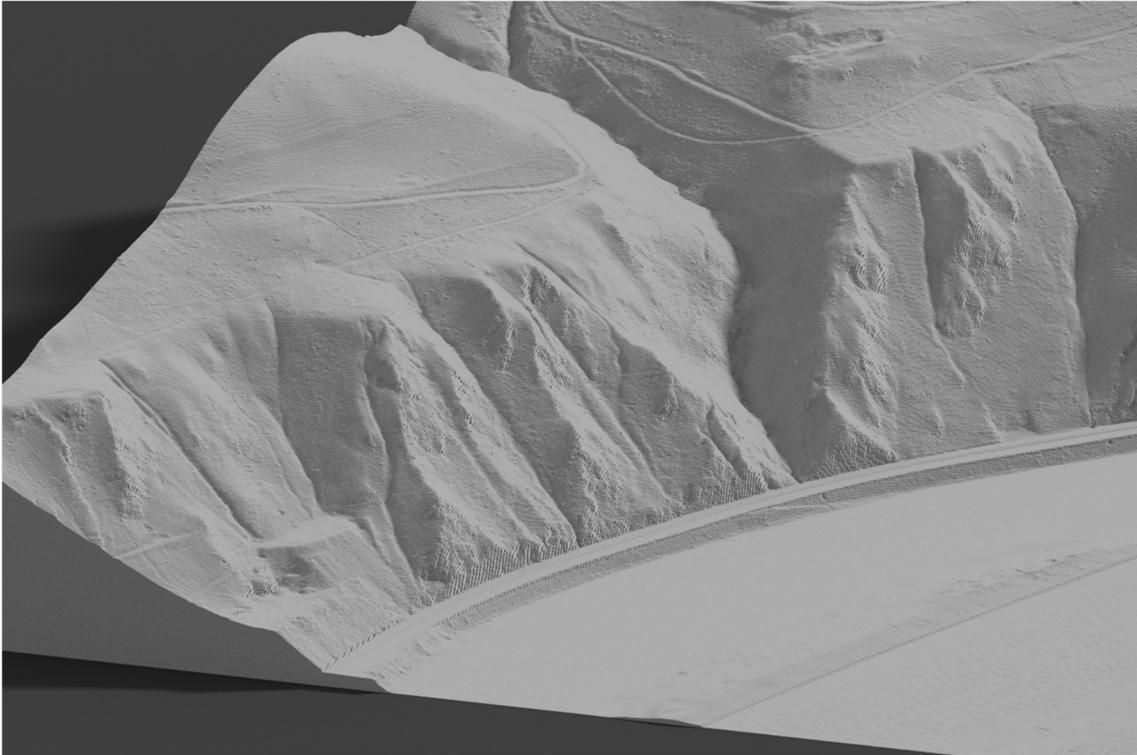


Abbildung 6: Darstellung von abflusswirksamen Tiefenrinnen im 3D-Modell

Eine Rinne oder auch Tiefenlinie ist eine Linie im Gelände, in der sich nach Niederschlagsereignissen der Oberflächenabfluss temporär konzentriert. Dabei besonders betroffen sind die erosionsgefährdeten Ackerrandbereiche durch Bodenabtrag.

Durch die Ablagerung von Feinerde, die aus oberhalb liegenden landwirtschaftlichen Flächen ausgetragen wird, reichert sich hier Boden an, der im Vergleich zum umgebenden Bestand meist zu besseren Wuchsbedingungen führt. Hierdurch entwickeln sich die dort wachsenden Bäume im Höhen- und Volumenwachstum deutlich besser.

In die Rinne eingetragenes und akkumuliertes Material kann sich z.B. bei Starkregenereignissen nach unten bewegen und hierdurch das zu schützende Objekt gefährden. Erhöht wird dieses Gefährdungspotenzial von Hangrutschungen, wenn in der Tiefenrinne wachsende Bäume nur in der aufliegenden Feinerde wurzeln und durch ihr Gewicht zusätzlich den aufliegenden Oberboden erschweren. Aus waldbaulicher Sicht ist die Rinne freizuhalten, so dass sich hier kein Material hinter stehenden und liegenden Bäumen ansammeln und konzentriert auf das zu schützende Objekt ausgetragen werden kann. Bei Entwicklungsmaßnahmen im umliegenden Bestand dürfen keine Äste oder Bäume in der Tiefenlinie nach der Maßnahme verbleiben. Bereits in der Rinne wachsende Bäume sind zu entfernen und im umliegenden Bestand abzulegen.

Sind steile Ränder der Tiefenrinne zum umliegenden Bestand instabil und besteht eine Gefährdung, dass mit Bäumen bestockte Hangteile oder Bäume in die Tiefenrinne stürzen könnten, bzw. Bäume durch Windbewegung Steine lösen können, sind diese Bäume an den Hangkanten zur Tiefenrinne auf den Stock zu setzen.

In Rheinland-Pfalz können die Tiefenlinien über das Landesamt für Bergbau und Geologie im Kartenviewer zum Erweiterten Gewässernetz eingesehen werden³. Das erweiterte Gewässernetz beinhaltet abflusswirksame Tiefenlinien, die Anschluss an das Gewässernetz haben.

³ https://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=23

4 DARSTELLUNG DES PLANUNGSVERFAHRENS

4.1 Schritt 1: Identifikation gefährdeter Flächen

Um mögliche Hangschutzwälder zu identifizieren, gibt es verschiedene Informationsgrundlagen in Rheinland-Pfalz. Zum einen bietet die Waldfunktionenkartierung des Landes Rheinland-Pfalz eine systematische Gliederung der Waldfläche nach „Waldwirkungsgruppen“. Eine Gruppe ist die der Objektschutzwälder. Als Objektschutzwälder sind Waldflächen ausgewiesen, die in stark geneigtem Gelände in einem Streifen von 150 m rechts und links, insbesondere aber oberhalb von Verkehrslinien liegen. Objektschutz ist dabei der Überbegriff. Innerhalb des Überbegriffs des Objektschutzes wird nach Wirkungen differenziert, wie zum Beispiel Einzelwirkungen für Artenschutz, Klimaschutz und den eigentlichen Objektschutz wie dem Schutz vor Steinschlag, Rutschungen, Hochwasser und Winderosion. Siedlungen und andere Objekte außer den Verkehrsstrassen sind bisher nicht im Objektschutz enthalten!

Zweitens kann eine geodatengestützte Identifikation potenzieller Hangschutzwälder erfolgen. Dies ist detailliert weiter unten erläutert und kann zur Eingrenzung und Vorauswahl, auch durch nicht-ortskundige, herangezogen werden.

Schließlich kennt jede*r Revierleiter*in Waldflächen, die oberhalb von Bahntrassen, Siedlungen oder Verkehrslinien liegen. Oft wurden diese schon längere Zeit nicht mehr bewirtschaftet. Um zu prüfen, ob und wie diese Flächen optimal für die Aufrechterhaltung als Hangschutzwälder im Klimawandel weiterzuentwickeln sind, sollten sie begangen und systematisch bewertet werden. Beim Begang ist neben der Hangbeschaffenheit auch der Zustand des Bestandes ausschlaggebend, zu prüfen ist insbesondere ob:

- die durchschnittliche Hangneigung größer als 20 ° bzw. 36 %⁴ ist,
- Steinschlaggefahr durch Felsnasen, Felsrücken, Blocküberlagerung gegeben ist,
- eine abrutschgefährdete Schuttauflage vorhanden ist,
- es feinerdereiche Muldenlagen bestockt mit Bäumen mit hohem Einzelvolumen gibt,
- der Hang in angeschnittenen oder sehr steilen Böschungskanten endet,
- ungenügend Jungwüchse und bodendeckende Vegetation vorhanden ist,
- der Hang und der aufstockende Bestand so gestaltet sind, dass eine Bewirtschaftung mit herkömmlich technischen Möglichkeiten nicht möglich ist.

Wenn die meisten dieser Fragen mit „Ja“ beantwortet werden können, kann die Fläche mit dem in Kapitel 4.3 vorgestellten Aufnahmebögen genauer analysiert und einem Stratum zugewiesen werden.

Die Abgrenzung dieser Flächen von anderen Waldflächen orientiert sich an den Geländeeigenschaften: oft ändert sich die Exposition des Hanges, so dass der Hang in einem Seitental ausläuft, anstatt oberhalb einer Straße zu enden. Auch flacher werdende Bereiche können das Gebiet begrenzen.

⁴ Ab 20 ° gilt ein Hang als „steil“ nach Klassifikation der Bodenkundlichen Kartieranleitung K5

Geodatengestützte Identifikation potenzieller Objektschutzwälder

Im Zuge des Projekts wurde eine geodatengestützte Identifikation potenzieller Hangschutzwälder für die das gesamte Bundesland Rheinland-Pfalz durchgeführt.

In einem ersten Schritt wurden die Flächen in Rheinland-Pfalz bestimmt, die einen Hangschutzcharakter aufweisen. Diese Flächen liegen oberhalb von Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen (Straßen und Bahnlinien)⁵.

Eine Voraussetzung hierfür war es die Hänge zu identifizieren und abzugrenzen, von denen ein Stein- oder Baumschlag bzw. weitere Gefahren für die schutzbedürftigen Objekte ausgehen kann. Da eine geeignete Kartengrundlage fehlt, aus der sich solche Bereiche direkt ablesen lassen, wurde ein Ansatz gewählt, der auf einem Grenzneigungswinkel dieser Flächen aufbaut. Hierfür wurde ein digitales Geländemodell (DGM) von Rheinland-Pfalz in einer Auflösung von 5 x 5 m zur Hilfe genommen und hieraus die jeweilige Hangneigung in Prozent berechnet, die Daten wurden mit einem „moving-window Kernel smoothing“ Algorithmus von 3x3 Rasterzellen Größe geglättet. Anschließend wurde den Flächen ein unterer Grenzwert der Hangneigung zugeordnet, ab der Steine bzw. Bäume mobilisiert werden können und ab dem somit die vom Hang ausgehende Gefährdung ansteigt. Für die Flächen der Hangwälder mit Objektschutzfunktion wurde ein Grenzneigungswinkel von 20° Grad angesetzt, was einer Hangneigung von rund 36 % entspricht. Diese Wälder werden in der Regel als „steil“ bezeichnet⁶ und entsprechen den Bodenschutzwäldern der Waldfunktionenkartierung in Rheinland-Pfalz. Entsprechend flossen nur Rasterzellen mit einer Steigung größer als 35% in die weitere Auswertung hinein. Zur Abgrenzung von Hangflächen ohne Wald wurde die Auswertung im Geographischen Informationssystem noch mit einem Layer der Waldflächen (ATKIS-Waldflächen in Rheinland-Pfalz (alle Eigentumsarten)) verschnitten.

Entscheidend für den Einfluss des Waldes auf das zu schützende Objekt sind die direkt an das Objekt angrenzenden Wälder. Dementsprechend wurde bei Verkehrswegen (Straßen und Bahntrassen) und Siedlungen lediglich die direkt angrenzenden Wälder einbezogen. Hierfür wurden im Geographischen Informationssystem die Waldflächen mit Hilfe eines 150 m breiten Streifens herausgearbeitet, die direkt an die Objekte angrenzen.

Abbildung 7 veranschaulicht diese Vorgehensweise und zeigt beispielhaft ein Ergebnis der Analyse.

⁵Grundlage hierfür waren ATKIS®(Amtliches Topografisch-Kartografisches Informationssystem)-Daten: Verkehrswege, Schienenbahnen und Siedlungen in Rheinland-Pfalz

⁶ Vgl. Arbeitskreis Standortkartierung (Hrsg.): Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen zur forstlichen Standortaufnahme, 7. Aufl., 2016.

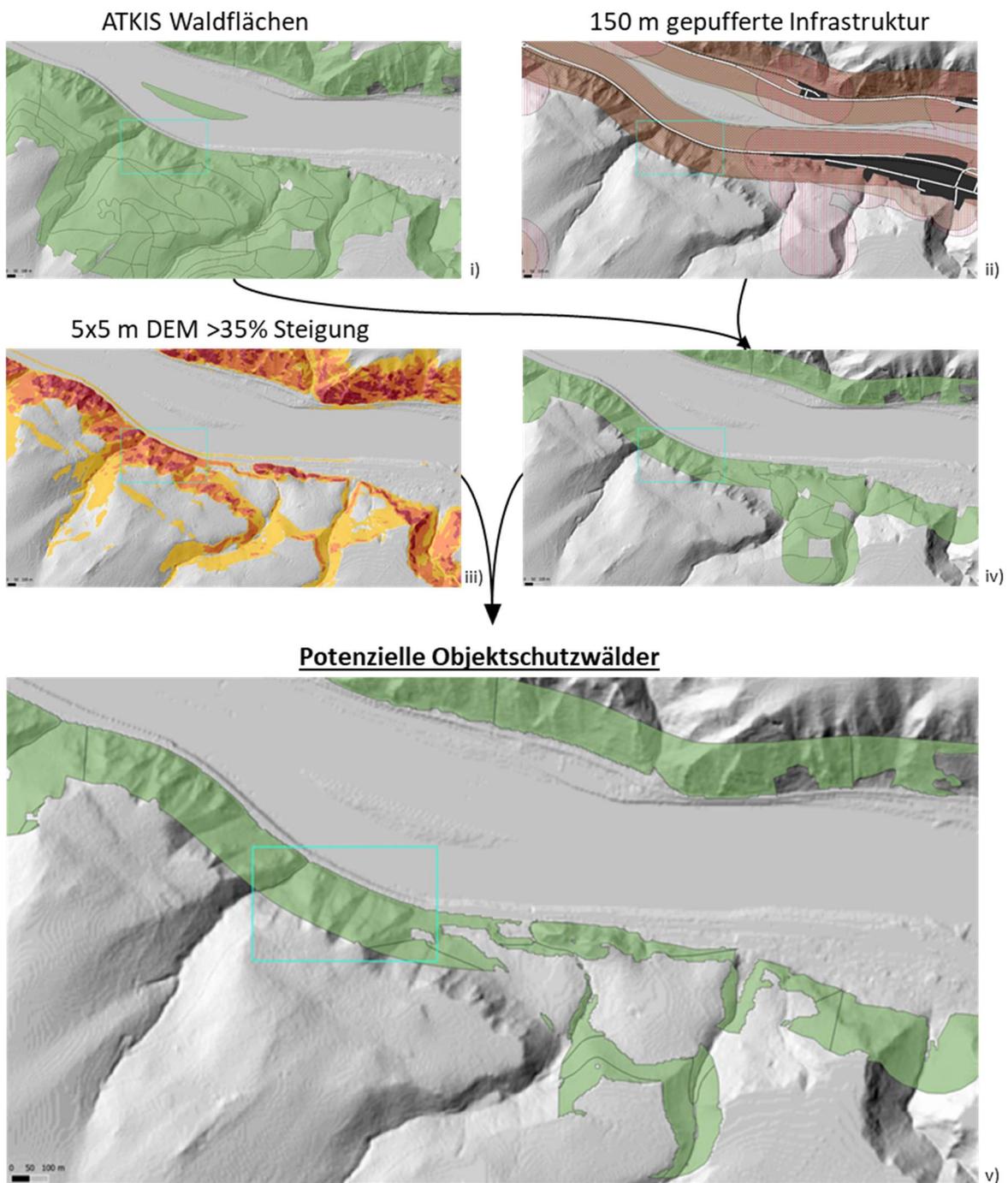


Abbildung 7: Übersicht der Arbeitsschritte zur Identifikation potenzieller Hangschutzwälder
i) ATKIS Waldflächenmaske (grün) mit Schummerung im Hintergrund, ii) 150 m gepufferte ATKIS Schienen-, Verkehrswege und Siedlungen (braun, sowie rot schraffiert) sowie iii) Flächen mit Hangneigung > 35% (gelb > 35%, orange >65%, rot >80%) werden verschnitten. Als Zwischenschritt resultieren iv) Waldflächen in der Nähe von Infrastruktur. Nach dem Verschneiden mit der Hangneigungskarte erhält man v) Flächen potenzieller Hangschutzwälder.

Als Ergebnis dieses ersten Schritts liegen nun alle Hangwälder mit einer Hangneigung größer als 35 % in Rheinland-Pfalz vor, die eine direkte Objektschutzfunktion aufweisen könnten. Zudem wurde eine Mindestgröße dieser Waldflächen von einem Hektar festgelegt, alle kleineren Waldflächen wurden aus der Auswahl entfernt. Mit dieser räumlich expliziten Darstellung der Waldflächen mit Objektschutzfunktion, also Flächen auf denen der Wald konkret einen Schutz von Gebäuden oder Infrastruktureinrichtungen übernehmen soll, stehen Informationen für die Raumplanung und Waldentwicklung zur Verfügung, die auf einer einheitlichen und nachvollziehbaren Methodik beruhen. Für die eigentliche Pflege und Entwicklung dieser Objektschutzwälder ist bedeutsamer als ihre Gesamtsumme die flächendeckende Ausweisung der Schadenspotentiale, die durch diese Wälder hervorgerufen werden können. Dies ermöglicht nun eine gezielte Überprüfung des Walzustands vor Ort als Grundlage für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen für diese Wälder.

Ergebnis dieses Schrittes:

Mögliche Hangschutzwälder sind identifiziert und werden nun weiter nach Ihrem Zustand (behandlungsbedürftig... etc.) klassifiziert.

4.2 Schritt 2: Umfeldanalyse

Mit der Umfeldanalyse wird geprüft, welche außerhalb der eigentlichen Fläche liegenden Einflussfaktoren bei der waldbaulichen Behandlung dieser berücksichtigt werden müssen. Solche Einflussfaktoren sind beispielsweise ein oberflächiger Wasserabfluss von benachbarten Flächen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieser ggf. erst bei Starkregenereignissen zu erwarten ist. Ins Relief des Hanges eingeschnittene Tiefenrinnen und Ablagerungen von Feinerde sind hierfür ein Anhaltspunkt. Bei oberhalb liegenden landwirtschaftlichen Flächen ist insbesondere der zweite Punkt zu prüfen, ob und in welchem Umfang Feinerde in den Bestand eingetragen und ggf. auch in diesem abgelagert wurde. Auch ein Schutteintrag von zum Beispiel oberhalb liegenden Felsabbrüchen ist bei der Analyse mit einzubeziehen.

Ergebnis dieses Schrittes:

Negative Einflussfaktoren auf mögliche Hangschutzwälder sind geprüft und erfasst und können bei der weiteren Planung berücksichtigt werden.

4.3 Schritt 3: Analyse der Waldfläche

4.3.1 Standortanalyse

Bei der Standortanalyse werden alle wichtigen, die Schutzwirkung des Bestandes betreffenden Kriterien in einem Aufnahmebogen (s. auch Anhang) aufgenommen. Zuerst wird geprüft, welche schützenswerte Objekte unterhalb des Hanges vorkommen. Dies können sowohl Gebäude bzw. Ortschaften sein als auch Straßen oder Bahntrassen. Die Exposition des Hanges sowie die Lage des Bestandes am Hang (Ober-, Mittel- oder Unterhang) gibt einen ersten Anhaltspunkt für die zu erwartenden Waldgesellschaften, die Höhe über NN (von – bis) über die Länge des Hanges. Die Hangneigung ist ein wichtiges Kriterium für die Gefahr, die vom Hang ausgeht; aufgenommen wird sowohl die durchschnittliche Hangneigung des Bestandes als auch das Maximum. Für

die Bewirtschaftung des Hanges spielt auch die bereits vorhandene Erschließung bzw. vorhandene Sicherungsbauwerke (Fangnetzte, Zäune) eine große Rolle, darum werden diese in der Standortanalyse ebenso mit aufgenommen.

Das Vorhandensein von Felsen bzw. Blöcken ist Voraussetzung für eine Steinschlaggefahr, die Lage und Flächenausdehnung dieser Felsen wird daher genauso aufgenommen wie eine möglicherweise vorkommende, flächige Schuttauflage. Der durchwurzelbare Feinboden wird in seiner Gründigkeit geschätzt. Diese Gründigkeit beeinflusst die Oberbodenerosion, zudem bieten tiefgründige Böden die Voraussetzung für das Wachstum dickerer und damit schwerer Bäume.

Datum:	FOA:	Revier:	Eigentümer:	Stratum:
Zu schützendes Objekt: (Aus GIS-Daten) Bundesstraße und Bahntrasse				
Hangneigung: (Aus GIS-Daten) ϕ 35°, max. 69°			Exposition: (Aus GIS-Daten) SSW	
Höhe ü. NN: (Aus GIS-Daten) 70 – 155 m			Lage am Hang: Unter-, Mittel-, Oberhang	
Erschließung: (Aus GIS-Daten + Begang) äußere Erschließung durch LKW-befahrbaren Weg oberhalb, keine innere Erschließung				
Sicherungsbauwerke: Spannetze				
Tiefenrinnen/Bäche: (Aus GIS-Daten + Begang), vorhanden, s. Nebenflächenbeschreibung				
Felsen/Blöcke vorh.: Am Oberhang vereinzelte Schiefer-Felsnasen				
Schuttauflage vorh.: Auf 25% d. Fläche, ca. 10-20 cm Auflage				
Durchwurzelb. Feinboden: Auf 75 % flachgründig, auf 25 % mittelgründig				
Beschreibung Hang: relativ gleichmäßig steiler Hang mit wenigen Felsnasen, erstaunlich mittelgründig am Oberhang, Hangfuß durch Bahn angeschnitten				

Abbildung 8: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Standort- und Umfeldanalyse

Eine textlich ausformulierte Beschreibung des Hangs hilft, die Gefährdung durch die Hangbeschaffenheit einzuschätzen.

4.3.2 Bestockung und Schichten

Nach der Standortanalyse wird der Bestand ähnlich einer klassischen Bestandesbeschreibung aufgenommen. Vorkommende Baumarten mit ihren geschätzten Flächenanteilen werden mit ihren mittleren Brusthöhendurchmessern und Höhen beschrieben, zudem wird der maximale BHD jeder Baumart notiert. Sollten zu dicke und daher zu schwere Bäume für die Hanglage vorhanden sein, kann dies über diesen Parameter erfasst werden.

Bestockung, Hauptschicht					
Baumarten:	Ei	HBU	Kir	Li	
BA-Anteile (Fläche):	70	20	5	5	
Mittl. Durchmesser:	15-25	15-25	40-50	45-50	
Max. BHD	45	35	60	70	
Anteile Nat. Altersklasse:	__% Jungwuchs __% Jungbestand 80% Stangenholz __% schwaches Baumholz 10% mittleres Baumholz __% starkes Baumholz __% sehr starkes Baumholz 10% unbestockt				
Vorrat Efm:	<input type="checkbox"/> 50 – 100 m ³ <input type="checkbox"/> >100 – 150 m ³ <input checked="" type="checkbox"/> >150 – 200 m ³ <input type="checkbox"/> >250 – 300 m ³ <input type="checkbox"/> >350 – 400 m ³ <input type="checkbox"/> >400 – 450 m ³ <input type="checkbox"/> _____ - _____ m ³				
Bestandesschluss:	<input type="checkbox"/> gedrängt <input checked="" type="checkbox"/> geschlossen <input type="checkbox"/> locker <input type="checkbox"/> licht <input type="checkbox"/> räumdig <input type="checkbox"/> mit Lücken <input type="checkbox"/> mit Löchern <input type="checkbox"/> Blöße <input type="checkbox"/> ungleichmäßig				

Abbildung 9: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Bestandesbeschreibung

In Kombination mit der Verteilung der natürlichen Altersklasse ergeben sich daraus wichtige Hinweise auf die Bewirtschaftung. Auch der Vorrat ist entscheidend für die Bewirtschaftung. Die Angabe zum Bestandesschluss dient zweierlei Dingen: Zum einen gibt sie einen Hinweis auf die Struktur des Bestandes (überbestockt, unterbestockt), zum anderen erhöhen Lücken im Bestand die Wahrscheinlichkeit für Bodenerosion und sind damit ein wichtiger Hinweis auf diese mögliche Gefahr.

Dieselben Parameter werden auch für weitere vorkommende Schichten aufgenommen.

Bestockung, Weitere Schicht <i>Unterschicht</i>		Auf % der Fläche: 20%			
Baumarten:	Li	Hasel			
BA-Anteile (Fläche):	80	20			
Mittl. Durchmesser:	10	10			
Max. BHD					
Anteile Nat. Altersklasse:	__% Jungwuchs 100% Jungbestand __% Stangenholz __% schwaches Baumholz __% mittleres Baumholz __% starkes Baumholz __% sehr starkes Baumholz				
Vorrat Efm:	<input type="checkbox"/> 50 – 100 m ³ <input type="checkbox"/> >100 – 150 m ³ <input type="checkbox"/> >150 – 200 m ³ <input type="checkbox"/> >250 – 300 m ³ <input type="checkbox"/> >350 – 400 m ³ <input type="checkbox"/> >400 – 450 m ³ <input checked="" type="checkbox"/> 10-20m ³				

Abbildung 10: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Bestandesbeschreibung nach Schichten

4.3.3 Statische Stabilisierungsmerkmale des Bestandes

Verschiedene Merkmale geben Hinweise auf die Stabilität von Einzelbäumen bzw. des Bestandesgefüges.

Das Verhältnis von Krone zu Stamm eines Baumes ist ein Indikator für die Stabilität des Einzelbaumes. Je großkroniger ein Baum ist, desto stabiler ist er gegenüber Sturmbelastung, je kleinkroniger ein Baum ist, desto mehr ist er das Stützgefüge des Bestandes angewiesen.

Kronenausformung- & form: <u>Mittelkronig</u> ; viele leicht, einige stark talseitig (v.a. dicke Linden am Unterhang) ausgeprägt	
Säbelwuchs:	<input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark v.a. am Unterhang, vereinzelt
Stabilitätsträger: regelmäßig in einem Abstand von ca. 30 m vorhanden, zumeist Eiche	
Vitalität: ok (1), einige absterbende Eichen (Trockenheit)	

Abbildung 11: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Stabilisierungsmerkmale

Eine einseitige, stark asymmetrisch ausgebildete Krone ist für die Stabilität eines Baumes von Nachteil, wohingegen eine symmetrische, schlanke Krone stabilisierend wirkt.

Säbelartig wachsende Bäume sind ein Indikator dafür, dass sich der Hang, auf dem sie wachsen, bewegt. Je ausgeprägter der Säbelwuchs ist, desto stärker ist bzw. war der Hang in Bewegung. Die Anzahl und Verteilung der Bäume mit Säbelwuchs lässt Rückschlüsse auf die Größe der Hangbewegung zu.

Die Anzahl und Verteilung der sog. Stabilitätsträger (langkronige stabile Einzelbäume) eines Bestandes sind ein wichtiger Parameter, da sich aus der Resistenz der Einzelbäume die Gesamtresistenz des Bestandes zusammensetzt. Auch erholen sie sich rascher im Vergleich zu kleinkronigen Bäumen nach Trockenphasen, wie sie in den letzten Jahren zu beobachten waren

Die Objektschutzfunktion von Stockausschlagwäldern wird auch durch die Vitalität der Einzelbäume bestimmt; vor allem durch die Trockenheit in den letzten Jahren ist eine abnehmende Vitalität zu beobachten. Bestimmt wird die Vitalität anhand der Kronenform (Vollkrone, Spießform, Krallenform und Grobastform) und in vier Stufen angegeben.

4.3.4 Weitere Parameter

Im Hinblick auf die mögliche Behandlung des Bestandes sind weitere Parameter wichtig. Neben der Verjüngungsform interessiert auch die Verjüngungsfläche, sowie Deckungsgrade möglicherweise vorkommender Bodenvegetation. Vernässungen können zu Bewirtschaftungserschwernissen führen.

Weitere Parameter	
Stufiger Bestandaufbau: <u>Nein</u>	
Verjüngungsform:	<input checked="" type="checkbox"/> kleinräumig (< 500 m ²) <input type="checkbox"/> horstweise (500 – 5.000 m ²) <input type="checkbox"/> flächig (> 5.000 m ²)
Verjüngungsanteil (Fläche): <u>5 %</u>	
Totholz stehend: <u>ca. 5 fm</u>	
Totholz liegend: <u>ca. 15 fm</u>	
Bodenvegetation, Arten u. Deckung: <u>Adlerfarn, Brombeere, div. Gräser, v.a. am Unterhang, 5 bis 25 %</u>	
Vernässungen (>1.000 m ²): <u>Keine</u>	

Abbildung 12: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, weitere Parameter

In einigen Beständen gibt es sehr viel stehendes und liegendes Totholz, das an sich schon eine Gefährdung (Rutschung entlang des Hangs, Zusammenbruch stehendes Totholz und Verletzung gesunder Bäume, Gefährdung bei Hieben) darstellen kann. Um diese Gefährdung abzuschätzen, wird das Totholz grob in seinem Volumen –getrennt nach liegendem und stehendem Totholz-

beim Flächenbegang aufgenommen. Zudem kann Totholz wichtige ökologische Funktionen in einem Bestand erfüllen.

Als letztes werden bereits während des Begangs Notizen zu möglichen Handlungsempfehlungen gemacht sowie kurz festgehalten, wieso es sich bei diesem Wald um Hangschutzwald handelt. Beispielsweise ist es wichtig, hier festzuhalten, ob Steinschlag oder Erosion zu sehen ist und so die vorhandene Gefahr zu benennen. Eine Skizze des Hangverlaufs ist für die weitere Planung der Maßnahmen hilfreich, bzw. gibt Hinweise auf möglicherweise notwendige Straßensperrungen.

Handlungsempfehlungen:	
<input type="checkbox"/> Bäume an Hangkanten entnehmen	<input type="checkbox"/> Bäume an Hangfuß pflanzen
<input checked="" type="checkbox"/> Starkholz entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Verjüngung einleiten
<input type="checkbox"/> Pufferzone unten ausbilden	<input type="checkbox"/> part. auf Stock setzen
<input type="checkbox"/> Weiteres:	
Warum Hangschutzwald (2-3 Sätze):	
<i>Steinschlaggefahr stellenweise gegeben, leichte Bodenbewegungen (Säbelwuchs) vorhanden,</i>	
<i>Erosion aus oberhalb liegender Lawi-Fläche, v.a. entlang Tiefenrinne, hier bereits viel Bodenabtrag -> Starkregen</i>	
<i>v.a. in Feinerdetaschen hohe/dicke Kirschen und Linden (Gefahr durch umstürzende Bäume),</i>	
<i>kaum Verjüngung der Ei</i>	
Skizze Hang:	
<input type="checkbox"/> Hang vollständig	<input type="checkbox"/> Hangfuß angeschnitten
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> steile Böschungskante
Gefährdung durch:	<input checked="" type="checkbox"/> Beschaffenheit Hang <input checked="" type="checkbox"/> Bestand
Gefährdungsklasse:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3

Abbildung 13: Beispielhaft ausgefüllter Aufnahmebogen, Notizen

4.3.5 Bestimmung der Gefährdungsklasse

In den Notizen wird auch notiert, ob eine Gefährdung für Objekte allein durch die Beschaffenheit des Hanges (wie bspw. Steinschlaggefahr) besteht oder ob der Bestand an sich auch gefährdend wirkt (bspw. durch sehr schwere, dicke Bäume). Die Gefährdungsklasse schließlich ist eine Kombination aus der Schutzpriorität des gefährdeten Objektes und der Schutzfunktion des Bestandes.

Die Schutzpriorität leitet sich aus den schützenswerten Objekten unterhalb des Hanges ab; ein Steilhang oberhalb einer Bahntrasse und Bundesstraße hat eine höhere Schutzpriorität als ein Hang oberhalb einer kleinen Landstraße.

Die Schutzfunktion des Bestandes ergibt sich in der Regel aus dem Gefährdungspotential (Steilheit der Fläche, Rutschgefährdung, Schuttüberlagerung, etc.) und der Beschaffenheit des Bestandes an sich. Die Schutzfunktion des Hanges ist umso höher, je ausgeprägter die Gefahr für Steinschlag, Bodenerosion oder durch den Bestand an sich ist. Eine wichtige Rolle spielt dabei auch der Hangfuß: Ist dieser angeschnitten oder sehr steil, ergeben sich daraus höhere Gefahrenpotentiale als durch einen vollständig ausgebildeten Hang, der unten flach ausläuft.

	Erosion	Steinschlag	Hangrutsch	Aufstockender Bestand	Mehrfachbelegung
Bahn	2	3	3	3	3
Bundesstraße	2	3	3	3	3
Ortschaften	3	2	3	2	3
Landstraße	1	1	1	1	3

	Erosion +1	Steinschlag +1	Hangfuß unvollständig geschnitten +1	Aufstockender Bestand +1	Mehrfachbelegung +2
Bahn +3	4	4	4	4	5
Bundesbahn +2	3	3	3	3	4
Ortschaften +1	2	2	2	2	3
Landesstraße+0	1	1	1	1	2



Abbildung 14: Herleitung der Gefährdungsklasse

Die Gefährdungsklasse ist immer abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und muss daher auch immer individuell hergeleitet werden. Allerdings gilt: Je höher die Schutzpriorität und je höher die Schutzfunktion des Bestandes, desto höher die Gefährdungsklasse.

Abbildung 14 verdeutlicht die Herleitung der Gefährdungsklasse. Die Schutzpriorität ist auf der y-Achse abgebildet, die Schutzfunktion auf der x-Achse. Mehrfachbelegung bedeutet, dass ein Hang bspw. gleichzeitig steinschlag- und hangrutschgefährdet sein kann. Je nach Kombination ergeben sich unterschiedliche Gefährdungsklassen.

Die Gefährdungsklasse zeigt, wie groß der Handlungsbedarf an den Hängen ist; zudem kann daraus eine zeitliche Priorisierung abgeleitet werden.

4.3.6 Zuordnung zu Stratum und Gefährdungsklasse

Flächen mit typischen, sich wiederholenden Waldzuständen- und Zusammensetzungen auf ähnlichen Standorts- und Hangsituationen können zu sog. Straten zusammengefasst werden. Diese Straten ähneln sich wiederum in den notwendigen Waldbau- und technischen Maßnahmen. Auch das Gefährdungspotential ähnelt sich in den Straten⁷.

Die im Projekt untersuchten Wälder lassen sich anhand ihres Vorrats, der Dimension der Bäume, der Gründigkeit des Bodens, der Lage am Hang und der Baumartenzusammensetzung in die folgenden vier⁸ Straten zusammenfassen und den folgenden Waldgesellschaften zuordnen:

- **Stratum 1:** Schwach bevorratete, lichte Eichen-Ahorn-Misch-Bestände im Stangenholzalter auf sehr flachgründigen Böden mit Felsdurchsatz (Trockene bis sehr trockene Französischer-Ahorn-Eichenwälder)
- **Stratum 2:** Schwach bevorratete, stellenweise lichte Eichenmisch-Bestände im Stangen- bis Baumholzalter auf flachgründigen z. T. etwas besser nährstoffversorgten Böden mit z. T. Blocküberlagerung (Mäßig trockene - trockene Eichen-Hainbuchen-Wälder)
- **Stratum 3:** Normal bis stark bevorratete Eichen-Buchen-Bestände im Baumholzalter auf mittel- bis flachgründigen Böden (Eichenmischwald mit einheimischen Laubbaumarten; z. T. mit Kiefer)
- **Stratum 4:** Nährstoff- und vorratsreiche ungleichaltrige (Edel-)Laubbestände mit Femelstrukturen auf tief- bis mittelgründigen Böden am Unter- bis Mittelhang (Schlucht- und Hangmischwälder Tilio-Acerion)

Häufig kommen verschiedene Straten auf einem Hangabschnitt vor, u.a. bedingt durch einen Wechsel der Exposition und einer Änderung der Hangneigung. Abbildung 15 zeigt einen Ausschnitt einer im Projekt angelegten Demonstrationsfläche.

⁷ Eine ausführliche Erläuterung der Straten und ihrer Parameter befindet sich im Anhang.

⁸ Insgesamt konnten im Projekt sieben Straten differenziert werden, aufgrund ihrer flächigen Ausdehnung können aber die ausgewählten vier Straten als die wichtigsten in Rheinland-Pfalz angenommen werden.



Abbildung 15: Die Farben zeigen die unterschiedlichen Expositionen, die Abstände zwischen den weißen Höhenlinien zeigen die Änderungen der Hangneigung.

Diese Fläche ist gekennzeichnet durch einen kleinräumigen Wechsel der Hangneigung bei gleichzeitigem Wechsel der Exposition. Um die darauf aufgenommenen Waldflächen abgrenzen und einem Stratum zuordnen zu können, hilft ein Schlüssel. Dieser wurde auf Basis der untersuchten Waldflächen entwickelt.

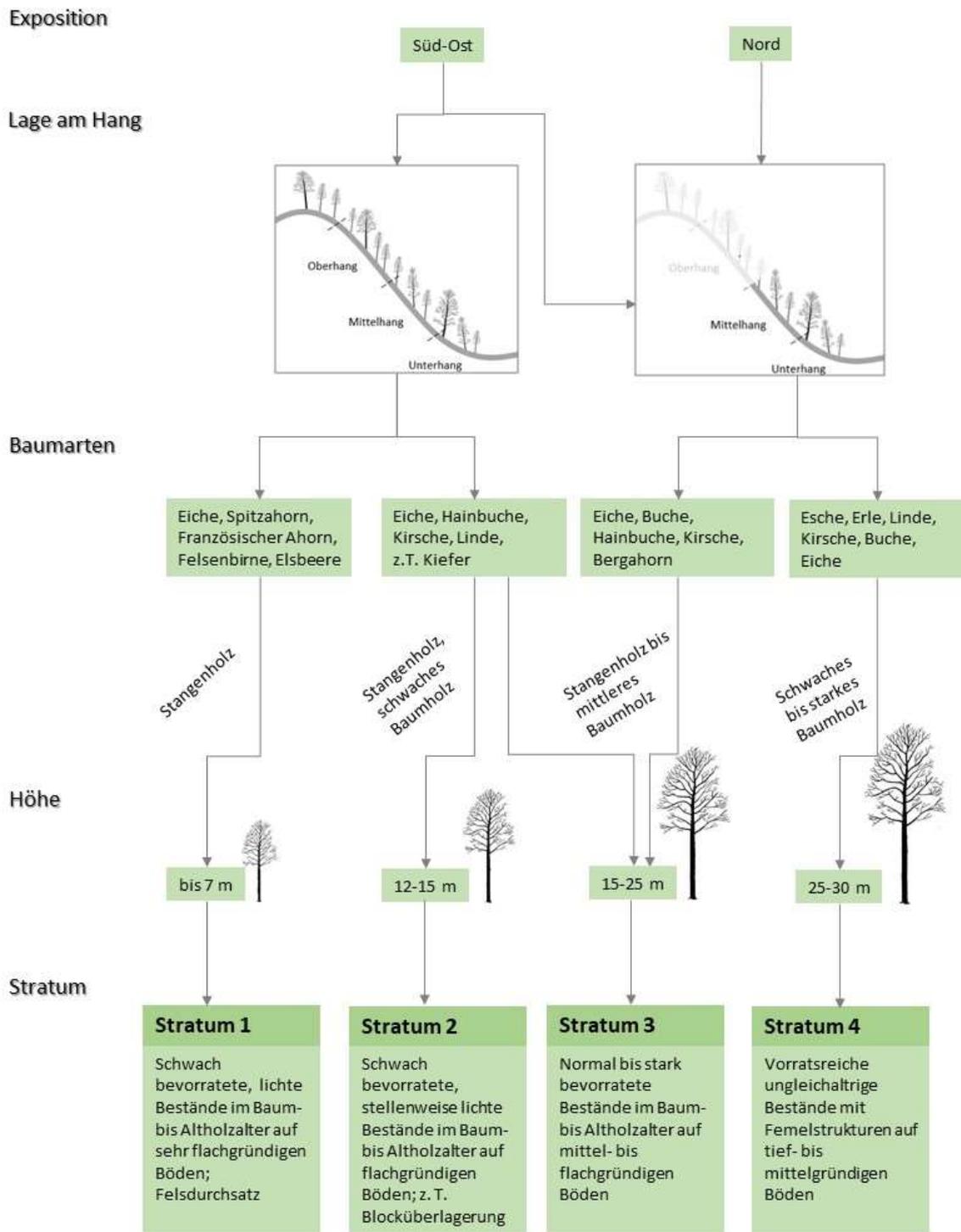
Der erste Schritt ist die Einordnung in eine eher nördliche oder eher süd-östliche Exposition des betrachteten Hangabschnittes. Durch die höheren Temperaturen und dadurch geringere Wasserverfügbarkeit stocken auf den süd-östlich exponierten Hängen eher trockene bis mäßig trockene Wälder.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Lage am Hang: Wälder des Stratums 4 kommen fast ausschließlich am Unterhang, Wälder des Stratums 1 dagegen eher am Oberhang vor. Über eine Zuordnung der Baumarten zu den Waldgesellschaften kann eine weitere Unterscheidung getroffen werden.

Letztlich führt die dominierende natürliche Altersstufe und die durchschnittliche Höhe des Bestandes zu einer Unterteilung in Straten. Die Straten 2 und 3 gehen häufig ineinander über, und zwar immer dann, wenn Mulden und Rückenlagen sich abwechseln. Auf den Rücken (flachgründiger) stockten oft Wälder des Stratums 2, die in den feinerdereicheren Mulden fließend in Stratum 3 übergehen.

Im ersten und zweiten Stratum lassen sich häufig eine Gefahr durch Steinschlag und teilweise auch Bodenerosion beobachten, wohingegen keine Gefährdung (Stratum 1) bzw. nur selten eine Gefährdung durch den Bestand (Stratum 2) gegeben ist. Im dritten und vierten Stratum steht die Gefahr durch Bodenerosion im Vordergrund, teilweise besteht Steinschlaggefahr. Auf diesen Flächen gibt es eine häufige Gefährdung durch den Bestand.

Sonderfall Hangrutschungen: Hangrutschungsgefährdete Bereiche sind nicht einem bestimmten Stratum zuzuordnen, sondern vor allem abhängig von der Geologie des Hanges.



Ergebnis dieses Schrittes:

Eine genaue Analyse der Hangschutzwälder ist erfolgt. Sie wurden einem Stratum und über die Schutzfunktion der Bestände und deren Gefährdungspotential einer Gefährdungsklasse zugeordnet. Eine Priorisierung der behandlungsbedürftigen Hangschutzwälder ist erfolgt.

5 BEHANDLUNGSKONZEPTE FÜR STRATEN

Im Planungsverfahren (Kapitel 4) wurde beschrieben, wie Stockausschlagflächen bestimmten Standort- und Wald-Straten zugeordnet werden. Mit jedem der vier Straten sind spezifische Standorte, Terrain-Situationen und resultierend bestimmte Waldtypen verbunden. Zudem bestimmt diese Kombination aus Standort und Waldtyp die Gefährdungen, die von diesem Stratum typischerweise ausgehen.

Behandlungsmaßnahmen, die in der besonderen Steilhangsituation und von der Boden- und Objektschutzfunktion her zielführend sind, werden im nächsten Kapitel im Einzelnen vorgestellt.

In diesem Kapitel werden für die vier Straten und ihre typischen Standorte, Gelände und Bestockungen die typischen Gefährdungen benannt. Daraus werden die im Klimawandel jeweilig anzustrebenden Zielstrukturen und Zielbestockungen qualitativ abgeleitet (vgl. Kapitel 8). Für jedes Stratum folgt ein Behandlungskonzept, um langfristiges Ziel des optimalen Hangschutzwaldes zu erreichen.

Die Zielvorstellung für jede Fläche ergibt sich aus dem Gefahrenpotential und dem optimalen Hangschutzwaldzustand. Es soll für jeden der Straten deutlich werden welche Zielsetzung besteht und welche Kombination von Maßnahmen typischerweise daraus folgt.

Je nach Waldschutzfunktion kann die Idealbestockung eines Bestandes leicht variieren. Ein Wald, der primär dem Steinschlagschutz dient, zeichnet sich durch seinen Stammzahlreichtum aus, vor allem am Hangfuß können vitale Stockausschläge ins Rollen gekommene Steine abbremsen oder ganz aufhalten. Zudem sollten eine großen, instabilen Bäume im Bestand stehen. Falls diese umfallen, können evtl. vorhandene Steine im Wurzelteller als Steinschlagquelle fungieren. Höhe Stöcke (ca. 1,3 m) und quer zur Falllinie liegendes Holz (evtl. gesichert) vergrößern die Oberflächenrauigkeit und dienen als Ergänzung zu stehenden Bäumen.

Die positive Waldwirkung gegenüber Oberflächenerosion beruht vor allem auf der Armierung des Bodens durch die Wurzeln der Bäume und der Krautvegetation. Eine geschlossene Vegetation vermindert außerdem die laufende Verwitterung und Destabilisierung von Lockergestein. Bestockungsgrade von mind. 0,7 sollten auf erosionsgefährdenden Hängen auch wegen der Beeinflussung des Wasserhaushaltes durch Interzeption und Transpiration angestrebt werden. In den Wintermonaten können flächig eingemischte Nadelbäume (z. B. Kiefer) die Interzeption erhöhen, den Oberflächenabfluss reduzieren und den Tropfenschlag mindern. Dadurch wird der Abtrag von Bodenmaterial durch Oberflächenabfluss vermindert.

Ein so aufgebauter Bestand zeigt auch eine positive Wirkung gegen flachgründigen Rutschungen. Zu schwere und instabile Bäume sollten vermieden werden, ebenso zu große Öffnungen im Bestand.

Zusammenfassend heißt das: Ein bezogen auf seine Funktionserfüllung optimaler Hangschutzwald ist gekennzeichnet durch Stabilität und Resilienz. Diese wird erreicht durch:

- a) die Auswahl und Steuerung einer im Klimawandel geeigneten, standortgerechten Baumartenzusammensetzung (siehe Kapitel 8).
- b) Arten- und Strukturreichtum, einen stufigen Aufbau, stabile Einzelbäume und eine kontinuierliche, gesicherte Verjüngung.

- c) Keine Lücken über 0,1-0,2 ha, die Vegetationsdecke des Bodens ist nahezu geschlossen und der Boden ist intensiv durchwurzelt.
- d) Einzel- bis gruppenweise Mischung und eine dauerwaldartige horizontale Verteilung der natürlichen Altersklassen.

Die Tabelle gibt einen Überblick, welche waldbaulichen Maßnahmen im jeweiligen Stratum notwendig sein können, *ist aber nicht abschließend. Jede Fläche ist individuell und kann davon abweichende Gefährdungssituationen aufweisen.* Die Gefährdungssituationen sind nach absteigender Bedeutung sortiert.

5.1 Stratum 1: Schwach bevorratete, lichte Eichen-Ahorn-Misch-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf sehr flachgründigen Böden; Felsdurchsatz

Standort	
Wasserhaushalt	Trocken-warm
Exposition	süd-ost exponiert ⁹
Hangneigung	sehr steil (> als 30° bzw. 60 %)
Lage am Hang (überwiegend)	Unter-, Mittel- und Oberhang
Terrain-Situation (Mikrorelief)	Rücken, Rippen, Felsnase
Tiefe des Solums (durchwurzelbarer Ober-/Feinboden)	Sehr flachgründig
Schutt	Häufig vorhanden
Blocküberlagerung	Ja, häufig vorhanden
Bestockung	
Waldgesellschafts-Zuordnung	Trockene bis sehr trockene Französischer-Ahorn-Eichenwälder
Baumarten (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Trauben- und Flaumeiche, Spitzahorn, Französischer Ahorn, Felsenbirne, Elsbeere
Zielbestockung im Klimawandel (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Flaumeiche, Französischer Ahorn, Mehlbeere, Elsbeere, Speierling, Felsenbirne (Traubeneiche)
Natürliche Altersstufe	Stangenholz
Höhe	Überwiegend bis 7 m
Vorrat	Schwach (< 100 m ³ /ha)
Überschirmung /Bestandesschluss	Überwiegend 60 - 70 %
Kronenausbildung	Kurzkronig, aber meist gute Ausformung

⁹ Die Charakterisierung nennt hier die überwiegend vorkommenden und damit typischen Ausprägungen. Das bedeutet nicht, dass nicht an einem nord-exponierten Oberhang eine Felsrippe alle Merkmale des Stratum 1 aufweisen kann.

Stabilitätsträger	keine vorhanden
Bodenvegetation	Vor allem Brombeere und Ginster
Verjüngung	Sehr wenig bis keine
Totholz	Klasse A
Vernässungen	Keine vorhanden
Erschließung	Sehr exponierte Lagen und daher: Keine vorhanden
Sonstiges	Keine wirtschaftliche Nutzung. Häufig Fangschutzzäune vorhanden.
Zielstruktur Hangschutzwald	Einzelbaum- bis truppweise gemischte, lockere Bestockung aus Sträuchern und Bäumen geringer Höhe mit aufrechtem Wuchs aus Kernwüchsen und durch Vereinzeln von Stockausschlägen und in fast plenterartiger vertikaler Struktur. Bodenvegetation nicht komplett, aber durch lockeren Bestandes-Aufbau nicht ausgedunkelt.

Gefährdungen	
Gefährdung durch Steinschlag / Blockschlag	Hoch - Entstehungsgebiet für Steinschlag, exponiert, steil, flachgründig mit Felsdurchbrüchen.
Bodenerosion	Mäßig hoch - Steil, Bodenvegetation und Bestockung oft nicht geschlossen, exponiert. Quellgebiet für Erosion, aber wenig erodierbares Material
Erdbeben / Hangrutschung	Gering - Flachgründig, anstehender Fels, trotz oft sehr steiler Hangneigung wegen geringer Menge an Lockermaterial geringe Gefährdung
Gefährdung durch den aufstockenden Bestand	Gering – Bäume von geringer Höhe und Gewicht, starke Hänger lösen bei Abbruch unterhalb eventuell Rutschungen aus, keine Mobilisierung von Schutt und Lockergestein beim Umstürzen. Bei Absterben der Bestockung: Erhöhung der Steinschlaggefahr & Erosion durch Witterungsexposition des Bodens, fehlende Durchwurzelung.
Häufig notwendige Maßnahmen	
IST-Situation bzw. Gefährdung	Maßnahme
Bäume an Hangkanten	Bäume an Hangkanten entnehmen (S.38)
Keine / wenig Verjüngung vorhanden	Verjüngung einleiten (S. 44)

5.2 Stratum 2: Schwach bevorratete, stellenweise lichte Eichenmisch-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf flachgründigen Böden; z. T. Blocküberlagerung

Standort	
Wasserhaushalt	Trocken-warm

Exposition	süd, süd-ost, süd-west exponiert
Hangneigung	Steil (40-60%) bis sehr steil (\geq als 30° oder 60%)
Lage am Hang (überwiegend)	Unter-, Mittel- und Oberhang
Terrain-Situation (Mikrorelief)	Oberhang bis sehr steile Mittelhänge
Tiefe des Solums (durchwurzelbarer Ober-/Feinboden)	Vorwiegend flachgründig, stellenweise mittelgründig
Schutt	Häufig vorhanden
Block/Felsüberlagerung	Ja, häufig vorhanden
Bestockung	
Waldgesellschafts-Zuordnung	Mäßig trockene bis trockene Eichen-Hainbuchen-Wälder
Baumarten (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Traubeneiche, Hainbuche, Kirsche, Winterlinde, z.T. Kiefer, Douglasie
Zielbestockung im Klimawandel (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Traubeneiche & Flaumeiche, Französischer Ahorn (Winterlinde, Feldahorn, Spitzahorn, Mehlbeere, Elsbeere, Speierling, Hainbuche)
Natürliche Altersstufe	Bis Stangenholz, schwaches Baumholz
Höhe	Überwiegend bis 12 m, z. T. bis 15 m;
Vorrat	Mittel (200 – 300 m ³ /ha))
Überschirmung /Bestandeschluss	Überwiegend 80 - 100 %
Kronenausbildung	Kurz- bis mittelkronig, häufig fahnenförmig und (leicht) hangseitig geneigt
Stabilitätsträger	Meist in regelmäßigen Abständen vorhanden (ca. 30 - 40 m), einige Bestände zu dicht, um Kronenentwicklung zuzulassen
Bodenvegetation	Häufig viel Moos, ansonsten wenig Gräser, Ginster und Brombeere
Verjüngung	Sehr wenig bis keine
Totholz	Klasse B
Vernässungen	Keine vorhanden
Erschließung	Häufig aus Niederwald entstanden; kaum wirtschaftliche Nutzung
Sonstiges	Sehr wenig bis keine
Zielstruktur Hangschuttwald	Truppweise gemischte, lockere Bestockung aus Bäumen der Zielbestockung bis 20 m Höhe mit aufrechten Wuchs aus Kernwüchsen und durch Vereinzeln von Stockausschlägen; Kronen gleichmäßig; in truppweise bis gruppenweiser ungleichaltriger vertikaler Struktur. Lockere Bodenvegetation und Verjüngungsschicht wechselnd, aber komplett durch lockeren Bestandes-Aufbau nicht ausgedunkelt.

Gefährdungen	
Gefährdung durch Steinschlag / Blockschlag	Hoch – Entstehungsgebiet für Steinschlag, steil, flachgründig aber auch mittelgründig, mehr Schutt und Boden als Stratum 1.
Bodenerosion	Sehr hoch - Steil, Bodenvegetation und Jungwüchse fehlen und Bestockung oft einförmig und geschlossen. Insbesondere bei Schattbaumarten wie unter Hainbuche oder Hasel. Quellgebiet für Erosion, aber deutlich mehr erodier-bares Material
Erdrutsch / Hangrutschung	Hoch - Flachgründig, oft steile Hangneigung und bereits größere Mengen an Lockermaterial
Gefährdung durch den aufstoc-kenden Bestand	Mäßig – Bäume von mittlerer Höhe und Gewicht, starke Hänger und Baumgruppen lösen bei Umbruch oder Abbruch unterhalb eventuell Rutschungen aus, Mobilisierung von Schutt und Lockergestein beim Umstürzen. Bei Absterben der Bestockung: Erhöhung der Steinschlaggefahr und besonders der Erosion durch Witterungsexposition des Bodens, fehlende Durchwurzelung. Hangrutschungsgefahr ansteigend.

Häufig notwendige Maßnahmen

IST-Situation bzw. Gefährdung	Maßnahme
Bäume an Hangkanten	Bäume an Hangkanten entnehmen
Keine / wenig Verjüngung vorhanden	Verjüngung einleiten
	Partiell auf Stock setzten
Bestand zu dicht, keine Krautschicht vorhanden	Durchforsten / Auflichten / Bestockungsgrad senken
Hangfuß unterbestockt (Steinschlaggefahr)	Bäume an Hangfuß pflanzen
Einzelbaumvolumen zu hoch	Starkholz entnehmen/ (Reduktion des Einzelbaumvolumens (S. 39)
Keine Pufferzone vorhanden	Pufferzone ausbilden
Bäume mit stark talseitig ausgeprägter Krone	Hänger entnehmen
Flächig ausgeprägter Säbelwuchs vorhanden	Säbelwuchs entnehmen

5.3 Stratum 3: Normal bis stark bevorratete Eichen-Buchen-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf mittel- bis flachgründigen Böden

Standort	
Wasserhaushalt	Trocken-warm
Exposition	überwiegend N, NO, NW exponiert; aber auch SO-exponiert
Hangneigung	Steil (40-60%)

Lage am Hang (überwiegend)	Unter- bis Mittelhang
Terrain-Situation (Mikrorelief)	Mittelhang, Unterhang
Tiefe des Solums (durchwurzelbarer Ober-/Feinboden)	(Flach -) mittelgründig
Schutt	Häufig vorhanden
Block/Felsüberlagerung	Vereinzelt vorhanden
Bestockung	
Waldgesellschafts-Zuordnung	Eichenmischwald mit einheimischen Laubbaumarten; z. T. mit Kiefer
Baumarten (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Traubeneiche, Buche, Winterlinde, Hainbuche, Kirsche, Bergahorn
Zielbestockung im Klimawandel (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Traubeneiche, Winterlinde, Spitzahorn, Hainbuche, Kirsche, Mehlbeere, Feldahorn (Bergahorn, Buche)
Natürliche Altersstufe	Stangenholz bis mittleres Baumholz, selten starkes Baumholz
Höhe	Überwiegend 15 m - 25 m
Vorrat	Mittel bis hoch (200 - 400 m ³ /ha)
Überschirmung /Bestandeschluss	Überwiegend 80 - 100 %
Kronenausbildung	(Kurz- bis) mittelkronig, häufig schmal und (leicht) hangseitig geneigt
Stabilitätsträger	Meist in regelmäßigen Abständen vorhanden (ca. 30 m), einige Bestände zu dicht, um Kronenentwicklung zuzulassen
Bodenvegetation	Häufig wenig Bodenvegetation aus Gräsern und krautigen Pflanzen
Verjüngung	Kaum Verjüngung
Totholz	Klasse B - C
Vernässungen	Selten
Erschließung	Meist keine Erschließung
Sonstiges	Häufig aus Eichen-Niederwald entstanden; Erträge aus Nutzung bei vorhandener Erschließung wegen Produktivität, Ziel-Dimensionen und Qualität zur Deckung der Hangsicherungsaufwände relevant.
Zielstruktur Hangschuttwald	Truppweise bis gruppenweise gemischte, lockere Bestockung aus Bäumen der Zielbestockung bis ca. 25 m Höhe mit aufrechtem Wuchs aus Kernwüchsen und durch Vereinzeln von Stockauschlägen; Kronen gleichmäßig; in gruppenweiser ungleichaltriger vertikaler Struktur. Bodenvegetation und Verjüngungsschicht wechselnd, aber komplett durch lockeren Bestandes-Aufbau nicht ausgedunkelt.

Gefährdungen	
Gefährdung durch Steinschlag / Blockschlag	Mäßig häufige und mäßig starke Steinschlaggefahr. Transitgebiete im Unterhang auch Auslaufgebiete für Steinschlag. Mehr Schutt und Feinboden als in Stratum 2 kann mitgerissen werden.
Bodenerosion	Hoch und häufig – steile Hänge mit deutlich mehr Feinerde und Schutt als Stratum 2, Bodenvegetation und Jungwüchse fehlen und Bestockung oft einförmig und geschlossen. Insbesondere bei Schattbaumarten wie unter Hainbuche oder Hasel.
Erdbeben / Hangrutschung	Hoch – Flachgründige oder bereits mittelgründige Rutschungen möglich, oft steile Hangneigung und bereits größere Mengen an Lockermaterial.
Gefährdung durch den aufstockenden Bestand	Stark und häufig – Bäume von Höhe bis > 25 m und entsprechendem Gewicht, starke Hänger, verkeilte Kronen und Baumgruppen lösen bei Umbruch oder Abbruch unterhalb Rutschungen aus, Mobilisierung von Schutt und Lockergestein beim Umstürzen. Bei Absterben der Bestockung: Starke Erhöhung der Erosion durch Niederschlag, fehlende Durchwurzelung. Hangrutschungsgefahr deutlich ansteigend durch Reduktion der Interzeption und Transpiration.

Häufig notwendige Maßnahmen

IST-Situation bzw. Gefährdung	Maßnahme
Zu wenige/ nicht gut ausgeprägte Stabilitätsträger	Stabilitätsträger fördern
Bäume an Hangkanten	Bäume an Hangkanten entnehmen (S. xy)
Einzelbaumvolumen zu hoch	Starkholz entnehmen
Keine / wenig Verjüngung vorhanden	Verjüngung einleiten
Partiell auf Stock setzten	Partiell auf Stock setzten
Bestand zu dicht, keine Krautschicht vorhanden	Durchforsten / Auflichten / Bestockungsgrad senken
Bäume mit stark talseitig ausgeprägter Krone	Hänger entnehmen
Flächig ausgeprägter Säbelwuchs vorhanden	Säbelwuchs entnehmen

5.4 Stratum 4: Vorratsreiche ungleichaltrige (Edel-)Laubbestände mit Femelstrukturen auf tief- bis mittelgründigen Böden am Unter- bis Mittelhang

Standort	
Wasserhaushalt	trocken-warme bis feuchten Standorte
Exposition	überwiegend N, NO, NW exponiert

Hangneigung	Zumeist steil (40-60%), teilweise mäßig steil (30-40%)
Lage am Hang (überwiegend)	Unter- bis Mittelhang
Terrain-Situation (Mikrorelief)	Rinne, Mulde, Unterhang
Tiefe des Solums (durchwurzelbarer Ober-/Feinboden)	Mittel- bis tiefgründig
Schutt	Häufig vorhanden
Block/Felsüberlagerung	Vereinzelt vorhanden
Bestockung	
Waldgesellschafts-Zuordnung	Schlucht- und Hangmischwälder Tilio-Acerion
Baumarten (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Winterlinde, Buche, Esche, Kirsche, Traubeneiche, Hainbuche
Zielbestockung im Klimawandel (Reihenfolge nach Eignung und Häufigkeit)	Traubeneiche, Hainbuche, Winterlinde, Spitzahorn, Kastanie, Buche (Esche)
Natürliche Altersstufe	Schwaches bis starkes Baumholz
Höhe	Überwiegend 20 m - 30 m
Vorrat	Hoch, 300 - 450 m ³ ;
Überschirmung / Bestandeschluss	Überwiegend voll bestockt (95 - 100 %)
Kronenausbildung	(Kurz- bis) mittelkronig, häufig schmal und (leicht) hangseitig geneigt
Stabilitätsträger	Ja, regelmäßig (alle 20 - 50 m) vorhanden
Bodenvegetation	Gräser, Farne; Silberblatt als Zeiger; krautig
Verjüngung	Verjüngung vorhanden, aber wenig
Totholz	Klasse B - C
Vernässungen	Selten
Erschließung	Meist keine Erschließung
Sonstiges	Häufig zu schwere Bäume (BHD >> 40 cm, Höhe > 25 m) für Hanglage. Erträge aus Nutzung bei vorhandener Erschließung wegen Produktivität, Ziel-Dimensionen und Qualität zur Deckung der Hangsicherungsaufwände relevant.
Zielstruktur Hangschutzwald	Truppweise bis gruppenweise gemischte, lockere Bestockung aus Bäumen der Zielbestockung bis ca. 25 m Höhe und BHD 45 cm; Aufrechte Wuchs aus Kernwüchsen und durch Vereinzeln von Stockausschlägen; Kronen gleichmäßig; In gruppenweiser ungleichaltriger vertikaler Struktur. Bodenvegetation und Verjüngungsschicht wechselnd, aber komplett durch lockeren Bestandes-Aufbau nicht ausgedunkelt.

Gefährdungen	
Gefährdung durch Steinschlag / Blockschlag	Mäßige Steinschlaggefahr in steilen Rinnen, geringe in Mulden und Unterhängen. Transitgebiete in Rinnen, am Unterhang Auslaufgebiete für Steinschlag.
Bodenerosion	Hoch und häufig – steile Rinnen mit Akkumulation und in Rinnenmitte Auswaschung von Feinerde und Schutt, dort Bodenvegetation und Jungwüchse oft fehlend. Mäßig bis gering und selten - in Mulden und an Unterhängen. Auch dort Bodenvegetation oft fehlend. Bestockung dicht, einförmig, stark beschattend (Linde, Buche) und geschlossen.
Erdrutsch / Hangrutschung	Hoch – steile Rinnen als Akkumulationsbahnen und größeren Mengen an Lockermaterial. Flachgründige oder bereits mittelgründige Rutschungen möglich. Mäßig bis gering – mäßig steile Mulden und Unterhänge.
Gefährdung durch den aufstockenden Bestand	Stark und häufig – Bäume von Höhe bis > 30 m und entsprechendem Gewicht, starke Hänger, verkeilte Kronen und Baumgruppen lösen bei Umbruch oder Abbruch unterhalb Rutschungen aus, Mobilisierung von Schutt und Lockergestein beim Umstürzen. Bei Absterben der Bestockung: In steilen Rinnen - starke Erhöhung der Erosion durch Niederschlag, fehlende Durchwurzelung. Hangrutschungsgefahr deutlich ansteigend durch Reduktion der Interzeption und Transpiration. Wenig veränderte Gefährdungslage im Bereich mäßig steiler Mulden und Unterhänge.

Häufig notwendige Maßnahmen

IST-Situation bzw. Gefährdung	Maßnahme
Zu wenige/ nicht gut ausgeprägte Stabilitätsträger	Stabilitätsträger fördern
Einzelbaumvolumen zu hoch	Starkholz entnehmen
Flächig ausgeprägter Säbelwuchs vorhanden	Säbelwuchs entnehmen
Bestand zu dicht, keine Krautschicht vorhanden	Durchforsten / Auflichten / Bestockungsgrad senken
Bäume mit stark talseitig ausgeprägter Krone	Hänger entnehmen

6 BEHANDLUNGSMÄßNAHMEN IM EINZELNEN

Im Folgenden werden die typischen Gefährdungssituationen und Gegenmaßnahmen in Steilhängen beschrieben. Einige Gefährdungssituationen sind einzeln angesprochen, andere können über eine Kombination von Maßnahmen angegangen werden. Beispiel Durchforstung, Auflichtung: Wichtig hier ist Zonierung, Baumartenvielfalt und Strukturvielfalt.

6.1 Bäume an Abbruchkanten zurücksetzen

Warum: Bäume an oder auf Hangkanten müssen entnommen werden. Durch ihre Hebelwirkung bei Wind kann ihr Wurzelwerk Steine an der Abbruchkante lockern und so zum Steinschlag beitragen bzw. Bodenerosion auslösen. Zudem verhindern sie eine Stabilisierung der Hangkanten durch krautige Vegetation. Vor allem talwärts hängende Bäume ohne ausreichend Verankerung sollten gefällt werden.



Wie: Eichen und andere stockausschlagfähige Baumarten an Abbruchkanten sind regelmäßig auf den Stock zu setzen. Beim regelmäßigen Stockhieb bleibt meist der Hauptteil des Wurzelstocks intakt und hält bereits gelockertes Gestein ggf. zusammen. Gleichzeitig wird die Hebelwirkung durch den Baum zeitweilig ausgesetzt und nimmt erst langsam bis zum folgenden Stockhieb erneu zu.

6.2 Stabilitätsträger fördern



Warum: Ein Ziel der Pflegemaßnahmen von Stockausschlagwäldern ist die individuelle Entwicklung der Stabilitätsträger der Bestände um neben der Stabilität der Einzelbäume ihre Überlebenswahrscheinlichkeit bei Störungsereignissen zu erhöhen. Aus der Resistenz der Einzelbäume setzt sich letztendlich die Gesamtresistenz des Bestandes und damit seine Möglichkeit der Erhaltung der Objektschutz im Rahmen von Schadereignissen zusammen. Durch das am individuellen Einzelbaum ausgerichteten Behandlungskonzept lassen sich langkronige stabile Einzelbäume entwickeln. Diese Stabilitätsträger des Bestandes erholen sich auch rascher im Vergleich zu kleinkronigen Bäumen nach Trockenphasen, wie sie in den letzten Jahren zu beobachten waren.

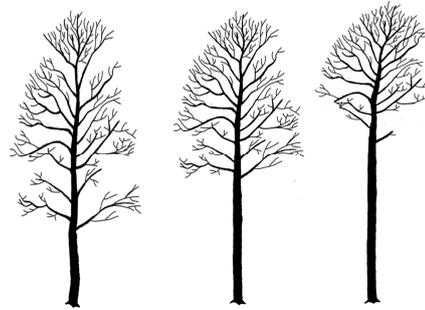
Bei für den Standort ungeeigneten Baumarten muss angemerkt werden, dass eine gut ausgebildete Krone des Einzelbaumes negative Reaktionen auf den Klimawandel lediglich verzögern kann. Das grundlegende Problem der langfristigen Standortseignung und des Ausfalls nicht an die Standortentwicklung angepasster Baumarten ist hierdurch nicht gelöst.

Wie: zuerst müssen vorhandene Stabilitätsträger im Bestand identifiziert werden. Diese zeichnen sich durch ihren geraden Wuchs, gleichmäßige, große Kronen und ihre Vitalität aus. Durch Entnahme von Bedrängern, vor allem auf der Hangoberseite, werden diese freigestellt und gefördert. Dabei muss auch darauf geachtet werden, dass passende Baumarten für den jeweiligen

Standort ausgewählt werden. Bereits zu schwere Bäume (je nach Stratum unterschiedlich aber generell ab BHD > 40 cm) sollten nicht als Stabilitätsträger gewählt werden.

6.3 Talseitige Hänger entnehmen

Warum: In Steilwäldern zeigen Baumkronen die Tendenz, sich talabwärts zu neigen und sich gegenseitig zu überlappen. Eine einseitige, stark asymmetrisch ausgebildete Krone ist für die Stabilität eines Baumes von Nachteil, wohingegen eine symmetrische, schlanke Krone stabilisierend wirkt. Um die Stabilität des Bestandes zu fördern, sollten starke Hänger entnommen werden.



Das Verhältnis von Krone zu Stamm eines Baumes ist ein Indikator für die Stabilität des Einzelbaumes. Je großkroniger ein Baum ist, desto stabiler ist er gegenüber Sturmbelastung, je kleinkroniger ein Baum ist, desto mehr ist er das Stützgefüge des Bestandes angewiesen. Burschel und Huss (1987) beschreiben die Stabilität des Einzelbaumes u.a. über sein Bekronungsprozent. Bei einem Bekronungsprozent von über 60 % (langkronig) beschreiben sie die Stabilität als gut, bei 20 % (kurzkronig) als gering, dazwischen als ausreichend (mittelkronig).

Wie: Häufig muss bei der Fällung von Hängern mit Seiltechnik gearbeitet werden, um ein Herunterrutschen der gefällten Stämme zu vermeiden. Nicht immer ist dazu ein Seilkran notwendig, auch eine Rücke-Raupe mit Seilzug genügt, um die Fällrichtung beeinflussen zu können.

6.4 Reduktion des Einzelbaumvolumens



Warum: In instabilen Hängen oder Hangbereichen kann das Gewicht der im Hang stockenden Bäume Rutschungseffekte zum Beispiel von einer Schuttauflage oder von Feinerdematerial noch verstärken. Dementsprechend ist das Gewicht der Einzelbäume im Hang bei Maßnahmen zu beachten und die Gesamtmasse auf sich in Bewegung befindenden Hangpartien gering zu halten.

Mit der Reduktion des Einzelbaumvolumens durch die Entnahme starker großvolumiger Bäume geht neben der Reduktion der im Bestand verbleibenden dicken Bäume meist auch eine Reduzierung des Durchschnittsalters einher. Mit der Reduktion der besonders störungsanfälligen älteren Bäume werden die Störungsrisiken für den Bestand verringert. Dies ist insbesondere für Objektschutzwälder wichtig, in denen ein Einsatz von Holzerntetechnik auf Grund unzureichender Erschließung nur eingeschränkt möglich ist. Die im Vergleich zu herkömmlichen Wäldern angestrebte kürzere Verweildauer im Bestand ermöglicht auch einen schnelleren Baumartenwechsel bei für die Anpassung an den Klimawandel ungeeigneten Baumarten. Kurzfristig kann mit der Entnahme einzelner starker Bäume aus dem Bestandesgefüge der meist über viele Jahrzehnte ungepflegten Wälder eine kleinräumige Destabilisierung einhergehen. Durch die im Vergleich

zur bisherigen Pflege der Bestände häufigeren Eingriffe werden die Bestände umgebaut, so dass durch die gezielten Eingriffe langfristig keine großvolumigen Bäume von denen eine erhöhte Objektgefährdung ausgeht in den Beständen entwickelt werden.

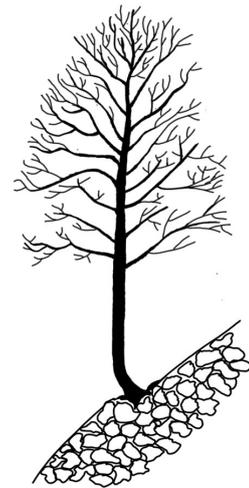
Wie: Ebenso wie bei der Entnahme von Hängern muss auch hier bei Fällung häufig mit Seiltechnik gearbeitet werden, um ein Herunterrutschen der gefällten Stämme zu vermeiden. Ein Ablegen der Stämme quer zum Hang kann diesen terrassieren (s.a. Kapitel 6.8).

6.5 Säbelwuchs

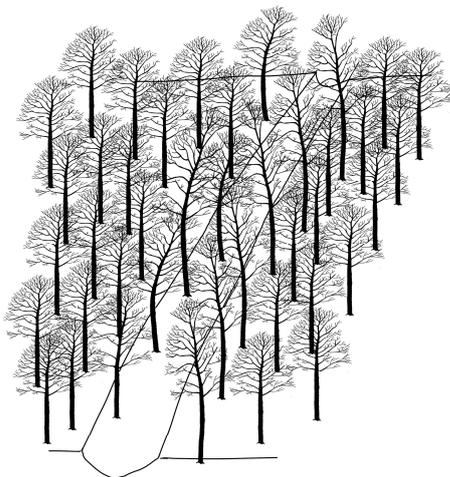
Warum: Säbelartig wachsende Bäume sind ein Indikator dafür, dass sich der Hang, auf dem sie wachsen, bewegt. Je ausgeprägter der Säbelwuchs ist, desto stärker ist bzw. war der Hang in Bewegung. Die Anzahl und Verteilung der Bäume mit Säbelwuchs lässt Rückschlüsse auf die Größe der Hangbewegung zu.

Säbelartig und damit exzentrisch wachsende Stämme sind instabiler als aufrecht wachsende Bäume und sollten daher entnommen werden.

Wie: Das Vorgehen gleicht der Entnahme von talseitigen Hängern.



6.6 Freihalten von Tiefenrinnen



Warum: Durch die Ablagerung von Feinerde, die z.B. aus höheren landwirtschaftlichen Flächen ausgetragen wird, reichert sich hier Boden an, der im Vergleich zum umgebenden Bestand meist zu besseren Wuchsbedingungen führt. Hierdurch entwickeln sich die dort wachsenden Bäume im Höhen- und Volumenwachstum deutlich besser.

In die Rinne eingetragenes und akkumuliertes Material kann sich z.B. bei Starkregenereignissen nach unten bewegen und hierdurch das zu schützende Objekt gefährden. Erhöht wird dieses Gefährdungspotential von Hangrutschungen, wenn in der Tiefenrinne wachsende Bäume nur in der aufliegenden Feinerde wurzeln und

durch ihr Gewicht zusätzlich den aufliegenden Oberboden erschweren. Aus waldbaulicher Sicht ist die Rinne freizuhalten, so dass sich hier kein Material hinter stehenden und liegenden Bäumen ansammeln und konzentriert auf das zu schützende Objekt ausgetragen werden kann. Bei Entwicklungsmaßnahmen im umliegenden Bestand dürfen keine Äste oder Bäume in der Rinne

nach der Maßnahme verbleiben. Bereits in der Rinne wachsende Bäume sind zu entfernen und im umliegenden Bestand abzulegen.

Sind steile Ränder der Tiefenrinne zum umliegenden Bestand instabil und besteht eine Gefährdung, dass mit Bäumen bestockte Hangteile oder Bäume in die Tiefenrinne stürzen könnten, bzw. Bäume durch Windbewegung Steine lösen können sind diese Bäume an den Hangkanten zur Tiefenrinne auf den Stock zu setzen.

Wie: Ebenso wie bei der Entnahme von Hängern muss auch hier bei Fällung häufig mit Seiltechnik gearbeitet werden, um ein Herunterrutschen der gefällten Stämme zu vermeiden. Bäume an und in Rinnen sollten aus dem Bestand gerückt werden.

6.7 Trockenmauern

In einigen Waldgebieten entlang von Rhein und Mosel wurden früher am selben Hang Niederwaldwirtschaft und Weinbau betrieben. Nach Aufgabe des Weinbaus, häufig in Folge der Verbreitung der Reblaus, siedelte sich Wald auf diesen Flächen an.

Auf Trockenmauern wurzelnde Bäume zerstören diese, eine ganzjährige Beschattung führt dazu, dass die Mauern im Sommer nicht trocknen können und dadurch im Winter Frostrisse entstehen können. Dies führt in diesen Wäldern stellenweise zu hohem Schuttaufkommen, dadurch zu einer Reduktion der Verjüngung sowie Bodenvegetation und Gefahr durch Steinschlag durch Trockenmauersteine.

Eine Entnahme der aufstockenden bzw. in der Nähe wurzelnden Bäume verhindert die weitere Zerstörung der Mauern.

6.8 Ablage von Bäumen im Bestand

Gefällte Bäume im Bestand müssen - falls sie nicht gerückt werden - so abgelegt werden, dass von Ihnen keine Gefahr ausgeht. Dies kann zum Beispiel durch das hangparallel ablegen hinter Stubben, stabilen Bäumen oder Felsen erreicht werden. Es bietet sich an, die Stubben recht hoch (mind. 60 cm) stehen zu lassen. Das Ablegen der Baumstämme dient dabei mehreren Zielen:

- Eine Reduktion der Holzerntekosten, wenn vom Rücken aus dem Bestand abgesehen wird.
- Eine Terrassierung des Hangs. Hinter den quer abgelegten Bäumen kann sich Feinerde ansammeln und Verjüngung die Möglichkeit zum Keimen bieten.
- Ggf. sammelt sich auch Schotter und evtl. Steinschlag hinter den Bäumen, so dass die Gefährdung für darunter liegende Objekte abnimmt.

Es ist zu beachten, dass kein Austrag von Bäumen oder Astmaterial in Gewässer (Rinnen) erfolgen kann.

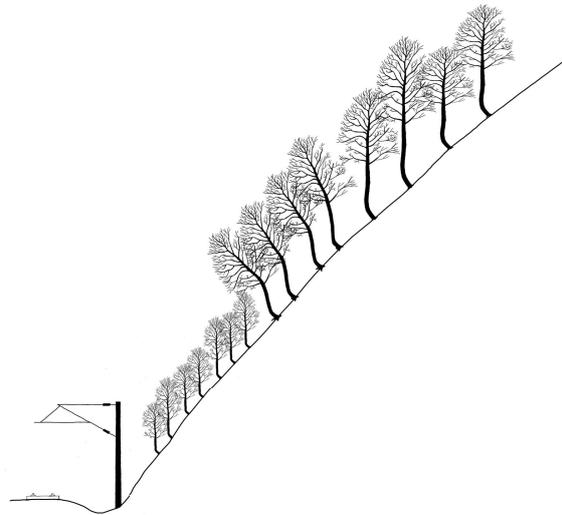
Bäume mit einem größeren Volumen sind je nach Hangsituation aus dem Bestand zu entnehmen. In einer feinerdereichen Mulde mit vielen schweren Bäumen sollten nicht alle im Bestand belassen werden, um ein zu hohes Gewicht und evtl. dadurch bedingte Rutschungen zu vermeiden. Eventuell ist bei der fehlenden Möglichkeit mit einem Schlepper oder einer Rucke-Raupe

im Bestand zu arbeiten, der Einsatz eines Seilkrans notwendig. In Abhängigkeit von der örtlichen Gegebenheit erleichtert ein diagonales Anlegen von Seitrassen im Hang einen großflächigen Seileinsatz im Bestand. Das zeitaufwändige Umsetzen der Seilkrananlage kann hierdurch ggf. reduziert werden.

6.9 Zonierung zur Entwicklung von Beständen

Anlage einer Pufferzone zum schützenden Objekt

Entlang des zu schützenden Objekts wird im Bestand eine 10-25 m breite Pufferzone anlegen, in der regelmäßig streifenweise die Bäume auf den Stock gesetzt werden, so dass sich ein stammzahlreicher Streifen mit jungen stockausschlagfähigen Bäumen entwickelt. Hierdurch sollen aus dem Mittel- und Oberhang rollende Steine abfangen oder zumindest abgebremst werden. Durch eine regelmäßige Auflichtung wird der stammzahlreiche Zustand erhalten und ergänzende Sträucher tragen zur Funktionserfüllung des Schutzstreifens zusätzlich bei. Sollten nicht ausreichend stockausschlagfähige Baumarten vorhanden sein sind ergänzende Pflanzungen vorzunehmen. Für den nächsten Entwicklungseingriff des Bestandes muss dessen Wuchsdynamik und die individuelle Gefährdungssituation berücksichtigt werden. Erst wenn sich der Schutzstreifen entwickelt hat und die notwendige Schutzfunktion (Puffer) erfüllt können weitere flächige Maßnahmen erfolgen. Hierdurch entstehen zwangsläufig längere zeitliche Abstände zwischen den einzelnen Entwicklungsmaßnahmen.



erhalten und ergänzende Sträucher tragen zur Funktionserfüllung des Schutzstreifens zusätzlich bei. Sollten nicht ausreichend stockausschlagfähige Baumarten vorhanden sein sind ergänzende Pflanzungen vorzunehmen. Für den nächsten Entwicklungseingriff des Bestandes muss dessen Wuchsdynamik und die individuelle Gefährdungssituation berücksichtigt werden. Erst wenn sich der Schutzstreifen entwickelt hat und die notwendige Schutzfunktion (Puffer) erfüllt können weitere flächige Maßnahmen erfolgen. Hierdurch entstehen zwangsläufig längere zeitliche Abstände zwischen den einzelnen Entwicklungsmaßnahmen.

Der zweite Schritt

In Zone zwei werden, beginnend von der Pufferzone hangaufwärts, alle das Schutzziel gefährdende Bäume entnommen und mit dieser Maßnahme einhergehend eine Verjüngung eingeleitet. Bei alten Stöcken, die aus Stockausschlag entstanden sind, besteht ggf. eine unzureichende Stabilität für die Bäume. In Teilen können diese Stöcke und ihr Wurzelwerk sehr klein ausgeprägt bzw. Teile des Stocks abgestorben sein. Dementsprechend ist es wichtig die Maßnahme in einem Mastjahr durchzuführen, so dass sich neue stabile Kernwüchse entwickeln können.

Bei der Entwicklungsmaßnahme werden (möglichst) alle Hänger entnommen und Stabilitätsträger durch eine ausreichende Freistellung gefördert. Stabile vitale Gruppen werden dabei im Bestand erhalten und als eine Einheit behandelt. Hierdurch wird in dieser Zone bereits ein erster Schutzstreifen vor dem Beginn weiterer Maßnahmen entwickelt.

6.10 Erhöhung der Baumartenvielfalt

Warum: Die Erhöhung der Baumartenvielfalt ist eines der entscheidenden Kriterien zur Anpassung der Stockausschlagwälder an die sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen. Mischbestände mit geeigneten Baumarten gelten als störungs- und stressresistenter als Reinbestände und erholen sich nach Störungen schneller. Häufig weisen die verschiedenen Baumarten unterschiedliche Toleranzen auf. Daher sind Mischbestände gegen zukünftige unsichere Bedingungen besser abgesichert als Reinbestände. Durch die Baumartenvielfalt der Mischbestände ist darüber hinaus die Möglichkeit bei der natürlichen Verjüngung größer als bei Beständen mit nur einer Baumart. Auch wenn nicht alle Baumarten aktuell in der herrschenden Kronenschicht einen Platz einnehmen, so können diese dennoch bei sich veränderten klimatischen Rahmen- und Standortsbedingungen zukünftig eine tragende Rolle in den Beständen einnehmen, wenn zum Beispiel trockenheitsbedingt andere Baumarten ausfallen. Beispielsweise könnte die Eibe eine größere Rolle in zukünftigen Hangwäldern einnehmen. Neben diesen klimatischen Gesichtspunkten stellt bei der Baumartenkombination im Rahmen der Verjüngungsplanung die natürliche Waldgesellschaft den primären Ausgangspunkt dar.

Wie: Bei der Pflege der Hangschutzwälder ist darauf zu achten, Mischbaumarten zu erhalten und zu fördern. Dies erfordert häufig eine Abwägung verschiedener Sachverhalte: Soll die Kastanie als seltene Mischbaumart erhalten werden, obwohl sie einen Stabilitätsträger bedrängt? Kann die Mehlbeere, obwohl sie auf einer Abbruchkante stockt, stehen bleiben? Diese Entscheidungen müssen, unter Einbeziehung der Häufigkeit und Verteilung von Mischbaumarten im jeweiligen Bestand, situationsbedingt getroffen werden.

6.11 Erhöhung der Strukturvielfalt

Warum: Die Struktur der Stockausschlagwälder wird durch die vertikale Heterogenität von Beständen hinsichtlich der Größe der Bäume und dem horizontalen Nebeneinander der verschiedenen Baumarten und die Größe der Einzelbäume in ihren unterschiedlichen Entwicklungsstufen geprägt. Eine hohe Vielfalt an unterschiedlichen Baumarten mit unterschiedlichem Alter, korrespondierendem Durchmesser und Höhe führt zu einer hohen Strukturvielfalt und Sicherheit gegen Störungsereignisse. Meist sind bei Störungsereignissen wie zum Beispiel Stürmen nur Bäume bestimmter Größenklassen bzw. bei Kalamitäten bedingt durch Schadinsekten nur bestimmte Baumarten betroffen. Nach solchen Störungsereignissen bleiben in gut strukturierten Beständen meist Bäume erhalten, die die Objektsschutzfunktion der Bestände weiter gewährleisten oder im Vergleich zu gleichaltrigen Reinbeständen schnell wiederherstellen können.

Wie: Durch kontinuierliche Pflege, den Erhalt von Mischbaumarten und der Wahl klimastabiler Baumarten kann eine große Strukturvielfalt erreicht werden.

6.12 Erhöhung der genetischen Vielfalt

Warum: Ein Anstieg der genetischen Vielfalt der jeweiligen Baumart in den Stockausschlagwäldern trägt zur Anpassung dieser bei sich verändernden Rahmenbedingungen bei. Genetische

Vielfalt ist die Vielfältigkeit der Erbanlagen innerhalb einer Art. Innerhalb eines gewissen Rahmens passen sich hierdurch Baumarten an einen lokalen Standort an, was sich auch in der Phänologie und dem Wachstum der Bäume zeigt. Dabei zeigen die Baumarten eine erhebliche Variation in den anpassungsrelevanten Merkmalen.

Wie: Der natürlichen Verjüngung der Bestände durch Kernwüchse kommt bei der Erhaltung der genetischen Vielfalt der Stockausschlagwälder eine zentrale Rolle zu. Durch Pflanzung von weiteren Baumarten aus geeigneten Herkünften kann die genetische Vielfalt der Bestände weiter erhöht werden.

6.13 Verjüngung der Bestände

Warum: Gleichaltrige, strukturarme Bestände sind in der Regel anfälliger für typische Risiken am Steilhang und leisten einen deutlich geringeren Schutzbeitrag. Um das Ziel eines dauerwaldartigen Schutzwaldes zu erreichen, ist daher eine gesicherte, kontinuierliche Verjüngung ausschlaggebend. Vor allem vor dem Hintergrund regelmäßig überhöhter Reh-, Muffel- und gebietsweise Rotwildbestände ist eine natürliche Verjüngung häufig ein großes Problem.

Wie: Je nach Standort, Wilddichte und verfügbarem Budget kommen verschiedene Vorgehensweisen in Betracht. Zunächst ist es wichtig, die Regenerationsfähigkeit der Stockausschläge auf den jeweiligen Flächen zu beurteilen. Es ist bekannt, dass mit zunehmendem Alter der Stöcke eine Reduktion der Stockschlagfähigkeit einhergeht. Zwar ergaben Versuche, dass 80 bis 90-jährige Eichenwurzestöcke genügend Austriebe bilden, um einen aus vegetativer Verjüngung entstandenen Folgebestand zu sichern. In sehr alten ehemaligen Niederwäldern könnte dies jedoch anders sein. In denselben Versuchen zeigte sich auch, dass Wildverbiss der Faktor ist, der sich am deutlichsten auf die Mortalität und das Wachstum der neuen Austriebe auswirkt. Die Niederwaldwirtschaft kann vor allem dort erfolgreich wiederaufgenommen werden, wo Wilddichten dem Verjüngungsziel entsprechend angepasst werden. Alternativ dazu können auch regelmäßige Verjüngungsflächen entlang ganzer Bachtäler erfolgreich sein, wenn Rotwild und Muffelwild fehlen, weil das territorial lebende Rehwild nicht sämtliche Neutriebe verbeißen kann.

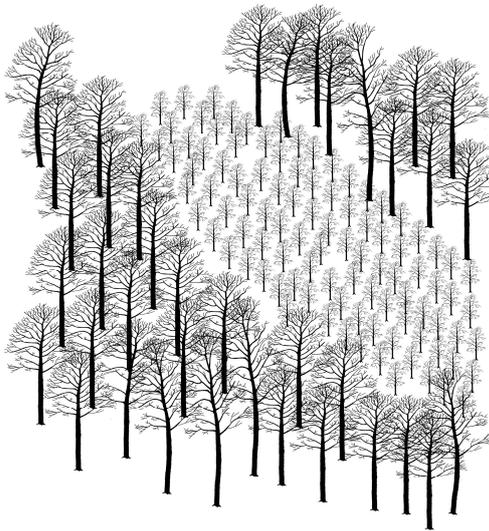
Verjüngung in Lücken/Femeln:

Bei großen zusammenhängenden Flächen, die gleichzeitig behandelt werden, entstehen auch große Verjüngungsflächen. Diese sorgen dafür, dass sich der Wilddruck verteilt. Wie groß solche Flächen sein müssen, ist abhängig von der Wilddichte. Ergeben sich durch die Maßnahmen größere Freiflächen im Hang, sollte hier mit künstlicher Verjüngung gearbeitet werden. Ist die Stelle vom Hangfuß oder der Hangoberkante gut zu erreichen, kann mit einem Zaun geschützt werden, andernfalls empfiehlt sich ein Einzelschutz. Beides sollte aus Holz sein, um ein erneutes Aufsuchen der Fläche zum Zaunabbau zu vermeiden und so Kosten zu senken. Die Behandlung dieser Flächen folgt der Zonierung von Beständen wie in Kapitel 6.9 beschrieben.

Um ganze überwiegend gleichförmige und strukturschwache eichendominierte Bestände erneut in die Verjüngung der Eiche und ggf. weiterer stabilitätsbildenden Baumarten zu überführen, wird ein 1 bis 1,5 baumlängen breiter Streifen zur Einleitung der Verjüngung auf den Stock gesetzt. Der Streifenschlag ist dabei abhängig von der bereits vorhandenen Verjüngung bzw. dem Verjüngungspotential des Bestandes. Ist eine lokale Lichtstellung ausreichend und der Wildver-

biss unter Kontrolle, kann auch kleinräumiger gearbeitet werden. Auch hier muss darauf geachtet werden, ausreichend große Flächen gleichzeitig zu verjüngen, um den Verbissdruck zu verteilen.

Der Winkel des vom Hangfuß bis zur Hangkante verlaufenden Streifens richtet sich dabei nach den örtlichen Gegebenheiten und der individuellen Gefährdungssituation. Bei größeren Hängen



werden mehrere parallel verlaufende Streifen mit einem Abstand von 2-5 Baumlängen angelegt. Hierdurch entsteht eine große Verjüngungsfläche, auf der sich der Verbissdruck verteilt. Für die Durchführung der Maßnahme sind Mastjahre abzuwarten, um im Folgebestand auf diesen Streifen sowohl Kernwüchse als auch aus Stockausschlag hervorgegangene Bäume zu etablieren. Mischbaumarten, die sich einstellen sind dabei mit Ausnahme von Schattbaumarten zu fördern. Ggf. können ergänzende Pflanzungen mit weiteren Baumarten durchgeführt werden. Zeitgleich erhöht diese Vorgehensweise die Strukturvielfalt der Bestände.

In Abhängigkeit von der Wuchsdynamik der Eiche auf dem jeweiligen Standort und der individuellen Gefährdungssituation wird im Abstand von mehreren Jahrzehnten ein weiterer Teil des verbleibenden Streifens des Altbestands verjüngt. Dies wird mit zeitlichem Abstand so lange fortgeführt, bis der komplette Bestand erneut verjüngt ist und sich eine Mischung aus Kernwüchsen und aus Stockausschlag entstandenen Baumarten eingestellt hat. Durch diese Form der Streifenverjüngung wird das Risiko auf vergleichsweise kurze Zeiträume reduziert.

Teilweise hohe Individuenzahlen, wechselnde Mischung der am Bestand beteiligten Baumarten und lokal frühzeitiges Entstehen einschichtiger Bestandesstrukturen erfordern zielgerichtete Eingriffe, um das im Bestand lokal zweckmäßig und individuell zu bestimmende Bestockungs- und Schutzziel optimal zu erreichen. Der Mischungsregulierung zur Erhaltung der Eiche insbesondere bei der Mischung von dominierender Buche kommt bei der Entwicklung der Stockausschlagwälder dabei ein besonderes Gewicht zu.

6.14 Zeitpunkt für Anpassungsmaßnahmen der Stockausschlagwälder an den Klimawandel und zur Entwicklung der Objektschutzfunktion

Grundsätzlich sind Tätigkeiten zur Anpassung der Stockausschlagwälder an den Klimawandel und zur weiteren Entwicklung der Objektschutzfunktion unmittelbar in den verschiedenen Arten von Stockausschlagwäldern umsetzbar. Hier besteht dringender Handlungsbedarf, denn je nach Standort und Wuchsgeschwindigkeit der Baumarten dauert es Jahrzehnte, bis neu eingebrachte Baumarten ihre Wirkung und ihren Beitrag zur Objektschutzfunktion der Bestände entfalten

können, wie zum Beispiel durch artenreiche stabile gestufte sturmfeste Mischbestände. Die Anpassung der Stockausschlagwälder ist dementsprechend ein sehr lang andauernder Prozess, der stetig durch die sich verändernden Umweltbedingungen fortgeführt werden muss.

Die wirksame Umsetzung für die Stockausschlagwälder erfordert ein an die örtliche Situation, die unterschiedliche Struktur der Bestände und den vorkommenden Arten angepasstes individuelles Handeln und somit ein Verzicht auf schematische allgemeingültige großflächige Konzepte. Vielmehr ist Situationsbezogen vorzugehen und die durchzuführenden Tätigkeiten zur Anpassung mit einem sowohl auf den Bestand als auch den Einzelbaum ausgerichteten Fokus durchzuführen.

Die einzelnen Teile des Behandlungskonzepts von Stockausschlagwäldern mit Objektschutzfunktion sind kontinuierlich in diesen Hangwäldern in dem langfristig zu entwickelnden, individuellen Mosaik aus Teilflächen mit unterschiedlichen Bestandesphasen anzuwenden. Für einzelne Teilflächen der Bestände kommen dabei je nach Bestandesphase unterschiedliche Maßnahmen zum Einsatz.

7 FALLSTUDIE: ZUSAMMENARBEIT MIT DER DEUTSCHEN BAHN ANALOG STRAßENBAULASTTRÄGER UND PRIVATE BAHNBETREIBER

Im Folgenden soll die Zusammenarbeit mit anderen Behörden/Betrieben, hier mit der Deutschen Bahn, am Praxisbeispiel „Brandswald“ exemplarisch erläutert werden.

Die im Projekt angelegte Demonstrationsfläche „Brandswald“ liegt oberhalb der Bahntrasse Köln-Bingen, linke Rheinseite in der Nähe von Boppard. Direkt daneben verläuft die B9. Es handelt sich hierbei um Staatswald, der vom Forstamt Boppard betreut wird. Nachdem klar war, dass diese Fläche sich gut für eine Demonstrationsfläche eignet, wurde der Kontakt mit der Deutschen Bahn (DB), Bereich Fahrbahn und Vegetation gesucht.

Bei einem gemeinsamen Termin mit DB, Vertretern des Forstamtes und Unique-Mitarbeitern wurde die Fläche besichtigt. Aufgrund der Steilheit der Fläche und der unmittelbaren Nähe zur Bahntrasse war eine Sperrung der Strecke für die Pflegemaßnahmen unumgänglich. Die Beantragung einer solchen Sperrung, zumal auf einer viel befahrenen Strecke, dauert im Regelfall mehrere Monate. Um die benötigte Sperrdauer abschätzen zu können, ist es hilfreich, bereits früh mit dem Auszeichnen zu beginnen und einen erfahrenen Unternehmer mit Steilhangerfahrung hinzuzuziehen.

Das Vorgehen ist wie folgt:

- Festlegen von Bereichen, in denen ohne Bahnspernung, aber mit Seilsicherung, Bäume gefällt werden dürfen.
- Markierung der Seillinien, End- und Sattelbäumen durch den Unternehmer.
- Auszeichnen der Fläche mit Abschätzung des zu fällenden Volumens sowie der Anzahl der zu fällenden Bäume.
- Abschätzen der Anzahl der zu entnehmenden und der querzulegenden Bäume.
- Markieren von stehendem Totholz, da dies die Holzerntemaßnahmen erschwert und verlängert.
- Markierung von Bäumen durch Unternehmer, die voraussichtlich nur mit Hubschrauberunterstützung oder Baumkletterer gefällt werden können.
- Abschätzen des Zeiteinsatzes durch den Unternehmer.

Dieser geschätzte Zeiteinsatz dient als Anhaltspunkt für die Beantragung der Sperrdauer. Im vorliegenden Fall wurde die Strecke für ca. 6 h am Tag an 9 Tagen gesperrt und ein Schienenersatzverkehr für diese Zeit eingerichtet. Der Unternehmer durfte in einem ca. 1 ha großen Bereich Bäume zu Fall bringen, ohne dass der Schienenverkehr gesperrt sein musste. Allerdings war es notwendig, jeden Baum über ein Seil vor dem Abrutschen zu sichern.

Die Bahn selbst nutze die Sperrung, um Arbeiten an der Vegetation in der Pufferzone zu erledigen (Rückschnitt Bäume). Zudem beauftragte die Bahn ein Hubschrauberunternehmen mit der Fällung von Problembäumen entlang der gesperrten Strecke. Die Kosten für die Sperrung (ca. 15.000 €) wurden von der Bahn getragen.

Über den Landesbetrieb Mobilität wurde eine Sicherung der B9 im Rahmen einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h für die Dauer der Holzfällarbeiten organisiert.

Das gesamte Verfahren, vom ersten Kontakt bis zur tatsächlichen Sperrung, dauerte ca. 1,5 Jahre und erforderte ein hohes Maß an Abstimmung. Es fanden mehrere Treffen vor Ort statt, zusätzlich zu telefonischen Abstimmungen. Insgesamt ist ein hoher Zeiteintrag zur Vorbereitung einer solchen Maßnahme notwendig, allerdings garantiert nur eine gute Vorbereitung den reibungslosen Ablauf einer solchen Aktion.

8 BAUMARTENWAHL IM KLIMAWANDEL

Im Projekt wurden von der Universität Freiburg Simulationen zur zukünftigen Entwicklung der Waldbestände unter Klimawandeleinfluss durchgeführt. Diese sollten Entscheidungsprozesse für zukünftige Baumarten-Entscheidungen erleichtern.

Grundlage für die Simulationen waren Wachstumsdaten von Traubeneiche (*Quercus petraea*), die auf sechs Versuchsflächen in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg aufgenommen wurden. Neben physiologischen Daten, wie Bestandesalter, bestehende Biomasse, Bodenfruchtbarkeit, Bodentextur und Blattflächenindex, flossen auch Klimadaten, wie atmosphärische CO₂-Konzentration, Lufttemperatur, Niederschlag sowie Frosttage, in die Modellierung mit ein. Für jeden aufgenommenen Bestand wurde das Modell (Software 3PG) mit den entsprechenden Daten kalibriert. Die Entwicklung dieser Bestände wurde dann unter den zwei Klimaprojektionen¹⁰ RCP 8.5 und RPC 2.6 simuliert. Auch innerhalb der ausgewählten Szenarien unterscheiden sich Temperaturzunahme und Niederschlagsmengen, sodass in diesem Falle pro RCP-Szenario mehrere Modelle abgedeckt wurden. Für das Szenario RCP 8.5 wurden

- eher trockene Sommer und warme Wintern,
- feuchtere Sommer und kältere Winter und
- ein übermäßig warmer Jahresverlauf mit feuchteren Sommern modelliert.

Für die Szenarien 2.6 wurden

- feuchtere Sommer und kältere Wintern sowie
- ein trockener und kalter Jahresverlauf simuliert.

Im Ergebnis lässt sich sagen, dass unter den verschiedenen Szenarien des Klimawandels Prognosen für das Stammwachstum der Traubeneiche meist unverändert blieben. Es ist also davon auszugehen, dass auch in Zukunft die Eiche die dominierende Baumart an Steilhängen bleiben kann.

Die folgende Abbildung zeigt ein Diagramm, das die Eignung verschiedener Baumarten unter Klimawandel in Abhängigkeit von der Lage der Standorte am Hang (Unterhang bis Kuppe – y-Achse) sowie des Wasserhaushaltes (sehr trocken – frisch – x-Achse) darstellt. Das Diagramm ist das Ergebnis eines Workshops der Projektmitarbeiter*innen und mit Verantwortlichen der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz aus dem Bereich Waldbau und Forsteinrichtung.

¹⁰ Die Repräsentativen Konzentrationspfade, RCPs, wurden im Zuge der 5. Sachstandsberichts des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) entwickelt um zukünftige Klimaänderungen als Szenarien abzubilden. Für diese Modellierung der Bestände in Rheinland-Pfalz wurden die RCP-Szenarien 8.5 und 2.6 ausgewählt, da diese für die regionale Klimaprojektion zur Verfügung standen und bereits den breitesten Gradienten der Prognosen auszeichnen.

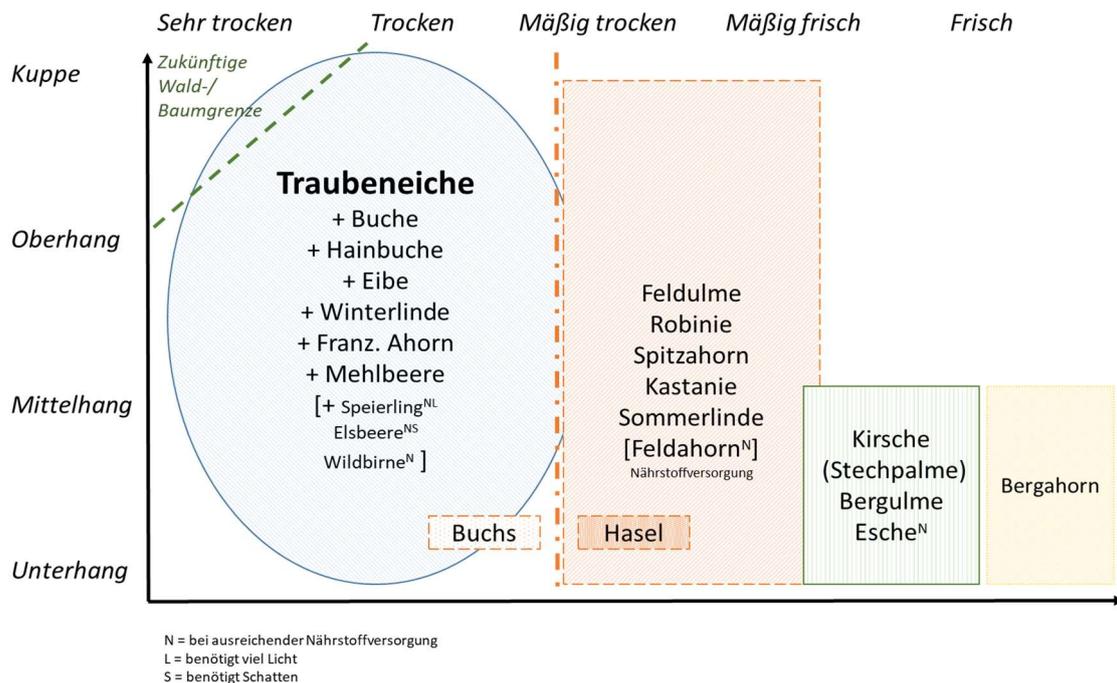


Abbildung 16: Baumartenwahl im Klimawandel für verschiedene Standorte

Das Diagramm zeigt, dass die Traubeneiche (*Quercus petraea*) – in Mischung mit anderen Baumarten – in einem weiten Standortsbereich gerade auf den als kritisch betrachteten trockenen bis sehr trockenen Standorten am Oberhang bis auf die Kuppenlagen als eine mögliche Baumart betrachtet wird. Diese Einschätzung wird auch durch die durchgeführten Simulationen mit der Baumart weitgehend unterstützt. Allerdings muss davon ausgegangen werden, dass es unter extremen Klimaszenarien wie RCP 8.5 zu einer Verschiebung der Wald- oder gar Baumgrenzen nach unten, d.h. in den Bereich der Ober- oder gar Mittelhänge kommen kann. Von zunehmender Bedeutung werden unter sich ändernden klimatischen Bedingungen wärmeliebende Baumarten wie der französische Ahorn (*Acer monspessulanum*), Mehlbeere (*Sorbus aria*) sowie bisher als typische Nebenbaumarten der Traubeneichenwälder bezeichnete Arten, wie Speierling (*Sorbus domestica*), Elsbeere (*Sorbus torminalis*) oder auch die Wildbirne (*Pyrus pyraster*). Bei den letzteren Baumarten ist eine ausreichende Nährstoffversorgung Voraussetzung. Zudem haben diese Baumarten unterschiedliche Lichtbedürfnisse, die bei der waldbaulichen Behandlung berücksichtigt werden müssen. Je mehr die Standorte in den mäßig trockenen bis mäßig frischen Bereich und in den Unter- und Mittelhang hereinreichen, desto stärker können dann Baumarten wie Feldulme (*Ulmus campestris*), Esskastanie (*Castanea sativa*), Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) oder Feldahorn (*Acer campestre*) auch unter Klimawandel eine Rolle spielen. Lediglich auf den heute als mäßig frisch bis frisch zu bezeichnenden Standorten werden dann Baumarten wie die Vogelkirsche (*Prunus avium*), die Bergulme (*Ulmus glabra*) sowie die Esche (*Fraxinus excelsior*) noch eine Rolle spielen – letztere allerdings unter Berücksichtigung der Gefährdung durch das Eschentriebsterben.

9 ANLAGEN

9.1 Stratenbeschreibung

Übersichtstabellen auf den nächsten zwei Seiten

Stratum	1 Schwach bevorratete, lichte Eichen-Ahorn-Misch-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf sehr flachgründigen Böden; Felsdurchsatz	2 Schwach bevorratete, stellenweise lichte Eichenmisch-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf flachgründigen Böden; z. T. Blocküberlagerung	3 Normal bis stark bevorratete Eichen-Buchen-Bestände im Baum- bis Altholzalter auf mittel- bis flachgründigen Böden	4 Vorratsreiche ungleichaltrige (Edel-)Laubbestände mit Femelstrukturen auf tief- bis mittelgründigen Böden am Unter- bis Mittelhang
Objektschutzfunktion/ Gefährdungs(minderungs)- Potenzial	Verringerung Steinschlaggefahr, (Boden-) Erosionsschutz sehr gering	Verringerung Steinschlaggefahr, Bodenerosionsschutz	Bodenerosionsschutz; z. T. Steinschlagschutz	Bodenerosionsschutz; selten Steinschlaggefahr
Verkehrssicherungsfläche/-funktion (Gefährdung durch Bestand)	Keine Gefährdung durch Bestand	Selten Gefährdung durch Bestand	Häufig Gefährdung durch Bestand	Häufig Gefährdung durch Bestand
Waldgesellschafts-Zuordnung	trockene bis sehr trockene Französischer-Ahorn-Eichenwälder	mäßig trockene - trockene Eichen-Hainbuchen-Wälder	Eichenmischwald mit einheimischen Laubbaumarten; z. T. mit Kiefer	Schlucht- und Hangmischwälder Tilio-Acerion
Standort	Trocken-warm, süd-ost exponiert, sehr steil	Trocken-warm, süd, süd-ost, süd-west exponiert	Trocken-warm, überwiegend N, NO, NW exponiert; aber auch SO-exponiert	auf trocken-warmem bis feuchten Standorten, nördlich exponiert
Lage am Hang (überwiegend)	Unter-Mittel- und Oberhang	Unter-Mittel- und Oberhang	Unter- bis Mittelhang	Unter- bis Mittelhang
Baumarten	Eiche, Spitzahorn, Französischer Ahorn, Felsenbirne, Elsbeere	Eiche, Hainbuche, Kirsche, Linde, z.T. Kiefer	Eiche, Buche, Hainbuche, Kirsche, Bergahorn	Esche, Erle, Linde, Kirsche, Buche, Eiche
Natürliche Altersstufe	Stangenholz	Stangenholz, schwaches Baumholz	Stangenholz bis mittleres Baumholz, selten starkes Baumholz	Schwaches bis starkes Baumholz
Höhe	Überwiegend bis 7 m	Überwiegend bis 12 m, z. T. bis 15 m	Überwiegend 15 m - 25 m	Überwiegend 20 m - 30 m
Vorrat im m ³ (EFM)	Schwach (< 100 m ³)	Mittel (200 - 300 m ³)	Mittel bis hoch, 200 - 400 m ³	Hoch, 300 - 450 m ³
Verjüngung	Sehr wenig bis keine	Sehr wenig bis keine	Kaum Verjüngung	Verjüngung vorhanden, aber wenig
Überschirmung	Überwiegend 60 - 70 %	Überwiegend 80 - 100 %	Überwiegend 80 - 100 %	Überwiegend voll bestockt (95 - 100 %)
Kronenausbildung	Kurzkronig, aber meist gute Ausformung	Kurz- bis mittelkronig, häufig fahnenförmig und (leicht) hangseitig geneigt	(Kurz- bis) mittelkronig, häufig schmal und (leicht) hangseitig geneigt	(Kurz- bis) mittelkronig, häufig schmal und (leicht) hangseitig geneigt

Stabilitätsträger	Keine vorhanden	meist in regelmäßigen Abständen vorhanden(ca. 30 - 40 m), einige Bestände zu dicht, um Kronenentwicklung zuzulassen	meist in regelmäßigen Abständen vorhanden(ca. 30 m), einige Bestände zu dicht, um Kronenentwicklung zuzulassen	Ja, regelmäßig (alle 20 - 50 m) vorhanden
Bodenvegetation	Vor allem Brombeere und Ginster	Häufig viel Moos, ansonsten wenig Gräser bis 5 %, Ginster und Brombeere auf 5 - 25 % der Fläche	Häufig wenig Bodenvegetation aus Gräsern und krautigen Pflanzen	Gräser, Farne; Silberblatt als Zeiger; krautig
Vernässungen	Keine vorhanden	Keine vorhanden	Selten	Selten
Tiefe des Solums (durchwurzelbarer Ober-/Feinboden)	Flachgründig	Auf 80 - 90 % der Fläche flachgründig, ansonsten mittelgründig	(Flach -) mittelgründig	Mittel- bis tiefgründig
Blocküberlagerung	Ja, häufig vorhanden	Ja, häufig vorhanden	Vereinzelt vorhanden	Vereinzelt vorhanden
Schutt	Häufig vorhanden	Häufig vorhanden	Häufig vorhanden	Häufig vorhanden
Erschießung	Keine vorhanden	Meist keine Erschließung	Meist keine Erschließung	Meist keine Erschließung
Sonstiges	Keine wirtschaftliche Nutzung. Häufig Fangschutzzäune vorhanden	Häufig aus Niederwald entstanden, kaum wirtschaftliche Nutzung		Häufig zu schwere Bäume für Hanglage

9.2 Aufnahmeblatt

Datum:	FOA:	Revier:	Eigentümer:	Stratum:
Zu schützendes Objekt:				
Hangneigung:			Exposition:	
Höhe ü. NN:			Lage am Hang:	
Erschließung:				
Sicherungsbauwerke:				
Tiefenrinnen/Bäche:				
Felsen/Blöcke vorh.:				
Schuttauflage vorh.:				
Durchwurzeln. Feinboden:				
Beschreibung Hang:				
Bestockung, Hauptschicht				
Baumarten:				
BA-Anteile (Fläche):				
Mittl. BHD/Höhe:				
Max. BHD				
Anteile Nat. Altersklasse:	<input type="checkbox"/> % Jungwuchs <input type="checkbox"/> % Jungbestand <input type="checkbox"/> % Stangenholz <input type="checkbox"/> % schwaches Baumholz <input type="checkbox"/> % mittleres Baumholz <input type="checkbox"/> % starkes Baumholz <input type="checkbox"/> % sehr starkes Baumholz <input type="checkbox"/> % unbestockt			
Vorrat Efm:	<input type="checkbox"/> 50 – 100 m ³ <input type="checkbox"/> >100 – 150 m ³ <input type="checkbox"/> >150 – 200 m ³ <input type="checkbox"/> >200 – 250 m ³ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> >250 – 300 m ³ <input type="checkbox"/> >300 – 400 m ³ <input type="checkbox"/> _____ - _____ m ³			
Bestandesschluss:	<input type="checkbox"/> gedrängt <input type="checkbox"/> geschlossen <input type="checkbox"/> locker <input type="checkbox"/> licht <input type="checkbox"/> räumdig <input type="checkbox"/> mit Lücken <input type="checkbox"/> mit Löchern <input type="checkbox"/> Blöße <input type="checkbox"/> ungleichmäßig			
Kronenausformung- & form:				
Säbelwuchs:	<input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark			
Schadmerkmale:				
Stabilitätsträger:				
Vitalität:				
Bestockung, Weitere Schicht _____ Auf % der Fläche:				
Baumarten:				
BA-Anteile (Fläche):				

Mittl. BHD/Höhe:					
Max. BHD					
Anteile Nat. Alters- klasse:	___% Jungwuchs ___% Jungbestand ___% Stangenholz ___% schwaches Baumholz ___% mittleres Baumholz ___% starkes Baumholz ___% sehr starkes Baumholz				
Vorrat Efm:	<input type="checkbox"/> 50 – 100 m ³ <input type="checkbox"/> >100 – 150 m ³ <input type="checkbox"/> >150 – 200 m ³ <input type="checkbox"/> >200 – 250 m ³ <input type="checkbox"/> >250 – 300 m ³ <input type="checkbox"/> >300 – 400 m ³ <input type="checkbox"/> _____ - _____ m ³				
Kronenausformung- & form:					
Säbelwuchs:	<input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark				
Schadmerkmale:					
Stabilitätsträger:					
Vitalität:					
Weitere Parameter					
Stufiger Bestandesaufbau:					
Verjüngungsform:	<input type="checkbox"/> kleinräumig (> 500 m ²) <input type="checkbox"/> horstweise (500 – 5.000 m ²) <input type="checkbox"/> flächig (> 5.000 m ²)				
Verjüngungsanteil (Fläche):					
Totholz stehend:					
Totholz liegend:					
Bodenvegetation, Arten u. Deckung:					
Vernässungen (>1.000 m ²):					
Handlungsempfehlungen:					
<input type="checkbox"/> Bäume an Hangkanten entnehmen <input type="checkbox"/> Bäume an Hangfuß pflanzen <input type="checkbox"/> Stabilitätsträger fördern <input type="checkbox"/> Starkholz entnehmen <input type="checkbox"/> Verjüngung einleiten <input type="checkbox"/> Pufferzone unten ausbilden <input type="checkbox"/> part. auf Stock setzten					
<input type="checkbox"/> Weiteres:					
Warum Hangschutzwald (2-3 Sätze):					

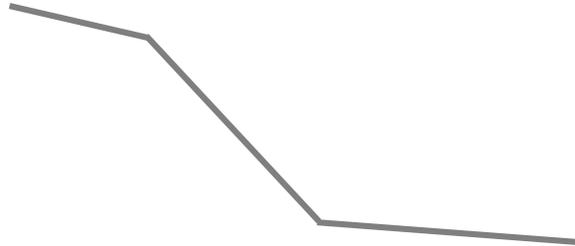
Skizze Hang:

Hang vollständig Hangfuß angeschnitten steile Böschungskante

Oberhang

Mittelhang

Hangfuß



Gefährdung durch: Beschaffenheit Hang Bestand

Gefährdungsklasse: 1 2 3

Nebenflächen Beschreibung:			
Datum:	FOA:	Revier:	Eigentümer:
Nummer der Nebenfläche:			
Lage der Nebenfläche (s. Karte):			
Tiefenrinnen/Bäche:			
Schuttauflage vorh.:			
_____:			
Beschreibung:			

Erläuterungen zum Aufnahmeblatt

Kronenausformung

Langkronig:	1/1 - 1/2 Baumlänge
Mittelkronig:	1/2 - 1/4 Baumlänge
Kurzkronig:	bis 1/4 Baumlänge

Kronenform

1	allseits symmetrisch, schlank, nicht deformiert, feinastig
2	Zwischenform, leicht asymmetrisch, schmal, durchlässig, eher noch entwicklungsfähig
3	asymmetrisch, breit, grobastig, undurchlässig
4	einseitig, breit oder eingezwängt, unregelmäßig, fahnenartig usw.

Klassenbildung Totholz

Klasse A	bis 5 m ³
Klasse B	>5 bis 10 m ³
Klasse c	>10 - 20 m ³
Klasse D	> 20 m ³

Durchwurzelbarer Feinboden

flachgründig	sehr flach	< 15 cm
	flach	15 - 30 cm
mittelgründig	mittel	>30 - 70 cm
tiefgründig	tief	>70 - 120 cm
	sehr tief	>120 - 200 cm
	äußerts tief	> 200 cm

Schuttauflage

Angabe zu Flächen in 25 % Schritten

Angabe zur Mächtigkeit:

- 10 - 20 cm
- 20 - 30 cm
- > 30 cm

Verjüngungsform- und Anteil

Vereinzelt, truppweise (bis 10 m Durchmesser), Gruppen (10-20 m Durchmesser), horstweise (20-40 m Durchmesser), flächenweise (> 40 m Durchmesser)

Schätzung in Klassen (< 20 %, 20 - 40 %, >40 - 60 %, >60 - 80 %, > 80 %)

Schadmerkmale

Schäl-/Verbisschäden, Schäden durch Steinschlag, Frostrisse, Rückeschäden

- ohne Schäden
- leicht (bis 1/3 der Stämme geschädigt)
- mittel (1/3 bis 2/3 geschädigt)
- schwer (> 2/3 geschädigt)

Deckungsgrade Bodenvegetation

Deckung der Fläche:

Bis 5% 5 bis 25% 26 bis 50% 50 bis 75% 76 bis 100%

Bestandesschluss

- gedrängt: tief ineinandergreifende Kronen
- geschlossen: Berührung Zweigspitzen
- locker: Abstand der Baumkronen < Durchmesser einer Baumkrone
- licht: 1 Baumkrone hat Platz
- räumdig: mehrere Baumkronen haben Platz
- lückig: mehrere Lücken im ansonsten geschlossenen Bestand
- stark differenziert: der Schlußgrad ist sehr unterschiedlich

Natürliche Altersklasse

- Jungwuchs: ein natürlich oder künstlich begründeter Jungbestand bis zum Eintritt des Bestandesschlusses oder bis zu einer Höhe von 2m
- Jungbestand: ab Bestandesschluss bis Erreichen eines BHDs von 15 cm
- Stangenholz: überwiegend Bäume mit einem BHD von 7-20 cm
- Baumholz: BHD über 20 cm
- schwaches/geringes Baumholz: BHD 21-35 cm
- mittleres Baumholz: BHD 36-50 cm
- starkes Baumholz: BHD > 50 cm
- sehr starkes Baumholz: BHD > 80 cm

Schichtung

Als Schichtung werden Bestandesteile ab 1m Höhe angesprochen, die von anderen Gehölzen überschirmt sind und sich nicht in der gleichen Kronenschicht befinden.

- einschichtig
- tlw. schichtig (auf 20 - 50 % der Fläche)
- zweischichtig (auf > 50 % Fläche)
- mehrschichtig
- femel-plenterartig

Hauptschicht: Schicht auf der das Hauptgewicht der Bestandesstruktur, bzw. der Holzproduktion liegt.

Stufung

Stufungen sind Bestandesteile mit mind. 1 m Höhe und einer Fläche von mind. 0,1 ha, deren Oberschicht einen deutlichen Höhenunterschied zur Oberschicht angrenzender Flächen ausweist.

- nicht stufig (stufig auf max. 20 % Fläche)
- flächig stufig (> 20% der Fläche, ab 0,5 ha)
- horstweise stufig in Teilbereichen (> 20% der Fläche auf 0,1 - 0,5 ha Fläche)
- horstweise stufig (> 50% der Fläche auf 0,1 - 0,5 ha Fläche)

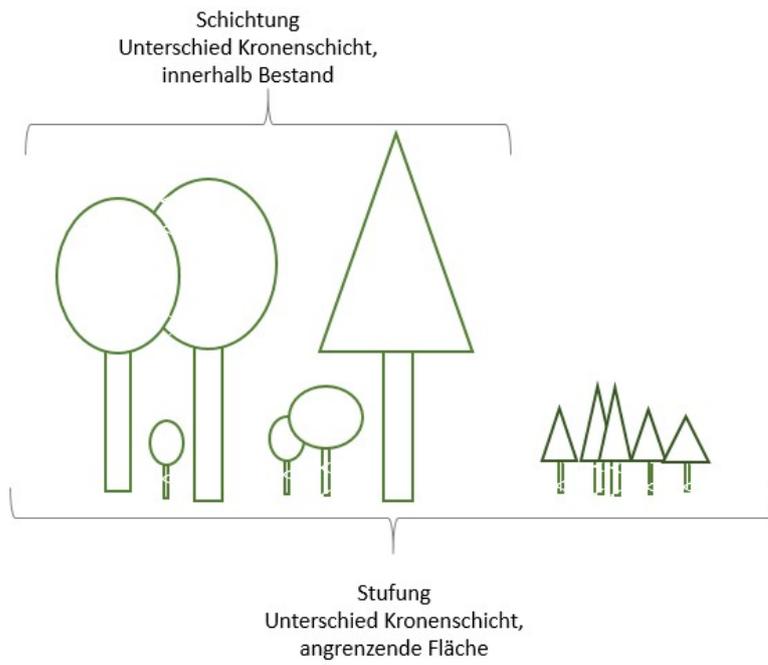
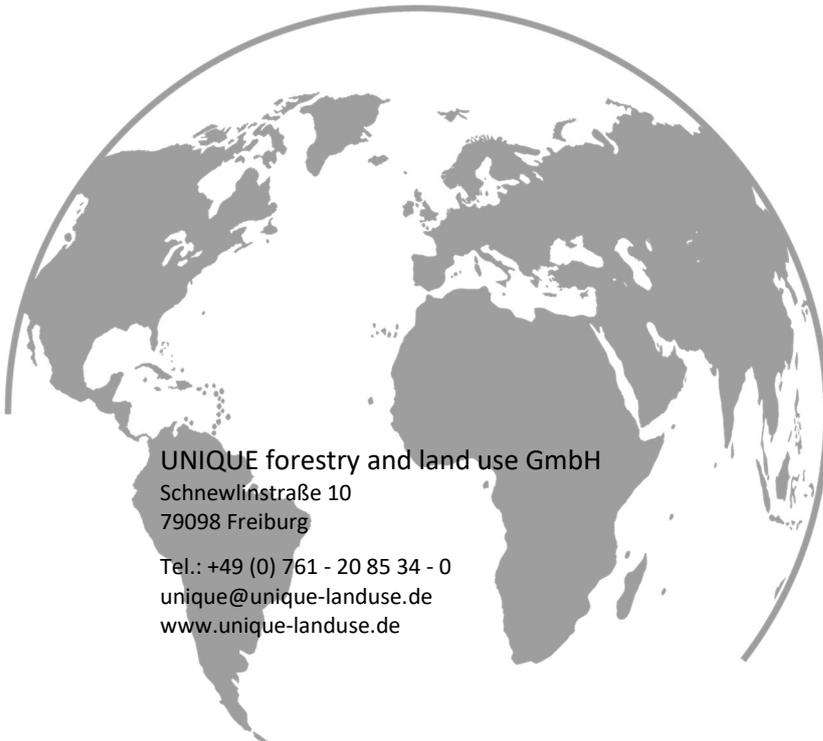


Illustration: Attribute Schichtung und Stufung



UNIQUE forestry and land use GmbH
Schnewlinstraße 10
79098 Freiburg

Tel.: +49 (0) 761 - 20 85 34 - 0
unique@unique-landuse.de
www.unique-landuse.de