

Anpassung der Regeneration für einen widerstandsfähigeren Wald

Leitfaden zur Optimierung der Waldregeneration

Diagnosetools
Forstwirtschaftsrouten
Technische Blätter

Ein europäisches INTERREG-VA-Projekt für die Wälder der Großregion.

Regiowood II ist eine grenzüberschreitende Initiative mit etwa zehn Partnern aus Belgien, Frankreich, Deutschland und Luxemburg. Sie hat das Ziel, auf die aktuellen forstwirtschaftlichen Herausforderungen durch Stärkung nachhaltiger Bewirtschaftung von Privatwäldern zum Nutzen der Großregion und ihres Naturerbes zu reagieren.

Angesichts der Defizite, Misserfolge und Schwierigkeiten bei der Verjüngung der Wälder in der Großregion bündeln Spezialisten für Standortdiagnose, Bepflanzung, natürliche Regeneration und Bewirtschaftung junger Baumbestände ihre Kompetenzen. Dabei geht es um mehrere Ziele:

- Austausch und Verbreitung von Kenntnissen und praktischen Errungenschaften
- Bereitstellen von Diagnosewerkzeugen zur besseren Beurteilung der Machbarkeit natürlicher oder künstlicher Regeneration
- Erarbeitung innovativer Routen zur besseren und zugleich kostengünstigen Bewahrung von Wildlingen sowie erneuten Bepflanzung
- Bereitstellung geeigneter Techniken zur Eindämmung von Konkurrenzvegetation
- Ausprobieren innovativer Methoden zur Anreicherung von Waldbeständen
- Erarbeitung klarer Richtlinien für Auftraggeber und Bewirtschafter
- Information und Schulung der Beteiligten

Vorbemerkungen



Redaktion

REGE-Diagnosetool

Corentin COOLS (UCLouvain)

Camille DUMONT DE CHASSART (UCLouvain)

Quentin PONETTE (UCLouvain)

Regenerationsrouten und technische REGE-Blätter

Grégory TIMAL (CDAF asbl)

Nathalie PECLERS (CDAF asbl)

Annick GEUSE (CDAF asbl)

Pascal BALLEUX (CDAF asbl)

Projektverantwortliche

Prof. Quentin PONETTE (Professor, UCLouvain)

Agr.-Ing. Dr. Pascal BALLEUX (Direktor, CDAF asbl)

Illustrationen und Layout

Jean-Yves LAMBERT (CDAF asbl)

Lektorat und Korrektur

Catherine COLLET (INRAE), Florian VAST (INRAE), Alexandre FRAUENFELDER (INRAE), Christophe VIDAL (CNPFF/IDF), Stéphane ASIEL (CRPF Grand Est), Kevin GIROT (Fibois Grand Est), Yves PIROTHON (Baumschule Pirothon SA), Simon LINARD (Baumschule ArboPlants), Gauthier GAILLY (Baumschule Gailly Jourdan), Claude BECKER (Entwurf forstwirtschaftlicher Werkzeuge) und Monique PIERARD (CDAF asbl).



Vorbemerkungen

Der Wald wird heute von allen stärker denn je beansprucht. Man weiß, dass er in der Lage ist, den Herausforderungen der globalen Erwärmung zu begegnen, insbesondere aufgrund seiner Fähigkeit, CO₂ zu binden. Seit einigen Jahren findet Holz im Rennen um energiesparende, nachhaltige und erneuerbare Baustoffe starkes Interesse. Häuser in Holzrahmenbauweise werden immer beliebter. Auch das Forschungsinteresse an Lignin steigt, da man es beispielsweise in Biokraftstoff umwandeln kann. Und zuletzt hat die Covid-19-Krise gezeigt, dass jeder Mensch das Bedürfnis hat, im Wald spazieren zu gehen. Daher haben die Wälder entscheidende Bedeutung und ist ihre Erneuerung notwendig, damit sie weiterhin ihre Funktionen erfüllen und ihre Erzeugnisse liefern können.

Infolge des klimatischen und globalen Wandels werden die geschwächten Wälder jedoch immer anfälliger: Stürme, Dürren, biologische Schädlinge, Wilddruck, unvorhersehbare sozioökonomische Einflüsse sind allesamt Störungen, mit denen der Wald und die Holzwirtschaft zu kämpfen haben. Die Folge dieser katastrophalen Ereignisse ist häufig vorzeitige Abholzung, und die führt zu finanziellen Verlusten und Brüchen in den Waldökosystemen. Heute sind die Wiederaufforstung beschädigter Bestände und die Verjüngung der alternden Bestände zur Schaffung eines multifunktionalen und nachhaltigen Waldes für die Zukunft die größten Herausforderungen für die Förster.

Das europäische INTERREG VA-Projekt Regiowood II für die Wälder der Großregion – **Anpassung der Regeneration für einen widerstandsfähigeren Wald** – fördert den grenzüberschreitenden Austausch von Forschung und Entwicklung zwischen verschiedenen Akteuren der Holzwirtschaft. Es umfasst eine Reihe von Maßnahmen, mit denen die Erneuerung von privaten, nach der Abholzung nicht wieder aufgeforsteten Waldparzellen und die Ansiedlung eines künftigen widerstandsfähigeren Waldes gefördert werden sollen.

Die natürliche oder künstliche Regeneration von Beständen erfordert die Auswahl geeigneter und vielfältiger Baumarten, aber auch leistungsstarke Bedingungen für die Ansiedlung und den Schutz von Jungbäumen. Sind diese Bedingungen nicht optimal, kann die Ansiedlung scheitern und die Rettung der jungen Wildlinge oder das Anwachsen der Setzlinge ist nicht gewährleistet. In der Tat gibt es viele, häufig miteinander zusammenhängende Hemmfaktoren: Standortzwänge (etwa verdichteter, flachgründiger oder vernässter Boden; heiße Hänge; windempfindliche Waldränder), Konkurrenzvegetation, Wilddruck, Gesundheitsrisiken u. a. Bei diesen Regenerationsprojekten müssen alle anderen Komponenten der nachhaltigen Bewirtschaftung unserer Wälder erhalten bleiben: Verbesserung der Böden und der Biodiversität, die für das reibungslose Funktionieren der Ökosysteme unerlässlich sind, Erhaltung der Schutzfunktion unserer Wälder für die Wasserressourcen, Vorbeugung gegen natürliche Risiken, Erhaltung einladender Räume für unsere Freizeit, unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden – nicht zu vergessen die Stärkung der Kompetenzen der Forstakteure (Eigentümer, Bewirtschafter, Unternehmer, Arbeiter usw.) sowie die Stärkung unserer Autonomie bei besser angepasstem Saat- und Pflanzgut / Herkunftsgebieten.

Durch Boden und Konkurrenzvegetation verursachte Probleme können mittels zweckmäßiger, gut durchdachter Bodenvorbereitung gelöst werden. Die Wahl der Vorbereitungsmethode ist entscheidend für die Maximierung der Erfolgchancen bei gleichzeitiger Minimierung der Kosten und negativer Auswirkungen auf bestimmte Ökosystemleistungen. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Werkzeugen und Techniken. Im Rahmen des Projekts Regiowood II wurden drei Leitfäden entwickelt, die Eigentümern und Bewirtschaftern bei ihren Entscheidungen helfen sollen.



Präsentation der Leitfäden zur Regeneration

Angesichts des Klimawandels und der aktuellen globalen Risiken vereint der *Leitfaden zur Optimierung der Waldregeneration* drei sachdienliche, einander ergänzende Dokumente für die erfolgreichere natürliche, künstliche oder gemischte Regeneration von Beständen:

1. REGE-Diagnosetools : Bestimmung der Standort- oder forstwirtschaftlichen Potentiale und Einschränkungen der Parzelle, die regeneriert werden soll, zur Auswahl der am besten für den Standort- und forstwirtschaftlichen Kontext geeigneten Regenerationsrouten

2. REGE-Forstwirtschaftsrouten : Auswahl der technisch-wirtschaftlich besten Alternativen für natürliche, künstliche oder gemischte Regeneration

3. Technische REGE-Blätter : Beratung bei der Auswahl der am besten geeigneten Techniken und Werkzeuge für die Bodenvorbereitung, die Vegetationspflege und den Schutz vor Wild.

Leitfaden zur Optimierung der Waldregeneration		
1. Schritt : REGE-Diagnosetools	2. Schritt : REGE-Forstwirtschaftsrouten	3. Schritt : Technische Blätter

Erster Schritt : Vorabdiagnose

In diesem ersten Schritt wird die für die Situation des Waldstücks am besten geeignete Regenerationsroute (oder Gruppe von Routen) ausgewählt. Er umfasst zwei Teile: Der erste Teil leitet den Leser über einen Satz sequenzieller Fragen, mittels derer die Diagnose für die typische Situation, zu der seine Parzelle gehört, verfeinert wird, zu einer Regenerationsroute; der zweite Teil besteht aus Blättern, mit deren Hilfe die verschiedenen im ersten Teil gestellten Fragen objektiv beantwortet werden können.

Zweiter Schritt : Forstwirtschaftsrouten

Der zweite Schritt führt die Überlegungen zur Erneuerung weiter und zielt darauf ab, den Praktiker zu einer Reihe von Routen zu führen, die sich am besten für die den Standort- und forstwirtschaftlichen Kontext sowie die vegetations- oder bodenbedingten Einschränkungen eignen. Zur Erleichterung der Handhabung sind die Routen wie im Diagnosetool zusammengestellt. Sie sind in fünf große Kategorien mit identischer Erneuerungsweise unterteilt (Pflanzung nach Kahlschlag, natürliche Regeneration usw.). Innerhalb jeder Kategorie unterscheiden sich die Routen durch gegensätzliche technische Ausrichtungen, unter denen der Förster wählen kann. So kann er sich beispielsweise für eine zellenweise Pflanzung entscheiden, statt für eine traditionelle Vollpflanzung nach Kahlschlag. Jede Route bietet mehrere Varianten für verschiedene Vegetationsarten oder Einschränkungen durch die Bodenverdichtung. Die vorgeschlagenen Werkzeuge und Techniken sind sowohl auf diese Einschränkungen als auch auf den durch die Route vorgegebenen technischen Rahmen abgestimmt. So kann die Auflockerung eines Bodens bei einer Vollpflanzungsrouten andere Vorbereitungstechniken erfordern als bei einer Zellenpflanzungsrouten. Durch Vergleich der vorgeschlagenen Route mit einer typischen herkömmlichen Route bei denselben Bedingungen wird eine wirtschaftliche Bilanz erstellt.



Dritter Schritt : technische Blätter

Das dritte Dokument umfasst verschiedene Blätter zu den Themen Bodenvorbereitung und Wildschutz. Darin findet der Leser für die Durchführung der jeweils gewählten Route nützliche praktische Informationen.

Für jede Art von Bodenvorbereitung werden die technischen Merkmale und Einsatzbereiche der verschiedenen Werkzeuge sowie die technischen Merkmale der dafür geeigneten Maschinen vorgestellt. Mithilfe von Entscheidungsschlüsseln können die technischen Anforderungen je nach Parzellenverhältnissen (z. B. Hang, Skelettgehalt) festgelegt werden. Der Vergleich der Techniken wird durch eine schematische Darstellung erleichtert, in der die Vor- und Nachteile jeder Technik sowie ein Leistungsindex für die Behandlung der Vegetation, der Baumstümpfe, des Schlagabraums und der Bodenbearbeitung angegeben sind. Die Blätter geben Empfehlungen und Hinweise für eine effizientere Anwendung und enthalten auch einige Warnungen zur Anwendung und zu den Auswirkungen auf die Vegetation.

Sechs Blätter behandeln verschiedene Maßnahmen zur Bodenvorbereitung: Häckseln, Schwaden, Unterbodenlockerung, Behandlung von Baumstümpfen, Vegetationsverwaltung und Bodenbearbeitung. Das siebte Blatt enthält Empfehlungen für die vorbeugende und direkte Bekämpfung von Wild- und Nagetierschäden.

Diese Blätter wurden auf Basis der Ergebnisse im Versuchsnetz des Projekts erstellt und durch Literaturrecherchen und gemeinsam mit Walderneuerungsfachleuten angestellten Überlegungen ergänzt.



Danksagung

Wir sind dem EFRE-Interreg (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) sowie dem SPW (Operative Generaldirektion Landwirtschaft, Naturschätze und Umwelt) zu Dank verpflichtet, die das Projekt REGIOWOOD II : „Anpassung der Regeneration für einen widerstandsfähigeren Wald“ finanziert und unterstützt haben.

Das Konzept und der Inhalt der Leitfäden zur Unterstützung der Regeneration sind Ergebnis der Versuche und des grenzüberschreitenden Austauschs. Die Sammlung und der Abgleich der Informationen, auf die sich die Leitfäden stützen, sowie die Erstellung der Empfehlungen wurden von zahlreichen Experten und Fachleuten unterstützt. Die meisten von ihnen nahmen zum Sammeln technischer Informationen an Arbeitsgruppen und Präsentationstagen teil. Wir danken den folgenden Personen für ihre konstruktiven Beiträge :

Partner

Pauline GILLET, Charles VUYLSTEKE, Benjamin WILLEMS und Sarah WAUTELET (Ressources Naturelles Développement)

Catherine COLLET, Florian VAST und Alexandre FRAUENFELDER (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement)

Pierre-Olivier BONHOMME, Julie LOSSEAU, Philippe de WOUTERS und Michaël SZENOGRACZKI (Société Royale Forestière de Belgique)

David BERCK und Vincent COLSON (Office Economique Wallon du Bois / Cellule d'Appui à la Petite Forêt Privée)
Christophe VIDAL und Sabine GIRARD (Centre National de la Propriété Forestière / Institut pour le Développement Forestier)

Stéphane ASael und Cyril VITU (Centre Régional de la Propriété Forestière en région Grand Est)

Kevin GIROT (Fibois Grand Est)

Georg Josef WILHELM (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz)

Office National des Forêts

Jean-Philippe MARECHAL, Sébastien DAVILLER – ONF, Service travaux

SPW - Département de la Nature et des Forêts

Pierre GIGOUNON (Verantwortlicher Forstamt Bouillon), Olivier HUART (Verantwortlicher Forstamt Beauraing), Philippe TRIGALET (C1 Forstamt Beauraing), Jules LUCY (C1 Forstamt Marche-en-Famenne), Philippe GILLES (Fachkraft Forstamt Libin).

Sachverständige und Bewirtschafter

Claude BECKER (Beratung und Entwurf forstwirtschaftlicher Werkzeuge), Elise SPEYBROUCK und François DE MEERSMAN (Union des Entrepreneurs de Travaux Forestiers de Wallonie / Confédération belge du bois), Pierre FONTEYN (Fédération Nationale des Experts Forestiers), Etienne LORENT (unabhängiger Bewirtschafter).

Techniker und Forstunternehmer

Yves PIROTHON (Baumschule Pirothon SA)

Simon LINARD (Baumschule ArboPlants)

Gauthier GAILLY & Edith GAILLY JOURDAN (Baumschule Gailly Jourdan)



Anthony VALENZISI (Valenzisi SA)

Anthony VAN ZUYLEN (Dynasilva)

Julien PETIT und Alice SABINE (Coopérative Forêt et Bois de l'Est)

Société MAILLARD und Firma DAIRON

Gilbert CLARAT (unabhängiger Techniker)

Privateigentümer

Quentin D'OTREPPE und Didier CHOUZET

Wir danken auch Monique PIERARD (CDAF asbl) für die Durchsicht und Korrektur der Dokumente und Jean-Yves LAMBERT (CDAF asbl) für die Abbildungen und die Formatierung der Dokumente.

Schließlich hoffen wir, dass dieses Tool Waldbesitzern und Waldbewirtschaftern dabei hilft, Lösungen für Probleme bei der Regeneration ihrer Parzellen zu finden, oder, einfacher gesagt, Informationen über neue Methoden und Werkzeuge zur Bodenvorbereitung aufzuspüren.



REGE-Diagnosetool

TEIL I: Bestimmen der Ausgangssituation der
Parzelle, Stellen der richtigen Fragen



1. Kontext und Handhabung des Tools

Die Misserfolgsquote bei der natürlichen und künstlichen Erneuerung der Bestände ist in der Großregion hoch. Die Ursachen für diese Misserfolge können vielfältig sein und stehen oft in Wechselwirkung zueinander. Es gibt auch zahlreiche Parzellen, die von ihren Besitzern nach dem Kahlschlag aus verschiedenen Gründen nicht erneuert werden: Zeitmangel, mangelnde forstwirtschaftliche Kenntnisse, Kosten für die Wiederaufforstung¹ usw.

Für eine erfolgreiche Erneuerung ist von entscheidender Bedeutung, dass man mit einer genauen Bestimmung der Ausgangssituation in der Parzelle und einer Diagnose der Einschränkungen beginnt. Auf diese Weise können günstige Bedingungen für die Ansiedlung des Wildlings oder Setzlings geschaffen und überlegt geeignete Routen ausgewählt werden. So ist es beispielsweise möglich, den Boden vorher aufzulockern, um die Wurzelentwicklung zu fördern, oder bestimmte Methoden zur Eindämmung der Konkurrenzvegetation anzuwenden.

Ziel dieses Dokuments ist es, den Eigentümer/Bewirtschafter zu dem für die jeweilige Situation der Parzelle am besten geeigneten Erneuerungsrouten zu führen. Die vorgeschlagenen Routen stützen sich so weit wie möglich auf bereits vorhandene natürliche Regeneration. Das erhöht die Aussichten auf Erfolg und eine vielfältige Regeneration.

Dieses Dokument ist in zwei Teile gegliedert, nämlich zwei Analysehilfen, die zusammen konsultiert werden können:

Teil I : Anhand von Diagrammen und Beschreibungen der verschiedenen **möglichen Ausgangssituationen** kann der Leser feststellen, welche Situation auf die Parzelle zutrifft, die erneuert werden soll. Dann kann er zur Bestimmung der passenden **Route** dem zugehörigen **Entscheidungsschlüssel** folgen.

Teil II : Zur Unterstützung bei der Verwendung der Entscheidungsschlüssel aus Teil I wird dem Leser empfohlen, die in Teil II nach Kategorien zusammengestellten **Toolboxen** zu verwenden.

Die in diesem Tool beschriebenen Ausgangssituationen beziehen sich auf gleichförmige und ungleichförmige Hochwälder im Rahmen von Pflegemaßnahmen. Übergangsbehandlungen wie der Umstieg auf Ungleichförmigkeit, Umstrukturierung und Überführung werden nicht berücksichtigt. Schließlich wird die Erneuerung von durch Störungen betroffenen Beständen nach durchgeführten Läuterungshieben analysiert.

Die Ausgaben der in diesem ersten Teil vorgeschlagenen Entscheidungsschlüssel verweisen auf Referenzen zu den für die diagnostizierten Situationen spezifischen Routen. Diese Routen werden in den Erläuterungsblättern zu den **REGE-Routen** detailliert beschrieben. Im Teil „Toolbox“ werden verschiedene Hemmsituationen genannt, die durch mechanische Arbeit gelöst werden können. Diese Arbeiten werden in den **technischen Blättern** ausführlich beschrieben.



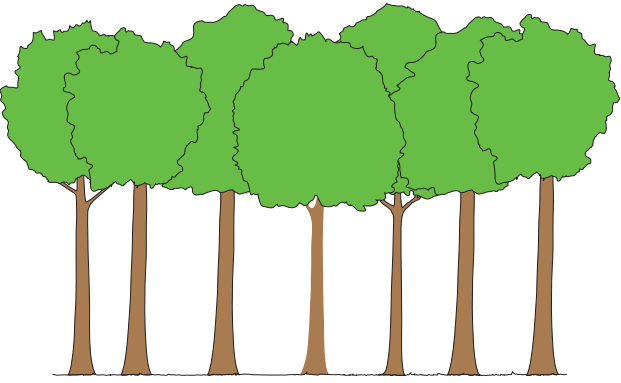
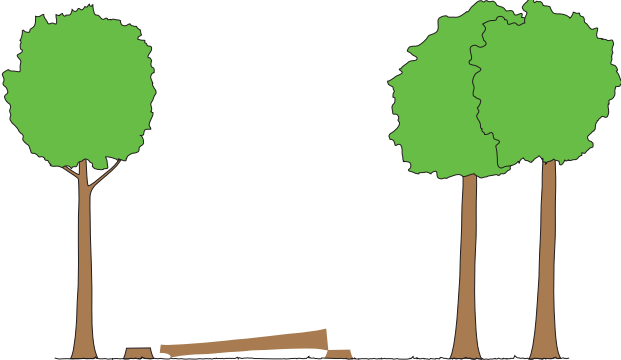
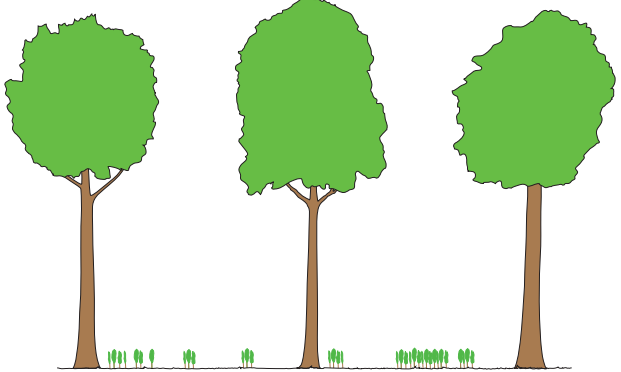
Für die Regeneration gibt es in jedem Land / jeder Region Regelungen, die der Bewirtschafter bei seinem Projekt berücksichtigen muss.

In der Wallonie gibt es insbesondere das wallonische Waldgesetz (Code forestier wallon); Dekret zum Waldgesetz B.S. 12.09.2008), den CoDT, die Flurordnung (code rural) und Natura 2000. Für weitere Informationen über die neuesten Änderungen oder lokale Besonderheiten wenden Sie sich bitte an das DNF-Forstamt oder einen Forstexperten.

In der Region Grand Est sind bei Regenerationsprojekten **das Waldgesetz, Natura 2000 sowie der Erlass des Präfekten zum Schutz von Biotopen** (Arrêté préfectoral de protection des biotopes) zu berücksichtigen. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an das CRPF Grand Est.

2. Bestimmen der Ausgangssituation

In diesem ersten Schritt bestimmt der Bewirtschafter/Eigentümer, in welcher Ausgangssituation sich die Parzelle befindet, die erneuert werden soll. Die sechs berücksichtigten Situationen werden im Folgenden schematisch dargestellt.

1 – UNGLEICHFÖRMIGER HOCHWALD  ➞ Seite 4	2 – GESCHLOSSENER GLEICHFÖRMIGER HOCHWALD  ➞ Seite 6
3 – INFOLGE EINER STÖRUNG OFFENER GLEICHFÖRMIGER HOCHWALD  ➞ Seite 8	4 – KAHLSCHLAG VOR DER PFLANZUNG  ➞ Seite 10
5 – KÜNSTLICHE REGENERATION: PFLANZUNG NACH KAHLSCHLAG  ➞ Seite 12	6 – NATÜRLICHE REGENERATION: VERJÜNGUNGSHIEB BEGONNEN  ➞ Seite 14

1 - UNGLEICHFÖRMIGER HOCHWALD

Diese Ausgangssituation betrifft jene Fälle, in denen die **Behandlung** des Hochwaldes **ungleichförmig** ist und **die Nutzbaumarten** (oder Zielbaumarten) des Bestands **sehr unterschiedliche Größen** mit mindestens zwei für die Abholzung geeigneten Stärkeklassen¹ (Schwach-, Mittel-, Starkholz und sehr starkes Holz) aufweisen, die nach Baumstandorten oder in kleinen Gruppen gemischt sind.

Begleit- oder Anbaubaumarten wie z. B. Hainbuche im Mittelwald werden nicht gerechnet.

Ist eine Stärkekategorie vorherrschend, obwohl andere Kategorien vorhanden sind, sollte eher die Ausgangssituation 2 (Seite 6), 3 (Seite 8) oder 6 (Seite 14) gewählt werden, die sich mit gleichförmigen Hochwäldern befasst. Ist im Bestand **Schwach- und Mittelholz vorherrschend**, stellt sich die Frage der Erneuerung nur für mögliche Öffnungen im Bestand (siehe Toolbox F1).

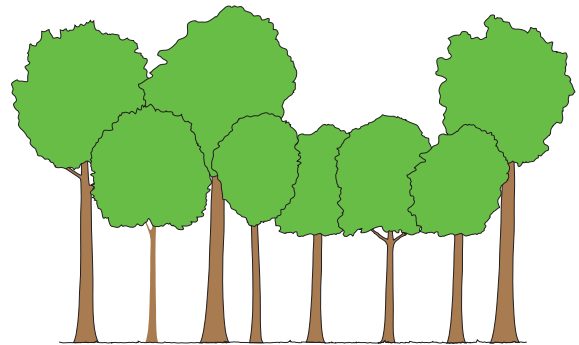
Bei dieser Art der Behandlung erfolgt die Erneuerung überwiegend auf natürlichem Wege und kontinuierlich. Die natürliche Regeneration kann jedoch durch eine Reihe von Hemmnissen im Zusammenhang mit dem Boden, der Vegetation, dem Wild oder einer ungeeigneten Lichtmenge behindert werden. Darüber hinaus kann der Bewirtschafter/Eigentümer aus verschiedenen Gründen die Palette der vorhandenen Baumarten erweitern wollen.

Diese Situation umfasst die folgenden Fälle

✓ *Mindestens zwei Stärkeklassen, Regeneration im Unterwuchs*

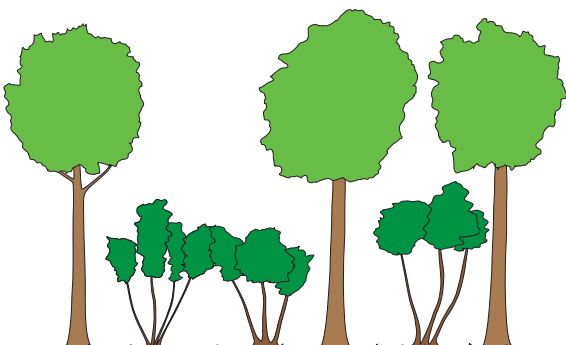


✓ *Mindestens zwei Stärkeklassen, keine Regeneration*

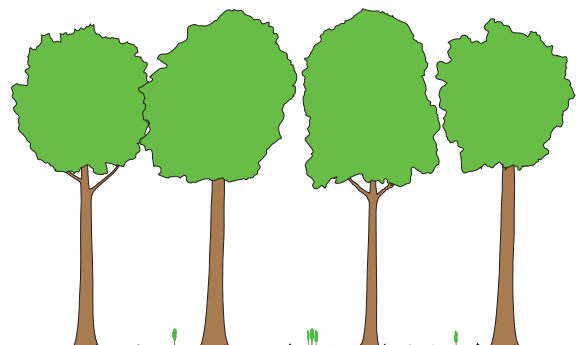


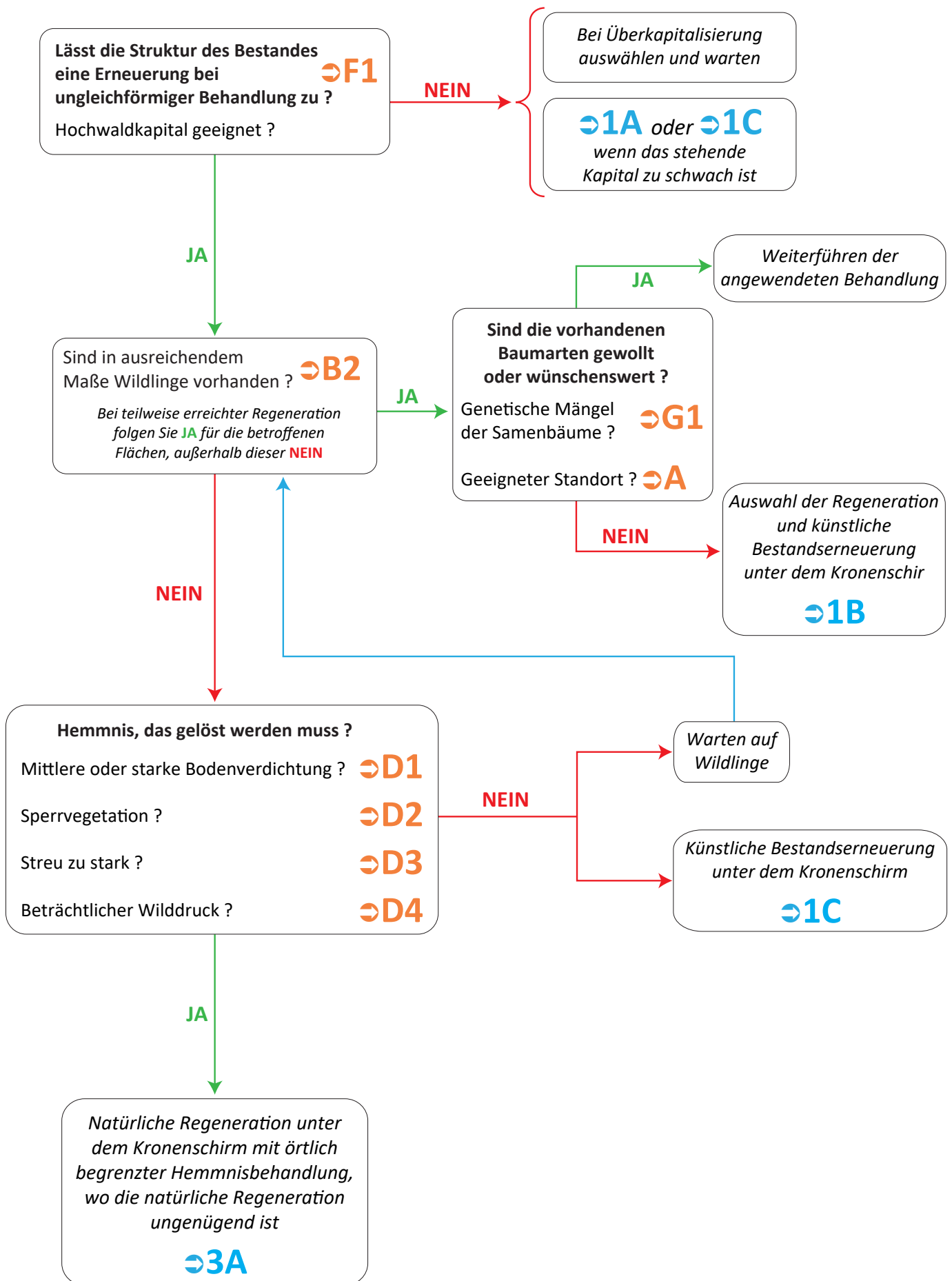
Diese Situation umfasst die folgenden Fälle nicht

✓ *Einen Mittelwald*



✓ *Eine Regeneration unter einem gleichförmigen Hochwald*





Legende zu den Verweisen

⇨ nr. Ausgangssituation

⇨ nr. Toolbox

⇨ nr. Empfohlene Route



2 - GESCHLOSSENER GLEICHFÖRMIGER HOCHWALD.

Diese Ausgangssituation betrifft jene Fälle, in denen die Bestände **gleichförmig, vollständig und in gutem Gesundheitszustand** sind und letztendlich voll regeneriert werden sollen, entweder durch Schirmschlag, durch künstliche Erneuerung unter dem Kronenschirm oder durch Kahlhieb. Der Hochwald kann je nach Durchforstung und erfolgter Forstwirtschaft mehr oder weniger licht sein.

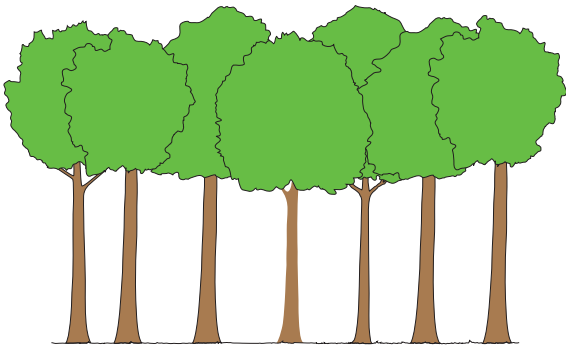
Die Bäume der Hauptbaumarten des Bestands sind alle in **ähnlichen Stärkeklassen**. Sind mehr als zwei ähnliche Stärkeklassen im Bestand vorhanden, so sollte eher die Ausgangssituation 1 (Seite 4) gewählt werden, die ungleichförmigen Hochwald betrifft.

Wenn die gewünschte natürliche Regeneration nach einem Verjüngungsschnitt bereits auf dem Boden vorhanden ist, sollte die Ausgangssituation 6 (Seite 14) gewählt werden, die sich mit bereits begonnener Regeneration befasst. Bei gleichförmigen Beständen, in denen mehr oder weniger große Lücken entstanden sind, z. B. durch Verjüngungshiebe oder andere Störungen, ist die Ausgangssituation 3 (Seite 8) zu wählen.

Diese Situation umfasst folgenden Fall



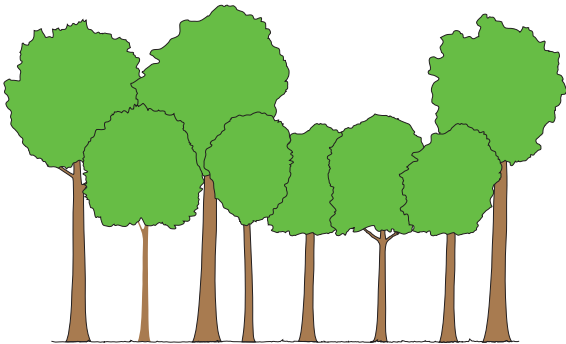
Geschlossener gleichförmiger Hochwald



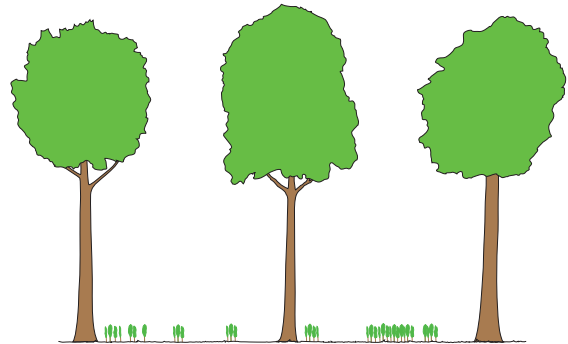
Diese Situation umfasst die folgenden Fälle nicht

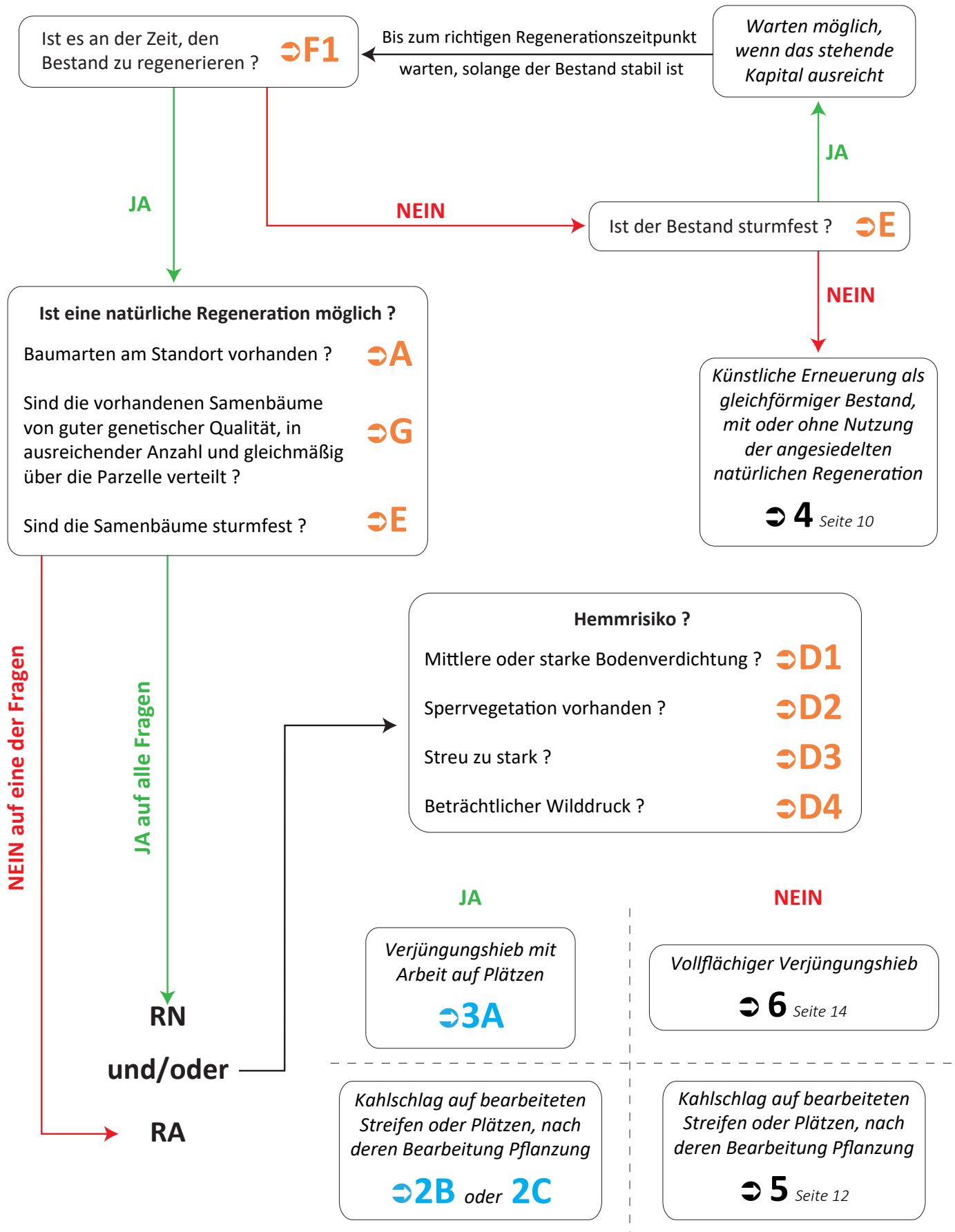


Mindestens zwei Stärkeklassen, keine Regeneration



Ein gleichförmiger Bestand, in dem bereits mit Verjüngungshieben begonnen wurde





Legende zu den Verweisen

➡ nr. Ausgangssituation

➡ nr. Toolbox

➡ nr. Empfohlene Route



3 - NACH EINER STÖRUNG OFFENER GLEICHFÖRMIGER WALD

Diese Ausgangssituation betrifft jene Bestände, die **gleichförmig aber unvollständig** sind oder aufgrund von Windbruch, angegriffener Gesundheit oder Absterben **entwertet** wurden.

Der Bestand weist derzeit keine gesundheitlichen Probleme mehr auf, aber die Nachwirkung einer plötzlichen und manchmal chaotischen Öffnung dauert vermutlich an. Der Boden ist zweifellos durch das wiederholte Befahren durch schwere Maschinen verdichtet und die Stabilität des Bestands ist möglicherweise beeinträchtigt. Die bereits vorhandene natürliche Regeneration wurde möglicherweise durch den ungeordneten Sturz von Bäumen beschädigt.

Die Bäume der Hauptbaumarten des Bestands sind alle **in ähnlichen Stärkeklassen** (SH, MH, StH und SStH). Sind mehr als zwei ähnliche Stärkeklassen im Bestand vorhanden, so sollte eher die Ausgangssituation 1 gewählt werden, die ungleichförmigen Hochwald betrifft.

Diese Art von Situation erfordert eine Diagnose des restlichen Baumbestands, der erreichten Regeneration und des Erneuerungspotenzials.

Ist der Bestand sehr offen, so kommt die Situation in die Nähe eines Kahlschlags, bei dem das Nutzungspotenzial der natürlichen Regeneration fraglich ist. Der Hauptunterschied betrifft die Bewirtschaftung der verbleibenden Bäume und des Schlagabraums. Wenn die Abholzung bereits stattgefunden hat, kann die Regeneration durch eine Reihe von Hemmnissen beeinträchtigt werden, die z. B. mit der Bodenverdichtung zusammenhängen.

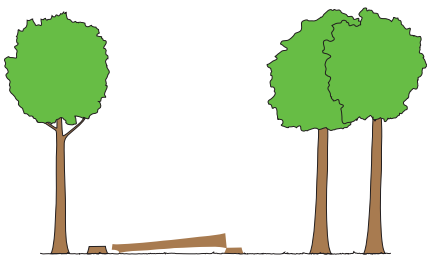
Ist der Bestand mäßig offen, so unterscheidet sich die Situation in zwei Punkten von einem begonnenen Verjüngungshieb:

- o Die Bewirtschaftung der verbleibenden Bäume mit Bezug auf Stabilität, wirtschaftliche Reife, Standorteignung und Eignung als Samenbaum
- o Das Erreichen natürlicher Regeneration, da diese möglicherweise nicht auf der gesamten Parzelle zu erwarten ist, wenn bestimmte Hölzer erhalten werden sollen

Diese Situation umfasst den folgenden Fall



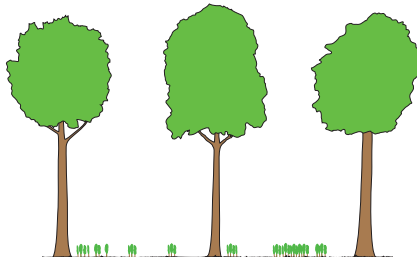
Infolge einer Störung offener gleichförmiger Hochwald



Diese Situation umfasst die folgenden Fälle nicht

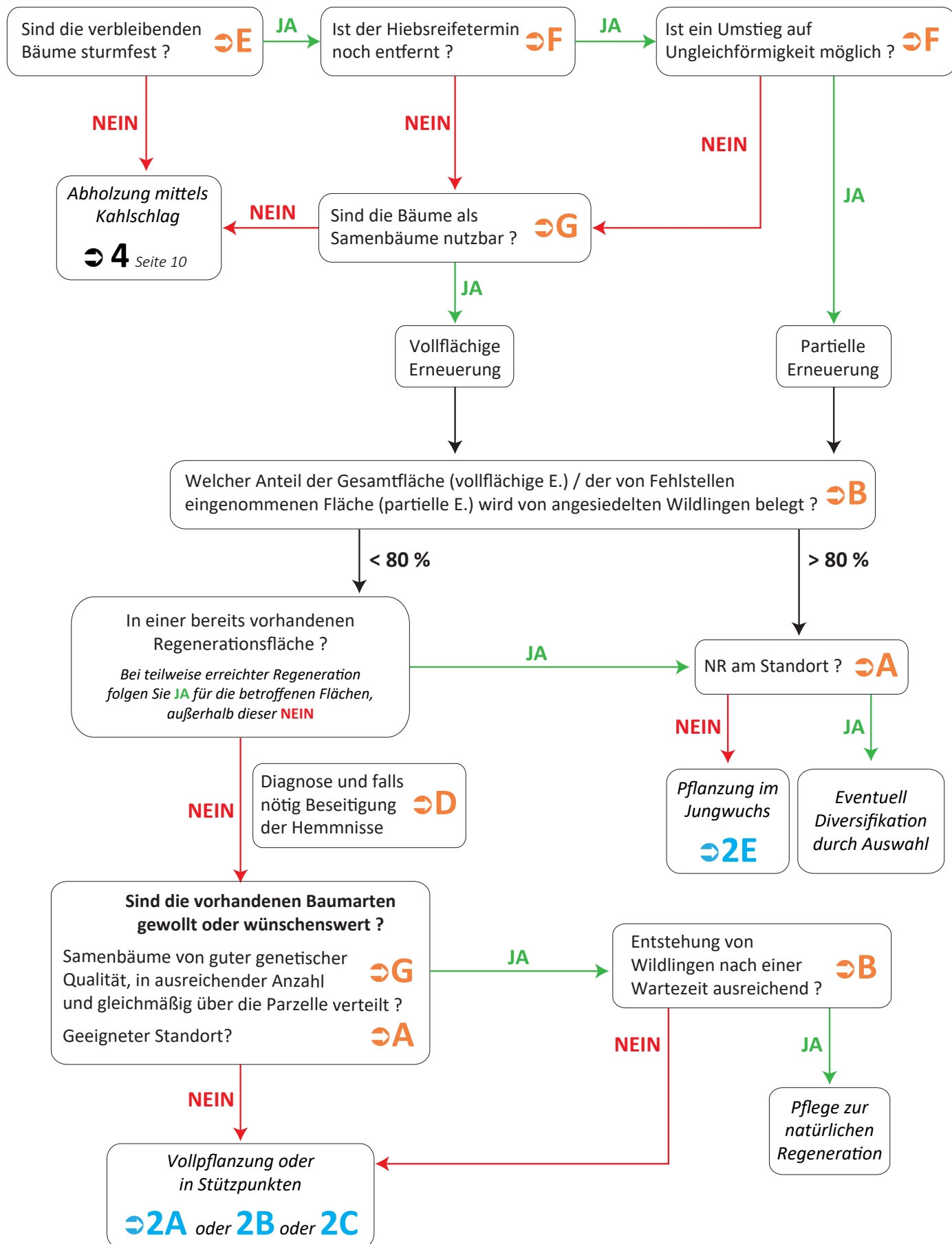


Ein gleichförmiger Bestand, in dem bereits mit Verjüngungshieben begonnen wurde



Ein Kahlschlag





Legende zu den Verweisen

➡ nr. Ausgangssituation

➡ nr. Toolbox

➡ nr. Empfohlene Route



4 - KAHLSCHLAG VOR DER PFLANZUNG

Diese Ausgangssituation betrifft Bestände nach einem Kahlschlag (Kahlhieb), bei dem alle Bäume geerntet wurden. Sofern der Kahlschlag nicht auf eine Störung zurückzuführen ist (Situation 3), ist er meist mit einer vorhergegangenen Entscheidung für eine künstliche Regeneration durch Pflanzung verbunden.

In diesem Stadium der Analyse wurde noch keine Pflanzung vorgenommen, aber der Kahlschlag kann Flächen mit Wildlingen enthalten, die sich für die Erneuerung nutzen lassen.

Eine erste Diagnose ermöglicht es, den potenziellen Nutzen dieser Flächen für die Erneuerung der Parzelle abzuschätzen (räumliche Verteilung, besiedelte Fläche, Eignung der Baumarten für den Standort). Im Gegensatz zu einer Situation, in der noch Samenbäume auf der Parzelle vorhanden sind (typisch für Situation 6), ist das Erweiterungspotenzial der Flächen für die natürliche Regeneration eingeschränkter und daher das Abwarten unter diesen Bedingungen eine weniger relevante Option. In einigen Fällen kann sie in Betracht gezogen werden (etwa bei Baumarten, die durch den Wind von benachbarten Parzellen verbreitet werden), das bleibt jedoch im folgenden Schlüssel unberücksichtigt. Bei frühzeitiger Erneuerung mit Nadelholz nach Nadelholzkahlschlag wird dringend empfohlen abzuwarten, um damit die Schäden durch Rüsselkäfer zu begrenzen.

Eine zweite Diagnose bezieht sich auf mögliche Hemmnisse, die in diesem Fall eher ein Problem für die Pflanzungen als für die bereits erreichte natürliche Regeneration darstellen.

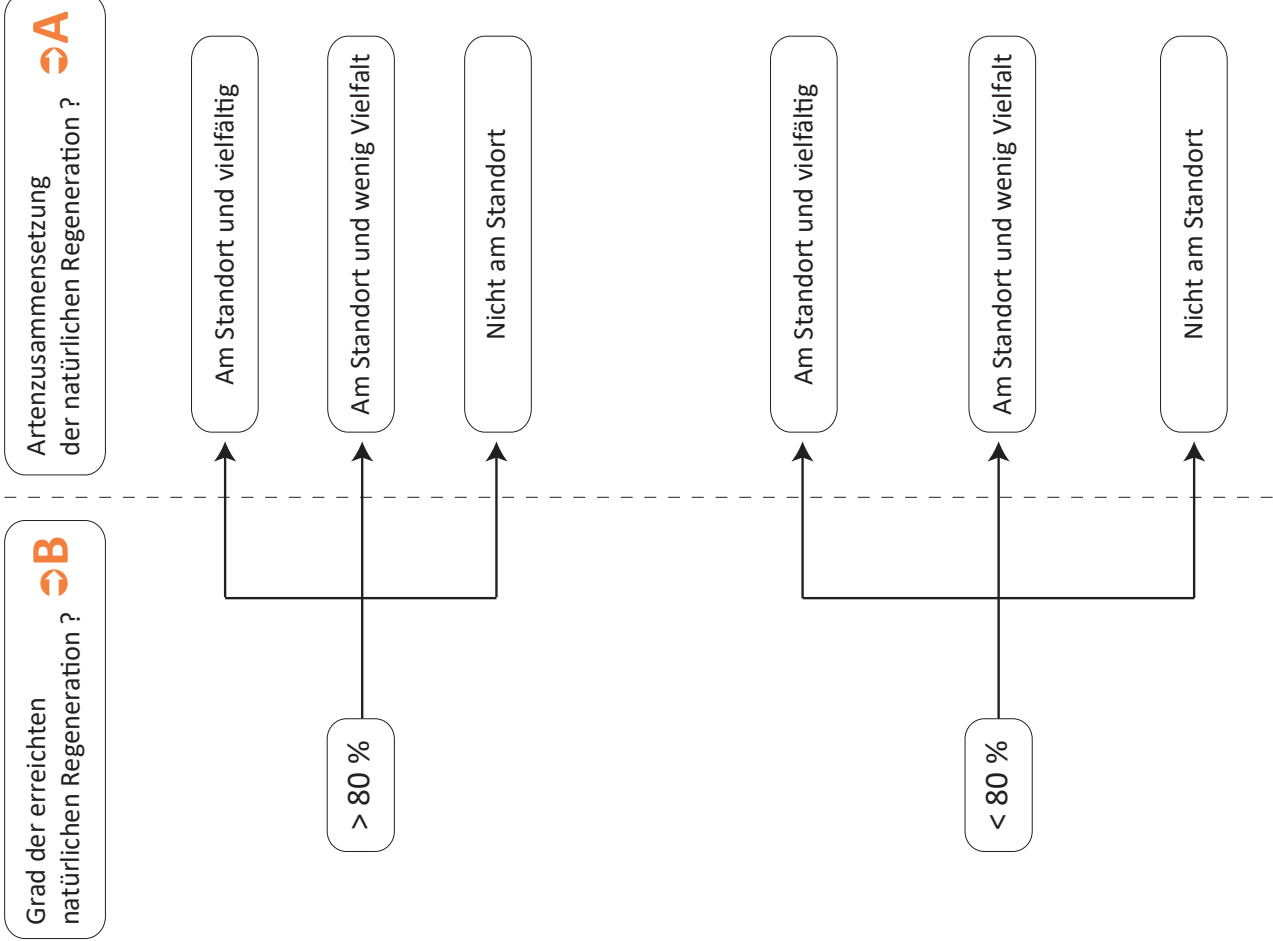
Welche Pflanzschemata umgesetzt werden, ist weitgehend von der Verbindung beider Analysen - Potenzial für natürliche Regeneration und Hemmnisse – abhängig. Vor der Regeneration der Parzelle müssen auch die Schlagabraumbewirtschaftung und die gewählte Bodenbearbeitungsmethode berücksichtigt werden.

Bei bereits erfolgter Anpflanzung trifft Situation 5 zu.

Diese Situation umfasst folgenden Fall	Diese Situation umfasst den folgenden Fall nicht
 <i>Kahlschlag kurz vor der Pflanzung</i> 	 <i>Pflanzung nach Kahlschlag</i> 

Wichtiger Hinweis zur Verwendung des Diagramms auf Seite 11

Zuerst sind die Fragen am Anfang der ersten beiden Spalten zu beantworten. Wurde der Prozentsatz der erreichten Regeneration (Spalte 1) und die Eignung für den Standort (Spalte 2) ermittelt, muss der Nutzer entscheiden, ob ein Hemmnis vorliegt oder nicht, und dann die entsprechende JA- oder NEIN-Spalte durchgehen. Die empfohlenen Routen sind auf der Höhe der Zelle positioniert, die die Eignung des Standorts für den beobachteten Regenerationsgrad definiert.



5 - KÜNSTLICHE REGENERATION: PFLANZUNG NACH KAHLSCHLAG

Diese Ausgangssituation betrifft als **gleichförmiger Hochwald** behandelte Bestände, in denen der Kahlschlag durchgeführt und die Pflanzung abgeschlossen wurde.

Die Diagnose ist nur bei Durchführung während der ersten zwei Jahre nach der Pflanzung aussagekräftig. Zu diesem Zeitpunkt betrifft sie vor allem das Überleben und den Gesundheitszustand der Setzlinge sowie die Deckung der Parzelle. Außerdem wird davon ausgegangen, dass das angesiedelte Material am Standort ist und den Qualitätskriterien entspricht, die in der Leistungsbeschreibung der Abnahme festgelegt sind.

Bei mangelnder künstlicher Regeneration wird bei der Diagnose zunächst geprüft, wie weit die natürliche Regeneration für den Übergang ausreicht.

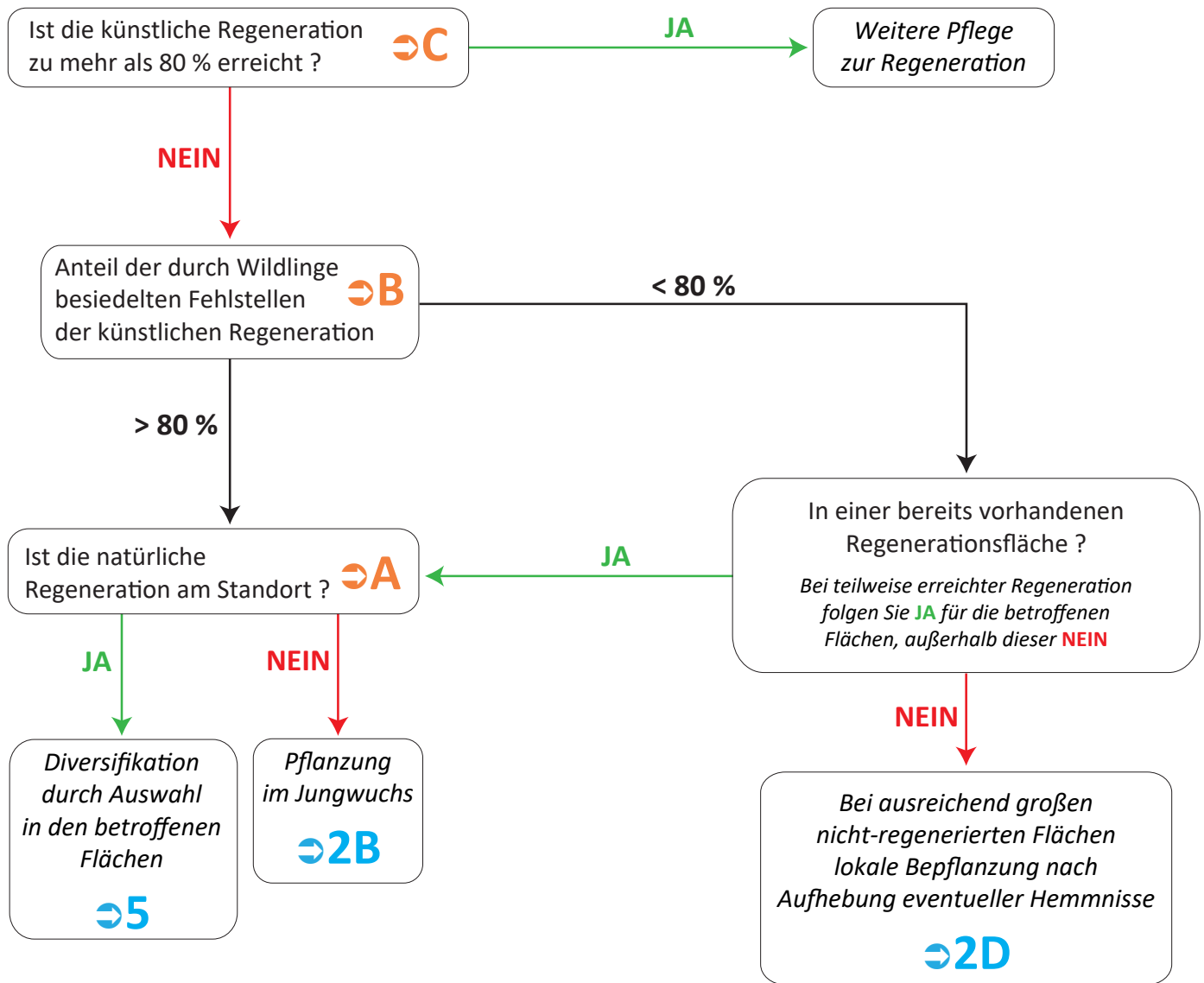
Auf der Parzelle gibt es keine Samenbäume mehr, aber es ist möglich, dass auf benachbarten Parzellen Samenbäume geeigneter Baumarten vorhanden sind. Ist das nicht der Fall, muss im Rahmen der Diagnose bestimmt werden, wie die Erneuerung nach Beseitigung eventuell vorhandener Hemmnisse bestmöglich durch Anpflanzung ergänzt werden kann. In Anbetracht der damit verbundenen Kosten sollte bei den Eingriffen darauf geachtet werden, dass die Regeneration die am Ende des Forstwirtschaftszyklus erwartete Mindestanzahl an Bäumen hervorbringt.

Diese Situation umfasst folgenden Fall



Pflanzung nach Kahlschlag





Legende zu den Verweisen

➔ nr. Toolbox

➔ nr. Empfohlene Route

6 - NATÜRLICHE REGENERATION: VERJÜNGUNGSHIEB BEGONNEN

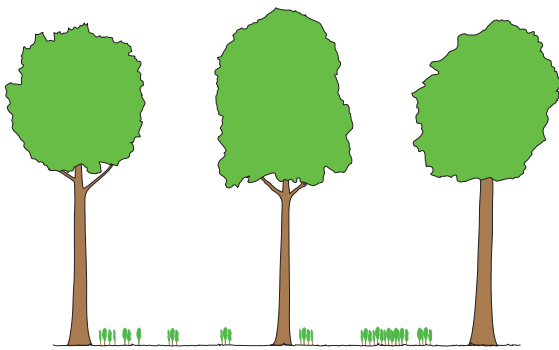
Diese Ausgangssituation betrifft Bestände **mit gleichförmigem Hochwald am Ende des Forstwirtschaftszyklus** und **begonnenem Prozess der natürlichen Regeneration der Zielbaumart**, in denen als Folge zufällige Regeneration festzustellen ist. Es wurde bereits mit dem Entfernen des Unterwuchses oder mit Nachlichtungen begonnen.

Im Gegensatz zu den Situationen 4 und 5 kann davon ausgegangen werden, dass die vorhandene natürliche Regeneration insgesamt standortgerecht ist, da die Öffnung des Bestands durch den Bewirtschafter geplant war. Ist das nicht der Fall, sollten aus der natürlichen Regeneration Wildlinge geeigneter Baumarten ausgewählt werden. Diese kann auch durch Pflanzung auf Plätzen oder im Freiland angereichert werden. Im letzteren Fall kann die natürliche Regeneration zum Ausfüllen dienen, mit einem Erziehungseffekt für die Setzlinge.

Diese Situation umfasst folgenden Fall



Verjüngungshieb begonnen



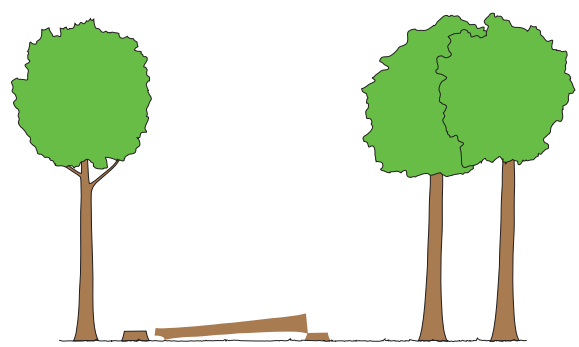
Diese Situation umfasst die folgenden Fälle nicht

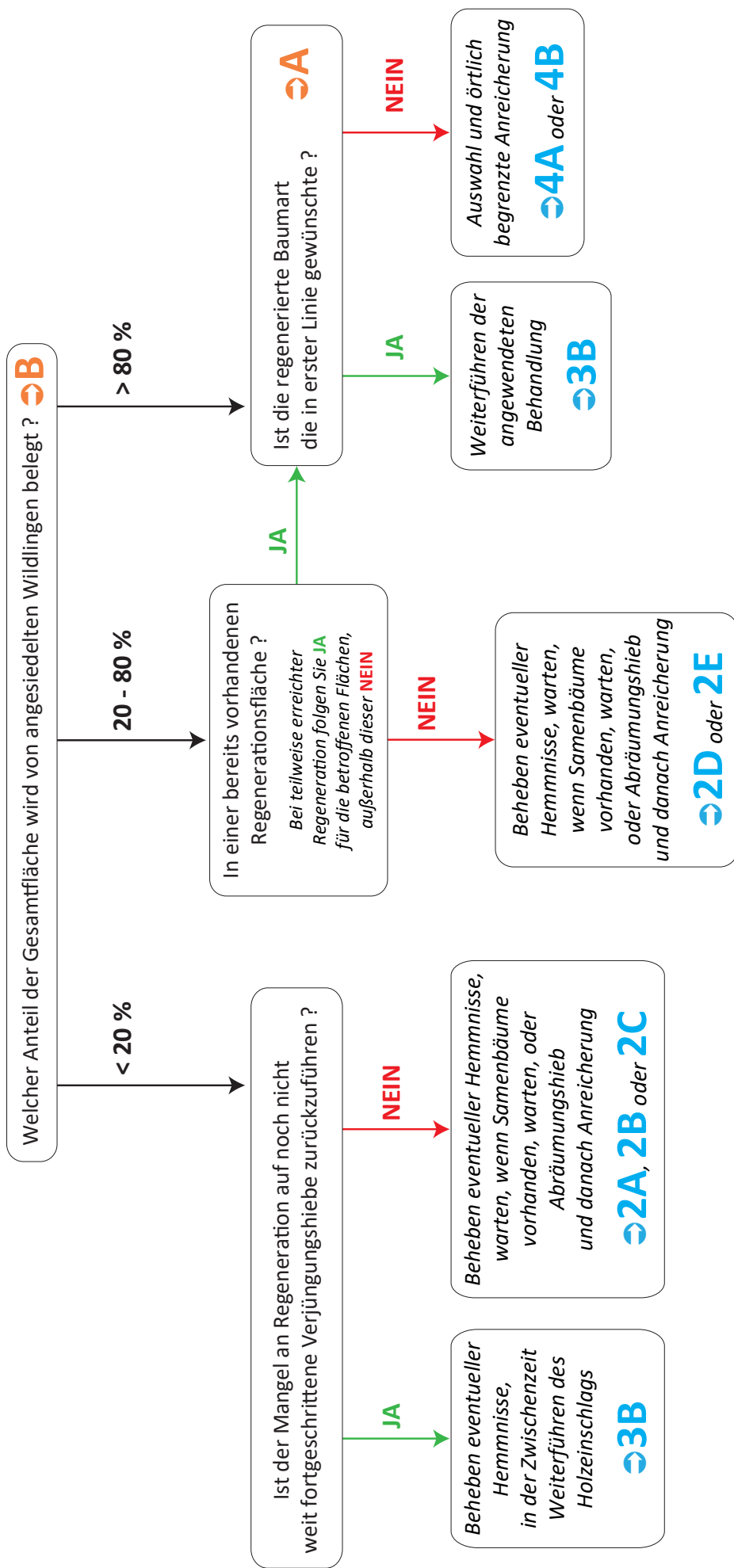


Ein ungleichförmiger Bestand mit Regeneration im Unterwuchs



Ein nach einer Störung offener gleichförmiger Hochwald





Legende zu den Verweisen

➡ nr. Toolbox

➡ nr. Empfohlene Route

REGE-Diagnosetool

TEIL II: Toolbox



Diese Box enthält eine Reihe von nach Themen gruppierten Tools zur Unterstützung bei den Entscheidungsschlüsseln in Teil I des Diagnoseinstruments.

Die Toolbox deckt nicht alle behandelten Themen vollständig ab. Zusätzliche Informationen finden Sie in den im Dokument zitierten Literaturquellen. Die Hilfe ist so konzipiert, dass die verschiedenen Teile parallel verwendet werden können.

Befindet sich die vorhandene oder gewünschte Baumart am Standort?

A	<i>A1 - Wallonie : Die ökologische Baumartenkartei</i>	<i>3</i>
	<i>A2 - Frankreich : Die Leitfäden für die Auswahl der Baumarten in Elsass-Lothringen</i>	<i>4</i>

Sind in ausreichendem Maße Wildlinge vorhanden?

B	<i>B1 - Gleichförmiger Hochwald</i>	<i>5</i>
	<i>B2 - Ungleichförmiger Hochwald</i>	<i>6</i>

C Hat die Pflanzung Zukunft?

Welche Einschränkungen können zu einer Hemmung der Erneuerung führen?

D	<i>D1 - Ist der Boden verdichtet ?</i>	<i>8</i>
	<i>D2 - Ist Sperrvegetation vorhanden ?</i>	<i>11</i>
	<i>D3 - Gibt es zu viel organische Substanz im Boden ?</i>	<i>14</i>
	<i>D4 - Besteht übermäßiger Wilddruck auf Setzlinge und Wildlinge ?</i>	<i>15</i>

Ist mein Bestand sturmfest?

E	<i>E1 - Diagnose der Stabilität eines gleichförmigen Nadelholzbestands</i>	<i>16</i>
	<i>E2 - Diagnose der Stabilität eines Laubholzbestands</i>	<i>17</i>

Ist eine Erneuerung oder ein Umstieg auf Ungleichförmigkeit zweckmäßig?

F	<i>F1 - Ist eine Erneuerung zweckmäßig ?</i>	<i>18</i>
	<i>F2 - Kann man mit der Einleitung des Umstiegs auf Ungleichförmigkeit zuwarten ?</i>	<i>20</i>

Sind in ausreichender Menge hochwertige Samenbäume vorhanden?

G	<i>G1 - Sind die Samenbäume hochwertig ?</i>	<i>21</i>
	<i>G2 - Sind Samenbäume in ausreichender Menge vorhanden ?</i>	<i>22</i>

A - BEFINDET SICH DIE VORHANDENE ODER GEWÜNSCHTE BAUMART AM STANDORT ?

Für die einzelnen Regionen wurden unterschiedliche Tools entwickelt, mit denen der Förster bestimmen kann, welche Baumarten auf seinem Waldstück Qualitätsholz produzieren werden.

A1 - Wallonie: Die ökologische Baumartenkartei

a. Verwendung

Das Tool ist als Webanwendung frei zugänglich: fichierecologique.be. Es ist notwendig, den Standort der Parzelle zu kennen. Diese kann bis zu 5 ha groß sein.

- o Parzelle in der Kartenschnittstelle lokalisieren
- o Genauen Umriss der Zone (Parzelle, die erneuert werden soll) auf der Karte einzeichnen
- o Trophie- und Wasserdaten eventuell durch Geländedaten bestätigen

b. Vorsichtsmaßnahmen

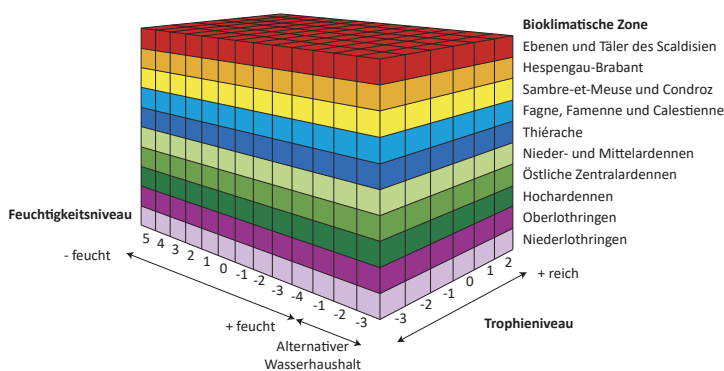
Die digitale Diagnose muss immer mit einer Geländekontrolle einhergehen. Das bedeutet, dass der Nutzer über ein Mindestmaß an technischen Kenntnissen verfügen muss, um die pedologischen und standörtlichen Parameter überprüfen zu können.

c. Funktionen

Entsprechend der bioklimatischen Zone und dem Wasser- und Trophieniveau teilt das Tool die Parzelle in homogene Zonen ein. Die beiden letztgenannten Kriterien werden auf der Grundlage des Reliefs und der digitalen Bodenkarte der Wallonie berechnet.

Auf der Grundlage dieser drei Daten erstellt das Tool eine Liste mit potenziellen standortgerechten Baumarten, wobei angegeben wird, ob die Bedingungen für eine Baumart optimal sind oder von dieser toleriert werden.

Für jede Baumart gibt es ein Blatt mit zusätzlichen Hinweisen auf die besonderen Einschränkungen, die der Forstwirt berücksichtigen muss. Denn je nach ihren Eigenschaften können die Baumarten mehr oder weniger empfindlich auf verschiedene Faktoren reagieren, z. B. auf Wassermangel, Früh- oder Spätfrost, wechselnden Wasserhaushalt und verdichteten Boden. Die Beschreibung dieser Empfindlichkeiten wird durch erschwerende oder abschwächende Faktoren ergänzt, anhand derer man seine Baumartenwahl verfeinern kann.



	Hydrotrophe Fähigkeit ①		
	Optimum	Toleranzbereich	Erweiterter Toleranzbereich
Klimatische Eignung ①	Optimum BP*, BV, CR, CS, EP*, NO, PS, SO, TY	AG, AN, AP, AX*, CY, DO, HE, ME, MJ, PM, ST*, TH	CP, ES, PT, TC
	Toleranzbereich EK	CA, CT, MH*, PC, PK, RY, TU	
	Erweiterter Toleranzbereich		PG

Visualisierung des Konzepts zur Parzellenklassifizierung

Liste der für einen im Tool ausgewählten Standort geeigneten Baumarten

a. Verwendung

Die wichtigsten Dokumente (Leitfäden und Kataloge) sowie die meisten regionalen oder nationalen Studien über die Beziehungen zwischen den Standorten und der Produktion der Baumarten stehen auf der Website des forstwirtschaftlichen Bestandsverzeichnisses des IGN zum freien Download zur Verfügung : inventaire-forestier.ign.fr.

Man kann sich auch an das CRPF seiner Region wenden, das **Leitfäden und Kataloge in Papierform** verteilt und die neuesten regelmäßig **auf seiner Internetseite online** stellt : grandest.cnpf.fr.

Die Erfassung der Standorteinheiten im Gelände erfolgt mithilfe eines für jeden Leitfaden spezifischen Bestimmungsschlüssels, der auf einfach feststellbaren Kriterien aufgebaut ist : topografische Lage, Bodenbeschaffenheit und Flora. Der Bestimmungsschlüssel verweist auf ein Blatt zu jedem Standort :

- o Ein Teil enthält zusammenfassende Informationen zur Bestätigung der Diagnose : Lokalisierung, typische Vegetation, wesentliche Bodenmerkmale.
- o Der andere Teil betrifft das Potenzial des Standorts und enthält forstwirtschaftliche und landschaftspflegerische Empfehlungen.

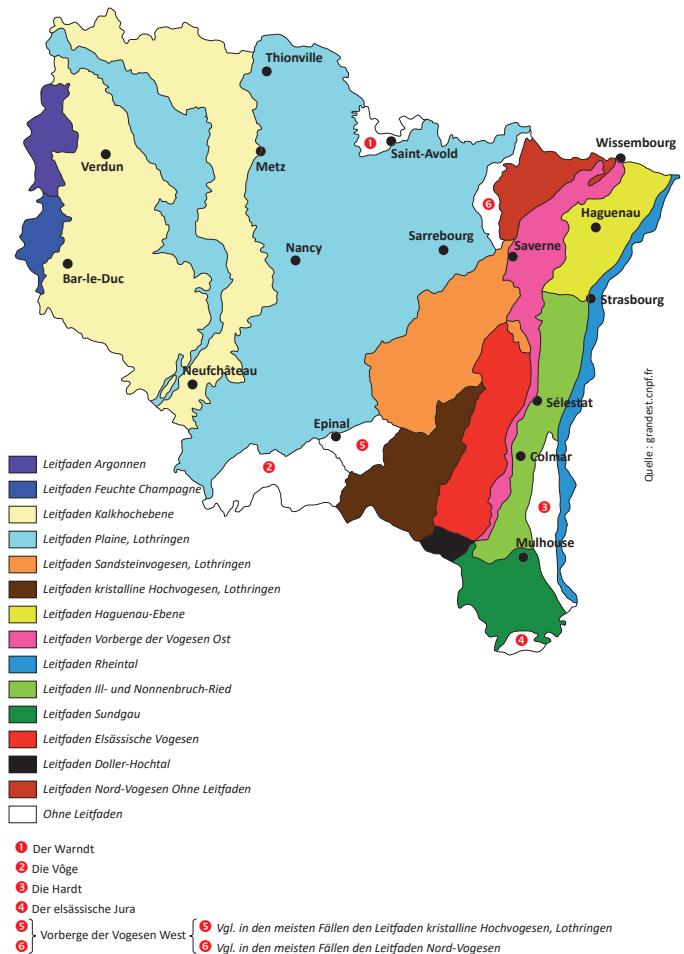
b. Vorsichtsmaßnahmen

Diese Leitfäden müssen unbedingt für die darin abgedeckte geografische Zone verwendet werden. Angesichts der für die Diagnose erforderlichen Bodenbefunde ist ein Mindestmaß an Kenntnissen im Bereich der Bodenkunde erforderlich. Die Leitfäden gelten für einen Waldbestand und nicht für die Wiederaufforstung von landwirtschaftlichen Flächen, die nicht dieselbe Flora oder dieselben Bodenmerkmale haben.

c. Funktionen

Diese Leitfäden decken einen Teil Lothringens und fast das gesamte Elsass ab. Sie stellen entsprechend den Umweltbedingungen (Klima, Boden, Exposition, Topografie usw.) die **am besten geeigneten Pflanzenarten** vor.

Alle neuen oder in Überarbeitung befindlichen Leitfäden berücksichtigen bei der Auswahl der Baumarten den Klimawandel.



Zur Erleichterung des Zugangs zu diesen (belgischen und französischen) Tools werden gleichförmig Schulungen oder Informationstage veranstaltet.

B - SIND AUSREICHEND WILDLINGE VORHANDEN?

Zur Klärung, ob die auf der Parzelle vorhandenen Wildlinge die Erneuerung des Bestands gewährleisten, muss deren Dichte und Verteilung evaluiert werden. Diese Evaluierung stützt sich auf unterschiedliche Ansätze, je nachdem, ob es sich um einen gleichförmigen (B1) oder einen ungleichförmigen Hochwald (B2) handelt.

B1 - Gleichförmiger Hochwald

a. Visuelle Beurteilung der Verteilung und Menge der Wildlinge

Der erste Schritt zur Feststellung des natürlichen Regenerationspotenzials besteht darin, beim Abgehen der Parzelle die Qualität, Verteilung und Dichte der Wildlinge visuell zu bestimmen.

Zur genauen Betreuung der Regeneration müssen, sobald die Begehung durch den Forstwart dies erfordert, forstwirtschaftliche Schneisen geschlagen werden.

Anhand der Entwicklung lässt sich erkennen, ob die Wildlinge gleichmäßig und in ausreichender Dichte über die gesamte Parzelle verteilt oder auf bestimmte Zonen konzentriert sind. So können Sie auf einem Plan die Zonen ohne Regeneration lokalisieren.

Es sollten nur Zukunftssämlinge berücksichtigt werden, die mindestens ein Jahr alt, standortgerecht sowie frei von Wildschäden sind und einen intakten Spitzentrieb haben.

Diese erste Feststellung kann zu zwei verschiedenen Ergebnissen führen¹:

- o **Fall 1** : Die Regeneration der Baumarten von Interesse hat eine gute Verteilung (mehr als 80 % der Erneuerungsfläche) und ist in hoher Dichte vorhanden.
- o **Fall 2** : Die Regeneration der Baumarten von Interesse ist auf weniger als 80 % der Erneuerungsfläche vorhanden und/oder die Dichte ist gering.

b. Visuelle Beurteilung nicht möglich: Evaluierung durch Auszählung

Zur Abschätzung der genauen Wildlingsdichte wurden im Laufe der Jahre mehrere Methoden entwickelt, die bekannteste ist die vom ONF beschriebene : das Tool **REGENAT**. Mit dieser Methode kann man die Wildlingsdichte und die Größe der Fehlstellen in der Parzelle durch Stichproben in Probeflächen genau evaluieren. Diese Methode wird in Anhang 1 näher erläutert.

Mit dieser genauen Erfassung werden die Mittelwerte der erzielten Dichten und der Fehlstellenanteil berechnet. Diese können dann mit Referenzwerten verglichen werden.

So gilt nach Sardin¹ die Regeneration als erreicht, wenn wildschadenfreie Wildlinge mit einer Minstdichte von **5.000 neuen Wildlingen** oder **2.500 Wildlingen bei 80 cm Höhe** oder **2.000 Wildlingen bei 3 m Höhe** pro Hektar gleichmäßig verteilt sind.

Es werden maximal 20 % „anormale Fehlstellen“ (der Regenerationsfläche) toleriert.

¹ Sardin T., 2008 – *Chênaies continentales, Guide des sylvicultures* – ONF, 456 S.



B2 - Ungleichförmiger Hochwald

Bei ungleichförmiger Behandlung reichen eine verstreute Regeneration und ein kontinuierlicher Übergang zum Hochwald aus, um die Erneuerung zu gewährleisten. Es ist daher zu prüfen, ob im Unterwuchs alle Kategorien vorhanden sind, die das Regenerationspotenzial bilden (Jungbestand, Stangenholz usw.), und es ist sicherzustellen, dass die Struktur des Bestands mit der Regeneration der Arten von Interesse vereinbar ist.

a. Erlauben die Lichtverhältnisse die Ansiedlung von Wildlingen ?

Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass 20 % der Fläche mit Wildlingen aller Stadien bedeckt sein sollten, ausgenommen Hochwälder, in denen es noch keine Samenbäume gibt (z. B. eine Mischung aus Schwach- und Mittelholz – siehe Abschnitt F1).

Das Schlüsselement für permanente natürliche Regeneration ist die Aufrechterhaltung optimaler Lichtverhältnisse für die Baumart, die regeneriert werden soll, und daher muss die Schlaganzeichnung so erfolgen, dass die Grundfläche des Hochwaldes ($U_{150} > 40$ cm oder $d_{130} > 17,5$ cm) im richtigen Bereich bleibt. Unzureichende Lichtverhältnisse würden die Ansiedlung der gewünschten natürlichen Regeneration gefährden, während übermäßige Lichtverhältnisse die Ansiedlung anderer Baumarten oder einer potenziell wettbewerbsfähigeren Vegetation begünstigen würde.

Die nebenstehende Tabelle¹ gibt für verschiedene Bestandstypen die optimale Grundfläche vor dem Anzeichnen an. Für die Bewahrung dieser optimalen Grundfläche sollte die Schlaganzeichnung vorrangig im sehr starken reifen Holz erfolgen, das den größten Wert konzentriert, sowie im Stangen- und Schwachholz, damit die Zukunftsbäume eine breite und ausgeglichene Krone entwickeln können.

Grundfläche	Laubbäume
15 bis 18 m ² /ha	Lichtbaumarten
18 bis 21 m ² /ha	Schattenbaumarten
Grundfläche	Nadelbäume
22 bis 32 m ² /ha	Lichtbaumarten
27 bis 37 m ² /ha	Schattenbaumarten

b. Eignet sich die Struktur des Bestands für die Ansiedlung der Regeneration ?

Neben der Grundfläche spielt auch die vertikale Struktur des Bestands eine wichtige Rolle. Denn ein nicht unerheblicher Teil des Lichts, das im Laufe eines Tages den Boden erreicht, fällt nicht von oben, sondern von der Seite ein. Daher lässt ein Bestand mit verschiedenen Stärkeklassen und einem vertikal strukturierten Kronendach mehr Licht durch.

Außerdem kann die Grundfläche des Unterwuchses, auch wenn sie im Vergleich zum Oberstand verhältnismäßig gering ist, einen erheblichen Einfluss auf die Lichtverhältnisse haben, insbesondere wenn es sich um tolerante Arten wie die Hainbuche handelt. Das nebenstehende Bild zeigt die vertikale Strukturierung eines Baumbestands und das Licht, das bis zum Boden durchdringen kann.



Marie-Laure Gaduel © CNPF.

C - HAT DIE PFLANZUNG ZUKUNFT ?

a. Was ist eine Pflanzung mit Zukunft ?

Vor allem muss die **Durchführung**¹ der Pflanzung sehr sorgfältig erfolgen. Denn zusammen mit der Bodenbeschaffenheit wirkt sich die Pflanzung auf die Entwicklung des Wurzelsystems aus, das für die Wasser- und Mineralstoffversorgung der Setzlinge sowie für ihre Stabilität von entscheidender Bedeutung ist. Später können äußere Faktoren das Anwachsen der Pflanzung behindern (Prädation, Sperrvegetation, ungünstige klimatische Bedingungen). Daher ist es wichtig, Bilanz zu ziehen und durch Evaluierung des Erfolgs festzustellen, ob sich die Pflanzung auf dem richtigen Weg befindet. Dabei sind zwei Konzepte zu unterscheiden :

- o Die **Ansiedlungsquote**, die im ersten Jahr der Anlage berechnet wird und oft mit einer Garantie des Pflanzers verbunden ist, der eine bestimmte Überlebensrate der Setzlinge erreichen muss
- o Die **Erfolgsquote**, ein allgemeinerer Begriff, der zwei bis drei Jahre nach der Pflanzung berechnet werden kann und das Überleben und die Qualität der Setzlinge berücksichtigt

b. In der Praxis

1. Überprüfung nach der Pflanzung

Der Pflanzter muss in der Lage sein, ein Herkunftszertifikat für die Setzlinge vorzulegen. **Unmittelbar nach einer Pflanzung** kann die Pflanzung stichprobenartig kontrolliert werden. Dazu nimmt man 2 bis 5 Setzlinge pro 1000 wieder heraus. Dabei sind folgende Kontrollen durchzuführen :

- o Der Setzling muss senkrecht gesetzt werden, der Wurzelhals leicht eingegraben sein.
- o Das Wurzelsystem darf durch das Einpflanzen nicht deformiert (etwa nach Art eines Krummstabs gebogen) sein.
- o Der Wurzelhals darf beim Festtreten der Erde nicht verletzt worden sein.
- o Bei einer Pflanzung mit Wurzelballen darf dieser nicht aus dem Boden herausragen, sondern muss einige cm eingegraben sein.

2. Evaluierung des Anwachsens der Setzlinge (Diagnose im Pflanzjahr)

Die Abschätzung der Ansiedlungsquote dient der Beurteilung des Setzlingsaustriebs und der Klärung der Frage, ob eine eventuelle Garantie des Pflanzers in Anspruch genommen wird. Diese Evaluierung wird, um das Risiko von Sommertrockenheit zu eliminieren, **Mitte Juli nach der Pflanzung** durchgeführt. Die Aufwuchsrate kann durch statistische Zählung an 3 % bis 10 % der kontrollierten Setzlinge ermittelt werden.

Beispiel für eine Zählung an 4 % : 1 von 25 Reihen

- Die ersten 25 Pflanzreihen nummerieren
- Eine der Reihen auslosen
- Zählung an dieser Reihe durchführen, dann an der 25. der nachfolgenden Reihen und so weiter bis zum Ende des Bestands
- In diesen Reihen ist Folgendes zu erfassen:
 - o Die lebenden Setzlinge Nl
 - o Tote oder verschwundene Setzlinge (Stelle leer) Nt
 - o Zwischen toten (trockenen, abgescheuerten usw.) und nicht ausgetriebenen Setzlingen unterscheiden, da, wenn eine Garantie abgeschlossen wurde, nur letztere zulasten des Pflanzers gehen.
- Mittels folgender Formel die Ansiedlungsquote berechnen: $(Nl \times 100 / Nl + Nt)$.

Das Anwachsen ist zufriedenstellend, wenn Mitte Juli **mehr als 80 % der Setzlinge angewachsen** sind.

3. Evaluierung der Erfolgsquote (Diagnose nach 2 oder 3 Jahren)

Die oben beschriebene Methode kann auch zur Evaluierung der Zukunft der Pflanzung dienen. Es wird nicht nur geprüft, ob der Setzling lebt oder tot ist, sondern auch, ob er Schäden (Wild, Schädlinge usw.), Verletzungen, Gesundheitsprobleme oder ein Konkurrenzproblem aufweist.

¹ Ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt, 2014 – Guide technique réussir la plantation forestière – 3. Auflage



D - WELCHE EINSCHRÄNKUNGEN KÖNNEN ZUR HEMMUNG DER ERNEUERUNG FÜHREN ?

Es gibt verschiedene Gründe, warum eine Erneuerung verlangsamt oder sogar blockiert werden kann. In dieser Toolbox sind die wichtigsten auftretenden Einschränkungen aufgeführt: verdichteter Boden (D1), Sperrvegetation (D2), Ansammlung organischer Substanz (D3) und zu hoher Wilddruck (D4). Wenn Sie die Hemmquelle nicht bestimmen können, ist manchmal die Inanspruchnahme professioneller Hilfe sehr nützlich. Für jede identifizierte Einschränkung gibt es ein oder mehrere technische REGE-Blätter, in denen die verschiedenen Methoden zur Beseitigung dieser Einschränkungen aufgelistet sind.

D1 – Ist der Boden verdichtet ?

In verdichtetem Boden verringert sich die Gesamtporosität, und die Zirkulation von Luft und Wasser wird behindert. Die Ausbreitung und Aktivität der Wurzeln werden beeinträchtigt, was zu einer Reduktion der Wasser- und Mineralstoffversorgung der Setzlinge und deren Verankerung führt. Der Verlust an Porosität beeinträchtigt auch die Aktivität der an der Zersetzung organischer Substanz, dem Recycling von Mineralstoffen und der Strukturierung des Bodens beteiligten Bodenorganismen. Die verschiedenen im Folgenden beschriebenen Methoden ermöglichen es, die Zähigkeit und die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Verdichtung zu bewerten. Sie sind mehr oder weniger komplex, ergänzen sich aber gegenseitig, und die mit ihrer Hilfe gewonnenen Informationen können daher abgeglichen werden.

a. Eine Diagnose der Verdichtungsempfindlichkeit, die im Vorfeld durchgeführt werden muss

Um Setzungen vorzubeugen, ist es wichtig, die Verdichtungsempfindlichkeit im Vorfeld zu diagnostizieren und den Pflichtenkatalog der Bewirtschaftung entsprechend zu planen. Die folgende Tabelle ermöglicht eine Abschätzung dieser Empfindlichkeit¹. Für diese Diagnose unterteilen Sie die Parzelle entsprechend dem Relief (Plateau, Hang und Talboden) und den Zonen, die von Maschinen befahren werden, und führen Sie mindestens zwei Sondierungen pro Teilzone durch. In der Wallonie ist es sinnvoll, vorab die digitale Bodenkarte zu konsultieren: Anhand dieser kann man die Sondierungen ausrichten und a priori klären, welche Zonen am empfindlichsten sind (siehe Codes in der nachfolgenden Tabelle). Die Empfindlichkeit ist an jedem Sondierungspunkt in einer Tiefe von 50 cm zu bewerten, bei mehreren Horizonten eventuell in jedem Horizont separat. Zur Erstellung der Diagnose wird der Horizont mit der höchsten Empfindlichkeit herangezogen. Da der Feuchtigkeitsfaktor im Laufe des Jahres schwanken kann, sollte die Diagnose nach Möglichkeit im selben Zeitraum wie jene der Bewirtschaftung durchgeführt werden. Ergänzende Informationen zur Empfindlichkeit und zur Vermeidung von Verdichtungsphänomenen finden Sie im praktischen Leitfaden PROSOL, der auf der Website des ONF zugänglich ist.

Bodentyp (erster Buchstabe des Codes der Hauptserie der Bodenkarte*)	Feuchtigkeit			
	Trockener Boden in 50 cm Tiefe	Boden frisch	Boden feucht	Wasserspiegel weniger als 50 cm unter der Oberfläche
Sehr steiniger Boden (Grobe Partikel > 50 %)	●	●	●	●
Sehr sandiger Boden (Sand >70%, Code Z)	●	●	●	●
Überwiegend Ton (Codes: E,U)	●	●	●	●
Überwiegend Lehm und lehmiger Sand (Codes: S,P,L,A,G)	●	●	●	●

- wenig verdichtungsempfindlicher Boden
 ● verdichtungsempfindlicher Boden
● sehr verdichtungsempfindlicher Boden, der einen Teil des Jahres nicht begehbar ist

¹ ONF/FCBA, 2009 – Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt «PROSOL» – Guide pratique, 110 S.

* In der digitalen Bodenkarte der Wallonie bezeichnet der erste Buchstabe des Codes der Hauptreihe den Bodentyp.

b. Eine Reihe von Methoden zur Feststellung der Bodenverdichtung

In diesem Abschnitt werden **vier komplementäre Ansätze** zur Diagnose des Verdichtungsgrads des Bodens in der Parzelle, die regeneriert werden soll, vorgeschlagen, unabhängig davon, ob die Verdichtung das Ergebnis einer unangemessenen Bewirtschaftung oder der inhärenten Eigenschaften des Bodens ist. Anspruchsvollere Werkzeuge wie Penetrometer ermöglichen ebenfalls eine Beurteilung der Bodenverdichtung, werden aber in diesem Dokument nicht behandelt.

Die verschiedenen Methoden zur Beseitigung der Einschränkung durch Bodenzähigkeit sind in den **technischen REGE-Blättern Nr. 3 und 6** zur Unterboden- und Bodenbearbeitung ausführlich beschrieben.

1. Indikatorvegetation

Einige krautige Arten sind Indikatoren für die Verdichtung eines Bodens, etwa bei den unten aufgeführten Arten¹. Wenn diese auf der Parzelle zu finden sind, ist der Boden möglicherweise verdichtet.

Da es mehrere Jahre dauern kann, bis sich die Indikatorvegetation entwickelt und die gesamte verdichtete Zone einnimmt, ist Vorsicht geboten, wenn die Analyse auf einer Parzelle durchgeführt wird, die erst kürzlich bewirtschaftet wurde.

<i>Juncus effusus</i> L. Flatter-Binse	<i>Juncus conglomeratus</i> L. Knäuel-Binse	<i>Persicaria hydropiper</i> L. Wasserpfeffer	<i>Carex pallescens</i> L. Bleiche Segge
 Alexandre Guerrier – CRPF Poitou-Charentes © CNPF	 Mireille Mouas – IDF © CNPF		 Sylvain Gaudin – CRPF CA © CNPF
• Sonne oder Halbschatten, feuchte Böden • Indikator für verdichtete Böden oder aufsteigenden Grundwasserspiegel	• Sonne, feuchte Böden • Indikator für verdichtete saure Böden oder aufsteigenden Grundwasserspiegel	• Feuchte Böden • Indikator für verdichtete Böden	• Sonne oder Halbschatten • Indikator für verdichtete saure Böden

2. Spurrinnen

Sind Spurrinnen vorhanden und lassen sich Auswirkungen des Befahrens der Parzelle mit schweren Maschinen außerhalb von Wegen und Abtrennungen beobachten, so kann man im Allgemeinen auf Bodenverdichtung schließen. Die Verteilung dieser Verdichtung ist schwieriger zu beurteilen, da eine Maschine zwar eine Verdichtung verursachen kann, aber möglicherweise keine Spurrillen hinterlässt. Auf der Grundlage von Kenntnissen über die Geschichte der Parzelle kann auch die Wahrscheinlichkeit von Verdichtungen abgeschätzt werden, die durch das Befahren mit schweren Maschinen verursacht werden.

¹ Rameau J-C., Mansion D., Dumé G., Gauberville C., 2018 – Flore forestière française, Tome 1 Plaines et collines – CNPF-IDF, 2464 S.

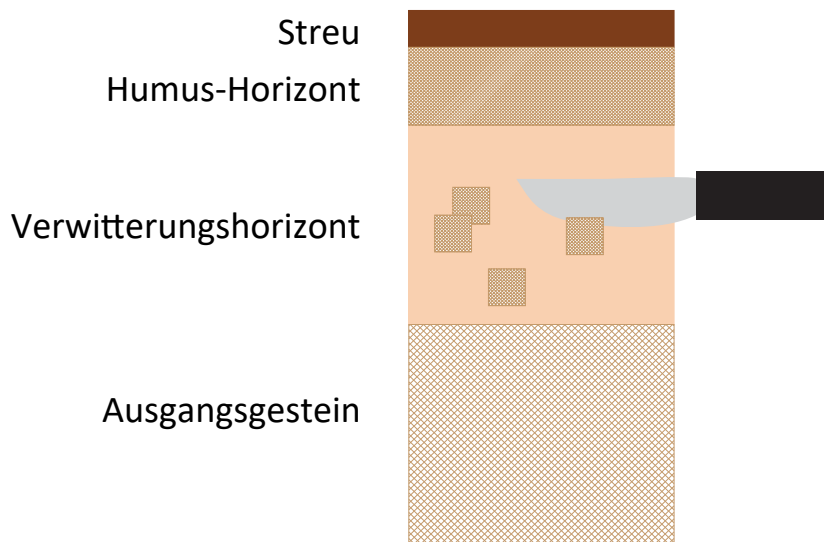
3. Stocktechnik

Bei dieser sehr einfachen Technik wird versucht, einen Holzstock in einen frischen, oberflächentrockenen Boden zu treiben. Ist es nicht möglich, den Stock mehr als 20 bis 30 cm tief einzuschlagen, gilt der Boden als verdichtet. Die Messung sollte an mehreren Stellen der Parzelle wiederholt werden, damit man ein Gesamtbild erhält und klären kann, wo und wie gegebenenfalls eingegriffen werden muss. Beachten Sie jedoch, dass Steine im Boden die Wirksamkeit dieses Instruments stark einschränken.

4. Der Messertest

Diese Methode wird auf frischem, nicht vernässtem Boden durchgeführt. Mit ihr kann man die Tiefe bestimmen, in der die Verdichtung auftritt.

- o Mit einem Spaten eine kleine Grube mit einer Tiefe von bis zu 50 cm und einer Breite von etwa zwei Spateneisen graben.
- o Ein Messer mit einer 10 cm langen und 1-2 cm breiten Klinge horizontal in die Wände der Grube auf verschiedenen Ebenen von oben nach unten einstechen. Das Messer muss vollständig, unter konstanter Kraftanstrengung, nicht ruckartig¹ eingetrieben werden.



Wie bei der Stocktechnik muss die Messung an mehreren Punkten der Parzelle wiederholt werden.

Ergebnisse	Verdichtungsgrad
Sehr leichtes Eindringen der Klinge, praktisch ohne spürbaren Widerstand	Gering
Leichter Kraftaufwand für das Eindrücken der Klinge nötig	Mittel
Hoher, anhaltender Kraftaufwand für das Eindrücken der Klinge nötig	Stark
Eindrücken bis zum Schaft nicht möglich	Sehr stark

Ab einer starken Bodenzähigkeit werden alle Baumarten beeinträchtigt. Je nach Baumart kann sich bereits eine mittlere Bodenzähigkeit als schädlich erweisen (fichierecologique.be).

D2 - Gibt es Sperrvegetation ?

a. Was versteht man unter „Sperrvegetation“ ?

Nach einer Öffnung des Kronendachs im Rahmen der Bestandserneuerung oder aufgrund einer Störung können die veränderten Umweltbedingungen die Entwicklung schnell wachsender opportunistischer krautiger oder holziger Arten begünstigen, die eine Reihe hemmender Effekte auf die Regeneration ausüben : Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe ; Behinderung der Wurzelpenetration oder des Bodenkontakts der Samen; Allelopathie oder Störung der Ernährung; Unterschlupf für Nagetiere oder Wirt biologischer Schädlinge; Niederdrücken und Verformungen des Stamms.

Bei Fehlen eines deckenden Unterwuchses oder in bestimmten Standortkontexten kann sich eine solche Vegetation auch unter dem Kronendach schattenintoleranter Baumarten entwickeln.

Eine Sperrvegetation liegt vor, wenn sie eine Regeneration verhindert und daher vorbereitende Arbeiten für die Erneuerung erfordert, im Unterschied zu einer Konkurrenzvegetation, bei der eine Regeneration vorhanden ist, sich aber nur schwer entwickelt, was dann Freistellungsmaßnahmen erforderlich macht.

Wird ein Risiko erkannt, ist es wichtig, schnell und angemessen einzugreifen, um negative Auswirkungen zu verhindern. Bei einer dünnen, niedrigeren und weniger verwurzelten Vegetation ist das Eingreifen einfacher und schneller, als bei einer voll entwickelten Vegetation. Je weniger Biomasse vorhanden ist, desto einfacher und damit weniger kostenaufwendig sind Eingriffe.

Im Folgenden werden verschiedene Vegetationen beschrieben, die die Erneuerung hemmen können.



Die Vegetation kann in erster Linie für den Wildling oder Setzling von Vorteil sein. Sie kann als Schutz dienen und ein günstiges Mikroklima schaffen. Bei ausgewogener Konkurrenz kann sie die Setzlinge auch erziehen.

1. Gräser, Seggen und Binsen

Hemmsituation in folgenden Fällen:

- o Vorhandensein eines kontinuierlichen und dichten Teppichs, der für Samen undurchdringlich zu sein scheint und einen hohen Anteil der Fläche bedeckt, die erneuert werden soll
- o Wurzelstruktur des Grases so dicht, dass sie ein unterirdisches physisches Hindernis für die Wurzelentwicklung von Wildlingen oder Setzlingen darstellt

Auftreten dieser Situationen in folgenden Kontexten:

- o Verdichtete Böden
- o Nassböden
- o Ehemaliges Weide- oder Brachland



© C. Dumont de Chassart

Versuchsgebiet Regiowood II, Bras bas
Dichter Gräserteppich

2. Adlerfarn

Hemmsituation in folgenden Fällen :

- o Der Farn bildet eine ausreichend homogene und dichte Decke, sodass kein Licht bis zum Boden gelangt.
- o Die Höhe des Farns ist ein erschwerender Faktor, da eventuelle Wildlinge oder Setzlinge ausgezehrt oder niedergedrückt werden können, bevor sie über den Farn hinauswachsen.



© C. Dumont de Chassart

Versuchsgebiet Regiowood II, Devantave
Eichenbestände mit wucherndem Adlerfarn

Auftreten dieser Situationen in folgenden Kontexten :

- o Schnelle Öffnung eines Bestands, viel Licht gelangt bis zum Boden
- o Bestand aus schattenintoleranten Baumarten ohne Unterwuchs
- o Im Vorfeld Farnvorkommen auf der Parzelle und/oder in der Nähe, da sich der Farn hauptsächlich vegetativ vermehrt

3. Gehölz

Hemmsituation in folgenden Fällen :

- o Entwicklung von Arten, die den Zielbaumarten starke Konkurrenz machen (hohe Wachstumsgeschwindigkeit in der juvenilen Phase, dichtes, lichtundurchlässiges Blätterdach usw.)
- o Trotz zeitlich begrenzter Auswirkungen aufgrund der Waldsukzession kann diese vorübergehende Hemmung das Verschwinden der ursprünglich vorhandenen beabsichtigten Regeneration verursachen.



Antoine de Lauriston © CNPF

Auftreten dieser Situationen in folgenden Kontexten :

- o Dichter, deckender natürlicher Unterwuchs (z. B. Haselstrauch, Hainbuche)
- o Nach einem Kahlhieb von Nadelholz oder einfachem Niederwald plötzliche Beleuchtung des Bodens, die die Besiedlung durch schnellwachsende verholzende Arten aus dem Samenvorrat des Bodens, aus benachbarten Samenbäumen, aus Schösslingen oder Wurzeltrieben begünstigt

4. Halbverholzende Vegetation : Brombeerstrauch, Besenginster, Waldheidelbeere, Heidekraut usw.

	Brombeerstrauch	Waldheidelbeere	Ginster
Hemmsituation	- o Kontinuierlicher, dichter Teppich, der kein Licht mehr zu den Wildlingen/Setzlingen durchlässt - o Gefahr der Verformung der jungen Wildlinge/Setzlinge durch die Entwicklung des Brombeerstrauchs	o Vorhandensein eines kontinuierlichen und dichten Teppichs bei natürlicher Regeneration, der verhindert, dass Samen den Boden erreichen	- o Dichte Abdeckung, die die Ansiedlung einer natürlichen Regeneration verhindert - o Zu große Höhe, die zu einer Konkurrenz mit der Pflanzung um Licht führt - o Risiko der Verformung junger Setzlinge, insbesondere wenn Ginsterbüsche unter dem Gewicht von Pappschnee einknicken
Auftreten dieser Situationen in folgenden Kontexten:	- o Starke Entwicklung unter Bedingungen mit viel Licht wie nach einem Kahlschlag, in lichtem Hochwald oder unter bestimmten Bestandstypen, die aus lichtliebenden Arten bestehen - o Besonders kräftig auf nährstoffreichen, gut mit Wasser versorgten Böden	- o Saurer Boden - o Unter Nadelholzbeständen (Kiefern, Fichten)	o Siedelt sich nach einem Kahlschlag an gut beleuchteten Stellen an

5. Lianen

	Clematis	Geißblatt
Hemmsituation	o Dichte Bedeckung, die den Lichteinfall auf den Boden einschränkt und den Jungwuchs belastet	o Verholzte Ranken, die den Stamm der Setzlinge umklammern und den Saftfluss behindern
Auftreten dieser Situationen in folgenden Kontexten:	- o Nährstoffreicher und kalkhaltiger Boden - o Kahlhieb eines Bestands mit Clematis-Besiedelung	- o Saurer Boden - o (selten für eine ganze Parzelle problematisch)

6. Vegetationsverwaltung

Die verschiedenen Methoden zur Verwaltung der Begleitvegetation werden speziell im **technischen REGE-Blatt Nr. 5** erläutert. Sie werden auch in den **technischen REGE-Blättern Nr. 1 und 6** behandelt, die sich jeweils mit dem Häckseln und der Bodenbearbeitung befassen. Lianen werden dort nicht behandelt, aber das ONF (2005)¹ rät, Bestände, die gefällt werden sollen, vorher von diesen zu befreien, damit nicht ein großer Samenvorrat von den neuen Lichtverhältnissen profitiert.

¹ Vinkler & al. 2005 – La clématite : une stratégie pour son contrôle – RDV technique de l'ONF n°9, 76 S.



D3 - Gibt es zu viel organische Substanz im Boden ?

a. Ursachen für eine Akkumulation von organischer Substanz

Unter bestimmten Bedingungen kommt es zu einer starken Akkumulation organischer Substanz in den obersten Bodenschichten.

Diese Akkumulation ist in erster Linie auf klimatische und bodenbedingte Faktoren zurückzuführen, die den Abbau der Streu verlangsamen. Die Forstwirtschaft kann die Auswirkungen von Standortfaktoren durch die Qualität der Streu (Artenzusammensetzung), die Abbauumgebung (Artenzusammensetzung und Bestandsdichte) und die Veränderung der physikalischen Eigenschaften des Bodens durch Verdichtung noch verstärken.

Wenn die Akkumulation organischer Substanz an schwankende Grundwasserstände gebunden ist, wird die Ansiedlung der Aussaat in erster Linie durch Sauerstoffmangel eingeschränkt, und daher sollte vorrangig diese Einschränkung beseitigt werden.

Unter anderen Bedingungen stellt die Akkumulation von organischem Material ein physisches oder chemisches Hindernis für die Keimung der Samen und das Einwurzeln der Wildlinge dar¹.



Sylvain Gaudin © CNPF

Dysmoder-Humus

b. Diagnose :

Die Hemmung der Regeneration tritt auch ein, wenn kein anderer Hemmfaktor (Vegetation, Bodenzähigkeit, Wild) dafür verantwortlich gemacht werden kann, die Lichtverhältnisse für eine Regeneration ausreichend sind und wenn die Humusschicht so stark ist, dass die Keimung und das Anwachsen der Wildlinge behindert wird.

Diese Diagnose kann durch die Beobachtung von holorganischen und hemorganischen Horizonten bestätigt werden.

Diese Problematik stellt sich vor allem bei natürlicher Regeneration. Bei einer Pflanzung beschleunigen Bodenbearbeitung und Belichtung den Abbau der organischen Substanz, und bringt der Pflanzler die Wurzeln des Setzlings direkt mit dem Boden unter der Humusschicht in Berührung.

c. Wie kann man die Einschränkung beseitigen ?

Die verschiedenen Bodenbearbeitungsmethoden zur Aufhebung dieser Einschränkung werden im **technischen REGE-Blatt Nr. 6** ausführlich beschrieben.

D4 - Gibt es übermäßigen Wilddruck auf Setzlinge und Wildlinge ?

a. Auswirkungen des Wilddrucks auf die Erneuerung

Bestimmte Tiere (große Wildarten, aber auch Hasenartige und Nagetiere) können den Erfolg einer Pflanzung gefährden oder sich auf die Dichte, Vielfalt und räumliche Verteilung einer natürlichen Regeneration auswirken.

Das Ungleichgewicht von Wildtierdichte und Aufnahmefähigkeit des Milieus ist in unseren Regionen ein weit verbreitetes Problem. Es muss die Wiederherstellung eines Gleichgewichts angestrebt werden. Diese erfolgt in erster Linie durch die Umsetzung geeigneter Abschusspläne.

Zur Feststellung des Vorhandenseins schadensverursachender Arten muss man die Hinweise auf deren Vorkommen sowie die Schadensarten erkennen können. Diese sind im **technischen REGE-Blatt Nr. 7** beschrieben.

b. Nach der Ansiedlung der Erneuerung

Wenn eine Pflanzung oder natürliche Regeneration vorhanden ist, sind quantitative Beobachtungen möglich, wie z. B. die Ermittlung des Prozentsatzes verbissener Setzlinge.

c. Vor der Ansiedlung der Erneuerung

Bereits vor der Pflanzung oder der Ansiedlung der Wildlinge kann der Wilddruck über von Nachbarn oder Jagdbewirtschaftern eingeholte allgemeine Informationen oder durch Beobachtungen (Tiere, Hinweise auf Vorkommen, Schäden an Setzlingen und Wildlingen in anderen Parzellen) bewertet werden.

Es können auch Weiserflächen (z. B. 5 x 5 m) eingerichtet werden, um die Auswirkungen der Pflanzenfresser auf die Entwicklung der Vegetation und die Erneuerung zu beobachten. Mit diesem System lässt sich nachweisen, ob Wild für das Ausbleiben der natürlichen Erneuerung verantwortlich gemacht werden kann, und welche Art, je nach dem verwendeten Weisergatter. Für eine qualitative Beurteilung kann eine gut gelegene einzelne solche Fläche auf einem Anwesen verwendet werden. Sie muss sich in der Nähe von Samenbäumen in einer Zone befinden, in der die Lichtverhältnisse für die Entwicklung von Wildlingen ausreichen. Die Ansiedlung erfordert keine großen Mittel, aber die Betreuung muss über mehrere Jahre erfolgen, um einen Effekt des Wildausschlusses zu beobachten. Für eine robuste quantitative Messung des Wilddrucks auf die Regeneration sind ein viel größeres Netz von Weiserflächen und standardisierte Messungen erforderlich. Ein solches Netz von mehr als 1.000 Weiserflächen wurde 2016 von DNF, DEMNA und SRFB in der Wallonie eingerichtet und wird seitdem jährlich kontrolliert. Weitere Informationen über dieses Netz sind auf der Website biodiversité.wallonie.be verfügbar.

Das nebenstehende Foto zeigt eine Weiserfläche mit einer gut angesiedelten Regeneration innerhalb des Weisungsgatters, während es außerhalb anscheinend keine Regeneration gibt.



Jean-Pierre Loudes © CNPF

Weitere Informationen zu den verschiedenen Wildarten, den von ihnen verursachten Schäden und den Möglichkeiten der Bekämpfung finden Sie im **technischen REGE-Blatt Nr. 7**.



Einige Baumarten, z. B. Tanne, Weißtanne, Vogelkirsche und Eiche, sind appetitanregender als andere und werden vom Wild bevorzugt gefressen.

E - IST MEIN BESTAND STURMFEST ?

Die zur Einschätzung der Windstabilität eines gleichförmigen Baumbestands herangezogenen Kriterien sind für Nadelbäume (E1) und Laubbäume (E2) unterschiedlich.

E1 - Diagnose der Stabilität eines gleichförmigen Nadelholzbestands

a. Kontext des Tools

Im Folgenden wird eine Diagnosemethode entwickelt, die drei anhand der vorherrschenden Höhe und des mittleren Durchmessers des Bestands definierte Stabilitätszonen verwendet. Diese Methode wurde im ersten Jahrzehnt des Jahrtausends nach dem Sturm von 1999 vorgeschlagen.

Ein solches Tool kann angesichts der Vielzahl interagierender Faktoren nicht uneingeschränkt zuverlässig sein, ist jedoch ein einfaches Mittel für eine erste Einschätzung.

Dieses Tool ist für gleichförmige Nadelholzbestände geeignet.

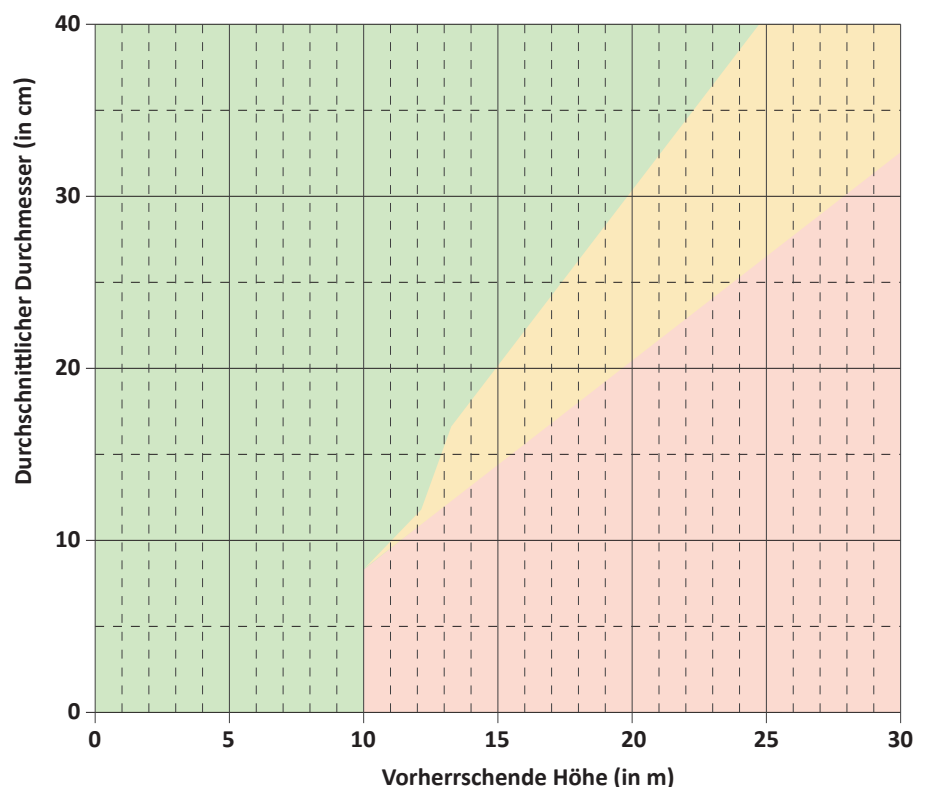
b. In der Praxis¹

- Vorherrschende Höhe schätzen:** Mithilfe der Messung von 4 oder 5 großen Bäumen im Bestand muss die Höhe der 100 dicksten Stämme pro Hektar abgeschätzt werden.
- Durchschnittlichen Baumdurchmesser schätzen:** Dazu misst man den Durchmesser von 10 aufeinanderfolgenden Stämmen, die in einer Reihe stehen (oder um einen festen Punkt angeordnet sind). Der Durchmesser des 6. Baumes (nach Sortieren der 10 Messungen vom kleinsten zum größten) kann als gute Schätzung des mittleren Durchmessers gelten.
- Zur Klärung der Stabilitätszone die Messungen in das Diagramm eintragen**

Zone 1: stabiler Bestand
Die einzelnen Bäume sind stabil ; der Bestand ist stabil, unabhängig von den jeweiligen forstwirtschaftlichen Maßnahmen

Zone 2 : Instabilitätsrisiko
Die einzelnen Bäume sind instabil, aber der Bestand ist durch Blockwirkung stabil, sofern man keine Durchforstung vornimmt. Nach einem Holzeinschlag ist die Stabilität gestört, bis das Kronendach sich schließt (durchschnittlich nach 5 Jahren)

Zone 3 : instabiler Bestand
Die Bäume und der Bestand sind nicht mehr stabil, unabhängig von den jeweiligen forstwirtschaftlichen Maßnahmen



E2 - Diagnose der Stabilität eines Laubholzbestands

a. Stabilitätsfaktoren eines Bestands

Bei Laubholzbeständen kann man bei der Diagnose die im Folgenden beschriebenen Hauptfaktoren für Stabilität (bzw. Instabilität) berücksichtigen.

	Stabilitätsfaktoren	Faktoren, die zu Instabilität führen
Topographie und Abschirmungseffekt	Eine durch einen höheren Bestand oder durch einen gestuften Waldrand geschützte Parzelle. Hanglage	Der Kamm und obere Bereich von Hängen ist stärker exponiert . Dasselbe gilt für Täler mit West-Ost-Ausrichtung . Eine Parzelle, die dem Wind an vorderster Front ausgesetzt ist Kahlschläge, die benachbarte Bestände abrupt exponieren, da sie einen „falschen Waldrand“ schaffen
Der Standort	Ein tiefgründiger Boden, der maximale Wurzelausbreitung ermöglicht	Das Vorhandensein eines undurchdringlichen Horizonts (Fels, Lehm Boden, Diskontinuität in der Textur, temporärer oder permanenter Grundwasserspiegel). Bodenmächtigkeit und/oder Hydromorphietiefe unter 30 cm
Baumgröße	Die Stabilität des einzelnen Baumes nimmt in folgenden Fällen zu: • Bei einem Kronenprozentsatz ($H_{\text{belaubt}} / H_{\text{gesamt}}$) nahe bei 50 • Bei einem Verhältnis zwischen Kronen- und Stammdurchmesser von über 20 Diese Werte mögen kontraintuitiv erscheinen, da eine große Krone die Windangriffsfläche erhöht. Allerdings ist eine große Baumkrone auch mit einem größeren Durchmesser und einer besseren Wurzelausbreitung und damit einer besseren Verankerung verbunden.	Ein hoher Schlankheitsfaktor ($H/D_{150}(\text{m})$). Es gibt keinen einheitlichen Schwellenwert, da dieser mit zunehmender Baumhöhe sinkt. Eine große Höhe ist vorherrschend. Der letzte Parameter kann natürlich nur schwer beeinflusst werden, wenn der Bestand das Potenzial hat, eine große Höhe zu erreichen. Andererseits kann man die Forstwirtschaft so anpassen, dass man gedrungene Bäume erhält.

F - IST EINE ERNEUERUNG ODER EIN UMSTIEG AUF UNGLEICHFÖRMIGKEIT ZWECKMÄSSIG ?

F1 - Ist eine Erneuerung zweckmäßig ?

Die Kriterien zur Bestimmung der Zweckmäßigkeit der Erneuerung eines Bestands hängen davon ab, wie dieser bewirtschaftet wird, insbesondere davon, ob als gleichförmiger oder ungleichförmiger Hochwald.

a. Gleichförmige Behandlung

Bei einem Hochwald, der als gleichförmiger Bestand bewirtschaftet wird, kann eine Erneuerung des Bestands ins Auge gefasst werden, wenn die Bäume im Durchschnitt die kommerziell verwertbaren Abmessungen erreicht haben. Diese Abmessungen sind von Baumart zu Baumart verschieden, können aber auch bei einer einzelnen Baumart von zusätzlichen Faktoren wie der Fruchtbarkeit des Standorts, der Stabilität des Bestands, der Holzqualität, dem Gesundheitszustand der Bäume und den Marktbedingungen abhängen.

1. Belgien

Die nachstehende Tabelle enthält die empfohlenen Mindestumfänge in der Höhe von 1,5 m für die Hiebsreife einiger wirtschaftlich interessanter Baumarten¹.

Baumart	Mindestumfang für die Hiebsreife (U ₁₅₀ in cm)
Stieleiche	200 – 240
Steineiche	180 – 220
Rotbuche	180 – 220
Fichte	150 – 170
Douglasie	150 – 200
Lärche	150 – 180

2. Frankreich

In der folgenden Tabelle sind die empfohlenen Mindestdurchmesser in 1,3 m Höhe für die Hiebsreife nach Baumart und Qualität der Bäume im Bestand aufgeführt².

Baumart	Hohe Qualität	Mittlere Qualität	Geringe Qualität
Eiche	65 – 80	50 – 60	40 – 45
Rotbuche	60 – 70	50 – 55	40 – 45
Fichte, Tanne	55 – 65	50 – 55	35 – 40
Douglasie, Lärche, Waldkiefer	65 – 80	50 – 55	35 – 40
Esche, Ahorn	55 – 65	50 – 55	35 – 40

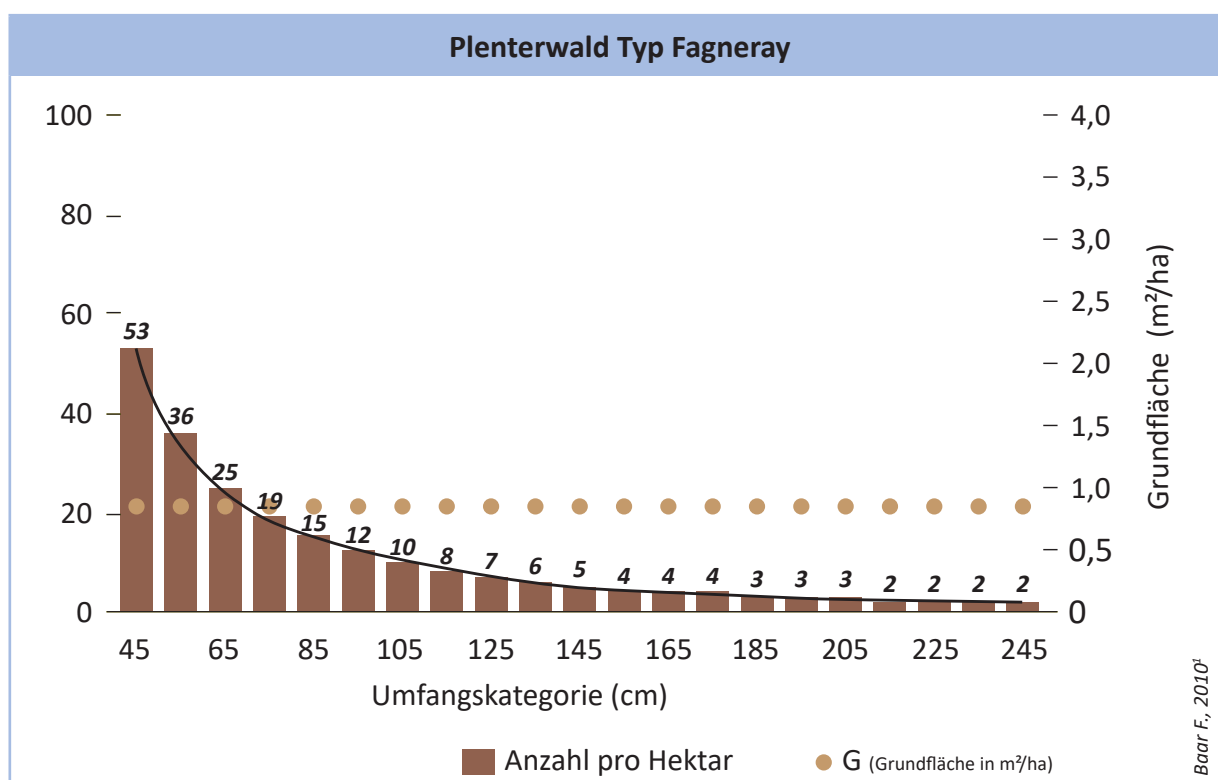
¹ Baar & al., 2004 – La sylviculture d'arbres «objectif» ou d'arbres de place – Forêt wallonne n°68, cahier technique n°27

² Gauquelin X., 2000 – Sylviculture et sylviculteurs – ONF, S. 45

b. Ungleichförmige Behandlung

In einem als ungleichförmig bewirtschafteten Bestand ist die Erneuerung im Prinzip kontinuierlich und daher nicht an das Erreichen einer bestandsweiten Durchschnittsgröße gebunden. Sie hängt stark von der Größe der Grundfläche des Bestands und der Art und Weise ab, wie die Bäume auf die verschiedenen Stärkeklassen verteilt sind. In diesem Zusammenhang wurden verschiedene „Modelle“ vorgeschlagen, die sowohl die Nachhaltigkeit der Erneuerung als auch die Optimierung der wirtschaftlichen Rentabilität gewährleisten sollen¹.

Jedes dieser Modelle versucht insbesondere, den den verschiedenen Holzkatégorien zugewiesenen Raum zu optimieren. In diesem Rahmen muss das **Schwachholz** für die Erneuerung des Bestands und die Auswahl der Zukunftsstämme ausreichen, ohne den Wachstumsraum für das **Mittelholz**, das die höchste Zuwachsrates an Volumen und Wert aufweist, und das **Starkholz**, dessen Ernte den Großteil des Einkommens sichert, zu stark einzuschränken.



Selbst wenn der Bestand nach den zur Beschreibung der Situation Nr. 1 herangezogenen Kriterien (siehe Seite 4 Teil I Diagnosetool) mindestens zwei verschiedene Stärkeklassen aufweist, ist es möglich, dass die aktuellen Merkmale eine Erneuerung nicht rechtfertigen oder mit dieser unvereinbar sind.

Wenn kein Starkholz geerntet werden kann, wird in von Schwach- und Mittelholz dominierten Beständen keine Erneuerung angestrebt, da sonst die Gefahr besteht, dass durch das Fällen von Bäumen vor ihrem wirtschaftlichen Optimum die Hiebsreife geopfert wird.

Rechtfertigen die vorhandenen Holzarten eine Erneuerung, so kann diese durch eine zu große oder zu kleine Grundfläche gehemmt werden. Im ersten Fall sollte das stehende Kapital schrittweise reduziert werden. Im zweiten Fall ist von Fall zu Fall zu überlegen, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen. Wenn die Bestockung sehr gering ist und die Bäume kurz vor ihrer wirtschaftlichen Reife stehen, kann der Bestand durch Holzernte über einen begrenzten Zeitraum und natürliche oder künstliche Regeneration ausgeglichen werden. In anderen Fällen kann die Bestandregeneration in bestehenden oder durch die Abholzung wirtschaftlich reifer Bäume freigewordenen Fehlstellen in Betracht gezogen werden.

¹ Baar F., 2010 – *Le martelage en futaie irrégulière feuillue ou résineuse* – Forêt Wallonne asbl, 70 S.

F2 – Kann man mit dem Umstieg auf Ungleichförmigkeit des Bestands zuwarten ?

a. Ausgangspostulate

Für den Umstieg auf Ungleichförmigkeit muss man über die nötige Zeit verfügen, um Schwachholz zu produzieren, d. h. etwa 20 bis 30 Jahre. Das bedeutet, dass der Prozess ausreichend früh im Forstwirtschaftszyklus eingeleitet werden muss, wobei die Überlebenszeit der Bäume des vorhandenen Bestands berücksichtigt werden muss.

Da der Holzeinschlag nicht wie bei einer Durchforstung nur das Wachstum der vorhandenen Bäume, sondern auch den Aufbau der Regeneration ermöglichen soll, muss sichergestellt werden, dass der Bestand bei Berücksichtigung der erfolgten Öffnungen ausreichend stabil ist.

Wenn bei einem von einer Störung betroffenen Bestand der Umstieg auf Ungleichförmigkeit in Betracht gezogen wird, muss das Restkapital ausreichend hoch sein.

Beim Umstieg auf Ungleichförmigkeit muss auch die Fähigkeit der Zielbaumarten berücksichtigt werden, sich unter Berücksichtigung der Konkurrenz durch andere Baumarten (z. B. Häufigkeit von massiver Fruchtbildung, Schattentoleranz und Wuchsgeschwindigkeit der Jungpflanzen usw.) und des Wilddrucks anzusiedeln.

Schließlich müssen die stehen gebliebenen Bäume gut geformt sein, damit die genetische Qualität der zukünftigen Regeneration ausreicht (siehe Toolbox G, S. 21).

b. Ist der Hiebsreifetermin weit genug in der Zukunft ?

Generell kann man beim Umstieg auf Ungleichförmigkeit frühzeitig mit dem Prozess beginnen, indem man von Beginn der Lebenszeit des Bestands an dynamische Durchforstungen durchführt, ohne dabei Abstriche bei der Hiebsreife zu machen.

Bei einem Fichtenbestand ist der Umstieg auf Ungleichförmigkeit bis zu einem Alter von 40 bis 60 Jahren noch möglich, wird aber ab 50 Jahren komplex. Ein Fichtenbestand bleibt nämlich selten länger als 80 Jahre erhalten¹. Je später der Umstieg auf Ungleichförmigkeit des Bestands einsetzt, desto länger müssen die letzten Bäume des ursprünglichen Bestands erhalten bleiben, mit den damit verbundenen Risiken für Holzqualität und Stabilität des Bestands.

Bei einem Bestand, der aus langlebigeren Laubbaumarten wie der Eiche besteht, kann der Bestand viel länger stehen bleiben. Das lässt größeren Spielraum für einen Umstieg auf einen ungleichförmigen Bestand.

c. Können die Bäume noch 20 bis 30 Jahre über die Reife hinaus stehen bleiben ?

Wenn die in F1 beschriebene Hiebsreife bereits erreicht ist, muss dafür Sorge getragen werden, dass die Bäume noch 20 bis 30 Jahre an Ort und Stelle bleiben können, bis sie das für die Stabilität des Bestands erforderliche Schwachholz produziert haben.

G – SIND SAMENBÄUME VON GUTER QUALITÄT UND IN AUSREICHENDER MENGE VORHANDEN ?

G1 – Sind die Samenbäume hochwertig ?

Hochwertige Samenbäume weisen keine Mängel auf, die an die Nachkommen weitergegeben werden könnten. Zu den stark vererbbaaren Mängeln gehören:

Die gedrehte Faser (oder Drehwuchs)	Epikormische Triebe	Wiederkehrende Zwieselbildung / Verzweigung
 Grégory Sajdak – IDF © CNPF Die Holzfasern sind spiralförmig um die Achse des Baumstamms angeordnet. Die verdrehte Faser verringert die mechanische Festigkeit des Holzes und bewirkt Verformungen. Dieser Fehler ist für edle Verwendungszwecke unattraktiv und beeinträchtigt daher den Wert des Holzes.	 Antoine de Lauriston © CNPF Epikorme, die sich auf der Oberfläche der Stämme oder Hauptäste von Bäumen als Noppen, Wasserreiser oder Maserknolle/Holzkropf (Knospenmasse) manifestieren, werden mit Holzmängeln in Verbindung gebracht. Ihre Bildung hängt mit der Entwicklung der schlafenden Knospen unter dem Einfluss der Genetik, aber auch unter dem Einfluss der Forstwirtschaft zusammen.	 Augustin Fasquel © CNPF Die wiederkehrende Zwieselbildung ist ein relativ erbliches Merkmal. Allerdings kann auch die Fruchtbarkeit des Standorts eine wichtige Rolle spielen und können die Beleuchtungsstärke und eine geringe Dichte das Auftreten solcher Gabelungen begünstigen. Die dünne Verzweigung in Fichten- oder Douglasienbeständen kann ebenfalls genetisch bedingt sein.



Die Krümmheit des Stamms ist kein Erbfehler!

G2 - Sind Samenbäume in ausreichender Menge vorhanden ?

a. Mindestanzahl an qualitativ hochwertigen Samenbäumen auf der Parzelle

Wenn die Samenbäume gleichmäßig über die Parzelle verteilt sind, die erneuert werden soll, gilt ihre Anzahl unter den folgenden Bedingungen als ausreichend :

- o Bei den meisten Baumarten sind **50 hochwertige Samenbäume** pro Hektar vorhanden.
- o Bei wertvollen Laubbaumarten mit leichten Samen oder solchen, die Wurzeltriebe hervorbringen können (Esche, Ahorn, Kirsche, Robinie), sind **10 Samenbäume pro Hektar vorhanden**.
- o Bei Eichen sind **30 Samenbäume pro Hektar vorhanden**¹.

Achtung: Es sollten nur qualitativ hochwertige Samenbäume gezählt werden. Solche mit auf die natürliche Regeneration übertragbaren Mängeln sind nicht zu berücksichtigen (siehe vorherige Seite).

Anhang - Diagnose einer natürlichen Regeneration nach dem REGENAT-Protokoll

a. Ziele von REGENAT

Mithilfe dieser Methode lässt sich auf einer Parzelle der Anteil der regenerierten Fläche ohne anormale Fehlstellen sowie die Wildlingsdichte pro Hektar global abschätzen¹.

Die Diagnose wird durch Stichproben in Form von Probeflächen durchgeführt, die, wenn es keine Schneisen gibt oder der Abstand zwischen ihnen mehr als 8 m beträgt, rund sind. Sind die Schneisen weniger als 8 m voneinander entfernt, stecken Sie zwischen zwei Schneisen ein Rechteck von 6 m² ab (siehe Schemata auf der nächsten Seite).

- Unabhängig von der Fläche der Parzelle sind 80 in einem gleichförmigen Raster angeordnete Stichprobenpunkte erforderlich.
- Verschiedene Kategorien von Wildlingen nach Baumart, Größe oder anderen möglichen qualitativen Kriterien. Diese Kategorien sollten die Unterscheidung zwischen den Wildlingen der erworbenen Zielbaumart und den Wildlingen von Neben- oder Begleitbaumarten ermöglichen. Der Betreiber legt fest, welche der Wildlingskategorien für die Entscheidung maßgeblich sind, ob eine Fläche als anormale Fehlstelle betrachtet wird oder nicht.
- Die Wildlinge werden innerhalb kleiner Zählflächen (ZF) nach Kategorien gezählt (Wildlinge ohne Schäden). Die Anzahl der Wildlinge in jeder Kategorie ist auf 10 pro Fläche begrenzt (entspricht bei einer 6 m² großen Fläche 16.667 pro Hektar). Wenn eine hohe Dichte vorliegt, ist die Zählung also extrem schnell, da man diese Schwelle leicht überschreitet und der Bediener sofort „10“ vermerken kann.
- Wenn es auf der ZF-Fläche keine maßgeblichen Wildlinge gibt, wird überprüft, ob die mit dieser Fläche verbundene Zone als „anormale Fehlstelle“ zu klassifizieren ist. Zu diesem Zweck wird eine zehnmal größere Fläche (GF) auf eine Mindestanzahl von maßgeblichen Wildlingen untersucht. Dieser Schwellenwert wird willkürlich festgelegt und an die Höhe der Regeneration angepasst. Am Ende der Prüfung erklärt man die Sondierungsstelle als „anormale“ oder „nicht anormale Fehlstelle“.
- Erfahrungsgemäß sind bei einer Parzelle mit guten Bedingungen (wenig entwickelte Vegetation, leichter Zugang zur Parzelle) für eine Aufstellung mit 4 bis 6 Kategorien etwa 0,5 Personentage erforderlich.
- Nach erfolgter Aufstellung werden die Durchschnittswerte der ermittelten Dichten und der Anteil an anormalen Fehlstellen berechnet und dann mit Referenzwerten verglichen.

Für das Beispiel einer Eichenregeneration schlug Sardin (2008) die in der folgenden Tabelle² dargestellten Referenzdichten vor.

Durchschnittliche Höhe	30 bis 80 cm	80 bis 150 cm	1,5 bis 3 m
Regeneration gut in Gang gekommen	> 5.000 Wildlinge/ha	> 2.000 Wildlinge/ha	> 2.000 Wildlinge/ha
Anormale Fehlstelle	< 1.250 Wildlinge/ha	< 625 Wildlinge/ha	< 500 Wildlinge/ha

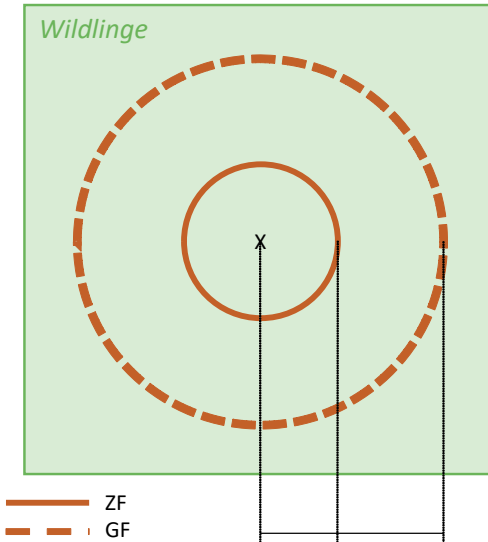
¹ Timal G., Balleux P. & Ponette Q., 2017 – *Régénérer naturellement les différents types de chênaies wallonnes en futaie régulière* – SPW-DGARNE-DNF, Namur, Belgien, 80 S.

² Sardin T., 2008 – *Chênaies continentales* – Guide des sylvicultures, ONF, 456 S.



Fall 1

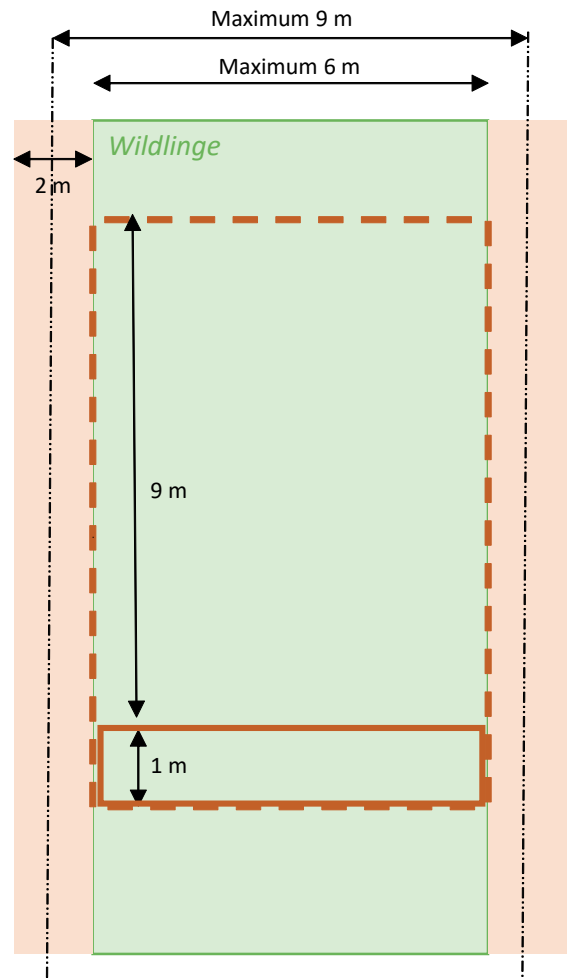
Keine Anbauschneisen oder Anbauschneisen mit einem Abstand von mehr als 8 m voneinander



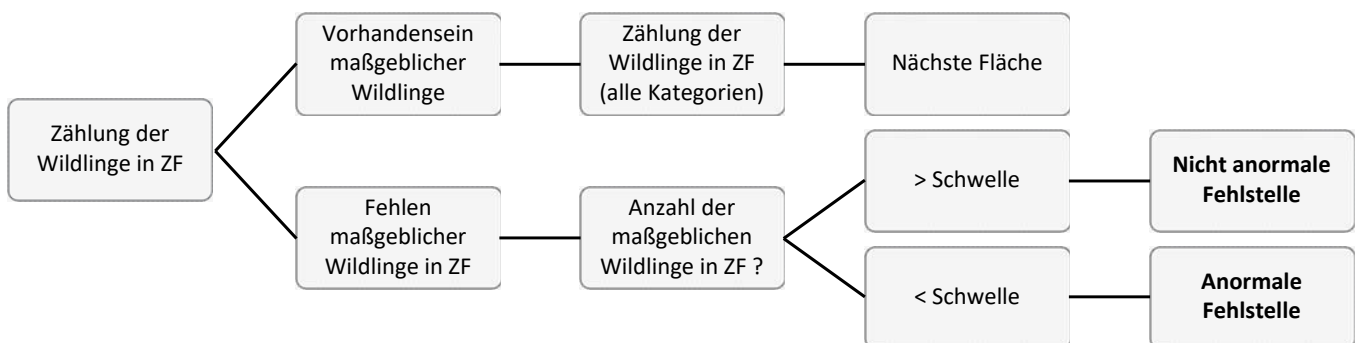
ZF : Fläche der Wildlingszählung
GF : Fläche der Diagnose auf anormale Fehlstellen

Fall 2

Anbauschneisen mit einem Abstand von 8 m oder weniger



Zusammenfassendes Schema des Protokolls



Gebrauchsanleitung

Verständnishilfe zu den REGE- Forstwirtschaftsrouten



Inhaltsverzeichnis

1. Präsentation	3
2. Inhalt	4
<i>a. Ziele</i>	<i>4</i>
<i>b. Durch diese Routen betroffene Situationen</i>	<i>5</i>
<i>c. Überblick</i>	<i>5</i>
<i>d. Die Routen</i>	<i>5</i>

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Präsentation

Die REGE-Forstwirtschaftsrouten sind in Blättern zusammengefasst, die **5 große Klassen** mit gleichem **Regenerationsmodus** (Pflanzung nach Kahlschlag) entsprechen. Die **Routen** für die Erneuerung, aus denen sie bestehen, unterscheiden sich durch gegensätzliche **technische Ausrichtungen** (z. B. Vollpflanzung, Zellpflanzung). Diese sind wiederum nach den vorliegenden **Beschränkungen durch Boden oder Vegetation**, für die spezifische technische Lösungen gefunden werden müssen, in **Varianten** unterteilt.

Die Auswahl der Routen hängt zunächst vom forstwirtschaftlichen Kontext ab, wie er durch das Diagnosetool für die Erneuerung definiert ist, mit dem sie eng verbunden sind. Die Identifikationsnummern der Routen entsprechen den Ausgängen der Entscheidungsorganigramme des Diagnosetools.

Das Ziel der Blätter zu den Routen ist es, verschiedene technische Optionen für die Erneuerung von der Vorbereitung des Bodens bis zur Pflege in einer Übersicht darzustellen, unter Berücksichtigung der Einschränkungen, die zu Beginn beim Bestand, der Begleitvegetation und/oder beim Boden festgestellt werden. Bei dafür günstigen Situationen werden innovative Techniken zur mechanisierten Bodenvorbereitung und/oder zur Behandlung von Sperrvegetation dargelegt. Für jede Erneuerungsrouten und jede Variante werden alle Arbeitsschritte von der Diagnose bis zur Pflege zu einer integrierten Vorgehensweise kombiniert. Die technischen Vorteile, die sich aus dem Einsatz von Bodenvorbereitungstechniken oder der Behandlung eines spezifischen Hemmnisses (Vegetation oder Boden) ergeben, wirken sich auf das Anwachsen der Pflanzung und die Kosten der Pflege aus. Dieser integrative Ansatz ermöglicht es, anfangs aufwändige Vorbereitungstechniken ins Zentrum zu stellen, deren Auswirkungen sich dann mehrere Jahre lang durch Einsparungen bei der Pflege oder sogar beim Wachstum bemerkbar machen.

Die Routenklassen sind in verschiedene allgemeine Rubriken gegliedert: Ziele, Ausgangssituationen (Kontexte der Diagnosetools) und Überblick über die möglichen Szenarien. Für jede Erneuerungsrouten werden der Rahmen, die Ausgangsbedingungen (Bestand, Vegetation), an die Hemmsituationen angepasste Optionen zur Bodenvorbereitung, die Regenerationsmodalitäten und die Grundsätze der Pflege detailliert beschrieben. Für jede Boden/Vegetation-Variante wird eine integrierte wirtschaftliche Bilanz mit einem Vergleich zwischen einer traditionellen und einer innovativen Route erstellt, bei der ein Tool zur spezifische Behandlung von Hemmnissen (z. B. Adlerfarn) eingesetzt wird. Schließlich werden in einer forstwirtschaftlichen Bilanz die Vor- und Nachteile jeder Route aufgelistet. Für weitere Informationen werden den Lesern die technischen Blätter zu den Werkzeugen, auf die sich die Routen beziehen, zur Verfügung gestellt.

Die Ausgangskontexte sind zahlreich, aber nicht erschöpfend. Diese Routen sollten daher als Entscheidungshilfe für eine erfolgreichere Regeneration betrachtet werden.



REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 1 : Künstliche Bestandserneuerung unter dem Kronenschirm durch ungleichförmige Behandlung

- 1A : Blockpflanzung in den Lücken
- 1B : Trupppflanzung mit geringem Bestand
- 1C : Trupppflanzung mit hohem Bestand

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 2 : Pflanzung nach Kahlschlag

- 2A : Vollpflanzung in Reihen
- 2B : Vollpflanzung mit großer Pflanzweite auf bearbeiteten Streifen
- 2C : Trupp-Vollpflanzung mit hohem Bestand
- 2D : Trupp-Vollpflanzung mit geringem Bestand
- 2E : Pflanzung mit geringer Dichte in einem natürlichen Jungwuchs

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 3 : Natürliche Regeneration gleichförmiger und ungleichförmiger Hochwälder

- 3A : Natürliche Regeneration in ungleichförmigen Hochwäldern
- 3B : Natürliche Regeneration in gleichförmigen Hochwäldern

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 4 : Angereicherte natürliche Regeneration bei gleichförmiger Behandlung

- 4A : Durch Trupppflanzung mit geringem Bestand angereicherte natürliche Regeneration
- 4B : Durch Pflanzung mit geringer Dichte angereicherte natürliche Regeneration

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 5 : Nachbesserung einer Pflanzung durch zweckmäßige natürliche Regeneration

Trupps sind regelmäßig über das Gelände verteilte Gruppen mit variabler Setzlingsanzahl (von ein paar Pflanzen bis zu 30).

Bei 5 bis 7 Setzlinge umfassenden Gruppen, die mehr als 6 m voneinander entfernt sind, spricht man von Trupps mit geringem Bestand. Dieses Schema eignet sich recht gut für relativ schmale, heterogene Zonen unterschiedlicher Form oder Größe, in denen Gleichförmigkeit der Verteilung angestrebt wird. Es kann sich um eine Anreicherung oder Anpflanzung handeln, je nachdem, ob es bereits eine natürliche Regeneration gibt oder nicht. Trupps mit hohem Bestand sind Gruppen von 20 bis 30 Setzlingen und einem Abstand von mehr als 12 m voneinander. Sie eignen sich für oft große Parzellen ohne Gehölz.

Zur Bezeichnung von Trupps unterschiedlicher Größe werden häufig die Begriffe „Zellen“, „Klumpen“ (klumps), „Inseln“ und „Nester“ verwendet, es gibt allerdings keine Standarddefinition davon.



2. Inhalt

Die Blätter zu den Routenklassen sind in zwei Abschnitte unterteilt :

- o Ziele, betroffene Situationen und synoptischer Überblick über den Kontext
- o Erneuerungsrouten und Varianten

a. Ziele

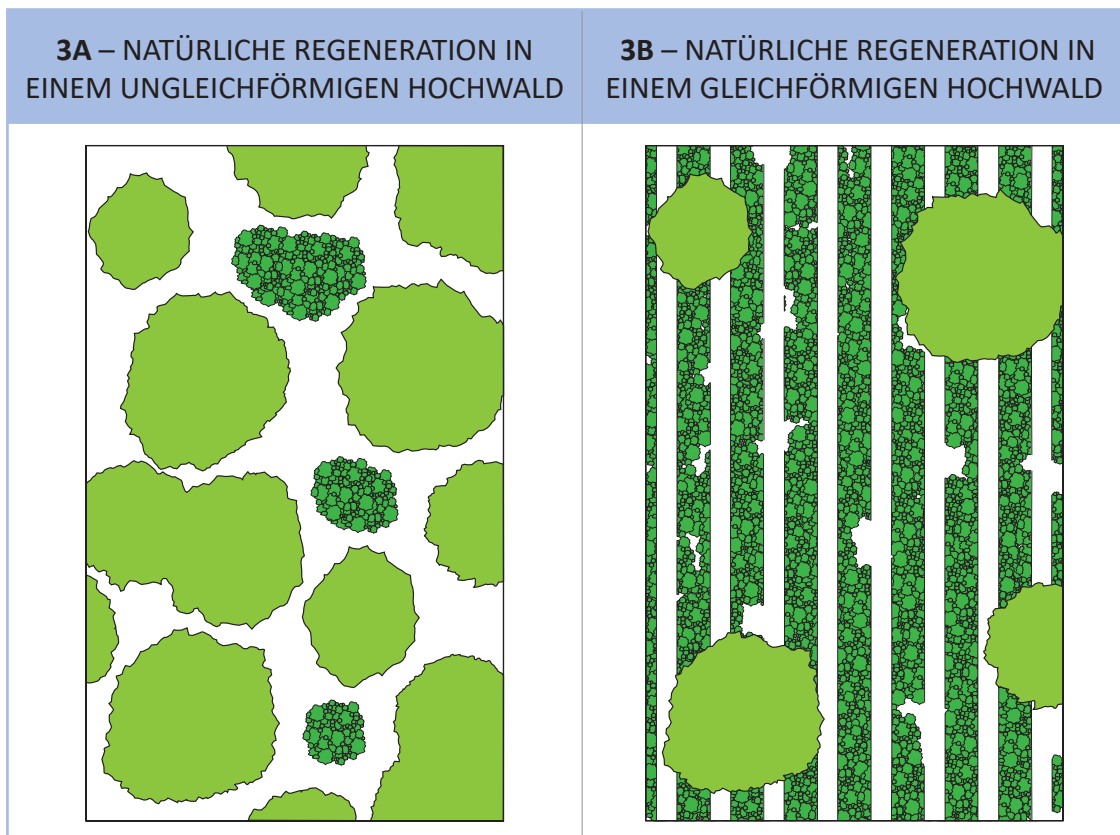
Die Ziele jeder Routenklasse werden allgemein in Verbindung mit dem vorher festgelegten forstwirtschaftlichen Kontext angegeben (siehe REGE-Diagnosetool).

b. Von diesen Routen betroffene Situationen

Die für jede Routenklasse aufgelisteten Situationen entsprechen einer Reihe von unterschiedlichen forstwirtschaftlichen Kontexten, an die die Routen angepasst sind. Sie entsprechen auch den Ergebnissen der Erneuerungsdiagnose, zu denen der Praktiker gelangt, wenn er dem speziellen Tool folgt.

c. Überblick

Schemata aus der Vogelperspektive stellen anschaulich den waldbaulichen Kontext und die Grundzüge der verschiedenen Routen dar. Die Wahl des Praktikers kann durch die Behandlung selbst oder durch subjektivere Kriterien bedingt sein.



d. Die Routen

Rahmen

In der ersten Rubrik werden in wenigen Worten die technischen Merkmale der Route beschrieben.

Ausgangsbedingungen

Die Ausgangsbedingungen werden anhand der Behandlung, der Bestandsmerkmale, der Art des Unterwuchses oder anderer konkreter Kriterien festgelegt.

Bodenvorbereitung

Im Allgemeinen umfasst die Bodenvorbereitung die Verarbeitung des Schlagabraums und/oder der Baumstümpfe, gegebenenfalls die Behandlung von Sperrvegetation oder auch die Lösung von Problemen mit der Bodenverdichtung. Einige Maßnahmen können in einem einzigen Eingriff kombiniert durchgeführt werden oder zusätzliche Eingriffe mit speziellen Werkzeugen erfordern. Im Rahmen der vorgestellten Routen wird die Wahl der Vorbereitungstechniken an den Bestand-Standort-Kontext des Praktikers sowie die Wahl der Erneuerungsweise und sogar an besondere technische Modalitäten angepasst.

Die vorgeschlagenen technischen Lösungen sind vorrangig auf technische (neues Werkzeug) oder methodische (Wiederverwendung bereits vorhandenen Werkzeugs) Innovationen ausgerichtet und sind natürlich nicht erschöpfend. Die größte Einschränkung, auf die der Forstwirt bei bestimmtem Werkzeug stoßen könnte, hängt mit der materiellen Ausstattung der lokalen Forstunternehmen zusammen.

Pflanzung

Der Abschnitt Pflanzung erläutert die mit der Route verbundenen technischen Modalitäten: Dichte, Pflanzweite, Anzahl der Pflanzlöcher, Anordnung der Baumarten im Falle einer Mischung usw.

Hinweise auf die Notwendigkeit des Anbringens von Wildschutzvorrichtungen sollen als Anhaltspunkt dienen. Dabei wird das theoretische Expositionsniveau der Setzlinge in der jeweiligen Regenerationsmodalität berücksichtigt. Die Bewertung des Risikos von Schäden je nach Wildart und Wilddichte sowie den örtlichen Vegetationsbedingungen liegt bei den Praktikern.

Pflege

Die Regenerationspflege umfasst Freistellung (0 bis 3 m Höhe), Läuterung/Dickungspflege (> 3 m Höhe), Erziehungsschnitte und Ausästungen.

Die empfohlenen Maßnahmen hängen von den Besonderheiten der jeweiligen Route ab. Die Vorteile des Einsatzes spezifischer Techniken zur Vegetationsbekämpfung werden ebenfalls hervorgehoben, wenn ihr Einsatz mittelfristig zu Einsparungen bei der Pflege führt.

Wirtschaftliche Bilanz

Rahmen

Die Gesamtkosten jeder Route/Vegetationsvariante wurden im Vergleich zu aus der gängigen Praxis abgeleiteten technischen Referenz-Pflanzrouten bei identischen Bedingungen (Bestände, Schlagabraum, Vegetation und Boden) bewertet.

Die Szenarien wurden unter Einbeziehung der vorbereitenden Arbeiten, der Pflanzung und der Freistellung bis zu einer Höhe von 3 m erstellt. Die Behandlung von Sperrvegetation oder Einschränkungen durch Bodenzähigkeit wird auf der Grundlage ausgewählter wirksamer, oft innovativer, manchmal sehr neuer Werkzeuge vorgeschlagen, die auf dem lokalen Markt möglicherweise nur begrenzt verfügbar sind. Diese Auswahl erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.



Alle Routen konzentrieren sich auf die Pflanzung einer einzigen Baumart, der Steineiche, und auf wurzelnackte Setzlinge. Die Pflanzdichte ist in allen Modalitäten gleich.

Die Einheitskosten für jeden Arbeitsschritt wurden auf der Grundlage einer umfassenden Literaturrecherche über den Markt für Forstunternehmen in Frankreich und Belgien festgesetzt. **Die Kosten sind lediglich Richtwerte und mit Vorsicht zu berücksichtigen.** Der Preis der Arbeiten kann je nach geografischer Zone, der Anzahl der in den einzelnen Bereichen tätigen Unternehmen, den Merkmalen des Areals (Fläche, Zugänglichkeit, Kompaktheit usw.) und der eventuell vorhandenen internen oder externen Zwänge unterschiedlich ausfallen.

Der Nutzen der wirtschaftlichen Bilanzen liegt in der integrierten Bewertung aller Vorgänge bis zu einer Höhe von 3 m. So lassen sich die Einsparungen hervorheben, die durch den Einsatz spezieller Bodenvorbereitungstechniken (die anfangs oft teurer sind) im Vergleich zu konventionelleren Bodenvorbereitungen insgesamt bei der Pflege erzielt werden können.

Konventionelle technische Regenerationsrouten (Vergleichsbasis)

Die als Vergleichsbasis gewählten konventionellen Routen konzentrieren sich auf **Vollpflanzung nach Kahlschlag**. Sie unterscheiden sich durch die **Einschränkungen durch Vegetation und/oder Boden**. Es werden fünf Kontexte betrachtet :

- o Parzelle mit Schlagabraum und Überwucherung durch Brombeeren
- o Parzelle mit Schlagabraum und Überwucherung durch Gräser
- o Parzelle mit Schlagabraum und Überwucherung durch Adlerfarn
- o Parzelle mit Schlagabraum und restlichem (Unterwuchs) oder aufkommendem Gehölz (natürlicher Jungwuchs)
- o Parzelle mit verdichtetem Boden und Verunkrautung

Es werden folgende Parameter verwendet :

- o Vollflächiges Häckseln: Traktor und Häcksler mit festen Zinken
- o Vollflächige Auflockerung (Reihen) : an Minibaggern angebrachte Unterbodenzinken mit örtlich begrenzter Skarifizierung der Vegetation.
- o Pflanzung : 2 x 2,5 m bzw. 2.000 Setzlinge/ha
- o Freistellungen : 3 bis 4 manuelle Freistellungen bei Brombeersträuchern und Gräsern, 4 bis 5 bei Gehölz, 6 bis 8 bei Adlerfarn, 0 bis 2 bei verdichtetem Boden nach spezieller Behandlung.
- o Erhebliche Neupflanzungen für die Kontexte mit Adlerfarn und Gräsern

„Innovative“ technische Regenerationsrouten

Das Szenario, das für die einzelnen Routen und Boden-Vegetations-Varianten verfolgt wird, ist eng mit der zur Bodenvorbereitung angewandten Technik verbunden, die wiederum von den Eigenschaften des Baumbestands und den Umgebungsbedingungen abhängt. Für denselben Vegetationstyp wird die Art der Technik an das angestrebte Regenerationsschema (nämlich Vollpflanzung oder zellenweise Pflanzung) angepasst.

Die berücksichtigten Arten der Bodenvorbereitung und praktischen Modalitäten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Für die Pflanzung verwendete Parameter:

- o Pflanzabstand bei Bodenvorbereitung in Streifen, die mit dem Scarificateur Réversible® im Farn bearbeitet wurden : 2 x 4 m
- o Pflanzabstand bei der Bodenvorbereitung in Streifen, die mit einem Reißpflug bearbeitet wurden (d. h. Pioche-Herse, Regedent) : 2 x 2,5 m
- o Trupps mit geringem Bestand: Größe der Flächen 3 x 3 m, 5 Setzlinge/Zelle (Pflanzweite 1 m), 273 Zellen/ha (6,5 m Pflanzweite) bzw. 1367 Setzlinge/ha
- o Trupps mit hohem Bestand: Größe der Flächen 5 x 5 m, 25 Setzlinge/Zelle (Pflanzweite 1 m), 51 Zellen/ha (Pflanzweite 15 m), bzw. 1283 Setzlinge/ha



REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 1 – Künstliche Erneuerung

Routen	Variante	Bodenvorbereitung	Modalitäten
1A – Block-Regeneration in den Lücken	Gräser und/oder verdichteter Boden	Minibagger + Gerät zur Bodenlockerung/Skarifizierung	0,8 bis 1,5 m breite Streifen alle 2,5 m
	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	1,5 m breite Streifen alle 4 m
	Brombeersträucher	Kämmen mit Traktor + Unterbodenlockerer vollflächig	Fläche der Lücken
	Gehölz	Traktor – Häckseln des Gehölzes	
1B – Pflanzung von Trupps mit geringem Bestand	Gehölz (schwache Entwicklung)	Häckseln mit einem Bagger	3 x 3 m große Pflanzflächen im Abstand von 6 – 7 m
1C – Pflanzung von Trupps mit hohem Bestand	Gräser und/oder verdichteter Boden	Minibagger + Gerät zur Bodenlockerung/Skarifizierung	5 x 5 m große Plätze alle 15 m
	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	
	Brombeersträucher	Skarifizierung mit Minibagger + Reißpflug	

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 2 – Pflanzung nach Kahlschlag

Routen	Variante	Bodenvorbereitung	Modalitäten
2A – Vollpflanzung in Reihen	Brombeersträucher, kein Schlagabraum	Kämmen mit Traktor + Unterbodenlockerer vollflächig	Vollflächig
	Schlagabraum und/oder Gehölz	Traktor – Häckseln des Gehölzes	
	Gräser, kein Schlagabraum	Skarifizierung Traktor + Unterbodenlockerer oder Cover-Crop	
2B – Vollpflanzung in großen Pflanzweiten auf bearbeiteten Streifen	Brombeersträucher, Gräser, kleines Gehölz	Skarifizierung mit Minibagger + Reißpflug	0,8 bis 1,5 m breite Streifen alle 2,5 m
	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	1,5 m breite Streifen alle 4 m
2C – Vollpflanzung durch Trupps mit hohem Bestand	Brombeeren, kleines Gehölz, Gräser, evtl. verdichteter Boden	Skarifizierung und Bodenbearbeitung mit Minibagger + Reißpflug	5 x 5 m große Plätze alle 15 m
	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	
	Gehölz-Jungwuchs	Bagger+ Häcksler	
2D – Vollpflanzung durch Trupps mit geringem Bestand	Gehölz	Bagger+ Häcksler	3 x 3 m große Pflanzflächen im Abstand von 6 – 7 m
2E – Pflanzung in geringer Dichte im natürlichen Jungwuchs	Gehölz	Traktor – Häckseln von Pflegeschneisen + Zurückschneiden der Streifen	3 m breite Streifen von natürlichem Jungwuchs alle 5 m, getrennt durch 2 m breite Schneisen

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 3

Natürliche Regeneration gleichförmiger und ungleichförmiger Hochwälder

Routen	Variante	Bodenvorbereitung	Modalitäten
3A – Natürliche Regeneration in ungleichförmigen Hochwäldern	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	5 x 5 m große Plätze alle 15 m
	Gehölz	Minibagger + Häcksler	
	Gräser und Rohhumus	Skarifizierung und Bodenbearbeitung mit Minibagger + Reißpflug	
	Brombeersträucher		
	Verdichtete Böden und krautige Vegetation	Minibagger + Grubber/Skarifizierung	
3B – Natürliche Regeneration in gleichförmigen Hochwäldern	Gehölz	Unterwuchsnutzung und Schwaden des Schlagabraums	Vollflächig
	Brombeersträucher	Kämmen mit Traktor + Unterbodenlockerer vollflächig	
	Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster	Minibagger + Reißpflug	1,5 m breite Streifen alle 2,5 m
	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	3 m breite Streifen alle 5 m
	Verdichtete Böden	Bagger + Werkzeug zur Unterbodenlockerung	1,5 m breite Streifen alle 4 m

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 4

Angereicherte natürliche Regeneration bei gleichförmiger Behandlung

Routen	Variante	Bodenvorbereitung	Modalitäten
4A – Durch Trupppflanzung mit geringem Bestand angereicherte natürliche Regeneration	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	3 x 3 m große Pflanzflächen im Abstand von 6 – 7 m
	Brombeersträucher, kleines Gehölz	Skarifizierung mit Minibagger + Reißpflug	
	Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster		
	Verdichtete Böden	Minibagger + Werkzeug zur Unterbodenlockerung	
4B – Durch Pflanzungen mit geringer Dichte angereicherte natürliche Regeneration	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	1,5 m breite Streifen alle 5 m
	Brombeersträucher, kleines Gehölz	Skarifizierung mit Minibagger + Reißpflug	
	Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster		
	Verdichtete Böden	Minibagger + Werkzeug zur Unterbodenlockerung	2 m breite Streifen alle 5 m

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 5

Nachbesserung einer Pflanzung durch zweckmäßige natürliche Regeneration

Routen	Variante	Bodenvorbereitung	Modalitäten
5 – Nachbesserung einer Pflanzung durch zweckmäßige natürliche Regeneration	Adlerfarn	Wurzelstockextraktion mit Minibagger + Scarificateur Réversible®	1,5 m breite Streifen alle 5 m
	Brombeersträucher, kleines Gehölz	Skarifizierung mit Minibagger + Reißpflug	
	Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster		
	Verdichtete Böden	Minibagger + Werkzeug zur Unterbodenlockerung	

Die wirtschaftliche Modellbilanz vergleicht die Gesamtkosten ohne Mehrwertsteuer pro Hektar der „innovativen“ Routen (grün) und der konventionellen Routen (rot). Werteskalen (Minimum – Maximum) auf eine 1000-€-Skala reduziert.

Die Legende in den Grafiken ist wie folgt zu verstehen: [Art der Bodenvorbereitungsarbeit]/[Pflanzschema]

Die Abkürzung TR steht für technische Route.

Es gibt folgende Pflanzschemata:

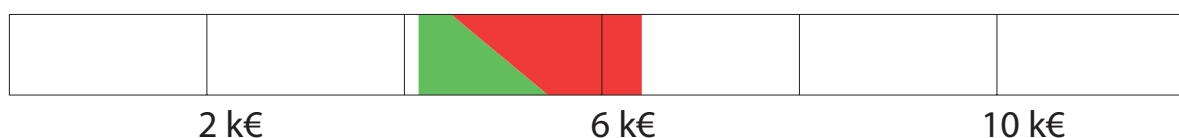
- o „Vollflächig“ für Vollpflanzungen nach Kahlschlag oder Anpflanzungen in größeren Lücken
- o „Kleine Plätze“ : Trupps mit geringem Bestand
- o „Große Plätze“ : Trupps mit hohem Bestand

Farne : **TR Wurzelstockextraktion / große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Beispiel : Wirtschaftliche Bilanz Route 1A

Verdichtete Böden : **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / kleine Plätze** im Vergleich zu **TR Unterbodenlockerung / PFL vollflächig**



Kostenbeispiel mit teilweise sich überschneidenden Kosten: wirtschaftliche Bilanz REGE-Route 4A

Forstwirtschaftliche Bilanz

Die forstwirtschaftliche Bilanz nennt die pflegebedingten Vor- und Nachteile jeder Route ohne Unterscheidung der Varianten.

Katalog technische REGE-Blätter

Die Verweise auf die technischen Blätter, die in jeder Route erwähnt werden, dienen der weiteren Information.

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 1

Künstliche Bestandserneuerung unter dem Kronenschirm durch ungleichförmige Behandlung



Ziele

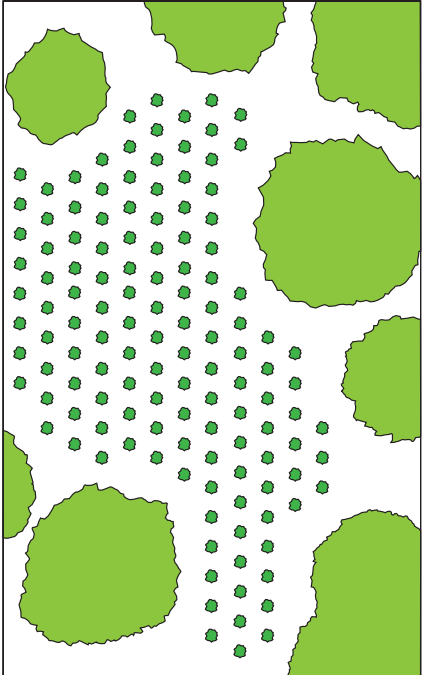
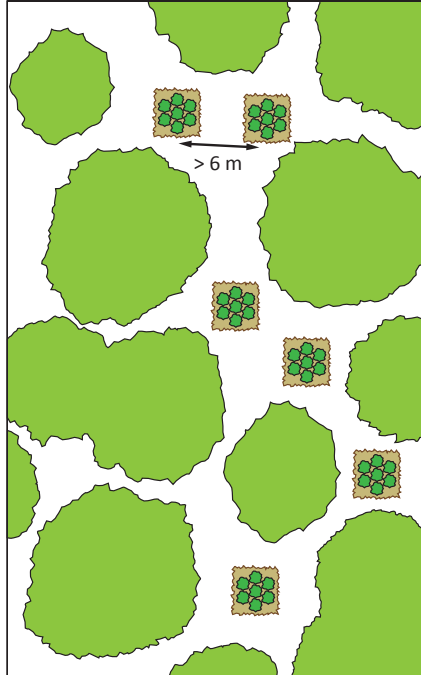
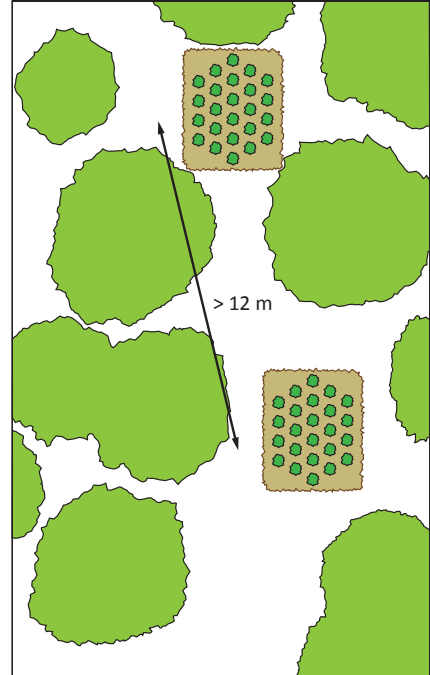
In diesen Routen geht es darum, die Erneuerung eines ungleichförmigen oder ungleichförmig behandelten Hochwaldes durch die Ansiedelung von Setzlingen einer Zielbaumart im Unterholz zu unterstützen, entweder als zentrale Maßnahme oder zur Ergänzung bereits vorhandener natürlicher Regeneration.

Von diesen Routen betroffene Situationen

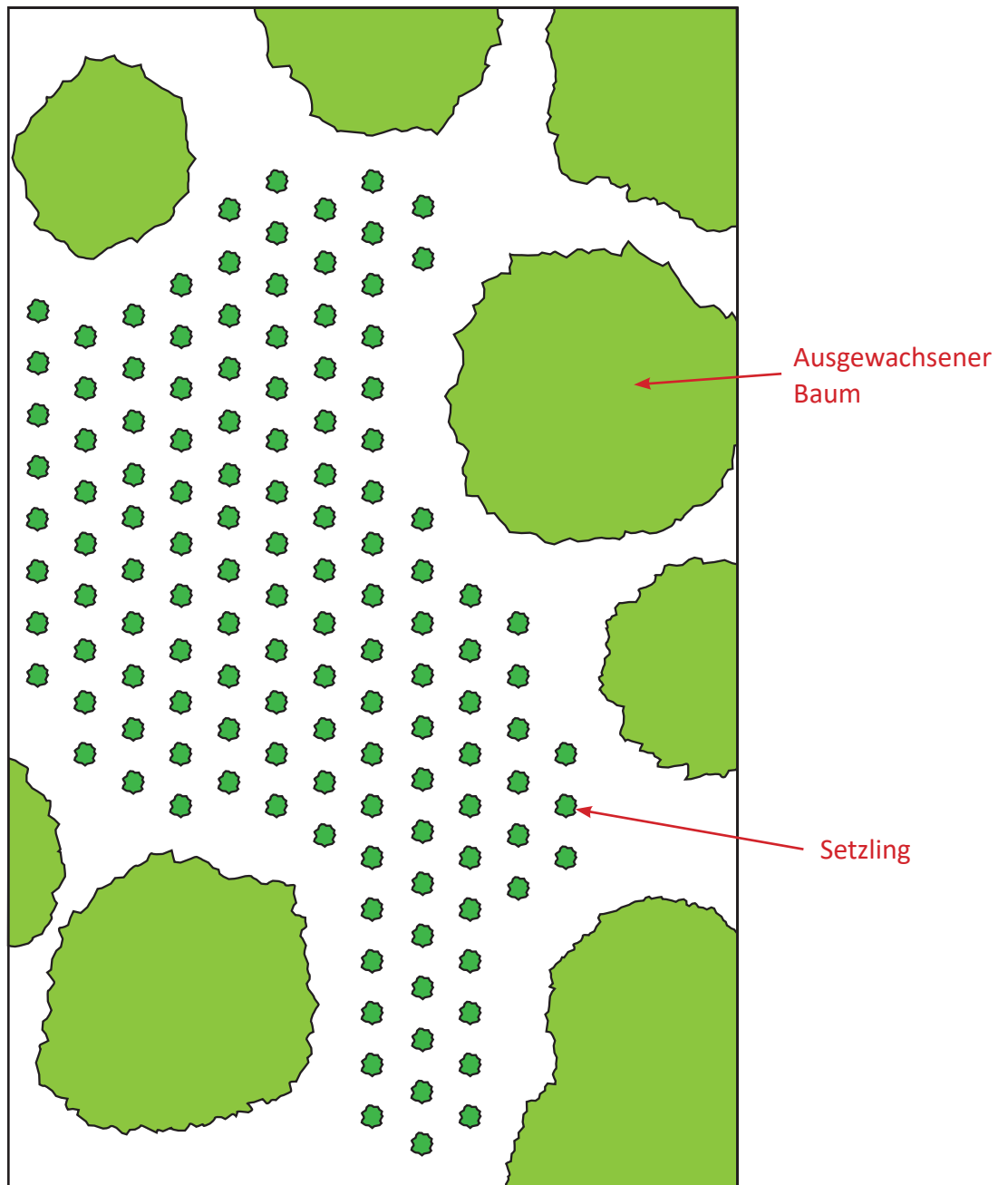
Die betroffenen Bestände müssen über mehr oder weniger breite Öffnungen verfügen :

- o Ungleichförmige Hochwälder ohne Regeneration
- o Ungleichförmiger Hochwald, dessen Regeneration nicht gewollt (kein Ziel) oder wünschenswert ist (ungeeigneter Standort, schlechte Genetik der Samenbäume)

Überblick

1A - BLOCKPFLANZUNG IN DEN LÜCKEN	1B - PFLANZUNG VON TRUPPS MIT GERINGEM BESTAND	1C - PFLANZUNG VON TRUPPS MIT HOHEM BESTAND
		
➞ Seite 3	➞ Seite 6	➞ Seite 8

1A - BLOCKPFLANZUNG IN DEN LÜCKEN



Rahmen

Pflanzung von Zonen mit konventionellen Pflanzweiten in großen, im ganzen Bestand verstreuten Lücken

Ausgangsbedingungen

Große Lücken (im forstlichen Sinn zerstörte Zonen)

Fehlende, spärliche oder nicht geplante Regeneration

Risiko der Entwicklung einer **krautigen oder holzigen Sperrvegetation** aufgrund des (potenziell wechselnden) starken Lichts am Boden

Bodenvorbereitung

Brombeersträucher und Gehölz-Jungwuchs gemischt :

- ➔ Vollflächiges Häckseln mit Traktor

Brombeersträucher vorherrschend :

- ➔ Kämmen mit dem Traktor (Unterbodenlockerer)

Gräser vorherrschend :

- ➔ Kämmen mit dem Traktor (Unterbodenlockerer)
- ➔ Auf (Mini-)Bagger montierte Abtragungs- und Skarifizierungswerkzeuge (Regédent®, Pioche-Herse®)

Verdichteter Boden mit Gräsern :

- ➔ Auf einem Bagger montierte kombinierte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Bodenabtragung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Scarificateur Réversible®, Bident Maillard, Modul'D®)
- ➔ Auf einem Bagger montierte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Bodenbearbeitung (DB10®)

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montiertes Werkzeug zur Wurzelstock-Skarifizierung (Scarificateur Réversible®)

Pflanzung

Pflanzung > 10 m vom Fuß der Randbäume entfernt

Bei Bodenvorbereitung mit dem Bagger (Kontext Gräser, Farn oder verdichteter Boden) : der Technik entsprechend vorbereitete Streifen von 1,5 bis 2 m Breite alle 4 m ➔ 1.250 bis 1.430 Setzlinge/ha

Pflege

Die regenerierten Zonen für die spätere Betreuung in einen Plan eintragen

Jährliche Durchreisungen während der ersten Jahre

Einsparung von Durchreisungen, wenn eine mechanische Bodenbearbeitung durchgeführt wurde (schnellerer Start)

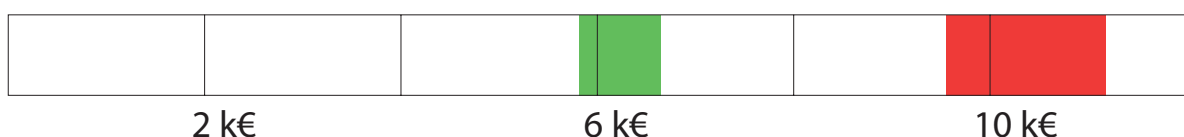
Einsparung von Durchreisungen bei Farn, wenn vorher eine Skarifizierung durchgeführt wurde

Wirtschaftliche Bilanz

Gräser : **TR Skarifizierung / PFL vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Farne : **TR Wurzelstockextraktion / vollflächig** im Vergleich zu **TR Streifen im Vergleich zu Häckseln / vollflächig**



Gehölz : **TR Wurzelstockextraktion / vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Brombeersträucher : **TR Kämmen / vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Betreuung der Pflanzungen durch die Größe der verjüngten Blöcke erleichtert
- o Vorbereitungs- und Pflanzmodalitäten ähnlich wie bei der vollflächigen Regeneration ohne Kronendach

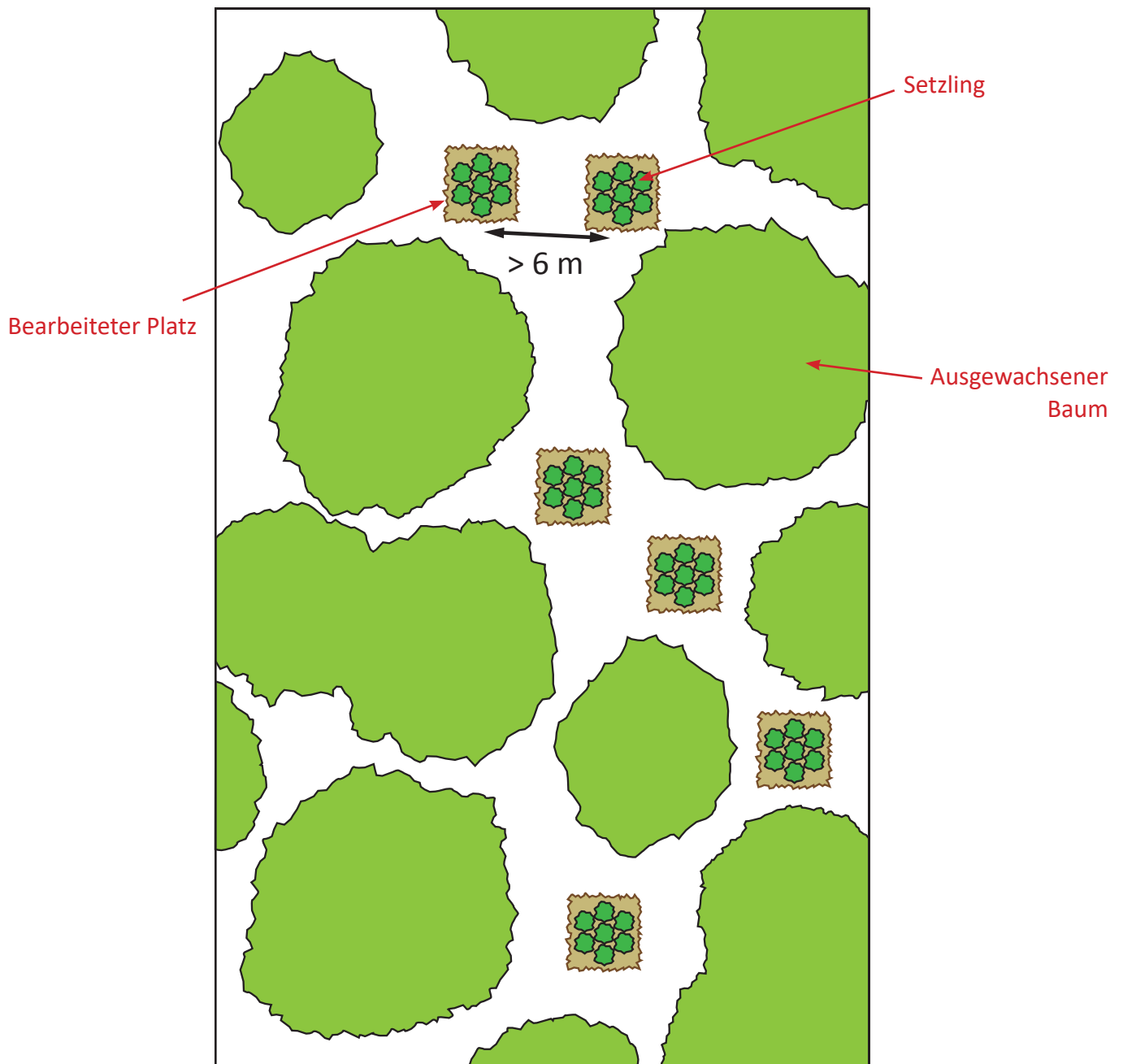
Nachteile

- o Notwendigkeit von ausreichend großen Lücken, Risiko der Setzlingsverformung (Heliotropismus)
- o Höherer Setzlingsbedarf als bei Trupps

Katalog technische REGE-Blätter

Häckseln, Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation

1B - PFLANZUNG VON TRUPPS MIT GERINGEM BESTAND



Rahmen

Pflanzung kleiner Gruppen von 5- 7 Setzlingen im Abstand von mehr als 6 m in die Bestandsöffnungen

Ausgangsbedingungen

Öffnungen der Kronenschicht von unterschiedlicher Größe, oft recht klein

Vegetation mit vorherrschendem Gehölz

NR unerwünscht (nicht gewollt, genetisch, Standort)
oder
Gehölz-Jungwuchs ohne Zukunftswert, aber recht dicht

Jedenfalls **kein Problem mit Farnen, Brombeersträuchern oder Gräsern**

Bodenvorbereitung

Gehölz vorherrschend :

Fläche der Plätze 3 x 3 m

- ➔ Manuelles Gestrüppentfernen (Gestrüppentferner mit Widia-Klinge oder Kettensäge)
- ➔ Platzweises Häckseln/Fräsen mittels Minibagger, Kompaktlader oder funkgesteuertem Roboter

Pflanzung

Pflanzung einer einzigen Baumart pro Trupp

Abstand zwischen den Setzlingen : 0,5 bis 1 m

Maximale Dichte (örtlich) : 273 Plätze/ha bzw. 1.365 Setzlinge/ha

Individueller Wildschutz empfohlen (Schutz und Auffinden in der Pflege)

Pflege

Auffinden der Setzlinge durch individuellen Schutz erleichtert

Das Öffnen von Pflegeschneisen erleichtert die Pflege

Klassische manuelle Freistellung gegen Gehölze erforderlich, um die Trupps herum örtlich begrenzt

Wirtschaftliche Bilanz

Gehölz : **TR Häckseln Minibagger / kleine Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Im Vergleich zur flächigen Bepflanzung geringere Kosten für Bodenvorbereitung und Ansiedlung
- o Kompromiss zwischen Flächenpflanzung und Trupppflanzung mit hohem Bestand
- o Geeignet für kleine Öffnungen und schmale Korridore
- o Bessere räumliche Verteilung
- o Ermöglicht die Verwertung der potenziellen natürlichen Regeneration in den Zwischenräumen
- o Höheres mittleres Einkommen als bei Gruppen, die im Abstand von 15 m stehen

Nachteile

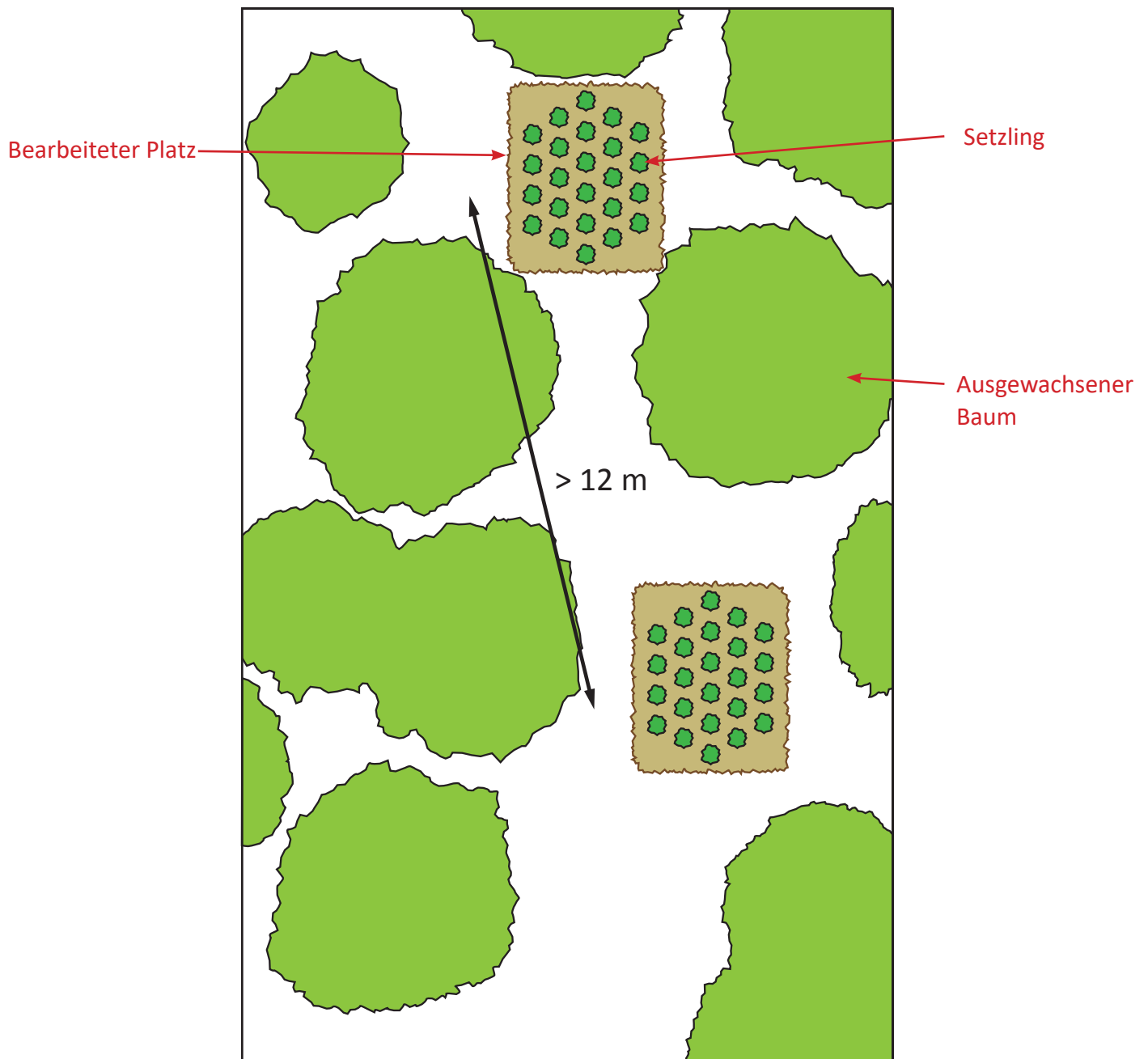
- o Aufgrund der geringen Setzlingsanzahl pro Trupp bei Hirschdruck Wildschutz erforderlich
- o Risiko des Verlusts der Setzlinge im Jungwuchs
- o Betreuung der Trupps mit geringem Bestand anspruchsvoller

Katalog technische REGE-Blätter

Häckseln, Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung



1C - PFLANZUNG VON TRUPPS MIT HOHEM BESTAND



Rahmen

Pflanzung von Gruppen von 20 bis 30 Setzlingen und einem Abstand von mehr als 12 m
Wenn es keinen Jungwuchs gibt, interessanter als kleine Zellen mit geringem Bestand

Ausgangsbedingungen

Mangelhafte oder fehlende NR

Fehlender Gehölz-Jungwuchs, daher Gefahr der Entwicklung einer krautigen Sperrvegetation

Mittelgroße Kronenschichtöffnungen, die die Ansiedlung von Setzlingen in relativ großen Gruppen erlauben

Bodenvorbereitung

Brombeersträucher vorherrschend :

- ➔ Skarifizierung mit Minibagger (Regédent®, Pioche-Herse®)
- ➔ Manuelles Gestrüppentfernen (Klingen mit gebogenen Zinken vom Typ „Häckslerklinge“)

Gräser vorherrschend :

- ➔ Skarifizierung mit Bagger (Regédent®, Pioche-Herse®)

Verdichteter Boden mit Gräsern :

- ➔ Auf einem Bagger montierte kombinierte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Bodenabtragung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Scarificateur Réversible®, Bident Maillard, Modul'D®)
- ➔ Auf einem Bagger montierte kombinierte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung (DB10®)

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Skarifizierung mittels Bagger (Scarificateur Réversible®)

Pflanzung

2 Optionen :

- o Eine einzige Art pro Gruppe
- o Eine Zielart in der Mitte (n=9,) und eine Begleitart am Rand (n=16)

Abstand zwischen den Setzlingen: 0,25 m (**Nester**) bis 1,5 (2) m (**Zellen**)

Durchschnitt: 51 Zellen/ha bzw. 1.275 Setzlinge/ha bei 25 Setzlingen/Gruppe

Einzel- oder Gesamtwildschutz (Umzäunung des Trupps) empfohlen

Pflege

Die hohe Setzlingsanzahl erleichtert das Auffinden von Gruppen

Hohe Dichten ➔ ermöglichen in jeder Gruppe eine schnellere Befreiung von der Vegetationskonkurrenz, da das Kronendach schneller geschlossen wird. Einsparungen bei der Durchreisung

Wirtschaftliche Bilanz

Gräser : **TR Skarifizierung / große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Farne : **TR Wurzelstockextraktion / große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Brombeersträucher : **TR Skarifizierung / große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Im Vergleich zur flächigen Bepflanzung geringere Kosten für Bodenvorbereitung und Ansiedlung
- o Ermöglicht den Einsatz wirksamer Techniken zur Behandlung von Adlerfarn oder Gräsern sowie zur Auflockerung des Bodens
- o Erfordert kein Häckseln des Schlagabtraums
- o Leichteres Auffinden durch die Größe der Gruppen
- o Konzentration der Pflegearbeiten (Zeitersparnis)
- o Erleichterung der Qualifizierung von Zukunftsstämmen innerhalb der Trupps
- o Fördert die Ansiedlung und die Möglichkeit der Verwertung von Wildlingen in den Zwischenräumen
- o Mögliche Einsparung von Wildschutzvorrichtungen

Nachteile

- o Keine Nutzholzproduktion vor dem Abräumungshieb (ein einziger Zielbaum pro Gruppe von 20 – 30 Setzlingen)
- o Risiko der Setzlingsverformung am Rand (Waldrandeffekt, wenn keine begleitende Gehölzvegetation vorhanden ist)
- o Bei Schäden an den Zielbäumen Risiko von Lücken auf der Parzelle

Katalog technische REGE-Blätter

Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 2

Pflanzung nach Kahlschlag



Ziele

Diese Routen haben die Bestandserneuerung durch Pflanzung nach einem Kahlschlag in jenen Fällen zum Ziel, wo die natürliche Regeneration keine brauchbare Möglichkeit darstellt (standortfremde Baumart, schlechte genetische Qualität, geschädigter, völlig instabiler Bestand).

Von diesen Routen betroffene Situationen

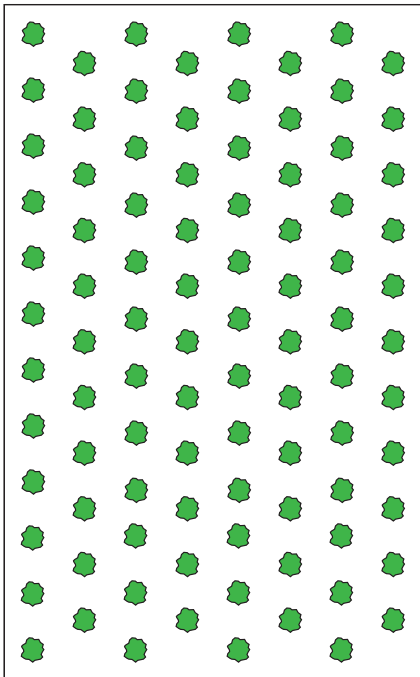
Folgende Bestände sind betroffen :

- o Nicht regenerierte Kahlschläge
- o Gleichförmig geschlossene Hochwälder, deren Bäume den Reifezustand erreicht haben
- o Nach einer Störung offene Bestände, die aus Stabilitätsgründen vorzeitig kahlgeschlagen werden müssen
- o Zonen mit großen Lücken innerhalb von Pflanzungen
- o Bestände, in denen bereits Verjüngungshiebe durchgeführt wurden, die aber keine Zukunft haben: standortfremde Baumarten, schlechte genetische Qualität, unzureichende Anzahl an Samenbäumen



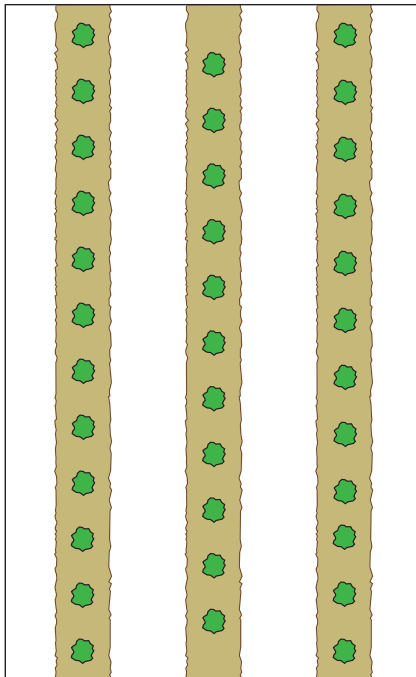
Überblick

2A – VOLLPFLANZUNG IN REIHEN



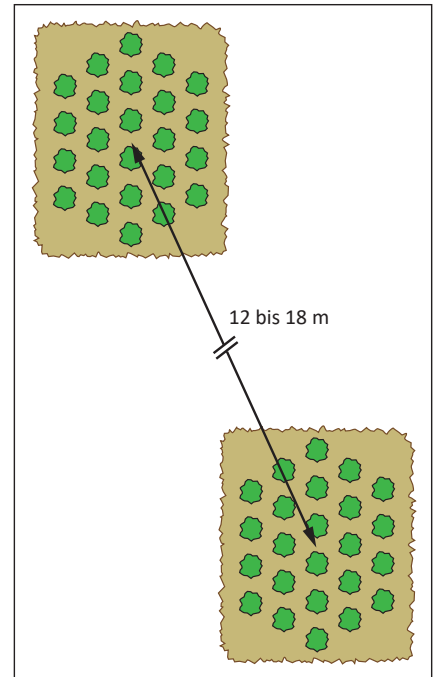
➔ Seite 4

2B – VOLLPFLANZUNG IN GROSSEN PFLANZWEITEN AUF BEARBEITETEN STREIFEN



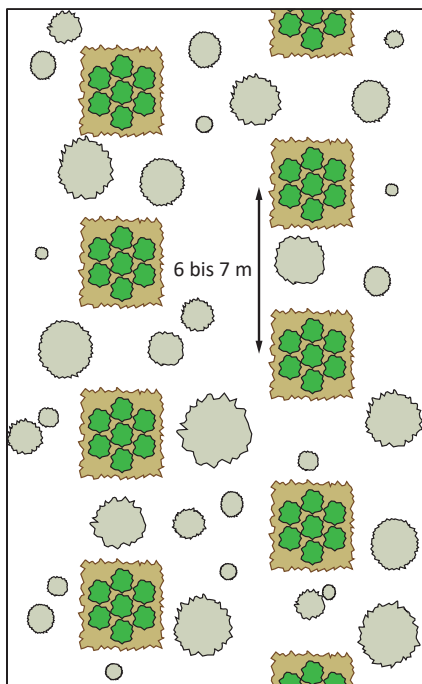
➔ Seite 7

2C – VOLLPFLANZUNG DURCH TRUPPS MIT HOHEM BESTAND



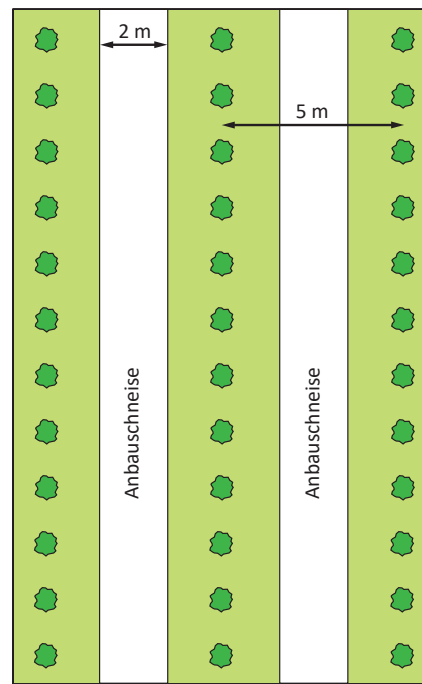
➔ Seite 10

2D – VOLLPFLANZUNG DURCH TRUPPS MIT GERINGEM BESTAND



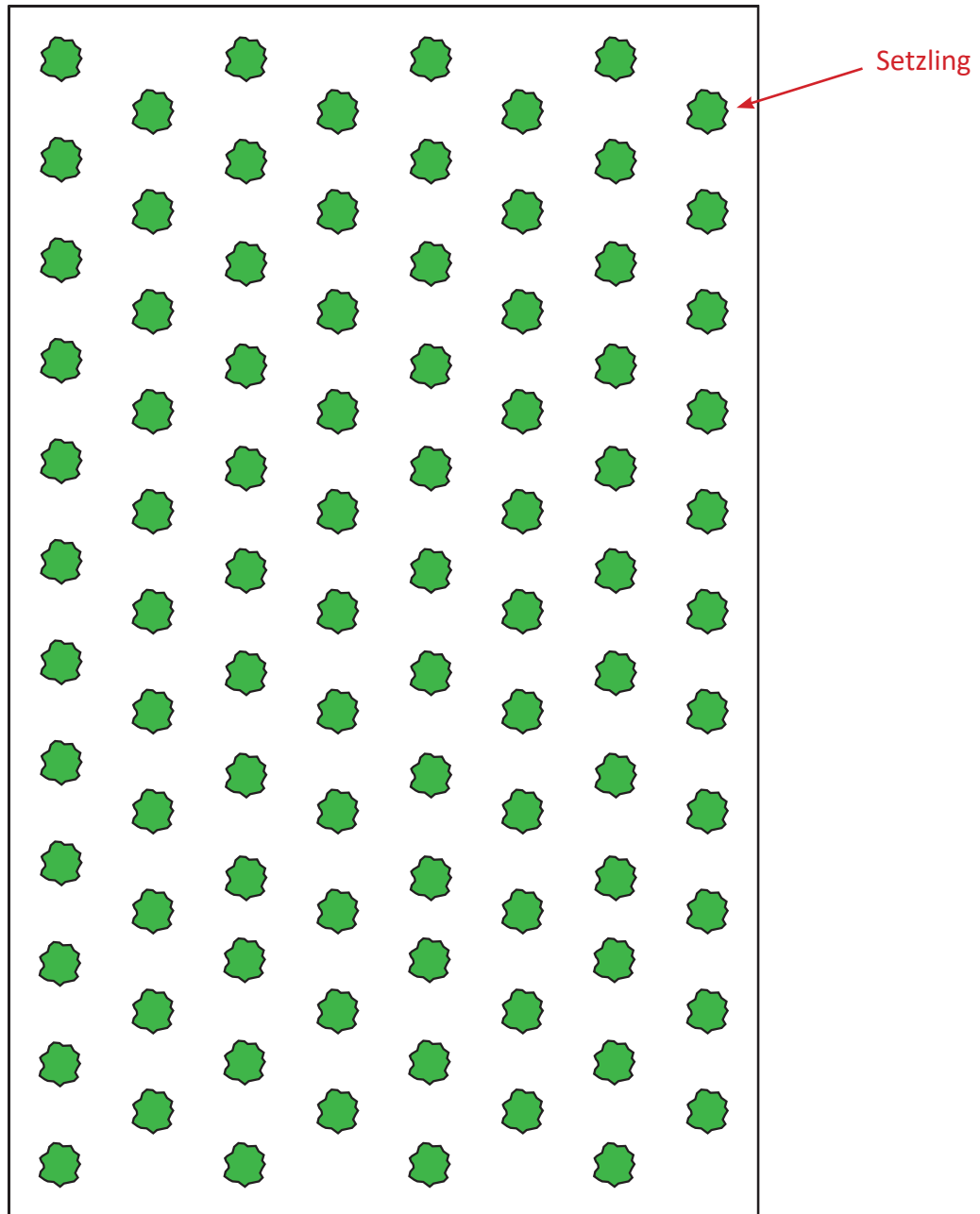
➔ Seite 13

2E – PFLANZUNG MIT GERINGER DICHTEN IN EINEM JUNGWUCHS



➔ Seite 15

2A - VOLLPFLANZUNG IN REIHEN



Rahmen

Vollpflanzung mit herkömmlicher Pflanzweite (2 bis 3 m)

Ausgangsbedingungen

Sofort nach Kahlschlag

Ungeeignet für Hemmsituationen aufgrund von Adlerfarn und für verdichtete Böden

Bodenvorbereitung

Schlagabraum und/oder Gehölz-Jungwuchs vorhanden :

→ Vollflächiges Häckseln mit Traktor

Brombeersträucher vorherrschend, jedoch wenig Schlagabraum :

→ Kämmen mit dem Traktor (Unterbodenlockerer)

Gräser vorherrschend, kein oder wenig Schlagabraum :

→ Skarifizierung mit Traktor (Cover-Crop)

Pflanzung

Abstand zwischen den Setzlingen: 2 bis 3 m (im Allgemeinen)

Dichte: 1.000 bis 2.500/ha

Kriterium für die Wahl der Dichte: Baumart, genetische Qualität der Setzlinge, begleitende Gehölzvegetation vorhanden

Wahl des Wildschutztyps (einzeln oder gesamt) abhängig von der Fläche, die regeneriert werden soll

Pflege

Klassische jährliche Durchreiserung, die in den ersten Jahren durch örtlich begrenztes Gestrüppentfernen zu erfolgen hat.

Einsparung von Durchreisierungen, wenn eine mechanische Bodenbearbeitung durchgeführt wurde (schnelleres Wachstum der Setzlinge am Anfang).

Wirtschaftliche Bilanz

Brombeersträucher : **TR Kämmen / vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Gehölz : **TR Häckseln / vollflächig**



Gräser : **TR Skarifizierung / vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Einfache Route
- o Erziehung und Qualifizierung von Zukunftsstämmen durch Dichte erleichtert
- o Zahlreiche Möglichkeiten zur Auswahl von Zielbäumen
- o Gleichmäßige Verteilung der Zielbäume auf der Parzelle
- o Verteilung des Verlustrisikos auf die gesamte Parzelle

Nachteile

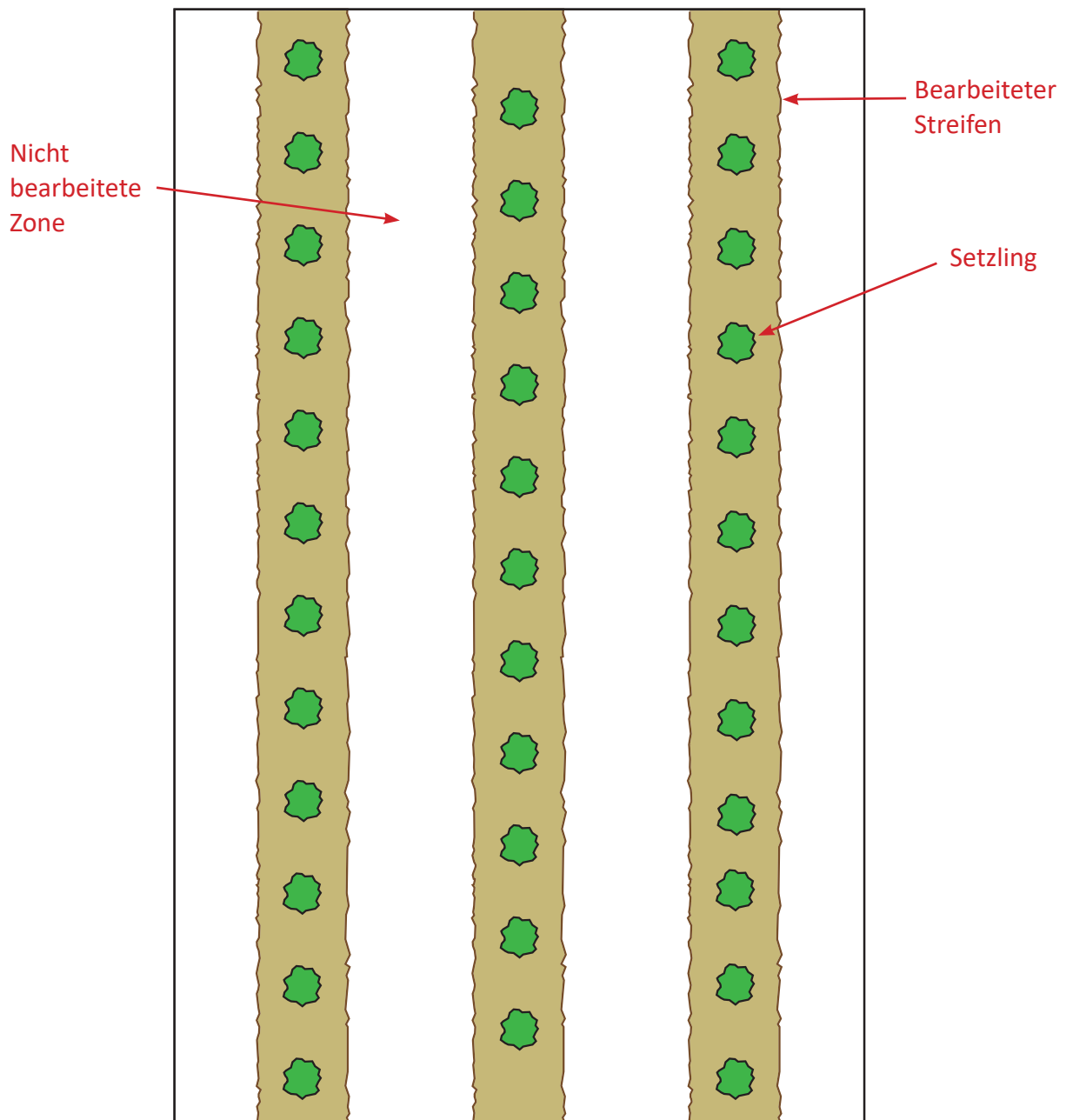
- o Ungeeignet für Hemmsituationen durch Adlerfarn
- o Ungeeignet bei stark verdichteten Böden

Katalog technische REGE-Blätter

Häckseln, Baumstumpfbehandlung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

2B - VOLLPFLANZUNG MIT BREITEN REIHENABSTÄNDEN

PFLANZWEITEN IN BEARBEITETEN STREIFEN



Rahmen

Vollpflanzung mit geringer Dichte auf bearbeiteten Streifen von 0,8 bis 1,5 m Breite im Abstand von 2,5 bis 4 m

Ausgangsbedingungen

Kahlschlag

Geeignet für alle Arten von Hemmsituationen, einschließlich Überwucherung durch Adlerfarn, Gräser und verdichteter Boden

Bodenvorbereitung

0,8 bis 1,5 m breite bearbeitete Streifen. Abstände entsprechend dem Vegetationstyp.

Brombeersträucher, Gräser, kleines Gehölz, verdichtete Böden :

- ➔ Auf einem Bagger montierte kombinierte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Bodenabtragung (d. h. Pioche-Herse®, Sous-Soleur Multifonction®, Bident Maillard, Modul'D®). Streifen im Abstand von 2,5 m.

Variante auf verdichtetem Boden in Nassboden-Situationen :

- ➔ Auf einem Bagger montierte kombinierte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung (DB10®)

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte Werkzeuge zur Wurzelstock-Skarifizierung (Scarificateur Réversible®). Streifen in 4 m Abstand.

Pflanzung

Abstand:

- Zwischen den Reihen: 2,5 bis 4 m, damit die skarifizierte Vegetation auf beiden Seiten der Streifen in Haufen abgelagert werden kann
- In der Reihe: 2 bis 2,5 m

Dichte: 1.000 bis 2.000/ha

Individueller Wildschutz empfohlen

Pflege

Dank Bodenvorbereitung in den ersten Jahren in der Regel auf dem Streifen keine Durchreiserung erforderlich. Muss ab dem 5. Jahr beaufsichtigt werden, eventuell mit Eingriffen in die Reihe.

Wirtschaftliche Bilanz

Brombeersträucher, Gräser, kleines Gehölz : **TR Skarifizierung / in Streifen**
im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Adlerfarn : **TR Wurzelstockextraktion / in Streifen** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Ermöglicht den Einsatz wirksamer Techniken zur Behandlung von Adlerfarn oder Gräsern
- o Ermöglicht die Bodenauflockerung (Dekompaktierung)
- o Verringerung der Ansiedlungs- und Pflegekosten im Vergleich zu einer herkömmlichen Aufforstungsrout
- o Gleichmäßige Verteilung der Zielbäume auf der Parzelle
- o Ermöglicht die Verwertung einer natürlichen Regeneration in den Zwischenräumen

Nachteile

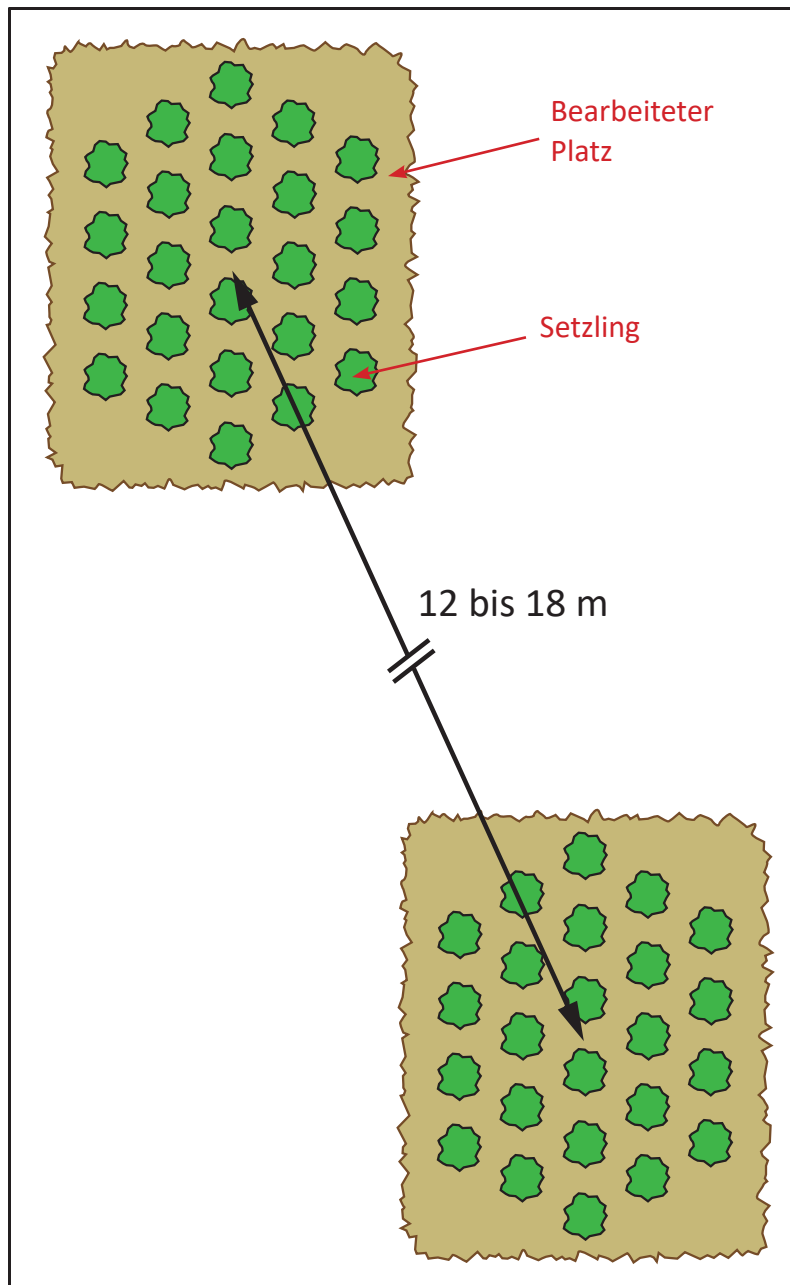
- o Langsame Schließung des Kronendachs
- o Ohne begleitende Gehölzvegetation verringerte natürliche Ausästung und Gefahr, dass sich dicke Äste entwickeln

Katalog technische REGE-Blätter

Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung



2C - VOLLPLANZUNG DURCH TRUPPS MIT GERINGEM BESTAND



Rahmen

Pflanzung von Gruppen von 20 bis 30 Setzlingen und einem Abstand von 12 bis 18 m

Ausgangsbedingungen

Kahlschlag

Geeignet für alle Arten von Situationen, einschließlich der Überwucherung durch Adlerfarn, Gräser oder auf verdichtetem Boden

Bodenvorbereitung

Bearbeitete Flächen mit einer Seitenlänge von 3 bis 10 m, je nach Anzahl und Pflanzweite der gewählten Setzlinge:

Brombeersträucher, Gräser, kleines Gehölz, verdichtete Böden :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte gemischte Werkzeuge mit Möglichkeit der Unterbodenlockerung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Scarificateur Réversible®, Bident Maillard, Modul'D®)

Variante auf verdichtetem Boden in Nassboden-Situationen :

- ➔ Auf einem Bagger montierte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Bodenbearbeitung (DB10®)

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montiertes Werkzeug zur Wurzelstock-Skarifizierung (Scarificateur Réversible®)

Gehölz vorherrschend :

- ➔ Manuelles Gestrüppentfernen (Gestrüppentferner mit Widia-Klinge oder Kettensäge)
- ➔ Auf (Mini-)Bagger, Kompaktlader oder funkgesteuertem Roboter montierter Häcksler

Pflanzung

2 Optionen :

- o Eine einzige Art pro Gruppe
- o Eine Zielart in der Mitte (d. h. 9/25) und eine Begleitart am Rand (d. h. 16/25)

Abstand zwischen den Setzlingen: 0,25 m (**Nester**) bis 1,5 (2) m (**Zellen**)

Dichte : 51 Zellen/ha bzw. 12/5 Setzlinge/ha bei 25 Setzlingen/Gruppe
Einzel- oder Gesamtwildschutz (Umzäunung des Trupps) empfohlen

Einzel- oder Gesamtwildschutz (Umzäunung des Trupps) empfohlen

Pflege	
--------	--

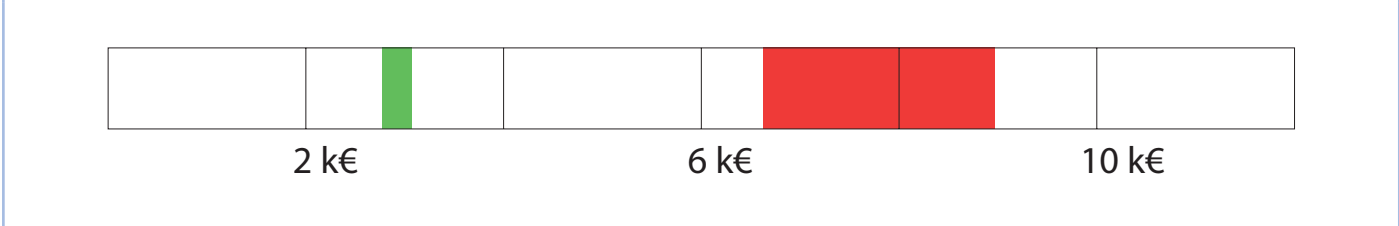
Dank Bodenvorbereitung zu Beginn und der schnellen Schließung des Bewuchses bei den geringen Pflanzweiten in der Regel leichte Durchreiserungen oder Durchreiserung sogar unnötig.

Die begleitende Gehölzvegetation konzentriert die Eingriffe nach einigen Jahren.

Zur Vermeidung von Waldrandeffekten (Setzlingsverformung) in der Regel einmalige Läuterung ($> 3 \text{ m}$) am Rand auf mehreren Metern Breite erforderlich. Die Qualifizierung der Stämme wird durch die Anzahl und Dichte der Setzlinge erleichtert.

Wirtschaftliche Bilanz	
1.1.2019	1.1.2020
1.1.2020	1.1.2021
1.1.2021	1.1.2022
1.1.2022	1.1.2023
1.1.2023	1.1.2024
1.1.2024	1.1.2025
1.1.2025	1.1.2026
1.1.2026	1.1.2027
1.1.2027	1.1.2028
1.1.2028	1.1.2029
1.1.2029	1.1.2030
1.1.2030	1.1.2031
1.1.2031	1.1.2032
1.1.2032	1.1.2033
1.1.2033	1.1.2034
1.1.2034	1.1.2035
1.1.2035	1.1.2036
1.1.2036	1.1.2037
1.1.2037	1.1.2038
1.1.2038	1.1.2039
1.1.2039	1.1.2040
1.1.2040	1.1.2041
1.1.2041	1.1.2042
1.1.2042	1.1.2043
1.1.2043	1.1.2044
1.1.2044	1.1.2045
1.1.2045	1.1.2046
1.1.2046	1.1.2047
1.1.2047	1.1.2048
1.1.2048	1.1.2049
1.1.2049	1.1.2050
1.1.2050	1.1.2051
1.1.2051	1.1.2052
1.1.2052	1.1.2053
1.1.2053	1.1.2054
1.1.2054	1.1.2055
1.1.2055	1.1.2056
1.1.2056	1.1.2057
1.1.2057	1.1.2058
1.1.2058	1.1.2059
1.1.2059	1.1.2060
1.1.2060	1.1.2061
1.1.2061	1.1.2062
1.1.2062	1.1.2063
1.1.2063	1.1.2064
1.1.2064	1.1.2065
1.1.2065	1.1.2066
1.1.2066	1.1.2067
1.1.2067	1.1.2068
1.1.2068	1.1.2069
1.1.2069	1.1.2070
1.1.2070	1.1.2071
1.1.2071	1.1.2072
1.1.2072	1.1.2073
1.1.2073	1.1.2074
1.1.2074	1.1.2075
1.1.2075	1.1.2076
1.1.2076	1.1.2077
1.1.2077	1.1.2078
1.1.2078	1.1.2079
1.1.2079	1.1.2080
1.1.2080	1.1.2081
1.1.2081	1.1.2082
1.1.2082	1.1.2083
1.1.2083	1.1.2084
1.1.2084	1.1.2085
1.1.2085	1.1.2086
1.1.2086	1.1.2087
1.1.2087	1.1.2088
1.1.2088	1.1.2089
1.1.2089	1.1.2090
1.1.2090	1.1.2091
1.1.2091	1.1.2092
1.1.2092	1.1.2093
1.1.2093	1.1.2094
1.1.2094	1.1.2095
1.1.2095	1.1.2096
1.1.2096	1.1.2097
1.1.2097	1.1.2098
1.1.2098	1.1.2099
1.1.2099	1.1.2100
1.1.2100	1.1.2101
1.1.2101	1.1.2102
1.1.2102	1.1.2103
1.1.2103	1.1.2104
1.1.2104	1.1.2105
1.1.2105	1.1.2106
1.1.2106	1.1.2107
1.1.2107	1.1.2108
1.1.2108	1.1.2109
1.1.2109	1.1.2110
1.1.2110	1.1.2111
1.1.2111	1.1.2112
1.1.2112	1.1.2113
1.1.2113	1.1.2114
1.1.2114	1.1.2115
1.1.2115	1.1.2116
1.1.2116	1.1.2117
1.1.2117	1.1.2118
1.1.2118	1.1.2119
1.1.2119	1.1.2120
1.1.2120	1.1.2121
1.1.2121	1.1.2122
1.1.2122	1.1.2123
1.1.2123	1.1.2124
1.1.2124	1.1.2125
1.1.2125	1.1.2126
1.1.2126	1.1.2127
1.1.2127	1.1.2128
1.1.2128	1.1.2129
1.1.2129	1.1.2130
1.1.2130	1.1.2131
1.1.2131	1.1.2132
1.1.2132	1.1.2133
1.1.2133	1.1.2134
1.1.2134	1.1.2135

Brombeersträucher, Gräser : **TR Skarifizierung / große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Adlerfarn : **TR Wurzelstockextraktion / große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Gehölz-Jungwuchs : **TR örtlich begrenztes Häckseln / große Plätze**
im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Im Vergleich zur flächigen Bepflanzung geringere Kosten für Bodenvorbereitung und Vollpflanzung
- o Ermöglicht den Einsatz wirksamer Techniken zur Behandlung von Adlerfarn oder Gräsern sowie zur Auflockerung des Bodens
- o Erfordert kein Häckseln des Schlagabraums
- o Leichteres Auffinden durch die Größe der Gruppen
- o Konzentration der Pflegearbeiten (Zeitersparnis)
- o Örtlich begrenzt hohe Dichte, die die Qualifikation und Erziehung der Zukunftsstämme erleichtert
- o Fördert die Ansiedlung und die Möglichkeit der Verwertung von Wildlingen in den Zwischenräumen
- o Mögliche Einsparung von Wildschutzvorrichtungen

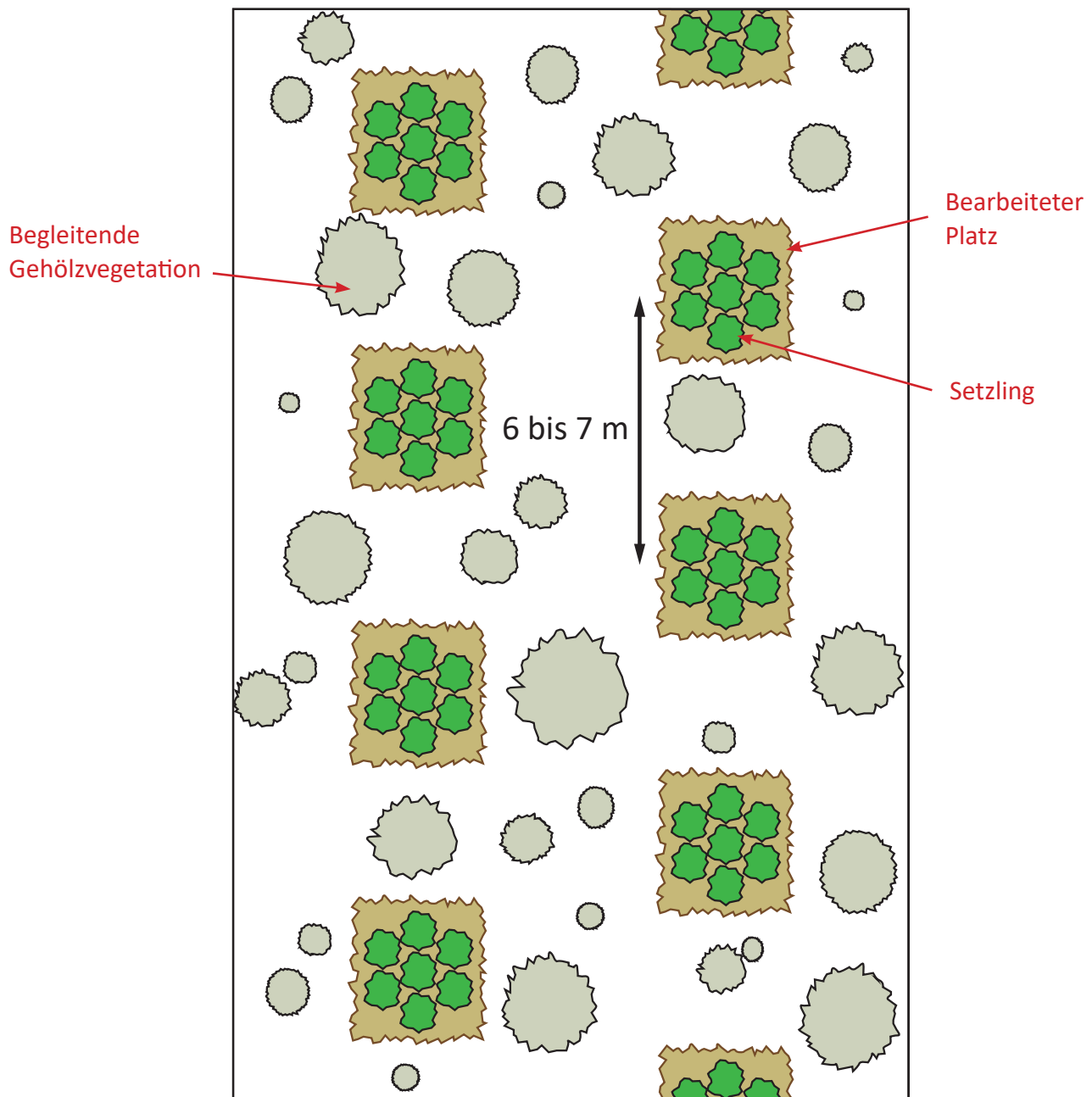
Nachteile

- o Keine Nutzholzproduktion vor dem Abräumungshieb (ein einziger Zielbaum pro Gruppe von 20 – 30 Setzlingen)
- o Risiko der Setzlingsverformung am Rand (Waldrandeffekt, wenn keine begleitende Gehölzvegetation vorhanden ist)
- o Bei Schäden an den Zielbäumen Risiko von Lücken auf der Parzelle

Katalog technische REGE-Blätter

Häckseln, Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

2D - VOLLPFLANZUNG DURCH TRUPPS MIT GERINGEM BESTAND



Rahmen

Pflanzung kleiner Gruppen von 5- 7 Setzlingen auf bearbeiteten Plätzen im Abstand von 6- 7 m

Ausgangsbedingungen

Kahlschlag mit verwertbarem begleitendem Gehölz-Jungwuchs oder sekundären Zielbaumarten

Wiederaufforstung von Pflanzungen mit großen Lücken mit Sperrvegetation und/oder verdichtetem Boden

Anreicherung von spärlicher natürlicher Regeneration nach einem Kahlschlag

Bodenvorbereitung

Bearbeitete Plätze mit einer Seitenlänge von 2 bis 3 m, je nach Anzahl und Pflanzweite der gewählten Setzlinge:

Gehölz vorherrschend :

- ➔ Manuelles Gestrüppentfernen (Gestrüppentferner mit Widia-Klinge oder Kettensäge)
- ➔ Örtlich begrenztes Häckseln mit Minibagger
- ➔ Örtlich begrenzte Rodung und Dekompaktierung auf verdichtetem Boden

Pflanzung

Pflanzung einer einzigen Baumart pro Trupp

Abstand zwischen den Setzlingen: 0,5 bis 1 m

Dichte: 273 Plätze/ha bzw. 1.365 Setzlinge/ha

Individueller Wildschutz empfohlen (Schutz und Auffinden in der Pflege)

Pflege

Dank Bodenvorbereitung in den ersten Jahren in der Regel geringe Durchreiserung der Zellen, danach jedoch aufgrund der geringen Anzahl von Setzlingen Betreuung erforderlich.

Wegen der Gefahr der Setzlingsverformung die Entwicklung des Gehölzes in den Randbereichen überwachen

Wirtschaftliche Bilanz

Gehölz : **TR Häckseln Minibagger / kleine Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Im Vergleich zur flächigen Bepflanzung geringere Kosten für Bodenvorbereitung und Vollpflanzung
- o Kompromiss zwischen Vollpflanzung und Pflanzung von Trupps mit hohem Bestand, insbesondere bessere räumliche Verteilung
- o Geeignet für Parzellen mit uneinheitlicher natürlicher Regeneration
- o Ermöglicht die Verwertung der potenziellen natürlichen Regeneration in den Zwischenräumen (unterstützte natürliche Regeneration)
- o Keine Nutzholzproduktion durch Durchforstung vor dem Abräumungshieb

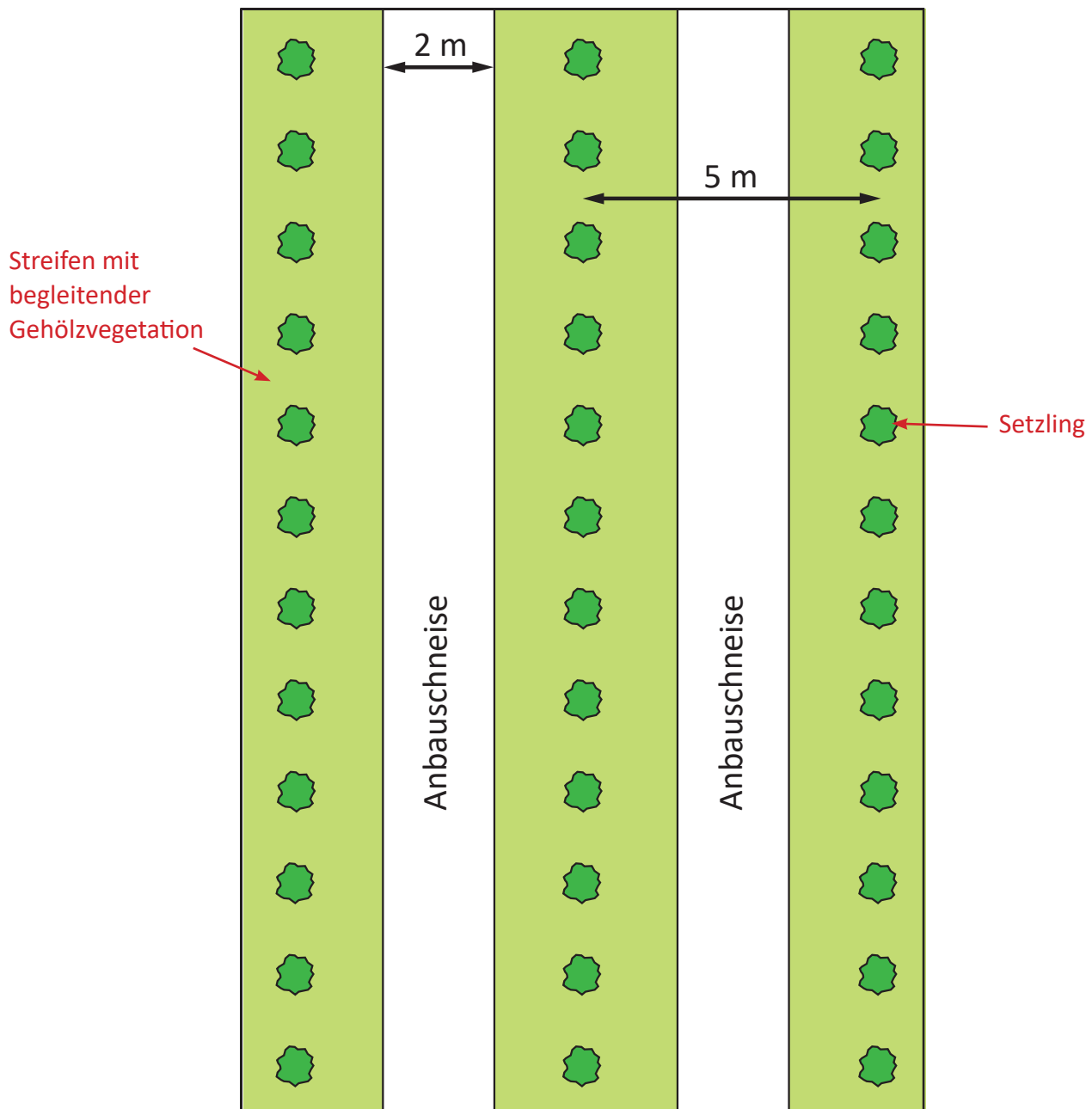
Nachteile

- o Aufgrund des geringen Bestands pro Trupp Wildschutzvorrichtungen erforderlich
- o Risiko des Verlusts der Setzlinge im Jungwuchs
- o Betreuung anspruchsvoller als bei hohem Bestand
- o Risiko der Setzlingsverformung am Rand bei fehlender Begleitvegetation

Katalog technische REGE-Blätter

Häckseln, Baumstumpfbehandlung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

2E - PFLANZUNG MIT GERINGER DICHT E IN EINEM JUNGWUCHS



Rahmen

Anpflanzung mit großer Pflanzweite in durch Pflegeschneisen abgegrenzten Streifen von Gehölz-Jungwuchs

Ausgangsbedingungen

Anreicherung natürlicher Regenerationen nach dem Abräumungshieb mit Einführung einer neuen Zielbaumart

Verwertung von begleitendem Gehölz-Jungwuchs oder sekundären Zielbaumarten

Bodenvorbereitung

Gehölz vorherrschend :

- ➔ Öffnung von Pflegeschneisen in jeweils 5 m Achsabstand durch Häckseln im Jungwuchs
- ➔ Zurückschneiden des natürlichen Jungwuchses auf 50 cm Höhe (Schlegelmulcher)

Pflanzung

Pflanzung im Jungwuchs in der Mitte der Jungwuchsstreifen (1,5 m vom Rand). Pflanzweiten: in der Reihe 2 m

Dichte: 1.000 Setzling/ha

Fakultativer individueller Schutz (Umhüllung der Vegetation)

Pflege

Mechanisierte Pflege der Schneisen

Örtlich begrenzte manuelle Durchreiserung um die Setzlinge herum, hauptsächlich gegen Gehölz

Erziehung der Setzlinge durch Holzschutz erleichtert

Wirtschaftliche Bilanz

Gehölz : **TR Häckseln in Schneisen + Zurückschneiden in den Streifen / vollflächig**
im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Kostensenkung im Vergleich zu einer herkömmlichen Pflanzung (keine Vorbereitungsarbeiten für die Pflanzung, erhebliche Reduzierung der Dichten)
- o Erlaubt die Verwertung einer bereits vorhandenen natürlichen Regeneration (Anreicherung)
- o Erziehung der Setzlinge durch das Gehölz
- o Einsparung von Wildschutzvorrichtungen
- o Gleichmäßige Verteilung der Zielbäume auf der Parzelle
- o Das Schneisennetz erleichtert die Arbeitsorganisation und die Überwachung der Arbeiten

Nachteile

- o Pflegemaßnahmen sind strikt einzuhalten, da sonst die Gefahr besteht, dass die Setzlinge verloren gehen
- o Die Herkunft der Setzlinge ist sorgfältig zu wählen
- o Auf empfindlichen Böden stellt das wiederholte Befahren mit dem Schlegelmulcher zur Pflege der Schneisen letztendlich ein Verdichtungsrisiko dar.
- o Nicht geeignet zur Behandlung von Verdichtungsproblemen

Katalog technische REGE-Blätter

Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 3

Natürliche Regeneration gleichförmiger und ungleichförmiger Hochwälder



Ziele

Diese Routen haben die natürliche Bestandserneuerung mithilfe von an die Behandlung angepassten Methoden zum Ziel :

- o **In gleichförmigen Hochwäldern :**
 - Buche, Eiche, Fichte → Schirmschlag
 - Kiefer, Lärche, Douglasie, Fichte, instabil oder auf Nassböden → streifenweiser Einschlag
- o **In ungleichförmigem Hochwald :** natürliche Regeneration unter Kronendach

Ablauf der Verjüngungshiebe

Schirmschlag

Es folgen mehrere verschiedene Holzeinschläge aufeinander :

- o **Der Vorbereitungshieb** fördert die Ansiedlung der Regeneration, da er Licht in den Unterwuchs bringt, eine Auswahl der Samenbäume ermöglicht und unerwünschte oder invasive Baumarten entnimmt.
- o **Nachhiebe** bringen die Wildlinge allmählich ins Licht und sorgen so für die Abdeckung ihres Bedarfs.
- o **Der Abräumungshieb** bringt neben einigen unreifen hochwertigen Hölzern die letzten Samenbäume des Grundstücks ans Licht und bringt die Regeneration vollständig ins Licht.

Die Gesamtdauer des Schirmschlags hängt von der Baumart und dem Regionalgebiet ab. Bei einheimischen Eichen erstreckt er sich in der Regel über weniger als 10 Jahre, bei schattenliebenden Baumarten wie der Rotbuche kann er bis zu 30 Jahre dauern.

Streifenweiser Holzeinschlag

Kahlschläge werden in schmalen Streifen durchgeführt, deren Breite dem 1- bis 2-fachen der Bestandshöhe entspricht. Die Streifen werden in regelmäßigen Abständen nach und nach abgeholzt, wobei gegen die Hauptwindrichtung vorgegangen wird. Diese Art des Holzeinschlags eignet sich besonders für Kiefern, deren Wildlinge sehr hohen Lichtbedarf haben.

Natürliche Regeneration ungleichförmiger Hochwälder

Theoretisch sollte eine Konsequenz aus der angewendeten Behandlung die natürliche Regeneration in ungleichförmigen Hochwäldern sein. Plenterhiebe erfüllen mehrere Funktionen gleichzeitig : Entnahme von reifem Holz, Durchforstung von wachsendem Holz, Durchforstung im Unterwuchs und Ins-Licht-Bringen von Stangenholz und Wildlingen. Durch Eingriffe in allen Bestandsschichten (Hochwald und Unterwuchs) erzeugt der Forstwirt Lichtverhältnisse am Boden, die für die Ansiedlung und das Wachstum der Regeneration günstig sein sollten. Die Wildlinge entwickeln sich in örtlich begrenzten Flächen mit günstigen Lichtverhältnissen, z. B. in der durch die Entnahme von zwei großen Hölzern geschaffenen Öffnung. In der Praxis erfordert diese Art der Regeneration jedoch ein hohes Maß an Fachwissen. Das Licht im Unterholz muss durch Einwirken auf die Struktur und das stehende Kapital des Bestands sowie Anpassung der Entnahme an dessen zeitliche Entwicklung richtig dosiert werden.

Kann sich die natürliche Regeneration nicht durchsetzen (z. B. aufgrund von Sperrvegetation) oder handelt es sich bei den Wildlingen um eine unerwünschte Baumart, so lassen sich mittels bestimmter Techniken in ein paar Ar großen bereits bestehenden oder künstlich geschaffenen Öffnungen Regenerationsflächen schaffen.



Natürliche Regeneration in gleichförmigen Hochwäldern

Saatbaumbestände müssen immer aus standortgerechten Baumarten von guter genetischer Qualität bestehen.

In gleichförmigen Hochwäldern muss der Bestand den Hiebsreifetermin erreicht haben oder diesem relativ nahe sein und über eine ausreichende Anzahl von Samenbäumen von guter Qualität verfügen.

Bei ungleichförmigem Hochwald ersetzt das Konzept der Hiebsreifegröße jenes des Hiebsreifetermins. Die natürliche Regeneration wird um kleine Baumgruppen aus reifem Holz herum priorisiert. Wachsendes Holz darf jedoch niemals für die Regeneration geopfert werden, selbst wenn es von schlechter Qualität ist oder aus unerwünschten Baumarten besteht.

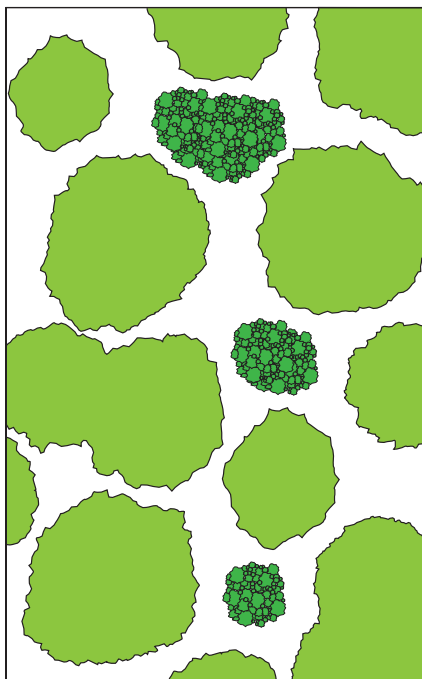
Von diesen Routen betroffene Situationen

Folgende Bestände sind betroffen :

- o **Ungleichförmige** Hochwälder mit mangelhafter oder fehlender Regeneration
- o **Gleichförmige** Hochwälder mit erwarteter Regeneration

Überblick

3A – NATÜRLICHE REGENERATION IN EINEM UNGLEICHFÖRMIGEN HOCHWALD



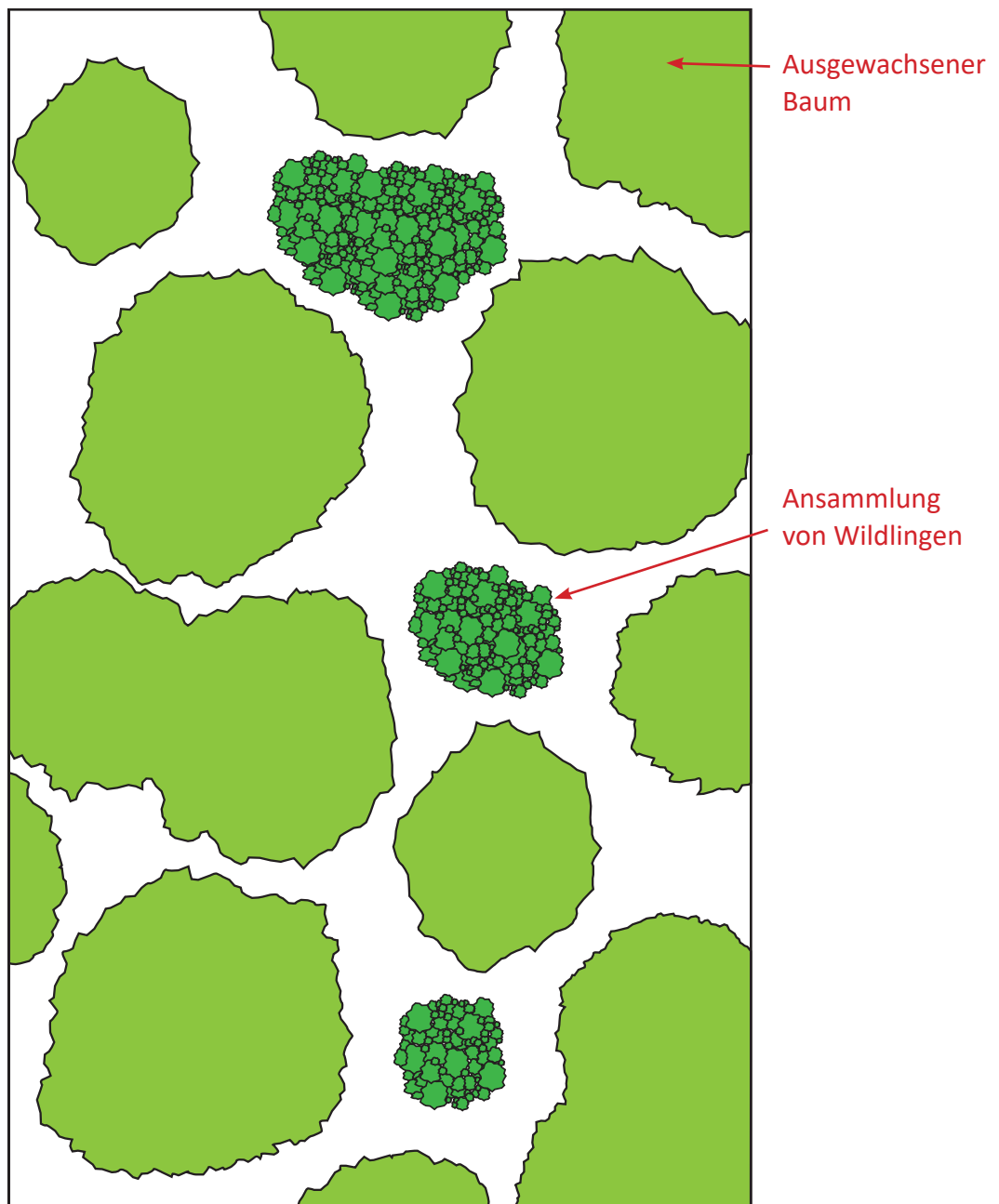
➔ Seite 4

3B – NATÜRLICHE REGENERATION IN EINEM GLEICHFÖRMIGEN HOCHWALD



➔ Seite 7

3A – NATÜRLICHE REGENERATION IN EINEM UNGLEICHFÖRMIGEN HOCHWALD



Rahmen

Eine örtlich begrenzte Regeneration in Bestandsöffnungen auf etwa 10- 15 % der Fläche erzielen, ohne dabei auf das wachsende Qualitätsholz zu verzichten.

Ausgangsbedingungen

Bestand mit ungleichförmiger Struktur und Bereichen aus reifem Holz, das entnommen werden soll, und/oder verstreuten, ein paar Ar großen Öffnungen im Hochwald, die als Bereiche für die Aussaat von Wildlingen fungieren können.

Im Unterwuchs kann es Sperrvegetation (Brombeersträucher, Farne, Gräser, Gehölz-Jungwuchs) oder durch Maschinen verdichteten Boden geben.

Bodenvorbereitung

Die Vorbereitungsarbeiten beziehen sich auf Situationen mit blockierter natürlicher Regeneration in für deren Entwicklung günstigen Öffnungen.

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Platzweise Wurzelstock-Skarifizierung mittels Minibagger (Scarificateur Réversible®)

Gehölz-Jungwuchs vorherrschend :

- ➔ Manuelles Gestrüppentfernen (Gestrüppentferner mit Widia-Klinge oder Kettensäge)
- ➔ Platzweise Häckseln/Fräsen von Plätzen mittels Minibagger, Kompaktlader oder funkgesteuertem Roboter

Gräser, Brombeersträucher, Rohhumus vorherrschend :

- ➔ Auf (Mini-)Bagger montierte Abtragungs- und Skarifizierungswerkzeuge (d. h. Regédent®, Pioche-Herse®)

Verdichtete Böden :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte gemischte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Skarifizierung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Bident Maillard, Modul'D®)

Pflanzung

Entfällt

Pflege

Gleichzeitiges Durchführen verschiedener Arbeiten : Durchreiserung, Läuterung/Dickungspflege, Erziehungsschnitt, Ausästung, Freistellung. Mit einer Gruppe von Arbeitern mit aufeinanderfolgenden Schwenks vorgehen

Gezielte Eingriffe in das Profil einer begrenzten Anzahl von Zukunftssämlingen in jeder Regenerationszone.

Wirtschaftliche Bilanz

Adlerfarn: **TR Wurzelstockextraktion / NR große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Gehölz: **TR Häckseln (Mini-)Bagger / NR große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



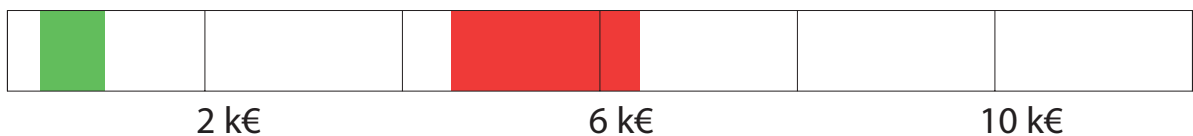
Gräser und Rohhumus : **TR Skarifizierung / NR große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Brombeersträucher : **TR Skarifizierung / NR große Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Verdichtung und krautige Vegetation : **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / NR große Plätze**
im Vergleich zu **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / PFL vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Vorteile der ungleichförmigen Behandlung : Erneuerung auf natürlichem Wege, durchgehende Bedeckung, kontinuierliche Produktion usw.
- o Deutlich geringere Kosten als in Vollaufforstungsszenarien, unabhängig von den verglichenen Vegetationsbedingungen
- o Gelenkte Eingriffe in verschiedenen Bereichen der Parzelle zugunsten der Regeneration können immer im Nachhinein durch natürliche Aussaat ergänzt werden

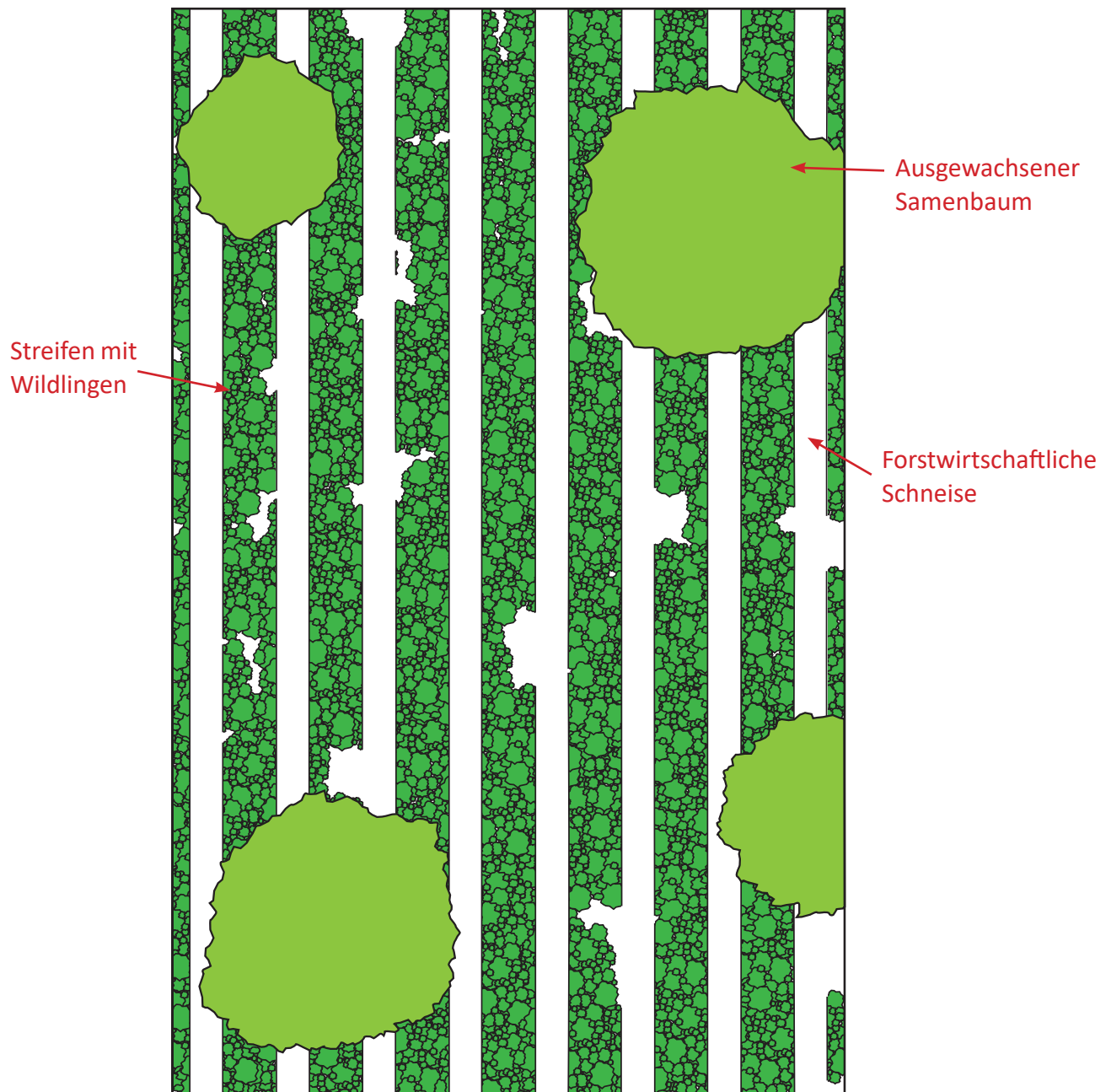
Nachteile

- o Nicht vereinbar mit zu hohen Wilddichten
- o Hohe Anforderungen an das Fachwissen (Misserfolgsrisiko bei zu niedrigem Lichtniveau)
- o Zugang zu den Regenerationszonen mit Maschinen komplizierter als bei einfachen Kahlschlägen
- o Erfordert vorhergehende Erkundung der Zonen, die behandelt werden sollen : Größe, Lichtverhältnisse, Art der Bodenvegetation usw.
- o Die Effizienz der Bodenbearbeitungsgeräte wird möglicherweise durch die Wurzeln der Bäume am Rand der Lücken beeinträchtigt
- o Ergebnisse sind ungewisser als bei einer Pflanzung, da das Erreichen einer natürlichen Regeneration von vielen Faktoren abhängt

Katalog technische REGE-Blätter

Häckseln, Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

3B – NATÜRLICHE REGENERATION IN EINEM GLEICHFÖRMIGEN HOCHWALD



Rahmen

Vollflächige natürliche Regeneration in Verbindung mit der vollständigen Nutzung des Samenbaumbestands (Schirmschlag oder streifenweiser Holzeinschlag)

Ausgangsbedingungen

Ein reifer Bestand aus standortgerechten Baumarten mit gut verteilten Samenbäumen, die in ausreichender Zahl vorhanden und frei von genetischen Defekten sind.

Relativ große Vielfalt an Vegetationskontexten, manchmal im Zusammenhang mit Hemmsituationen (Brombeersträucher, Farne, Gräser, Gehölz verschiedener Arten).

Bodenvorbereitung

Die Vorbereitungsarbeiten beziehen sich auf Situationen mit blockierter natürlicher Regeneration.

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Platzweise Wurzelstock-Skarifizierung mittels Minibagger (Scarificateur Réversible®) in 3 m breiten Streifen, jeweils alle 5 m

Gehölz im Unterwuchs vorherrschend :

- ➔ Vollständige Abholzung des Unterwuchses mit Aufhäufung oder Schwaden des Schlagabraums

Brombeersträucher vorherrschend :

- ➔ Kämmen mit dem Traktor (Unterbodenlockerer)

Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster vorherrschend :

- ➔ Skarifizierung mit Traktor (Cover-Crop)
- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte Werkzeuge zur Boden-Skarifizierung (d. h. Scarificateur Réversible®, Pioche-Herse®) in 3 m breiten Streifen (Breite der Sämlingsstreifen), jeweils in 5 m Achsabstand

Verdichtete Böden:

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte gemischte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Skarifizierung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Bident Maillard, Modul'D®)

Pflanzung

Entfällt

Pflege

Bereits vor der ersten Durchreiserung und vor einer Höhe von 1,5 m sollte ein Netz aus 2 m breiten, alle 5 m angelegten Schneisen geschaffen werden. Diese sind für folgende Zwecke unerlässlich : bessere Kenntnis des Bestands, Konzentration der Pflege auf eine kleinere Fläche, Erleichterung der Arbeitsorganisation der Arbeiter, bessere Sichtbarkeit der Eingriffe, Produktivitätssteigerung bei der Pflege und Senkung von deren Gesamtkosten

Gezielte, auf Zukunftsstämme ausgerichtete Durchreiserung bis zu einer Höhe von 3 m, die die Mischung der wenig vorkommenden Arten fördert

Läuterung/Dickungspflege ab 3 m

Durch den Einsatz einer geeigneten Bodenvorbereitungstechnik für die Sperrvegetation können bei der weiteren Pflege Kosten eingespart werden

Wirtschaftliche Bilanz

Gehölz : **TR Schwaden / NR vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Brombeersträucher : **TR Kämmen / NR vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster :

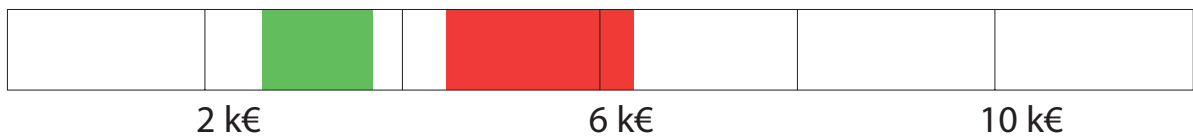
TR Skarifizierung / NR vollflächig im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Adlerfarn : **TR Wurzelstockextraktion / NR vollflächig** im Vergleich zu **TR Häckseln / vollflächig**



Verdichtete Böden : **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / NR vollflächig** im Vergleich zu **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / PFL vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Mit natürlicher Regeneration verbundene Vorteile : Erhaltung der Genetik der Samenbäume, reichlich Wildlinge, die zahlreiche Auswahlmöglichkeiten bieten
- o Deutlich geringere Kosten als in Vollaufforstungsszenarien, unabhängig von den verglichenen Vegetationsbedingungen
- o Natürliche Regeneration kann durch Pflanzungen angereichert werden

Nachteile

- o Schwierigkeiten für das Erreichen natürlicher Regeneration aufgrund verschiedener Faktoren : unregelmäßige Fruchtbildung (z. B. Eiche), Prädation (z. B. Wildschweine), Krankheiten und Parasiten, die die Samen oder sehr junge Wildlinge befallen
- o Kontrollieren des Eindringens der Begleitvegetation durch geeignete Maßnahmen nötig
- o Gefahr einer Kostenexplosion bei der Pflege (Durchreiserung, Läuterung/Dickungspflege) durch Verzögerungen oder unangemessene Eingriffe (z. B. Arbeiten im Freien ohne Anbauschneisen)

Katalog technische REGE-Blätter

Schwaden, Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 4

Angereicherte natürliche Regeneration bei gleichförmiger Behandlung



Ziele

Das Ziel dieser Route ist es, eine unvollständige oder zu wenig vielfältige natürliche Regeneration durch Anreicherungspflanzungen zu ergänzen. Dabei ist unerheblich, ob die Regeneration zufällig erfolgt oder angestrebt wird.

Dieses Szenario ist außerdem die logische Fortsetzung der Route 3B „Natürliche Regeneration in gleichförmigen Hochwäldern“, wenn die Aussaat in deren Rahmen unzureichend blieb.

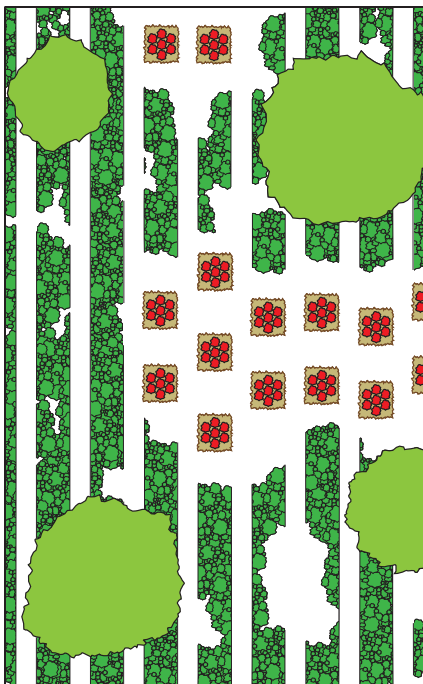
Von diesen Routen betroffene Situationen

Folgende Bestände sind betroffen :

- o Gleichförmige Hochwälder am Ende von Verjüngungshieben (Schirmschlag oder in aufeinanderfolgenden Streifen, siehe REGE 3) mit unvollständiger Aussaat
- o Durch Störungen geschädigte und offene Hochwälder, bei denen eine flächendeckende natürliche Regeneration aufgrund des Mangels an Samenbäumen nicht möglich ist

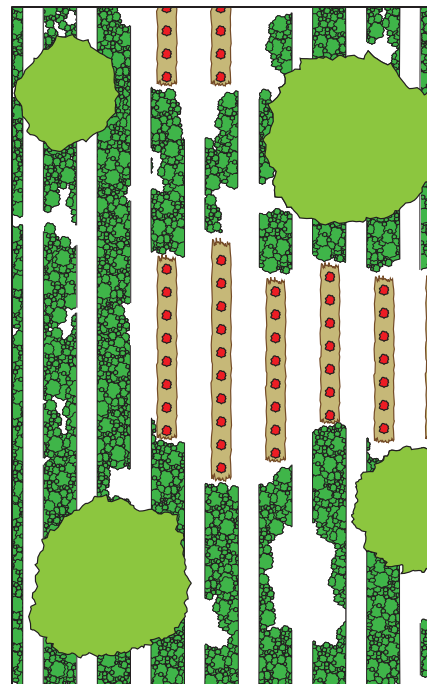
Überblick

4A – DURCH TRUPPS MIT GERINGEM BESTAND ANGEREICHERTE NATÜRLICHE REGENERATION



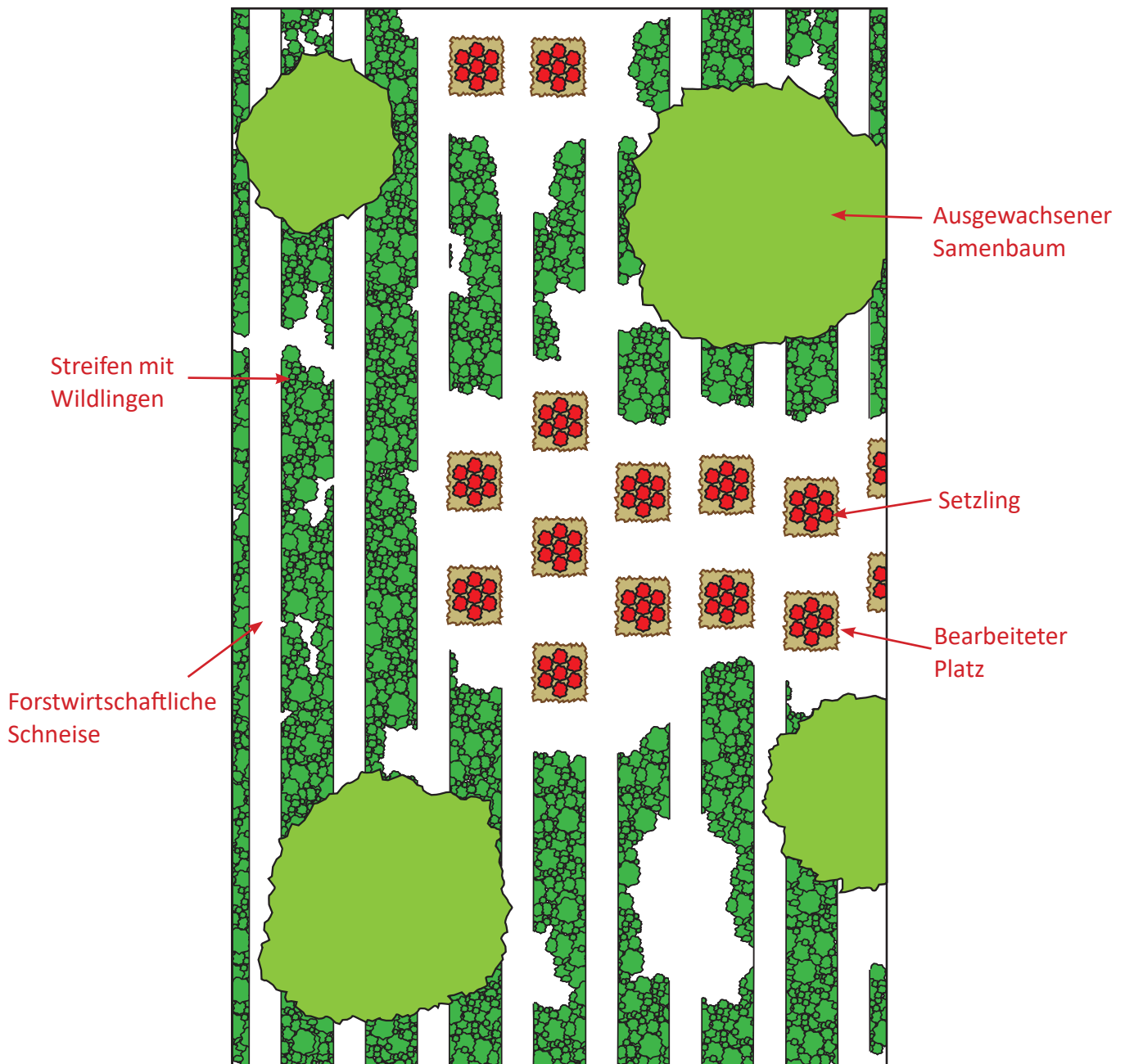
➔ Seite 3

4B – DURCH PFLANZUNG MIT GERINGER DICHT ANGEREICHERTE NATÜRLICHE REGENERATION



➔ Seite 6

4A - DURCH TRUPPS MIT GERINGEM BESTAND ANGEREICHERTE NATÜRLICHE REGENERATION



Rahmen

Pflanzung kleiner Gruppen in den Fehlstellen, je 5 – 7 Setzlinge auf bearbeiteten Plätzen im Abstand von 6- 7 m

Ausgangsbedingungen

Parzelle mit Pflegeschneisen, die die Ansiedlung von Setzlingen und die Betreuung der natürlichen und künstlichen Regeneration erleichtern.

Wenn eine Hemmsituation vorliegt, ausreichend große Fehlstellen und Zugang zu diesen für kleine Maschinen erforderlich.

Bodenvorbereitung

Bearbeitete Flächen mit einer Seitenlänge von 2 bis 3 m, je nach Anzahl und Pflanzweite der gewählten Setzlinge :

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Auf Bagger montiertes Werkzeug zur Wurzelstock-Skarifizierung (Scarificateur Réversible®)

Brombeersträucher, Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster, kleines Gehölz vorherrschend :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte Werkzeuge zur Boden-Skarifizierung (d. h. Regédent®, Pioche-Herse®)

Verdichtete Böden :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte gemischte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Skarifizierung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Bident Maillard, Modul'D®)

Pflanzung

Pflanzung einer einzigen Baumart pro Trupp

Abstand zwischen den Setzlingen : 0,5 bis 1 m

Örtliche Dichte: 273 Plätze/ha bzw. 1.365 Setzlinge/ha

Individueller Wildschutz empfohlen (Schutz und Auffinden in der Pflege)

Pflege

Bereits vor der ersten Durchreiserung und vor einer Höhe von 1,5 m sollte ein Netz aus 2 m breiten, alle 5 m angelegten Schneisen geschaffen werden. Diese sind für folgende Zwecke unerlässlich : bessere Kenntnis des Bestands, Konzentration der Pflege auf eine kleinere Fläche, Erleichterung der Arbeitsorganisation der Arbeiter, bessere Sichtbarkeit der Eingriffe, Produktivitätssteigerung bei der Pflege und Senkung von deren Gesamtkosten.

In der natürlichen Regeneration: gezielte, auf Zukunftsstämme ausgerichtete Durchreiserung bis zu einer Höhe von 3 m, die die Mischung der wenig vorkommenden Arten fördert. Läuterung/Dickungspflege ab 3 m Höhe

In den gepflanzten Trupps: dank Bodenvorbereitung in den ersten Jahren geringe Durchreiserung der Zellen, danach jedoch aufgrund der geringen Anzahl von Setzlingen Betreuung erforderlich.

Wegen der Gefahr der Setzlingsverformung die Entwicklung des Gehölzes in den Randbereichen überwachen.

Einsparung von Durchreisierungen, wenn eine mechanische Bodenbearbeitung durchgeführt wurde (schnellerer Start).

Wirtschaftliche Bilanz

Adlerfarn : **TR Wurzelstockextraktion / PFL kleine Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



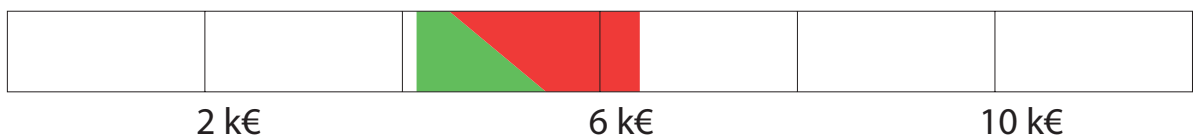
Brombeersträucher, kleines Gehölz : **TR Skarifizierung / PFL kleine Plätze**
im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster : **TR Skarifizierung / PFL kleine Plätze**
im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Verdichtete Böden : **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / kleine Plätze**
im Vergleich zu **TR Unterbodenlockerung / PFL vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Diversifikation der natürlichen Regeneration
- o Ermöglicht die Lösung von Hemmsituationen durch den Einsatz von Spezialwerkzeugen auf Minibaggern
- o Relativ sparsame Technik
- o Erleichtert das Auffinden und die Pflege der Setzlinge durch die Ansiedlung von Zellen
- o Respektiert die Entwicklung von natürlichem Gehölz-Jungwuchs in den Zwischenräumen

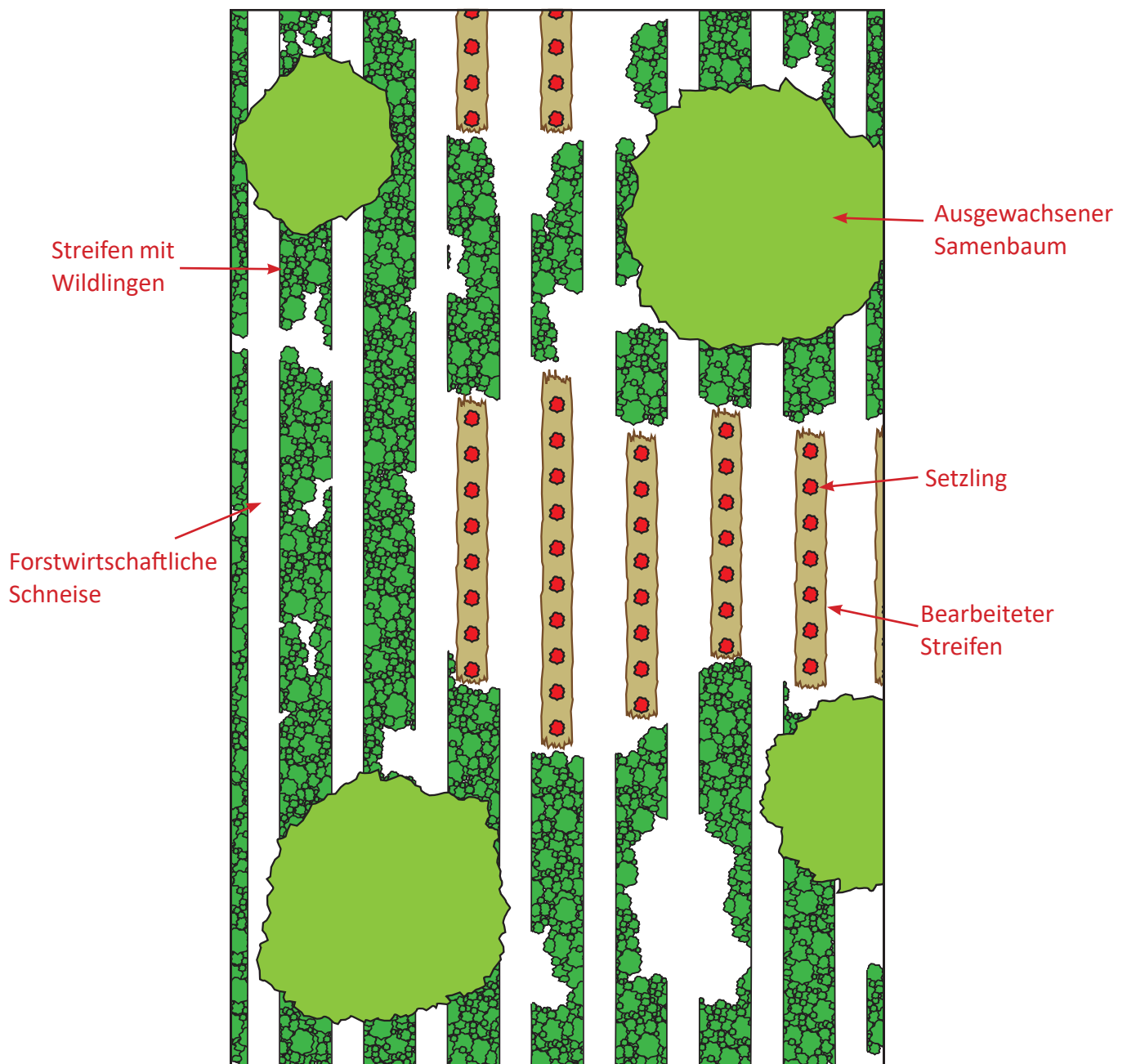
Nachteile

- o Erfordert für die Vorbereitung des Geländes Zugang für Minibagger zu den Fehlstellen
- o Funktioniert bei relativ großflächigen Fehlstellen
- o Aufgrund der geringen Setzlingsanzahl pro Trupp bei Hirschdruck Wildschutz erforderlich
- o Risiko des Verlusts der Setzlinge im Jungwuchs

Katalog technische REGE-Blätter

Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

4B - DURCH PFLANZUNG MIT GERINGER DICHT E ANGEREICHERTE NATÜRLICHE REGENERATION



Rahmen

In den Fehlstellen mit geringer Dichte Vollpflanzung auf bearbeiteten Streifen von 0,8 bis 1,5 m Breite im Abstand von 5 m

Ausgangsbedingungen

Parzelle mit Pflegeschneisen, die die Ansiedlung der Setzlinge und die Betreuung der natürlichen und künstlichen Regeneration erleichtern

Vorhandensein von Gehölz-Jungwuchs, der die Erziehung der Setzlinge begünstigt

Bodenvorbereitung

0,8 bis 1,5 m breite bearbeitete Streifen. Abstände entsprechend dem Vegetationstyp.

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Auf (Mini-)Bagger montiertes Werkzeug zur Wurzelstock-Skarifizierung (Scarificateur Réversible®). Streifen in 4 m Abstand

Brombeersträucher, Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster, kleines Gehölz vorherrschend :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte Werkzeuge zur Boden-Skarifizierung (d. h. Regédent®, Pioche-Herse®). Streifen im Abstand von 2,5 m

Verdichtete Böden :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte gemischte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Skarifizierung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Bident Maillard, Modul'D®)

Pflanzung

Abstand :

- o Zwischen den Reihen: 2,5 bis 4 m, damit die skarifizierte Vegetation auf beiden Seiten der Streifen in Haufen abgelagert werden kann
- o In der Reihe: 2 bis 2,5 m

Dichte : 1.000 bis 2.000/ha

Individueller Wildschutz empfohlen (Schutz und Auffinden in der Pflege)

Pflege

Bereits vor der ersten Durchreiserung und vor einer Höhe von 1,5 m sollte ein Netz aus 2 m breiten, alle 5 m angelegten Schneisen geschaffen werden. Diese sind für folgende Zwecke unerlässlich : bessere Kenntnis des Bestands, Konzentration der Pflege auf eine kleinere Fläche, Erleichterung der Arbeitsorganisation der Arbeiter, bessere Sichtbarkeit der Eingriffe, Produktivitätssteigerung bei der Pflege und Senkung von deren Gesamtkosten.

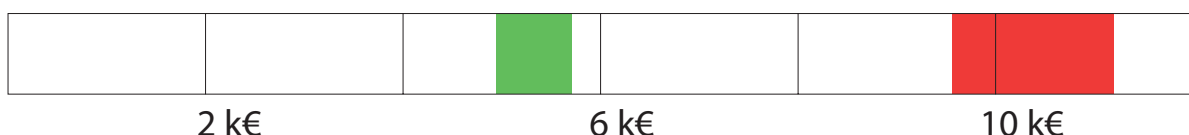
In der natürlichen Regeneration: gezielte, auf Zukunftsstämme ausgerichtete Durchreiserung bis zu einer Höhe von 3 m, die die Mischung der wenig vorkommenden Arten fördert. Läuterung/Dickungspflege ab 3 m Höhe

Dank Bodenvorbereitung in den ersten Jahren in bepflanzten Zonen auf dem Streifen keine Durchreiserung erforderlich. Muss ab dem 5. Jahr beaufsichtigt werden, eventuell mit Eingriffen in die Reihe.

Einsparung von Durchreiserungen, wenn eine mechanische Bodenbearbeitung durchgeführt wurde (schnellerer Start).

Wirtschaftliche Bilanz

Adlerfarn : **TR Wurzelstockextraktion / PFL in Streifen** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Brombeersträucher, kleines Gehölz : **TR Skarifizierung / PFL vollflächig**
im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster : **TR Skarifizierung / PFL vollflächig**
im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Verdichtete Böden : **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / in Streifen**
im Vergleich zu **TR Unterbodenlockerung / PFL vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Diversifikation der natürlichen Regeneration
- o Ermöglicht die Lösung von Hemmsituationen durch den Einsatz von Spezialwerkzeugen auf Minibaggern
- o Relativ sparsame Technik
- o Erziehung der Setzlinge in den Jungwuchsstreifen begünstigt
- o Respektiert die Entwicklung von natürlichem Gehölz-Jungwuchs in den Zwischenräumen

Nachteile

- o Erfordert für die Vorbereitung des Geländes Zugang für Minibagger zu den Fehlstellen
- o Funktioniert bei relativ großflächigen Fehlstellen
- o Wildschutz für das Auffinden von Setzlingen in den Streifen so gut wie unerlässlich
- o Risiko des Verlusts der Setzlinge im Jungwuchs

Katalog technische REGE-Blätter

Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

REGE-Forstwirtschaftsrouten Nr. 5

Nachbesserung einer Pflanzung durch zweckmäßige natürliche Regeneration



Ziele

Ergänzung einer Plantage, die relativ große Verluste erlitten hat, durch Verwertung einer zweckmäßigen natürlichen Regeneration.

Dieses Szenario ist außerdem die logische Fortsetzung der Route S2A « Vollpflanzung in Reihen », wenn diese teilweise gescheitert ist.

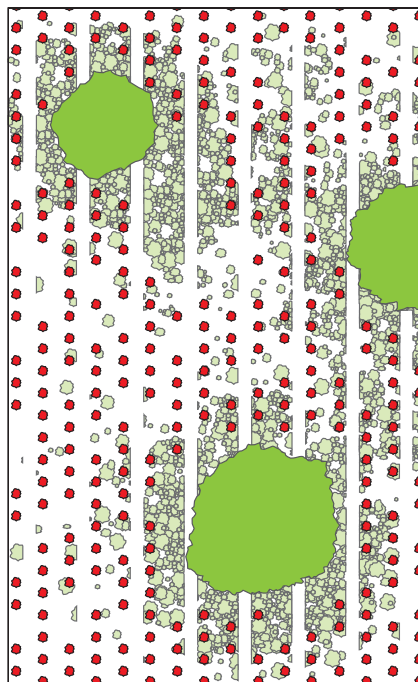
Von diesen Routen betroffene Situationen

Folgende Bestände sind betroffen :

- o Vollpflanzung in Reihen mit Potenzial der Anreicherung durch Wildlinge, die bereits vorhanden oder über nahe gelegene Samenbäume denkbar sind

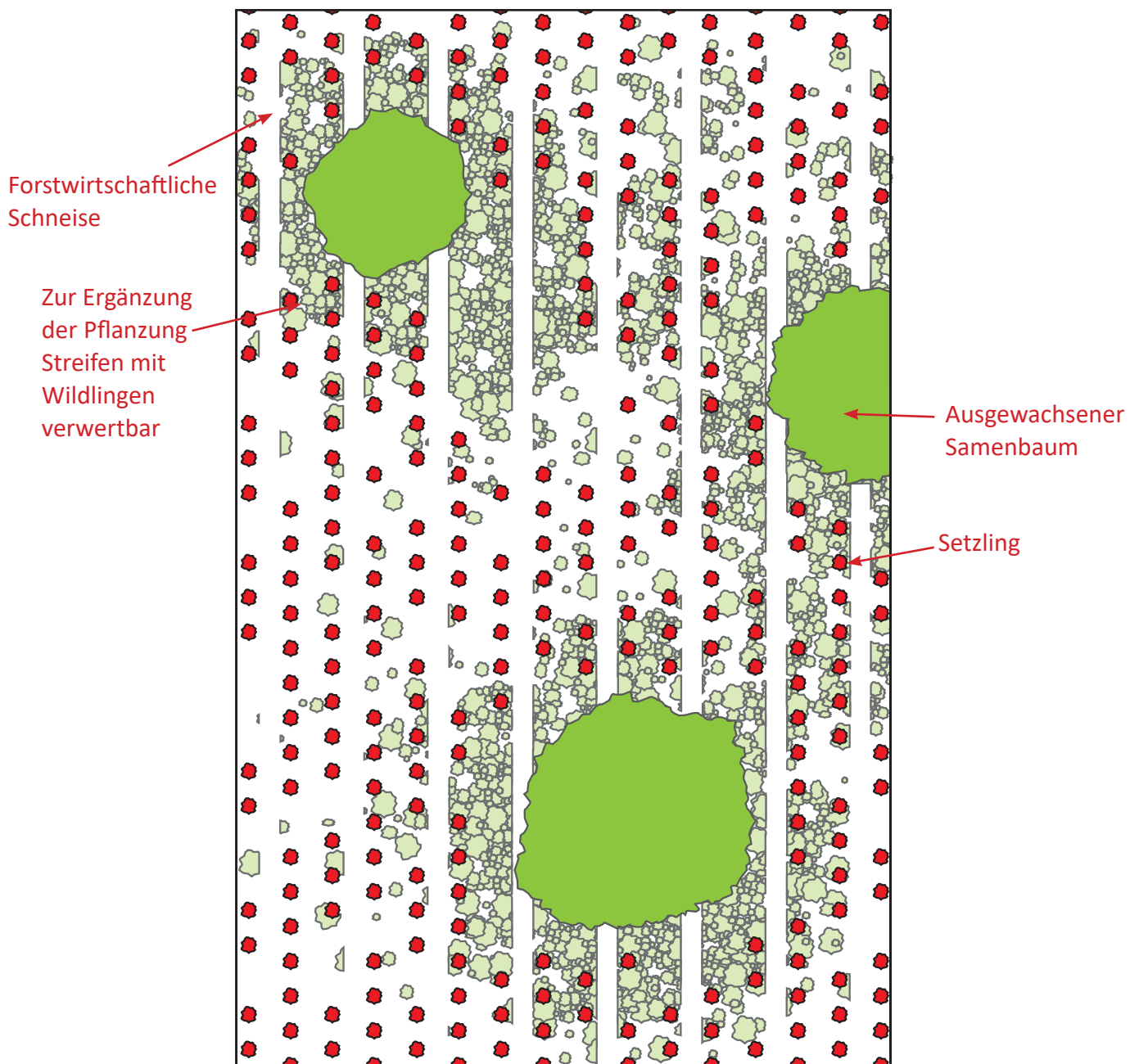
Überblick

5 – NACHBESSERUNG EINER PFLANZUNG DURCH ZWECKMÄSSIGE NATÜRLICHE REGENERATION



➔ Seite 3

5 – NACHBESSERUNG EINER PFLANZUNG DURCH ZWECKMÄSSIGE NATÜRLICHE REGENERATION



Rahmen

Teilweise gescheiterte Pflanzungen, in denen man Wildlinge in den Fehlstellen verwerten oder erwarten kann, da es Samenbäume auf der Parzelle oder in deren unmittelbaren Nähe gibt

Ausgangsbedingungen

Aussaats zukunftsfruchtiger natürlicher Regeneration in Fehlstellenzonen: standortgerechte Baumarten von genetisch hochwertigen Samenbäumen.

Wenn eine Hemmsituation vorliegt, ausreichend große Fehlstellen und Zugang zu diesen für kleine Maschinen erforderlich.

Bodenvorbereitung

Sobald die natürliche Aussaat erreicht ist, Schlagen von Pflegeschneisen zwischen den Reihen der Pflanzung (nach jeder zweiten) : bei einem Reihenabstand von weniger als 2,5 m manuell, sonst mechanisch mit dem Schlegelmulcher.

Vorbehandlung von Hemmsituationen in den Fehlstellen, in die Aussaat eingebracht werden soll, je nach Geländegegebenheiten und Pflanzschema in schmalen Streifen oder an Plätzen.

Adlerfarn vorherrschend :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montiertes Werkzeug zur Wurzelstock-Skarifizierung (Scarificateur Réversible®)

Brombeersträucher, Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster, kleines Gehölz vorherrschend :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte Werkzeuge zur Boden-Skarifizierung (d. h. Regédent®, Pioche-Herse®)

Verdichtete Böden :

- ➔ Auf einem (Mini-)Bagger montierte gemischte Werkzeuge zur Unterbodenlockerung und Skarifizierung (d. h. Sous-Soleur Multifonction®, Bident Maillard, Modul'D®)

Pflanzung

Entfällt

Pflege

Nach Erzielen der natürlichen Regeneration in den Fehlstellen ist das Schaffen von Pflegeschneisen für folgende Zwecke unerlässlich: bessere Kenntnis des Bestands, Konzentration der Pflege auf eine kleinere Fläche, Erleichterung der Arbeitsorganisation der Arbeiter, bessere Sichtbarkeit der Eingriffe, Produktivitätssteigerung bei der Pflege und Senkung von deren Gesamtkosten. Anschließend bei den Pflegedurchgängen abwechselnd immer nur jede zweite Schneise bearbeiten.

In der natürlichen Regeneration in den Zwischenräumen: gezielte, auf Zukunftsstämme ausgerichtete Durchreiserung bis zu einer Höhe von 3 m, die die Mischung der wenig vorkommenden Arten fördert. Läuterung/Dickungspflege nach 3 m Höhe. Darauf achten, dass diese Regeneration nicht mit den davor gesetzten Setzlingen konkurriert.

In den bepflanzt Zonen regelmäßige, vom Netz der Pflegeschneisen ausgehende manuelle Durchreiserung wie bei klassischen Vollpflanzungen.

Einsparung von Durchreiserungen, wenn eine mechanische Bodenbearbeitung durchgeführt wurde (schnellerer Start).

Wirtschaftliche Bilanz

Adlerfarn : **TR Wurzelstockextraktion / PFL kleine Plätze** im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



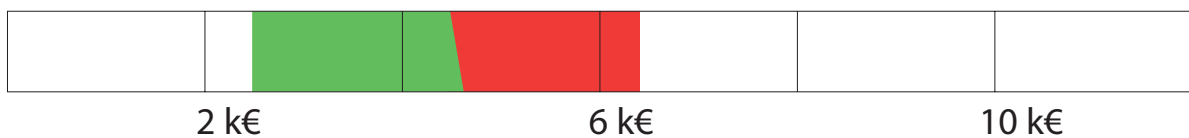
Brombeersträucher, kleines Gehölz : **TR Skarifizierung / PFL kleine Plätze**
im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Gräser, Waldheidelbeeren, Ginster : **TR Skarifizierung / PFL kleine Plätze**
im Vergleich zu **TR Häckseln / PFL vollflächig**



Verdichtete Böden : **TR Unterbodenlockerung und Skarifizierung / kleine Plätze**
im Vergleich zu **TR Unterbodenlockerung / PFL vollflächig**



Forstwirtschaftliche Bilanz

Vorteile

- o Erlaubt relativ spätes Nachbessern von Anpflanzungen (nach 2 Jahren keine Bepflanzung mehr möglich)
- o Diversifikation der Pflanzung durch natürliche Regeneration
- o Ermöglicht die Lösung von Hemmsituationen durch den Einsatz von Spezialwerkzeugen auf Minibaggern
- o Relativ sparsame Technik (natürliche Regeneration zufällig)

Nachteile

- o Erfordert für die Vorbereitung des Geländes Zugang für Minibagger zu den Fehlstellen
- o Funktioniert bei relativ großflächigen Fehlstellen

Katalog technische REGE-Blätter

Unterbodenlockerung, Eingriffe in die Begleitvegetation, Bodenbearbeitung

Gebrauchsanleitung

Verständnishilfe zu den technischen REGE-Blättern



Inhaltsverzeichnis

1. Ziele	3
2. Inhalt der technischen Blätter	4
a. <i>Rahmen</i>	<i>4</i>
b. <i>Werkzeuge und Techniken</i>	<i>4</i>
c. <i>Die Maschinen</i>	<i>4</i>
d. <i>Auswahl des für die Situation passenden Werkzeugs und der Maschine</i>	<i>9</i>
e. <i>Vorsichtsmaßnahmen</i>	<i>11</i>
f. <i>Auswirkungen der Technik auf die Vegetation</i>	<i>11</i>
g. <i>Vorbeugung gegen Pflanzenbefall</i>	<i>11</i>

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Ziele

Die technischen REGE-Blätter dokumentieren die verschiedenen Methoden und Werkzeuge zur Bodenvorbereitung, die dem Forstwirt für eine Parzelle zur Verfügung stehen, die regeneriert werden soll. Jedes Blatt entwickelt eine bestimmte Behandlung für ein oder mehrere Probleme : Schlagabraum, Vegetation, Bodenverdichtung, Baumstümpfe, Wildschutz.

Die Blätter wurden auf der Grundlage einer eingehenden Besprechung der von den Herstellern definierten technischen Merkmale erstellt. Sie sind in verschiedene Abschnitte gegliedert : Rahmen, vorhandene Werkzeuge, geeignete Maschinen, Organisationsschema als Entscheidungshilfe für die Auswahl geeigneter Werkzeuge, besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Verwendung, unerwünschte Auswirkungen auf bestimmte Vegetationen und zuletzt Vorbeugung gegen Pflanzenbefall.

Da ständig neue Produkte entwickelt werden, kann die Liste der in den einzelnen Blättern berücksichtigten Werkzeuge laufend verbessert werden. Der Nutzen einiger innovativer Werkzeuge wurde hervorgehoben, ohne dass ihre regionale Verfügbarkeit dokumentiert werden konnte.

Technisches REGE-Blatt Nr. 1 : Das Häckseln

Das Häckseln ermöglicht die Behandlung von Schlagabraum, Baumstümpfen und Vegetation vor der Wiederaufforstung. Außerdem erleichtert es die Pflanzung und die Pflege.

Technisches REGE-Blatt Nr. 2 : Das Schwaden

Das Schwaden ist ein Verfahren zur Reinigung der Parzelle nach einem Kahlschlag. Es gilt unter bestimmten Bedingungen als Alternative zum Häckseln und besteht in der Herstellung von „Schwaden“ genannten Schlagabraumstreifen.

Technisches REGE-Blatt Nr. 3 : Die Unterbodenlockerung

Die Unterbodenlockerung ist ein Verfahren zur Lockerung des Bodens, mit dem das Volumen vergrößert wird, in dem sich die Wurzeln ausbreiten können. Die Wahl dieser Technik ist mit einer gewissen Vorsicht zu verbinden, da kontraproduktive Beeinträchtigungsrisiken bestehen.

Technisches REGE-Blatt Nr. 4 : Die Behandlung der Baumstümpfe

Die Behandlung von Baumstümpfen besteht in der Einebnung oder Extraktion. Diese Maßnahmen sollten nur in besonderen Fällen durchgeführt werden, zur Vorbeugung gegen Pflanzenbefall und zur Vorbereitung bestimmter Arbeiten wie z. B. der Unterbodenlockerung.

Technisches REGE-Blatt Nr. 5 : Die Eingriffe in die Begleitvegetation – Bodenvorbereitung und Pflege der Regeneration

Eingriffe in die Begleitvegetation können erforderlich sein, wenn diese mit der Regeneration konkurriert. Dieses Blatt behandelt vor allem die sogenannte Sperrvegetation: Gräser, Adlerfarn, Brombeerstrauch, Waldheidelbeere/Heidekraut und Gehölze.

Technisches REGE-Blatt Nr. 6: Die Bodenbearbeitung

Dieses Blatt fasst die vorhandenen Techniken zur flachen und tiefen Bodenbearbeitung (einschließlich Unterbodenlockerung) zusammen: Skarifizierung, Nachbearbeitung der Bodenoberfläche / Stoppelstürzen, Fräsen und Pflügen. Es wird darin auch erläutert, inwiefern diese Techniken die Behandlung bestimmter Vegetationen und Rohhumus ergänzen.



2. Inhalt der technischen Blätter

a. Rahmen

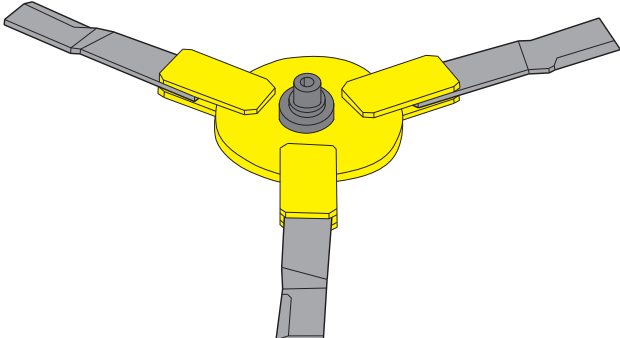
Der Rahmen dient der Einführung : bietet eine Beschreibung der Technik und ihrer Besonderheiten, den technischen Rahmen für ihre Anwendung (Bodenvorbereitung und/oder Pflege), gegebenenfalls verbunden mit bestimmten Warnhinweisen und schließlich ihren Vor- und Nachteilen.

b. Werkzeuge und Techniken

Die Werkzeuge werden nach ihrer Ähnlichkeit für den jeweiligen Anwendungsbereich gruppiert. Sie werden durch ein allgemeines, an einem Modell (z. B. Scarificateur Réversible®) oder einem bestimmten Produkt (z. B. Schwadreden ohne Zange) orientiertes Schema dargestellt. Für jede Unterkategorie sind die Vor- und Nachteile dargestellt.

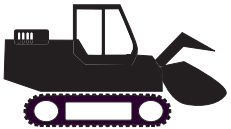
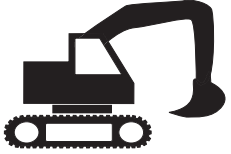
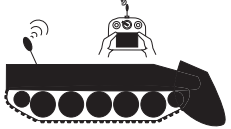
Unter den meisten Werkzeugen findet sich ein kurzer Text über ihre Möglichkeiten in Hinblick auf die vorgestellte Technik.

Beispiel: Häckseln

Klingen	Ketten
	
3 oder 4 Häckselmesser auf ein oder zwei Rotoren Ø Gehölz < 7 cm ✗ Baumstümpfe ✗ Felsaufschlüsse	3 oder 4 Ketten auf ein oder zwei Rotoren Nicht-holzige krautige Vegetation und Farn ✗ Baumstümpfe ✓ Felsaufschlüsse

c. Die Maschinen

Die Auswahl der Maschine hängt von der für das Funktionieren des Werkzeugs benötigten Leistung, den Arbeitsmodalitäten und der Zugänglichkeit des Standorts (Hang, Befahrbarkeit des Bodens) ab. Die Auswahl des Werkzeugs wiederum hängt von den Besonderheiten der geplanten Arbeit ab.

Maschinen		Allgemeine Merkmale	Gewicht	Leistung
Traktor		Robuster als die landwirtschaftliche Zugmaschine, verfügt über verschiedene Schutzgitter. Dreipunktaufhängung an der Rückseite der Maschine.	2.950 - 16.250 kg	45 - 520 PS
Kraftfahrzeug auf Rädern		Eine Maschine, die größer als ein Traktor ist und an der Vorderseite über eine Dreipunktaufhängung verfügt. Kann sehr leistungsstark sein.	7.220 - 13.800 kg	165- 440 PS
Kettenfahrzeug			7.300 - 31.800 kg	128 - 765 PS
Bagger		Maschinen aus dem Hoch- und Tiefbau, die im Wald eingesetzt werden, weil sie auf geneigten oder sehr wenig tragfähigen Böden fahren und punktuell arbeiten können.	> 10.000 kg	102 - 551 PS
Minibagger		Leichter und wendiger als Bagger, ermöglichen ein gezielteres Arbeiten bei geringerer Bodenbelastung.	< 10.000 kg	10,2 - 44,3 kW
Kompaktlader		Eine kompakte, sehr manövrierfähige Maschine mit einem am Heck befestigten Hubarm.	3.900 - 5.915 kg	74 bis 130 PS
Ferngesteuert		Ferngesteuertes leichtes Kettenfahrzeug mit geringer Leistung. Der Bediener befindet sich hinter der oder seitlich der Maschine.	780 - 2.640 kg	25 - 75 PS

In diesem Teil werden die für die jeweiligen Werkzeuge/Techniken geeigneten Maschinen und deren Merkmale in Tabellenform dargestellt.

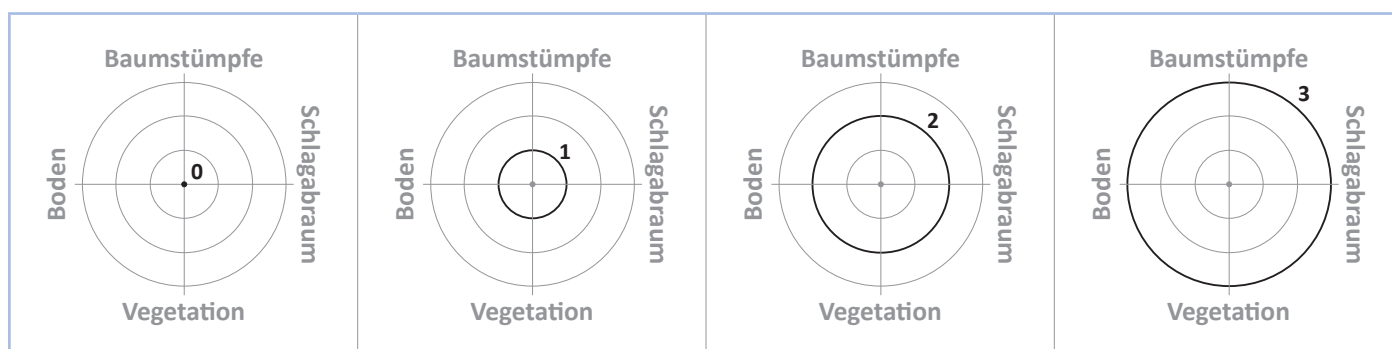
DIE WERKZEUGE

Die einzelnen Maschinen werden durch ein entsprechendes Symbol dargestellt. Darunter sind jeweils die passenden Werkzeuge abgebildet.

EFFEKTIVITÄT UND VIELSEITIGKEIT

Eine Maschine verfügt in der Regel über eine Reihe von Werkzeugen, die zur Durchführung von Bodenvorbereitungsarbeiten eingesetzt werden können. Einige Werkzeuge sind für einen bestimmten Zweck konzipiert, andere können zugleich auch andere Probleme bearbeiten. Für die Bodenlockerung mit einem Traktor beispielsweise gibt es verschiedene Modelle von gezogenen Rodungszinken sowie ein Kombinationswerkzeug, den Culti 3B®. Erstere können nur zur Bodenlockerung eingesetzt werden, während der Culti 3B® außerdem auch die Konkurrenz durch Grasvegetation reduziert.

Die Effizienz und Vielseitigkeit der Kombination Werkzeug/Maschine für die vier wichtigsten Arten der Bodenvorbereitung kann in einem vierstufigen Netzdiagramm (0 bis 3) global bewertet werden. Der in den einzelnen Rubriken definierte Wert ist der Wert, der mit mindestens einem der für die jeweilige Maschine geeigneten Werkzeuge erreicht werden kann.



Der Effizienzgrad der einzelnen Kategorien wird wie folgt bewertet:

Baumstümpfe : maximaler Durchmesser der Baumstümpfe, die mit dem stärksten Werkzeug in der Reihe behandelt werden können

Stufe	0	1	2	3
Bewertung	Nicht effizient	$\varnothing < 15 \text{ cm}$	$15 \leq \varnothing \leq 40 \text{ cm}$	$\varnothing > 40 \text{ cm}$

Schlagabraum : maximaler Durchmesser des Schlagabraums, der mit dem stärksten Gerät in der Reihe behandelt werden kann

Stufe	0	1	2	3
Bewertung	Nicht effizient	$\varnothing < 4 \text{ cm}$	$4 \leq \varnothing \leq 7 \text{ cm}$	$\varnothing > 7 \text{ cm}$

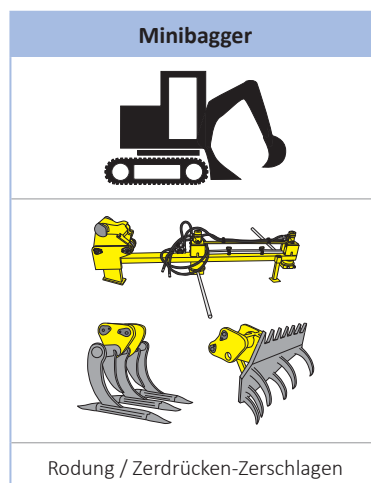
Vegetation : Höchste Anzahl an Sperrvegetationen (Gräser, Adlerfarn, Brombeerstrauch, Heidekraut/ Waldheidelbeere und Gehölz), die mit dem vielseitigsten Werkzeug der Reihe behandelt werden

Stufe	0	1	2	3
Bewertung	keine	1 bis 2 Vegetationen	3 bis 4 Vegetationen	alle

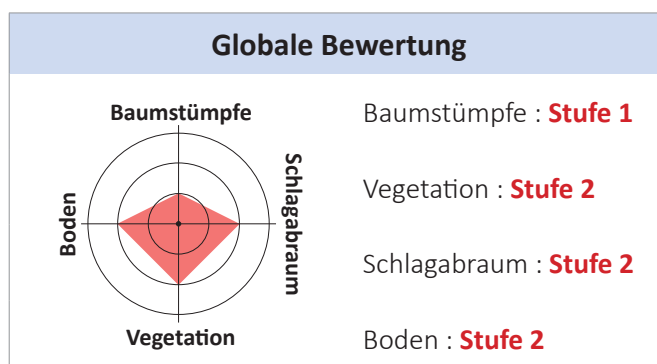
Boden : maximale Anzahl an Bodenbearbeitungstechniken (flache und tiefe Boden- sowie Humusbearbeitung), die mit dem vielseitigsten Werkzeug der Reihe angewendet werden können

Stufe	0	1	2	3
Bewertung	keine	1 Technik	2 Techniken	alle

Beispiel: Beurteilung der „maximalen Effizienz“ des Minibaggers bei Eingriffen in die Begleitvegetation anhand der Behandlung von Adlerfarn.

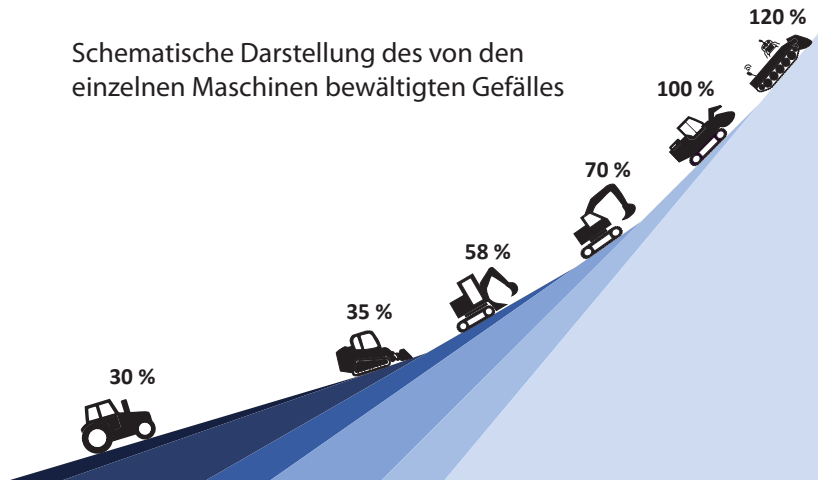


Bâtonneuse mécanisée®	
Baumstümpfe, Schlagabraum und Boden : Keine Maßnahmen	Stufe : 0
Vegetation : Behandlung von Adlerfarn und Gehölz	Stufe : 1
Pioche-Herse®	
Baumstümpfe : keine Maßnahmen	Stufe : 0
Schlagabraum : Entfernen von kleinem Schlagabraum mit dem Kamm	Stufe : 1
Vegetation : Behandlung von Gras, Adlerfarn und Waldheidelbeere/Heidekraut	Stufe : 2
Boden : Flache Bodenbearbeitung, Abtragen von Humus	Stufe : 2
Scarificateur Réversible®	
Baumstümpfe : Extraktion kleine Baumstümpfe in geringer Anzahl	Stufe : 1
Schlagabraum : Umlagern von mittelgroßen Schlagabraum	Stufe : 2
Vegetation : Behandlung von Gras, Adlerfarn, Waldheidelbeere/Heidekraut und Brombeersträuchern	Stufe : 2
Boden : Tiefe Bodenbearbeitung, Abtragen von Humus	Stufe : 2



HANG

Von den Herstellern empfohlene maximale Steigung, die mit der Maschine überwunden werden kann, unabhängig vom verwendeten Werkzeug.



ARBEITSMODALITÄTEN

Die Modalitäten der Vorbereitungsarbeit sind schematisch dargestellt, um die aus technisch-wirtschaftlicher Sicht optimalen Arbeitsmöglichkeiten zu veranschaulichen:

	Vollflächig Arbeit über die gesamte Fläche der Parzelle, unabhängig vom gewählten Aufforstungsmodell
	In Streifen Arbeit, bei der unbearbeitete Bereiche erhalten bleiben (natürliche Regeneration, Vegetation, Schlagabraum usw.) Je nach Breite der bearbeiteten Streifen ist es möglich, die Parzelle <u>vollflächig</u> in schmalen Streifen und breiten Reihenabständen oder in <u>breiten Streifen</u> zu regenerieren
	Örtlich begrenzt Arbeit in Pflanzlöchern (1 bis 3 m ²) oder Flächen (4 bis 100 m ²) zur Ansiedlung von ein bis mehreren Dutzend Setzlingen oder zur natürlichen Regeneration

Arten der Streifenbearbeitung und damit verbundene Aufforstungsmodelle

Pflanzreihe Bearbeitete Streifen	Pflanzreihe Bearbeitete Streifen
Schmale bearbeitete Streifen (< 3 m) Vollpflanzung in der Parzelle, große Abstände zwischen den Pflanzreihen	Breite bearbeitete Streifen (> 3 m) Pflanzung ODER natürliche Regeneration in Streifen auf der Parzelle, übliche Abstände zwischen den Pflanzreihen im Streifen

Beim **Häckseln, Schwaden** und der **Behandlung von Begleitvegetation** wird die Arbeitsgenauigkeit des Werkzeugs entsprechend den Eigenschaften der Kombination Werkzeug/Maschine angegeben.

AUSWIRKUNGEN AUF DEN BODEN

Die Auswirkungen auf den Boden werden mit Bezug auf die Verdichtungsrisiken angegeben. Bei den Bodendruckdaten handelt es sich um einen Mittelwert aus den verfügbaren Herstellerdaten.

FORTBEWEGUNG

Die Angabe der Fortbewegung der Maschine zeigt gegebenenfalls ihre Abhängigkeit von einem Transportmittel. Diese Angabe ist beim Preis für die Umsetzung zu berücksichtigen, da die Kosten für den Transport mit einem Lkw höher sind als die Kosten für den Transport mit einem leichten Anhänger.

LEISTUNG

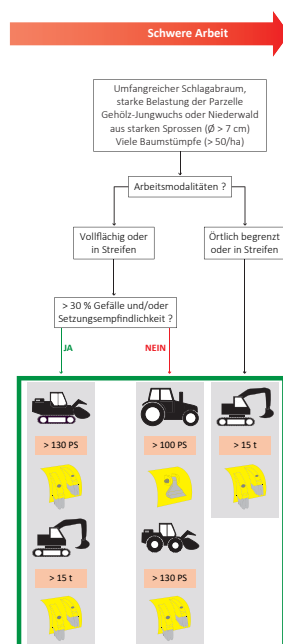
Unter diesem Titel wird die für das effiziente Betreiben der entsprechenden Werkzeuge erforderliche Leistung in PS angegeben. Diese Angaben stammen von den Herstellern oder Konstrukteuren.

d. Auswahl des für die Situation passenden Werkzeugs und der Maschine

Anhand von Organigrammen können Sie die für den jeweiligen Erneuerungskontext und eine optimale Arbeitsweise am besten geeigneten Maschinen-Werkzeug-Kombinationen auswählen. Die Liste der zur Auswahl vorgeschlagenen Möglichkeiten ist nicht erschöpfend.

Im Allgemeinen basiert die Erstellung des Organigramms auf den von den Konstrukteuren angegebenen Ähnlichkeiten zwischen den verschiedenen Maschinen-Werkzeug-Kombinationen. Eine Kombination Werkzeug/Maschine kann sich für mehrere Situationen eignen, zur Verbesserung der Lesbarkeit des Organigramms wird aber nur die technisch und wirtschaftlich Beste darin angegeben.

Auszug: Häckseln



In diesem Organigramm sind nur die Maschinen-Werkzeug-Kombinationen angegeben, mit denen eine schwere Arbeit verrichtet werden kann. Diese Kombinationen können auch in weniger leistungsintensiven Situationen verwendet werden, was jedoch die Kosten des Arbeitsvorgangs erhöht.

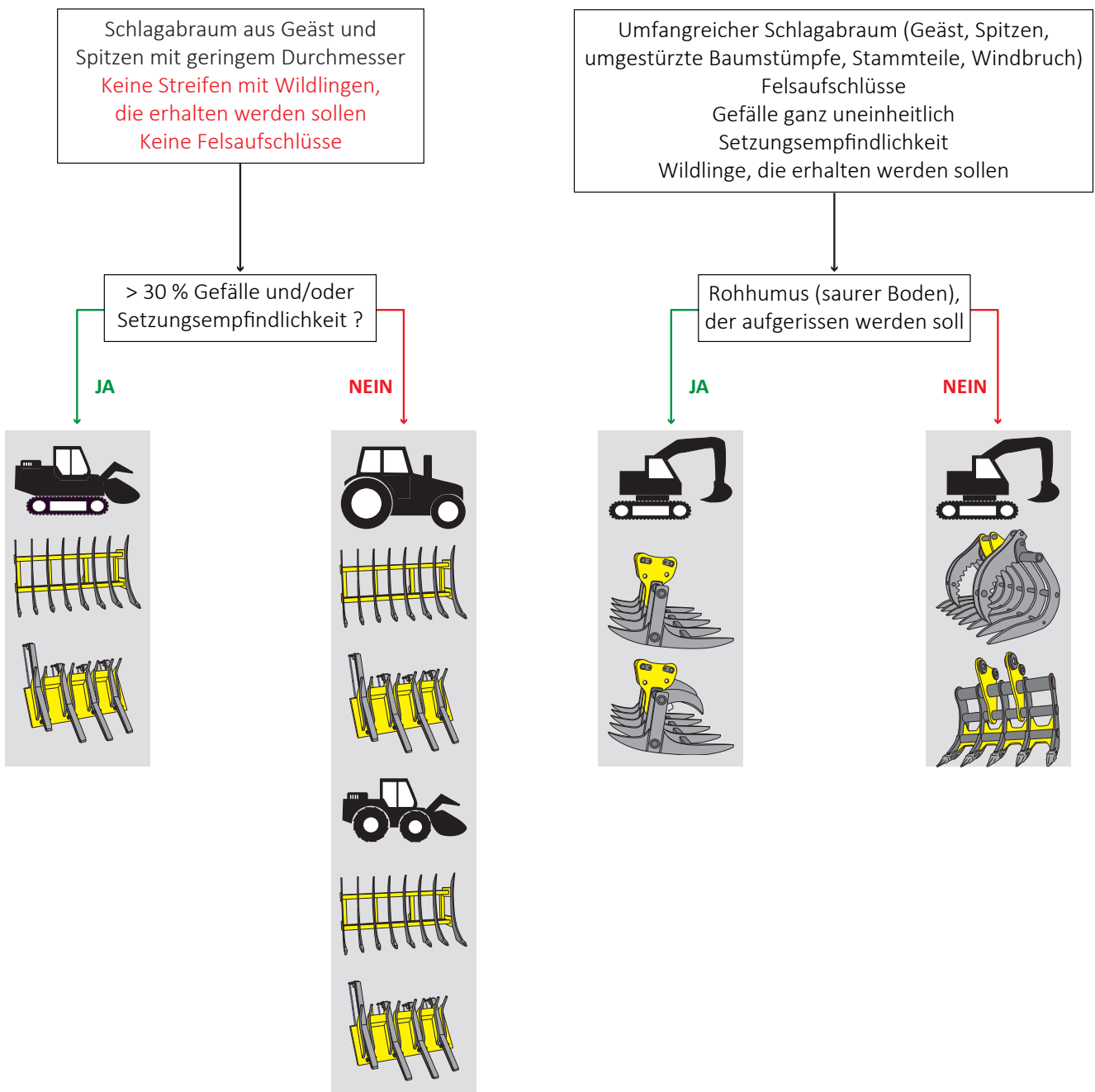
Dasselbe Prinzip gilt für die Kategorie „Arbeitsmodalität“.

In den Organigrammen wurden vielfältige Kriterien berücksichtigt, da sie auch die Besonderheiten der Techniken, Maschinen und Werkzeuge abbilden. Sie können daher sehr unterschiedlich sein. Dennoch finden sich einige Kriterien in mehreren Blättern, etwa die Folgenden :

- o Regeneration vorhanden / nicht vorhanden
- o Das Raummaß des Schlagabraums
- o Die Arbeitsmodalitäten
- o Die Neigung der Parzelle in Prozent und die Setzungsempfindlichkeit
- o Der Vegetationstyp
- o Das Vorhandensein von Fels- oder Gesteinsaufschlüssen

Das Blatt „Bodenbearbeitung“ enthält als einziges kein Organigramm.

Beispiel : Schwaden



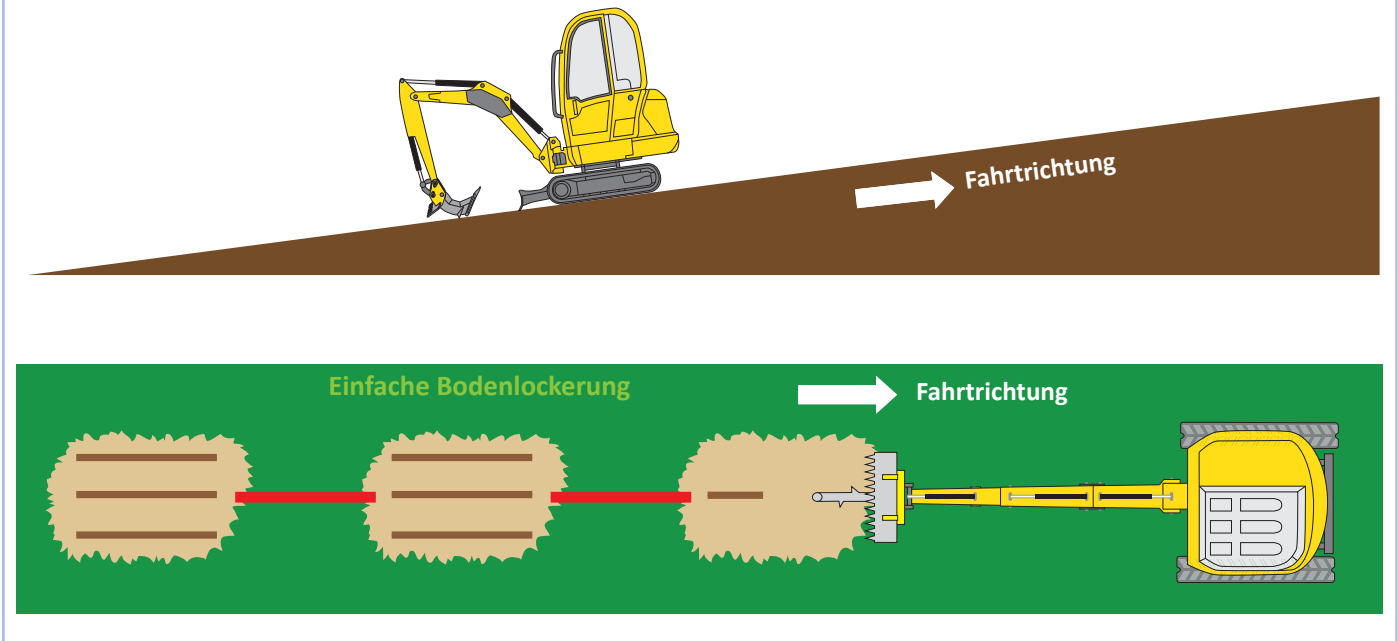
e. Vorsichtsmaßnahmen

Bei den Vorsichtsmaßnahmen handelt es sich um eine Reihe von Empfehlungen, die für die ordnungsgemäße Ausführung der Technik zu beachten sind.

Einige Blätter enthalten besondere, auf eine bestimmte Technik, Methode oder Vegetation zugeschnittene Empfehlungen. Sie unterscheiden sich von den allgemeinen Empfehlungen, die für das gesamte Blatt gelten.

Zum besseren Verständnis werden bestimmte Punkte mittels Diagrammen veranschaulicht.

Beispiel : Unterbodenlockerung, Illustration der Arbeit in Hanglagen



f. Auswirkungen der Technik auf die Vegetation

In diesem Teil werden die negativen Auswirkungen auf die verschiedenen Sperrvegetationen (Gräser, Adlerfarn, Brombeerstrauch, Waldheidelbeere/Heidekraut und Gehölz) angeführt.

g. Vorbeugung gegen Pflanzenbefall

In einigen Fällen werden Techniken zur Bekämpfung bestimmter Schädlinge empfohlen. Das ist der Fall beim **Schwaden**, **Häckseln**, bei der **Behandlung von Baumstümpfen** und bei der **Bodenbearbeitung**.

Die Schädlinge werden in Tabellen dargestellt, in der die betroffenen Baumarten, der verursachte Schaden und die durch die im Blatt beschriebenen Techniken erreichbaren Lösungen aufgeführt sind.

Technisches REGE-Blatt Nr. 1

Das Häckseln



Inhaltsverzeichnis

1. Rahmen	3
2. Werkzeuge	4
<i>a. Häcksler mit vertikaler Achse</i>	<i>4</i>
<i>b. Häcksler mit horizontaler Achse</i>	<i>5</i>
3. Die Maschinen	6
4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine	8
5. Vorsichtsmaßnahmen	10
6. Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Vegetation	10
7. Vorbeugung gegen Pflanzenbefall	10

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Rahmen

Häckseln ist ein Verfahren, das entweder bei der Bodenvorbereitung vor der Pflanzung oder bei der Pflege angewendet wird. Wir gehen hier nur auf den Fall der Bodenvorbereitung ein. Je nach Gerätetyp und Maschinenleistung kann es zum groben Zerkleinern von Schlagabraum (Geäst, Stämme, extrahierte Baumstümpfe usw.), krautiger, holziger oder halbverholzender Vegetation und zum Einebnen zu weit vorstehender Baumstümpfe verwendet werden. Mit dem Häckseln kann eine flachgründige, etwa 5 cm tiefe Bodenbearbeitung durch leistungsstarke Maschinen kombiniert werden.

Die Wahl einer Häckseltechnik sollte von einer vorherigen Diagnose der Parzelle abhängig gemacht werden : Art und Umfang des Schlagabraums, Vegetationstyp, voraussichtliches Pflanzschema. Es ist auch möglich, dass ein Eingriff nicht gerechtfertigt wäre.



Zum besseren Verständnis des Blattes konsultieren Sie bitte die Gebrauchsanleitung, in der die einzelnen Rubriken ausführlich beschrieben sind.



Bei Felsaufschlüssen in der Parzelle ist das Häckseln des Schlagabraums keine Option. In einem solchen Fall ist Schwaden vorzuziehen (Blatt Nr. 2).

Vorteile

<i>Forstwirtschaft</i>	<i>Boden</i>	<i>Milieu</i>
• Einfachheit • Erleichtert die Pflanzung	• Kein Entzug organischer Substanz • Bodenbedeckung drosselt das Austrocknen • Beschleunigt den Abbau des Schlagabraums auf nährstoffarmem Boden	• Heterogenität des Milieus bleibt beim Häckseln erhalten

Nachteile

<i>Forstwirtschaft</i>	<i>Boden</i>	<i>Milieu</i>
• Stärke der Häckselgutschicht bei viel Schlagabraum problematisch für die Pflanzung • Höheres Risiko von Wildschäden bei Setzlingen ohne Begleitvegetation • Verstärkte Sonneneinstrahlung auf das Häckselgut für die Setzlinge ungünstig	• Schneller Abbau der organischen Substanz und Entzug von Mineralstoffen • Bei Häckseln unterhalb des Bodenniveaus Strukturverlust des Bodens an der Oberfläche • Risiko der Bodenverdichtung je nach Gerät und Methode	• Regt in saurem Milieu das Nachwachsen von Adlerfarn und Brombeersträuchern sowie die Keimung von Ginster an • Gefahr eines Florawechsels (Gräser) • Störung der Kleintiere und der Bodenfauna



2. Werkzeuge

Je nach Art der Arbeit sind zwei Arten von Häckslern zu unterscheiden : Häcksler mit vertikaler Achse und Häcksler mit horizontaler Achse oder Kreiselmulcher.

a. Häcksler mit vertikaler Achse

Der Häcksler mit vertikaler Achse wird bei der Pflege als **Mähwerkzeug** für krautige Vegetation, Farne, Brombeersträucher oder kleines Gehölz eingesetzt.

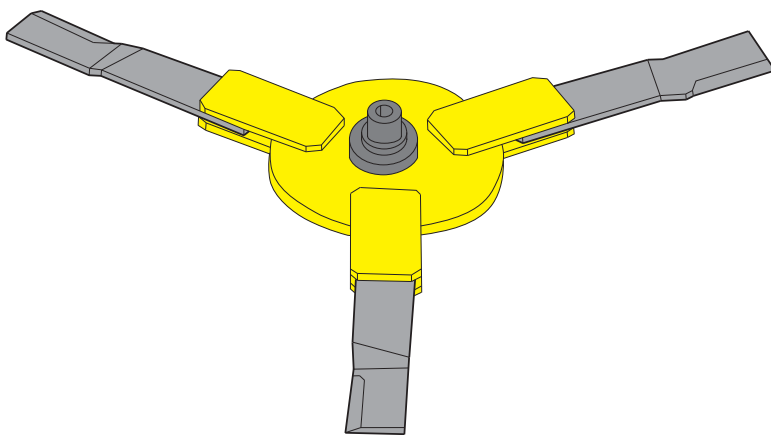
Vorteile

- Geeignet für Front- und Heckkraftheber von Traktoren
- System mit 1 oder 2 Tellern für höheres Trägheitsmoment
- Verringert die Konkurrenz um Licht, ohne die Vegetation zu zerstören
- Geringes Gewicht und begrenzter Leistungsbedarf
- Keine Störung der Oberflächenhorizonte

Nachteile

- Schnitthöhe auf min. 5 cm über dem Boden begrenzt
- Ineffektiv bei Schlagabraum
- Fördert Gräser (Florawechsel)
- Kann nur mit Traktor eingesetzt werden

Klingen



3 oder 4 Häckselmesser auf ein oder zwei Rotoren

Ø Gehölz < 7 cm

- ✗ Baumstümpfe
- ✗ Felsaufschlüsse

Ketten



3 oder 4 Ketten auf ein oder zwei Rotoren

Nicht-verholzende krautige Vegetation und Farn

- ✗ Baumstümpfe
- ✓ Felsaufschlüsse

b. Häcksler mit horizontaler Achse

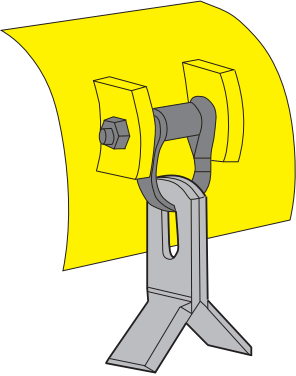
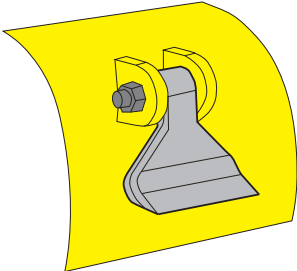
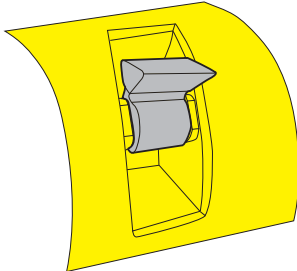
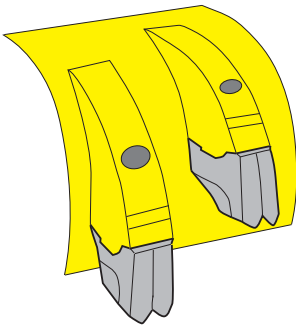
Häcksler mit horizontaler Achse (Kreiselmulcher) sind **vielseitig** einsetzbar. Sie werden je nach verrichteter Arbeit verschiedenen Kategorien zugeordnet : flachgründige Bodenauflockerung, Verringerung des Schlagabraumvolumens (Äste, Baumstümpfe), Behandlung von krautigen oder verholzenden Vegetationen. Die Leistung der Maschinen muss sich für den jeweiligen Gerätetyp eignen.

Vorteile

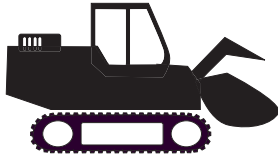
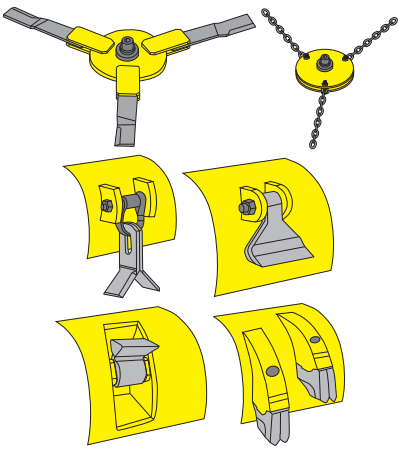
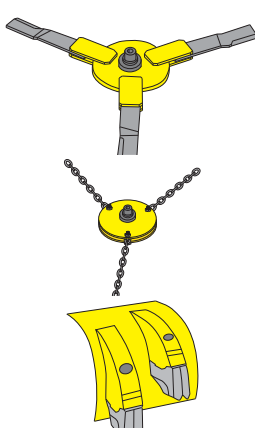
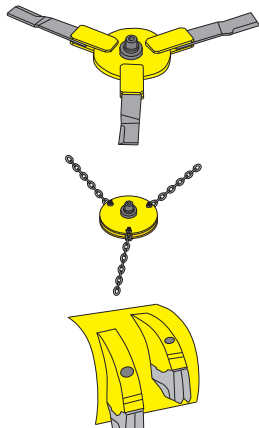
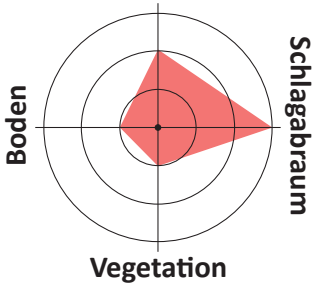
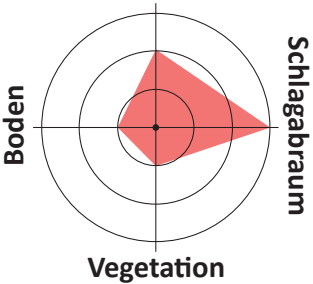
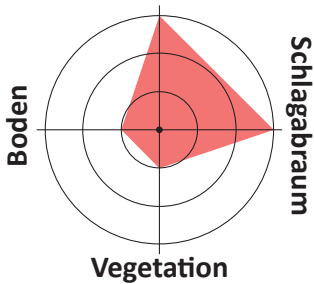
- Zerstört bis in ein paar Zentimeter Tiefe die Wurzeln der Konkurrenzvegetation
- Wirksam gegen krautige, halbverholzende und verholzende Vegetation sowie gegen Baumstümpfe
- Häckseln des Schlagabraums

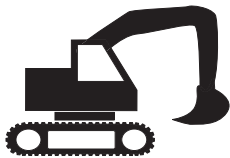
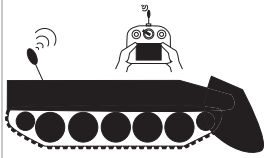
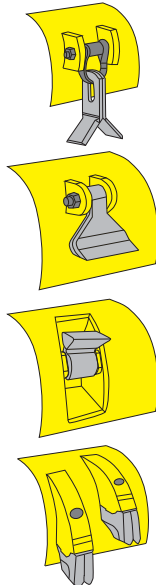
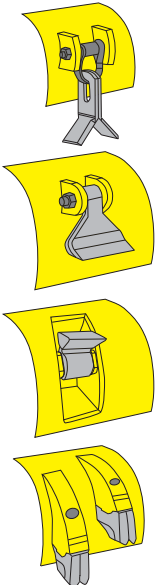
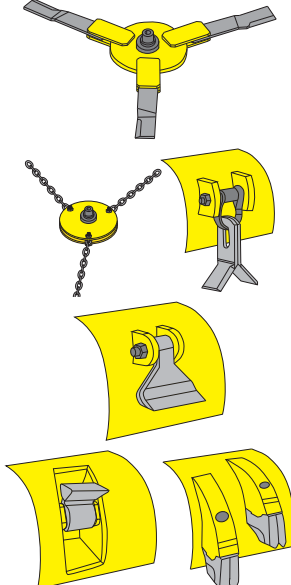
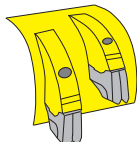
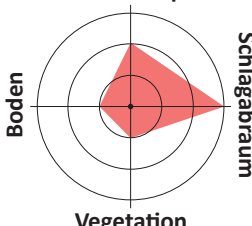
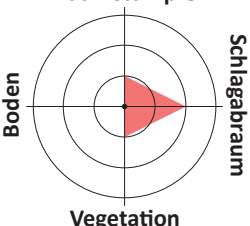
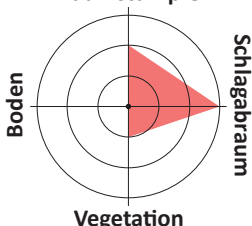
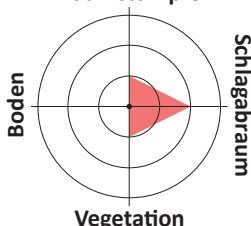
Nachteile

- Schwerer als Häcksler mit vertikaler Achse
- Ungeeignet bei Felsaufschlüssen (wiederholtes Umfahren, Bruchgefahr) → Schwaden ist vorzuziehen

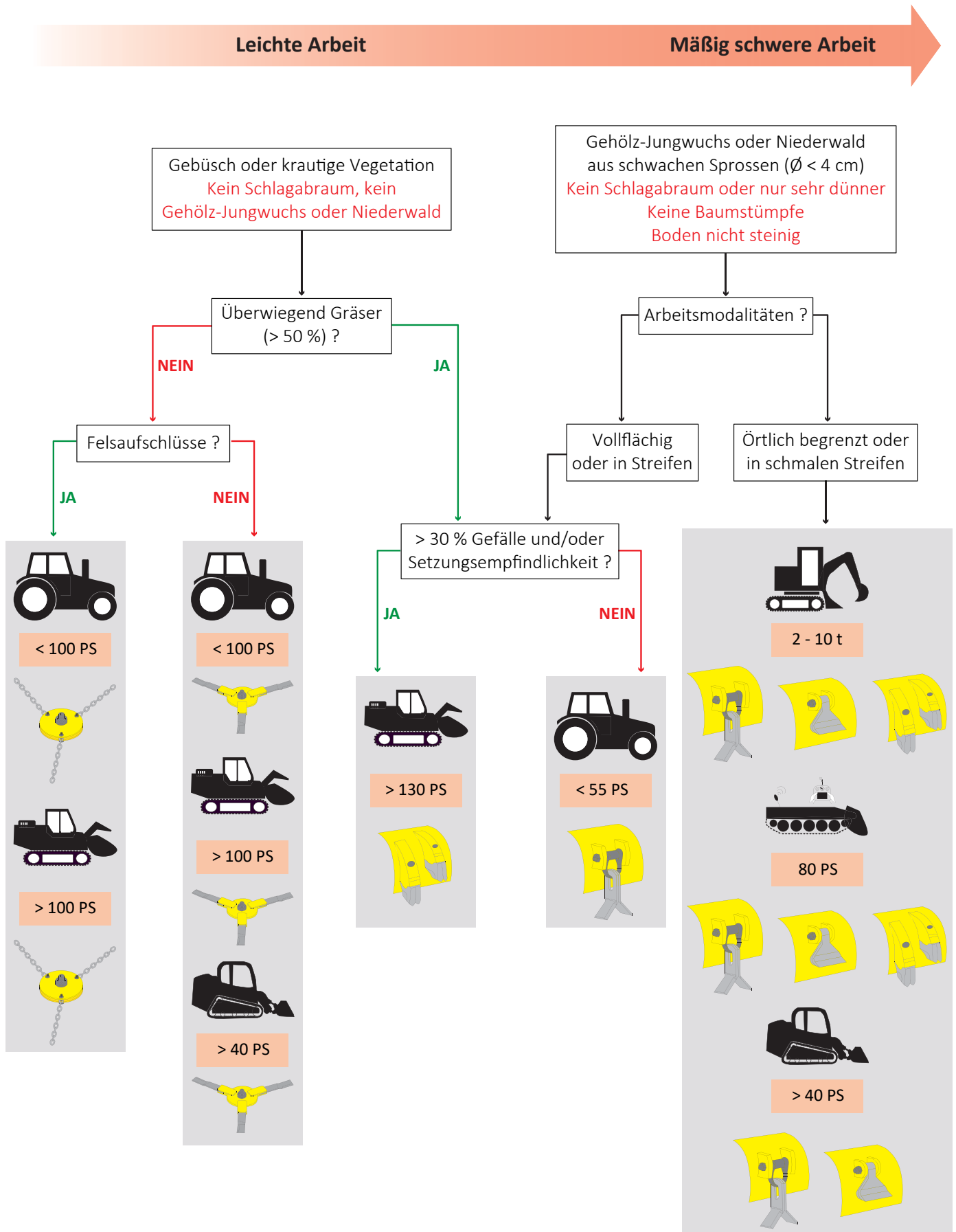
Schlegel	Bewegliche Hämmer		Feststehende Zinken
	Klassisch	Einziehbar	
 Leichte, scharfe bewegliche Teile Ø Gehölz < 4 cm ✗ Baumstümpfe ✗ Steine ✗ Felsaufschlüsse	 Schwere, scharfe bewegliche Teile Mit einziehbaren Hämmern kann man den Bruch begrenzen Ø Gehölz 4 – 7 cm ✗ Baumstümpfe ✓ Steine (einziehbar) ✗ Felsaufschlüsse	 Feststehende Teile Ø Gehölz > 7 cm ✓ Baumstümpfe ✓ Steine ✗ Felsaufschlüsse	

3. Die Maschinen

	Traktor	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Rädern	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten
			
			
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Boden Vegetation Schlagabraum	Baumstümpfe  Boden Vegetation Schlagabraum	Baumstümpfe  Boden Vegetation Schlagabraum
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Tragfähige Böden	Empfindliche Böden
Gefälle	< 30 %	-	< 100 % (< 57 % abfallend)
Arbeits-modalitäten			
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko		Verringerte Spurtiefe
	$\pm 1.500 \text{ g/cm}^2$	-	$\pm 350 \text{ g/cm}^2$
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt		Mittels Lkw
Leistung	50 – 500 PS	100 – 400 PS	100 – 765 PS

	Bagger	Minibagger	Kompaktlader	Ferngesteuert
				
				
Maximale Wirksamkeit				
Geeignete Milieus	Empfindliche Böden Hindernisse vorhanden (sperriger Schlagabraum)	Empfindliche Böden Schmale Zonen : Anreicherungsplätze usw.		
Gefälle	< 70 %	< 58 %	< 35 %	< 120 %
Arbeitsmodalitäten		Aktionsradius 360 ° und präzise Arbeit		
Auswirkungen auf den Boden	Verringerte Spurtiefe			
	± 250 – 450 g/cm²	± 300 g/cm²	± 300 – 440 g/cm²	± 200 g/cm²
Fortbewegung	Mittels Lkw			Mittels leichtem Nutzfahrzeug, sofern das Gewicht Anhänger + Maschine < 3,5 t
Leistung	10 – 45 t	2 – 10 t	40 – 200 PS	30 – 180 PS

4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



Ziemlich schwere Arbeit

Schwere Arbeit

Wenig umfangreicher Schlagabraum (< 10 m³/ha)
Gehölz-Jungwuchs oder Niederwald
aus mittelstarken Sprossen ($4 \leq \varnothing \leq 7$ cm)
Wenige (< 50/ha) oder
eingeebnete Baumstümpfe

Arbeitsmodalitäten ?

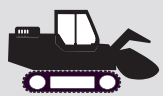
Vollflächig oder
in Streifen

Örtlich begrenzt
oder in Streifen

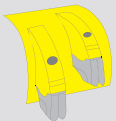
> 30 % Gefälle und/oder
Setzungsempfindlichkeit ?

JA

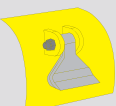
NEIN



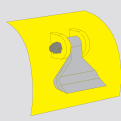
> 130 PS



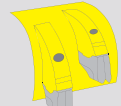
10 - 13 t



> 60 PS



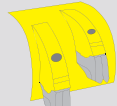
> 130 PS



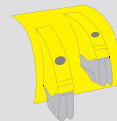
10 - 13 t



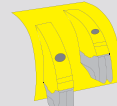
> 75 PS



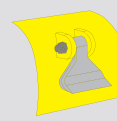
> 130 PS



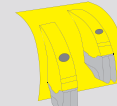
> 15 t



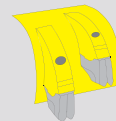
> 150 PS



> 150 PS



> 15 t



Umfangreicher Schlagabraum,
starke Belastung der Parzelle
Gehölz-Jungwuchs oder Niederwald
aus starken Sprossen ($\varnothing > 7$ cm)
Viele Baumstümpfe (> 50/ha)

Arbeitsmodalitäten ?

Vollflächig oder
in Streifen

Örtlich begrenzt
oder in Streifen

> 30 % Gefälle und/oder
Setzungsempfindlichkeit ?

JA

NEIN

5. Vorsichtsmaßnahmen

Beim Einsatz sind folgende Hinweise zu beachten:

- o Schlagabraum nach Kahlschlag : Am besten mindestens einen Sommer warten, damit das Holz trocknen kann und das Häckseln effizienter wird. Schlagabraum, der jünger als 6 Monate ist, platzt nicht unter dem Häcksler und ist daher schwieriger zu verarbeiten. In diesem Fall eher Schwaden
- o Zur Begrenzung von Verdichtung und Spurrinnenbildung auf **tragfähigem** und **oberflächentrockenem** Boden arbeiten
- o Nicht in der **Wurf- und Schlupfzeit** (März bis Juni) eingreifen : hohes Risiko der Vernichtung von Würfen oder Bruten
- o Nach einem Kahlschlag **systematisches vollflächiges** Häckseln von Parzellen nur nach **vorhergehendem Abwägen** (Notwendigkeit eines Eingriffs, Wahl der zu verwendenden Werkzeuge). Je nach Pflanzschema Möglichkeit streifenweisen oder lokal begrenzten Häckselns

6. Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Vegetation

Die folgende Tabelle zeigt die Auswirkungen des Häckselns auf die vor dem Eingriff vorhandene Vegetation. Weitere Informationen finden Sie in Blatt 5, « Eingriffe in die Begleitvegetation ». Häckseln kann dazu führen, dass sich bestimmte Vegetationen entwickeln oder durch Gräser ersetzt werden (Florawechsel).

Vegetation	Effekt
Adlerfarn	⇒ Reaktivierung der schlafenden Knospen auf den Wurzelstöcken ⇒ Aufrechterhaltung der Wurzelkonkurrenz ⇒ Vorübergehende Verringerung der Konkurrenz vor dem nachfolgenden intensiveren Nachwachsen
Brombeersträucher	⇒ Bei leichtem Häckseln Zerstückeln der Sprossachsen, was beim Vergraben zu einer Vervielfachung der Sprossachsen durch Stecklingsvermehrung führen kann ⇒ Bei vollständiger Beseitigung Gefahr des Ersetzens der Brombeersträucher durch Gräser
Gräser	⇒ Mäheffekt von Häckslern mit vertikaler Achse: ungeeignet
Gehölze	⇒ Bei vollständiger Beseitigung Risiko des Verlusts der Begleitvegetation ⇒ Risiko der Entwicklung von konkurrenzstärkeren Vegetationen (Gräser, Farne)
Heidekraut und Waldheidelbeere	⇒ Mäheffekt und Reaktivierung: sollte vermieden werden

7. Vorbeugung gegen Pflanzenbefall

In einigen Fällen ist zur Bekämpfung bestimmter Schädlinge das Häckseln des Schlagabraums zu empfehlen.

Schädlinge	Wirte	Schäden	Abhilfe
Buchdrucker <i>Ips typographus</i>	Fichte	Beeinträchtigung des Bodenstücks. Befall von gesunden Bäumen während der Massenvermehrung.	Entfernen des befallenen Holzes und Häckseln des groben Schlagabraums oder Zerlegen der Baumkronen, damit sie sich nicht mehr für die Besiedlung eignen.
Kiefernborckenkäfer <i>Ips sexdentatus</i>	Kiefer und Fichte	Absterben des Baumes durch Abschnüren des saftführenden Gewebes.	Häckseln des Schlagabraums mit einem Durchmesser von mehr als 7 cm oder Verbrennen im betroffenen Bestand oder unweit davon.
Bunter Eschenbastkäfer <i>Leperisinus fraxini</i> Großer schwarzer Eschenbastkäfer <i>Hylesinus crenatus</i>	Esche	Beschleunigt das Absterben und den Baumtod	Befallenes gefälltes Holz: Abtransport der Stämme und eventuell Häckseln des Schlagabraums mit einem Durchmesser von mehr als 5 cm .

Technisches REGE-Blatt Nr. 2

Das Schwaden



Inhaltsverzeichnis

1. Rahmen	3
2. Werkzeuge	4
<i>a. Anbaugeräte</i>	<i>4</i>
<i>b. Geschobene/Harkgeräte</i>	<i>5</i>
3. Die Maschinen	6
4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine	7
5. Vorsichtsmaßnahmen	8
6. Auswirkungen des Schwadens auf die Vegetation	9

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Rahmen

Das Schwaden ist eine Bereinigung des Geländes an der Oberfläche, bei der der Schlagabraum, der meist aus einem Kahlschlag oder einer durch Windwurf geschädigten Parzelle stammt, in Haufen oder Streifen, den sogenannten Schwaden, gesammelt wird. Diese Technik wird bevorzugt auf Parzellen angewandt, die bereinigt werden müssen und felsige Aufschlüsse aufweisen. Durchgeführt wird diese Arbeit im Rahmen der Bodenvorbereitung vor der Pflanzung. Das Schwaden erleichtert die Arbeit der Pflanzler und später der mit der späteren manuellen Pflege (Durchreiserung, Beschneiden usw.) beauftragten Arbeiter und bei mechanisierter Pflege sogar das Fahren mit den Maschinen.

Vor der Entscheidung für die Schwadertechnik sollte die Art und der Umfang des Schlagabraums, die Befahrbarkeit der Parzelle und das vorgesehene Wiederaufforstungsschema überlegt werden. Diese Art der Behandlung kann eventuell mit dem Roden der Baumstümpfe kombiniert werden.



Zum besseren Verständnis des Blattes konsultieren Sie bitte die Gebrauchsanleitung, in der die einzelnen Rubriken ausführlich beschrieben sind.

Vorteile

Forstwirtschaft	Boden	Milieu
• Behandlung der Baumstümpfe • Setzlinge in der Nähe der Schwaden geschützt vor vorherrschenden Winden • Erleichtert die Pflanzung und das Fahren • Können an der Stelle der künftigen Bewirtschaftungsschneisen angelegt werden ¹	• Auf allen Bodenarten möglich, unabhängig vom Skelettgehalt und dem Hydromorphiegrad des Bodens • Örtlich begrenzte Mulchwirkung auf der Parzelle (Erhaltung der Feuchtigkeit)	• Durchkämmen der Vegetation • Schutz für die Fauna

Nachteile

Forstwirtschaft	Boden	Milieu
• Kann bei ungeeigneter Positionierung (durchgehende Schwaden ohne Querungszone) das Fahren in der Parzelle behindern • In den ersten Jahren unschöner Anblick • Verlust von Pflanzfläche, je geringer die Abstände, desto mehr • Einschränkung der seitlichen Luftzirkulation	• Gefahr des Abtragens organischer (fruchtbarer) Horizonte • Gefahr übermäßiger Verlagerung organischer Bodensubstanz in die Schwaden und damit der Verringerung der Fruchtbarkeit • Bei Einsatz geschobener Geräte Risiko der Bodenverdichtung • Freilegen des Bodens: erhöht die Anfälligkeit für Austrocknung und Erwärmung	• Bei Kahlhieb von Nadelbäumen: Gefahr der Verbreitung von Borkenkäfern, Rüsselkäfern und Nagetieren ² • Risiko der Besiedlung durch Konkurrenzvegetation

¹ Wenn die ursprünglichen Schwaden vor der ersten Durchforstung weitgehend verrotten sind oder gehäckselt wurden

² Es können T-Stangen in Pflanzrichtung aufgestellt werden, um den Greifvögeln die Jagd nach Nagetieren zu erleichtern



2. Werkzeuge

a. Anbaugeräte

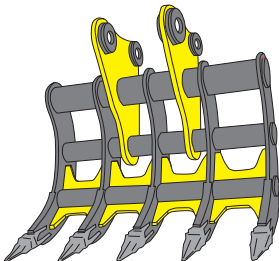
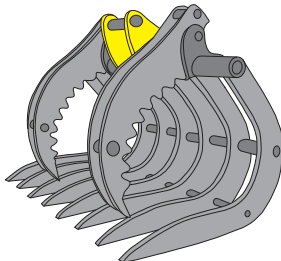
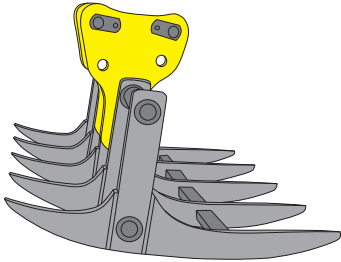
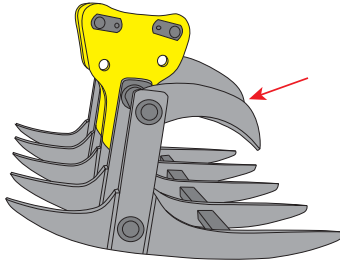
Angebaute Schwadgeräte heben bei der Arbeit den Schlagabraum hoch. Sie werden mithilfe von Baggern eingesetzt. Mittels ihrer kann man kleine Schwaden in geringem Abstand (10 - 25 m) herstellen.

Vorteile

- Ermöglichen das Anheben und Ausschütteln des Schlagabraums : geringer Humusentzug, Rinde, Nadeln/Blätter fallen zurück auf den Boden
- Bewegung der Bagger auf der Parzelle örtlich begrenzt (lineares Fahren und seitliches Arbeiten), Bodenverdichtung eingeschränkt
- Geeignet für Parzellen mit starkem Windbruch : Brechen von Stämmen oder Kronen, Wurzeltellern, Zerstören umgestürzter oder ausgehobener Baumstümpfe
- Ergänzend zum Schwaden örtliche Lockerung/Skarifizierung des Bodens (Rohhumus) oder der Vegetation möglich
- Erhaltung von Wildlingszonen und der Begleitvegetation

Nachteile

- Beim Roden der Baumstümpfe nehmen Modelle ohne Zange mehr Erde mit : Schlagabraum muss ausgeschüttelt werden

Rechen	
Ohne Zange	Mit Zangen
 ✓ Felsaufschlüsse ✗ Kontrolliertes Abtragen des Humus	 ✓ Felsaufschlüsse ✗ Kontrolliertes Abtragen des Humus
Reißpflüge	
Ohne Zange	Mit Zangen
 ✓ Felsaufschlüsse ✓ Kontrolliertes Abtragen des Humus	 ✓ Felsaufschlüsse ✓ Kontrolliertes Abtragen des Humus

b. Geschobene/Harkgeräte

Geschobene Schwadwerkzeuge/Harkgeräte werden beim Einsatz von einem Traktor oder einer selbstfahrenden Arbeitsmaschine geschoben. Ähnlich wie bei Anbaugeräten können mit Rechen kleine Schwaden geformt werden. Das Planierschild hingegen nimmt viel Erde und Steine mit und erzeugt große Schwaden. Insgesamt können geschobene/Harkgeräte aufgrund der wiederholten Fahrten, die sie zur Bildung von Schwaden durchführen müssen, den Boden schädigen.

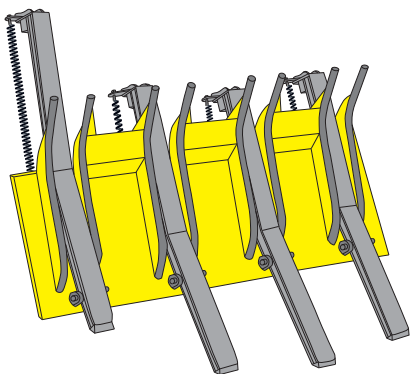
Vorteile

- Mögliche Verringerung der Rohhumusstärke auf sehr sauren Böden (Verbringen auf die Schwaden)
- Hakeffekt auf den Boden

Nachteile

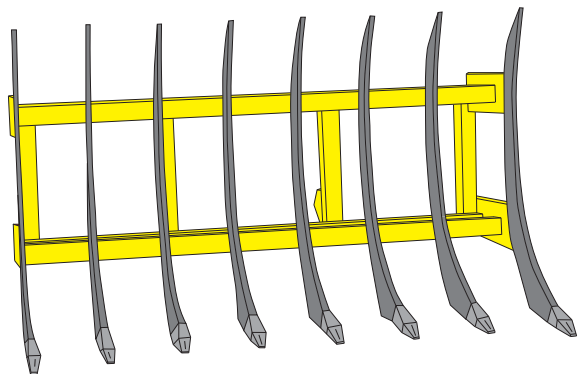
- Arbeitserleichterung durch vorheriges Roden der Baumstümpfe
- Erfordert wiederholtes Befahren der gesamten Parzelle → Gefahr der Bodenverdichtung
- Bei systematischer Bearbeitung bleiben keine Wildlinge erhalten
- Nicht geeignet für Zonen mit Windbruch → « Anbaugerät » erforderlich
- Unkontrollierte Bodenabtragung durch Entfernen organischen Materials

Schwadreden mit einklappbaren Zinken ³



- ✗ Felsaufschlüsse
- ✓ Kontrolliertes Abtragen des Humus

Schwadreden mit feststehenden Zinken

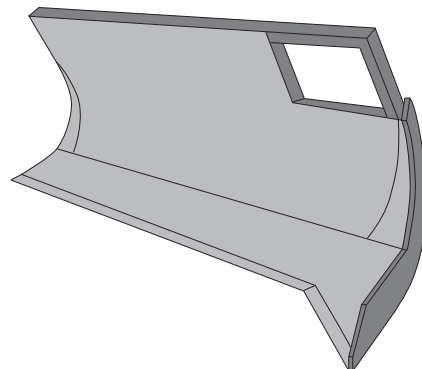


- ✗ Felsaufschlüsse
- ✗ Kontrolliertes Abtragen des Humus

Schneidendes Schild (Planierschild)

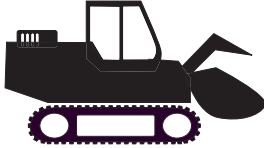
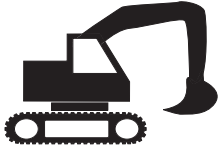
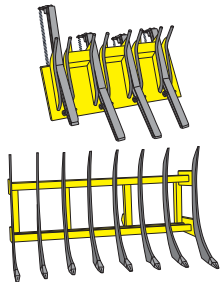
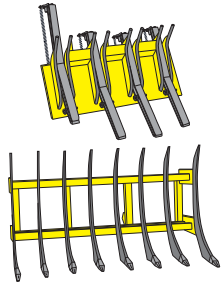
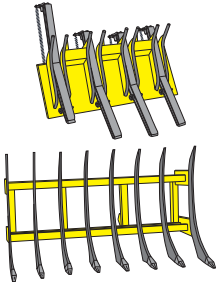
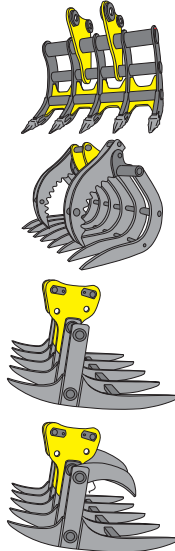
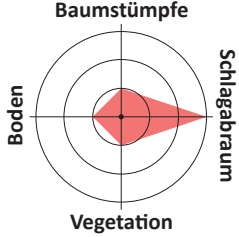
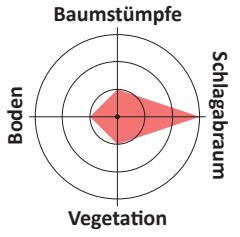
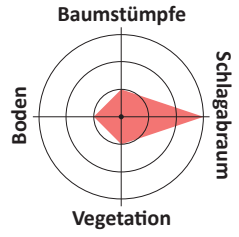
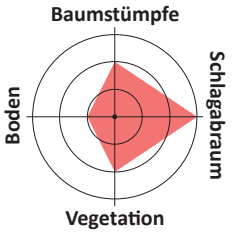
Dieses Werkzeug sollte nicht eingesetzt werden. Es trägt den Boden des organischen Horizonts übermäßig ab und verbringt ihn in die Schwaden.

- ✗ Felsaufschlüsse
- ✗ Kontrolliertes Abtragen des Humus



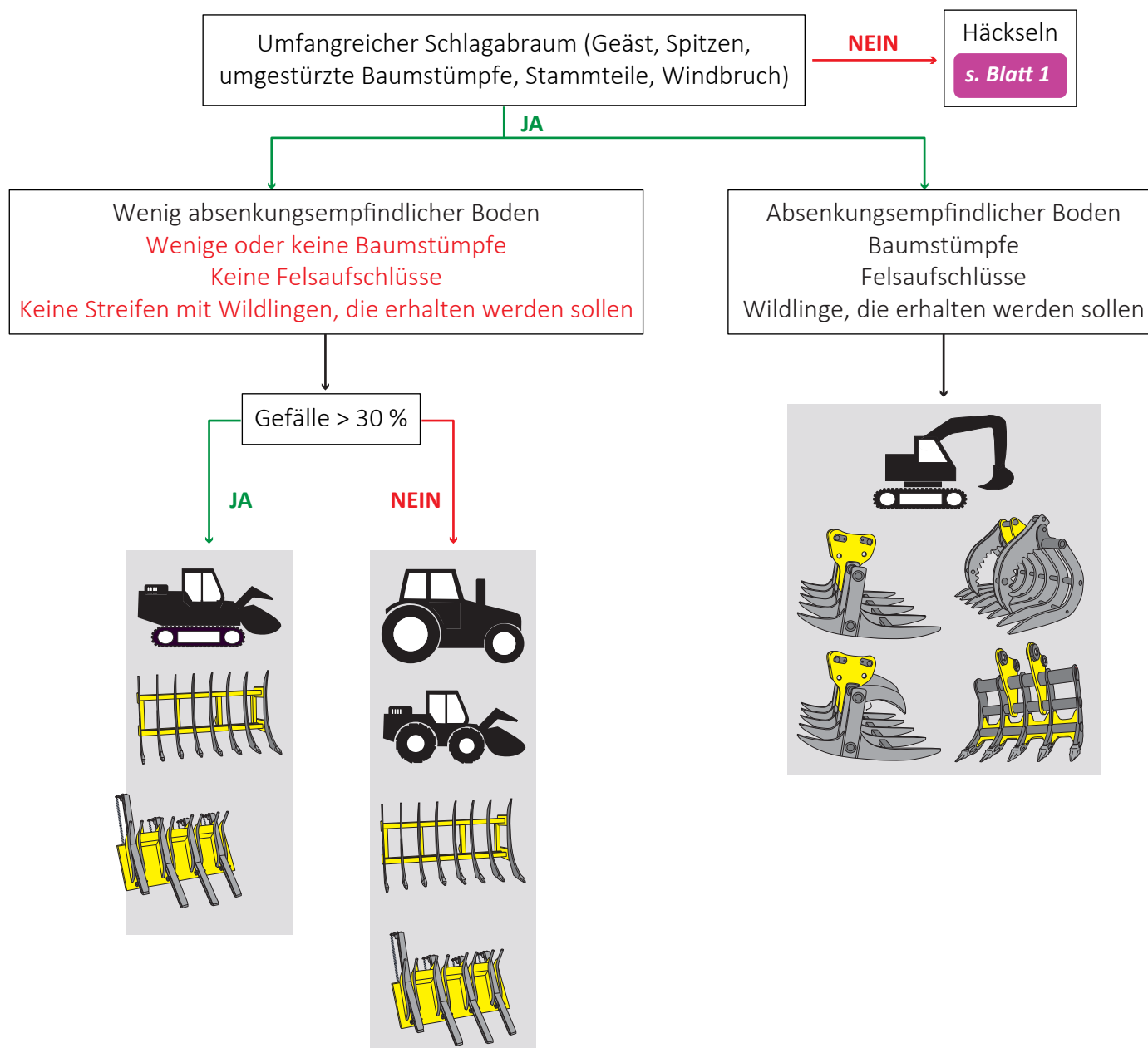
³ Relativ störanfälliges Werkzeug, da der Mechanismus zum Anheben des Auslegers blockieren kann

3. Die Maschinen

	Traktor	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Rädern	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten	Bagger
				
				
Maximale Wirksamkeit				
Geeignete Milieus	Tragfähige, wenig absenkungsempfindliche Böden	Tragfähige, wenig absenkungsempfindliche Böden Felsige Hindernisse		Empfindliche Böden Felsige Hindernisse
Gefälle	< 30 %	-	< 100 % (< 57 % abfallend)	< 70 % ⁴
Arbeitsmodalitäten				
	Arbeit mit geringer Genauigkeit			Aktionsradius 360 ° und präzise Arbeit
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko		Verringerte Spurtiefe (Raupe)	Verringerte Spurtiefe (Raupe) Gummilaufkette: eingeschränkte Scherbelastung
	± 1.500 g/cm ²	-	± 350 g/cm ²	± 250 – 450 g/cm ²
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt		Mittels Lkw	
Leistung	44 – 160 PS	-	-	10 – 60 t

⁴ Bei einem Gefälle von mehr als 50 % ist die Baggerleistung geringer. Es ist der Einsatz eines sogenannten „Schreibbaggers“ in Betracht zu ziehen.

4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



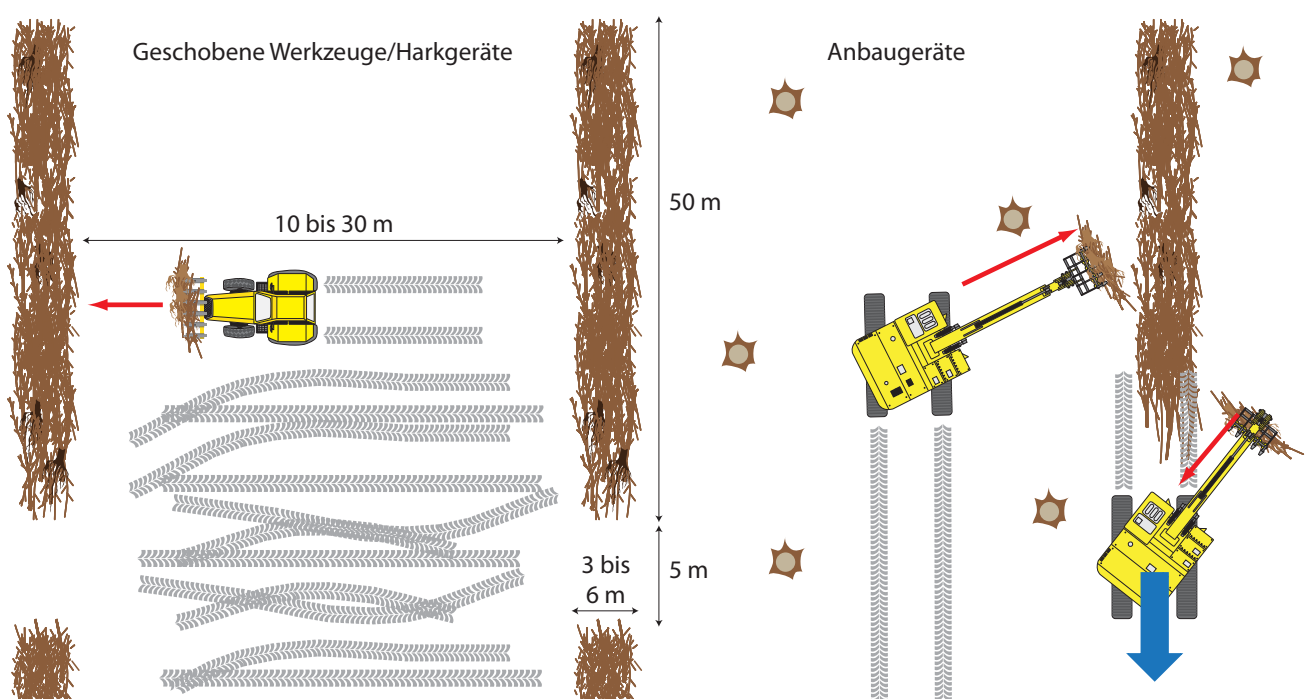
5. Vorsichtsmaßnahmen

Beim Einsatz sind folgende Hinweise zu beachten :

- o Zur Begrenzung von Verdichtung und Spurrinnenbildung auf **tragfähigem** und **oberflächentrockenem** Boden arbeiten
- o Schwaden ist **nur auf Parzellen voller Schlagabraum** anzuwenden, dessen Belassung im vorgefundenen Zustand die Pflanzung und Durchreiserung erschweren und zusätzliche Kosten verursachen würde, oder für Parzellen, deren Schlagabraum **weniger als 6 Monate alt** und aufgrund seiner Feuchtigkeit schwer zu zerkleinern ist
- o **Mineralienentzug begrenzen**: einige Wochen bis Monate nach der Abholzung/dem Windbruch abwarten → Blatt-/Nadelmineralien dem Boden zurückgegeben, da sie zu den Schwaden verbracht werden
- o Zur **Einschränkung des Mineralstoffverlusts** nach dem Holzeinschlag krautige Vegetation belassen. Bei fehlender **Begleitvegetation möglichst viel Humus erhalten**
- o **Empfindlicher Nassboden**: Maschinen örtlich begrenzt auf Astbetten bewegen
- o **Anordnung der Schwaden** parallel zu den künftigen Pflanzreihen in Strängen im Abstand von 10 bis 30 m, wobei alle 50 m ein Durchlass anzulegen ist, der senkrecht auf die vorherrschenden Winden anzulegen ist, damit ein Windstoßeffect erzielt wird (in flachem Gelände)
- o **Den Abstand zwischen den Schwaden begrenzen**: Schwaden **in geringem Abstand** und **Volumen** brauchen weniger Zeit, um zu verrotten, und erhalten die Fruchtbarkeit, Mikroporosität und Drainagekapazität des Bodens besser. Große Schwaden (> 2 m hoch) vermeiden
- o Zum Ausgleichen des Platzverlusts durch die Schwaden kann der Abstand zwischen den Reihen variiert werden
- o Bei **Wasserläufen** die Schwaden **in einem Abstand von mindestens 5 m** davon anlegen. Die **letzte** Schwade muss **parallel** zum Lauf angelegt werden, damit keine Ablagerungen in das Wasser gelangen.
- o Wenn die Schwaden an der Stelle der künftigen Schneisen angelegt werden, müssen sie klein sein, da sonst die Gefahr besteht, dass sie vor der ersten Durchforstung keine Zeit hatten, sich zu zersetzen

DARSTELLUNG DER BEIDEN WERKZEUGKATEGORIEN UND IHRER JEWEILIGEN FAHRWEGE

Maschinen mit geschobenen Geräten müssen die gesamte Parzelle abfahren, im Gegensatz zu Maschinen mit Anbaugeräten.



6. Auswirkungen des Schwadens auf die Vegetation

Die folgende Tabelle zeigt die Auswirkung des Schwadens auf die vor der Bereinigung vorhandene Vegetation. Genaueres finden Sie im Blatt « Eingriffe in die Begleitvegetation ».

Das Schwaden führt zum Umwälzen der Oberflächenhorizonte, was die Keimung neuer Samen fördert. Je nach dem bereits vorhandenen Samenvorrat kann es zu einer schnellen, mehr oder weniger kräftigen Besiedlung durch grasartige, halbverholzende (Ginster, Stechginster usw.) oder verholzende Vegetation (Birke, Weiden, Espe, Hasel) kommen.

Vegetation	Effekt
Adlerfarn	⇒ Keine besonderen Auswirkungen
Brombeersträucher	⇒ Durchkämm-Rodungseffekt bei gut ausgebildeten, mehrere Jahre alten Brombeersträuchern → Abnahme der Wüchsigkeit
Gräser	⇒ Nach dem Abtragen der Vegetation Gefahr einer schnellen Besiedlung der Böden → Entwicklung der Regeneration in den ersten Jahren beeinträchtigt
Gehölze	⇒ An sauren Standorten besteht die Gefahr schneller, massiver Ausbreitung von Besenginster innerhalb von 2 oder 3 Jahren ⇒ Mögliche Rodung bereits vorhandener Gehölze mit dem Risiko einer Vergrößerung des Schwadvolumens

Technisches REGE-Blatt Nr. 3

Die Unterbodenlockerung



Inhaltsverzeichnis

1. Rahmen	3
2. Werkzeuge	4
<i>a. Gezogene Rodungszinke</i>	<i>4</i>
<i>b. Angebaute Rodungszinke mit Werkzeug zum Abtragen des Bodens .</i>	<i>5</i>
<i>c. Kombinierte Werkzeuge</i>	<i>6</i>
3. Die Maschinen	7
4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine	8
5. Vorsichtsmaßnahmen	9
6. Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Vegetation	12

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Rahmen

Die Unterbodenlockerung ist eine zwischen 30 und 80 cm tiefe Bodenbearbeitung zum Auflockern, Aufbrechen oder Rissigmachen einer kompakten oder undurchlässigen Schicht unterhalb der Oberflächenhorizonte. Mit dieser Technik werden Pflugsohlen (ehemaliges Ackerland), Ortstein, verhärtete *Fragipan*-artige Horizonte und sogar Tonschichten behandelt. Ziel ist es, die für die Wurzeln erschließbare Tiefe zu vergrößern und die Durchlässigkeit von Nassböden zu verbessern. Die Technik der Unterbodenlockerung wird mit einem oder mehreren Zinken durchgeführt. Jeder Zinken besteht aus einer starken, vertikalen Klinge, die eventuell mit Flügeln versehen ist und mit einem Maulwurf endet.

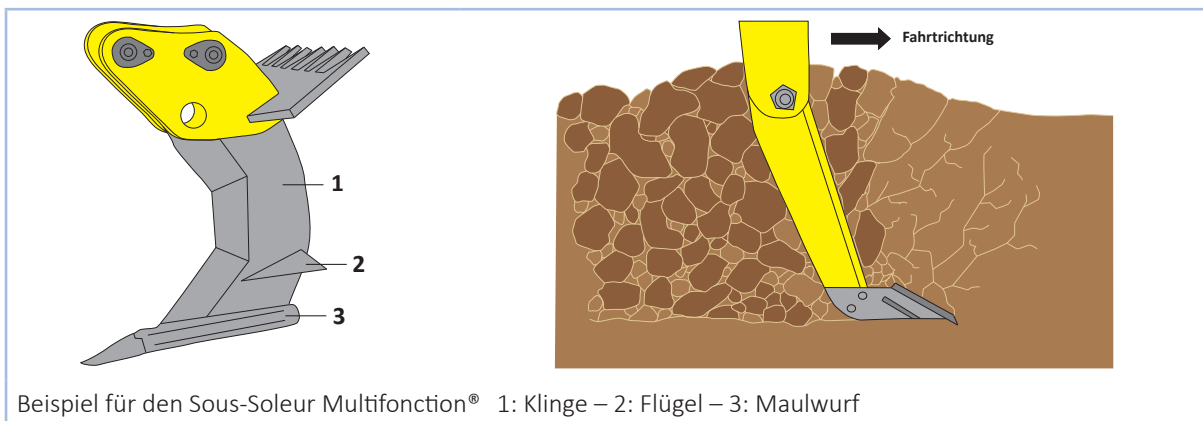
Hinweis : Der Waldpflug lockert ebenfalls in der Tiefe, es handelt sich dabei jedoch um ein Pflügen, das den Boden stark umwälzt (Umwälzung der Horizonte). Weitere Informationen finden Sie im Blatt „Bodenbearbeitung“.



Zum besseren Verständnis des Blattes konsultieren Sie bitte die Gebrauchsanleitung, in der die einzelnen Rubriken ausführlich beschrieben sind.



Die Unterbodenlockerung ist ein schwerer und teurer Eingriff. Ihre Auswirkungen auf die Bodenauflockerung in Wäldern sind noch wenig dokumentiert. Unter ungünstigen Bedingungen kann die Technik mehr Schaden als Nutzen anrichten, insbesondere auf schweren Böden. Eine Vorabdiagnose der Erfolgsbedingungen ist daher dringend zu empfehlen. In jedem Fall sind Präventionsmaßnahmen zu bevorzugen (Bewirtschaftungsschneisen, Eingriffszeitraum, geeignete Maschinen usw.).



Beispiel für den Sous-Soleur Multifonction® 1: Klinge – 2: Flügel – 3: Maulwurf

Vorteile

Forstwirtschaft	Boden
- Verbesserung der Qualität und Geschwindigkeit der Pflanzung: kein Abstecken erforderlich, weniger Hackenschläge und bessere Anordnung der Wurzeln im Boden - Verbesserung der Wurzelentwicklung der Setzlinge → optimiertes Stammwachstum - Einsparung von Räumungsarbeiten durch schnelleren Start der Setzlinge nach der Ansiedlung, insbesondere bei kombinierten Techniken	- Regeneration der Struktur von durch das Befahren mit Maschinen verdichteten Böden - Geringe Störung der Horizonte, abhängig von der Geschicklichkeit des Bedieners - Erleichterte natürliche Dränage

Nachteile

Forstwirtschaft	Boden
- Begrenzte Wirksamkeit bei tief verdichteten Böden - Klärung der Verdichtungsursachen erforderlich	- Schwierige Umsetzung, da viele Faktoren zusammenkommen müssen - Ungeeignet auf Tonboden unter feuchten Bedingungen

2. Werkzeuge

a. Gezogene Rodungszinke

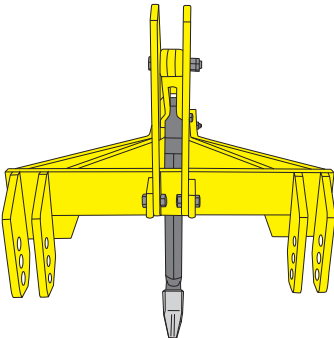
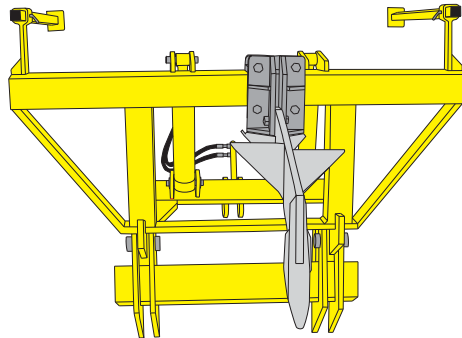
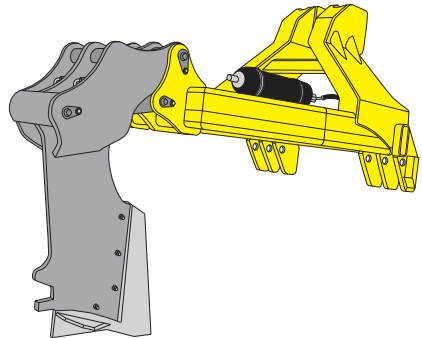
Dieser Gerätetyp wird am Heck eines Traktors angebracht und hat nur eine einzige Rodungszinke, mit der in der Pflanzreihe gearbeitet werden kann. In der Regel sollte der Boden vorher von Schlagabraum gereinigt werden (Staugefahr) und nur wenige Baumstümpfe aufweisen (Gefahr des Hochklappens).

Vorteile

- Arbeiten mit einstellbarer, konstanter Tiefe
- Kontinuierliches lineares Vorrücken; einige Werkzeuge verfügen über ein Non-Stop-System, mit dem Baumstümpfe überfahren werden können
- Schnelle Ausführung, niedrige Stundenkosten
- Arbeitserleichterung für die Pflanzler durch das Markieren der Pflanzlinien

Nachteile

- Behandeln der Vegetation vor dem Eingriff erforderlich
- Nur für freie Böden mit wenigen Wurzelstöcken geeignet
- Aufgrund des Achsabstands der Räder des verwendeten Traktors Abstand der Pflanzreihen über 2,5 m

Gezogener Untergrundlockerer	Sous-soleur tracté déporté®	Décompacteur forestier®
Auf der Achse des Traktors zentriertes Werkzeug	Einstellbarer Zinkenversatz gegenüber der Traktorachse (max. 20 cm), sodass pro Hin- und Rückfahrt 2 dicht beieinander liegende Linien mit gelockertem Unterboden gezogen werden können	Non-Stop-System : Arbeit auch bei Baumstümpfen oder Steinen
		
✗ Schlagabraum und Baumstümpfe ✗ Krautige und halbverholzende Vegetation	✗ Schlagabraum und Baumstümpfe ✗ Krautige und halbverholzende Vegetation	✓ Schlagabraum und Baumstümpfe ✗ Krautige und halbverholzende Vegetation
Arbeitstiefe: 70 cm	Arbeitstiefe: 70 cm	Arbeitstiefe: 80 cm

b. Angebaute Rodungszinke mit Werkzeug zum Abtragen des Bodens

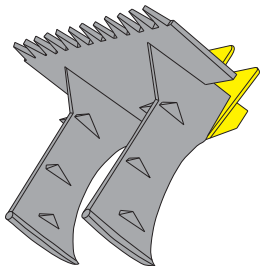
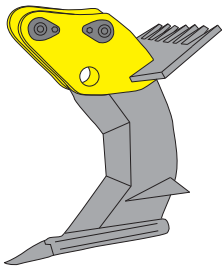
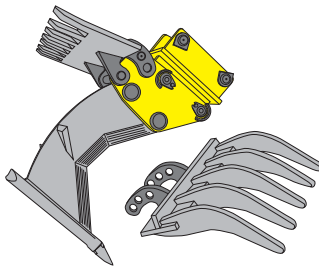
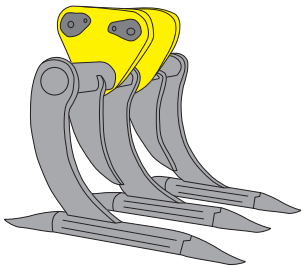
Dieser Gerätetyp besteht aus einem oder mehreren mit einer Kralle oder einem Kamm ausgestatteten Unterbodenlockerungszinken, die bzw. der krautige **Konkurrenzvegetation** und **Schlagabraum** vorab entfernt. Er wird für örtlich begrenzte Bearbeitung (Streifen oder Plätze) an einem Bagger angebracht.

Vorteile

- Kombinationswerkzeug, bei dem keine Vorbehandlung der Vegetation oder des Schlagabraums erforderlich ist
- Örtlich begrenzte Bearbeitung (Streifen oder Plätze)
- Einsatz bei Hindernissen oder Schlagabraum möglich, sogar bei Baumstümpfen mit geringem Durchmesser (Extraktion möglich)
- Präziser als eine einzelne Zinke
- Arbeit auf kleinen Flächen möglich (Anreicherungen, Lücken)
- Bereits vorhandene Regeneration kann geschont werden
- Behandlung von Konkurrenzvegetation, wodurch die Anzahl der Durchreisungen und Nachpflanzungen verringert werden kann (Einsparung)
- Patentierte 3B®-Methode: Einsatz mit Modul'D®, Sous-Soleur Multifonction®

Nachteile

- Ungeeignet für die vollflächige Arbeit
- Höhere Kosten als bei gezogener Rodungszinke, ausgeglichen durch Einsparungen bei der Durchreisung (Behandlung der Vegetation)
- Arbeitstiefe nicht definiert, abhängig vom Bediener: in der Praxis max. 40 - 45 cm
- Bei der Arbeit in Plätzen langsamere Fortbewegung der Pflanzler in der Parzelle durch die versperrten, da nicht behandelten Zwischenzonen

Bident Maillard®	Sous-Soleur Multifonction®	Modul'D®	Scarificateur Réversible®
Doppelte Rodungszinke mit einem 1,80 m breiten Unkrautkamm  Theoretische Arbeitstiefe: 70 bis 90 cm auf 1,5 m Breite	Einfache Rodungszinke mit einem 60 cm breiten Unkrautkamm  Theoretische Arbeitstiefe: bis 60 cm	Modifizierter Sous-Soleur Multifonction®, der mit zwei verschiedenen Kämmen (65 oder 105 cm) mit verstellbarer Neigung ausgestattet werden kann  Theoretische Arbeitstiefe: bis zu 60 cm	5 Zinken zur Bodenbearbeitung : 3 Zinken, die jeweils mit einem Maulwurf zur Unterbodenlockerung versehen sind, sowie 2 einfache Zinken  Theoretische Arbeitstiefe: 40 bis 60 cm Werkzeug bestens geeignet zur Eindämmung von Adlerfarn



Weitere Informationen über Bident Maillard® und Scarificateur Réversible® finden Sie in den vom INRA erstellten Blättern : <https://www6.inrae.fr/renfor/Ressources/Fiches-techniques>

c. Kombinationswerkzeuge

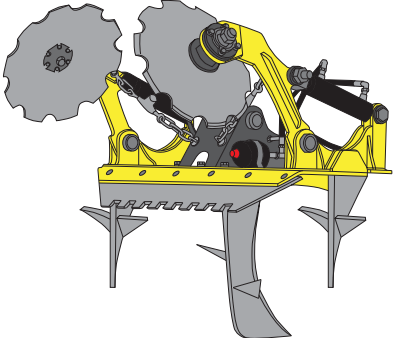
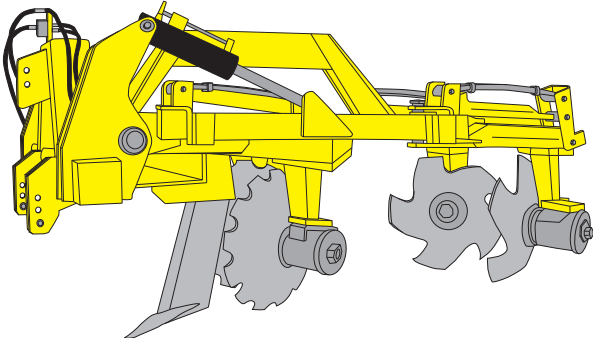
Dieser Gerätetyp kombiniert mehrere Techniken zu einem Arbeitsgang: Unterpflügen, Abstechen des Bodens oder sogar Abtragen der Vegetation. Er wird von einem Traktor oder einem Bagger eingesetzt.

Vorteile

- Mehrere Maßnahmen in einem Arbeitsgang → eingeschränktes Verdichtungsrisiko
- Durch die Kombination von Techniken, die Vergrößerung der Arbeitsbreite und die Fahrgeschwindigkeit verringerte Arbeitszeit (technische Optimierung)
- Weniger Durchreisierungen und Nachpflanzungen (Verringerung der Gesamtkosten)
- Durch Scheiben kann die Erde an der Oberfläche zerkrümelt werden
- Durchführung der 3B®-Methode möglich

Nachteile

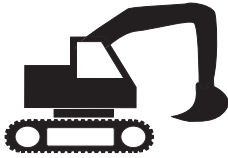
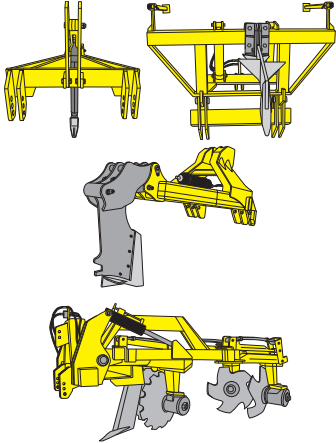
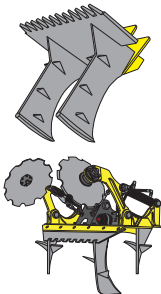
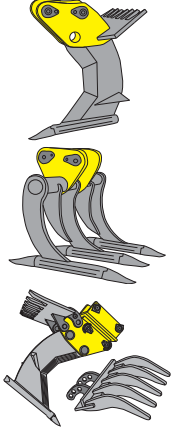
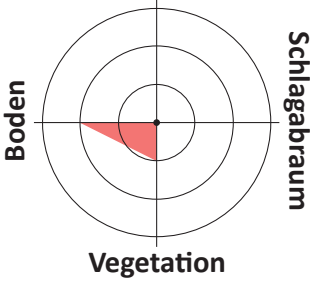
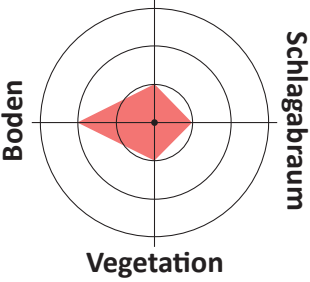
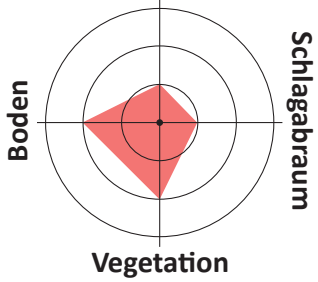
- Erfordert ein Gerät mit höherer Leistung
- Je nach Wahl des Werkzeugs möglicherweise Vorbehandlung des Schlagabraums und der Vegetation erforderlich
- Nachteile von auf Bagger montierten Werkzeugen ähnlich denen von Rodungszinken mit Bodenabtragungswerkzeug
- Hohe Kosten für auf Baggern montiertes Kombinationswerkzeug

DB10®	Culti 3B®
Einsatz auf Baggern. Dreifache Rodungszinke ohne Maulwurf, mit zwei Scheiben und optionalem Unkrautkamm (der Kamm kann durch das Planierschild des Baggers ersetzt werden)  ✓ Schlagabraum ✓ Krautige und halbverholzende Vegetation Arbeitstiefe: bis 60 cm Einklappbare Scheiben	Einsatz auf Traktoren. Gerät mit 2 Paaren gegenüberliegender, modulierbarer Scheiben einklappbarer einfacher Rodungszinke ausgestattet  ✗ Schlagabraum ✗ Vegetation Arbeitstiefe: 40 bis 70 cm Arbeitsbreite: max. 2,80 m

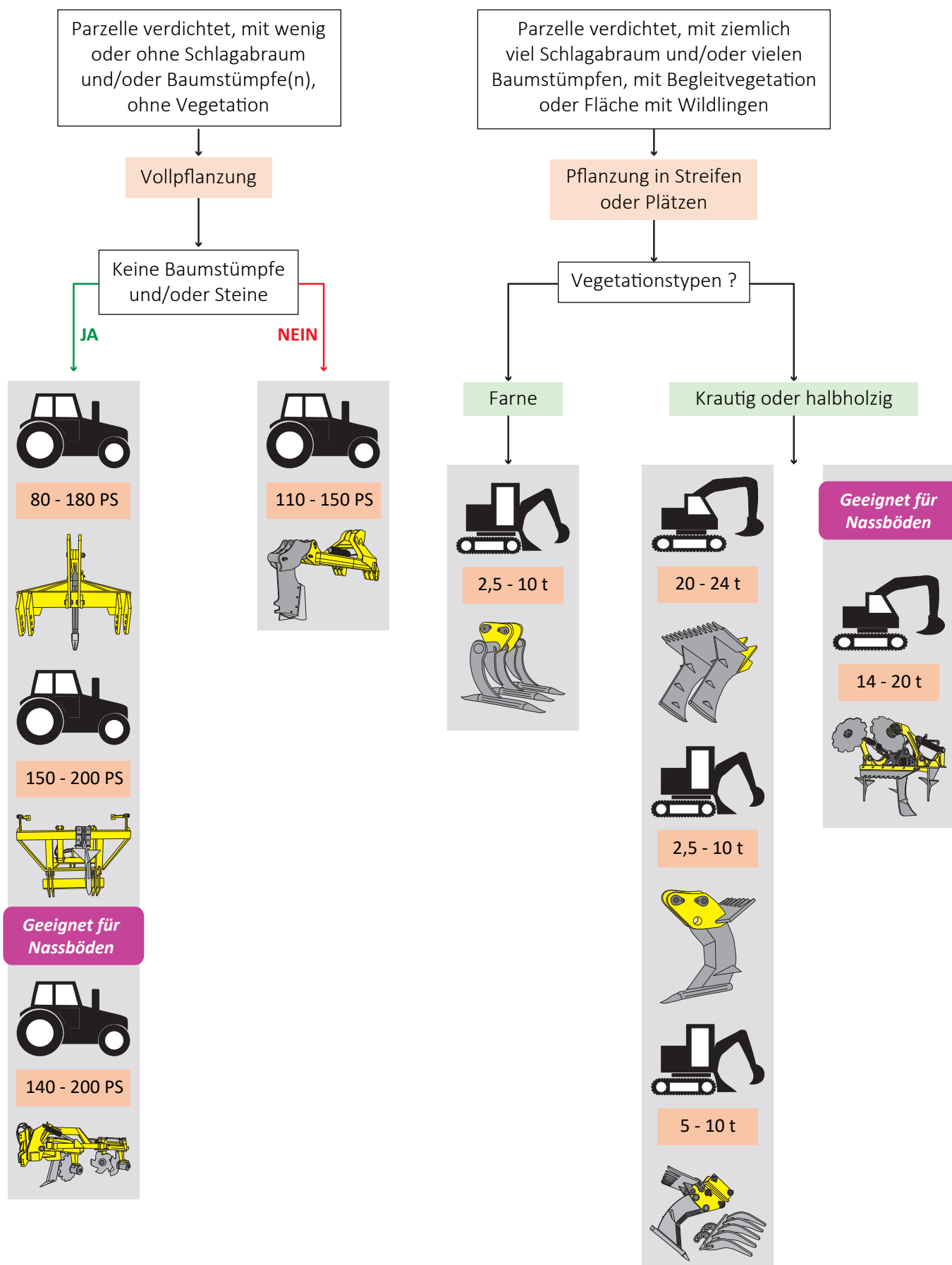


Weitere Information zum Culti 3B® finden Sie im vom INRA erstelltten Blatt :
<https://www6.inrae.fr/renfor/Ressources/Fiches-techniques>

3. Die Maschinen

	Traktor	Bagger > 10 t	Minibagger
			
			
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Empfindliche Böden Hindernisse (Felsen, sperriger Schlagabraum)	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen : Anreicherungsplätze usw.
Gefälle	< 30 %	< 70 %	< 58 %
Arbeitsmodalitäten	 		
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko	Verringerte Spurtiefe	
	± 1.500 g/cm ²	± 250 – 450 g/cm ²	± 300 g/cm ²
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt	Mittels Lkw	
Leistung	80 – 300 PS	14 bis 24 t	2,5 bis 10 t

4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



5. Vorsichtsmaßnahmen

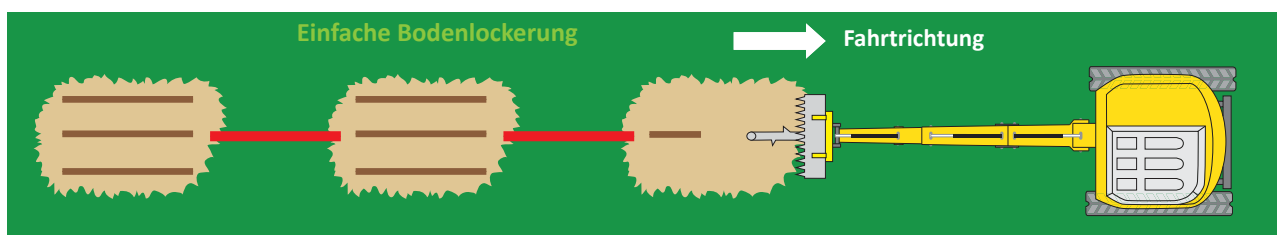
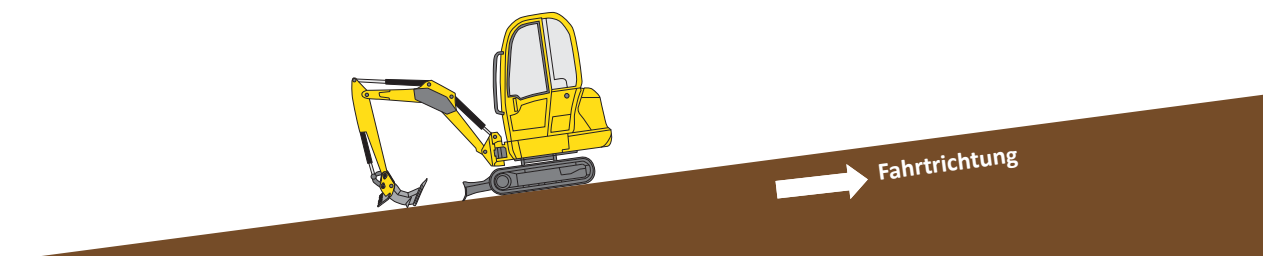
Beim Einsatz sind folgende Hinweise zu beachten:

VORABDIAGNOSE

- o Kostspielige Maßnahme, die reiflich **überlegt und geplant** werden muss → Vorabdiagnose der Verdichtungsursachen
- o Mithilfe einer kleinen Grube eine bodenkundliche Vordiagnose erstellen :
 - Durchführung eines **Kompaktheitstests** (Messertest) zur Beurteilung der Tiefe und Stärke der Verdichtung → Unterbodenlockerung 2 bis 5 cm unter der verdichteten Schicht
 - Bestimmung des **Bodentyps**, insbesondere des Tongehalts
 - Beurteilung des **Feuchtigkeitsgrads in der Tiefe**:
 - *Boden zu feucht* : Gefahr aufsteigender Wurzelballen, Glättung der Wände, erneute Verdichtung in der Tiefe
 - *Boden zu trocken* : Eindringen der Rodungszinke schwierig, Arbeit erfordert mehr Kraft, es entstehen für die Wurzelbildung ungünstige Erdblöcke

ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN

- o Zur Einschränkung von Verdichtung und Spurrinnenbildung auf **tragfähigem und oberflächentrockenem** Boden arbeiten
- o Starke Verdichtung : Möglicherweise zweimaliges, überkreuztes Durchfahren erforderlich
- o Tonböden:
 - Auf **gut entwässertem Boden** arbeiten, um eine Glättung der Wände durch das Befahren mit dem Gerät zu vermeiden ; im Frühjahr nicht empfehlenswert
 - Zur Verringerung des Risikos von Frosthebungen durch Frost-Tau-Wechsel am **Ende der Winterperiode** pflanzen
- o Nassböden :
 - Bei Arbeit auf Plätzen : die Pflanzlöcher durch eine Linie aus gelockertem Unterboden in Hangrichtung mit einem Ablauf verbinden
- o Arbeit auf **Streifen oder Plätzen**: die **Arbeitsbreite** dem Typ und der Höhe der vorhandenen Vegetation anpassen
- o **Abschüssiges Gelände** :
 - Zur Erleichterung des Wasserabflusses und Begrenzung der Schlamm Bildung den Boden schräg zur Hangrichtung lockern

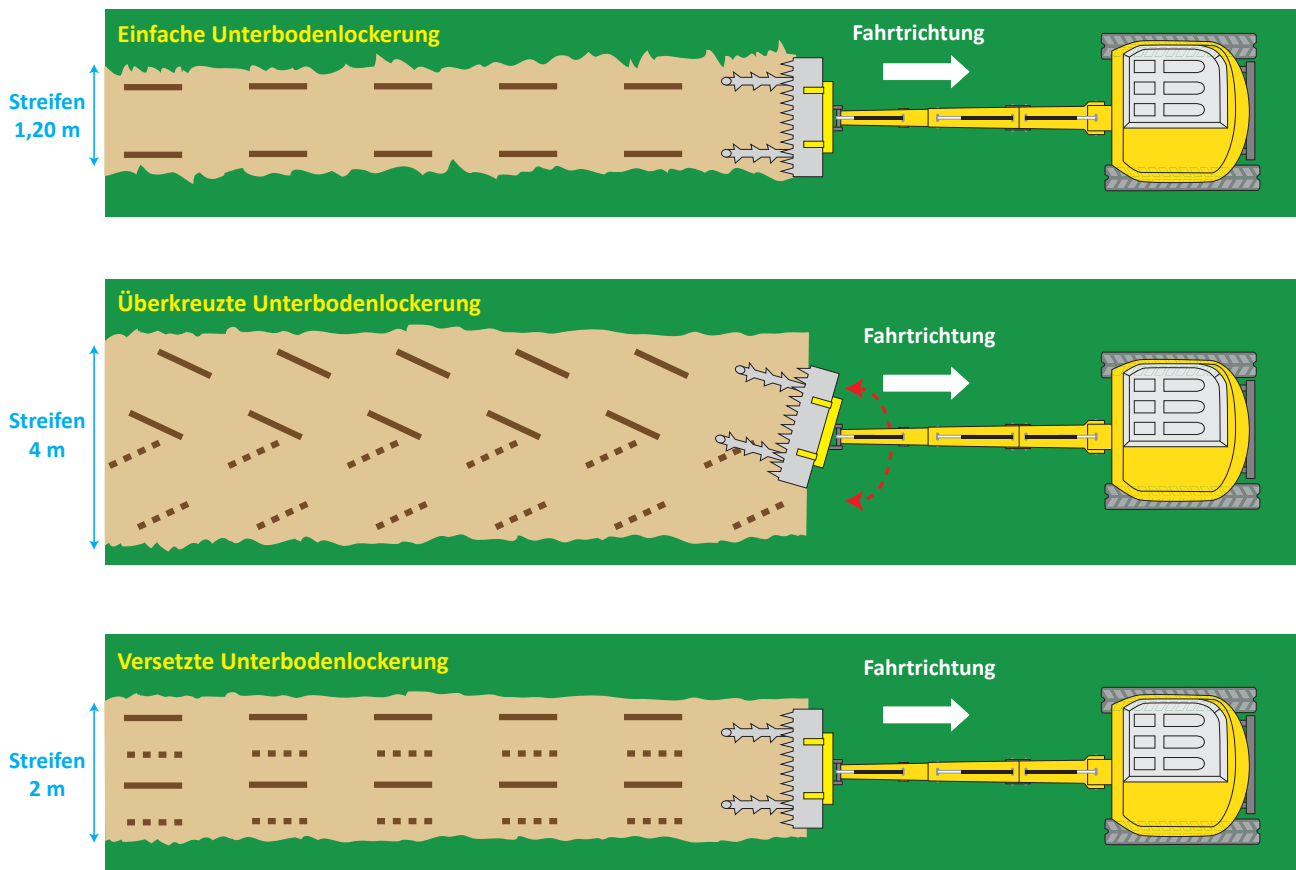


- o Nicht in der **Wurf- und Schlupfzeit** (März bis Juni) eingreifen: hohes Risiko der Vernichtung von Würfen oder Bruten

BESONDERE EMPFEHLUNGEN

- o Einsatz von Rodungszinken mit Werkzeug zum Bodenabtrag: Unterbodenlockerungstechnik mit dem **Bident Maillard®**

Mit dem Bident Maillard® kann man in einem Arbeitsgang drei verschiedene Maßnahmen erledigen. Bei schweren, stark verdichteten Böden wird kreuzweises Lockern des Unterbodens empfohlen.



- o **3B®-Technik** (Billon – Bombé – Becker, gewölbter Furchenrücken)

Mit der 3B®-Technik lässt sich die Gesamtmenge an Feinerde, die von den Wurzeln der Setzlinge genutzt werden kann, um etwa 30 cm erhöhen. Diese Methode eignet sich besonders für schwere Nassböden und ermöglicht eine Anhebung der Wurzeln der Setzlinge über das Wasser, was ihre Entwicklung durch verbesserte Atmungsbedingungen fördert. Außerdem werden durch die gleichzeitige Schaffung von kleinen seitlichen Gräben die Wurzeln der an den bearbeiteten Streifen angrenzenden Vegetation freigelegt und so in ihrer Entwicklung gehemmt, nicht aber beseitigt (Umhüllung und Hinauszögern der Konkurrenz).

Verwendetes Werkzeug :

- Von einem Traktor gezogenes Culti 3B® mit Vorbehandlung der Vegetation
- DB10® auf einem Bagger
- Rodungszinke wie bei Sous-Soleur Multifonction®, auf Bagger

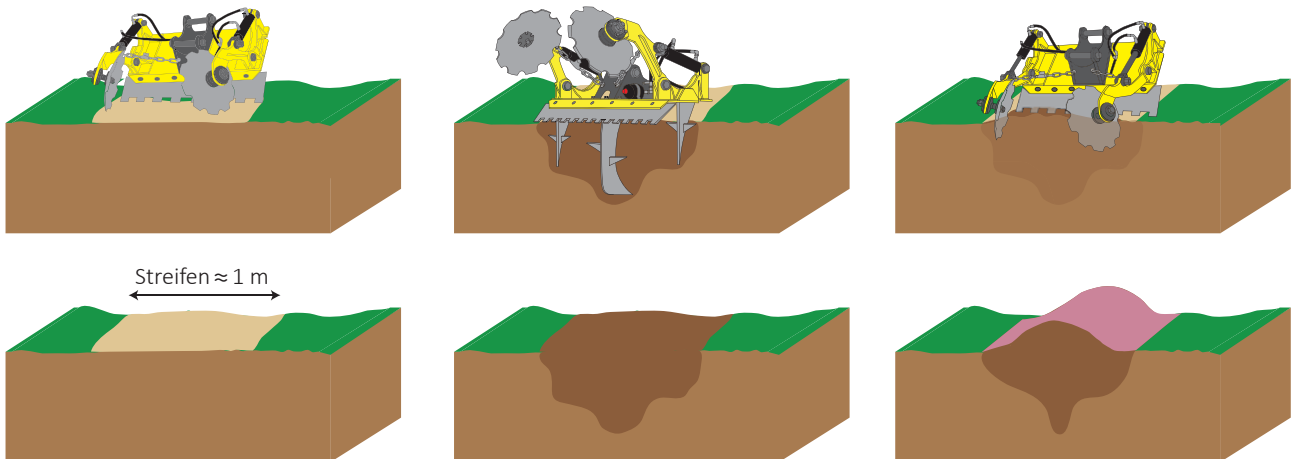
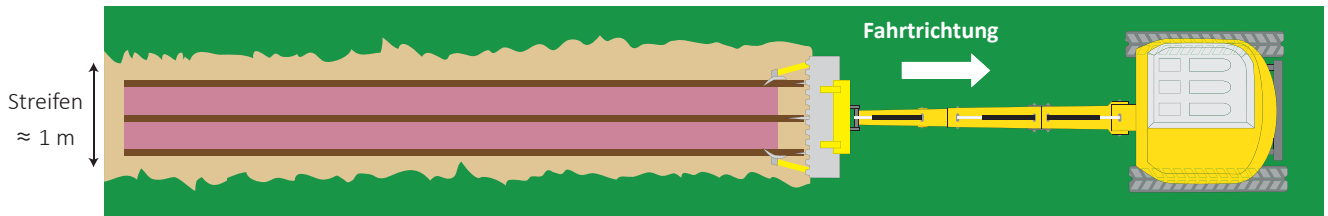
Bodentyp : starker Nassboden

Modalitäten : in Streifen oder in Pflanzlöchern

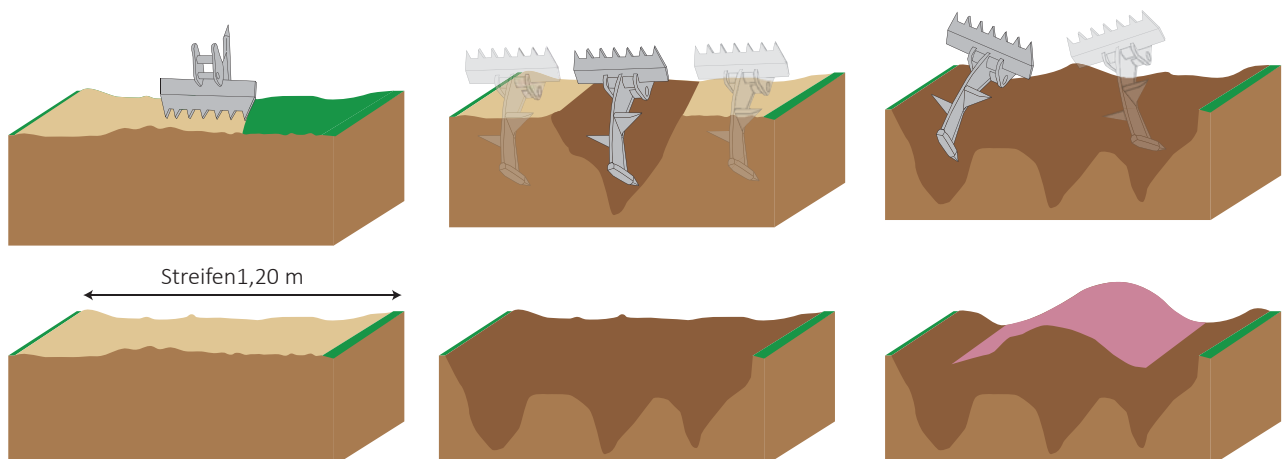
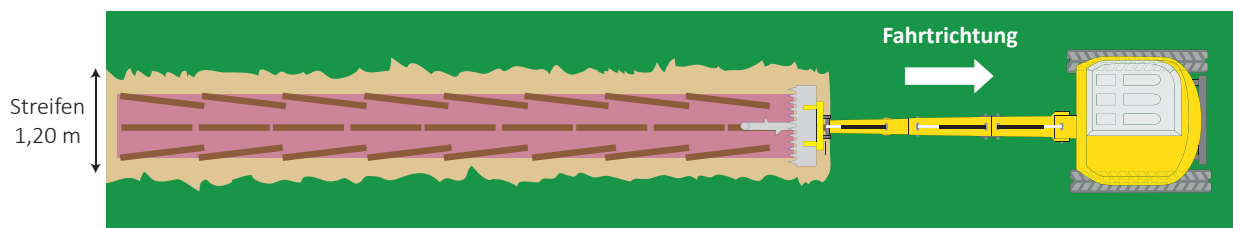
o 3B®-Technik mit Rodungszinke auf einem Bagger

Verwendetes Werkzeug :

- DB10® auf einem Bagger
 - Erste Maßnahme: Unkrautbekämpfung
 - Zweite Maßnahme: Unterbodenlockerung in einem Durchgang
 - Dritte Maßnahme: mittels Scheiben Bildung eines Furchenrückens (Bombierung)

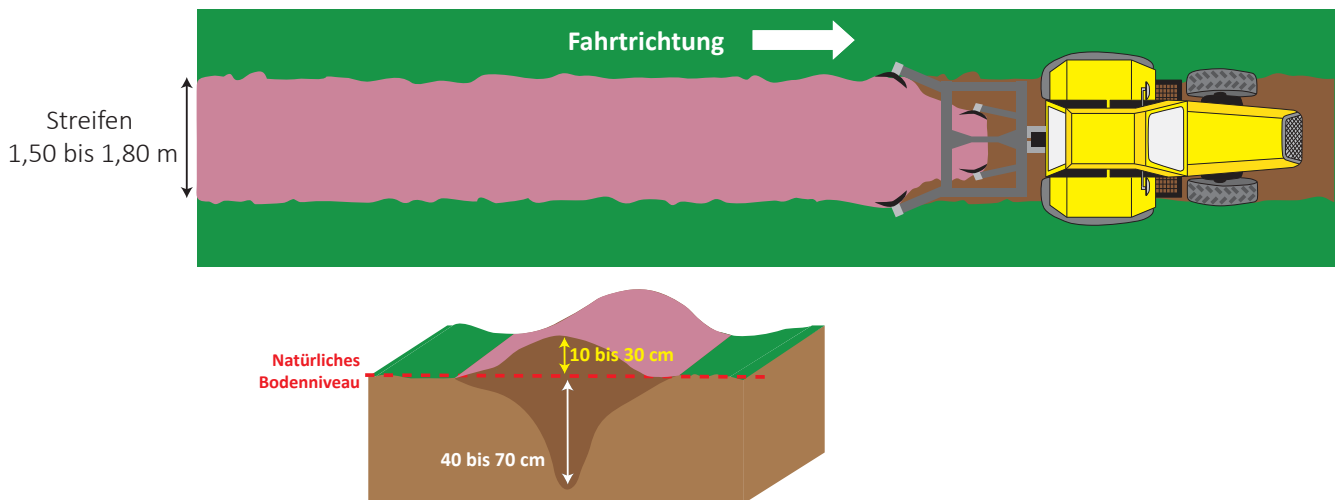


- Sous-Soleur Multifonction® und Modul'D® auf Bagger :
 - Erste Maßnahme: Unkrautbekämpfung
 - Zweite Maßnahme: Unterbodenlockerung in drei Durchgängen
 - Dritte Maßnahme: mittels der Zinke Bildung eines Furchenrückens (Bombierung)



o **Anwendung der 3B®-Technik mit traktorgezogenem Culti 3B®**

- 2 Durchgänge in der gleichen Fahrtrichtung. Beim ersten Durchgang wird der Boden aufgebrochen, beim zweiten der Furchenrücken gebildet.



6. Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Vegetation

Vegetation	Effekt
Adlerfarn	⇒ Einzel verwendet sind die Untergrundlockerer (Sous-Soleur Multifonction®, Décompacteur forestier®, Culti 3B®) unwirksam ⇒ Der Scarificateur Réversible® ist das ideale Werkzeug zur Bekämpfung des Adlerfarns, allein oder in Kombination. Er ermöglicht eine tiefe Extraktion der Wurzelstöcke (40 – 60 cm) bei begrenzter Bodenentnahme
Brombeersträucher	⇒ Die Unterbodenlockerung ist zur Eindämmung von Brombeersträuchern nützlich. Deren vollständige Zerstörung ist allerdings nicht wünschenswert, da das Aufkommen anderer Pflanzen wie Gräser verhindert würde
Gräser	⇒ Unterbodenlockerung allein ist bei der Beseitigung von dichtem Wurzelfilz von Gräsern unwirksam. Gezogene Untergrundlockerer erfordern eine Vorbehandlung der Vegetation, vor allem wenn diese dicht ist
Besenginster	⇒ Die Bodenvorbereitung durch Unterbodenlockerung fördert tendenziell die Keimung des Ginsters (Samenvorrat)
Waldheidelbeere und das Heidekraut	⇒ Waldheidelbeere und Heidekraut werden durch vorbereitende Unterbodenlockerung nicht beseitigt ⇒ Der Scarificateur Réversible® ermöglicht eine wirksame Eindämmung der beiden Konkurrenzvegetationen
Gehölze	⇒ Keine besonderen Auswirkungen

Technisches REGE-Blatt Nr. 4

Die Behandlung der Baumstümpfe



Inhaltsverzeichnis

1. Rahmen	3
2. Werkzeuge	4
<i>a. Stutzen oder Einebnung der Baumstümpfe</i>	<i>4</i>
<i>b. Extraktion und Zerstören von Baumstümpfen</i>	<i>6</i>
3. Die Maschinen	7
4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine	9
5. Vorsichtsmaßnahmen	10
6. Vorbeugung gegen Pflanzenbefall	10

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Rahmen

Die Behandlung von Baumstümpfen umfasst deren Einebnung oder Extraktion nach einem Kahlschlag oder in Parzellen mit Sturmschäden (Wurzelteller nach Windbruch). Sie kann auch mit Schwaden kombiniert werden.

Die **Einebnung** wird durchgeführt, um den Maschinenverkehr auf der Parzelle oder örtlich stärker eingegrenzt auf den künftigen Pflege- und Bewirtschaftungsschneisen zu erleichtern. Die **Extraktion der Baumstümpfe** kann zur vorbeugenden Rüsselkäferbekämpfung, im Vorfeld von Arbeiten zur **Auflockerung** des Bodens (Unterbodenlockerung) oder im Fall von Baumstümpfen mit sehr kräftigem Nachwuchs (Pappeln, Edelkastanie) durchgeführt werden.



Zum besseren Verständnis des Blattes konsultieren Sie bitte die Gebrauchsanleitung, in der die einzelnen Rubriken ausführlich beschrieben sind.



Die Extraktion von Baumstämmen ist teuer und wirkt sich stark auf das Milieu aus. Sie darf nur nach reiflicher Überlegung und in minimalem Ausmaß durchgeführt werden.

Vorteile

<i>Forstwirtschaft</i>	<i>Boden</i>	<i>Milieu</i>
• Erleichtert die Arbeit der Pflanze : Reihenausrichtung und Einsetzen der Setzlinge • Erleichterung des späteren Fahrens mit Maschinen auf den künftigen Bewirtschaftungsschneisen	• Extraktion : ermöglicht die vollflächige Unterbodenlockerung verdichteter Böden	• Vorbeugende Bekämpfung der Vermehrung des Rüsselkäfers (Brut) nach Kahlschlag von Nadelholz

Nachteile

<i>Forstwirtschaft</i>	<i>Boden</i>	<i>Milieu</i>
• Hohe Kosten	• Extraktion : Störung der Bodenhorizonte aufgrund der Rodung der Wurzeln	• Entzug von organischem Material bei Verwertung als Energieholz



2. Werkzeuge

Für die Behandlung von Baumstümpfen können zwei Techniken empfohlen werden: das Stutzen (oder Einebnen) und die Extraktion.

a. Stutzen oder Einebnen der Baumstümpfe

Diese Technik besteht darin, die Höhe des Baumstumpfs auf Bodenniveau oder sogar etwas darunter zu reduzieren, wobei die Tiefe des Eingriffs von der gewählten Ausrüstung abhängt. Sie ist bei Parzellen voller Baumstümpfe gerechtfertigt, deren Höhe ein Hindernis für die **Wiederbepflanzung** oder die **Mechanisierung** der Pflege darstellt.

Zum Stutzen können die verschiedensten Werkzeuge und Werkzeughalter verwendet werden.

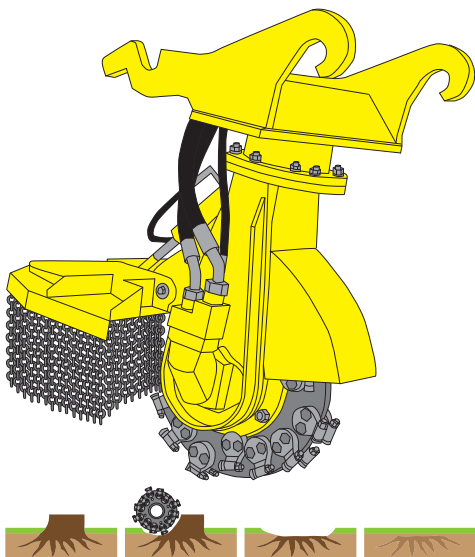
Vorteile

- Belässt die Wurzeln an ihrem Ort: keine Störung der Horizonte, kein Entfernen organischen und mineralischen Materials
- Zerteilung in kleinere Stücke : schnellere Zersetzung

Nachteile

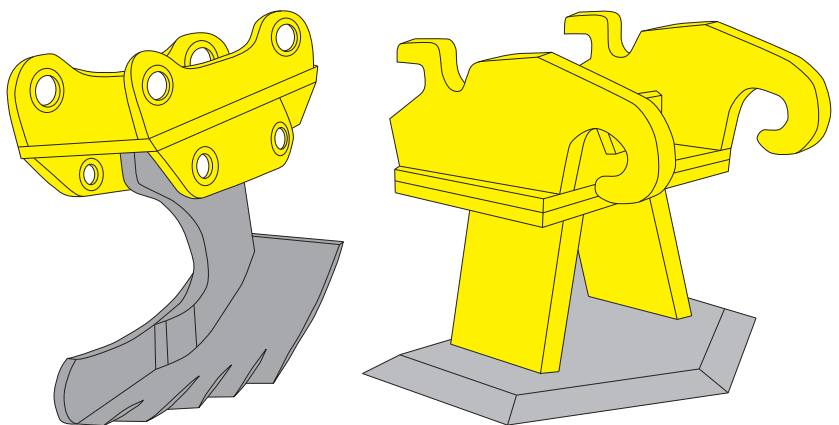
- Langsam, wenn mittels auf Minibagger oder Bagger montierter Werkzeuge durchgeführt

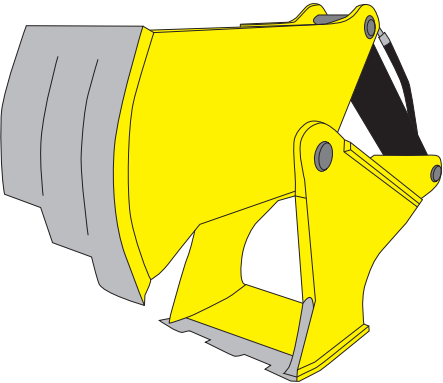
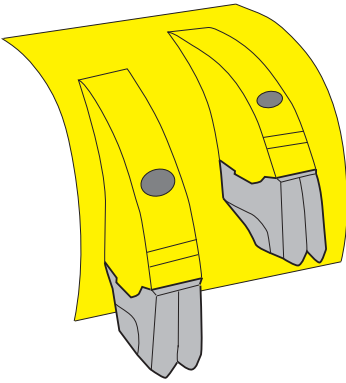
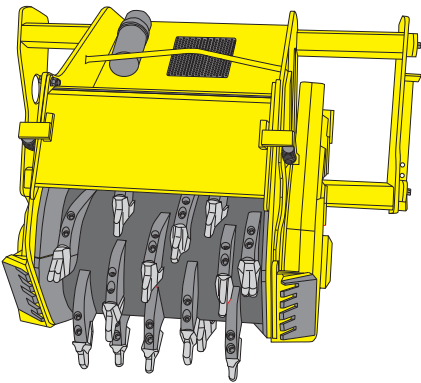
Vertikales Rundmesser („Wurzelstockfräse“)



Einsatz überwiegend für die Baumpflege in Städten und an Straßen

Hobelmesser



Wurzelstockscherer	Kreiselmulcher mit feststehenden Zinken	Fräsen
 Scharfkantige Backen durchtrennen den Baumstumpf in Bodenhöhe oder etwas darunter	 Einsatz der Technik meist in Kombination mit der Behandlung von Schlagabraum	 Technik meist mit flachgründiger Bodenbearbeitung kombiniert



Fräse 70 cm breit



Weitere Informationen zum Schlegelmäher mit festen Zinken und zu Fräsen finden Sie in den Blättern **Häckseln** und **Bodenbearbeitung**.

b. Extraktion und Zerstören von Baumstümpfen

Diese Maßnahme umfasst das Herausziehen des Baumstumpfs und seiner Hauptwurzeln aus dem Boden. Sie ist insbesondere nach einem kürzlich erfolgten Kahlschlag von Nadelholz oder im Rahmen der **Bereinigung** einer durch Windbruch beschädigten Parzelle zu **gesundheitlichen Zwecken** zu empfehlen. Die verwendeten Werkzeuge erfordern den Einsatz eines Baggers.

Mit bestimmten Werkzeugen zur Unterbodenlockerung, etwa dem Sous-Soleur Multifonction® oder dem Bident Maillard®, können gelegentlich ebenfalls Baumstümpfe entfernt werden.

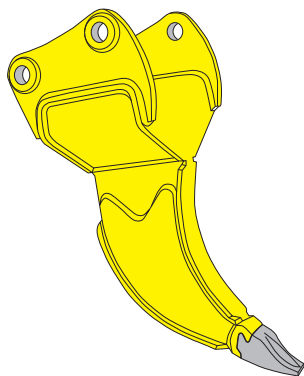
Vorteile

- Vorbeugende Behandlung gegen Rüsselkäfervermehrung
- Begrenzung der Ausbreitung von pathogenen Pilzen (z. B. **Zunderschwamm** auf Fichte)
- Behandlung von Wurzeltellern nach Windbruch in beschädigten Parzellen

Nachteile

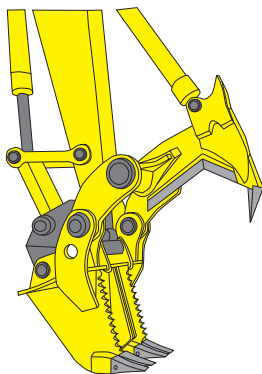
- Störung der Bodenhorizonte in Tiefen von manchmal über einem Meter mit der Gefahr einer lokalen Störung der Bodenfruchtbarkeit
- Verlagerung und Entfernen von Humus und Erde
- Langsame, kostspielige Technik
- Mulden im Boden: Gefahr von Vernässung, Absackung und verminderter Befahrbarkeit für Maschinen

Felsabtragszinke

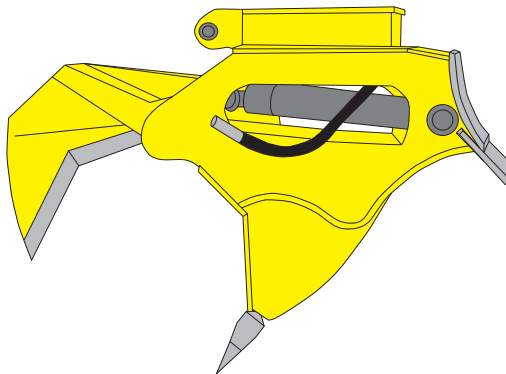


Extraktion des Baumstumpfs mithilfe einer großen Zinke, die einige Wurzeln mit ausreißt

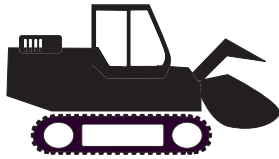
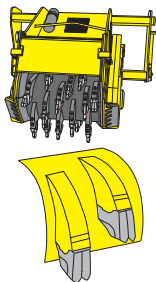
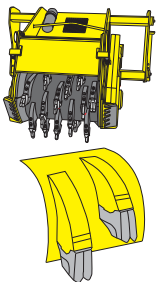
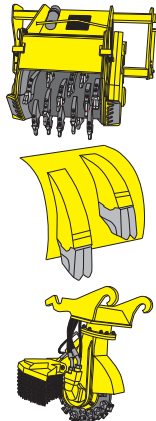
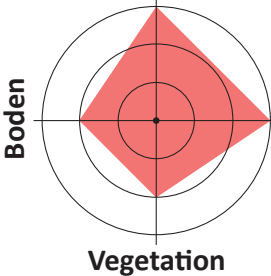
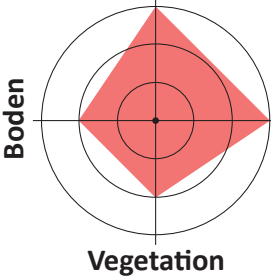
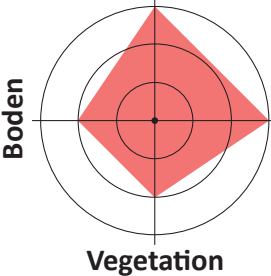
Baumstumpfzange

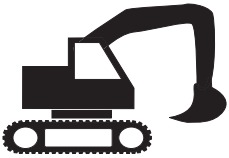
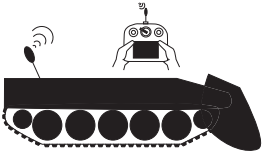
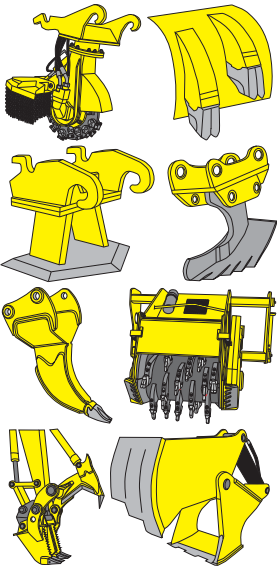
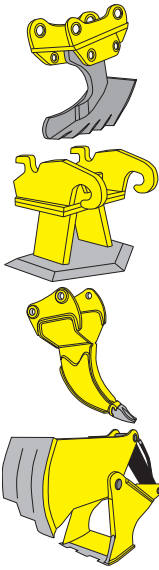
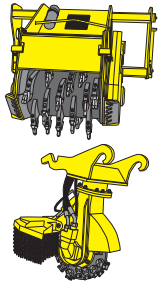
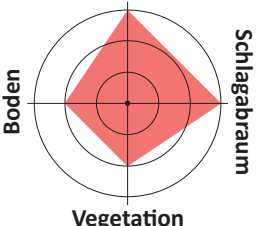
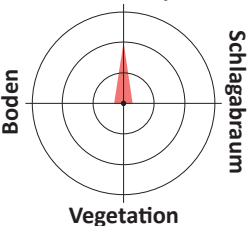
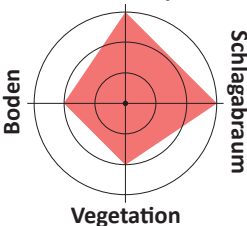
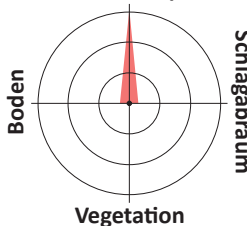


Mit Krallen versehene Zange, mit der die Hauptwurzeln von der Seite und von unten her abgerissen, zerschnitten und bewegt werden können. Ermöglicht die Verarbeitung von Wurzeltellern nach Windbruch

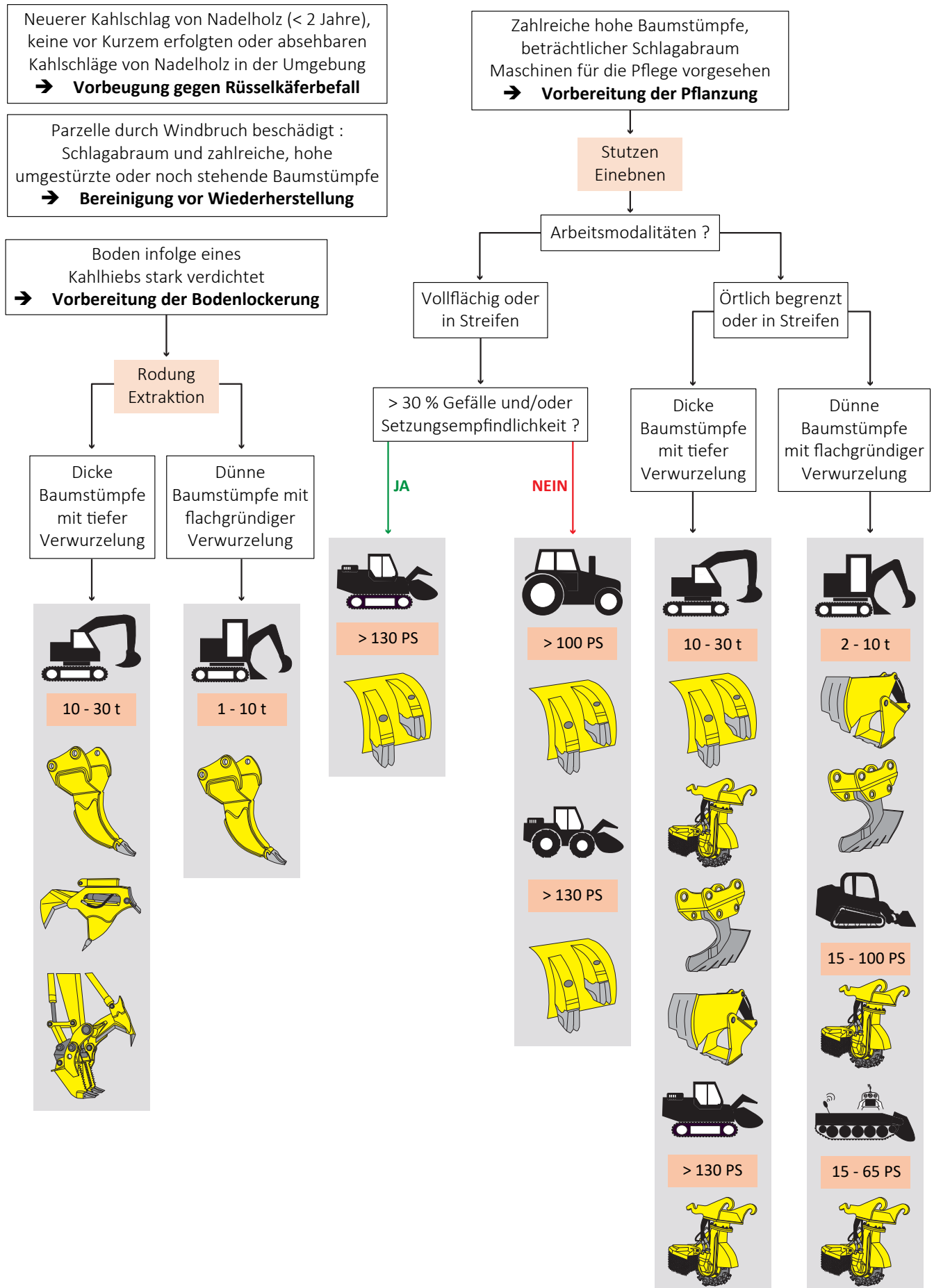


3. Die Maschinen

	Traktor	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Rädern	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten
			
			
	Stutzen/Einebnen		
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Boden Schlagabraum Vegetation	Baumstümpfe  Boden Schlagabraum Vegetation	Baumstümpfe  Boden Schlagabraum Vegetation
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Tragfähige Böden Felsige Hindernisse	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse
Gefälle	< 30 %	-	< 100 % (< 57 % abfallend)
Arbeitsmodalitäten	 		
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko		Verringerte Spurtiefe
	± 1.500 g/cm ²	-	± 350 g/cm ²
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt		Mittels Lkw
Leistung	100 – 500 PS	130 – 500 PS	130 – 650 PS

	Bagger	Minibagger	Kompaktlader	Ferngesteuert
				
				
	Stutzen/Einebnen ODER Rodung/Extraktion		Stutzen/Einebnen	
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation
Geeignete Milieus	Empfindliche Böden Hindernisse (Felsen, sperriger Schlagabraum)	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen: Anreicherungsplätze usw.		
Gefälle	< 70 %	< 58 %	< 35 %	< 120 %
Arbeitsmodalitäten	  			
Auswirkungen auf den Boden	Verringerte Spurtiefe			
	± 250 – 450 g/cm ²	± 300 g/cm ²	± 300 – 440 g/cm ²	± 200 g/cm ²
Fortbewegung	Mittels Lkw			Mittels leichtem Nutzfahrzeug, sofern das Gewicht Anhänger + Maschine < 3,5 t
Leistung	Stutzen: 10 – 30 t Extraktion: 10 – 80 t	2 – 10 t	15 – 200 PS	15 – 65 PS

4. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



5. Vorsichtsmaßnahmen

Beim Einsatz sind folgende Hinweise zu beachten :

- o Zur Begrenzung von Verdichtung und Spurrillenbildung auf **tragfähigem** und **oberflächentrockenem** Boden arbeiten

Bei Stutzen/Einebnen mittels Häcksler :

- o Nicht in der **Wurf- und Schlupfzeit** (März bis Juni) eingreifen : hohes Risiko der Vernichtung von Würfen oder Bruten
- o Nach einem Kahlschlag **systematisches vollflächiges** Häckseln von Parzellen nicht ohne vorherige Prüfung der Notwendigkeit eines Eingriffs und gegebenenfalls des passenden Gerätetyps. Je nach Pflanzschema Möglichkeit streifenweisen oder lokal begrenzten Häckselns

Bei Extraktion/Zerstören von Baumstümpfen :

- o Von Baumstumpfextraktionen auf **flachgründigen** und **sauren, nährstoffarmen Böden** wird dringend abgeraten : massiver Entzug organischer Substanz und Gefahr der Vermischung von Bodenhorizonten
- o Vorrangig in Beständen mit **Gesundheitsrisiko** ernten
- o Auf **eingeschränktes Entfernen von Baumstümpfen** sowie des gesamten Schlagabraums achten: Bedeutung des Totholzes für die Rückführung organischer Substanz in den Boden, Begrenzung der Erosion (kahler Boden ist anfälliger). Optimale Totholzmenge für die Biodiversität : 30 m³/ha
- o **Nicht in Trockenperioden** arbeiten, damit die Verfestigung der Erde um die Wurzeln herum begrenzt bleibt
- o **Kein** Roden der Baumstümpfe **an Wasserläufen** : Zerstörung von Lebensräumen, Destabilisierung der Uferböschungen

6. Vorbeugung gegen Pflanzenbefall

Das Belassen von Schlagabraum kann in manchen Fällen ein Gesundheitsrisiko für zukünftige oder umliegende Bestände darstellen.

Schädlinge	Wirte	Schäden	Abhilfe
Hornissen-Glasflügler <i>Aegeria apiformis</i>	Alter Pappelbestand	Beeinträchtigung des Bodenstücks	Mögliche Massenvermehrung durch Baumstümpfe nach der Abholzung: Roden der Baumstümpfe in Betracht ziehen
Rüsselkäfer <i>Hylobius abietis</i>	Bevorzugt auf Kiefern- und Fichtenstümpfen	Schädling an jungen Douglasien- und Lärchensetzlingen: Rindenbiss manchmal bis zur Ringelung: Absterben oder Verformung des Setzlings	Baumstümpfe zerstören und trocknen lassen Die Baumstümpfe als Energieholz entnehmen
Hallimasch <i>Armillaria sp.</i>	Alle Baumarten	Kreisförmiges Absterben, dann Baumtod	Schlagabraum nicht zerstreuen
Rotfäule Gemeiner Wurzelschwamm – <i>Heterobasidion annosum</i>	Douglasie, Fichte, Strandkiefer und Küstentanne	Rotfäule des Holzkerns und der Wurzeln. Absterben der Stämme, manchmal bis zum Baumtod	Bei Wiederaufforstung mit Nadelholz: systematisches Roden der Baumstümpfe (kostspielig)

Technisches REGE-Blatt Nr. 5

Die Eingriffe in die Begleitvegetation

Bodenvorbereitung und Pflege der Regeneration



Inhaltsverzeichnis

1. Rahmen	3
2. Zusammenfassende Tabelle der empfohlenen Werkzeuge und Techniken	4
3. Die Gräser	5
a. <i>Allgemeines</i>	5
b. <i>Werkzeuge und Techniken</i>	6
c. <i>Die Maschinen</i>	9
d. <i>Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine</i>	11
4. Der Adlerfarn	13
a. <i>Allgemeines</i>	13
b. <i>Werkzeuge und Techniken</i>	14
c. <i>Die Maschinen</i>	18
d. <i>Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine</i>	19
5. Der Brombeerstrauch	20
a. <i>Allgemeines</i>	20
b. <i>Werkzeuge und Techniken</i>	21
c. <i>Die Maschinen</i>	23
d. <i>Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine</i>	24
6. Heidekraut und Waldheidelbeere	25
a. <i>Allgemeines</i>	25
b. <i>Werkzeuge und Techniken</i>	26
c. <i>Die Maschinen</i>	28
d. <i>Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine</i>	29
7. Die Gehölze	30
a. <i>Allgemeines</i>	30
b. <i>Werkzeuge und Techniken</i>	31
c. <i>Die Maschinen</i>	33
d. <i>Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine</i>	35
8. Vorsichtsmaßnahmen	36

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Rahmen

Die Begleitvegetation im Wald variiert je nach Region, Höhenlage, Exposition, Feuchtigkeitsgrad, Bodenbeschaffenheit, der jeweiligen Offenheit der Bestände und der Vorgeschichte der Kultivierung. Sie kann aus Schösslingen oder Wildlingen von Gehölz, halbverholzender Vegetation (Brombeerstrauch, Waldheidelbeere, Heidekraut usw.), Farnen und Gräsern in unterschiedlicher Qualität und unterschiedlichem Ausmaß bestehen. Die Begleitvegetation ist oft natürlich, kann aber auch durch bestimmte forstwirtschaftliche Arbeiten oder Anbaupraktiken gefördert werden.

Je nach vorhandenen Arten und Umfang der Begleitvegetation ist die Konkurrenz um Licht, Wasser und Mineralstoffe unterschiedlich stark ausgeprägt. Einige Arten weisen zudem biologische Besonderheiten auf, die sie widerstandsfähiger und damit konkurrenzstärker gegenüber der Regeneration machen (z.B. Wurzelstock des Farns).

Das Vorherrschen eines Vegetationstyps kann ein Hemmnis für die natürliche oder künstliche Regeneration darstellen.

Eine vernünftige Behandlung besteht aus dem Einsatz geeigneter Techniken und Werkzeuge zur Eindämmung der Vegetation. Dabei wird keine vollständige Beseitigung angestrebt, da sich dies in der Regel als kontraproduktiv erweist. Bei den Techniken ist zu unterscheiden, ob sie sich auf die **Bodenvorbereitung** oder auf die **Pflege** der Regeneration konzentrieren.



Zum besseren Verständnis des Blattes konsultieren Sie bitte die Gebrauchsanleitung, in der die einzelnen Rubriken ausführlich beschrieben sind.

Vorteile

Unmittelbar

- Bei verholzender Begleitvegetation möglicherweise Verringerung der Pflegekosten (Verlangsamung des Wachstums anderer Vegetationsarten)
- Besseres Anwachsen durch seitlichen Schutz (mikroklimatischer Effekt)
- Begrenzung des Vegetationsentwicklung mit starker Konkurrenzfähigkeit (Gräser, Farne)
- Schutz und Verbesserung des Bodens
- Verringerung von Wildschäden (Ausdünnungseffekt)

Künftig

- Natürliche Ausäutung des Bodenstücks, Umhüllung (Versengung, Wasserreiser)
- Barriere gegen Abholzungsschäden

Nachteile

Direkt

- Konkurrenz um Wasser und Mineralstoffe
- Konkurrenz um Licht (verlangsamtes Wachstum oder Absterben, Deformationen)
- Verletzungen durch scheuernde Sprossen
- Produktion von Substanzen, die die Keimung oder das Wurzelwachstum der Regeneration bei bestimmten Arten (Adlerfarn, Heidekraut) hemmen

Indirekt

- Abschirmung gegen die Keimung von Wildlingen
- Nagetierbehausung in Gräsern, Krankheitsherd für bestimmte Gehölze
- Zusätzliche Kosten für die Beseitigung oder Eindämmung bei einem Florawechsel (z. B. Gräser nach Farnen)

2. Zusammenfassende Tabelle der empfohlenen Werkzeuge und Techniken

Die folgenden Tabellen geben einen allgemeinen Überblick über die Wirksamkeit der verschiedenen Werkzeuge und Techniken für die Vegetation. Die Phasen „Bodenvorbereitung“ und „Pflege“ sind unterschiedlich.

Techniken	Werkzeuge	Vegetationstypen				
		Gräser	Adlerfarn	Brombeerstrauch	Waldheidelbeere Heidekraut	Gehölz
Rodung – Durchkämmen	- Scarificateur Réversible® - Pioche-Herse® - Unterbodenlockerer					
Manueller Abtrieb	- Motorsense - Rodehaken - Baumhippe					
Mechanischer Abtrieb	- Häcksler - Böschungsmäher					
Zermalmen – Brechen	- Bâtonneuse® - Brise-Fougère® - Manuelles Schlagen					
	Sylva Cass®					
Bodenbearbeitung	Flachgründig (< 30 cm Tiefe): <i>Skarifizierung, oberflächliche Bodenlockerung, Fräsen</i>	- Unterbodenlockerer - Cover-Crop - Gestrüppwalze				
	Fräsen					
	Tief (> 30 cm Tiefe): <i>Unterbodenlockerung, Pflügen</i>	- DB10® - Culti 3B® - Gezogener Untergrundlockerer - Sous-Soleur Multifonction® - Waldpflug				

Legende

Wirksamkeit	Vorbereitung des Bodens	Pflege
Optimal		
Gemischt <i>Wirksamkeit von kurzer Dauer (1 – 2 Jahre) und/oder abhängig von den Einsatzbedingungen</i>		
Ungünstig <i>Nachteilige Wirkungen, die die Entwicklung einer Sperrvegetation begünstigen oder verschärfen</i>		
Ungeeignet <i>Ohne Auswirkung auf die Eindämmung der Vegetation</i>		

3. Gräser

a. Allgemeines

Gräser sind für die Regeneration eine sehr problematische Gruppe, wenn sie **kontinuierliche** und **dichte** Matten bilden: Schmielen, Pfeifengras, Binsen, Seggen und Hainsimsen. Die wirksamsten Bekämpfungsmittel können nur im **Vorbereitungsstadium** eingesetzt werden. Sie wirken hauptsächlich auf die mehr oder weniger vollständige und vorübergehende Unterdrückung der Konkurrenz durch den Wurzelfilz der Gräser. In der Phase der **Pflege** ist das manuelle oder mechanische Schneiden von Gräsern keine wirksame Alternative. Denn dadurch wird die Reaktivität der Evapotranspiration entfesselt, die Dynamik aufrechterhalten und die Struktur gestärkt. Obendrein müsste man zur wirksamen Begrenzung der Evapotranspiration fünf bis sechs Mal im Jahr schneiden, was unrealistisch ist. Der Verzicht auf Eingriffe ist besser. So setzen die Gräser im Laufe der Zeit Samen an, trocknen aus und verlieren ihre Struktur.

Die Entwicklung einer Gräsermatte kann auf bereits vorhandene, für die Art günstige Standortbedingungen oder eine Veränderung der ursprünglichen Flora („Florawechsel“) zurückzuführen sein. Letzteres ist der Fall, wenn eine nicht grasartige, weniger konkurrenzstarke Flora (Gehölze, Brombeersträucher, Farne) zu stark durchreisert wird, was zu ihrer Beseitigung führt.

Draht-Schmiele		Besenried		Flutter-Binse			
							
FEUCHTIGKEITSniveau	Sehr trocken						
	Trocken						
	Ziemlich trocken						
	Frisch						
	Ziemlich feucht						
	Dauerfeucht						
	Ständig unter Wasser						
		Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig
		TROPHIENiveau					
Häufiges Auftreten: Grasland, Heideboden und Unterwuchs auf nährstoffarmen Böden							

							
FEUCHTIGKEITSniveau	Sehr trocken						
	Trocken						
	Ziemlich trocken						
	Frisch						
	Ziemlich feucht						
	Dauerfeucht						
	Ständig unter Wasser						
		Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig
		TROPHIENiveau					
Häufiges Auftreten: verbreitet in feuchten Wäldern und Wiesen, Mooren, an Moore angrenzenden Zonen							

							
FEUCHTIGKEITSniveau	Sehr trocken						
	Trocken						
	Ziemlich trocken						
	Frisch						
	Ziemlich feucht						
	Dauerfeucht						
	Ständig unter Wasser						
		Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig
		TROPHIENiveau					
Häufiges Auftreten: sehr häufig auf feuchten Wegen, Waldschlägen, verdichteten Böden							

¹ Die Ökogramme wurden nach dem Muster des Ökogramms in der Flore Forestière Française erstellt: 1 Plaines et collines (G. Dumé, C. Gu-berville, D. Mansion et J.C. Rameau, 1989), Hrsg. CNPF-IDF.

Vorteile

- Wildacker für Pflanzenfresser, insbesondere Hirsche
- Bodenabdeckung gegen Erosion

Nachteile

- Physisches Hindernis für die Keimung von Wildlingen und die Entwicklung des Wurzelsystems (Wurzelfilz)
- Starke Konkurrenz um Wasser und Mineralstoffe: dichte, flache Wurzelsysteme mit einer besseren Aufnahmekapazität als junge Wildlinge oder Setzlinge, insbesondere in der frühen Phase der Ansiedlung
- Konkurrenz um Licht in den ersten Jahren der Wildlingsentwicklung oder bei kleinen Setzlingen
- Biochemische Wirkung: Draht-Schmiele kann die Keimung und das Wachstum hemmen; Pfeifengras wirkt über die Hemmung der Mykorrhizen indirekt negativ allelopathisch
- Bildet ein günstiges Biotop für Nagetiere: Bau von Gängen, Schutz vor Räubern

b. Werkzeuge und Techniken

Flachgründige Bodenbearbeitung (< 30 cm)

Bodenvorbereitung

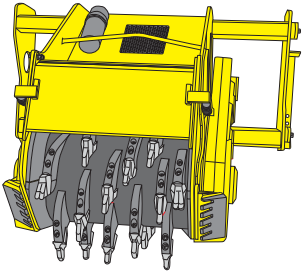
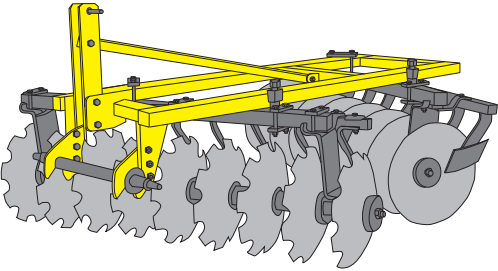
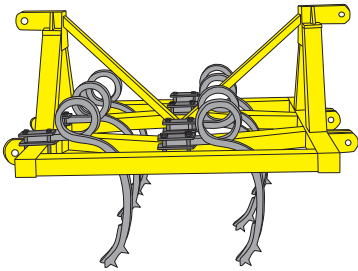


Pflege

Durch mehr oder weniger starkes Aufreißen, Unterpflügen oder Wenden des Bodens wirkt die flachgründige Bodenbearbeitung vorübergehend, da sie die Konkurrenz des Wurzelfilzes von Gräsern um Wasser und Mineralstoffe verringert. Dadurch wird die Ansiedlungsquote von Setzlingen erheblich verbessert und werden wesentlich günstigere Bedingungen für die Verwurzelung von Wildlingen geschaffen.

Das **Fräsen** des Bodens zerstört fast alle Gräser einschließlich der unterirdischen Teile. Die zerkleinerte Pflanzenmasse wird mit dem Boden vermischt und bildet ein optimales Bett für natürliche Regeneration und Anpflanzung. Bei Pfeifengras ist das Häckseln nur wirksam, wenn es bis in eine Tiefe von 3 bis 5 cm reicht. Der Samenvorrat kann die ursprüngliche Abdeckung jedoch relativ schnell wiederherstellen.

Die **Skarifizierung** und **oberflächliche Bodenlockerung** wirken durch Aufreißen des Wurzelfilzes, dem konkurrenzstärksten Teil der Pflanze. Ein oder zweimaliges, überkreuztes Bearbeiten mit Cover-Crop oder Unterbodenlockerer verringert die Konkurrenz der Gräser (zerstört sie aber nicht), sodass sich die Regeneration ohne Konkurrenz ansiedeln kann.

Fräse	Cover-Crop	Unterbodenlockerer
		

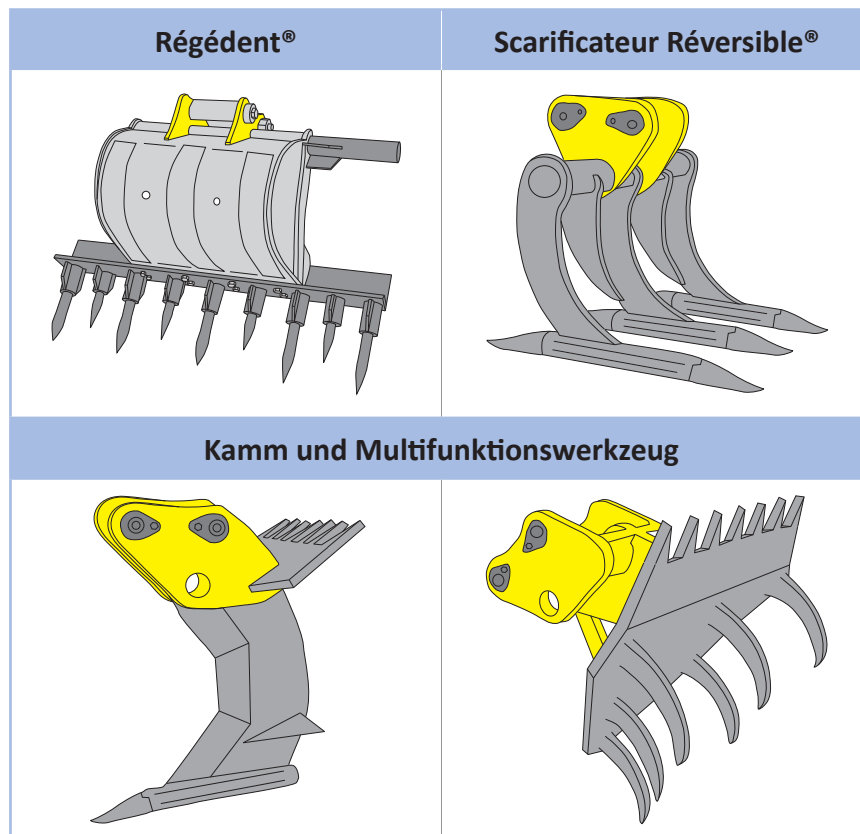


Weitere Informationen zu den Werkzeugen
finden Sie im Blatt **6 Bodenbearbeitung**.



Beim **Roden** oder Abtragen wird das gesamte Wurzelsystem extrahiert und aus dem Pflanzbereich entfernt, was erneutes Austreiben verhindert. Die Durchführung erfordert spezielle Skarifizierungswerkzeuge wie Scarificateur Réversible® oder Régédent®, oder multifunktionale Kammwerkzeuge wie Pioche-Herse® oder Sous-Soleur Multifonction®.

Diese Technik ist für **Pfeifengras** jedoch ungeeignet. Da die Art über ein sehr dichtes Wurzelsystem verfügt, nimmt sie bei der Rodung viel Erde mit.



Weitere Informationen zu den Werkzeugen finden Sie in den Blättern **2 Schwaden**, **3 Unterbodenlockerung** und **6 Bodenbearbeitung**,

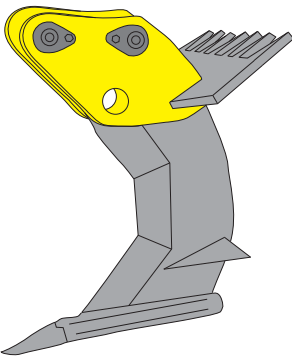
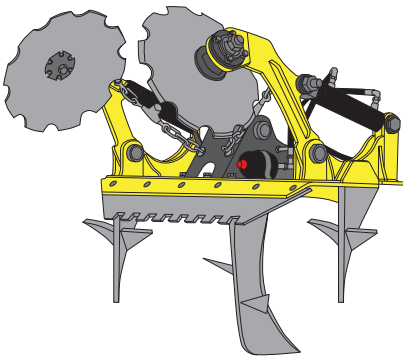
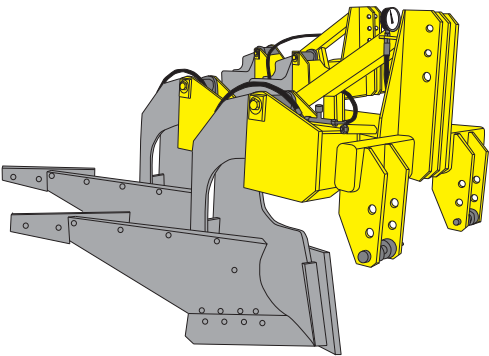


Gräser sind auf verdichteten Böden besonders begünstigt. Eine tiefe Bodenbearbeitung zielt daher darauf ab, diese günstigen Bedingungen zu reduzieren und gleichzeitig die Wurzelausbreitung der Regeneration zu verbessern.

Die **Unterbodenlockerung** wirkt, ohne das Bodenprofil zu stören, das **Pflügen** hingegen wendet den Boden und begräbt die Gräserflora unter sich. Auf vernässten Böden erzeugt das Befahren mit einem Waldpflug abwechselnde Furchen und Furchenrücken, die das Abfließen von überschüssigem Wasser fördern und das Wurzelsystem der Setzlinge leicht anheben. Auf sauren und wenig fruchtbaren Böden hat das Pflügen den Nachteil, dass mineralstoffarmes Material an die Oberfläche befördert wird.



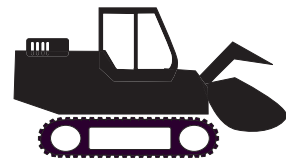
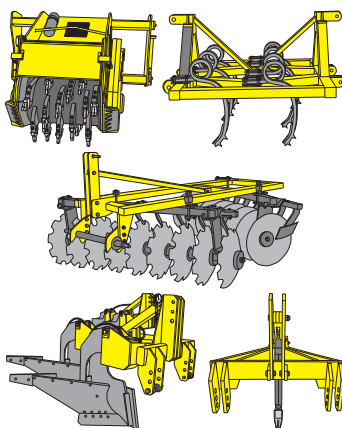
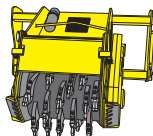
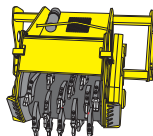
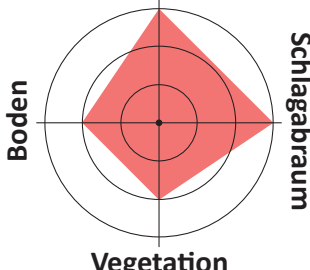
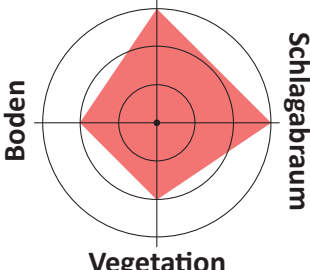
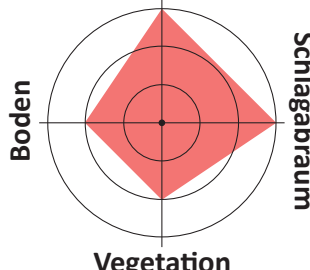
Gräserbearbeitung durch das Werkzeug DB10® bei einer Demonstration

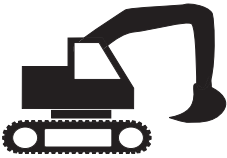
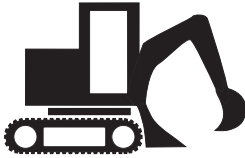
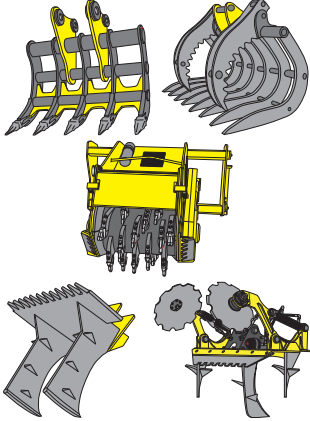
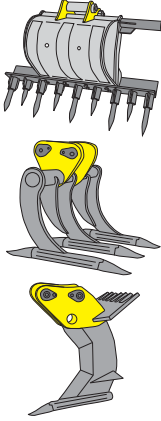
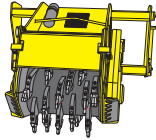
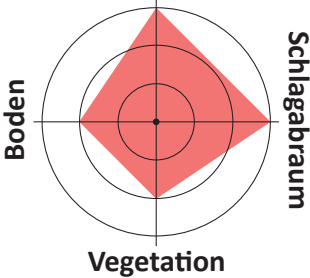
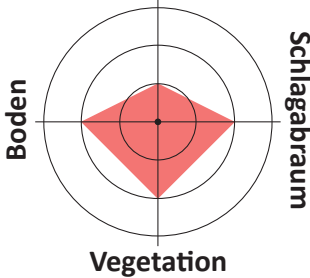
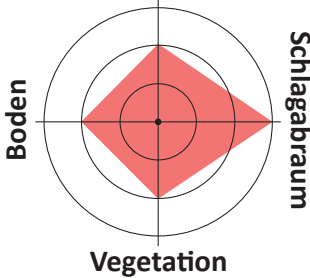
Sous-Soleur Multifonction®	DB10®	Waldpflug
		



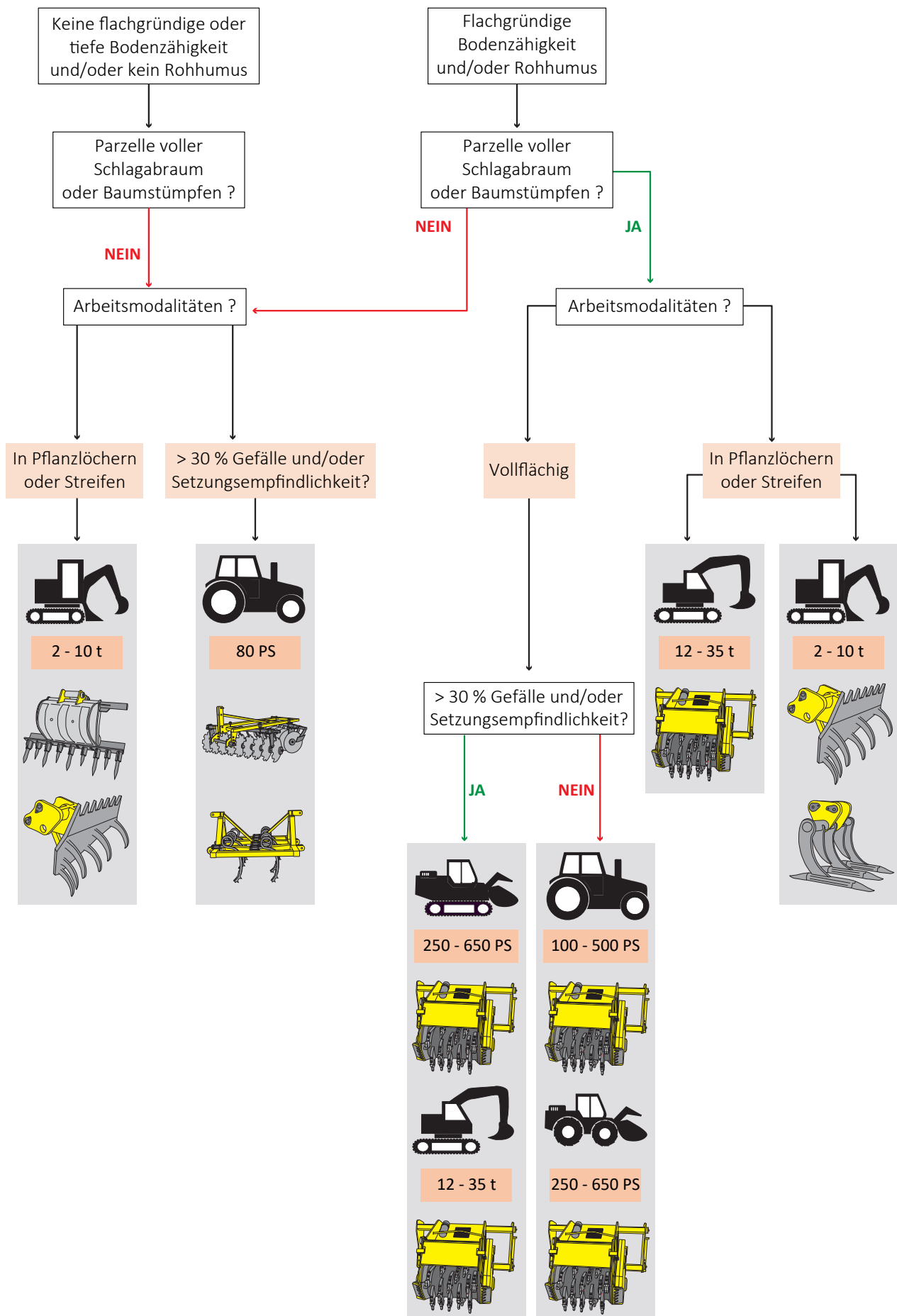
Weitere Informationen zu den Werkzeugen finden Sie in den Blättern **3 Unterbodenlockerung** und **6 Bodenbearbeitung**.

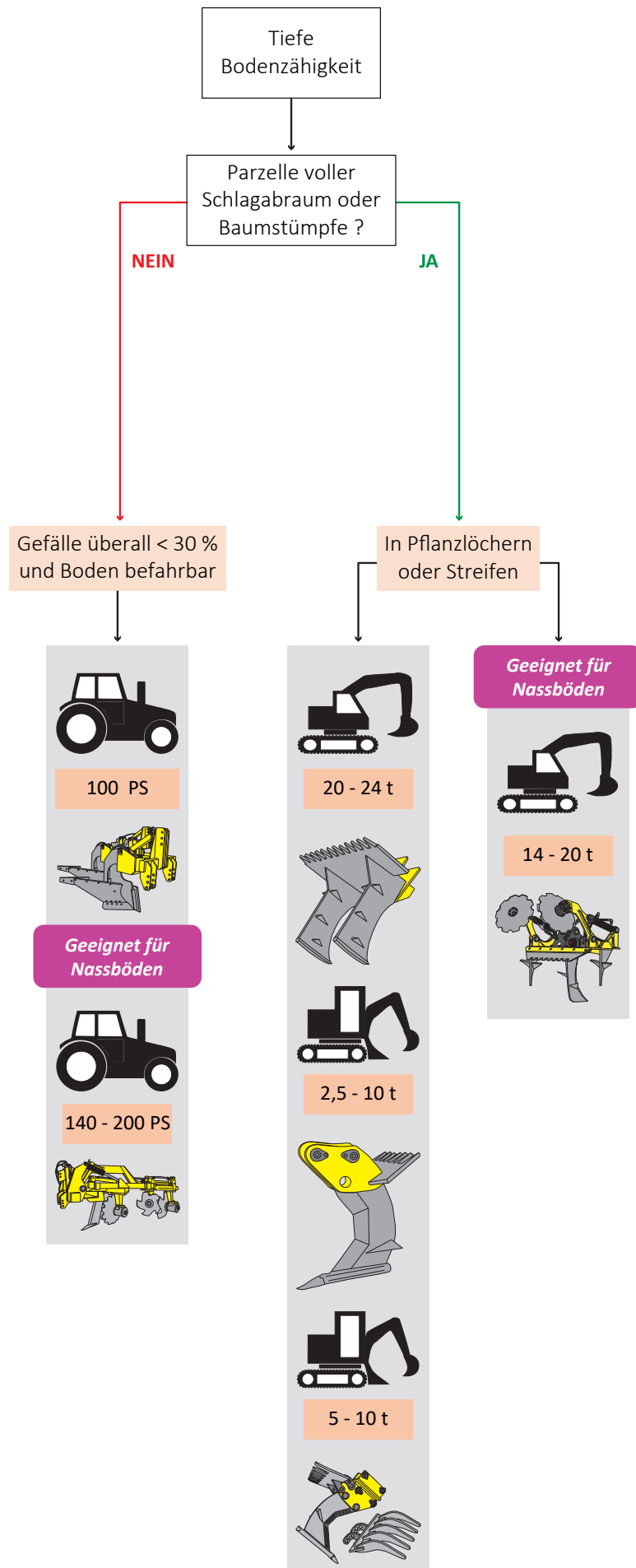
c. Die Maschinen

	Traktor	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Rädern	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten
			
			
	Flachgründige und tiefe Bodenbearbeitung	Flachgründige Bodenbearbeitung	Flachgründige Bodenbearbeitung
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Tragfähige Böden Felsige Hindernisse	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse
Gefälle	< 30 %	-	< 100 % (< 57 % abfallend)
Arbeitsmodalitäten			
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko		Verringerte Spurtiefe
	± 1.500 g/cm ²	-	± 350 g/cm ²
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt		Mittels Lkw
Leistung	80 – 500 PS	250 – 650 PS	

	Bagger	Minibagger	Kompaktlader
			
			
	Rodung / flachgründige und tiefe Bodenbearbeitung	Rodung / tiefe Bodenbearbeitung	Flachgründige Bodenbearbeitung
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation
Geeignete Milieus	Empfindliche Böden Hindernisse (Felsen, sperriger Schlagabraum)	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen : Anreicherungsplätze usw.	
Gefälle	< 70 %	< 58 %	< 35 %
Arbeitsmodalitäten	 Aktionsradius 360 ° und präzise Arbeit		
Auswirkungen auf den Boden	Verringerte Spurtiefe		
	± 250 – 450 g/cm ²	± 300 g/cm ²	± 300 – 440 g/cm ²
Fortbewegung	Mittels Lkw		
Leistung	Schwaden: 10 – 30 t Fräsen: 12 – 30 t Unterbodenlockerung: 14 – 24 t	Unterbodenlockerung: 2,5 – 10 t Bodenbearbeitung: 2 – 10 t	100 – 200 PS

d. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine





4. Adlerfarn

a. Allgemeines

Der Adlerfarn ist in saurem Milieu auf trockenen bis feuchten Böden sehr verbreitet und kann dort große Flächen bilden, die die natürliche oder künstliche Regeneration von Beständen hemmen.

Die Konkurrenz erfolgt sowohl oberirdisch als auch unterirdisch.

Die Wedel fangen viel Licht ab, und das beeinträchtigt die Regeneration. Wenn sie im Herbst zu Boden sinken, drücken sie diese unter ihrem Gewicht nieder. Außerdem führt die langsame Zersetzung der Wedel zu einer für die Ansiedlung natürlicher Regeneration problematischen Akkumulation organischer Substanz. Während der Vegetationsperiode scheiden sie Wachstumshemmer für andere Pflanzenarten aus.



Das Wurzelstocknetz ist strukturiert, tief und dicht (außer in stark verdichtetem oder sandigem Boden). Er konkurriert mit der Regeneration um Wasser, insbesondere um April und Mai, wenn der Bedarf der Pflanze am größten ist. Darüber hinaus ermöglicht das Wurzelstocksystem nach der Zerstörung des Farns durch Feuer, Frost oder Schnitt schnelles Nachwachsen neuer Wedel.

Bei der **Bodenvorbereitung** ist Bekämpfungstechniken der Vorzug zu geben, die sich gegen das Wurzelsystem richten. Bei der **Pflege** sind nur Maßnahmen zum Brechen und Zermalmen zu empfehlen, am besten mechanisch, da manuelle Eingriffe bei einer hohen Farndichte mühsam sein können.



FEUCHTIGKEITSNiveau	Sehr trocken	Trocken	Ziemlich trocken	Frisch	Ziemlich feucht	Dauerfeucht	Ständig unter Wasser
TROPHIEniveau							
	Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig	

Häufiges Auftreten: sehr verbreitet auf nährstoffarmen, trockenen und feuchten Böden

Vorteile

- Speichert beim Kahlhieb Elemente wie Phosphor, Kalium und Magnesium in seinen Wurzelstöcken und begrenzt deren Versickern im Boden
- Behindert das Wachstum von Gräsern, die stärker um Wasser konkurrieren
- Schützt Wildlinge und junge Setzlinge vor austrocknenden Winden, Frost und direkter Sonneneinstrahlung

Nachteile

- Physisches Hindernis: dichte, homogene Matte aus Wedeln. Flachgründiges Wurzelgeflecht, das die Keimung von Waldsaat am Boden verhindert
- Konkurrenz um Wasser und Mineralstoffe: dichtes und tiefes Wurzelstocknetz
- Konkurrenz um Licht: Schatten durch ausladende Wedel (Höhe bis über 2 m)
- Brandgefahr bei vertrockneten Wedeln im Frühjahr
- Gefahr des Niederdrückens und der Verformung von Wildlingen und Setzlingen: in der Vegetationsperiode nach starken Regenfällen oder im Herbst beim Verwelken
- Hemmt die Keimung empfindlicher Arten (Waldkiefer und Espe)
- Sonstige Gefahren: Forstpflanzen sind schmackhafter als Adlerfarn → Massierung von Verbisschäden; Produktion von für Menschen krebserregenden Stoffen

b. Werkzeuge und Techniken

Rodung

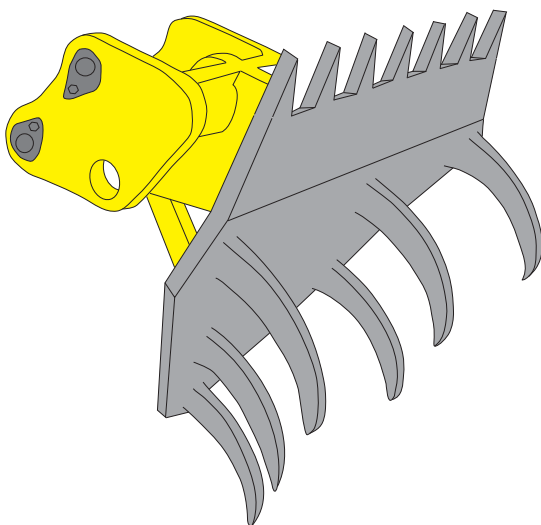
Bodenvorbereitung



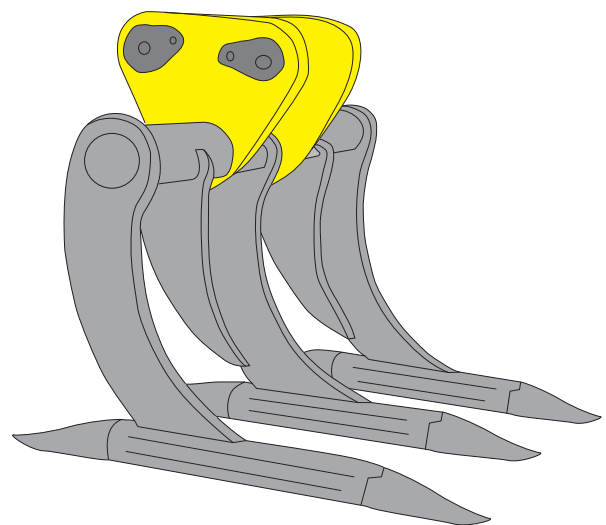
Pflege

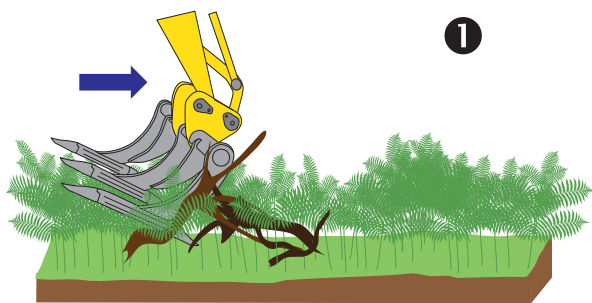
Die **Rodung der Wurzelstöcke** ist die nachhaltigste Maßnahme, da sie bis zu 6 Jahre Durchreisung ersparen kann. Mit der Pioche-Herse® können oberirdische Wurzelstöcke entfernt werden, während der Scarificateur Réversible® auch tiefere Wurzelstöcke erreicht (siehe die folgende Abbildung). Beide Werkzeuge eignen sich zur Bodenvorbereitung in Plätzen oder Streifen und führen gleichzeitig eine Unterbodenlockerung durch.

Pioche Herse®

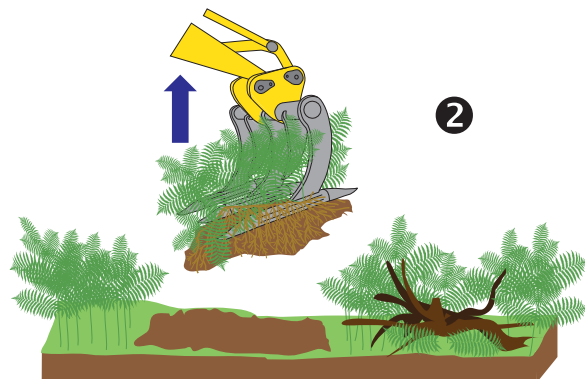


Scarificateur Réversible®

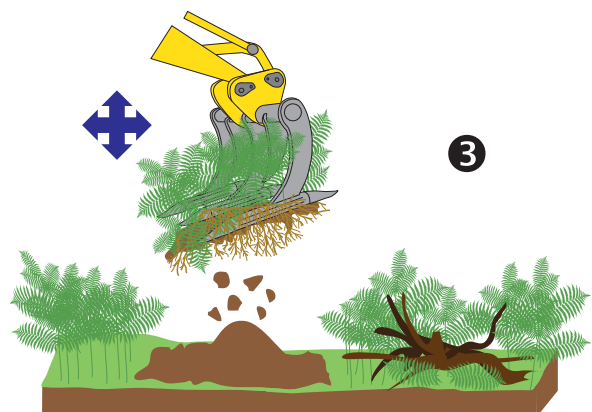




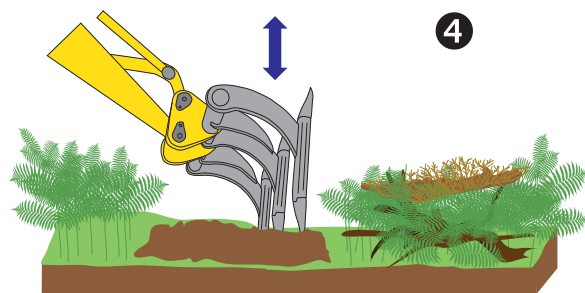
1



2



3



4

- 1 Befreiung des Bodens von für den Eingriff hinderlichem Schlagabraum und Steinen
 - 2 Einführen des Werkzeugs in den Boden und Extraktion der Wurzelstöcke durch Anheben
 - 3 Schütteln des Scarificateur Réversible® zur Verringerung der Bodenentnahme und Ablegen des Haufens parallel zur Arbeitsrichtung
- Die Schritte 2 und 3 können mehrmals wiederholt werden, damit möglichst viele Wurzelstöcke entfernt werden
- 4 Unterbodenlockerung durch Eindringen des Maulwurfs des Werkzeugs in 40 bis 60 cm Tiefe

(nach INRA)



Extraktion der Adlerfarn-Wurzelstöcke mit dem Scarificateur Réversible® bei einer Demonstration



Weitere Informationen zu dieser Technik finden Sie im vom INRA erstellten Blatt zum Scarificateur Réversible® : <https://www6.inrae.fr/renfor/Ressources/Fiches-techniques>



Das Zermalmen oder Brechen von Farnwedeln verfolgt den Zweck, die oberirdische Konkurrenz der Pflanze zu verringern, ohne sie abzuschneiden, damit sie nicht mit der Bildung neuer Triebe reagiert. Der Bruch der Wedel reduziert die photosynthetische Funktion der Pflanze und schränkt das Nachwachsen im selben Jahr ein.

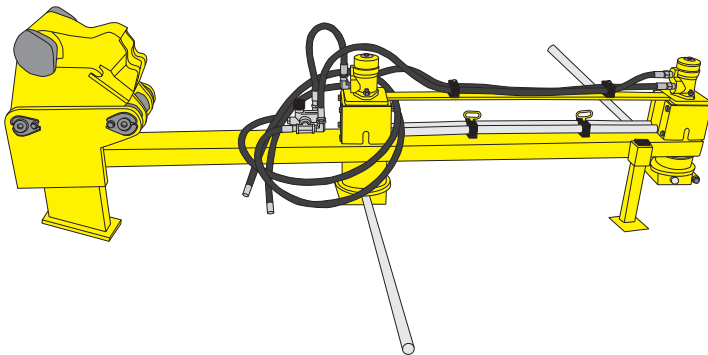
Bei der Bodenvorbereitung erfolgen die Eingriffe mittels Brise-Fougère®-Walze oder mechanischer Bâtonneuse®.

Bei der Pflege werden die Arbeiten entweder gezielt manuell durch Schlagen (Stock oder flache Seiten einer Rodehakens) oder mittels der mechanischen Bâtonneuse® durchgeführt.

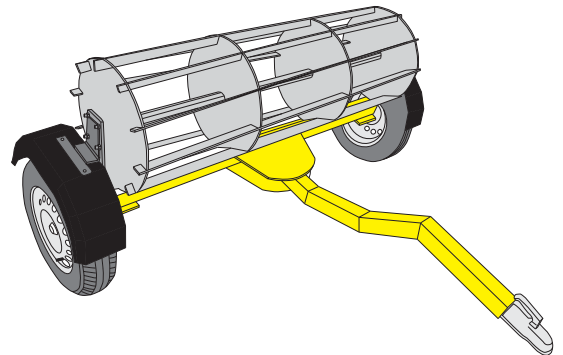


Bei einer geringen Dichte an Farnen neigt die mechanische Bâtonneuse® dazu, die Entwicklung von Gräsern zu fördern.

Bâtonneuse® mit rundem Querschnitt



Brise-Fougère®-Walze



Manuelles Schlagen



Manueller Abhieb

Bodenvorbereitung



Pflege

Die Durchreiserung des Adlerfarns mittels Motorsense ist eine effektive Methode, deren Wirkung jedoch nur kurz anhält. Das Abtrennen der Wedel hat das Nachwachsen aus den Wurzelstöcken zur Folge. Der Zeitpunkt des Eingriffs bestimmt die Reaktion des Farns: Ein zu früh erfolgter Eingriff (Mai/Juni) führt zu starkem Nachwachsen und erfordert einen zweiten Eingriff im Sommer; bei einem zu späten Eingriff (Ende Juli/Anfang August) besteht die Konkurrenz zu lange. Der beste Zeitpunkt ist Ende Juni – Anfang Juli.

Bodenbearbeitung

Bodenvorbereitung



Pflege

Die Behandlung des Adlerfarns durch **oberflächliche Bodenlockerung**, Cover-Crop oder Unterbodenlockerer erreicht in der Regel nicht das tiefe Wurzelstocksystem, das sich auf lockeren Böden entwickelt hat. Auf flachgründigeren oder lehmigen Böden kann es vorkommen, dass das Gerät die Wurzelstöcke durchtrennt, ohne ihre Vitalität zu beeinträchtigen, da diese über eine starke Regenerationsfähigkeit verfügen. Die Beseitigung des Problems erfolgt also oberirdisch und hält nur kurz an.

Die Bearbeitung des **tiefen Bodens**, z. B. durch Pflügen, kann zur Behandlung von Verdichtungsproblemen gerechtfertigt sein, wirkt sich aber aus den oben genannten Gründen nur vorübergehend auf den Farn aus.

Mechanischer Abhieb

Bodenvorbereitung

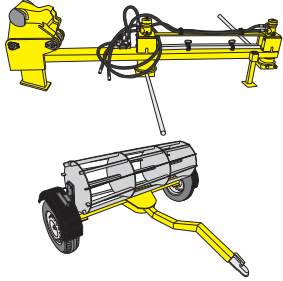
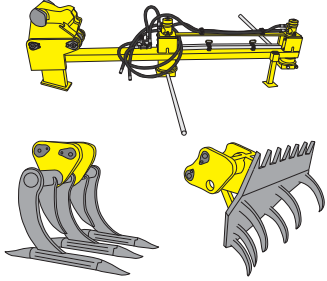
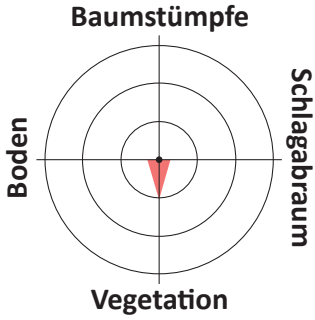
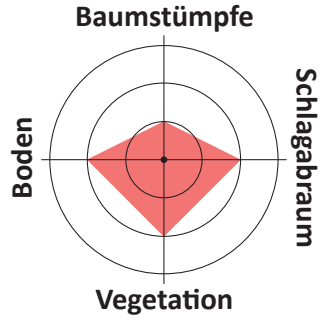


Pflege

Das **mechanische Abschneiden** des Farns bei der Bodenvorbereitung mit einem Häcksler ist nicht zu empfehlen. Farne können daraufhin aufgrund ihres Wurzelstocknetzes schnell neue Sprossachsen entwickeln.

Bei der Pflege kann das Durchtrennen der Wedel mit einem Schlegelmäher in Betracht gezogen werden. Dieser ist so einzustellen, dass er knapp über der Regeneration eingreift. Das ist schneller und kostengünstiger als die Durchreiserung mit einer Motorsense, der Effekt ist jedoch nur von kurzer Dauer und erfordert manchmal einen zweiten Eingriff im Jahr.

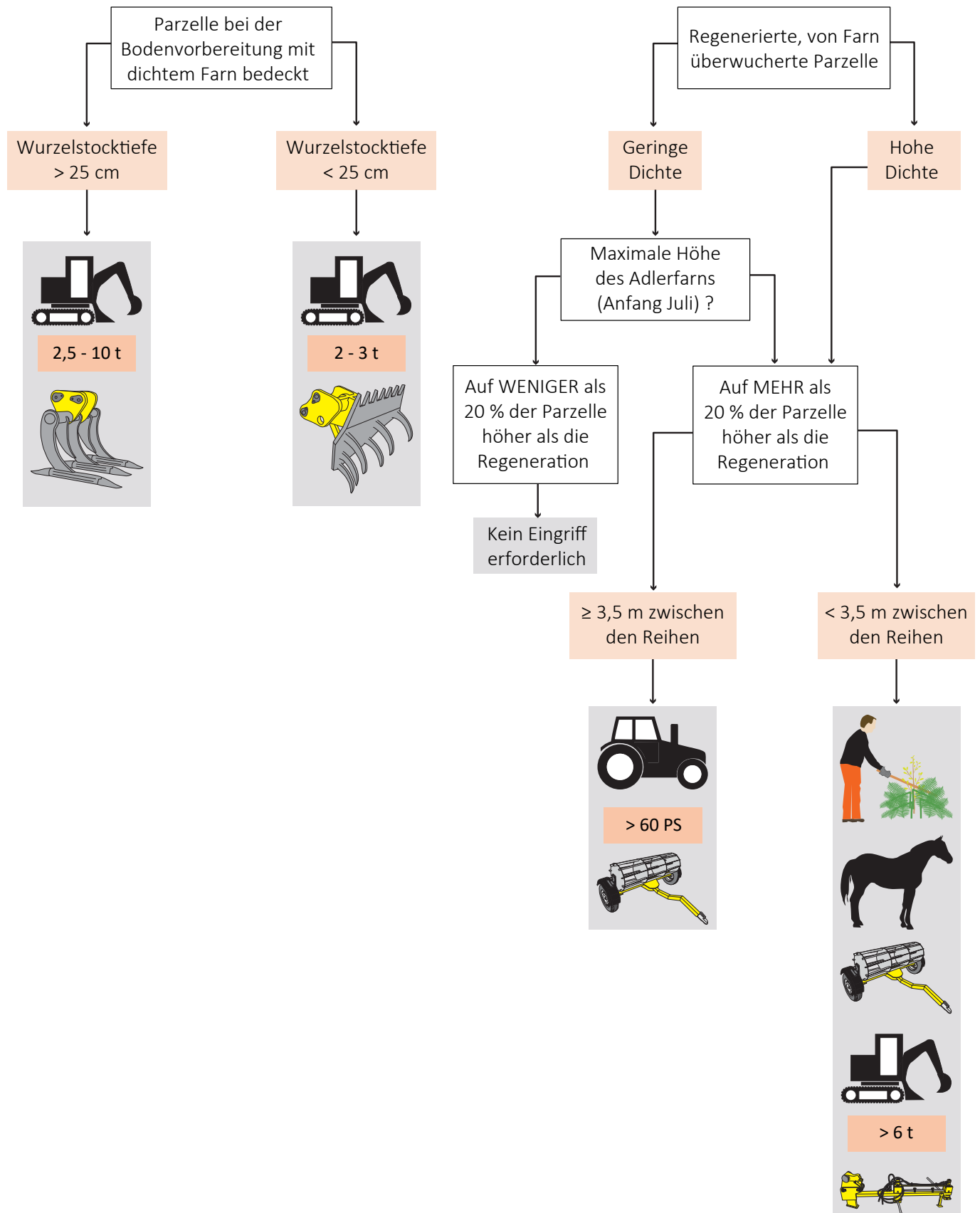
c. Die Maschinen

	Traktor	Minibagger
		
		
	Zermalmen-Brechen	Rodung / Zermalmen-Brechen
Maximale Wirksamkeit		
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen: Anreicherungsplätze usw.
Gefälle	< 30 %	< 58 %
Arbeitsmodalitäten		
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko	Verringerte Spurtiefe
	$\pm 1.500 \text{ g/cm}^2$	$\pm 300 \text{ g/cm}^2$
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt	Mittels Lkw
Leistung	> 60 PS	2 – 10 t



Den Brise-Fougère gibt es auch in einer Version für Pferde.

d. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



NB: Für die Arbeit in Streifen und Plätzen muss der Abstand rund um den Setzling mindestens der halben maximalen Wedelhöhe entsprechen.

5. Der Brombeerstrauch

a. Allgemeines

In ihrem Wachstum eingedämmte Brombeersträucher werden in der Forstwirtschaft allgemein als Verbündete angesehen. Sie sind weitgehend umweltverträglich, können aber bei starkem Wachstum zu einer Hemmung der Regeneration führen, insbesondere auf nährstoffreicheren Böden oder in vollem Licht.

Der entwickelte Brombeerstrauch bildet zunächst einen Lichtschirm für die Regeneration, was während der ersten Jahre sehr schädlich sein kann. Wenn der Herbst kommt, drückt die Brombeere die Regeneration nieder, und das führt zu Verformungen, die, wenn nichts dagegen unternommen wird, später oft nicht mehr rückgängig gemacht werden können.



FEUCHTIGKEITSNiveau	Sehr trocken						
	Trocken						
	Ziemlich trocken						
	Frisch						
	Ziemlich feucht						
	Dauerfeucht						
	Ständig unter Wasser						
		Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig

TROPHIEniveau

Häufiges Auftreten: sehr verbreitet in Lücken, an Waldrändern, nach Kahlschlägen, in Brachland

Vorteile

- Für die Pflanze recht günstige Filterung des Lichts
- Schutz gegen Trockenheit und Frost, sowie Ausdünnung von Wildschäden
- Nahrungsquelle für Wild, insbesondere Rehe
- Behindert die Entwicklung von Gräsern
- Schutz des Bodens vor Erosion und Oberflächenabfluss

Nachteile

- Physisches Hindernis: Bei hoher Dichte können Brombeersträucher verhindern, dass eine bestimmte Menge leichter Samen den Boden erreicht (z. B. Ahorn, Esche, Hainbuche).
- Konkurrenz um Wasser: Gegen Ende des Sommers ist die Wasseraufnahme durch die Wurzelknospen am größten.
- Konkurrenz um Licht: Photosynthesemangel des von kräftigen Brombeersträuchern bedeckten Blattwerks, was zu einer frühzeitigen natürlichen Ausäutung der Regeneration oder sogar zur Verschlingung junger Pflanzen führen kann, die sich davon befreien wollen
- Gefahr des Niederdrückens und der Verformung der Regeneration: Der Brombeerstrauch nutzt eine Stütze, um ans Licht zu gelangen, und als solche dient entweder der Strauch selbst oder die Regeneration.

b. Werkzeuge und Techniken

Rodung – Durchkämmen

Bodenvorbereitung



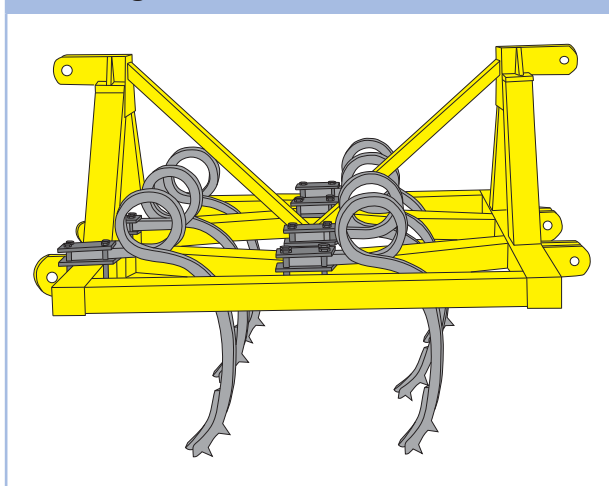
Pflege

Hat sich auf einer Parzelle, die sich regenerieren soll oder in der sich erst kürzlich eine natürliche Regeneration angesiedelt hat, starker Brombeerbewuchs entwickelt, so kann mittels **Durchkämmen** der Konkurrenzdruck deutlich verringert werden, sofern dabei ein Großteil der Brombeersträucher ausgerissen, jedoch nicht die Pflanze ausgerottet wird. Da die Sprossachsen nicht durchtrennt werden, wird außerdem das Nachwachsen und die Vermehrung der Pflanze eingeschränkt.

Das Durchkämmen lässt sich mit verschiedenen Werkzeugen erledigen, z. B. mit dem Zinkengrubber (Unterbodenlockerer), dem Scarificateur Réversible oder der Pioche-herse® auf einem Bagger oder Minibagger.

Der Einsatz des Zinkengrubbers bei bereits angesiedelter Regeneration erfordert höhere Ankopplungspunkte am Traktor, damit über der natürlichen Regeneration eingegriffen wird. Die besten Ergebnisse werden mit dieser Technik bei dichtem Brombeergestrüpp mit eng verflochtenen Sprossachsen erzielt.

Zinkengrubber oder Unterbodenlockerer



Manueller Abrieb

Bodenvorbereitung

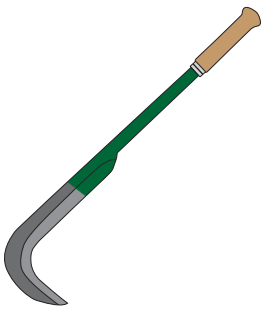
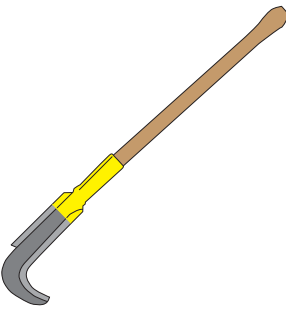


Pflege

Bei der Pflege kann man mit verschiedenen Arten von scharfem Handwerkzeug, Sichel und anderen Rodehaken den Brombeerstrauch von der Pflanze wegziehen, dann niederdrücken und abschneiden. Die Motorsense sollte mit Zwei-Zahn-Klinge, der sogenannten „Hächselklinge“, ausgestattet sein. Diese multifunktionale Klinge hat den Vorteil, dass sie von oben nach unten arbeiten kann. Eventuell ist auch eine thermische oder elektrische Heckenschere wirksam.



Zu intensiver jährlicher Schnitt begünstigt tendenziell die Gräser.

Baumhippe	Kultursichel	Zweischneidige Sichel	Motorsense mit „Häckselklinge“
			

Mechanischer Abrieb

Bodenvorbereitung



Pflege

Das Häckseln begünstigt, auch wenn das manchmal, insbesondere wenn auch Gehölz-Jungwuchs auftritt, die einzige Möglichkeit ist, eine mit Brombeersträuchern überwucherte Parzelle vorzubereiten, oft nur einen neuen, kräftigeren Austrieb. Es ist daher nur vorübergehend wirksam.

Bei der Pflege kann das Häckseln der Brombeersträucher zwischen Pflanzreihen zu einem Florawechsel führen, da der wiederholte Schnitt tendenziell die Gräser fördert. Die Intensität und Häufigkeit der Eingriffe ist daher in ihrem Verhältnis zur von der Pflanze ausgeübten Konkurrenz zu überlegen.

Fräsen

Bodenvorbereitung



Pflege

Da das Fräsen eine flachgründige Bodenbearbeitung durchführt, war es ursprünglich nicht zur Säuberung einer von Brombeersträuchern überwucherten Parzelle vorgesehen. Breite, auf starken Traktoren montierte Fräsen haben jedoch den gleichen Effekt wie Häcksler, allerdings nur mit vorübergehender Wirksamkeit.

Zermalmen – Brechen

Bodenvorbereitung



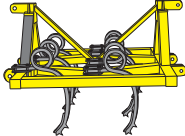
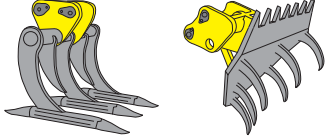
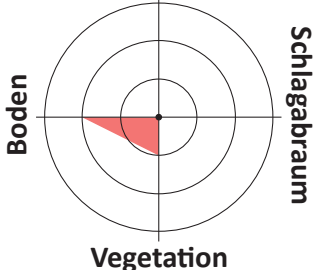
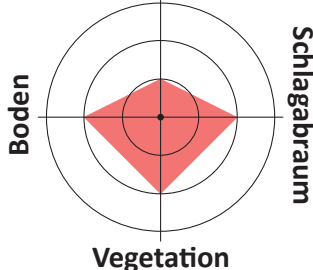
Pflege

Das Niederschlagen von Brombeeren bei der Bodenvorbereitung ist nicht zu empfehlen. Abgesehen von den Unannehmlichkeiten für die Pflanzler wird der Brombeerstrauch schnell wieder seine ursprüngliche Höhe erreichen, da er neue Triebe bildet und sich mit der Wiederherstellung seiner Stärke Zeit lässt. Dies führt unweigerlich zu Mehrkosten bei den ersten Durchreisierungen.

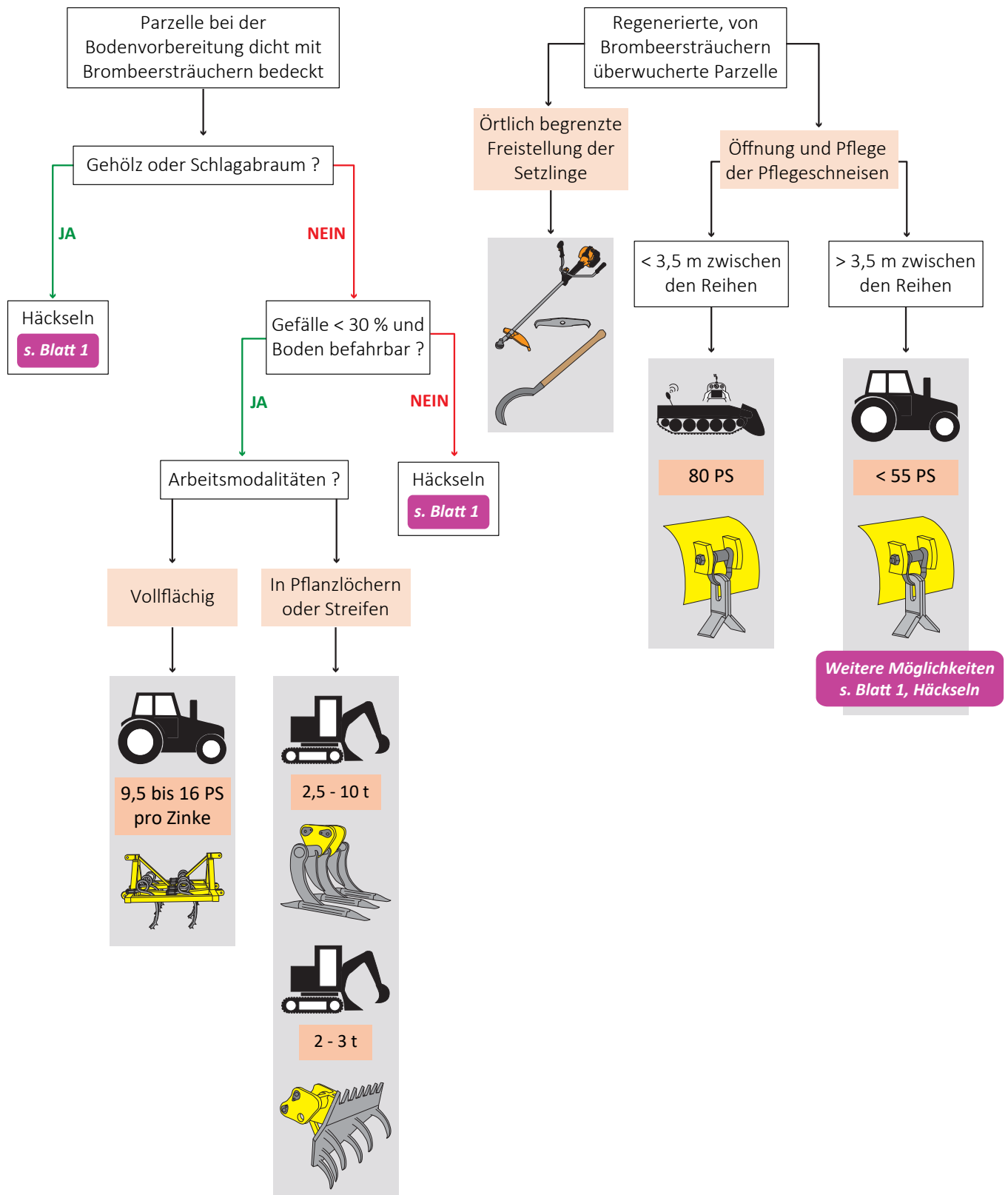
In der Pflegephase ist das Niederschlagen von Brombeeren durch manuelles Schlagen und Niedertreten keine weit verbreitete Technik. Sie ist schneller und billiger als das Gestrüppentfernen, erfordert jedoch eine sehr gute körperliche Verfassung der Arbeiter. Die Ergebnisse sind nicht vergleichbar. Da das Niederschlagen nur die oberirdische Entwicklung beeinträchtigt, wird die Vitalität nicht verringert. Auf der Grundlage der zerquetschten Sprossachsen bilden sich neue Triebe, was dazu führt, dass die Maßnahme jedes Jahr wiederholt werden muss.

Alles in allem kann das Schlagen bei schwächeren Brombeersträuchern und gedämpften Lichtverhältnissen gute Ergebnisse erzielen. Andernfalls ist der Brombeerstrauch so stark, dass die Durchreisierung zu mehr Arbeit führt.

c. Die Maschinen

	Traktor	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten
		
		
	Rodung – Durchkämmen	
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen: Anreicherungsplätze usw.
Gefälle	< 30 %	< 58 %
Arbeitsmodalitäten		
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko	Verringerte Spurtiefe
	$\pm 1.500 \text{ g/cm}^2$	$\pm 300 \text{ g/cm}^2$
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt	Mittels Lkw
Leistung	> 60 PS	2 – 10 t

d. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



6. Heidekraut und Waldheidelbeere

a. Allgemeines

Heidekraut und Waldheidelbeeren sind in ökologischer Hinsicht ähnliche halbverholzende Arten. Sie können dichte, einheitliche Matten bilden, die eine natürliche Regeneration verhindern und die Entwicklung von Pflanzungen einschränken, da sie um Wasser konkurrieren oder wie im Fall des Heidekrauts Substanzen abgeben, die die Wurzelentwicklung von Wildlingen und Setzlingen hemmen.

Bei der Bodenvorbereitung sollte das Problem am besten durch **Roden – Durchkämmen** oder durch flachgründige Bodenbearbeitung (**Gestrüppwalze** und **Fräsen**) angegangen werden. Schnitttechniken sind nicht zu empfehlen, da sie das Wachstum der Arten reaktivieren.

Besenheide

FEUCHTIGKEITsniveau	Sehr trocken						
Trocken							
Ziemlich trocken							
Frisch							
Ziemlich feucht							
Dauerfeucht							
Ständig unter Wasser							

Vorteile

- Verringert den Wilddruck auf die Setzlinge durch Ausdünnungseffekt
- Dient im Frühling als Wildacker für Hirsche
- Behindert die Entwicklung von Gräsern

Nachteile

- Konkurrenz um Wasser: Abfangen von Oberflächenwasser durch die Oberflächenwurzeln
- Physisches Hindernis: Die hohe Sprossachsendichte blockiert Samen, bevor sie den Boden erreichen. Dieses Phänomen wird in Laubwaldbeständen verstärkt, wo die Ansammlung von Blättern eine dichte, austrocknende Streu bildet.
- Hemmung des Wachstums von Regeneration durch hemmende chemische Verbindungen, die zur Dominanz der Art führen (Heidekrautheiden)

b. Werkzeuge und Techniken

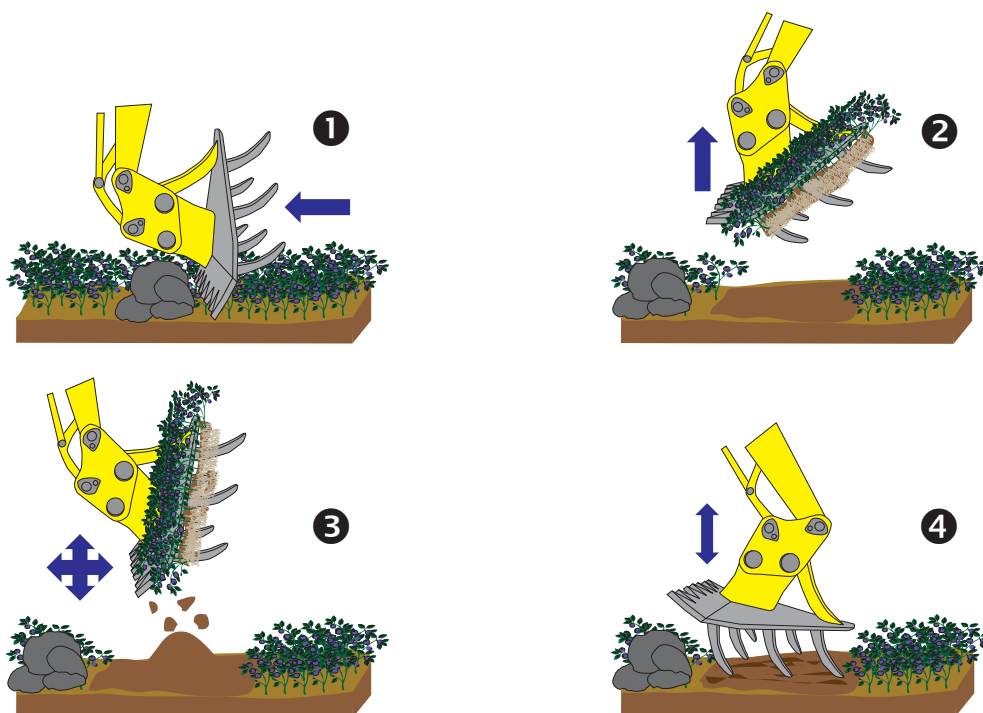
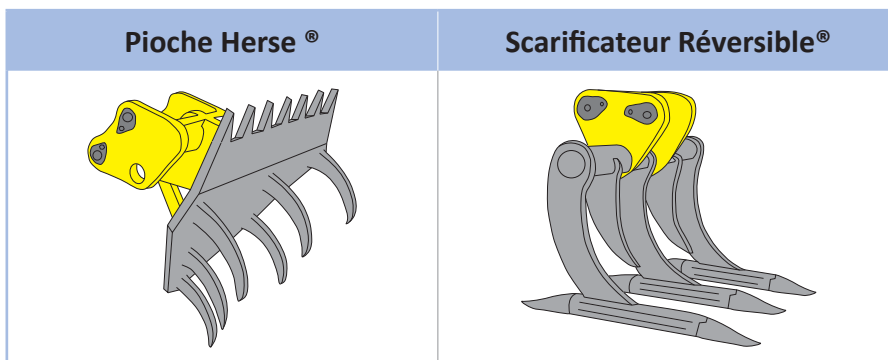
Rodung – Durchkämmen

Bodenvorbereitung



Pflege

Das Roden von Heidekraut und Waldheidelbeere ist wirksam. Es trägt zur Unterdrückung der Wurzelgeflechtmatte bei. Es kann mit Skarifizierungswerkzeugen wie der Pioche-Herse® oder dem Scarificateur Réversible® durchgeführt werden.



Rodungsmethode mit der Pioche-Herse® (nach INRA):

- ❶ Befreien des Bodens von Schlagabraum und Steinen, die den Eingriff behindern könnten
- ❷ Ausreißen des oberirdischen und Wurzelsystems mittels der Zinken
- ❸ Schütteln des Werkzeugs zur Verringerung der Bodenentnahme und Ablegen des Haufens parallel zur Arbeitsrichtung
- ❹ Flachgründige Bodenlockerung (5 – 10 cm) oder Auflockerung mittels der Zinken (25 – 30 cm)



Weitere Informationen zu dieser Technik finden Sie im vom INRA erstellten Blatt über den Reißpflug <https://www6.inrae.fr/renfor/Ressources/Fiches-techniques>

Flachgründige Bodenbearbeitung mit Fräsen

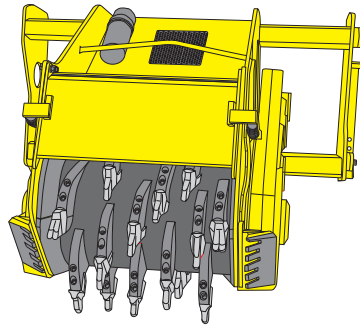
Bodenvorbereitung



Pflege

Durch die Zerstörung der ober- und unterirdischen Teile wirkt das Fräsen effektiv gegen Heidekraut und Waldheidelbeere.

Fräse



Mechanischer Abrieb

Bodenvorbereitung



Pflege

Für die Effizienz des Häckselns ist die Verwendung eines Häckslers mit horizontaler Achse und festen Zinken von entscheidender Bedeutung. Häcksler mit vertikaler Achse führen eine Mäharbeit aus, die das Wachstum von Pflanzen (etwa Gräsern) reaktiviert.

Flachgründige Bodenbearbeitung mit dem Cover-Crop und der Gestrüppwalze

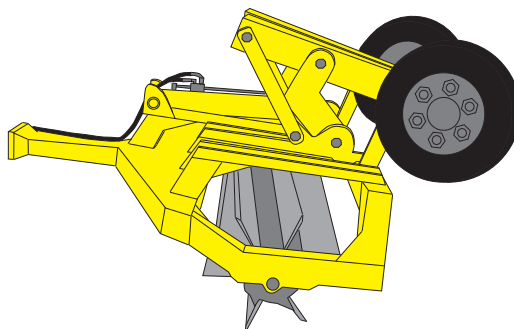
Bodenvorbereitung



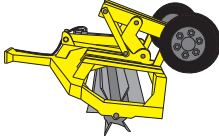
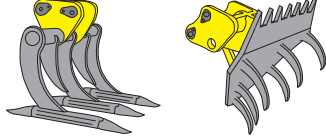
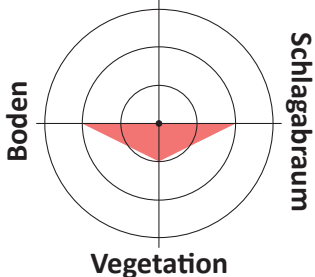
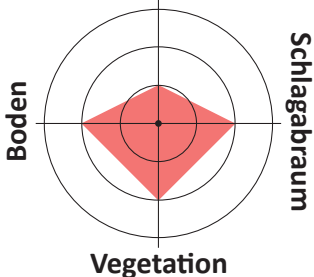
Pflege

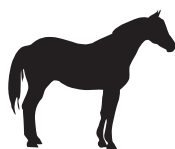
Nicht alle Geräte, die den Boden flachgründig bearbeiten, sind bei Heidekraut und Waldheidelbeere gleich wirksam. Da die Klingen der Gestrüppwalze die Vegetation zerhacken, ermöglicht dieses Gerät eine effiziente Behandlung von Heidekraut. Im Gegensatz dazu hat der Cover-Crop keine ausreichende Wirkung auf diese Arten.

Gestrüppwalze



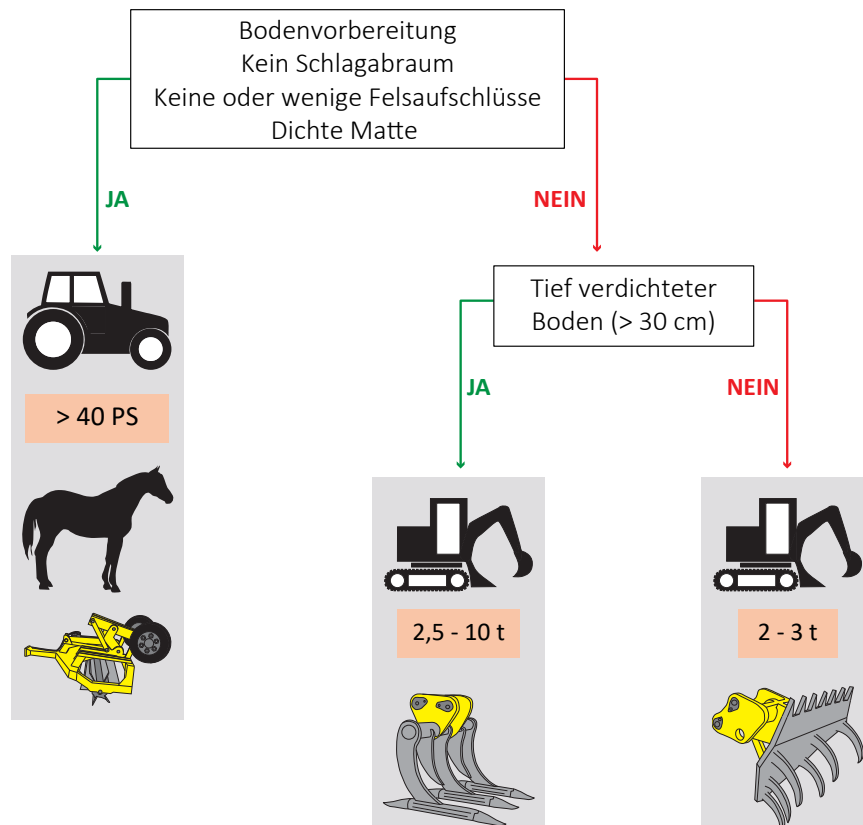
c. Die Maschinen

	Traktor	Minibagger
		
		
	Flachgründige Bodenbearbeitung	Rodung – Durchkämmen
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe 	Baumstümpfe 
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen: Anreicherungsplätze usw.
Gefälle	< 30 %	< 58 %
Arbeitsmodalitäten		
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko	Verringerte Spurtiefe
	$\pm 1.500 \text{ g/cm}^2$	$\pm 300 \text{ g/cm}^2$
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt	Mittels Lkw
Leistung	> 40 PS	2 – 10 t



Die Gestrüppwalze gibt es auch in einer Version für Pferde.

d. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



7. Gehölze

a. Allgemeines

Gehölze gelten im Allgemeinen, obwohl sie einen harten Wettbewerb um Licht, Wasser und Mineralien führen können, als Verbündete des Försters, sofern ihr Wachstum eingedämmt werden kann.

Birkenwildlinge

FEUCHTIGKEITsniveau	Sehr trocken						
	Trocken						
	Ziemlich trocken						
	Frisch						
	Ziemlich feucht						
	Dauerfeucht						
	Ständig unter Wasser						
Moorbirke	Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig	

TROPHIEniveau

Häufiges Auftreten: feuchtes Holz auf Kieselerde, Moor

Hainbuchenschösslinge

FEUCHTIGKEITsniveau	Sehr trocken						
	Trocken						
	Ziemlich trocken						
	Frisch						
	Ziemlich feucht						
	Dauerfeucht						
	Ständig unter Wasser						
Weißbirke	Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig	

TROPHIEniveau

Häufiges Auftreten: lichte oder beschädigte Wälder, Heideboden

FEUCHTIGKEITsniveau	Sehr trocken						
	Trocken						
	Ziemlich trocken						
	Frisch						
	Ziemlich feucht						
	Dauerfeucht						
	Ständig unter Wasser						
	Sehr sauer	Sauer	Ziemlich sauer	Schwach sauer	Neutral	Kalkhaltig	

TROPHIEniveau

Häufiges Auftreten: Holz, Hecken, kolline Wälder

Vorteile

- Pufferfunktion bei Wetterextremen: trockenen Winden, Hitzewellen, Frost usw.
- Für schattenliebende Baumarten günstiger Schatten
- Umhüllung und Erziehung junger Setzlinge
- Im Winter Wildacker und potenziell beliebter Rückzugsort größerer Tiere
- Schutz der Setzlinge vor Verbiss und Fegeschaden durch Hirsche
- Verhindert die Entwicklung von wesentlich stärker belastenden Gräsern und bremst die Entwicklung von Brombeersträuchern und Farnen
- Sekundäre Brennholzproduktion

Nachteile

- Wenn größer als die Regeneration, Konkurrenz um Licht
- Konkurrenz um Wasser und Mineralstoffe
- Bei Pappschnee Gefahr des Niederdrückens
- Mechanische Maßnahmen nachteilig: Verformungen und Reiben

b. Werkzeuge und Techniken

Manueller Abrieb

Bodenvorbereitung



Pflege

Das manuelle Schneiden von Gehölzen führt in der Regel zu einem Nachwachsen, das umso stärker ist, je nährstoffreicher der Standort und je besser die Lichtverhältnisse sind (z. B. Brombeersträucher).

Die Wahl des Handschneidewerkzeugs ist vom Durchmesser der vorhandenen Gehölze abhängig.

Gebüsch und kleines Gehölz			Niederwald und Stauden		
Rodehaken	Baumhippe	Motorsensenklingen : Dickichtklinge Häckselklinge	Kreisförmige Motorsensenklinge	Zweischneidige Sichel	Kultursichel

Mechanischer Abrieb

Bodenvorbereitung



Pflege

Bei der Bodenvorbereitung wird die Wahl des Holzeinschlags durch den Schnittdurchmesser bestimmt. Bei der Pflege können Häcksler und Schlegelmäher das Wachstum von Gehölzen zwischen den Reihen begrenzen, sofern deren Breite dies zulässt. Außerdem können Schlegelmäher dank des Auslegers der Maschine bei der Arbeit über der Regeneration bleiben.

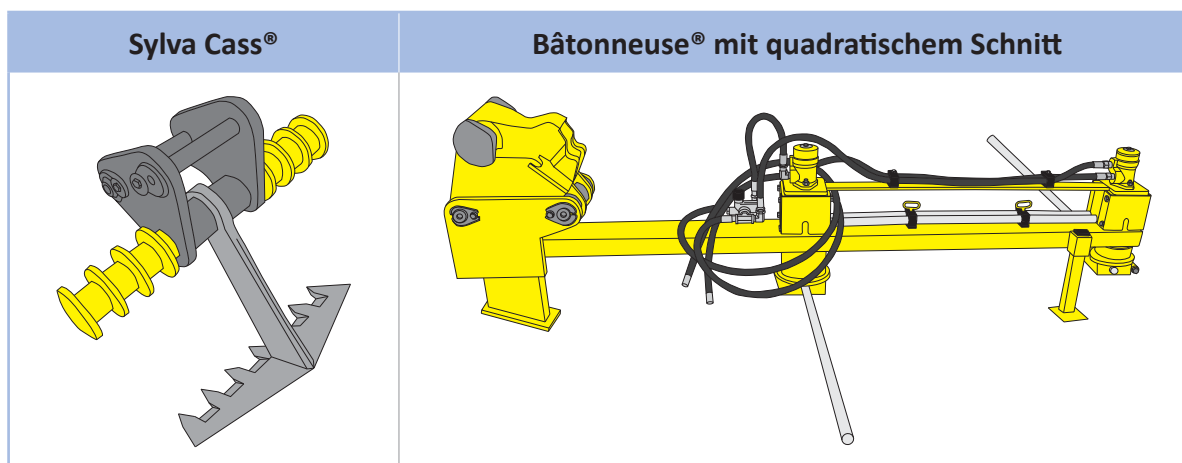
Schlegelmulcher ($\varnothing < 4 \text{ cm}$)	Häcksler mit beweglichen Hämmern $4 \leq \varnothing \leq 7 \text{ cm}$	Häcksler mit feststehenden Hämmern ($\varnothing > 7 \text{ cm}$)



Weitere Informationen zu den Werkzeugen
finden Sie im Blatt **1 Häckseln**



Bei der Durchreiserung und der Läuterung können die verholzten Stängel manuell mit einem Rodehaken oder mechanisch mit der Bâtonneuse® Grenier-Franco mit quadratischem Querschnitt (zum Zerschlagen von *Prunus serotina*) oder für größere Exemplare (bis zu 20 cm Durchmesser) dem Sylva Cass® zerschlagen werden. Durch diese Technik werden die Stängel nicht vernichtet, was das Nachwachsen verlangsamt.

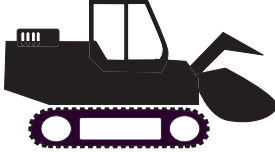
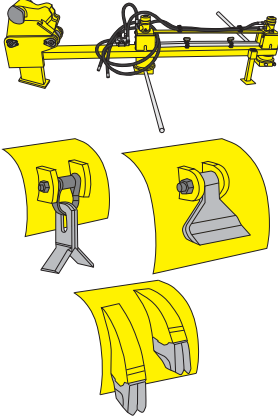
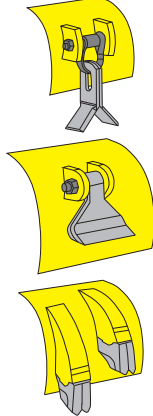
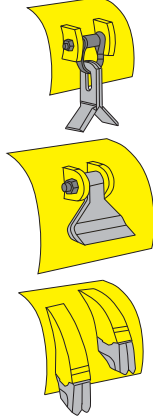
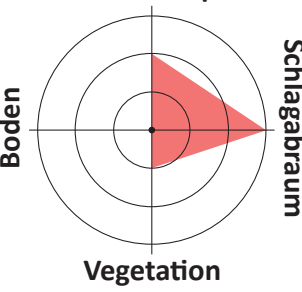
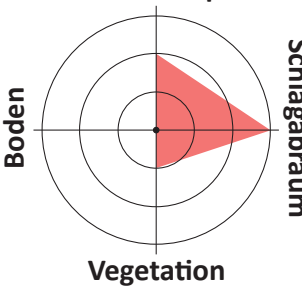
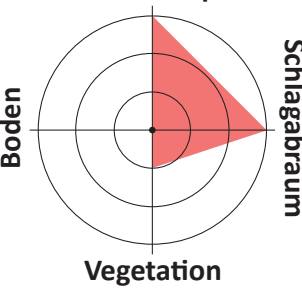


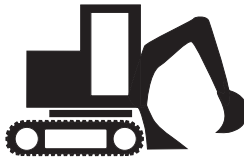
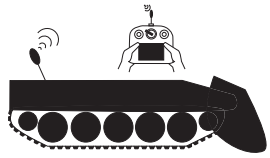
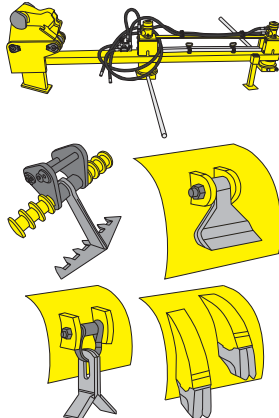
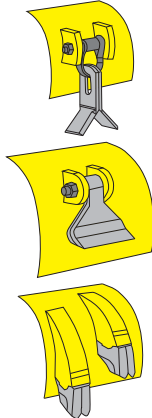
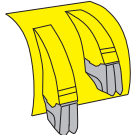
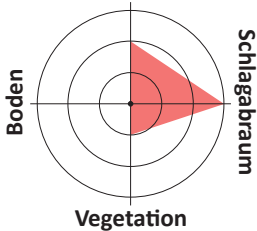
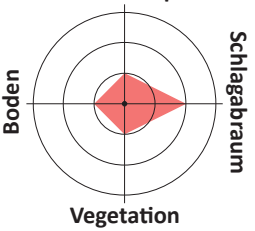
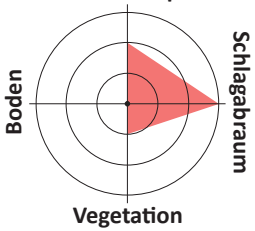
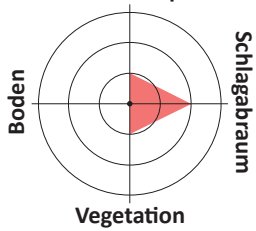
Minibagger mit dem Werkzeug Sylva Cass® bei einer Demonstration der Laubholz-Läuterung



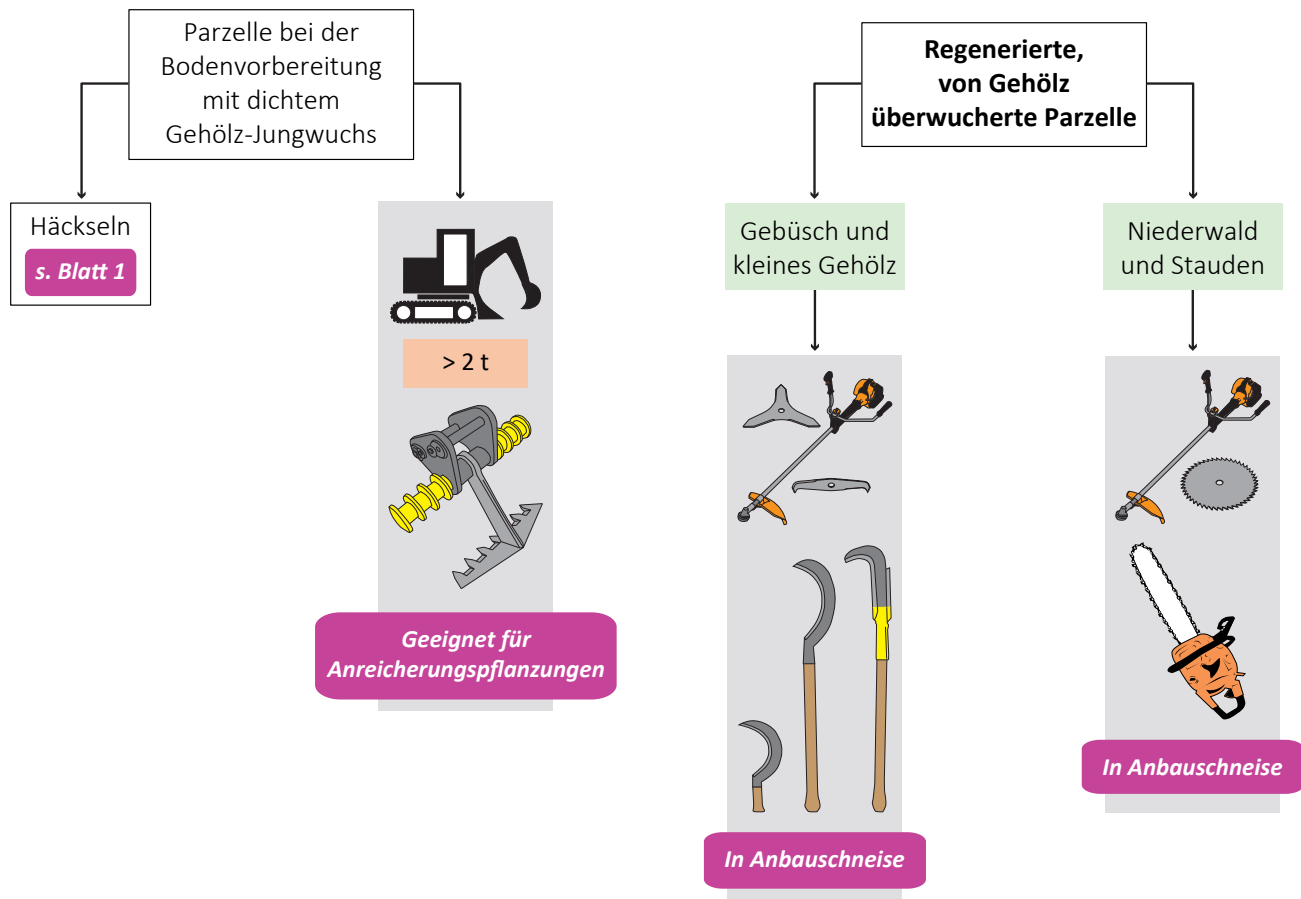
Das ursprünglich für die flachgründige Bearbeitung des Bodens konzipierte Fräsen kann auch zur Vorbereitung einer Parzelle vor der Bepflanzung eingesetzt werden – sofern man breite, auf Maschinen mit ausreichender Leistung montierte Fräsen verwendet. Der erwartete Effekt ist dann derselbe wie bei einem Häcksler mit feststehenden Zinken.

c. Die Maschinen

	Traktor	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Rädern	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten
			
			
	Mechanischer Abrieb – Brechen	Mechanischer Abrieb	Mechanischer Abrieb
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Boden Schlagaabraum Vegetation	Baumstümpfe  Boden Schlagaabraum Vegetation	Baumstümpfe  Boden Schlagaabraum Vegetation
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Tragfähige Böden Felsige Hindernisse	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse
Gefälle	< 30 %	-	< 100 % (< 57 % geneigt)
Arbeitsmodalitäten	 		
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko		Verringerte Spurtiefe
	± 1.500 g/cm ²	-	± 350 g/cm ²
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt		Mittels Lkw
Leistung	50 – 500 PS	60 – 400 PS	100 – 500 PS

Bagger	Minibagger	Kompaktlader	Ferngesteuert
			
			
Mechanischer Abrieb	Mechanischer Abrieb / Brechen	Mechanischer Abrieb	
Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagabraum Boden Vegetation
Empfindliche Böden Hindernisse (Felsen, sperriger Schlagabraum)	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen: Anreicherungsplätze usw.		
< 70 %	< 58 %	< 35 %	< 120 %
	Aktionsradius 360 ° und hohe Genauigkeit		
Verringerte Spurtiefe			
± 250 – 450 g/cm²	± 300 g/cm²	± 300 – 440 g/cm²	± 200 g/cm²
Mittels Lkw			Mittels leichtem Nutzfahrzeug, sofern das Gewicht Anhängen + Maschine < 3,5 t
10 – 45 t	2 – 10 t	40 – 180 PS	30 – 180 PS

d. Auswahl des passenden Werkzeugs und der Maschine



8. Vorsichtsmaßnahmen

Beim Einsatz sind folgende Hinweise zu beachten:

ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN

- o Zur Einschränkung von Verdichtung und Spurrinnenbildung auf **tragfähigem** und **oberflächentrockenen** Boden arbeiten
- o Es ist nicht ratsam, die Konkurrenzvegetation vollständig zu beseitigen: Gefahr eines Florawechsels, Erosionsrisiko aufgrund des freigelegten Bodens
- o Die Wahl des Werkzeugs zur Bekämpfung ist von der Vegetation abhängig: Ein Werkzeug hat nicht auf alle Vegetationstypen die gleiche Wirkung.
- o Um den Setzling herum muss die konkurrierende Vegetation auf einen Abstand von mindestens der Hälfte ihrer maximalen Höhe zurückgedrängt werden: Gefahr des Niederdrückens der Pflanze, übermäßige Beschattung
- o Durch vorwegnehmende Bestimmung der Konkurrenz und Auswahl eines geeigneten Werkzeugs zur Eindämmung kann die Anzahl der Durchreiserungen reduziert werden.
- o Nicht in der **Wurf- und Schlupfzeit** (März bis Juni) eingreifen: hohes Risiko der Vernichtung von Würfeln oder Bruten

BESONDERE EMPFEHLUNGEN

Für eine effiziente Bewirtschaftung müssen bestimmte Vegetationen zu bestimmten Zeiten behandelt werden:

Vegetation	Technik	Zeitraum
Adlerfarn	Rodung	Im Herbst, auf oberflächentrockenem Boden → Beginn der Seneszenz der Wedel
	Schlagen	Im Juni, bevor die Wedel mit den Setzlingen um Licht konkurrieren → Entfaltung der letzten Blättchen (Ende der Wachstumsperiode) Sprossachsen können noch mit Wasser vollgesogen sein, wichtige Reserve der Pflanze
	Manueller Abhieb	Im Juli, wenn der Farn seine maximale Höhe erreicht hat. Dann August/September im Juli, Beginn des Zusammenbruchs des Farns unter seinem eigenen Gewicht, Reserven der Wurzelstöcke verringert
Brombeerstrauch	Rodung	Vor der Aussaat der natürlichen Regeneration, damit beim Durchkämmen nicht alle Samen entfernt werden
Waldheidelbeere und Heidekraut	Skarifizierung	Vor der Regeneration unter Einhaltung der Vorsichtsmaßnahmen



Weitere Informationen
finden Sie in den Blättern **1 Häckseln** und **6 Bodenbearbeitung**.

Technisches REGE-Blatt Nr. 6

Die Bodenbearbeitung und damit verknüpfte Auswirkungen auf die Vegetation



Inhaltsverzeichnis

1. Rahmen	3
2. Zusammenfassende Tabelle der empfohlenen Werkzeuge und Techniken	4
3. Werkzeuge und Techniken	5
a. <i>Skarifizierung</i>	<i>5</i>
b. <i>Oberflächliche Bodenlockerung und Flachwendepflügen</i>	<i>6</i>
c. <i>Fräsen</i>	<i>8</i>
d. <i>Pflügen</i>	<i>9</i>
e. <i>Unterbodenlockerung</i>	<i>11</i>
4. Die Maschinen	12
5. Vorsichtsmaßnahmen	14
6. Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Vegetation	16
7. Vorbeugung gegen Pflanzenbefall	16

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Rahmen

Die Bodenbearbeitung umfasst Bodenbearbeitungsmaßnahmen zur flachgründigen oder tiefen (Dekompaktierung) **Lockerung** des Bodens und zur Behandlung des Problems einer **zu starken Humusschicht** („Roh“-Humus). Sie kann durch verschiedene Verfahren erfolgen: *Aufkratzen, Umgraben, Fräsen, oberflächliche Bodenlockerung, Flachwendepflügen, Pflügen, Unterbodenlockerung*. Ziel einer Bodenbearbeitung ist es, (erneut) günstige Bedingungen für die Ansiedlung und juvenile Entwicklung der Regeneration zu schaffen.

Mit bestimmten Techniken und Werkzeugen kann auch **Sperrvegetation** behandelt werden. Je nach Art des Werkzeugs und der Zielvegetation kann die Maßnahme gleichzeitig (z. B. Fräse: flachgründige Lockerung + Rohhumus + Gräser in einem Durchgang), in aufeinanderfolgenden Schritten während des Eingriffs (Kombinationswerkzeuge, z. B. Sylva Cass®: Gehölze, dann Rohhumus) oder in einzelnen Phasen durchgeführt werden, die eine Anpassung der Arbeitsweise des Werkzeugs erfordern (z. B. Unterbodenlockerer: 1. Durchgang erhöht: Brombeersträucher; 2. Durchgang: flachgründige Bodenauflockerung + Rohhumus).

Die Qualität ist von 6 wesentlichen Faktoren abhängig:

1. Geschicklichkeit des Bedieners
2. Maschinentyp
3. Feuchtigkeit des Bodens
4. Bodentyp
5. Dichte des Baumstumpf- und Schlagabraumbestands
6. Vorhandene Vegetation

Die optimalen Verfahren für die einzelnen Arbeiten lassen sich wie folgt gruppieren:

- o **Flachgründige Bodenauflockerung** (< 30 cm) und **Behandlung des Rohhumus**:
 - Skarifizierung
 - Oberflächliche Bodenlockerung/Flachwendepflügen
 - Fräsen
- o **Tiefes Abziehen des Bodens** (> 30 cm):
 - Pflügen
 - Unterbodenlockerung



Zum besseren Verständnis des Blattes konsultieren Sie bitte die Gebrauchsanleitung, in der die einzelnen Rubriken ausführlich beschrieben sind.

Vorteile

- Auslösen einer natürlichen Regeneration
- Verbesserung der Wurzelentwicklung der Setzlinge → optimiertes Stammwachstum
- Einsparung von Durchreisierungen durch schnelleres Frühwachstum der Setzlinge, insbesondere bei Techniken zur Eindämmung der Konkurrenzvegetation
- Bodenlockerung
- Verbesserung der Qualität und Geschwindigkeit der Pflanzung: weniger Hackenschläge und bessere Anordnung der Wurzeln im Boden
- Beseitigung von Hindernissen für die Wurzelausbreitung: Wurzeln, Rohhumus, Vegetation



Nachteile

- Kurzzeiteffekt
- Möglicherweise Störung der Bodenhorizonte
- Kann bei empfindlichen oder stark abschüssigen Böden Erosion begünstigen → Auswaschung der organischen Substanz
- Stimuliert an bestimmten Standorten das Auftreten von Konkurrenzvegetation (Samenbank)
- Bei tonhaltigen Böden Gefahr des Badewanneneffekts bei starken Regenfällen: Ersticken der Wurzeln
- Gefahr der Wandglättung
- Störung der Kleintiere und der Bodenfauna
- Anlocken von Wildschweinen durch bearbeitete Böden: erhöhtes Wildschadenrisiko
- Wurzelhals des Setzlings muss wegen der späteren natürlichen Bodenabsenkung zur Vermeidung des Dochteffekts eingegraben werden

2. Zusammenfassende Tabelle der empfohlenen Werkzeuge und Techniken

Techniken	Werkzeuge	Art der Arbeit			
		Flachgründige Bodenauflockerung	Tiefes Abziehen	Rohhumus	Potenziell behandelte Vegetationen
Skarifizierung	• Pioche-Herse® • Régédent® • Sylva-cass® • Gestrüppwalze				• Gräser • Waldheidelbeere, Heidekraut • Gehölz
Oberflächliche Bodenlockerung und Flachwendepflügen	• Cover-Crop/ Scheibenpflug • Unterbodenlockerer/ Zinkengrubber				• Gräser • Brombeersträucher
Fräsen	• Fräsen				• Gräser • Waldheidelbeere, Heidekraut • Brombeersträucher • Gehölz
Pflügen	• Waldpflug				• Gräser
Unterbodenlockerung	• Sous-Soleur Multifonction® • Modul'D® • DB10®				• Gräser (Kombinationswerkzeuge)

Legende

Geeignete Technik	
Unter bestimmten Bedingungen geeignete Technik (Techniken, Werkzeuge)	
Ungeeignete Technik	

3. Werkzeuge und Techniken

a. Die Skarifizierung

Die Skarifizierung ist ein Verfahren, mit dem das Problem einer **zu starken Humusschicht**, des sogenannten „Roh“-Humus angegangen und der Boden flachgründig **gелockert** wird.

Durch das Aufkratzen der angesammelten organischen Substanz ermöglicht die Skarifizierung einen direkteren Kontakt der Samen oder Setzlinge mit den darunterliegenden mineralischen Horizonten. Die flachgründige Lockerung wiederum fördert die Ansiedlung und Entwicklung der Regeneration.

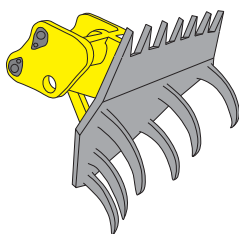
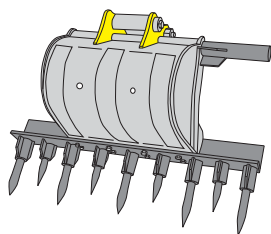
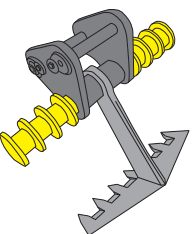
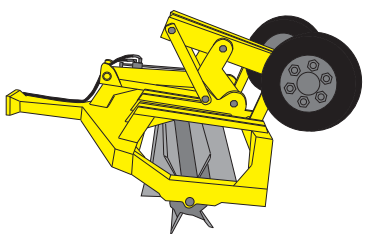
Die verwendeten Werkzeuge vermischen den Humus nicht mit den darunterliegenden mineralischen Horizonten und verbessern die biologische Funktion des Bodens nicht. Sie können jedoch Gräsermatten, Heidekraut, Waldheidelbeeren und manche sogar Gehölze wirksam behandeln.

Vorteile

- Verbesserung des Bodenkontakts der Samen oder Setzlinge
- Flachgründige Bodenauflockerung
- Behandlung der Konkurrenzvegetation
- Keine Störung der Oberflächenhorizonte
- Weit gefächerte Werkzeugpalette

Nachteile

- Je nach Wahl des Werkzeugs möglicherweise Vorbehandlung des Schlagabraums oder der Vegetation erforderlich

Pioche Herse®	Régédent®	Sylva-cass®	Gestrüppwalze
			
✗ Schlagabraum ✓ Vegetation ✓ Skelettgehalt	✓ Schlagabraum ✓ Vegetation (außer dichte Gräser) ✓ Skelettgehalt	✓ Schlagabraum ✓ Vegetation ✓ Skelettgehalt	✓ Schlagabraum ✓ Vegetation ✓ Skelettgehalt

Die **Gestrüppwalze** gibt es in einer Version für Pferde.



Weitere Informationen zur Pioche-Herse® oder Régédent® finden Sie in den vom INRA erstellten Blättern: <https://www6.inrae.fr/renfor/Ressources/Fiches-techniques>

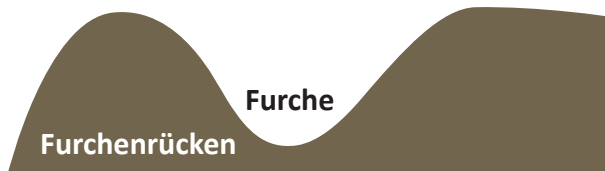
Einige **Schwadwerkzeuge** (Rechen und Reißpflug) sowie die **Kämme von Untergrundlockerern** ermöglichen auch ein Abtragen des Humus. Schwadwerkzeuge dienen nicht der Bodenbearbeitung, Kämme hingegen reichen in größere Tiefe.



Weitere Informationen finden Sie in den Blättern **2 Schwaden**, **3 Unterbodenlockerung** und **5 Eingriffe in die Begleitvegetation**

b. Oberflächliche Bodenlockerung und Flachwendepflügen

Oberflächliche Bodenlockerung ist eine Technik zum Vermischen des Bodens ohne Wenden der Bodenhorizonte. Durch das **Lockern** der Oberflächenhorizonte kann es das Pflügen ersetzen. **Organische Substanz** lässt sich je nach Werkzeug und Arbeitsmodalitäten umso effizienter einarbeiten, je tiefer der Eingriff reicht. Im Wald werden zwei Arten von Werkzeugen eingesetzt: Der Cover-Crop (Scheibenpflug) und der Unterbodenlockerer (Zinkengrubber). Der Unterbodenlockerer führt eine spezielle, „Flachwendepflügen“ genannte oberflächliche Bodenlockerung durch. Dabei werden zur Förderung der Mineralisierung die Häckselrückstände oder der Rohhumus eingearbeitet.



Der Cover-Crop bildet von Furchen umgebene Furchenrücken. Dadurch werden die Setzlinge bei Nassböden über das normale Bodenniveau angehoben, was die Gefahr des Erstickens der Wurzeln verringert.

Unterbodenlockerer und Cover-Crop können zur Bodenvorbereitung bei dichten Gräsermatten eingesetzt werden. Der Unterbodenlockerer kann auch zum Durchkämmen von Brombeersträuchern verwendet werden. Dazu wird das Gerät höher gestellt.

Vorteile

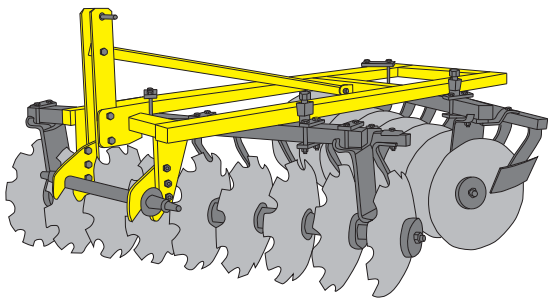
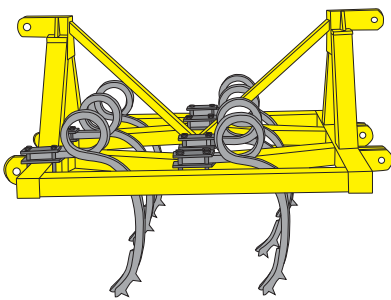
- Flachgründige Bodenauflockerung
- Reaktivierung oder Beschleunigung der Mineralisierung der organischen Substanz
- Kein Entzug organischer Substanz
- Niedrige Stundenkosten
- Geeignet für vollflächige Arbeit und Arbeit in Streifen
- Keine Störung der tiefen Horizonte
- Cover-Crop: ermöglicht bei Nassböden Anheben der Setzlinge über das Wasser

Nachteile

- Behandeln der Vegetation vor dem Eingriff erforderlich (verholzend und halbverholzend)
- Nur für Böden mit wenig Schlagabraum und geringem Skelettgehalt geeignet



Cover-Crop Mygale® von DAIRON
Ausrichtung der Scheiben mittels Hydrozylindern einstellbar

Cover-Crop oder Scheibenpflug	Unterbodenlockerer oder Zinkengrubber
 ✗ Schlagabraum ✗ Vegetation (außer Gräser) ✓ Skelettgehalt	 ✗ Schlagabraum ✓ Vegetation ✓ Skelettgehalt



Kombinierter Cover-Crop

- **Charrue Deltasol®**

Dieses von der Genossenschaft Alliance Forêts Bois entwickelte Gerät kombiniert drei Techniken miteinander: Auflockerung durch eine Rodungszinke, oberflächliche Bodenlockerung mit zwei Scheiben und Einebnung des Bodens durch eine Walze mit Krümelscheiben. Es ist auf Parzellen einsetzbar, in denen die Baumstümpfe nicht entfernt wurden.



Weitere Informationen
<https://www.allianceforetsbois.fr/actualites/video/charrue-deltasol-outil-innovant-de-preparation-sol-plantation/>

- **Charrue bidisque motorisée®**

Es handelt sich um einen 2-Scheiben-Pflug und eine Krümelwalze mit Scheiben. Außerdem verfügt das Gerät über einen integrierten Düngerstreuer an der Vorderseite der Maschine.



Weitere Informationen
<https://www.allianceforetsbois.fr/proprietaires-forestiers/travaux-de-sylviculture/preparation-du-sol/>

c. Fräsen

Fräsen ist eine spezielle Zerkleinerungstechnik zur **flachgründigen Lockerung des Bodens**. Es dient auch zur Beschleunigung der Mineralisierung aus **Rohhumus**, zur Zerkleinerung von **Baumstümpfen** und bestimmten Arten von **Steinen** sowie je nach Maschinenleistung zur Bearbeitung diverser **Sperrvegetation**.

Fräsen unterscheiden sich von Häckslern mit festen Zinken dadurch, dass sie den Boden bis zu einer Tiefe von durchschnittlich 30 cm bearbeiten können. Ihre Arbeitsbreite reicht von weniger als 1 m bis zu fast 3 m. Fräswerkzeug und Maschinenleistung sind entsprechend der geplanten Arbeit zu wählen.

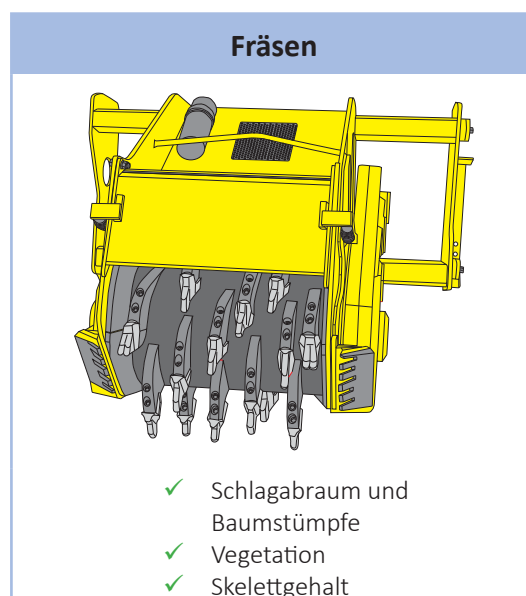
Es wurden verschiedene Arten von Fräsen entwickelt, die zu einer Vielzahl von Maschinen passen: Traktor, Kompaktlader, selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten oder Rädern und Bagger. Bei selbstfahrenden Arbeitsmaschinen werden die Geräte vorne platziert. Ist der Führerstand nicht abnehmbar und überschreitet die Breite der Bodenbearbeitung die Außengrenzen der Rad- oder Kettenaufstandsfläche, so ist diese Maschinen-Werkzeug-Kombination nur für die Bearbeitung von Baumstümpfen nützlich.

Vorteile

- Bodenauflockerung
- Mineralisierung der organischen Substanz
- Kein Entzug organischer Substanz
- Zahlreiche Einsatzmöglichkeiten (in der Reihe, in Streifen oder vollflächig)
- Keine Störung der tiefen Horizonte
- Bei den schmalsten Modellen kann der Gehölz-Jungwuchs erhalten bleiben
- Manche Modelle sind stark genug für Baumstumpfzerkleinerungen

Nachteile

- Technik nicht für abschüssiges Gelände geeignet, da bei freigelegten Böden Erosionsgefahr besteht
- Gefahr der Glättung des Bodens in der Tiefe und bei längeren Niederschlägen und geringer Steigung Gefahr von Wasseransammlungen im gefrästen Substrat
- In schweren Böden folgen die Wurzeln der Setzlinge den seitlichen Rändern der Fräslinie
- Zerstörung der Oberflächenhorizonte



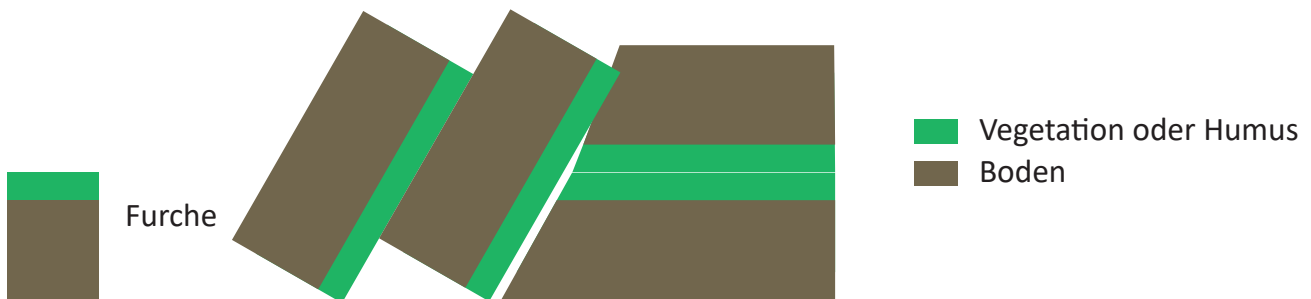
d. Pflügen



Das Pflügen ist eine Schwertechnik. Sein Nutzen ist sehr umstritten. Unter ungünstigen Bedingungen kann es für den Boden schädlich sein (Bildung einer Pflugsohle, Verlust der Fruchtbarkeit, Verringerung der Bodenfauna usw.). Diese Technik wird hauptsächlich auf sandigen Böden (Heidelandschaft der Gascogne) eingesetzt, wo sie kaum Schäden verursacht.

Pflügen ist eine tiefe Bodenbearbeitung, die zur **Lockerung des Bodens** bis in eine Tiefe von 30 bis 40 cm sowie zum Vergraben der **krautigen Vegetation** und ihres Samenvorrats dient. Da der Boden in schmalen Streifen gewendet wird, führt das Pflügen zu Rissen in den Streifen und schränkt das Auftreten und die Entwicklung von Konkurrenzvegetation zum Zeitpunkt der Regeneration ein.

Das Vergraben von **Humus** kann bei manchen Bodentypen für die Mineralisierung der organischen Substanz ungünstige anaerobe Bedingungen schaffen.



Vorteile

- Behandlung der krautigen Vegetation und des Samenvorrats
- Stellt eine gute Alternative zu Herbiziden dar → mechanische Behandlung der Gräser
- Bildung abwechselnder Furchenrücken und Furchen → in Nassböden Herausheben der Setzlinge aus dem Wasser
- Verbesserung der Bodenstruktur

Nachteile

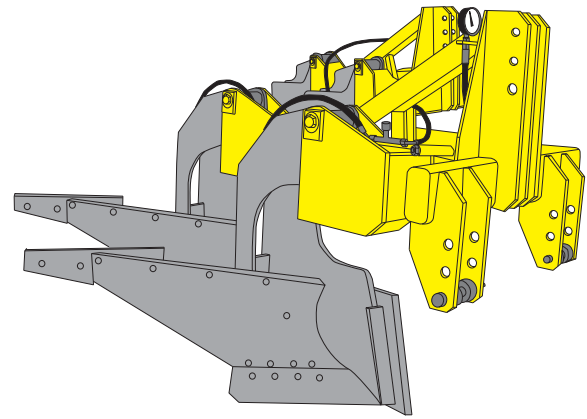
- Umschichtung der Bodenhorizonte (Wenden)
- Unter ungünstigen Bedingungen Entstehen einer Pflugsohle
- Freilegen des Bodens → Gefahr der Bodenerosion
- Erforderliche Vorbehandlung von Schlagabraum, Baumstümpfen sowie verholzender und halbverholzender Vegetation
- Bei zu tiefem Pflügen Gefahr, dass weniger fruchtbarer Boden oder Lehm an die Oberfläche geholt wird
- Das Vergraben von Rückständen fördert anaerobe Zersetzung → Bodenversauerung
- Wirkt sich negativ auf die Makrofauna des Bodens aus



Dairon-Pflug mit 3 Scharen

Foto: © Léon Wherlen, AgroParisTech

Waldpflug



- ✗ Schlagabraum
- ✓ Baumstümpfe (Non-stop-System)
- ✗ Vegetation (außer Gräser)



Kombinierte Pfluggeräte

- **Charrue forestière multifonctionnelle®**

Dieser Pflug verfügt über drei Scharen, die jeweils mit einem System zur Überwindung von Hindernissen ausgestattet sind. Das Gerät verfügt außerdem über eine Walze mit Krümelscheiben, die den Boden ebnen und an der Oberfläche befindliche Wurzelballen aufbrechen. Es ist außerdem mit einem integrierten Streuer ausgestattet. Das Gerät wurde von Alliance Forêts Bois entwickelt.



Weitere Informationen
https://www.youtube.com/watch?v=soRc9fMGG_M et <https://www.allianceforetsbois.fr>

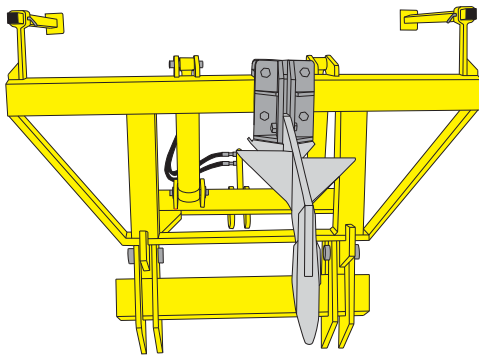
e. Die Unterbodenlockerung

Bei der Unterbodenlockerung wird **der Boden in der Tiefe gelockert**, nämlich in 30 bis 80 cm. Damit werden Pflugsohlen (ehemaliges Ackerland), Ortstein, verhärtete *Fragipan*-artige Horizonte und sogar undurchlässige Tonschichten behandelt. Sie dient nicht dazu, den Boden flachgründig zu lockern (obwohl dies bei einigen Techniken unvermeidlich ist) oder Rohhumus zu behandeln. Einige Geräte, die Rodungszinken mit Scheiben oder Kämmen kombinieren, ermöglichen es jedoch, solchen Humus zu bearbeiten und die Konkurrenz durch Gräsermatten zu verringern.



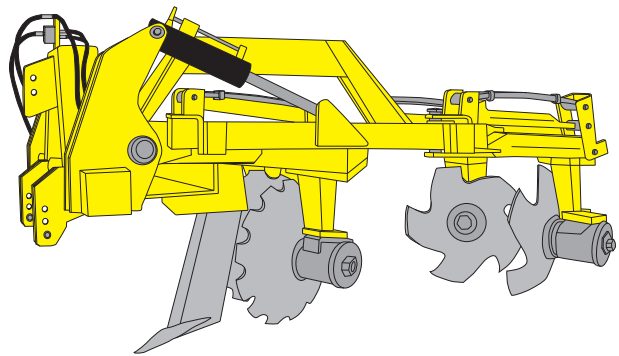
Weitere Informationen
finden Sie im Blatt **3 Unterbodenlockerung**

Gezogener Offset-Untergrundlockerer



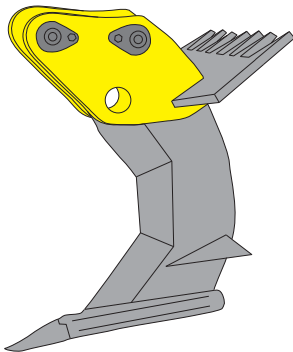
Arbeitstiefe: 70 cm

Culti 3B®



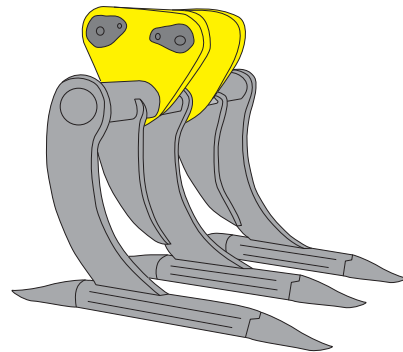
Arbeitstiefe: 40 bis 70 cm
Arbeitsbreite: 2,80 m

Sous-Soleur Multifonction®



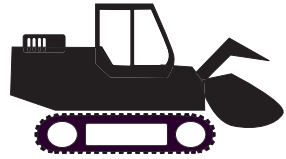
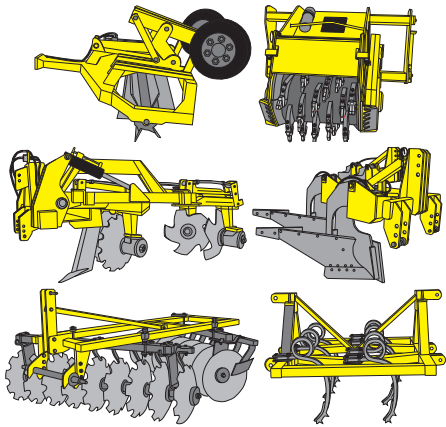
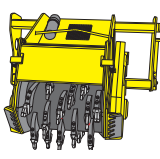
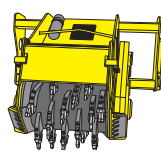
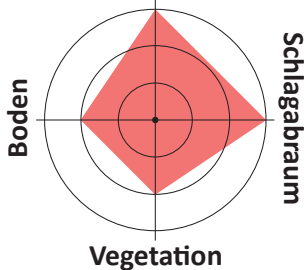
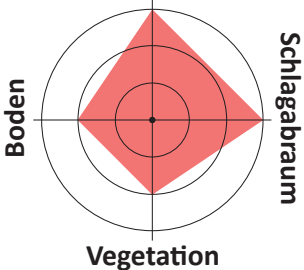
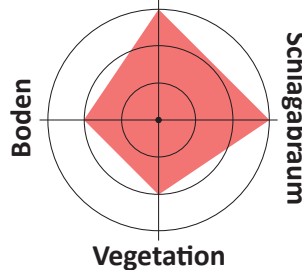
Arbeitstiefe: bis 60 cm

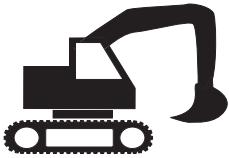
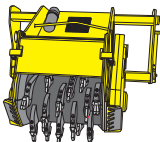
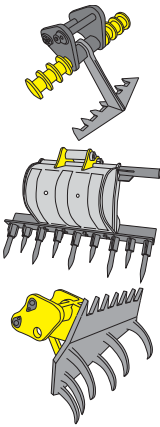
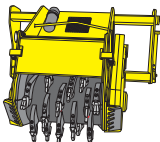
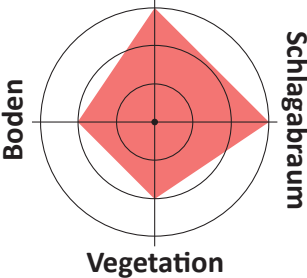
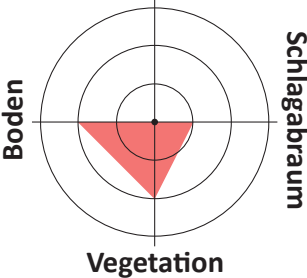
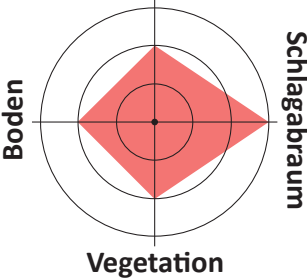
Scarificateur Réversible®



Arbeitstiefe: 40 bis 60 cm
Werkzeug bestens geeignet zur Eindämmung von Adlerfarn

4. Die Maschinen

	Traktor	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Rädern	Selbstfahrende Arbeitsmaschine auf Ketten
			
			
	Skarifizierung/oberflächliche Bodenlockerung und Flachwendepflügen/ Fräsen/Pflügen	Fräsen	
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Boden Schlagabraum Vegetation	Baumstümpfe  Boden Schlagabraum Vegetation	Baumstümpfe  Boden Schlagabraum Vegetation
Geeignete Milieus	Tragfähige Böden	Tragfähige Böden Felsige Hindernisse	Empfindliche Böden Felsige Hindernisse
Gefälle	< 30 %	-	< 100 % (< 57 % geneigt)
Arbeitsmodalitäten			
Auswirkungen auf den Boden	Absenkungs-, Spurrinnenbildungs- und Verdichtungsrisiko		Verringerte Fährtentiefe
	$\pm 1.500 \text{ g/cm}^2$	-	$\pm 350 \text{ g/cm}^2$
Fortbewegung	Auf Straßen eingeschränkt		Mittels Lkw
Leistung	Skarifizierung : 40-300 PS Oberflächliche Bodenlockerung : 80-150 PS Flachwendepflügen : 50-125 PS Fräsen : 70-500 PS Pflügen : 90-190 PS Unterbodenlockerung : 80-300 PS	250 – 650 PS	

	Bagger	Minibagger	Kompaktlader
			
			
	Fräsen	Skarifizierung	Fräsen
Maximale Wirksamkeit	Baumstümpfe  Schlagaabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagaabraum Boden Vegetation	Baumstümpfe  Schlagaabraum Boden Vegetation
Geeignete Milieus	Empfindliche Böden Hindernisse (Felsen, sperriger Schlagaabraum)		Empfindliche Böden Felsige Hindernisse Schmale Zonen: Anreicherungsplätze usw.
Gefälle	< 70 %	< 58 %	< 35 %
Arbeitsmodalitäten			
Auswirkungen auf den Boden	Verringerte Fährtentiefe		
	± 250 – 450 g/cm ²	± 300 g/cm ²	± 300 – 440 g/cm ²
Fortbewegung	Mittels Lkw		
Leistung	12 – 35 t	2 – 10 t	100 – 200 PS

5. Vorsichtsmaßnahmen

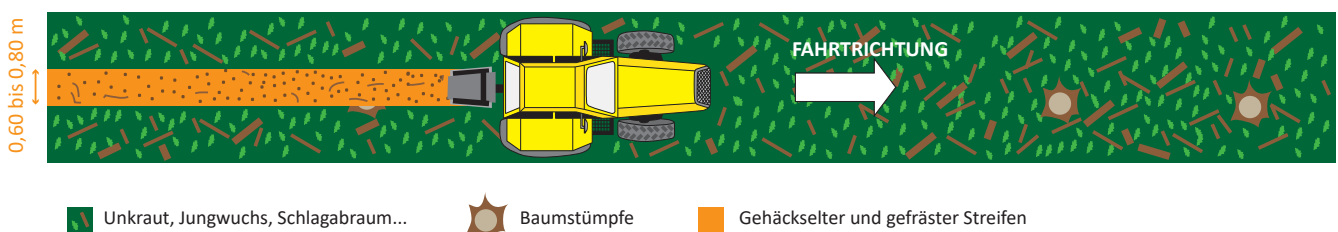
Beim Einsatz sind folgende Hinweise zu beachten:

ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN

- o Zur Einschränkung von Verdichtung und Spurrinnenbildung auf **tragfähigem** und **oberflächentrockenem** Boden arbeiten
- o Mithilfe einer kleinen Grube eine bodenkundliche Vordiagnose erstellen :
 - Durchführung eines **Kompaktheitstests** (Messertest) zur Beurteilung der Tiefe und Stärke der Verdichtung → Unterbodenlockerung 2 bis 5 cm unter der verdichteten Schicht
 - Bestimmen des **Bodentyps** :
 - *Tonböden* :
 - Auf **trockenem Boden** arbeiten, um eine Glättung der Wände durch das Befahren mit dem Gerät zu vermeiden (Arbeit nicht im Frühjahr durchführen)
 - Starke Frost-Tau-Wechsel sind zu beachten, da sie das Risiko von **Frosthebung der Setzlinge** erhöhen. Es ist daher ratsam, unmittelbar nach der Frostperiode zu pflanzen und den Wurzelhals der Setzlinge leicht einzugraben (Vermeidung des Dochteffekts).
 - Beurteilung des **Feuchtigkeitsgrads in der Tiefe** :
 - *Boden zu feucht* : Gefahr aufsteigender Wurzelballen, einer Glättung der Wände, erneuter Verdichtung in der Tiefe
 - *Boden zu trocken* : Eindringen der Scharen schwierig, Arbeit erfordert mehr Kraft
- o Nicht in der **Wurf- und Schlupfzeit** (März bis Juni) eingreifen: hohes Risiko der Vernichtung von Würfeln oder Bruten

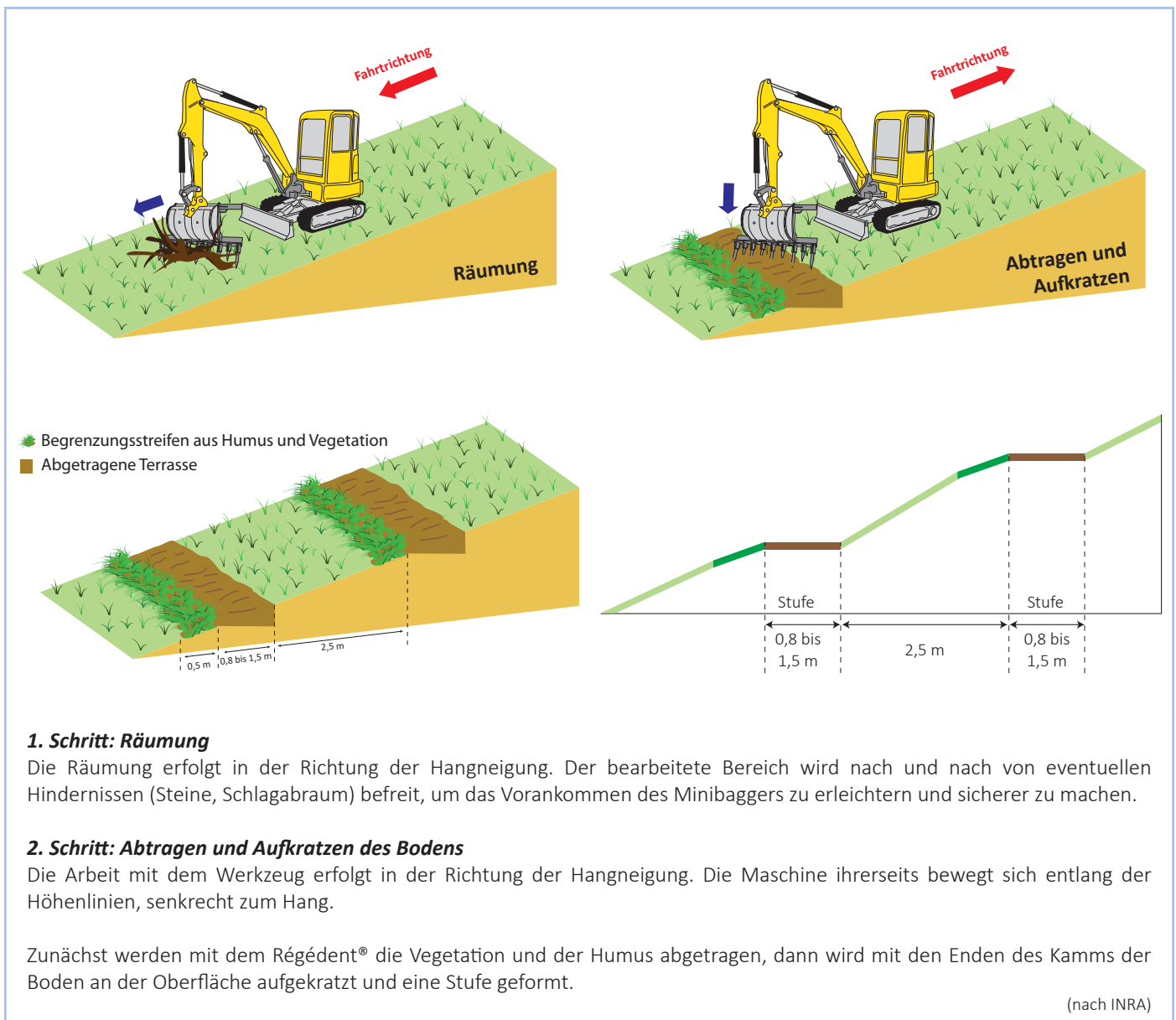
BESONDERE EMPFEHLUNGEN

- o **Oberflächliche Bodenlockerung / Flachwendepflügen: bei hoher Bodenzähigkeit und/oder stark entwickelter krautiger Vegetation** zwei gekreuzte Arbeitsgänge
- o **Oberflächliche Bodenlockerung oder Pflügen** : wegen der Erosionsgefahr und des damit verbundenen Mineralstoffverlusts nicht unbedingt vollflächig bearbeiten
 - Natürliche Regeneration : vorzugsweise Bodenbearbeitung in Streifen
 - Pflanzung : die Arbeit den Modalitäten anpassen und gegebenenfalls eine Bearbeitung in Pflanzlöchern oder Streifen bevorzugen
- o **Skarifizierung** : auf abschüssigem Gelände zum Zurückhalten von Samen und Oberflächenabfluss **in Stufen** arbeiten (Schaffung von Mikrostandorten)
- o **Mit einer 50 cm breiten Fräse arbeiten** : Mit Fräsen, die schmaler als die Maschine (Traktor, selbstfahrende Arbeitsmaschine oder Lader) sind, kann man eine potenziell für Begleitvegetation nutzbare Fläche mit einer gewissen Biodiversität erhalten.



Weitere Informationen
finden Sie in Blatt **5 Eingriffe in die Begleitvegetation**.

- o **Skarifizierung am Hang mit Régédent®** : In abschüssigem Gelände ist zum Begrenzen der Erosion und des Oberflächenabflusses sowie gegebenenfalls zum Zurückhalten der Samen der Samenbäume das Arbeiten in Stufen erforderlich. Im letzteren Fall ist wichtig, dass nicht unmittelbar neben den Bäumen gearbeitet wird, da sonst deren Wurzelsystem beeinträchtigt werden kann.



Weitere Information finden Sie im vom INRA erstellten Blatt
https://www6.inrae.fr/renfor/content/download/3963/36738/version/2/file/Fiche_Regedent.pdf

6. Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Vegetation

Vegetation	Effekt
Adlerfarn	Oberflächliche Bodenlockerung, Fräsen, Pflügen ⇒ Reaktivierung der schlafenden Knospen auf den Wurzelstöcken ⇒ Aufrechterhaltung der Wurzelkonkurrenz (Bodenbearbeitung zu wenig tief) ⇒ Vor dem Nachwachsen der unter der Erde verbliebenen Wurzelstockteile vorübergehende Verringerung der Konkurrenz
Brombeersträucher	Fräsen ⇒ Bei vollständiger Beseitigung Gefahr der Substitution der Brombeersträucher durch Gräser
Gräser	Skarifizierung, oberflächliche Bodenlockerung, Fräsen ⇒ Bei unzureichendem Vergraben der krautigen Matte und des Samenvorrats Gefahr der Regeneration
Gehölze	⇒ Auf sauren und nährstoffarmen Böden Gefahr der Ausbreitung von Besenginster

7. Vorbeugung gegen Pflanzenbefall

In einigen Fällen ist Bodenbearbeitung zur Bekämpfung bestimmter Schädlinge zu empfehlen.

Schädlinge	Wirte	Schäden	Abhilfe
Rüsselkäfer <i>Hylobius abietis</i>	Bevorzugt auf Kiefern- und Fichtenstümpfen	Schädling an jungen Douglasien- und Lärchensetzlingen. Rindenbiss manchmal bis zur Ringelung: Absterben oder Verformung des Setzlings	Fräsen des Schlagabraums (vor allem Baumstümpfe und Wurzeln)
Wühlmaus	Vor allem Laubbäume	Schäden an Wurzeln, dem Wurzelhals und am Stamm	Pflügen: zum Beseitigen der Laufgänge
Wurzeltöterkrankheit <i>Rhizoctonia solani</i>	Rotbuche	Fäulnis der Bucheckern	Skarifizierung, oberflächliche Bodenlockerung, Fräsen: schränkt den Pilzbefall ein

Technisches REGE-Blatt Nr. 7

Wildschutzvorrichtungen



Inhaltsverzeichnis

1. Rahmen	3
2. Hirsche	4
a. <i>Allgemeines</i>	4
b. <i>Schäden</i>	5
3. Wildschwein	7
a. <i>Allgemeines</i>	7
b. <i>Schäden</i>	8
4. Hasen	9
a. <i>Allgemeines</i>	9
b. <i>Schäden</i>	10
5. Kleinnager	11
a. <i>Allgemeines</i>	11
b. <i>Schäden</i>	12
6. Andere Tierarten	12
7. Indirekte Wildschadenbekämpfung	13
a. <i>Jagdmaßnahmen</i>	13
b. <i>Forstwirtschaftliche Maßnahmen</i>	13
c. <i>Zusätzliche Maßnahmen</i>	14
8. Direkte Wildschadenbekämpfung	15
a. <i>Entscheidungshilfe-Tools</i>	15
b. <i>Zusammenfassende Tabellen der Schutzmaßnahmen</i>	16
c. <i>Physischer Einzelschutz</i>	17
d. <i>Vergrämung</i>	26
e. <i>Globaler Schutz</i>	32

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Diagramme in diesem Blatt von © CDAF erstellt.



1. Rahmen

Wildschäden sind häufig das Ergebnis eines Ungleichgewichts zwischen der Anzahl der Tiere und der Aufnahmefähigkeit des Lebensraums. Manche Schäden sind ernährungsbedingt, andere verhaltensbedingt. Die Folgen betreffen den Bestand (Schäden an Setzlingen, Fressen von Samen oder Wildlingen) und das Milieu (Verringerung der Pflanzenvielfalt). Insbesondere Schäden an der Regeneration können zu Wachstumsverzögerungen, Missbildungen, die manchmal neue Erziehungsschnitte erfordern, oder zu kostspieliger teilweiser Wiederaufforstung (Nachpflanzungen) führen. In Extremfällen wird die Regeneration insgesamt geschädigt.

Verschiedene Faktoren beeinflussen die Stärke der Tierpopulationen :

- o Milde Winter
- o Übermäßige Fütterung
- o Unangemessene Jagd-Abschussziffer
- o Begrenztes Nahrungsangebot in Bereichen mit geringem oder fehlendem Unterwuchs

Die Anfälligkeit eines Bestands für Wild hängt von der Baumart, dem Entwicklungsstadium und den vorhandenen Wildarten ab. Vor jedem Eingriff ist daher eine Vorabdiagnose erforderlich. Bevor die Einrichtung von Schutzvorrichtungen in Betracht gezogen wird, ist aus wirtschaftlichen Gründen indirekten Bekämpfungsmethoden der Vorzug zu geben.

Das Feststellen der beteiligten Wildarten erfolgt durch die Beobachtung von Hinweisen für die Anwesenheit bestimmter Tierarten¹: Fährten, Ausscheidungen, Schadensarten an der Regeneration oder der Vegetation.

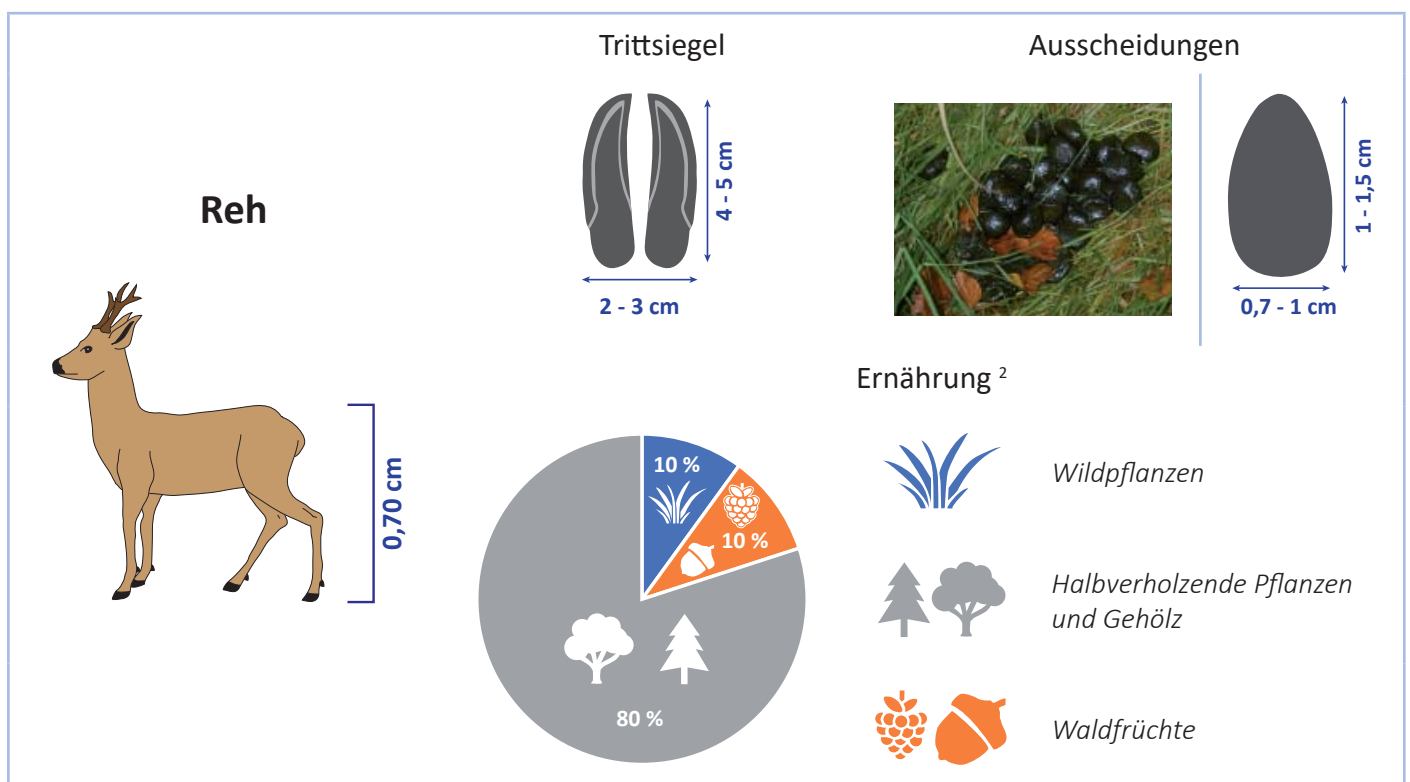
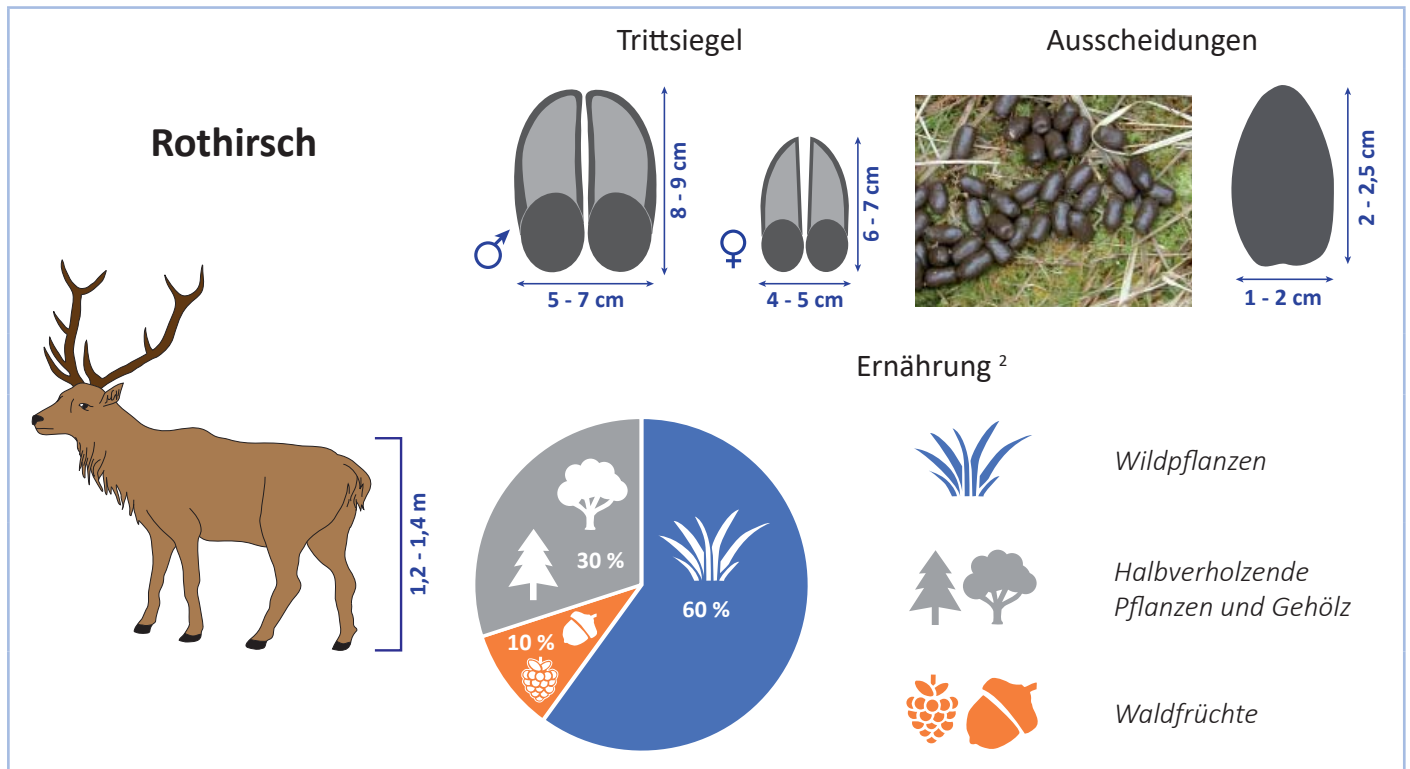
¹ In diesem Blatt werden nur einige der wichtigsten Hinweise angeführt. Da andere Spuren ihre Identifizierung ermöglichen, wird es manchmal notwendig sein, einen umfassenderen Leitfaden zurate zu ziehen oder die Hilfe eines Forstexperten in Anspruch zu nehmen.



2. Hirsche

a. Allgemeines

Hirsche sind geweihtragende, wiederkäuende Säugetiere. Sie ernähren sich hauptsächlich von krautigen Pflanzen, in nahrungsarmen Zeiten oder Lebensräumen aber auch von Knospen, Zweigen und Rinde. Die problematischsten Arten sind Rothirsche und Rehe, die Hauptverantwortlichen für Schäden in der Regeneration. Der Sikahirsch und der Damhirsch, die deutlich seltener vorkommen, können örtlich als Verursacher in Frage kommen.



² Die Angaben zum Futter entsprechen dem allgemeinen Ernährungsmuster. Weder das Milieu noch die Jahreszeiten wurden dafür berücksichtigt.

b. Schäden

Verbiss



Betroffene Pflanzenteile und sensible Zeiten

- Samen, Nadelholz → Herbst und Winter
- Wildlinge, grüne Triebe → Frühjahr und Frühsommer
- End- und Seitenknospen → Frühjahr, Herbst und Winter

Aussehen

- Ausgerissen oder zerrissen, zerkaute Zweige

Höhe der Schäden

- < 110 cm bei Rehen
- < 200 cm bei Hirschen

Anfällige Kontexte und Baumarten

- Baumschulpflanzen, die in der Regel anfälliger sind, da sie einen höheren Mineralgehalt aufweisen und beim Einbringen attraktiver sind
- Eichen, Ahorn, Esche, Obstbäume, Ulme, Weide, Tannen, Kiefern, Fichten und Eibe

Folgen

- Verlangsamtes Wachstum → Setzling bleibt lange in Reichweite des Wildes
- Verlust der Apikaldominanz → Gefahr der Zwieselbildung
- Verlust aller Triebe und Wachstumsminderung > 25 % oder Verlust aller Knospen und Nadeln bei immergrünen Nadelbäumen → Absterben des Setzlings

Fegeschaden



Befallene Pflanzenteile

- Haupttrieb von jungen Bäumen

Aussehen

- Stamm einseitig abgescheuert → Fegeschaden
- Stamm rundherum aufgerieben, gebrochen oder abgerissen → Brufschaden

Sensible Zeiten

Hirsch	Fegen	Mitte Juli bis Mitte September
	Brunft	September bis Oktober
Reh	Fegen	Februar bis Mai
	Brunft	Mitte Juli bis Mitte August

Höhe der Schäden

- 50 - 100 cm bei Rehen
- 100 - 200 cm bei Hirschen

Anfällige Kontexte und Baumarten

- Pappeln, Weiden, Ahorn, Esche, Vogelkirsche, Roteiche, Eberesche, Douglasie, Lärchen, Kiefern und Tannen
- Junge Setzlinge und gelegentlich auch Baumholz
- Baum mit weichem Stamm, glatter Rinde, hoher Verzweigung und starkem Geruch

Folgen

- Verlangsamtes Wachstum → Setzling bleibt lange in Reichweite des Wildes
- Austrocknen eines Teils des Setzlings oder des ganzen Setzlings, Bruchstelle → geringere technische Qualität oder Absterben

Schälen (nur Hirsch)



Befallene Pflanzenteile

- Stamm

Aussehen und sensible Zeiten

- Im Saft (Sommer) → große Rindenstücke herausgerissen
- Nicht im Saft (Winter) → nicht abgelöste Rinde, Bissspuren

Höhe der Schäden

- 30 bis 200 cm

Anfällige Kontexte und Baumarten

- Kastanie, Esche, Eberesche, Rotbuche, Pappel, Fichte, Douglasie, Kiefer und Lärche
- Baumarten mit dünner Rinde
- Baum, der mit einer natürlichen Ausäutung begonnen hat
- Nach einer Entastung

Folgen

- Verlangsamtes Wachstum → Setzling bleibt lange in Reichweite des Wildes
- Schwächung der Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge → Gefahr von Fäulnisbildung
- Schwächung der mechanischen Widerstandsfähigkeit → Bruchgefahr durch Wind und Schnee.
- Das Schälen an älteren Bäumen ist oft schädlicher als an jungen.



Fegeschaden

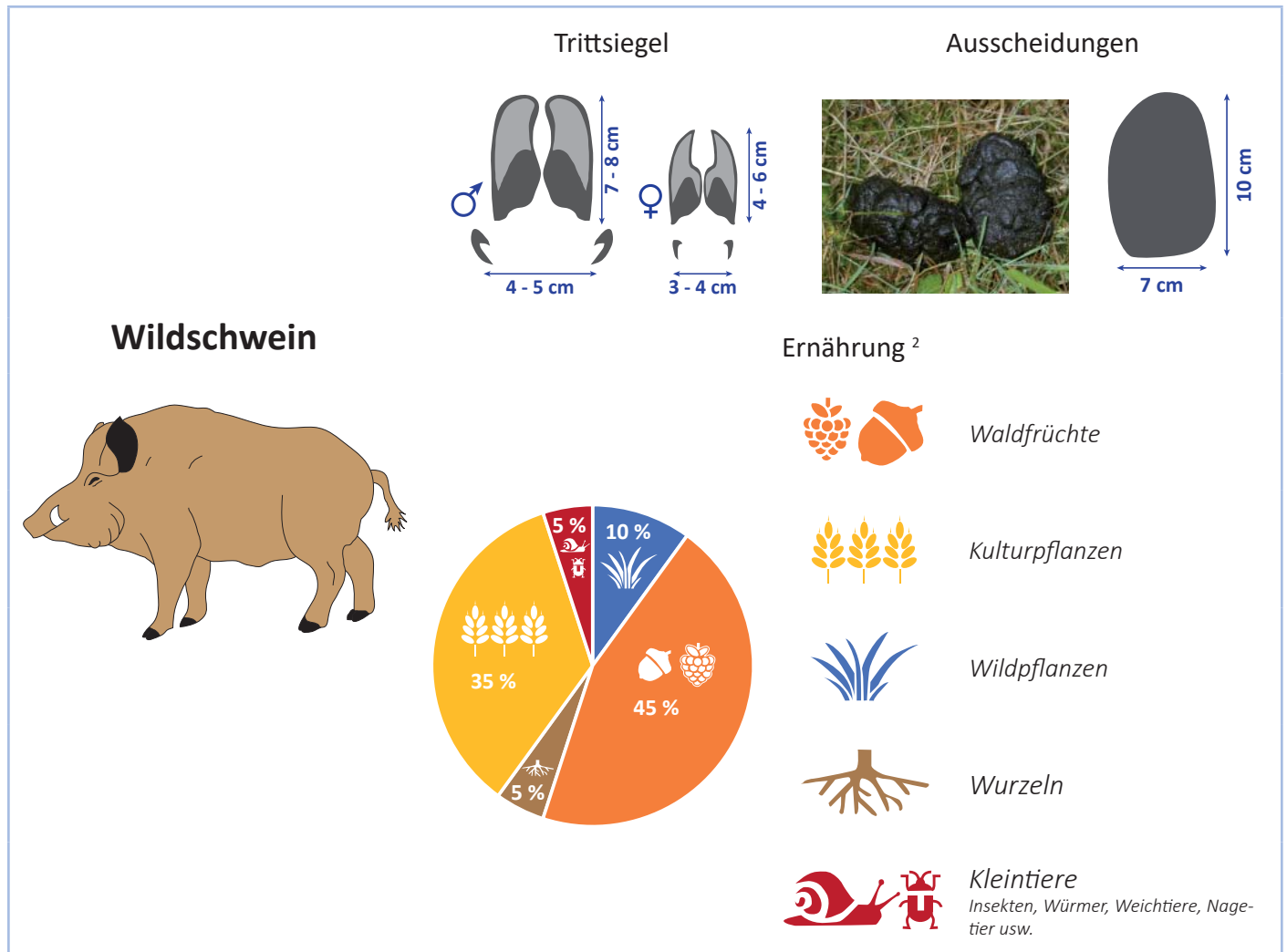


Schälen

3. Wildschwein

a. Allgemeines

Das Wildschwein ist ein in Gesellschaft lebendes allesfressendes Säugetier. Es legt weite Wege zurück und tritt manchmal in großen Rudeln auf. Die von ihm im Wald verursachten Schäden haben hauptsächlich mit der Futtersuche durch Wühlen im Boden zu tun.



b. Schäden

Freilegen von Setzlingswurzeln



Befallene Pflanzenteile	• Wurzeln
Aussehen	• Entwurzelter, umgestürzter oder gebrochener Setzling
Sensible Zeiten	• Nach der Pflanzung und Arbeiten mit Erdbewegung
Anfällige Kontexte und Baumarten	• Alle Baumarten • Neue Pflanzung (< 1 Woche bis 2 Monate) • Geringes Risiko von Schäden bei der natürlichen Regeneration
Folgen	• Austrocknen der Wurzeln → Verlangsamung des Wachstums und Gefahr des Absterbens • Wurzelfraß → Risiko des Absterbens des Setzlings • Bruch des Haupttriebs → Absterben des Setzlings

Fressen

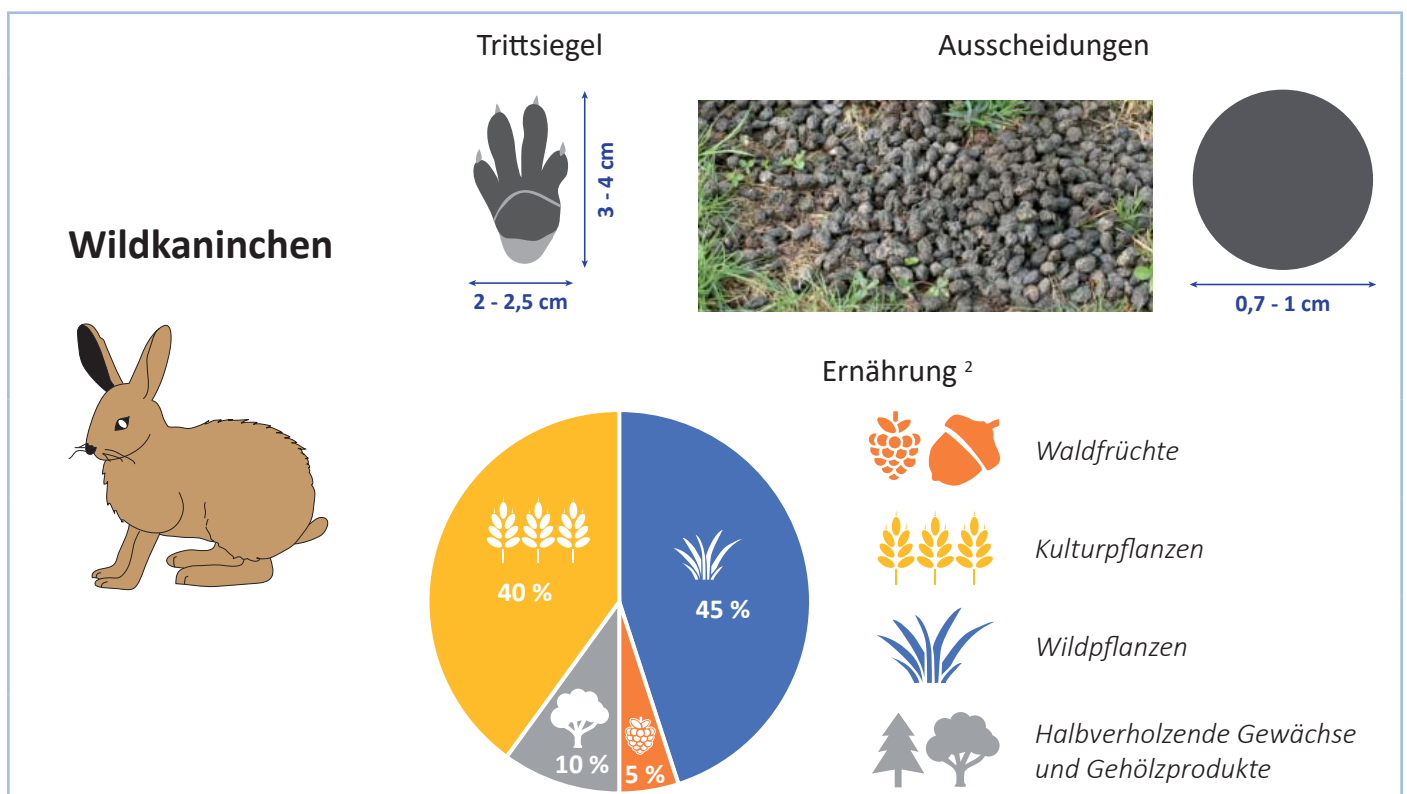
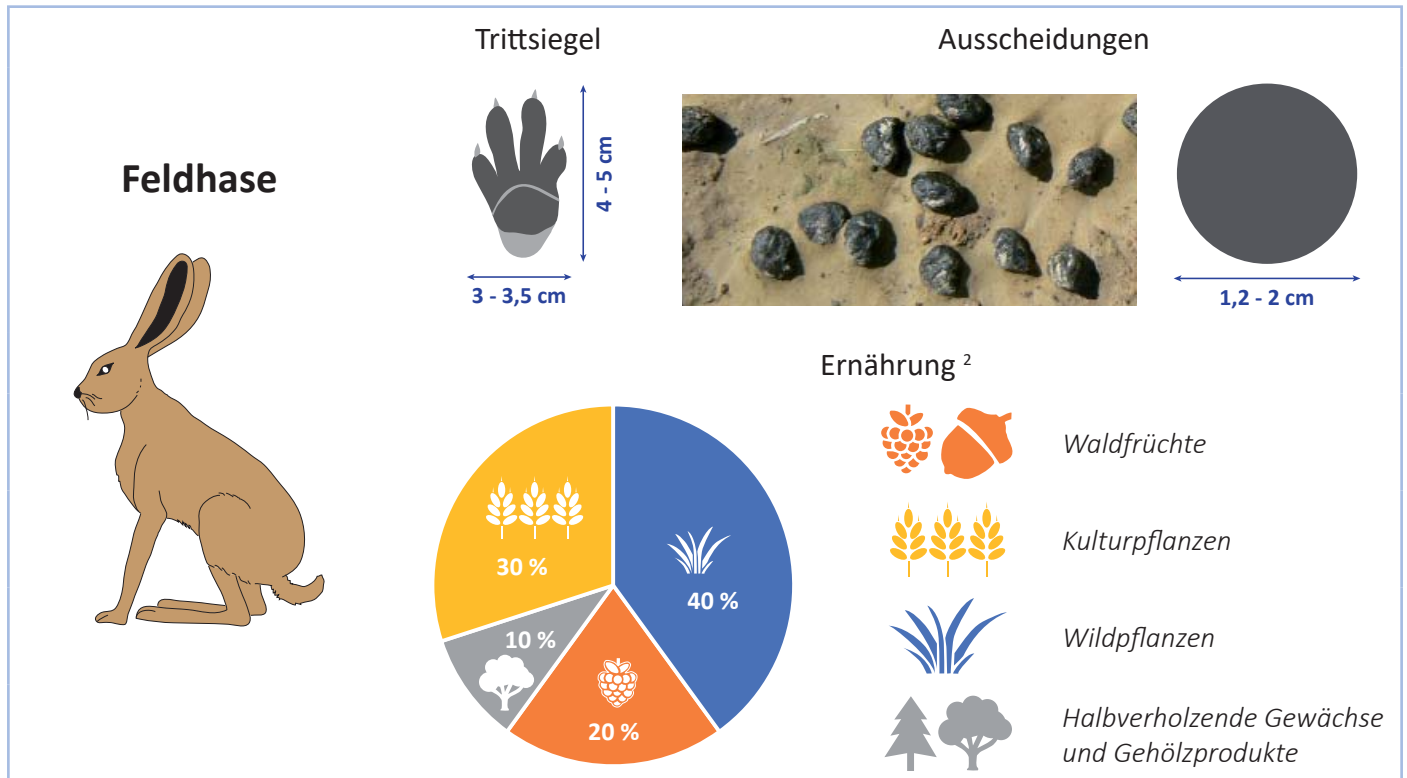


Betroffene Pflanzenteile	• Samen, junge Keimlinge
Aussehen	• Keine oder wenige Samen oder Keimlinge nach reicher Samenproduktion der Samenbäume, manchmal bei umgewühltem Boden
Sensible Zeiten	• Nach künstlicher Aussaat oder nach Erzeugung von Saatgut durch Samenbäume
Anfällige Baumarten	• Eicheln (Eiche) und Bucheckern (Rotbuche)
Folgen	• Natürliche Regeneration beeinträchtigt oder blockiert

4. Hasen

a. Allgemeines

Hasen sind eine Säugetierfamilie, die sich von Nagetieren vor allem durch ihre Zähne unterscheiden. Sie ernähren sich fast ausschließlich von Wild- und Kulturpflanzen, ergänzen ihre Nahrung jedoch in Jahreszeiten mit weniger krautiger Vegetation durch Knospen, Zweige oder Rinde. Manchmal fressen sie dies auch einfach, um ihre Schneidezähne abzunutzen.



b. Schäden

Verbiss	
	Betroffene Pflanzenteile und sensible Zeiten • Knospen, junge Triebe und Blätter, das ganze Jahr über (vor allem im Winter)
	Aussehen • Sauberer horizontaler oder schräger Schnitt
	Höhe der Schäden • Kaninchen: < 60 cm • Hase: < 70 cm
	Anfällige Baumarten • Alle Baumarten, vorzugsweise Laubbäume
	Folgen • Verlangsamtes Wachstum → Setzling bleibt lange in Reichweite des Wildes • Verlust der Apikaldominanz → Gefahr der Zwieselbildung • Durchtrennen des Setzlings am Wurzelhals → Absterben des Setzlings

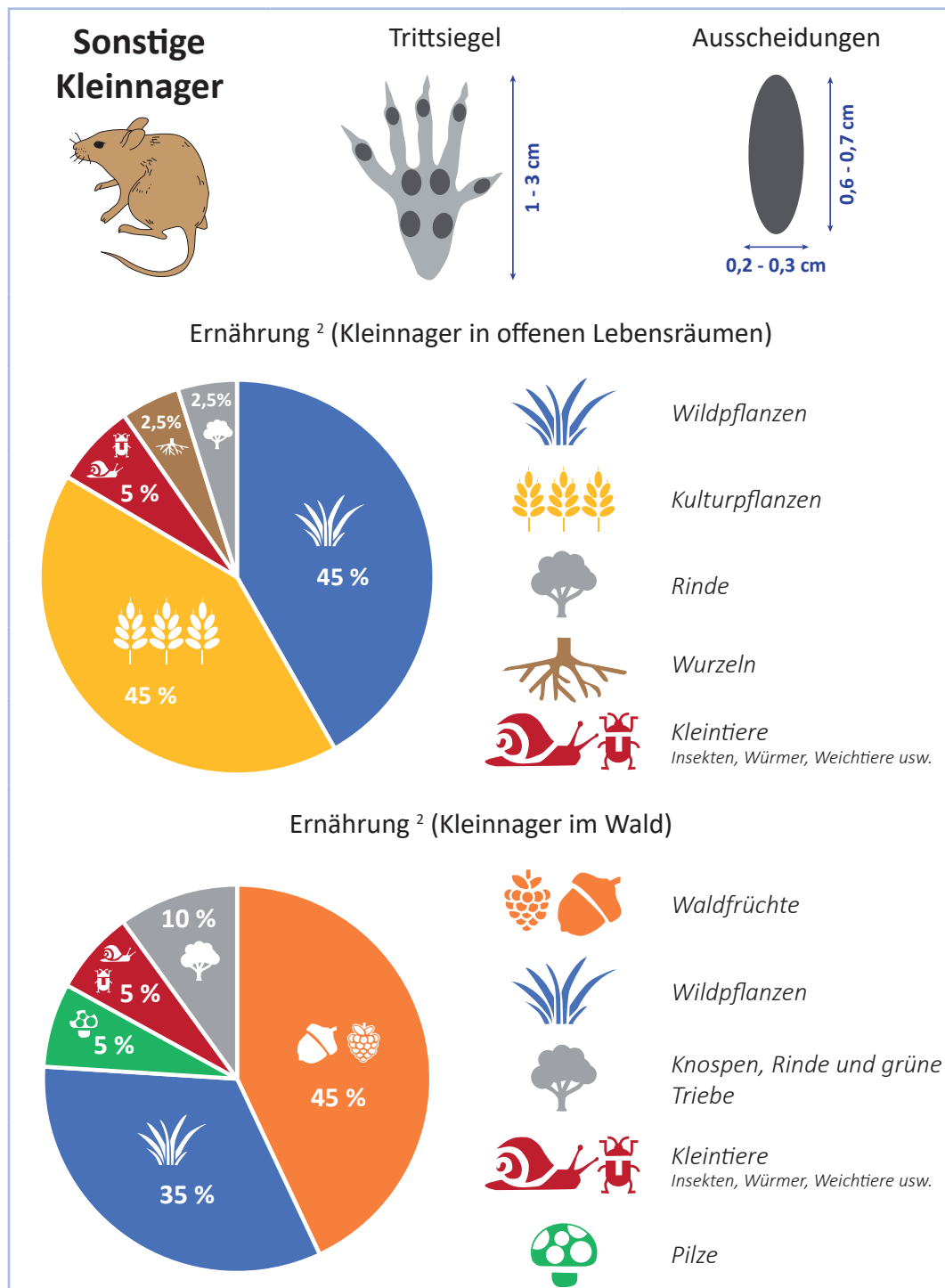
Verbiss	
	Betroffene Pflanzenteile • Niedrige Äste oder Wurzelhals und Stammfuß der jungen Bäume
	Aussehen • Schrägliegende Verletzungen, oft mit Spuren von den beiden Schneidezähnen > 3 mm
	Sensible Zeiten • Vor allem im Winter
	Anfällige Baumarten • Eiche, Rotbuche, Vogelkirsche, Esche, Pappel, Espe und Weide • Nadelbäume sind weniger betroffen
	Folgen • Verlangsamtes Wachstum → Setzling bleibt lange in Reichweite des Wildes • Austrocknen des Haupttriebs → Absterben des Setzlings

5. Kleinnager

a. Allgemeines

Zu den Kleinnagern gehören vor allem Wühlmäuse und Feldmäuse. Man unterscheidet zwischen Kleinnagern in offenen Lebensräumen (Felder, Wiesen, junge Regeneration) und solchen in Waldgebieten.

Die größten Schäden an der Regeneration werden oft von der ersten Gruppe verursacht, wenn es zu einer Massenvermehrung und/oder einem Mangel an Nahrungsressourcen kommt. Da sich die im Wald lebenden Kleinnager hauptsächlich von Samen ernähren, verursachen sie weniger Probleme bei Setzlingen. Ihre Populationen sind aufgrund ihres größeren Lebensraums auch weniger konzentriert.



b. Schäden

Verbiss



Betroffene Pflanzenteile

- Wurzelhals und Stammfuß der jungen Bäume, Äste, Knospen oder Wurzeln

Aussehen

- Setzling instabil, Verletzung mit Spuren der beiden Schneidezähne 1 – 3 mm

Sensible Zeiten

- Vor allem im Winter und bei Massenvermehrungen

Anfällige Baumarten

- Vor allem Laubbäume

Folgen

- Verlangsamtes Wachstum → Setzling bleibt lange in Reichweite des Wildes
- Austrocknen des Haupttriebs → Absterben des Setzlings



Das Fressen von Samen forstlicher Baumarten stellt selten ein Problem dar. Vielmehr fördern Kleinnager im Wald ihre Verbreitung durch das Anlegen von Vorräten, die manchmal verloren gehen oder vergessen werden.

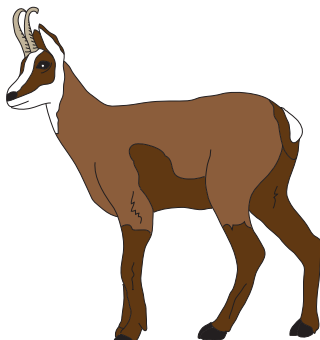


Weitere Informationen zu Nagern und den von diesen angerichteten Schäden:
Dégâts de rongeurs en forêt : comment y remédier ? – F. Carouille et O. Baudet - 2006

6. Andere Tierarten

In einigen Zonen können auch andere Tiere ähnliche Schäden verursachen. Das ist in Berggebieten bei Gämsen und Mufflons der Fall, doch von diesen verursachte Schäden sind eher die Ausnahme.

Gämse



Mufflon



7. Indirekte Wildschadenbekämpfung

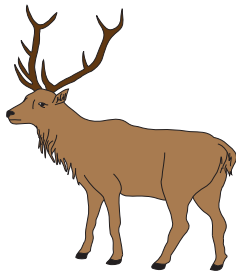
Die indirekte Bekämpfung umfasst eine Reihe von Maßnahmen mit kurz-, mittel- oder langfristiger Wirkung. Zu ihr gehören Methoden, die auf die Reduktion der Wildpopulationen und/oder die Verbesserung der Aufnahmefähigkeit des Lebensraums abzielen, was den Druck auf die Regeneration verringert. Für die erfolgreiche Herstellung eines Gleichgewichts zwischen Wald und Wild werden oft Jagd- und forstwirtschaftliche Maßnahmen in Kombination angewendet.

a. Jagdmaßnahmen

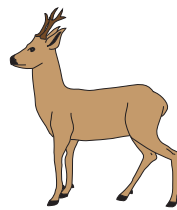
Die Verbesserung der Jagdpraktiken zielt auf die **Verringerung der Überpopulation des Wildes** ab. Dabei können verschiedene Mittel in Betracht gezogen werden.

- o Mit den Jägern über eine Erhöhung der Abschussziffer verhandeln (Abschussplan für Hirsche)
- o Jagdarten wie Ansitzjagd, Pirsch, Regie- (Lizenz-) oder Drückjagd ändern oder hinzufügen, die die Anzahl der erlegten Tiere erhöhen
- o Keine Parzellen unbejagt lassen, da sonst die Gefahr besteht, dass sich inmitten der bejagten Gebiete ein Wildreservat bildet

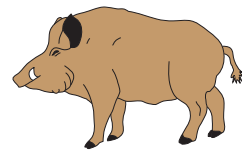
Optimale Abschusszahlen der einzelnen Tierarten



15 bis 30 Tiere/1.000 ha



7 bis 15 Tiere/100 ha



30 bis 40 Tiere/1.000 ha

Anm.: Bei diesen Zahlen handelt es sich um von der Aufnahmefähigkeit des Lebensraums abhängige Richtwerte

b. Forstwirtschaftliche Maßnahmen

Forstwirtschaftliche Maßnahmen verbessern die **Aufnahmefähigkeit des Lebensraums**. Durch sie werden die Kraut- und Strauchschichten angereichert, die dem Wild als Äsungsfläche dienen. Diese Nahrungsquellen tragen zu einer Verringerung der Schäden an der Regeneration bei.

Die wirksamste Maßnahme zur Bekämpfung einer Massenvermehrung von Kleinnagern besteht darin, die Wiederaufforstung zu verschieben. Die Überpopulation wird auf natürliche Weise durch Prädation (Raubvögel, Wildschweine usw.) oder Krankheiten reguliert.

Dynamische Forstwirtschaft verbessert die Aufnahmefähigkeit des Waldes :

- **Erhalten von Lücken im Bestand**
Wenn systematisch alle natürlichen Lücken im Bestand neu bepflanzt werden, bleiben Nahrungs- und Rückzugsgebiete erhalten.
- **Schaffung oder Erhaltung von jungen verholzenden Wildackern**
Tiefschnitt alle 2 bis 3 Jahre, sodass neue grüne und zarte Triebe wachsen, die von Hirschen geschätzt werden
- **Pflege von Wegrändern**
Mähen zur Erhaltung grasbewachsener Flächen

- **Aufteilung der Parzellen für die Erneuerung**

Hohe Attraktivität der Regeneration, vor allem in für Wild schlecht geeigneten Gebieten

- **Regelmäßige Durchforstung**

Bringt das für die Entwicklung einer vielfältigen Vegetation notwendige Licht auf den Boden und erhöht das Nahrungsangebot



Durch das Licht am Boden konnte sich eine Vegetation entwickeln, hauptsächlich Waldheidelbeere

- **Schaffung forstwirtschaftlicher Schneisen**

Die Schaffung einer Öffnung im Bestand fördert die Entwicklung einer für die Tierwelt leicht zugänglichen krautigen Flora. Schneisen erleichtern die forstwirtschaftliche Arbeit und die Tätigkeit der Jäger. Schneisen mit einer Breite von über 2,5 m bleiben länger offen und verlängern somit das Nahrungsangebot für das Wild.

Eine erneut von Vegetation besiedelte forstwirtschaftliche Schneise



- **Belassen geschälter Bäume**

Konzentriert den Schaden auf diese Bäume, die vom Rotwild mehrfach geschält werden können.

- **Partielle Durchreiserung von Pflanzungen**

Beschränkt den Zugang des Wildes, erhält ein holziges Nahrungsangebot und schützt die Setzlinge durch eine natürliche Umhüllung.

c. **Zusätzliche Maßnahmen**

Die Verbesserung der Bedingungen für Wildtiere muss parallel zu einer guten Populationsbewirtschaftung durch Jagd in Betracht gezogen werden :

- o Erhaltung und Pflege von Äsungsflächen und Lichtungen im Wald
- o Erhaltung und Pflege von Feuchtgebieten und Tümpeln im Waldinneren

8. Direkte Wildschadenbekämpfung

Bei der direkten Bekämpfung wird zwischen dem Setzling und dem Wild ein Hindernis angebracht. Es gibt mehrere Kategorien von Schutzmaßnahmen: Einzelschutz, Vergrämung und globaler Schutz. Sie wirken physisch, olfaktorisch, visuell oder über ihren Geschmack.

Diese Art der Bekämpfung wirkt sich nicht auf das Ungleichgewicht zwischen Wald und Wild aus. Sie ist daher bei jeder Erneuerung erforderlich. Bei einer Überpopulation von Hirschen können sich zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen das Schälen erwachsener Bäume als nützlich erweisen.

Schutzmaßnahmen verursachen relativ hohe Mehrkosten bei der Verjüngung (bis hin zu einer Verdopplung der Kosten).



Schutzhüllen für Einzelpflanzen (links) und Vergrämungsmittel (rechts)

Globaler Schutz

a. Entscheidungshilfe-Tools

Die Wahl zwischen individuellen (physischen oder vergrämenden) und umfassenden Schutzmaßnahmen ist im Wesentlichen eine wirtschaftliche Entscheidung. Die folgenden Formeln helfen, die wirtschaftlichste Schutzart vor Augen zu führen:

Vergleich zwischen globalem und Einzelschutz

$$WI = \frac{GS \times U}{ES \times n}$$

$WI > 1 \rightarrow$ Einzelschutz kostengünstiger
 $WI < 1 \rightarrow$ globaler Schutz kostengünstiger

Vergleich zwischen Einzelschutz und Vergrämung

$$WI = \frac{ES \times n}{VG \times n \times J}$$

$WI > 1 \rightarrow$ Vergrämung kostengünstiger
 $WI < 1 \rightarrow$ Einzelschutz kostengünstiger

WI	Wirtschaftlicher Index	
GS	Kosten des globalen Schutzes	pro Laufmeter
U	Umfang des zu schützenden Bereichs	in Metern
ES	Kosten des Einzelschutzes	pro Setzling
n	Anzahl der zu schützenden Setzlinge	
VG	Kosten der Vergrämung	pro Setzling
J	Dauer der Behandlung in Jahren	

b. Zusammenfassende Tabellen der Schutzmaßnahmen

Die Wahl des individuellen Gesamtschutzes ist abhängig von der regenerierten Baumart:

Baumarten		Hüllentyp	Hüllendurchmesser
Nadelbäume	Sonstige Nadelbäume	• Hüllen mit großen Maschen	30 – 33 cm
	Lärche und Douglasie	• Hüllen mit kleinen Maschen • Wuchshüllen	20 – 25 cm
Laubbäume	Rotbuche	• Hüllen mit kleinen Maschen oder gemischt (< 3 mm) • Wuchshülle	
	Eiche und Speierling	• Hüllen mit kleinen Maschen oder gemischt	
	Sonstige Laubbäume	• Wuchshülle	10 – 15 cm

Der Einzel- und der globale Schutz müssen auf das Wild und die von diesem verursachten Schäden abgestimmt sein:

Wild	Schäden	Einzelerschutz			Globaler Schutz	
		Partiell	Gesamt	Vergrämung		
Hirsch	Verbiss	• Verbißsschutzmanschette • Pflanzstab-Paar	• Flächengewicht : mittel bis sehr schwer • Höhe : mindestens 180 cm	• Schafwolle • Trico® • Anromag® • Sapu 2010® • Certosan® • Wildgranix® • Markierungsfarbe • Stop gibier plus®	• Schwerer, großmaschiger Wildzaun, 200 cm hoch • Elektrozaun mit 5 Drahtlitzen • Holzzaun, 200 cm hoch	
	Fegeschaden	• Fegemanschette • Stachelbaum • Pflanzstab-Paar • Dehnbare Maschen (große Maschen)				
	Schälen	• Dehnbare Maschen (große Maschen) • Wöbra		• Abhobeln und Aufkratzen		
Reh	Verbiss	• Verbißsschutzmanschette • Pflanzstab-Paar	• Flächengewicht : leicht mit Verstärkung bis schwer • Höhe: mindestens 120 cm	• Schafwolle • Trico® • Anromag® • Sapu 2010® • Certosan® • Wildgranix® • Markierungsfarbe • Stop gibier plus®	• Leichter, großmaschiger Wildzaun, 150 cm hoch • Elektrozaun mit 4 Drahtlitzen • Holzzaun, 150 cm hoch	
	Fegeschaden	• Fegemanschette • Stachelbaum • Pflanzstab-Paar • Geschlitzte Manschette • Dehnbare Maschen (kleine Maschen)				
Wildschwein	Freilegen	/			• Sapu 2010® • Wildgranix® • Ferti3H® • Sapic®	• Schwerer, großmaschiger Wildzaun, 140 cm hoch, 30 cm eingegraben • Elektrozaun mit 2 Drahtlitzen
	Fressen					
Hasen	Verbiss	• Verbißsschutzmanschette	• Flächengewicht : sehr leicht bis leicht • Höhe : 60 cm (Hase), 50 cm (Kaninchen und Kleinnager)	• Sapu 2010® • Certosan® • Markierungsfarbe	• Leichter Wildzaun mit kleinen, sechseckigen Maschen, 100 cm hoch, 30 cm eingegraben • Elektrozaun mit 3 Drahtlitzen	
	Verbiss	• Geschlitzte Manschette • Wöbra • Spirale • Dehnbare Manschette				
Kleinnager	Verbiss	• Wöbra (präventive Bekämpfung effektiver, siehe „Forstwirtschaftliche Maßnahmen“)				

c. Physischer Einzelschutz

Diese Art des Schutzes wirkt als physische Barriere zwischen dem Wild und den gefährdeten Teilen des Setzlings. Jeder Setzling muss einzeln geschützt werden. Die Wahl des Schutzes hängt im Wesentlichen vom Wild und der erneuerten Baumart ab.

Vorteile

- Keine Einschränkung der Bewegungsfreiheit des Wildes
- Hilft beim Auffinden der Setzlinge bei der Durchreiserung
- Wiederverwendung bestimmter Schutzvorrichtungen möglich

Nachteile

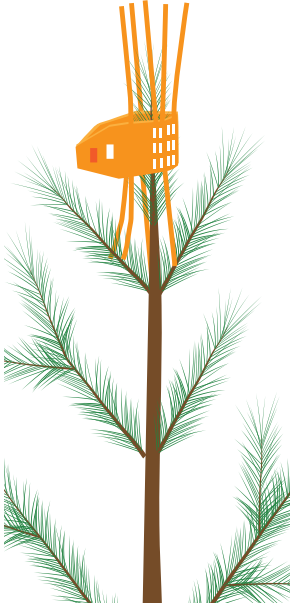
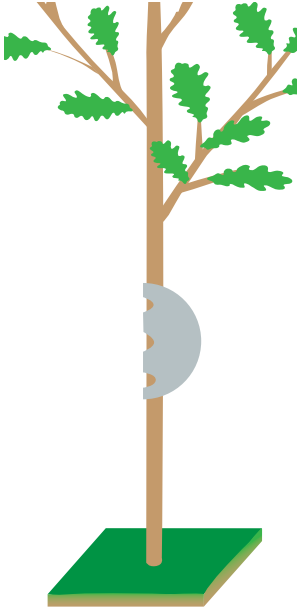
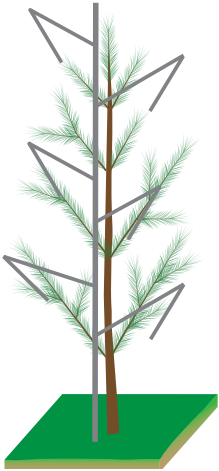
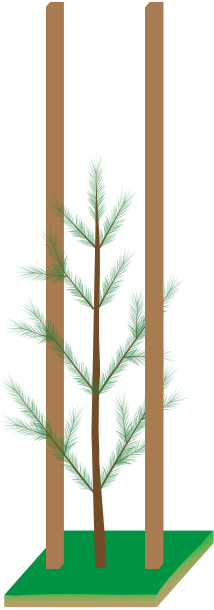
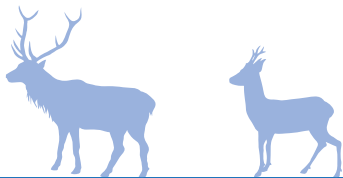
- Durchreiserung um die Pflanze herum kann schwierig sein : Der Schutz kann durch das Freischneidewerkzeug beschädigt werden.
- Hohe Kosten bei dichten Pflanzungen
- Gefahr der Setzlingsverformung oder des Einwachsens des Schutzes in den Setzling
- Muss regelmäßig überwacht werden
- Wenn der Schutz mit dem Setzling in Berührung kommt, kann der Stamm sich bei Baumarten mit dünner Rinde erwärmen oder können Rindennekrosen auftreten.
- Potenzielle Umweltverschmutzung durch das Material oder das Zurücklassen der Schutzvorrichtungen auf der Parzelle
- Abnehmen oft obligatorisch
- Auswirkung auf das Landschaftsbild



Partielle Schutzmaßnahmen

Diese Schutzmaßnahmen wirken gegen eine oder zwei Arten von Schäden gleichzeitig.

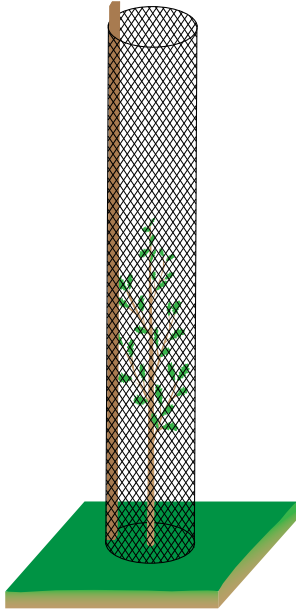
Produkt	Geschlitzte Manschette	Manschette mit dehnbaren Maschen	Wöbra®	Spirale
Beschreibung	Halbstarre Kunststoffmanschette mit einer Längsöffnung	Dehnbare, elastische Kunststoffmanschette mit großen (Rotwild) oder kleinen Maschen (Rehwild und Hasen)	Weißer Anstrich auf Quarzsandbasis	Spiralförmige Kunststoffmanschette, steif bis halbstief
Anwendung	Durch Umwickeln des Stammes	Durch Umwickeln des Setzlings und Anheften	Durch Einpinseln 2,5 Bäume/kg	Durch Umwickeln des Stammes
Haltbarkeit	5 bis 7 Jahre	6 bis 10 Jahre	10 Jahre	Wiederverwendbar ± 2 Jahre
Eignung				

Produkt	Verbissschutzmanschette 	Fegemanschette 	Stachelbaum 	Pflanzstab-Paar 
Beschreibung	Kunststoffmanschette mit blauen oder orangefarbenen Stacheln	Gefaltete Metallscheibe mit Belüftungslöchern	Gestell aus Metall	Pflanzstäbe
Anwendung	Am Haupttrieb unterhalb der Apikalknospe anbringen (um den Stamm vor der Knospe)	In 30-40 cm Höhe auf dem Haupttrieb anbringen	Einige Zentimeter vom Stamm entfernt aufstellen (die „Stacheln“ vorher in alle Richtungen anordnen)	Beidseitig des Setzlings
Haltbarkeit	Wiederverwendbar 10 bis 15 Jahre	Wiederverwendbar	Wiederverwendbar	5 bis 10 Jahre (abhängig vom verwendeten Holz)
Eignung				

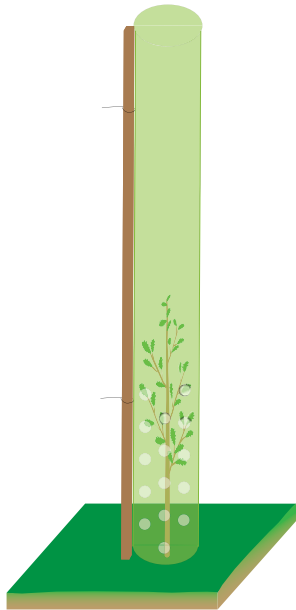
Gesamtschutz

Schützt alle Setzlinge gegen alle Schäden

Hüllen mit Maschen



Wuchshüllen



Die Eigenschaften der Einzelschutzvorrichtungen

→ Material

Schutzvorrichtungen können aus Metall, Kunststoff oder natürlichen Materialien hergestellt werden. Vom Material ist abhängig, wie lange sie halten, ob sie entfernt werden müssen und wie gefährlich sie für die Umwelt sind. Zur Vermeidung von Schäden müssen die Setzlinge je nach Wild, Wachstum des Setzlings und Begleitvegetation durchschnittlich 6 Jahre lang geschützt werden.

Material	Metall	PP (Polypropylen)	PE (Polyethylen)	Natürlich (Holz, Mais- oder Kartoffelstärke)
Haltbarkeit	Sehr haltbar	> 4 Jahre (abhängig vom Flächengewicht und der UV-Einwirkung)	5 bis 7 Jahre (abhängig vom Flächengewicht und der UV-Einwirkung)	- Kunststoffe auf pflanzlicher Basis: 18 Monate - 3 Jahre - Holz: > 5 Jahre
Vorteile	Oft wiederverwendbar	- Preisgünstiger als PE - Verletzt die Rinde nicht (bevorzugt bei partiellen Schutzmaßnahmen) - Wiederverwendung möglich (außer bei Hüllen, da diese beim Abnehmen zerschnitten werden) - Chemisch inert und wiederverwertbar	- Elastizität und Widerstandsfähigkeit - Bricht beim Auseinanderziehen - Wiederverwendung möglich (außer bei Hüllen, da diese beim Abnehmen zerschnitten werden) - Chemisch inert	- Kein Abnehmen (außer Metallklammern) - Wiederverwendung möglich
Nachteile	- Hohe Kosten - Kehrt nach dem Zusammendrücken nicht wieder in seine Form zurück - Verformt die Zweige stark - Verletzt den Haupttrieb durch Reibung - Muss abgenommen werden	- Empfindlicher gegen Oxidation als PE, wird durch niedrige Temperaturen brüchig - Hohe Steifigkeit, die manchmal die Ausdehnung verhindert - Muss abgenommen werden	- Höhere Kosten - Hinterlässt Spuren auf dünnen Rinden, auch wenn es zerreißt - Muss abgenommen werden	- Im ersten Jahr Qualitätsverlust an der Basis, wodurch die Pflanze Nagetierschäden ausgesetzt ist - Schwierige Lagerung von Kunststoffen auf pflanzlicher Basis - Höhere Kosten

→ Höhe der Schutzvorrichtungen

Die Höhe der Schutzvorrichtung ist an das vorhandene Wild anzupassen. Sie sollte über die Obergrenze des Wildschadens hinausreichen.

Wild	Hirsch	Reh	Hase	Kaninchen und Kleinnager
Standardhöhe	180 cm	120 cm	60 cm	50 cm
Höhe bei hoher Wilddichte	200 cm	150 m		

→ Flächengewicht der Maschen

Das Flächengewicht bestimmt die Festigkeit des Schutzes. Je höher das Flächengewicht, desto reißfester der Schutz und desto aufmerksamer muss man über den Setzling wachen. Es ist abhängig von der Drahtanzahl und -stärke sowie gegebenenfalls der Verstärkungsdrähte. Das Flächengewicht ist auf das Wild abzustimmen.

Kategorie	Sehr leicht	Leicht	Mittel	Schwer	Sehr schwer
Flächengewicht	$\leq 150 \text{ g/m}^2$	200 – 250 g/m ² (verstärkt für Rehwild)	250 – 350 g/m ²	400 – 500 g/m ²	> 500 g/m ² (Agroforstwirtschaft)
Eignung					

Umrechnung von Flächengewichten: Laufmeter (g/lfm) in Quadratmeter (g/m²)

$$G = \frac{g}{\frac{\pi \times \varnothing}{100}}$$

G = Flächengewicht in Quadratmetern

g = Flächengewicht in laufenden Metern

∅ = Durchmesser der Schutzvorrichtung in cm

π = 3,14

→ Durchmesser der Schutzvorrichtung

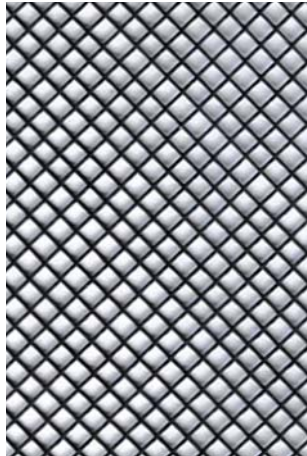
Der Durchmesser ist hauptsächlich von der regenerierten Holzart abhängig.

10 – 15 cm	14 – 15 cm	20 – 25 cm	30 – 33 cm
Pappel	Wertvolle Laubbäume	Laubbäume mit starkem Seitenwachstum (Eiche, Buche, Walnuss, Speierling) und stark wachsende Nadelbäume (Douglasie und Lärche)	Sonstige Nadelbäume

→ Maschenweiten

Kleine Maschen

≤ 4 mm



Schutzvorrichtungen mit **kleinen Maschen** schließen den gesamten Setzling innerhalb der Schutzvorrichtung ein und verhindern das Durchwachsen von Trieben. Sie haben den Vorteil, dass sie alle Knospen vor Verbiss schützen und ein winddichtes Mikroklima fördern, das auch vor der Sonne schützt. Sie können jedoch Schäden an den Pflanzen verursachen: Wenn der Schutz zu eng ist, verformt er die jungen Triebe. Außerdem kann die Belüftung unzureichend sein, was das Auftreten von Fäulnis oder Schädlingen begünstigt. Diesem Maschenweitentyp ist für schnellwachsende Laub- und Nadelholzpflanzen mit biegsamen Ästen (**Lärche und Douglasie**) der Vorzug zu geben.

Große und sehr große Maschen

5 – 15 mm
und ≥ 15 mm



Schutzvorrichtungen mit **großen und sehr großen Maschen** lassen Zweige und Triebe durch. Sehr großmaschige Schutzvorrichtungen können an stark apikal dominierten kleinen Laubholzsetzlingen zu Verformungen und Verbiss am Haupttrieb führen. Sie sollten nur Nadelbäumen zum Schutz gegen Hirsche, in Pflanzungen mit geringer Dichte von empfindlichen Baumarten, großen Laubbäumen oder Obstbäumen vorbehalten sein.

Gemischte Maschen

2 – 3 mm
und 1 – 3 cm



Schutzvorrichtungen mit **gemischten Maschen** vereinen die Vorteile kleiner und großer Maschen: Sie verhindern das Durchwachsen von Trieben und sind zugleich steif. Sie werden besonders als Schutz gegen Hirsche und hohe Rehdichten empfohlen.

Wuchshüllen



Bei **Wuchshüllen** handelt es sich um massive Röhren mit Perforation. Sie unterstützen ein für das Wachstum der Setzlinge günstiges Mikroklima. Die Konzentration von Wärme und Feuchtigkeit kann jedoch auch Schädlinge und die Erwärmung des Stammes fördern.

→ Aufstellen des individuellen Gesamtschutzes

Beim Aufstellen müssen die Schutzhüllen mit einem oder mehreren Pflanzstäben verankert werden, damit sie stabil und haltbar sind. Die Haltbarkeit der Pflanzstäbe hängt von ihrer Dicke, vom Typ, aber auch von den bodenkundlichen und klimatischen Bedingungen der Parzelle ab.

Material	Metallisch Bewehrungsstahl	Bambus	Glasfaser	Pfahl	
				Kastanie (dreieckiger oder rechteckiger Querschnitt)	Robinie (rechteckiger Querschnitt)
Haltbarkeit	> 10 Jahre	1 – 3 Jahre	> 15 Jahre	3 – 5 Jahre	5 – 7 Jahre
Geeignete Schutzvorrichtungen	- Leichte Manschetten gegen Kaninchen und Hasen - Steiniger oder windiger Platz - Schlecht geeignet im Wald (Gefährdung)	- Leichte Manschetten gegen Kaninchen und Hasen - Als Ergänzung zu Pfählen auf windigen Parzellen	- Leichte Manschetten gegen Kaninchen und Hasen - Steiniger oder windiger Platz	alle	alle
Befestigung	Gebogenes Ende zum Halten der Schutzvorrichtung	Durch Verspannen mit der Schutzvorrichtung	Durch Verspannen mit der Schutzvorrichtung oder durch Festklemmen	Durch Klammern oder Kabelbinder	Durch Klammern oder Kabelbinder
Vorteile	- Dünn und robust - Wiederverwendbar - Verhindert das Hochziehen der Hülle (gebogenes Ende)	Kostengünstig	- Sehr lange haltbar - Einfache Lagerung - Leichteres Auffinden der Setzlinge durch die Farbe - Wiederverwendbar	Gute Schädlingsresistenz	- Widerstandsfähiger gegen Hämmern und Biegen - Gute Witterungsbeständigkeit
Nachteile	- Muss abgenommen werden - Ohne Umlegen im Wald für die Maschinen gefährlich	Nicht lange haltbar	- Muss abgenommen werden - Kostspielig	- Bei schlechtem Wetter rasche Verwitterung - Kann an der Basis brechen und Schutzvorrichtung und Setzlinge mitreißen - Muss zur Bekämpfung von Pflanzenkrebs entrindet werden	Anbieter in der Nähe schwer zu finden

Holzpflöcke werden als Stütze für Zäune, Holzlatten oder Stacheldraht verwendet.

Für eine ausreichend lange Haltbarkeit sind Pflanzstäbe mit großem Querschnitt zu empfehlen, da diese nicht ersetzt werden müssen. Die Größe des Pflanzstabs hängt von der Höhe der Schutzvorrichtung und der Bodenbeschaffenheit ab. In bearbeiteten Böden kann die Einschlagtiefe des Pflanzstabs, damit dieser stabil ist, bis zu 50 cm betragen.

Die Anzahl und Art der benötigten Pflanzstäbe erfährt man oft vom Lieferanten der Schutzvorrichtung.

Vorsichtsmaßnahmen

Es ist nachdrücklich zu empfehlen, den Einzelschutz während der ersten rund sechs Jahre zu beaufsichtigen. Eine jährliche Kontrolle des richtigen Sitzes ist ratsam, vorzugsweise im späten Frühjahr oder im Sommer. Folgendes ist zu kontrollieren:

- Wirksamkeit prüfen
- Sitz überprüfen (allgemeiner Zustand der Schutzvorrichtung und gegebenenfalls der Pflanzstäbe)
- Beschädigte Pflanzstäbe und Schutzvorrichtungen ersetzen
- Verbissschutzmanschetten wieder am Haupttrieb befestigen, um ihre Funktion als Schutz der Endknospe sicherzustellen

Die meisten Schutzvorrichtungen müssen abgenommen werden, d. h. zerlegt und wiederverwertet oder bis zur nächsten Erneuerung zwischengelagert werden. Die Schutzhüllen werden für die Abnahme auseinandergeschnitten.



Es ist wichtig, dass die Schutzhüllen nicht auf dem Waldstück zurückgelassen werden. Das wäre bei nicht biologisch abbaubaren Schutzvorrichtungen Umweltverschmutzung. Es ist übrigens verboten.

Besondere Vorsichtsmaßnahmen bei Schutzhüllen in der Zeit ohne Nutzung:

- Für einen guten Halt der Schutzvorrichtung mindestens ein Pflanzstab in der vorherrschenden Windrichtung (gilt auch für Wuchshüllen)
- Klammern an der Falte, damit die Schutzvorrichtung sich öffnen muss
- Zur Stabilisierung der Öffnung oberhalb der Hülle umschlagen



Weitere Informationen zum physischen Einzelschutz finden Sie in : Protéger les arbres contre les dégâts du gibier : les manchons grillagés - Philippe Van Lerberghe, 10/2014, Herausgeber : IDF

d. Vergrämung

Diese Art des Schutzes wirkt auf den Geschmacks-, Geruchs- oder Sehsinn des Wildes. Einige Vergrämungsmittel wirken auf mehrere Sinne gleichzeitig.

Das Angebot an Vergrämungsmitteln ist vielfältig, es kommen laufend neue hinzu. Die nachfolgend aufgeführte Liste ist nicht erschöpfend.

Die meisten Vergrämungsmittel haben eine relativ kurze Wirkungsdauer (3 Wochen bis 6 Monate). Sie sind so konzipiert, dass sie nur während der Zeit wirken, in der das Risiko kritischer Schäden besteht (siehe Tabellen zu den durch die einzelnen Wildarten verursachten Schäden).

Vorteile

- Geringe Kosten für Spritzmittel
- Keine Einschränkung der Bewegungsfreiheit des Wildes
- Großer Wirkungsradius (Verbreitung in der Luft um das Ziel herum)
- Kann die abstoßende Wirkung mit einem Düngemittel kombinieren
- Farbe hilft beim Auffinden der Setzlinge
- Keine Abnahme erforderlich (biologisch abbaubare Produkte)
- Keine Gefahr für die Setzlinge

Nachteile

- Oft kurze Wirkungsdauer
- Gefahr der Gewöhnung des Wildes
- Kann andere Tiere oder den Menschen stören
- Nicht wiederverwendbar
- Einige Mittel erfordern den Besitz einer Phytolizenz (Belgien), einer Certiphyto-Zertifizierung (Frankreich) oder des Sachkundenachweises – SKN (Deutschland)



SEMA® Markierungsfarbe blau



Schafwolle

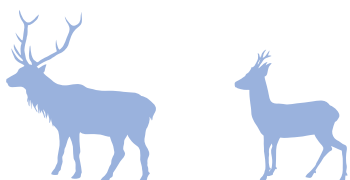


Trico®

Vergrämungsmittel auf der Basis von Schafsfett oder -wolle

Diese Produkte werden aus natürlichen, von Schafen produzierten Materialien gewonnen und stören Hirsche durch ihren Geruch und Geschmack.

Schafwolle wird unbehandelt eingesetzt. Dieser Rohstoff ist zwar kostengünstig, muss jedoch im selben Jahr mehrmals ersetzt werden. Außerdem sind bestimmte Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, damit die Triebe nicht eingeschnürt werden. Trico® funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie Wolle. In flüssiger Form ist es einfacher anzuwenden und hält länger. Anromag® hat eine höhere Wirkstoffkonzentration. Durch die Anwendung auf einem Pflock oder einer Schnur können mehrere Pflanzen gleichzeitig geschützt werden.

Produkt	Schafwolle	Trico®	Anromag®
Beschreibung	Unbehandeltes und ungewaschenes Rohprodukt	Produkt auf Schafsfettbasis	Produkt auf Schafsfettbasis
Anwendung	Händisch, Wolle nicht um die Zweige wickeln Auf jeder Pflanze	Durch Besprühen des Setzlings, vorzugsweise nach dem Austrieb Auf jeder Pflanze 250 Setzlinge/l	Die Pflocke einschlagen bzw. die Schnur auf den Setzlingen anbringen 100 m ² /Pflock 1 Schnur alle 2 oder 3 Setzlinge
Haltbarkeit	2 bis 5 Monate	± 4 Monate (pur)	/
Eignung			

Vergrämungsmittel mit organisch-mineralischem Dünger

Dünge-Vergrämungsmittel in flüssiger oder Granulatform haben den Vorteil, dass sie sowohl vor Wild schützen als auch eine Düngerquelle für die Pflanzen darstellen. Manche Produkte haben ein breiteres Schutzspektrum als andere.

Produkt	Certosan®	Sapu 2010®	Wildgranix®	Ferti 3H®
Beschreibung	Biologisches, benetzbares Pulver auf der Basis von geruchsstarkem Blutmehl	Flüssiges Vergrämungsmittel, das einen starken Geruch verströmt	Granulat, das witterungsabhängig unterschiedliche Gerüche verbreitet, was Gewöhnung verhindert	Granulat auf Schweinegüllebasis
Anwendung	Durch Einpinseln, Besprühen oder Eintunken Trocken oder auf den feuchten Setzling	Durch Besprühen am Fuß des Setzlings (auch in Tablettenform erhältlich: Sapubilles) 2500 m²/l	Im Vorbeigehen $\pm 50 \text{ m}^2/\text{kg}$	Ablegen am Fuß des Setzlings 30 – 60 m²/kg
Haltbarkeit	6 bis 8 Wochen (Sommer) 4 bis 6 Monate (Winter)	± 3 Wochen	3 bis 5 Wochen	Mehrere Monate
Eignung				

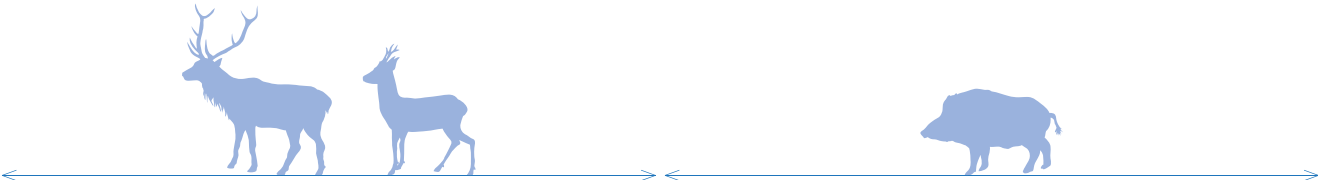
Markierungsfarben und visuelle Vergrämungsmittel

Manche Forstfarben ermöglichen die Markierung von Bäumen und schützen sie durch die in ihnen enthaltenen Bitterstoffe. Farben wie Blau oder Rosa sollen als visuelles Vergrämungsmittel wirken.

	SEMA® Markierungsfarbe		Wöbra®
Produkt			
Beschreibung	Markierungsfarbe blau	Markierungsfarbe weiß	Weißer Anstrich auf Quarzsandbasis
Anwendung	Durch Besprühen oder Einpinseln des Setzlings ± 125 Setzlinge/l	Durch Besprühen oder Einpinseln des Setzlings ± 125 Setzlinge/l	Durch Einpinseln 2,5 Bäume/kg
Haltbarkeit	1 Jahr	1 Jahr	10 Jahre
Eignung			

Vergrämungsmittel auf Tranbasis

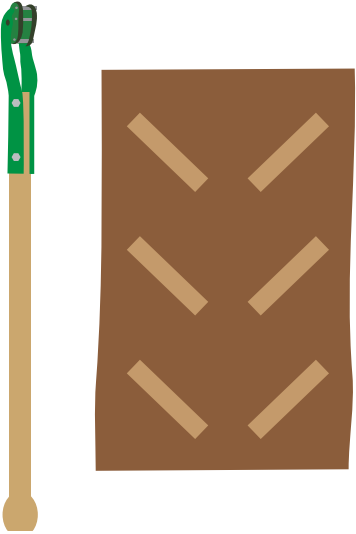
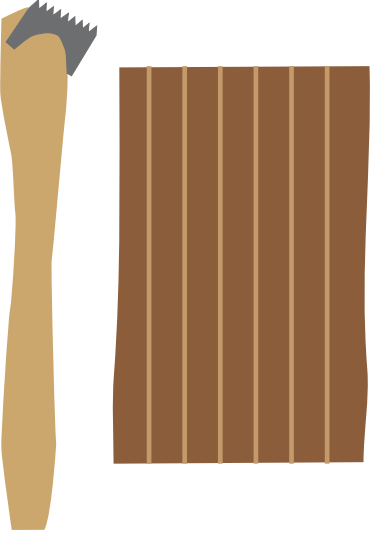
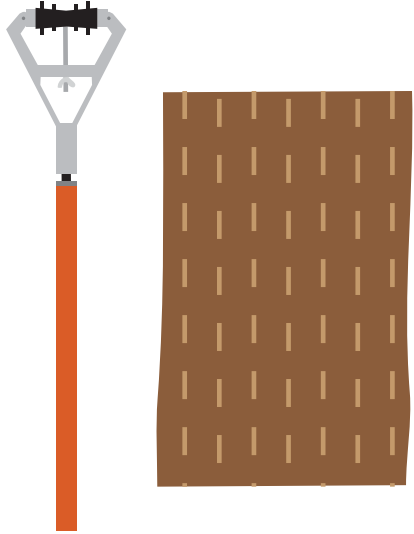
Tran ist ein Vergrämungsmittel für Hirsche, hat aber außerdem eine starke Anziehungskraft für Wildschweine. Das Produkt Sapic nutzt diese Anziehungskraft für Wildschweine, um sie dazu zu bringen, Tabletten zu fressen.

Produkt	STOP gibier plus® 	Sapic® 
Beschreibung	Für Wild durch Geruch und Geschmack abstoßendes Produkt	Tabletten, deren Aufnahme Verbrennungen und starken Speichelfluss hervorruft
Anwendung	Durch Besprühen oder Einpinseln ± 300 Setzlinge/l	Im Vorbeigehen ± 500 m²/kg
Haltbarkeit	± 6 Monate	5 bis 10 Wochen (trockenes Wetter) Einige Tage (feuchtes Wetter)
Eignung		

Vergrämungsmittel durch physiologische Reaktion des Baumes

Abhobeln und Aufkratzen werden bei Nadelbäumen im Stadium des **niedrigen Stangenholzes** nach dem Durchforstungsschnitt ausschließlich zur Vermeidung von Schälsschäden durch Hirsche eingesetzt. Dabei wird der Stamm oberflächlich verletzt, was zu Harzaustritt und einer vorzeitigen Alterung der Rinde führt. Der Geruch des Harzes wirkt abstoßend und mit der Verdickung der Rinde verliert sich ihre Schmackhaftigkeit.

Diese Techniken werden von Hand ausgeführt, dabei können pro Tag 100 bis 300 Bäume behandelt werden. Die Wirkung hält das ganze Leben des Baumes an. Die Durchführung erfordert jedoch, damit die Maßnahme wirksam und für den Baum unschädlich ist, eine gewisse Routine.

Abhobeln	Aufkratzen	
 Rindenhobel nach Gerstner	 Schwarzwälder Rindenkratzer	 Rindenschlitzgerät

Vorsichtsmaßnahmen

Es ist nachdrücklich zu empfehlen, die Vergrämungsmittel während der gesamten Wirkungsdauer zu beaufsichtigen. Folgendes ist zu kontrollieren :

- o Effizienz überprüfen
- o Tempo der Wirkungsabnahme beobachten und entsprechend erneut anwenden
- o Bei Schafwolle kontrollieren, ob die Zweige und der Haupttrieb des Setzlings nicht eingeschnürt werden

Die meisten Vergrämungsmittel sind biologisch abbaubar und müssen daher nicht entfernt werden.

e. Globaler Schutz

Globale Schutzvorrichtungen bestehen aus Maschendraht-, Elektro- oder Holzzäunen, die verhindern, dass das Wild in die Erneuerungsfläche eindringt. Da die Tiere die Setzlinge nicht erreichen können, ist der Schutz umfassend. Der größte Nachteil dieses Systems ist, dass es der jeweiligen Wildart, insbesondere dem Rotwild, einen Teil des Lebensraums entzieht. Infolgedessen konzentriert sich der Populationsdruck stärker auf die angrenzenden Parzellen, was das Risiko von Schäden in diesen erhöht. Diese Art des Schutzes sollte die Ausnahme bleiben.

Man unterscheidet 3 Arten von Zäunen: Metallzaun, Elektrozaun und Holzpalisade.

Vorteile

- Schützt vor allen Schäden
- Kostengünstiger bei großen Parzellen und/oder hoher Pflanzdichte
- Dauerhafte physische Barriere
- Gefahrlos für die Bäume
- Bei Rotwild Schutz wirksamer als physischer Einzelschutz

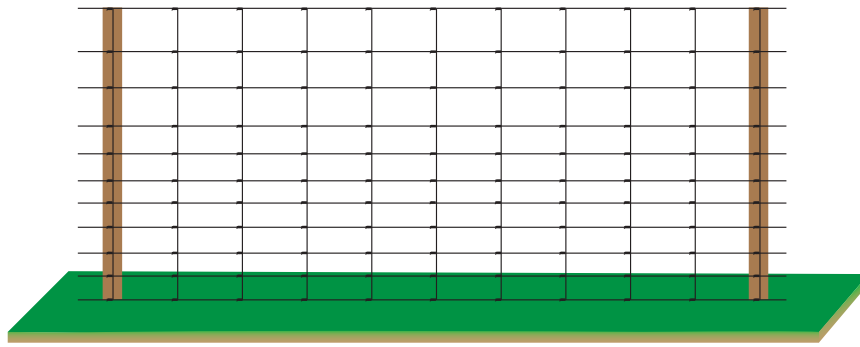
Nachteile

- Hohe Kosten bei kleinen Flächen und geringer Dichte
- Einschränkung der Bewegungsfreiheit des Wildes
- Be- oder verhindert den Zugang des Wildes zu einer Nahrungsquelle
- Indirekte Intensivierung der Wildschäden außerhalb der Einzäunung
- Unterteilung des Territoriums
- Hindernis erregt manchmal den Unwillen von Anwohnern und Spaziergängern
- Regelmäßige Überwachung, um zu verhindern, dass Tiere sich im umzäunten Bereich einsperren lassen
- Optimaler Schutz nur bei relativ flachem Gelände

Drahtgitterzaun

Ein Drahtgitterzaun ist eine mechanische Vorrichtung, die den Zugang zur Regenerationsparzelle verhindert. Er wird vor allem zum Schutz empfindlicher natürlicher oder künstlicher Regenerationen gegen Hirschsäden verwendet. Er besteht aus einem durch Pflöcke gehaltenen Gitter. Die Höhe, die Maschenweite und die Drahtstärke sind passend zum Wild zu wählen, gegen das der Zaun schützen soll.

Wild	Maschen	Höhe	Typ
Hirsch	Große Maschen (> 36 mm)	200 cm	Schweres Gitter Ø = 2 bis 3 mm
Reh		150 cm	Leichtes Gitter Ø = 1 mm
Wildschwein		140 cm + vergraben oder am Boden umgelegt 30 cm	Schweres Gitter Ø = 2 bis 3 mm
Hasen	Sechseckige Maschen und kleine Maschen (≤ 36 mm)	100 cm + vergraben oder am Boden umgelegt 30 cm	Leichtes Gitter Ø = 1 mm



Der Wildzaun mit nach Tiergröße aufsteigender Maschenweite ermöglicht eine Barriere für Hoch- und Niederwild.

Das Absperrgitter wird durch Pflöcke gehalten. Deren Länge ist von der Höhe des Gitters abhängig. Für einen besseren Halt sollten die Pflöcke 30 bis 50 cm in den Boden getrieben werden, damit die Vorrichtung nicht umkippen kann.

Für ausreichende Haltbarkeit und die Stabilität der Vorrichtung muss das Material der Pflöcke hochwertig sein.

Material	Runder entrindeter Robinienpflock	Gespaltener Pflock aus Kastanie oder Eiche	Pflock aus imprägnierter Fichte
Haltbarkeit	15 bis 20 Jahre	10 bis 15 Jahre	10 bis 15 Jahre

Zur Verstärkung der Wirkung kann zum Zaun Stacheldraht hinzugefügt werden. Dies ist vor allem für das Abhalten von Wildschweinen zu empfehlen. Der Stacheldraht wird unten am Zaun, etwa 6 cm über dem Boden, angebracht.



Stacheldraht darf niemals hoch oder über dem Maschendrahtzaun angebracht werden, da dies zu Verletzungen und Unfällen bei flüchtenden Tieren führen kann.

Bei leichten Gittern können für einen sicheren Halt Spanndrähte angebracht werden. In diesem Fall sind Versteifungen erforderlich, damit die Spannung unter Kontrolle bleibt.



Gitterumzäunung

Elektrozaun

Der Elektrozaun wirkt durch die Übertragung eines Stromstoßes auf das Tier, der leichte Schmerzen verursacht. Er besteht aus mittels Isolatoren an Pflöcken befestigten leitenden Drähten. In Wäldern ist er von Interesse, wenn Wildlinge für kurze Zeit (3 Monate bis 3 Jahre) in einer Situation geschützt werden sollen, in der gelegentlich durch Hirsche oder Wildschweine Wilddruck herrscht.

Die Vorrichtung besteht aus mehreren Elementen :

- o Batterie- oder solarbetriebener Elektrozaunlader, der den Strom liefert
- o Band, Seil oder Aluminiumdraht als elektrischer Leiter: Je länger der Zaun ist, desto besser muss die Leitfähigkeit sein.
- o Stützpföcke aus Metall oder Holz: Die Höhe hängt vom höchsten elektrischen Leiter ab.
- o Isolatoren zwischen den Pflöcken und den elektrischen Leitern
- o Erdung, die bei Kontakt von Wild mit einem elektrischen Leiter den freien Stromfluss sicherstellt

Wild	Hirsch	Reh	Wildschwein	Hasen
Anzahl der Leiter	5	4	2	3
Höhe der Leiter	30, 60, 90, 120 und 150 cm	30, 60, 90, 120 cm	10 und 20 cm	7, 20 und 40 cm



Versorgungsbatterie



Isolator und Pflock aus Metall

Holz- oder Lattenzaun

Ein Holzzaun ist eine physische Barriere gegen Wild. Er besteht aus einer Reihe horizontal angeordneter Holzlatten. Diese Schutzvorrichtung hält 5 bis 8 Jahre und ist häufig dem Schutz vor Hirschschiiden vorbehalten. Aufgrund ihres Aussehens stößt sie in stark frequentierten Gebieten bei der Öffentlichkeit auf größere Zustimmung.

Wild	Hirsch	Reh
Höhe der Vorrichtung	200 cm	150 cm



Vorsichtsmaßnahmen

Die globalen Schutzvorrichtungen erfordern regelmäßige Kontrolle bzw. Wartung, 2 bis 3 Mal pro Jahr.

Zur Wartung von Gitter- und Holzzäunen gehört Folgendes :

- o Reparatur von durch umfallende Bäume oder herabfallende Äste verursachten Schäden
- o Entfernen von kräftigen Schösslingen, Gehölz und krautigen Pflanzen

Zur Pflege des Elektrozauns gehört Folgendes :

- o Zur Vermeidung von Funktionsbeeinträchtigungen Mähen der Vegetation und Beschneiden der niedrigen Äste überhängender Bäume
- o Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion des Zauns
- o Gegebenenfalls Aufladen der Batterie
- o Überwachung gegen Diebstahl und Vandalismus

Das Abbauen ist bei Maschendraht- und Elektrozäunen obligatorisch.