



Höhere Fachschule
Südostschweiz



Bildungszentrum Wald
Maienfeld



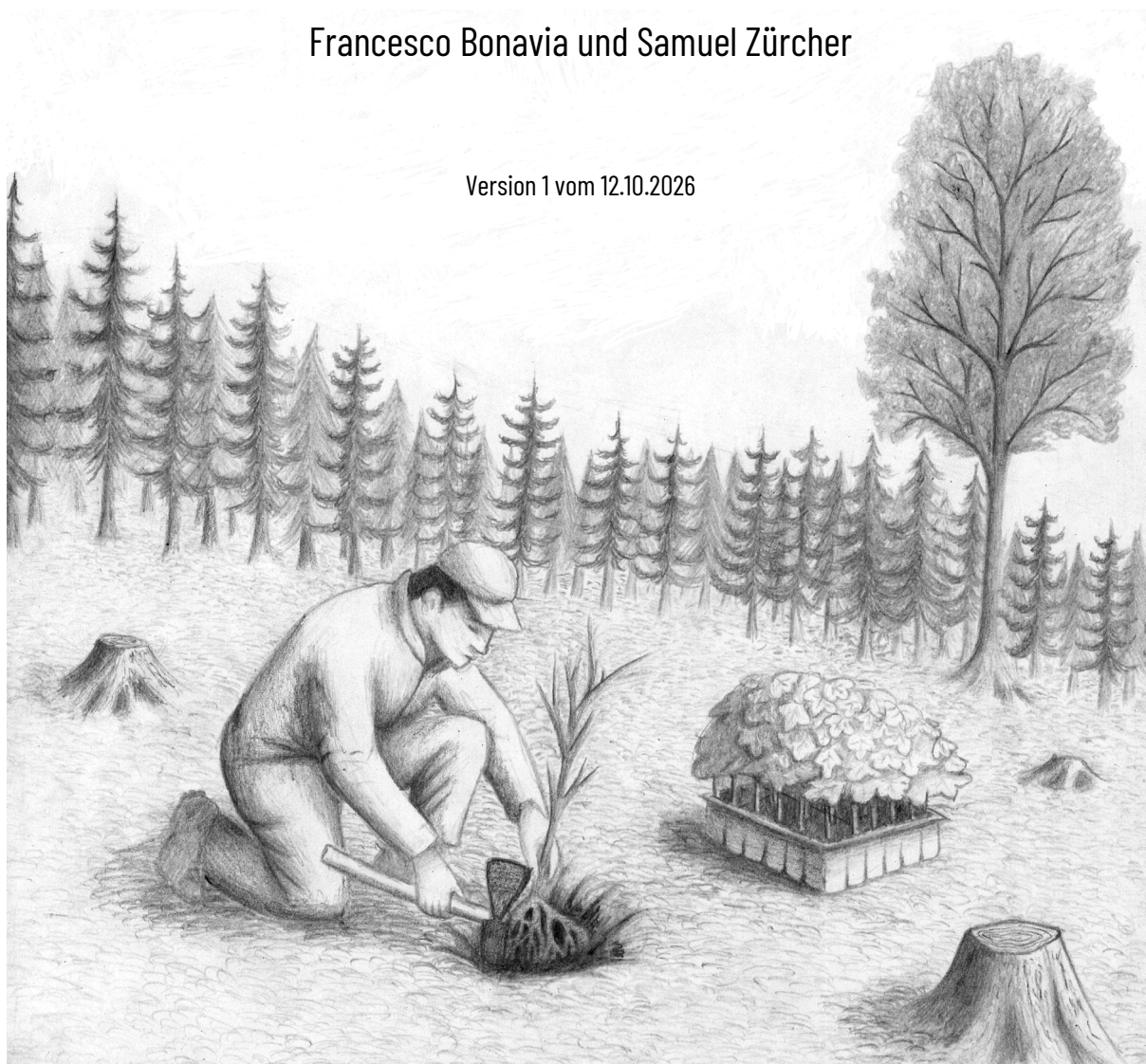
Fachstelle Gebirgswaldpflege
Centre de sylviculture de montagne
Centro per la selvicoltura di montagna
Center per la selvicoltura da muntogna

Künstliche Verjüngung

Ein Leitfaden und Nachschlagewerk für Praxis und Ausbildung mit Fokus auf den Gebirgswald

Francesco Bonavia und Samuel Zürcher

Version 1 vom 12.10.2026



Impressum

Herausgeber: Fachstelle Gebirgswaldpflege und ibW Bildungszentrum Wald, CH-7304 Maienfeld

Download: <https://www.gebirgswald.ch/publikationen.html>

Autoren: Francesco Bonavia, Leiter Kantonaler Forstgarten Graubünden (im Mandat für die GWP)
Samuel Zürcher, Fachstelle GWP und Fachlehrer Wald

Illustrationen: Handgezeichnete Abbildungen inkl. Titelbild: Diana Ghezzi

Unterstützung: Diese Publikation entstand dank finanzieller Unterstützung durch das Bundesamt für Umwelt BAFU.
Kontaktpersonen BAFU: Amira Tiefenbacher und Andrea De Boni

Mitwirkung & Dank: Zusätzlich zu den bereits oben genannten Personen haben viele weitere Kolleg:innen u.a. durch das Gegenlesen von Entwürfen zur Entstehung dieser Publikation beigetragen. Die Autoren bedanken sich herzlich für diese wertvolle Unterstützung. Unser Dank geht u.a. an Aschilier Peter, Bürzle Beat, Glanzmann Lukas, Gugerli Felix, Hirt Jörg, Jüstrich Sarah, Könz Gianna, Lauper Bruno, Märki Flora, Muheim Luis, Muhmenthaler Julian, Reiss Gabor, Renz Giorgio, Rudow Andreas, Rüschi Christian, Speroni Antonello, Turner Ben, Wasem Ueli, Zenetti Pauline.

Verwendung: Die Weiterverbreitung und Weiterverwendung dieser Publikation sowie Teile davon sind mit korrekter Quellenangabe ausdrücklich erwünscht.

Weiterentwicklung: Gerne nehmen die Autoren Rückmeldungen, Verbesserungsvorschläge, Erfahrungen sowie Hinweise auf praxisrelevante Quellen entgegen und stehen für Fragen und Diskussionen zur Verfügung.

Version 1, 12. Oktober 2026, Maienfeld

Inhalte

1	Einleitung.....	6
1.1	Ausgangslage und Zielsetzungen.....	6
1.2	Wann kommt künstliche Verjüngung zur Anwendung?	7
2	Planung und Pflanzkonzepte	9
2.1	Ansprüche an die Planung	9
2.2	Regionale Pflanzkonzepte und Strategien	10
2.3	Betriebliche Pflanzkonzepte und Strategien	10
2.4	Ausführungsplanung/Kulturplanung.....	10
2.5	Planung der Verfügbarkeit von forstlichem Vermehrungsgut.....	11
2.6	Kosten und Finanzierung.....	11
3	Baumarten- und Herkunftswahl	12
3.1	Genetische Aspekte	12
3.2	Baumartenwahl.....	14
3.3	Herkunftswahl.....	15
4	Pflanzanordnung und Baumartenmischung.....	17
4.1	Pflanzanordnung.....	17
4.1.1	Flächendeckende Bestandesbegründung.....	18
4.1.2	Endabstandspflanzung.....	18
4.1.3	Trupp-Pflanzung.....	19
4.1.4	Rottenaufforstung.....	21
4.2	Baumartenmischung	22
4.3	Konkrete Umsetzung in der Praxis	24
5	Saatgutgewinnung	25
5.1	Samenerntebestände	25
5.2	Mastjahre	25
5.3	Samenernte.....	26
5.4	Klengen und Lagern.....	28
5.5	Stratifikation und Saatvorbereitung.....	29
6	Methoden der künstlichen Verjüngung	29
6.1	Nacktwurzpflanzen.....	30
6.1.1	Frische-Kette	30
6.1.2	Pflanzengrösse	32
6.1.3	Wurzelschnitt	32
6.1.4	Wurzelbehandlung.....	33
6.1.5	Kronenschnitt.....	33
6.1.6	Pflanztiefe und wichtige Pflanzpraxis.....	34
6.2	Container- oder Topfpflanzen.....	34
6.2.1	Herausforderungen der Containerkultur.....	35
6.2.2	Anzuchtplatten (u. a. <i>QuickPot</i>).....	35
6.2.3	Weichwandcontainer (Torf, Teerkarton).....	38
6.2.4	Quelltöpfe	39
6.2.5	Baumschulcontainer und Ballenpflanzen	39

6.3	Wildlinge	41
6.3.1	Rechtliche Grundlagen der Wildlingsverpflanzung	41
6.3.2	Auswahl der Wildlinge	41
6.3.3	Zeitpunkt und Verfahren der Entnahme.....	42
6.4	Direktsaat	42
6.4.1	Grundlagen der Aussaat	44
6.4.2	Saattechnik	44
6.4.3	Beispiele und Erfahrungen	44
6.5	Steckholzvermehrung	47
7	Pflanzverfahren	48
7.1	Klemmverfahren	49
7.1.1	Wiedehopfhau.....	49
7.1.2	Harzer Pflanzhau	51
7.1.3	Wegemacherhau.....	51
7.1.4	Rhodener Pflanzhau	51
7.1.5	Neheimer Pflanzspaten / Göttinger Fahrradlenker.....	53
7.2	Lochverfahren.....	54
7.2.1	Lochverfahren mit Hauen	55
7.2.2	Hohlspaten.....	55
7.2.3	Lochbohrer	57
7.2.4	Locheisen	58
7.2.5	Pottiputki Pflanzrohr	58
8	Pflanzzeiten	59
8.1	Frühlingspflanzung.....	59
8.2	Sommerpflanzung.....	59
8.3	Herbstpflanzung.....	61
8.4	Winterpflanzung.....	61
9	Weitere Aspekte und Erfolgsfaktoren	62
9.1	Wahl und Verbesserung der Kleinstandorte	62
9.1.1	Verjüngungsfreundliche Kleinstandorte	62
9.1.2	Verjüngungsfeindliche Kleinstandorte	62
9.1.3	Stockachselpflanzung.....	63
9.1.4	Bodenschürfungen	63
9.1.5	Bermen und Terrassen sowie Gleitschnee- und Lawinenverbau	63
9.2	Wildschutzmassnahmen	64
9.2.1	Flächenschutz.....	65
9.2.2	Einzelerschutz	66
9.2.3	Knospenschutz.....	67
9.3	Pflegeeingriffe	67
9.3.1	Mulchen und Ausmähen	67
9.3.2	Bewässerung.....	68
9.3.3	Nachpflanzung, Kronenschnitt und Jungwaldpflege	68
9.4	Kompetentes und motiviertes Personal.....	68
9.5	Dokumentation und Erfolgskontrolle.....	69

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Zielsetzungen

Bis in die 1980er-Jahre waren in der Schweiz grossflächige Pflanzungen, insbesondere von Fichtenreinbeständen, die Regel. In den letzten 50 Jahren hat sich dann im Rahmen des naturnahen Waldbaus das Verjüngen mittels Naturverjüngung weitgehend durchgesetzt. Die Anzahl Pflanzungen pro Jahr reduzierte sich entsprechend von über 10 Mio. auf rund 700'000 und der Laubholzanteil erhöhte sich von rund 20 Prozent auf über 65 Prozent (Abbildung 1).

Anzahl Pflanzungen in der Schweiz nach Holzartengruppe und Jahr

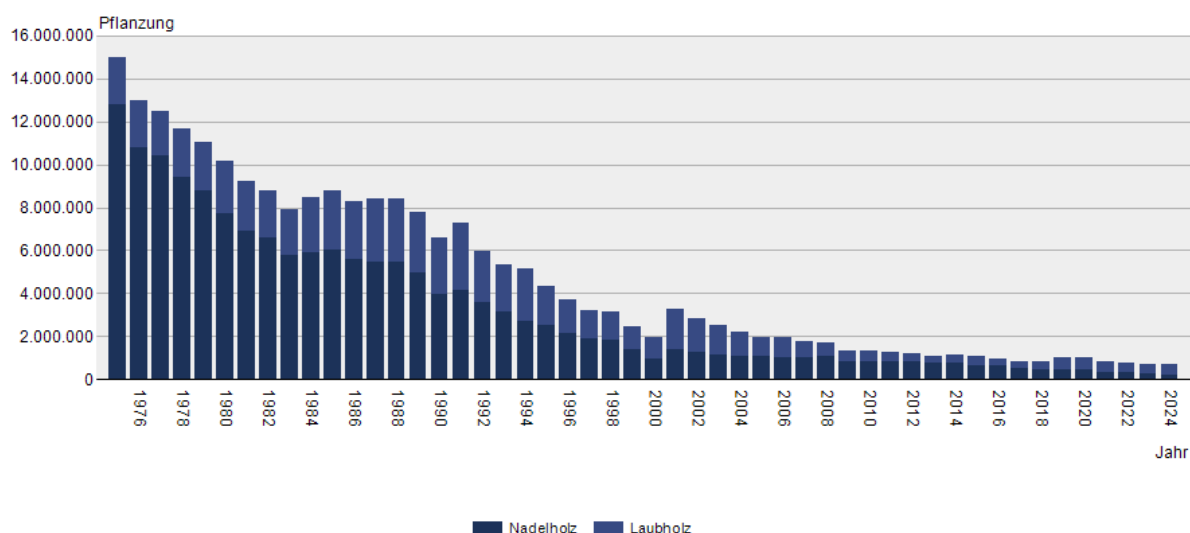


Abbildung 1: Anzahl Pflanzungen in der Schweiz im Zeitraum 1975-2024 (Quelle: [Schweizerische Forststatistik](#))

Im Kontext des Klimawandels und aufgrund des vielerorts übermässigen Wildeinflusses wurde das Thema künstliche Verjüngung im Gebirgswald in den letzten Jahren wieder deutlich präsenter, weil die natürliche Anpassung der Baumartenmischung an den Klimawandel teilweise durch Pflanzungen oder Direktsaat unterstützt wird. Dabei stehen meist **punktueller Ergänzungen der Naturverjüngung** im Fokus. Dies für Situationen, in denen dies notwendig und verhältnismässig ist, ohne das Primat der Naturverjüngung im naturnahen Waldbau in Frage zu stellen.

Das geringe Interesse an künstlicher Verjüngung in den letzten Jahrzehnten hat Spuren hinterlassen. Produktionsstrukturen wurden abgebaut respektive nicht erneuert und **in der Praxis gingen vielerorts Wissen und Erfahrungen verloren**. Im Konzept zum Umgang mit forstlichem Vermehrungsgut in der Schweiz (BAFU 2024) wurden die aktuelle Situation und die zukünftigen Bedürfnisse analysiert und verschiedene Massnahmen abgeleitet. Unter anderem müssen Wissenstransfer und Bildung gestärkt werden. Anfang 2026 nahm die **Koordinationsstelle forstliches Vermehrungsgut** ihren Betrieb auf. Sie soll in den kommenden Jahren dazu beitragen, den Umgang mit künstlicher Verjüngung in der Schweiz zu verbessern.

In der Gebirgswald-Praxis ist aktuell der Bedarf an Wissen und Hilfestellungen im Bereich der künstlichen Verjüngung gross. So ist auch in der Beratungstätigkeit der Fachstelle Gebirgswaldpflege GWP insbesondere das künstliche Einbringen von Samenbäumen für die zukünftige Naturverjüngung ein häufiges Thema. Auch an Weiterbildungsanlässen zum waldbaulichen Umgang mit dem Klimawandel wird künstliche Verjüngung regelmässig thematisiert und die Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe GWG befasste sich im Rahmen der Sommertagung 2024

und Wintertagung 2026 mit der Thematik ([GWG-Dokumentationen](#)). Ebenso wird der künstlichen Verjüngung in der **Försterausbildung am ibW BZWM** seit 2023 wieder deutlich mehr Beachtung geschenkt. Im Rahmen dieser Tätigkeiten entwickelte sich eine enge Zusammenarbeit zwischen der Fachstelle GWP und Francesco Bonavia, dem Leiter des Forstgartens Graubünden. Und er konnte im Rahmen eines Mandates als Hauptautor für diesen Leitfaden gewonnen werden.

Dieser Leitfaden hat zum Ziel, das vorhandene Wissen umfassend und einfach verfügbar zu machen und damit eine wichtige Grundlage für die praktische Anwendung von künstlicher Verjüngung zu schaffen. Es soll nicht Rezepte liefern, sondern Erklärungen, Hilfestellungen und Verweise auf weiterführende praxisnahe Informationen. Der **Fokus** liegt dabei auf dem Gebirgswald, vieles ist jedoch für den gesamten Schweizer Wald gültig. **Zielpublikum** sind die aktuellen und zukünftigen waldbaulichen Entscheidungsträger in der Praxis, insbesondere Revierförster:innen und Forstingenieur:innen. Abgestimmt darauf wurden auch die Literaturverweise ausgewählt und online verfügbare, für auf die Praxis ausgerichtete Quelle bevorzugt.

Das Papier wurde mit der Absicht erarbeitet, mit den eng beschränkten Ressourcen eine möglichst rasche Lösung für den dringenden Informationsbedarf zu erarbeiten. Es basiert auf vorhandenen praxisorientierten Publikationen sowie dem Fachwissen und den vorhandenen Erfahrungen der Autoren. Der Leitfaden versteht sich als **erster Schritt und als Grundlage für zukünftige Produkte** unter anderem der neu gegründeten Koordinationsstelle Forstliches Vermehrungsgut. Viele Inhalte sollten in den kommenden Jahren fachlich vertieft, geprüft und konkretisiert sowie weiterentwickelt werden. Dies immer in Zusammenarbeit mit der Wissenschaft. Zudem sollten die Informationen besser aufbereitet und attraktiver illustriert werden, insbesondere auch in deutlich weniger seitenstarken Formaten als **Merkblätter, Checkkarten oder Entscheidungshilfen**. Der nun vorliegende umfangreiche «Leitfaden», welcher stark auch den Charakter eines Nachschlagewerks einnimmt, kann als Grundlage dazu dienen.

Eine bereits verfügbare **kurze Zusammenstellung wichtiger Aspekte zur künstlichen Verjüngung auf zwei Seiten** findet sich in der [Praxishilfe Schutzwaldpflege im Klimawandel](#) (GWP 2025, Seite 16/17).

1.2 Wann kommt künstliche Verjüngung zur Anwendung?

Die künstliche Verjüngung ist Teil der waldbaulichen Steuerung der Waldökosysteme mit dem Ziel, Waldleistungen nachhaltig und effizient zu erbringen. Sie **erweitert die waldbaulichen Möglichkeiten** und erlaubt es, Ziele zu erreichen, welche mit Naturverjüngung nicht oder nur deutlich langsamer erreicht werden können.

Für die Anpassung an den Klimawandel werden oft die bekannten fünf Adaptationsprinzipien empfohlen (GWP 2025). **Künstliche Verjüngung kann dabei einen wichtigen Beitrag zu den Prinzipien «Erhöhung der Baumartenvielfalt» und «Erhöhung der genetischen Vielfalt» leisten** und gewinnt dadurch stark an Bedeutung im naturnahen Waldbau im Klimawandel.

Unter dem Begriff der künstlichen Verjüngung werden **Pflanzungen (inkl. Wildling-Verpflanzung), Direktsaat und vegetative Vermehrung mit Stecklingen** zusammengefasst. Am häufigsten angewandt werden Pflanzungen. Diese weisen im Vergleich zur Naturverjüngung sowohl Vor- als auch Nachteile auf, die im Einzelfall sorgfältig gegeneinander abgewogen werden müssen.

Es gilt dabei, nicht auf die zahlreichen Stärken der Naturverjüngung zu verzichten, sondern sie mit den Stärken und Chancen künstlicher Verjüngung zu kombinieren. Im naturnahen adaptiven Waldbau wird **künstliche Verjüngung als Ergänzung zur Naturverjüngung** eingesetzt, wenn die waldbaulichen Ziele mit Naturverjüngung allein nicht erreicht werden können oder künstliche Verjüngung anderweitige Vorteile bringt, welche die hohen Kosten und Ausfallrisiken rechtfertigen. Dabei sind im Gebirgswald im Vergleich zum Mittelland die Kosten für künstliche Verjüngung meist viel höher und die Erfolgswahrscheinlichkeiten deutlich tiefer. Dies unter anderem aufgrund des langsameren Wachstums und höherer Ausfallrisiken durch widrige Standortbedingungen (z.B. Schneegleiten), vor allem jedoch aufgrund der meist sehr grossen Aufwände für Wildschutzmassnahmen (Rotwild, Schneehöhe, Steilheit).

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der künstlichen Verjüngung (verändert und ergänzt aus Schütz 2003).

Vorteile	Nachteile
• Schnellere Etablierung der Verjüngung. • Breitere Auswahl an Baumarten und dadurch Möglichkeit für schnellere Baumartenwechsel, wenn Samenangebot für Naturverjüngung (noch) nicht vorhanden ist. • Gezielte Herkunftswahl, Möglichkeit zur Erweiterung des in der Naturverjüngung vorhandenen Genpools. • Pflanzungen haben die kritische Phase der Keimung bereits erfolgreich überstanden. • Möglichkeit, Flächen mit ungünstigem Keimbeet zu verjüngen (z. B. Vergrasung). • Vereinfachte Pflege durch gezielte Pflanzanordnung.	• Hoher Arbeitsaufwand / hohe Kosten. • Meist Wildschutzmassnahmen erforderlich. • Meist Pflegebedarf in den ersten Jahren (Vegetationskonkurrenz). • Hohes Ausfallrisiko. • Gefahr von Wurzeldeformationen (ausser bei Direktsaat). • Geringere natürliche Selektion der Pflanzen, wegen vergleichsweise sehr geringer Anzahl. • Gefahr einer geringen genetischen Diversität bei grossen, primär künstlich verjüngten Flächen. • Risiko, nicht an den Standort angepasste Arten oder Herkünfte einzubringen.

Mögliche Beispiele für den Einsatz von künstlicher Verjüngung:

- **Einbringen von Zielbaumarten**, mit denen aktuell in der Naturverjüngung wegen fehlendem Samenangebot oder anderen Gründen wie starkem Wildeinfluss nicht oder in ungenügendem Ausmass zu rechnen ist. Dies ist heute aufgrund des Klimawandels häufiger der Fall als früher, weil die im zukünftigen Klima geeigneten Zielbaumarten bisher teilweise nur in tieferen Höhenstufen oder anderen Regionen vorkommen (**Assisted migration**). Ein Beispiel dafür ist die Einbringung von Linden oder Spitzahorn in bisher fichtendominierten Alpentälern (GWP 2025).
- **Beschleunigung der Verjüngungsentwicklung**: Beispielsweise können nach Störungen mit Pflanzungen mehrere Jahre Zeit gewonnen werden. Dies ist oft besonders wichtig im Schutzwald oder bei temporären Verbauungen, wenn eine neue Baumgeneration möglichst rasch die Schutzwirkung übernehmen muss und ohne Pflanzungen mit Verjüngungsproblemen gerechnet wird (Schwitter 2022).
- **Etablierung einer Verjüngung an Standorten mit starker Vegetationskonkurrenz**, welche die natürliche Verjüngung stark behindert (z.B. Reitgras oder Hochstauden).
- **Übermässiger Wildeinfluss**: Oft können in der natürlichen Ansamung vorhandene Zielbaumarten ohne Wildschutzmassnahmen nicht aufkommen. Falls daher passive Wildschutzmassnahmen wie Zäune erstellt werden müssen, wird in den Zäunen meist auch künstlich verjüngt, da die Zusatzaufwände gering sind und die Lebensdauer der Zäune bestmöglich genutzt werden will.
- **Erweiterung der genetischen Vielfalt** innerhalb bereits vor Ort vorhandener Baumarten, indem beispielsweise Provenienzen von trockeneren und wärmeren Standorten eingebracht werden (**Assisted gene flow**). In diesem Bereich bestehen jedoch noch grosse Unsicherheiten und neben Chancen auch Risiken.
- **Verbesserung der Vernetzung** von lokal (bisher) seltenen Baumarten. Das Anlegen zusätzlicher Stützpunkte kann den Genfluss verbessern.

Weitere Einsatzgebiete der künstlichen Verjüngung sind die **Ingenieurbilogie** (Fobatec, 2026), die **Einbringung von Vorbau- und Begleit-Baumarten** zur Unterstützung der eigentlichen Zielbaumarten sowie das **Einbringen von Verbiss-Gehölzen**.

2 Planung und Pflanzkonzepte

2.1 Ansprüche an die Planung

Künstliche Verjüngung ist teuer und kann aus Ressourcengründen meist nur auf einem kleinen Teil der Waldfläche angewendet werden. Es handelt sich um Investitionen, welche in höheren Lagen oft mehrere Jahrzehnte gepflegt werden müssen, um langfristig Wirkung zu erzielen. Dies erfordert eine wohlüberlegte Auswahl/Priorisierung der Pflanzflächen sowie eine **sorgfältige und zielorientierte Planung**. Diese muss folgende Aspekte berücksichtigen:

- Festlegung der baumartenspezifischen kurz-, mittel- und langfristigen Ziele, welche mit künstlicher Verjüngung erreicht werden sollen.
- Auswahl der Waldflächen, auf denen künstliche Verjüngung angewendet wird/den grössten Nutzen bringt.
- Festlegung von Baumarten und Herkunft (Kap. 3).
- Festlegung von Menge, Anordnung und Mischung (Kap. 4).
- Wahl der Methode (Kap. 6) und des Pflanzverfahrens (Kap. 7)
- Wahl der Wildschutzmassnahmen und sonstiger unterstützender Massnahmen wie Bermen (Kap. 9).
- Finanzierung und Ressourcenplanung (Kap. 2.6)
- Pflanzzeiten festlegen (Kap. 8), Verfügbarkeit prüfen und frühzeitige Bestellung des Vermehrungsguts (ev. Lohnanzucht) bzw. Saatgutbeschaffung bei Saat (Kap. 5).
- Ausführungsplanung: Personal (Instruktion, Ausrüstung) (Kap. 9.4), Transport und Lagerung (Kap. 6.1.1)
- Wildschutzmassnahmen (Kap. 9.2) sowie Pflege (Ausmähen, Bewässern, Jungwaldpflege) (Kap. 9.3)
- Dokumentation, Qualitätssicherung und Erfolgskontrolle (Kap. 9.5)

Der für die Zielerreichung erforderliche Detaillierungsgrad der Planung ist situationsabhängig und variiert stark. In den nachfolgenden Unterkapiteln wird auf die verschiedenen Planungsebenen eingegangen.

In jedem Fall ist es wichtig, dass

- a. bei der Planung neben den aktuellen auch die **mittel- und langfristigen Ziele und Auswirkungen** (z. B. Platz- und Lichtbedarf bis ins Baumholz, Machbarkeit des Unterhaltes) gut berücksichtigt werden. Es hilft, pro Baumart konkrete Zwischenziele festzulegen, was in 20, 50 oder 100 Jahren erreicht werden soll. Daraus ist abzuleiten, welche Massnahmen nötig sind, um diese Ziele zu erreichen.
- b. **die ausgeführten Massnahmen gut dokumentiert werden** (Ziele, Ort, Massnahmen, Herkunft). Dabei ist es wichtig, nicht nur die Planung, sondern die tatsächlich ausgeführten Massnahmen zu dokumentieren, weil diese oft mehr oder weniger stark von den geplanten Massnahmen abweichen.
- c. **regelmässige Kontrolle und Unterhalt sichergestellt** werden. Besonders wichtig und herausfordernd ist hierbei der Wildschutz. Ein unentdeckter Defekt kann rasch zum Totalschaden führen.
- d. V.a. bei Stellenwechseln der **Informationsfluss** funktioniert.

Mit den heutigen technischen Möglichkeiten (GIS, GPS, Smartphones/Tablets) und spezifischen Tools wie dem DokuTool Zukunftsbaumarten (Kap. 9.5) ist die Dokumentation und Kontrolle heute einfach und effizient möglich. Gelingt es nicht, kann der erhebliche Aufwand einer Pflanzung bereits nach kurzer Zeit verpuffen.

2.2 Regionale Pflanzkonzepte und Strategien

Wenn neue oder bisher nur sehr selten vorkommende Baumarten in einer Region in grösserem Umfang eingeführt werden sollen, müssen auch **genetische Aspekte berücksichtigt** werden (Kap. 3.1). Gleiches gilt für die bewusste Erweiterung des Genpools einer Baumart durch die Einbringung von Herkünften aus anderen Regionen. Beides gewinnt aktuell deutlich an Bedeutung im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel (Assisted migration, Assisted gene flow, Kap. 1.2).

Dabei ist es wichtig, dass **regional und betriebsübergreifend koordiniert** vorgegangen wird und genetische Aspekte sorgfältig berücksichtigt werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass neue Vorkommen zu kleinräumig und ohne ausreichende genetische Vernetzung angelegt werden und sich die vorhandenen Ressourcen auf diverse Baumarten verzetteln, statt regional koordiniert und zielgerichtet eingesetzt zu werden. Es gilt, mehrjährige regional, kantonale oder allenfalls auch national koordinierte Aktivitäten (Kampagnen) zu planen, die Prioritäten richtig zu setzen und die für die Umsetzung notwendigen Ressourcen sicherzustellen. Dabei ist es sinnvoll, Fachleute mit entsprechendem Spezialwissen beizuziehen und der Sicherstellung des notwendigen Vermehrungsgutes (Kap. 2.5) genügend Beachtung zu schenken. Falls gebietsfremde Baumarten eingebracht werden sollen, ergeben sich zusätzliche Fragen, welche zwingend fundiert beantwortet werden müssen (Kap. 3.2).

Beispiele, in denen regionale Planungen wichtig sind: *Einbringung der Winterlinde in einer bisher fichtendominierten Talschaft ohne Lindenvorkommen; Erweiterung des lokalen Tannen-Genpools durch Herkünfte aus trockenen inneralpinen Gebieten; Etablierung der Atlaszeder als Beimischung in wichtigen Lawinenschutzwäldern.*

2.3 Betriebliche Pflanzkonzepte und Strategien

Falls Aspekte der genetischen Vernetzung weniger relevant sind oder die regionale Koordination auf übergeordneter Ebene bereits geregelt ist, können mehrjährige betriebliche Planungen sinnvoll sein. Dabei geht es um die fundierte Zieldefinition und Prioritätensetzung, die Massnahmenplanung sowie die Planung der in den kommenden Jahren notwendigen Ressourcen (Finanzen, ausreichend Vermehrungsgut mit passenden Herkünften, Arbeitskapazitäten etc.). Dies kann in spezifischen Pflanzkonzepten erfolgen oder im Rahmen der allgemeinen Betriebs- und Massnahmenplanung.

Beispiele, in denen betriebliche Planungen ausreichen: *Erhöhung des Lärchenanteils in fichtendominierten Wäldern, die natürlicherweise Lärchenanteile aufweisen; Sicherstellung der Tannenverjüngung in Tannen-Buchenwäldern.*

2.4 Ausführungsplanung/Kulturplanung

Für die konkrete Umsetzung ist es wichtig, die einzelne Massnahme gut zu planen. Dies ist entscheidend für die Qualität und Effizienz der Umsetzung und damit auch für den langfristigen Erfolg. Typischerweise erfolgen dabei folgende Planungsschritte:

- **Konkretisierung der zugrundeliegenden Zielsetzungen** aus den übergeordneten mehrjährigen Planungen (Kap. 2.2 und 2.3). Falls keine derartigen Konzepte vorhanden sind, müssen die entsprechenden Entscheide mit der Ausführungsplanung kombiniert/nachgeholt werden. Wichtig ist, dass die künstliche Verjüngung gut mit dem übrigen Waldbau koordiniert und als Gesamtheit betrachtet wird. Beispielsweise ist es wichtig, dass bei der Pflanzung von Lichtbaumarten berücksichtigt wird, dass diese nur in genügend grossen Lücken erfolgsversprechend sind oder dass die Lücken allenfalls auch zeitnah erweitert werden müssen.
- **Festlegung der konkreten Ausführung** (Anordnung, Pflanzverfahren, Wildschutzmassnahmen, Pflanzzeit etc.).
- **Vorkalkulation** der Kosten und Klärung der Finanzierung inkl. Beitragswesen.
- **Mengenplanung und rechtzeitige Bestellung des passenden Vermehrungsgutes** sowie Material für den Wildschutz etc. Dies wird am besten aus einem konkreten **Pflanzplan** abgeleitet (Skizzen oder Pläne mit Angaben, wo in welcher Anordnung und Mischung welche Pflanzen gepflanzt werden sollen).

- **Umsetzung:** Vorbereitung der Pflanzflächen (Schlagräumung, Mulchen, Zaun, etc.), Personalplanung, Werkzeuge/Maschinen, Logistik inkl. Zwischenlagerung/Frischekette, Instruktion/Weiterbildung (Auswahl Mikrostandorte, Ergonomie, etc.), Einbezug Witterung und weiterer Aspekte
- **Dokumentation** der ausgeführten Massnahmen und **Sicherstellung der weitergehenden Kontrolle und Pflege** (Ausmähen, Bewässern, Nachpflanzen, Wildschutz, etc.)

2.5 Planung der Verfügbarkeit von forstlichem Vermehrungsgut

Ein wichtiger, aber heute oft vernachlässigter Aspekt bei der Planung künstlicher Verjüngung ist die **Verfügbarkeit des gewünschten forstlichen Vermehrungsgutes**. Da Forstgärten ihre Produktion mehrere Jahre vorausplanen müssen – von der Samenernte/Saatgutbeschaffung über die Aussaat bis zur Nachzucht – ist das Angebot an Pflanzen zeitlich und mengenmässig begrenzt.

In der Regel werden Sämlinge im Frühjahr getopft oder verschult und stehen ab dem folgenden oder übernächsten Herbst zum Verkauf bereit. **Damit markiert der Herbst den Beginn und der Frühling das Ende der Verkaufssaison.** Während der Vegetationsperiode können keine neuen Pflanzen nachträglich gesät werden, wodurch insbesondere im Frühjahr Engpässe bei stark nachgefragten Baumarten oder Herkünften entstehen können.

Die Samengewinnung ist stark von Mastjahren, Witterungsverlauf und biotischen sowie abiotischen Einflüssen abhängig. Und die Samen sind je nach Baumart sehr unterschiedlich lange lagerbar. Daher sind eine **vorausschauende Bedarfsplanung und die rechtzeitige Bestellung/Reservation von Pflanzen entscheidend** für die Verfügbarkeit der gewünschten Qualitäten und Herkünfte.

Empfehlenswert ist es, **Bestellungen im Winter vorzunehmen**, damit die Pflanzen im nächsten Herbst oder übernächsten Frühling verfügbar sind.

Mehrjährige Pflanzkonzepte erlauben es, den Bedarf frühzeitig bei den Forstgärten anzumelden. Es ist auch sinnvoll, den Bedarf auf **regionaler, kantonaler oder nationaler Ebene zu koordinieren**, sodass die Forstgärten ihre Produktion darauf ausrichten können (vgl. auch Massnahme 3.1 «Proaktive Planung des Pflanzbedarfs auf kantonaler Ebene» im Konzept zum Umgang mit forstlichem Vermehrungsgut in der Schweiz, [BAFU 2024](#)).

Eine erfolgversprechende Strategie ist dabei die **Lohnanzucht**, bei der ein Kunde einen Forstgarten mit der Produktion grösserer Mengen an spezielleren Arten oder bestimmter Herkünfte beauftragt. Dies benötigt eine langfristige und verbindliche Planung, insbesondere falls die gewünschten Samen erst noch geerntet werden müssen.

2.6 Kosten und Finanzierung

Bei der künstlichen Verjüngung handelt es sich, wie bei anderen waldbaulichen Massnahmen in Jungwäldern, um Investitionen in die fernere Zukunft. **Bei der Qualität der Arbeiten rund um künstliche Verjüngung sollten keinesfalls Abstriche gemacht werden.** Wird beispielsweise beim Pflanzen Zeit gespart bei der Wahl günstiger Kleinstandorte, steigert dies zwar die Pflanzleistung, führt aber letztlich zu einem deutlich geringeren Pflanzeerfolg und somit zu höheren Kosten pro erfolgreich aufwachsenden Baum.

Für die Berechnung der im Zusammenhang mit künstlicher Verjüngung anfallenden Kosten für Pflanzung, Austrichtern und Wildschutz (Einzelschutz und Zaun) steht die **Software JuWaPfl der WSL** zur Verfügung. Erläuterungen zur Anwendung sind bei Schweizer et al. 2021 sowie auf [waldwissen.net](#) zu finden. Die Einstellungen zur Berechnung der Leistungen und Kostensätze können in JuWaPfl abgestimmt auf eigene Erfahrungswerte entsprechend angepasst werden. **Aufwand und Kosten sind im Gebirge aufgrund der erschwerten Bedingungen und oft ausgeprägter Mikrotopografie normalerweise deutlich höher als in Tieflagen.**

Insgesamt lassen sich grössere Pflanzungen effizienter organisieren, planen und durchführen als kleine. Der Kaufpreis pro Pflanze sinkt stark mit zunehmender Stückzahl. Allerdings machen diese Preisunterschiede einen geringen Anteil an den Gesamtkosten aus, Massnahmen im Zusammenhang mit Wildschutz und Pflege der Pflanzungen sind viel relevanter.

3 Baumarten- und Herkunftswahl

3.1 Genetische Aspekte

Künstliche Verjüngung und Naturverjüngung haben auch aus genetischer Sicht unterschiedliche Vor- und Nachteile, die es sinnvoll zu nutzen und zu kombinieren gilt. Der grosse Vorteil der Naturverjüngung liegt darin, dass durch die sehr grosse Anzahl Sämlinge die natürliche Selektion stark wirken kann. Bei der künstlichen Verjüngung ist dies anders und es stellen sich spezifische Fragen, deren Beantwortung teilweise auch für Spezialisten aus der Forschung bisher nur teilweise möglich und mit Unsicherheiten verbunden ist.

In diesem Leitfaden kann nicht vertieft auf diesen Themenbereich eingegangen werden. Es ist wünschenswert, dass von wissenschaftlicher Seite weiterführende Handlungsempfehlungen entwickelt werden, u.a. zur Herkunftswahl. Nachfolgend wird kurz auf die grosse Bedeutung der genetischen Aspekte hingewiesen und wichtige Punkte genannt, die es bei der praktischen Umsetzung zu beachten gilt. Weitere wertvolle Hinweise finden sich etwa in praxisorientierten Tagungsdokumentationen zur [GWG-Wintertagung 2026](#) oder dem [ETH-ITES Montagskolloquium vom 24.11.2025](#).

Für Arten und ihre Populationen stehen bei starken Umweltveränderungen drei grundsätzliche Optionen offen (Muheim & Rudow 2024, Gugerli & Rudow 2026) (Abbildung 2):

1. die **Anpassung** an die veränderte Umwelt am ursprünglichen Wuchsort
2. **Migration** in ein Gebiet, dessen Umweltbedingungen dem ursprünglichen Wuchsort resp. der ökologischen Nische entsprechen. Bei Bäumen geschieht dies durch Samenverbreitung und kann somit über grössere Distanzen nur langsam erfolgen. Zudem kann Pollenflug zur Verschiebung der vorhandenen genetischen Variation beitragen, wenn ein Standort bereits von der entsprechenden Art besiedelt ist.
3. falls keine der obigen Optionen gelingt, kommt es zu lokalem **Aussterben**

Die erste der oben genannten Optionen, die Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen, kann bei Bäumen durch unterschiedliche Prozesse erfolgen (Abbildung 2):

- a) Jeder Baum besitzt eine erhebliche **phänotypische Plastizität**, d. h. er kann beispielsweise auf Trockenstress physiologisch reagieren, in dem er sein Wurzelwerk erweitert und dafür weniger in Höhenwachstum und Kronenvolumen investiert. Diese Reaktionsfähigkeit ist bei Jungbäumen besonders ausgeprägt, da deren Kronen- und Wurzelarchitektur noch nicht festgelegt ist. Mit zunehmendem Alter nimmt diese Fähigkeit ab: Meist wird nach 40-100 Jahren die individuelle, standörtlich bedingte Maximalhöhe weitgehend erreicht. Ab dann können die meisten Bäume ihren Wasserhaushalt nicht mehr grundlegend anpassen, indem sie beispielsweise ihre Höhe stark reduzieren oder das Verhältnis von Blattfläche zu Splintfläche resp. Wurzelwerk massiv verändern. Diese altersbedingte Intoleranz überlagert die physiologische Plastizität von Arten und Populationen.
- b) Das Verhalten eines Individuums, also z. B. die Reaktion auf Trockenheit, wird auch durch die Weitergabe von Umweltinformationen durch die Eltern an die Nachkommen beeinflusst: Dies wird als **epigenetische Reaktion** bezeichnet. So konnte die WSL bei Waldföhren nachweisen, dass in einer Trockenperiode entstandene Nachkommen trockenheitstoleranter waren als die anderen (Bose et al 2020).
- c) Im Gegensatz zu den unter a) und b) genannten Punkten ist die **genetische Anpassung** ein deutlich längerfristiger Prozess, welcher auf **Selektion und Mutation** von Individuen basiert und über mehrere Baumgenerationen erfolgt. Da Mutationen eher selten stattfinden und nur in wenigen Fällen vorteilhaft sind, basiert Selektion im Wesentlichen auf der bereits lokal vorhandenen oder durch Genfluss eingebrachten genetischen Vielfalt. Deshalb ist die Erhaltung genetischer Vielfalt entscheidend im Hinblick auf erfolgreiche Anpassung: Denn je höher die vorhandene Vielfalt ist, desto eher gibt es genetische Varianten, die an verändertes Klima angepasst sind und der lokalen Population das Überleben ermöglichen.

Aufgrund der beschriebenen Prozesse darf beispielsweise bei hoher trockenheitsbedingter Mortalität einer Baumart nicht direkt geschlussfolgert werden, dass diese Baumart an diesem Standort nicht zukunftsfähig ist.

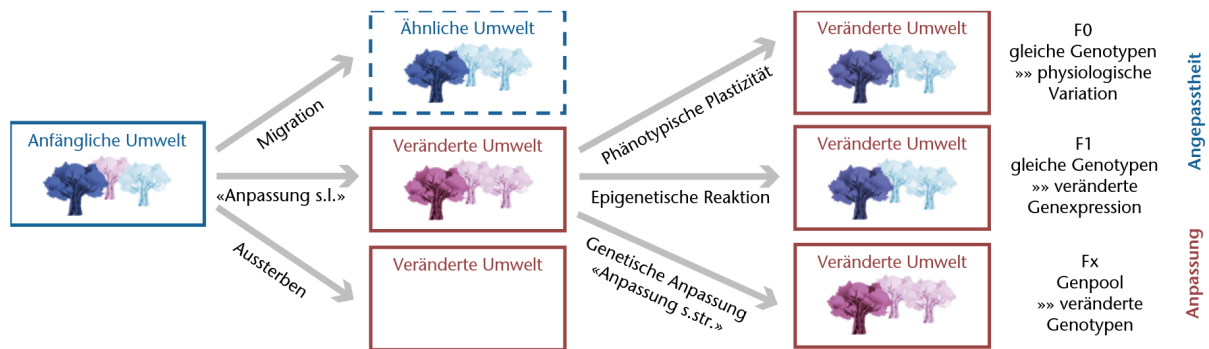


Abbildung 2: Unterschiedliche Anpassungsreaktionen auf veränderte Umweltbedingungen (übernommen aus Muheim & Rudow 2024)

Eine **hohe genetische Vielfalt** ist somit **entscheidend für die Anpassbarkeit und Anpassungsfähigkeit** einer Population an sich ändernde Umweltbedingungen. Sie beeinflusst entscheidend, wie gut sich Baumarten an das ändernde Klima anpassen können.

Ein für die genetische Vielfalt einer Population wichtiger Aspekt ist die funktionale Vernetzung. Insbesondere bei der künstlichen Verjüngung mit Baumarten ausserhalb oder am Rande ihres aktuellen Verbreitungsgebietes ist es wichtig, auf eine **genügende genetische Vernetzung** zu achten resp. darauf hinzuwirken (u.a. mit regionaler Koordination, s. Kap. 2.2). In der Praxis gilt, wenn immer möglich auf langfristig stabile Populationen hinzuwirken, die aus kleineren Einheiten (Teilpopulationen und Stützpunkten) zusammengesetzt sein können. Dazu werden aus der populationsbiologischen Literatur folgende Faustregeln hergeleitet (Rudow 2023, Muheim 2025, Gugerli & Rudow 2026):

- Für die Beurteilung der Vernetzung (Genfluss durch Pollenaustausch) kann als Richtwert eine Distanz von **3 km** (bis 5 km, windbestäubt auch mehr) angenommen werden (Abbildung 3).
- Für eine langfristig stabile und anpassungsfähige Population einer Baumart müssen **mindestens 500 fruktifizierende Bäume** miteinander vernetzt sein.
- Als Minimalmass für eine zumindest mittelfristig überlebensfähige (Teil-)Population gelten **50 Bäume**, welche nicht nahe miteinander verwandt sind.
- Aber auch kleinere Vorkommen ab **15 Bäumen** können als Stützpunkt dazu beitragen, ansonsten voneinander isolierte Vorkommen zu vernetzen und Teilpopulationen zu bilden, die sich genetisch austauschen und so die für eine stabilen Populationen notwendige Grösse erreichen können.

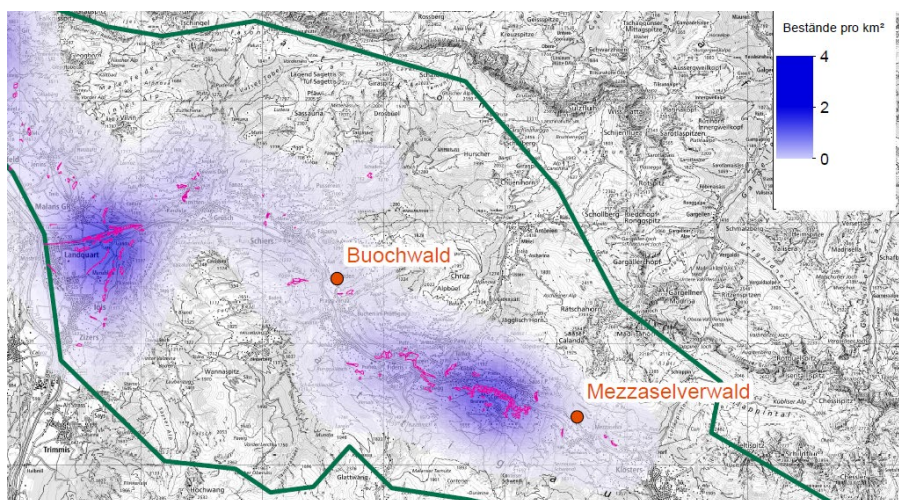


Abbildung 3: Beispiel einer Karte zur Beurteilung von Vorkommen und genetischer Vernetzung von Linden, basierend auf Auswertungen der Bestandeskarte (AWN GR & GWP, 2025)

Ein wichtiger Faktor für eine erfolgreiche künstliche Verjüngung eine geeignete **Herkunftswahl**. Durch die Einbringung anderer und verschiedener Herkunftte kann die regionale genetische Vielfalt einer Baumart erweitert werden, was neben Chancen jedoch auch Risiken birgt. Auf die Herkunftswahl wird im Kapitel 3.3 vertieft eingegangen.

Beträchtlichen Einfluss auf die genetische Vielfalt künstlich verjüngter Pflanzen hat die **Samenernte**, worauf im Kap. 5.3 detailliert eingegangen wird. Ebenfalls beeinflusst werden kann die genetische Vielfalt durch die (gerichtete) Selektion während der **Nachzucht** im Forstgarten. Dieser Aspekt betrifft jedoch die Waldbewirtschafter:innen nicht direkt und wird daher hier nicht behandelt.

Richtig ausgeführt kann die Ergänzung der Naturverjüngung mit künstlicher Verjüngung die genetische Vielfalt und die Anpassungsfähigkeit von Populationen verbessern sowie Genfluss und Arealverschiebungen unterstützen. Wie gross der Einfluss der künstlichen Verjüngung auf die Genetik einer Teilpopulation ist, hängt nicht nur von der Wahl der Provenienz(en) ab, sondern auch davon, wie viele Individuen künstlich eingebracht werden und wie gross die vorhandene Population ist: **Je grösser der Anteil künstlicher Verjüngung, desto grösser deren genetischer Einfluss.** Deshalb sind genetische Überlegungen besonders bei Baumarten relevant, welche gegenwärtig in einer Region (noch) selten sind (Kap. 2.2).

3.2 Baumartenwahl

Die Wahl geeigneter Baumarten stellt eine grosse Herausforderung dar, insbesondere in Zeiten des Klimawandels. Die Anpassung der Baumartenmischung sowie die Risikoverteilung durch Förderung der Baumartenvielfalt sind zentrale waldbauliche Handlungsoptionen. Mit künstlicher Verjüngung kann die lokal aus Naturverjüngung vorhandene Baumartenpalette gefördert oder ergänzt werden. Dabei ist es essenziell, sich folgende zentrale Fragen zu stellen:

- Welche waldbaulichen Ziele sollen erreicht werden? Und bis zu welchem Preis?
- Was sind die heutigen und zukünftig erwarteten Standortverhältnisse?
- Ziel-Baumarten-Mischung und -Anteile in z.B. 50 Jahren?
- Welche Ziel-Baumarten können sich natürlich verjüngen?
- Welche Ziel-Baumarten sollen in welcher Anzahl gepflanzt werden?
- Wie sollen die Pflanzungen räumlich angeordnet werden?

Im Grundsatz sollten nicht-einheimische Baumarten und Provenienzen nur dann verwendet werden, wenn es dafür gute Gründe gibt. Dabei ist die vom Bund empfohlene Kaskade zu berücksichtigen (Bundesrat, 2022):

1. Priorität: Einheimische Baumarten mit geeigneter einheimischer Provenienz
2. Priorität: Einheimische Baumarten mit geeigneter ausländischer Provenienz
3. Priorität: Nicht-invasive gebietsfremde Baumarten

Anforderungen an den **Umgang mit gebietsfremden Baumarten** richten sich nach der Verordnung über forstliches Vermehrungsgut SR 921.552.1 und der Freisetzungsverordnung SR 814.911. Insbesondere aus der Freisetzungsverordnung ergeben sich Einschränkungen, die Einzelheiten sind im Merkblatt des BAFU «Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut gebietsfremder Baumarten im Wald» beschrieben.

Wie bei jeglichen waldbaulichen Entscheidungen ist es auch bei der künstlichen Verjüngung **zentral, dass die Eigenschaften und Ansprüche der jeweiligen Baumart sowie die heutigen und zukünftigen Standortverhältnisse sorgfältig berücksichtigt werden:** Standortsansprüche, Lichtbedarf, Wuchsdynamik und Konkurrenzverhalten, Anfälligkeiten etc. Werkzeuge wie die Tree-APP sowie die Kurzportraits von ETH & GWP oder die ausführlichen Artensteckbriefe der ETH erleichtern die Auswahl geeigneter Baumarten. Im Schutzwald legt NaiS die Bandbreiten möglicher Mischungsziele grundsätzlich fest, welche von den lokalen Forstfachleuten konkretisiert werden.

Allgemein kann nach aktuellem Wissensstand von der Tendenz ausgegangen werden, dass bei der Einbringung von nicht standortheimischen Baumarten verschiedene **Risiken** (Anfälligkeit gegen Schadorganismen, Fehlen von wichtigen Mykorrhizapilzen, Invasivität, Einschleppen neuer Pathogenen, ...) mit der Distanz zu ihren natürlichen Arealgrenzen zunehmen (Abbildung 4).

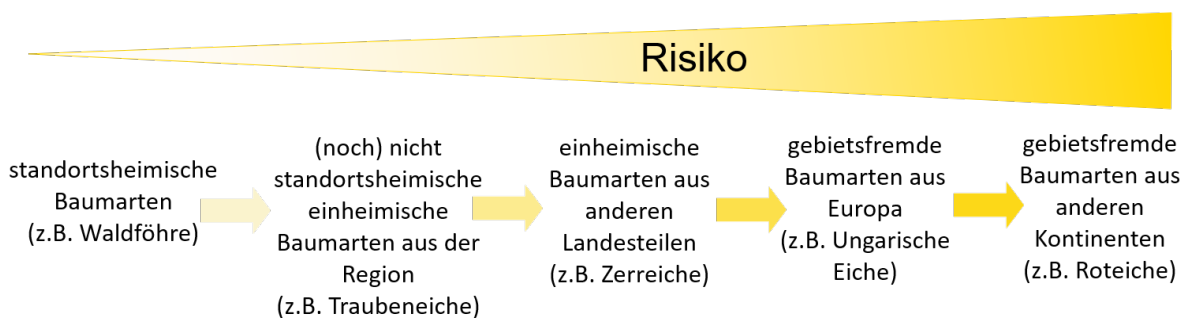


Abbildung 4: In der Tendenz steigen die Risiken mit der Distanz zum natürlichen Verbreitungsgebiet einer Baumart

Neben der Baumartenwahl ist auch die **Baumartenmischung** ein wichtiger Aspekt. Darauf wird im Kapitel 4 vertieft eingegangen.

3.3 Herkunftswahl

Neben der Baumartenwahl stellt sich bei künstlicher Verjüngung immer auch die Frage nach der **geeigneten Herkunft** (Synonym: **Provenienz**) des verwendeten Saat- bzw. Pflanzguts.

Die genetischen Eigenschaften einer Herkunft beeinflussen die Angepasstheit an den jeweiligen Wuchsort sowie die Anpassungsfähigkeit an sich verändernden Umweltbedingungen, insbesondere auch im Kontext des Klimawandels. Dabei bestehen jedoch baumartenspezifische Unterschiede und vieles ist erst lückenhaft bekannt und verstanden.

Zentrale **rechtliche Grundlage** ist die Verordnung über forstliches Vermehrungsgut (VFG-V). Gemäss Art. 4 VFG-V darf nur Vermehrungsgut verwendet werden, welches von der zuständigen kantonalen Forstbehörde anerkannt ist (Herkunftszeugnis). Nicht genehmigte Pflanzen oder Samen dürfen nicht ausgebracht werden. Ausgenommen sind vor Ort im eigenen Wald für den Eigengebrauch gesammeltes Vermehrungsgut sowie wissenschaftliche Versuche und Züchtungen.

Das BAFU führt einen **nationalen Samenerntekataster** (www.nks.admin.ch), welcher von den Kantonen bearbeitet wird. Aktuell sind zahlreiche Kantone daran, ihre Samenerntebestände zu aktualisieren, zu bereinigen und neue Samenerntebestände auszuscheiden. Zudem überarbeiten das BAFU und die Koordinationsstelle forstliches Vermehrungsgut gegenwärtig die konzeptionellen Grundlagen.

Die **Einfuhr** von Vermehrungsgut aus dem Ausland ist bewilligungspflichtig. Auf die Besonderheiten im Zusammenhang mit der Einbringung nicht-einheimischer Arten wird im vorangehenden Kapitel 3.2 eingegangen. Die kantonalen Forstdienste, die Forstgärten und die Koordinationsstelle forstliches Vermehrungsgut können bei Unklarheiten beraten.

In den vergangenen Jahrzehnten galten für die Herkunftswahl folgende Grundsätze (Frehner & Fürst 1992): Der Höhenunterschied zwischen Ernte- und Anbauort von forstlichem Vermehrungsgut soll in tiefen und mittleren Lagen (bis 1300 m ü. M.) höchstens 200 bis 300 Höhenmeter betragen. In Hochlagen (>1300 m ü. M.) reduziert sich der Höhenunterschied auf 100 bis 150 m. Und als Herkunft soll jeweils eine möglichst lokale Provenienz verwendet werden – je lokaler, desto besser.

Heute stellt sich angesichts des Klimawandels die Frage, wie stark von diesen Grundsätzen abgewichen werden soll und an welchen Empfehlungen sich die Praktiker:innen orientieren können. Mit den erwarteten Veränderungen, insbesondere der Höhenstufen-Verschiebungen und auch der Baumartenareale sowie der zunehmenden Trockenheit ist fraglich, ob nicht Herkünfte gewählt werden sollen, welche eher dem zukünftigen als dem bisherigen Klima angepasst sind.

Beispielsweise beobachtet Ryter (2025) im Rahmen einer Fallstudie in einer Hochlagenaufforstung im Berner Oberland, dass Tieflagenprovenienzen sich in den ersten Jahren deutlich besser entwickelt haben, als dies erwartet wurde. Solche Überlegungen und Beobachtungen sollten jedoch nicht dazu führen, die bisherigen Grundsätze und früheren Erfahrungen über Bord zu werfen und grosse Mengen an forstlichem Vermehrungsgut aus ganz anderen klimatischen Verhältnissen einzubringen. Denn trotz des Klimawandels bleiben Standortfaktoren wie Spätfröste und Schneelasten noch über Jahrzehnte entscheidend für das Überleben und die Entwicklung von Waldbeständen. Dabei haben wohl seltene Witterungsereignisse weiterhin grosse Auswirkungen - und diese werden auch mit mehrjährigen Beobachtungen womöglich nicht berücksichtigt, da sie im Beobachtungszeitraum nicht aufgetreten sind. Dies gilt insbesondere für Jungwuchs aus wärmeren Provenienzen.

Stand heute können keine wissenschaftlich fundierten Empfehlungen gemacht werden, wie stark weiterhin auf lokale Herkünfte aus derselben Höhenlage gesetzt und in welchem Umfang gezielt Herkünfte aus wärmerem und trockenerem Klima oder von weniger wüchsigen Standorten gewählt werden sollen. Die Chancen (bessere Angepasstheit an das zukünftige Klima, grössere Differenzen zum lokal vorhandenen Genpool, insgesamt erhöhte genetische Vielfalt) und Risiken (Unangepasstheit ans heutige Klima, Pollenüberflutung kleiner Populationen, Auskreuzungsdepression, unklare biotische Interaktionen) der Einbringung weit entfernter Herkünfte können erst teilweise bewertet werden.

Der aktuelle Wissensstand und deren praktische Konsequenzen werden in Referaten von Muheim (2025), Gugerli und Rudow (2026) sowie der Synthese zur GWG-Wintertagung (GWG 2026) praxisnah zusammengefasst. Auch aktuelle Forschungsprojekte wie TreeGD an der WSL beschäftigen sich u.a. mit diesen Fragestellungen. Im nahen Ausland bestehen bereits konkrete Empfehlungen zur Herkunftswahl im Klimawandel, beispielsweise in Baden-Württemberg (MLR BW, 2026).

Trotz den grossen Unsicherheiten können aktuell folgende vorsichtige Empfehlungen abgegeben werden:

1. In der Regel **weiterhin +/- regionale Herkünfte verwenden**. Die Herkünfte sollen nicht mehr «so lokal wie möglich» gewählt werden, aber aus derselben Region. Der Begriff «regional» soll dabei jedoch grosszügig ausgelegt werden. Bis auf weiteres dienen hierzu die 14 Wirtschaftsregionen (Abbildung 5) als Referenz. Wobei sich weisen wird, ob die Orientierung an dieser Gliederung aufgrund der durch den Klimawandel veränderten Ansprüche nicht zu kleinteilig geworden ist, v.a. für seltenere Baumarten.
2. Innerhalb der grösseren Region **Herkünfte verwenden, welche aus etwas tiefergelegenen/wärmeren und trockeneren/flachgründigeren Wuchsorten stammen**. Grobe Faustregel: Herkünfte wählen, welche rund 200-500m tiefer liegen als der Pflanzort und dabei falls möglich trockenere Standorte bevorzugen.
3. «Exotische» **Herkünfte aus weit entfernten Gebieten** (z.B. Tannenherkünfte aus Südtalien) sollten bis auf weiteres **nur in kleinerem Umfang** und primär zu Versuchszwecken verwendet sowie deren Erfolg oder Misserfolg gut dokumentiert werden (DokuTool Zukunftsbaumarten). Und auch bei derartigen Provenienzen sollten die lokalen Standortverhältnisse am Herkunftsort bekannt sein und berücksichtigt werden.
4. Aus Risikoverteilungs-Überlegungen und um eine hohe genetische Vielfalt zu fördern, können in einem Waldkomplex auch bewusst **unterschiedliche Herkünfte verwendet** und sowohl bewährte regionale Herkünfte als auch solche aus Wuchsorten eingebracht werden, welche näher am zukünftigen Klima sind. Dabei ist eine saubere Dokumentation besonders wichtig, sodass nachvollziehbar bleibt, welche Bäume von welcher Herkunft stammen.
5. Je grösser der Anteil künstlicher Verjüngung an der gesamten Waldverjüngung einer Baumart in einem Gebiet ist, desto grösser ist deren Einfluss und desto grösser werden auch die Risiken von unerwünschten Effekten auf den lokalen Genpool. **Insbesondere in diesen Fällen wird ein fundiertes, überbetriebliches Pflanzkonzept empfohlen** (Kap. 2.2).

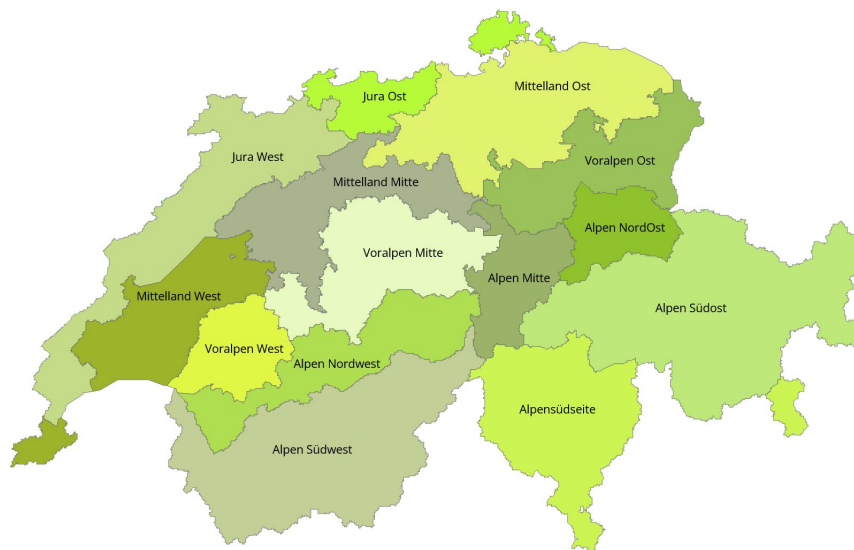


Abbildung 5: Die 14 Wirtschaftsregionen der Schweiz können als Referenz dienen für die Wahl regionaler Herkünfte (www.lfi.ch)

4 Pflanzanordnung und Baumartenmischung

Für die Festlegung der Pflanzanordnung und Baumartenmischung ist das Verständnis zentral, dass schlussendlich beispielsweise **auf einer Are Wald nur etwa ein ausgewachsener Baum stocken kann**, wobei der benötigte Standraum unter anderem von der Baumart abhängt. Die übrigen Bäumchen der Verjüngung müssen im Laufe der Entwicklung durch natürliche Selektion absterben oder bei waldbaulichen Massnahmen entnommen werden. Wie bei der Naturverjüngung bleiben auch gepflanzte Jungbäume – trotz sorgfältigem Schutz und Pflege – nicht vor Ausfällen oder Vitalitätsverlust verschont und es ist vorteilhaft, wenn auch hier gewisse Selektionsmechanismen wirken können, was die **Pflanzung einer deutlich grösseren Menge als der langfristig angestrebten Stammzahl** sinnvoll macht. Gleichzeitig kann und soll vor allem im Gebirgswald nur ein sehr geringer Anteil der Waldfläche bepflanzt werden. Deren Anteil soll auch zukünftig unter 10 Prozent der Gesamtwaldfläche umfassen.

4.1 Pflanzanordnung

Bis vor wenigen Jahrzehnten wurden Pflanzen zumeist flächig gepflanzt und der Pflanzabstand war gering. Ziel waren meist Reinbestände und «Vollbestockung». Heute zielt die künstliche Verjüngung mehrheitlich darauf ab, die Naturverjüngung zu ergänzen, statt sie zu ersetzen. **Ziel sind meist wenige Bäume pro Hektare aus künstlicher Verjüngung, die zu Samenbäumen, Stabilitäts- oder Wertträgern heranwachsen**, während der Grossteil der Bestockung aus Naturverjüngung stammt.

Zudem soll nicht mehr rein schematisch gepflanzt werden, sondern vor allem an verjüngungsungünstigen Standorten mit Rücksicht auf geeignete Mikrostandorte (Kap. 9.1). Die nachfolgend genannten Pflanzanordnungen sind als Konzepte zu verstehen, welche immer an die kleinräumig variablen Verhältnisse angepasst werden müssen.

Die Wahl der Pflanzanordnung und -abstände richtet sich nach den jeweiligen Zielsetzungen (Baumarten, Bestockungsziele, Waldfunktionen) und Rahmenbedingungen (Standortsverhältnisse, betriebliche Aspekte).

Schütz (2003) nennt folgende weitere Faktoren, welche diese Wahl beeinflussen:

- Kosten des Pflanzmaterials, des Personals und der Wildschutzmassnahmen
- Intraspezifische Konkurrenz (Konkurrenz unter Artgenossen)
- Interspezifische Konkurrenz (Konkurrenz mit anderen Arten z. B. Schlagflora, andere Baumarten)
- Lichtverhältnisse und Wirkung der Umgebung auf die Form und Stabilität
- Genetische Variation als Grundlage für die Auslese

Verschiedene Pflanzanordnungen werden heute aus guten Gründen kaum mehr angewendet und auch nicht mehr empfohlen. Darunter fallen beispielsweise Rechtecksverbände oder Nesterpflanzungen. Auf diese wird hier nicht näher eingegangen, sondern auf ältere Literatur verwiesen, z. B. Saha et al. (2013) oder Schütz (2003). Nachfolgend wird auf die heute in der Schweiz verbreitetsten Pflanzanordnungen eingegangen.

4.1.1 Flächendeckende Bestandesbegründung

Bei der flächendeckenden Bestandesbegründung werden die Pflanzen so dicht gepflanzt, dass sie ihren Wertzuwachs positiv beeinflussen (gute Schaftqualität durch engen Standraum).

Dieser Pflanzverband nach klassischer Vorstellung gibt der Naturverjüngung kaum Raum und wird heute in der Schweiz richtigerweise nur noch vereinzelt und kleinräumig umgesetzt, beispielsweise bei flächiger Bepflanzung von Wildschutzzäunen. **Die hohe Pflanzdichte ist mit sehr hohen Investitions- und Pflegekosten verbunden** und führt oft zu instabilen Bestockungen. Klassische Pflanzabstände sind in Tabelle 2 aufgeführt. Heute werden oft grössere Abstände gewählt, z. B. 2.5 – 3 Meter für **Weitverbandpflanzungen** mit Eiche (ProQuercus, 2019).

Tabelle 2: Klassische Pflanzabstände je Baumart (Insinna, 2022)

	Abstand in m	Baumart
Kleiner Abstand	1.2-1.5 x 1.2-1.5	Fö, Bu, Ei, Ul, Li
Mittlerer Abstand	1.3-1.8 x 1.3-1.8	Fi, Ta, Ah, Es, Er
Weiter Abstand	2.5-5.0 x 2.5-5.0	Lä, Pa
Sehr weiter Abstand	> 5 m	Er, Bi, Vb als Vorbau

4.1.2 Endabstandspflanzung

Bei der Endabstandspflanzung wird ungefähr **im Endabstand jeweils eine einzelne Pflanze gepflanzt**, wobei die Abstände je nach benötigtem Standraum im Baumholz gewählt werden (8-15 m, je nach Baumart). Der Vorteil ist eine sehr geringe Anzahl Pflanzen, was die Kosten stark senkt. Der Nachteil dieser Methode ist, dass die Wahrscheinlichkeit gross ist, dass es aufgrund der Ausfälle langfristig grössere Lücken in der Pflanzung gibt, da eine Nachpflanzung normalerweise lediglich in den ersten Jahren sinnvoll ist. Dieser Nachteil wird relativiert, wenn die Lücken durch zielkonforme Naturverjüngung gefüllt werden. Die Methode basiert auf der Idee, dass ein sehr grosser Anteil der Pflanzen aus dem Forstgarten so vital ist, sodass sie den Pflanzschock überstehen und zu herrschenden Bäumen heranwachsen oder aber die Ausfälle mit grosser Wahrscheinlichkeit durch aufkommende Naturverjüngung kompensiert werden können. Dies kann auf wüchsigen Standorten in Tieflagen funktionieren, aber kaum unter schwierigen Bedingungen im Gebirge.

Diese kostengünstige Methode kann für Ergänzungspflanzungen auf wüchsigen Standorten empfohlen werden, wo a) ein hoher Anteil Naturverjüngung angestrebt wird und b) mit einfachen Wuchshüllen oder gänzlich ohne Wildschutz gearbeitet werden kann.

Teilweise wird auch im **Halbendabstand** gepflanzt. Die Methode ähnelt dann jedoch der flächigen Bepflanzung (Kap.4.1.1) und weist in der Tendenz dieselben Nachteile auf.

4.1.3 Trupp-Pflanzung

Als Trupp bezeichnet man die **Pflanzung von 5-20 Bäumchen im Abstand von 1-3 m**. Die Abstände zwischen den einzelnen Pflanzen innerhalb des Trupps sind der flächigen Pflanzung ähnlich. Jedoch **werden die Trupps typischerweise im Endabstand oder grösseren Abständen angelegt**, wodurch sich die Pflanzdichte massiv reduziert und mehr Raum für Naturverjüngung verbleibt. Es wird davon ausgegangen, dass im Jungwald noch lange mehrere Individuen pro Trupp vorhanden sind, aber schlussendlich im Baumholz nur ein Z-Baum pro Trupp überleben soll.

Die Trupp-Pflanzung hat folgende Vorteile:

- Stark reduzierte Anzahl Pflanzen pro Fläche und trotzdem Selektion, Qualifizierung, Risikoverteilung und Auslesemöglichkeiten.
- Raum für Naturverjüngung oder Begleitbaumarten zwischen den Trupps.
- Geeignet für den Einsatz in Kombination mit kleinen bis grossen Wildschutzzäunen.
- Einfach möglich, gut geeignete Mikrostandorte zu berücksichtigen.
- Truppweise Baumartenmischung ist einfach und effizient.
- Erleichterte Pflege durch Erkennen der Trupp-Zentren (mit Pfahl o. ä. markieren).

Beispiel:

Für Eichen in Tieflagen empfiehlt Pro Quercus (Merkblatt 04, 2019) folgende Werte:

- Ergänzungspflanzung: 1.2 – 1.6 m Abstand, 10 – 20 Trupp/ha
- Bestandesbegründung: 1.2 – 1.6 m Abstand, 25 – 50 Trupp/ha. Mit 12 Pflanzen/Trupp und 25 Trupp/ha ergibt dies 300 Pflanzen/ha (Abbildung 6). Zum Vergleich: Eine klassische, flächige Bepflanzung würde 4'000 – 7'000 Pflanzen/ha erfordern, eine Weitverbandpflanzung 1'500.

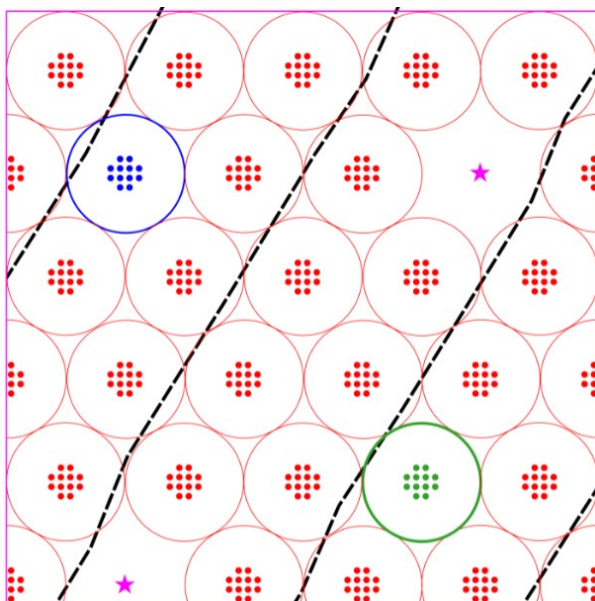


Abbildung 6: Schematische Darstellung einer flächigen Trupp-Pflanzung von Eiche auf einer Hektare (Pro Quercus, 2019). Die blauen und grünen Trupps symbolisieren andere Baumarten, violette Sterne grössere Bereiche mit Naturverjüngung.

Oft werden Trupps nicht wie hier flächendeckend angelegt, sondern als punktuelle Ergänzungspflanzungen mit viel Raum für Naturverjüngung.

An den Rändern der Trupps können zur Verbesserung der Schaftqualität schattentolerante **Begleitbaumarten** gepflanzt werden, die deutlich weniger konkurrenzstark sind. Innerhalb eines Trupps sollen jedoch keine ähnlich konkurrenzstarken Baumarten gemischt werden (Kap. 4.2).

Es existieren viele unterschiedliche Varianten für die Ausgestaltung der Trupps (Anzahl, Abstände, Anordnung, Begleitbaumarten). Zwei Beispiele sind in Abbildung 7 illustriert. Dabei ist zu beachten, dass die Abstände zwischen den Trupps, die Berücksichtigung der kleinstandörtlichen Unterschiede sowie die Qualität der Pflanzung für den Erfolg wichtiger ist als die geometrisch korrekte Umsetzung.

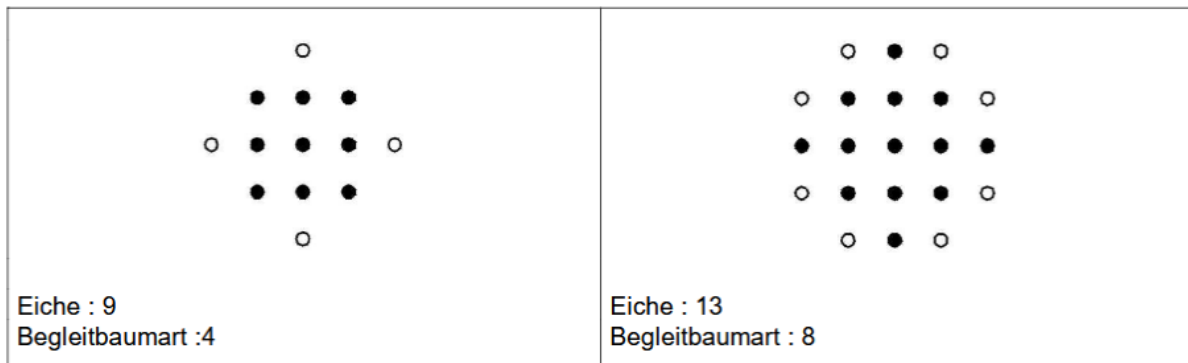


Abbildung 7: Mögliche Anordnungen für Eichen-Pflanzungen und allfälliger Begleitbaumarten (ProQuercus, 2019).

Bei der Eiche haben sich **Nesterpflanzungen** mit sehr kleinen Pflanzabständen von $< 0.5\text{m}$ als nicht erfolgsversprechend erwiesen (Saha et al 2013).

Lärche und andere Pionierbaumarten sollen eher mit weiten Abständen bis 3m Abstand innerhalb der Trupps gepflanzt werden, sonst ist die Konkurrenz zu schnell sehr stark und die Kronenentwicklung wird stark eingeschränkt.

Im Gebirgswald sind Trupp-Pflanzungen oft der erfolgsversprechendste Pflanzverband. Durch seine Flexibilität bezüglich Truppgrösse, Lage der Trupps und Abständen lässt sich dieses Verfahren gut an verschiedene Baumarten und Waldzustände anpassen. Es können auch nur vereinzelte Trupps in weiter auseinander liegenden Lücken angelegt werden.

4.1.4 Rottenaufforstung

Rotten sind voneinander räumlich auch langfristig klar abgegrenzte Baumkollektive, die aus mehreren eng beieinanderstehenden Einzelbäumen bestehen. Rottenstrukturen können natürlich vorkommen, durch Jungwaldpflege ausgeformt oder bereits als Rotten angepflanzt werden. Anwendung findet dies v.a. in der (ober-)subalpinen Höhenstufe. Eine Rottenaufforstung ist eine Pflanzung von sehr grossen «Trupps» (20-100 Stk.) oder mehreren nahe beieinander liegenden Kleinkollektiven/Kleinrotten an günstigen Kleinstandorten. Zwischen den Rotten muss der Abstand mindestens der doppelten maximalen Astausladung entsprechen, was abhängig vom Waldstandort einer minimalen horizontalen Distanz von 8 bis 15 Metern entspricht. Diese Abstände sind notwendig, damit die Rotten langfristig rundherum ihre grünen Ränder erhalten können und nicht zusammenwachsen. Schönenberger (1987) empfiehlt, pro zukünftige Rotte 3-6 Kleinrotten im Abstand von 2-3 m mit 2-4 m Durchmesser und jeweils 20-40 Bäumchen im Abstand von 0.4-0.8 m anzulegen. Diese Kleinrotten wachsen innert weniger Jahrzehnte zu Rotten von rund 10-20 Meter Durchmesser zusammen. Aber ganz besonders in diesen Hochlagen gilt, dass die Pflanzung v.a. geklumpt an den günstigen Kleinstandorten erfolgen sollte und dies für den Erfolg viel entscheidender ist als die Einhaltung schematischer Konzepte.

Rottenstrukturen werden in stark fichten-dominierten Beständen angestrebt. Aufgrund des Klimawandels ist es jedoch auch in der heute subalpinen Höhenstufe wichtig, hohe Anteile anderer Baumarten anzustreben, was den Anwendungsbereich der klassischen Rottenaufforstung reduziert respektive eine Anpassung an die veränderten Zielsetzungen notwendig macht.

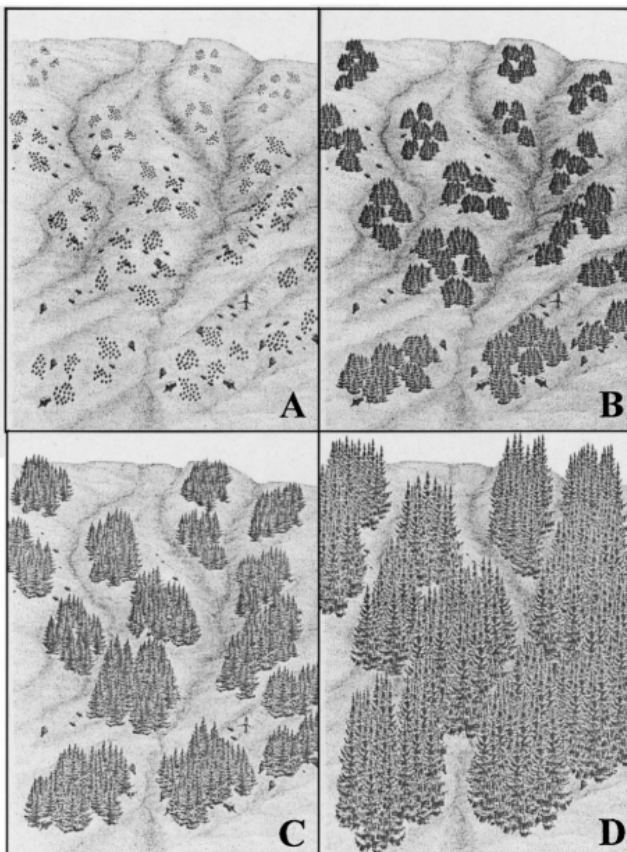


Abbildung 8: Rottenaufforstung basierend auf Kleinrotten (Bepflanzung der verjüngungsgünstigen Kleinstandorte), die zu Rotten zusammenwachsen (Schönenberger, 2001).

4.2 Baumartenmischung

Wie im vorangehenden Kapitel 4.1 erläutert, ist im Gebirgswald die Trupp-Pflanzung oft die zielführendste Pflanzanordnung. Falls auf einer Fläche mehrere Baumarten künstlich verjüngt werden sollen, stellt sich dabei die **Frage der geeigneten Mischung und Anordnung**. Abbildung 9 stellt schematisch vier unterschiedliche Mischungsformen in Trupp-Pflanzungen dar. Auch wenn Pflegeeingriffe fachgerecht und zeitgemäss durchgeführt werden, ist der Erfolg der abgebildeten Mischungsformen sehr unterschiedlich. Die jeweiligen Vor- und Nachteile sind in Tabelle 3 enthalten. Sinngemäss gilt dies auch für andere Pflanzanordnungen und Mischungsformen.

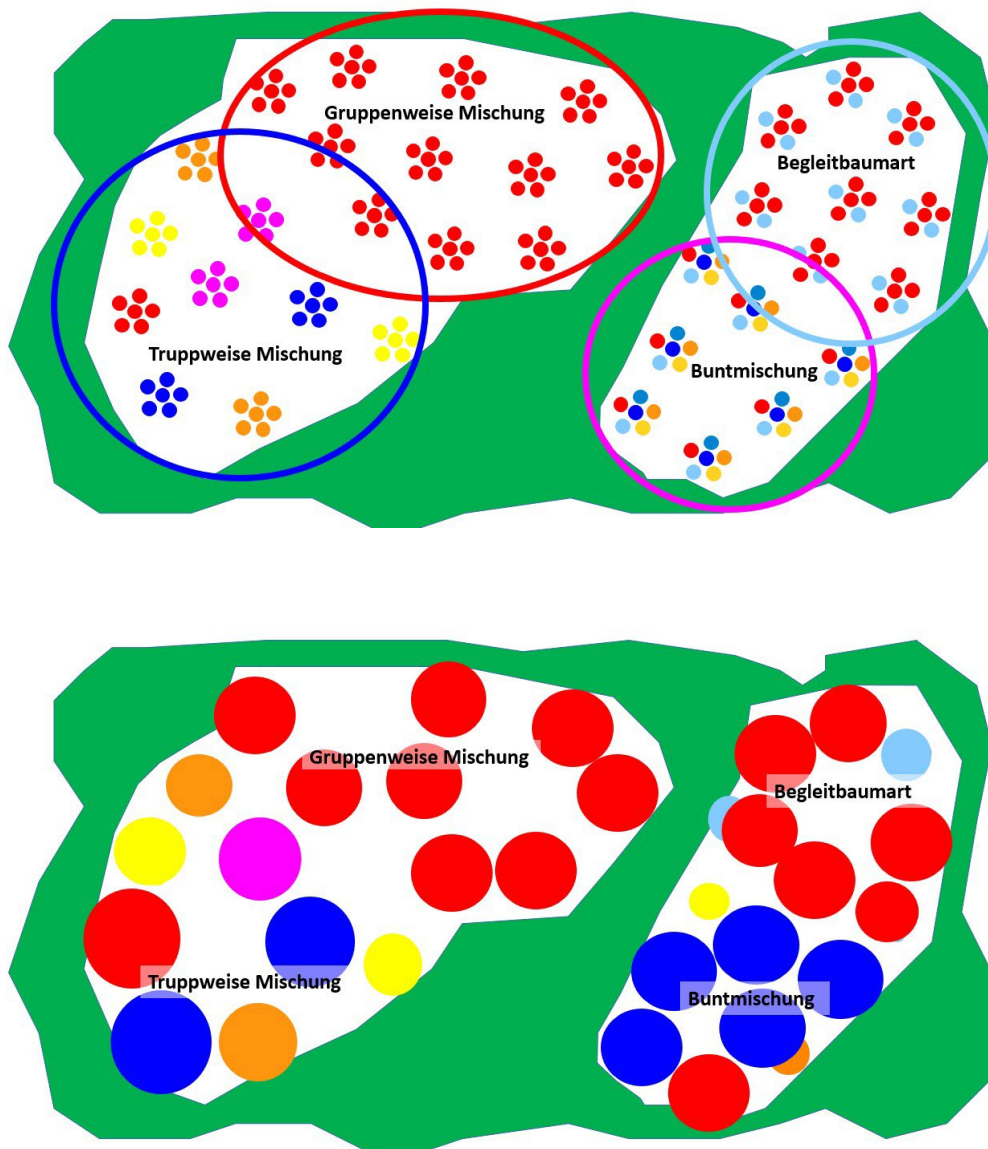


Abbildung 9: Schematische Darstellung von verschiedenen Mischungsformen bei Trupp-Pflanzungen. Oben zum Zeitpunkt der Pflanzung, unten als Ergebnis im Baumholz.

Tabelle 3: Beurteilung der in Abbildung 9 dargestellten Mischungsformen.

Mischungsform	Beschrieb	Ergebnis im Baumholz	Vor- und Nachteile
Gruppenweise Mischung	Mehrere Trupps derselben Baumart	Gruppe/Bestand einer Baumart	☺ Stärkere Selektion innerhalb der gleichen Baumart. ☺ Grössere Individuenzahl derselben Baumart (Stützpunkt) ☹ Wenn die gewählte Baumart ausfällt, ist der Schaden u. U. gross.
Truppweise Mischung	Einzelne Trupps pro Baumart, im einzelnen Trupp jeweils nur eine Baumart.	Kleinräumige Mischung, Baumartenvielfalt bleibt bestehen.	☺ Verschiedene Baumarten können sich etablieren, ohne sich gegenseitig zu konkurrenzieren. ☺ Risikoverteilung: wenn eine Baumart ausfällt, bleiben andere bestehen. ☹ Risiko, dass ganze Trupps ausfallen, ist höher als bei Buntmischung.
Begleitbaumart	Im einzelnen Trupp wird eine Zielbaumart mit einer Begleitbaumart («dienende Baumart») kombiniert.	Die Zielbaumart (konkurrenzstark) setzt sich durch, die Begleitbaumart existiert zumindest temporär	☺ Begleitbaumart wirkt sich positiv auf die Qualität der Zielbaumart aus. ☺ Risikoverteilung: wenn die Hauptbaumart ausfällt, verbleibt womöglich die Begleitbaumart. ☺ ökologisch wertvolle Nebenbaumarten werden gefördert, zumindest temporär. ☹ Zusatzaufwand
Buntmischung	Im einzelnen Trupp werden mehrere Zielbaumarten gemischt.	Konkurrenzstarke Baumarten setzen sich durch, unterlegene Arten verschwinden oder müssen stark gefördert/gepflegt werden.	☺ Risikoverteilung innerhalb des einzelnen Trupps, Totalausfall ganzer Trupps unwahrscheinlicher. ☹ Risiko, dass schlussendlich nur wenige Zielbaumarten übrigbleiben. Die aufwändig gepflanzte und gepflegte Baumartenmischung wird schon früh stark reduziert. ☹ Oder es müssen, um die Mischung zu erhalten, in einem Teil der Trupps die vitalsten Bäumchen entfernt werden.

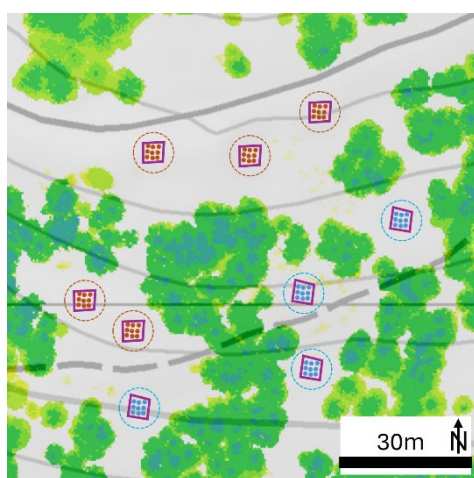
Meist ist es also sinnvoll, Baumarten nur truppweise (nicht näher als im Endabstand) oder grösserflächig geklumpt zu mischen. In einem Trupp soll jeweils nur eine Zielbaumart gepflanzt werden. Einzelbaumweise Buntmischungen auf kleinstem Raum sind zu vermeiden. Als Ausnahmen können bewusst gewählte Kombinationen von Zielbaumart und deutlich konkurrenzschwächerer Begleitbaumart sinnvoll sein (z. B. Eiche und Hagebuche).

Es ist wichtig, dass bei der Festlegung der Baumartenmischung im Einzelfall die jeweiligen Eigenschaften und Bedürfnisse der Zielbaumarten und die auch kleinräumig unterschiedlichen Standortverhältnisse berücksichtigt werden (Wuchsdynamik, Konkurrenzkraft, Kronendurchmesser, Lichtbedarf, Kuppen/Mulden etc.).

4.3 Konkrete Umsetzung in der Praxis

Im naturnahen Gebirgswaldbau und noch stärker im Schutzwald werden mehr oder weniger kleinräumig strukturierte Wälder angestrebt und die geplanten Verjüngungsflächen sind in der Regel kleiner als ¼ Hektaren. Die Verjüngung soll grösstenteils natürlich erfolgen und nur punktuell mit kleinflächigen Pflanzungen oder auch Direktsaat ergänzt werden. Zudem wechseln sich im Gebirgswald verjüngungsgünstige und -ungünstige Kleinstandorte oft sehr kleinräumig ab (Kap. 9.1) und erfolgreiche Wildschutzmassnahmen sind eine grosse Herausforderung. Daher müssen die in den vorangehenden Unterkapiteln genannten Konzepte auf die praktischen Verhältnisse angepasst und kombiniert werden.

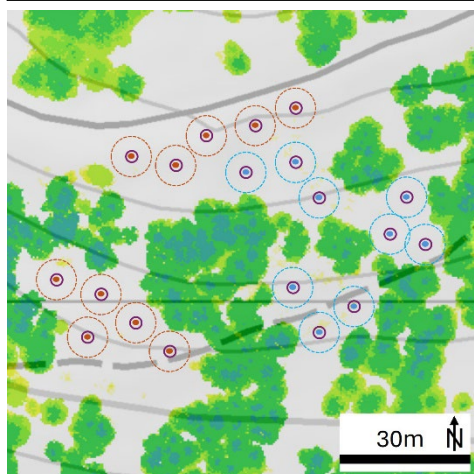
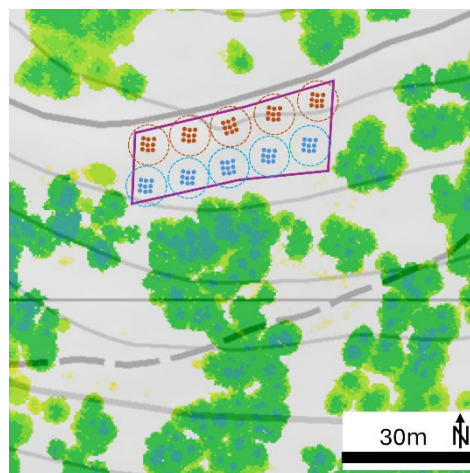
Wie dies erfolgen kann, wird in Abbildung 10 beispielhaft an drei unterschiedlichen Varianten für einen südexponierten Waldteil illustriert. Eine detaillierte Zusammenstellung üblicher Varianten mit Vor- und Nachteilen ist in einer Workshopdokumentation von AWN GR und GWP (2025) enthalten.



Kleinzäune mit je einem Trupp: In stabilen Kleinzäunen wird jeweils ein Trupp gepflanzt. Pro Zaun nur eine Baumart. Oder eine Zielbaumart und eine Begleitbaumart, welche deutlich weniger konkurrenzstark ist und nur auf Zeit bestehen soll. Diese Variante bietet gute Risikoverteilung bez. defekter Zäune und kann auch in kleineren Lücken ideal an Kleinstandort, Lichtverhältnisse etc. Rücksicht nehmen. Oft die beste Wahl, um unter schwierigen Bedingungen einzelne (Samen-)Bäume einzubringen. Nachteil: Teuer, weil viele m' Zaun pro resultierendem Einzelbaum nötig sind.

Wildschutzzäun von mehreren Aren mit Trupp-Pflanzung:

An günstigen Lagen kann es sinnvoll sein, mehrere Aren grosse Zäune zu erstellen, um Gruppen von Bäumen einer oder weniger Baumarten einzubringen. Auch hier wird oft eine truppweise Pflanzung empfohlen, aber auch flächiges Auspenden kann sinnvoll sein. Vorteil ist, dass nicht nur Einzelbäume, sondern ganze Gruppen bis zu kleinen Beständen angestrebt werden. Nachteil: Ein einzelner Zaundefekt kann grosse Schäden nach sich ziehen und grosse Investitionen zunichte machen.



Einzelschütze und Wuchshüllen:

Bei günstigen Bedingungen (tiefe Höhenlagen, wenig Schnee, nicht zu steil oder nur Rehwild) können Einzelpflanzungen mit Wuchshüllen vergleichsweise günstig umgesetzt werden. Besonders geeignet für raschwüchsige Laubbaumarten.

In schwierigeren Bedingungen kommen stabile Einzelschütze aus Drahtgeflecht zur Anwendung. Dann immer mindestens 3 Bäumchen von nur einer Baumart pflanzen, um Ausfälle zu kompensieren oder andernfalls eine minimale Auswahl zu haben.

Abbildung 10: Möglichkeiten zur Einbringung von Zukunftsbaumarten (Kartenhintergrund: Landeskarte grau und VHM Lidar LFI).

5 Saatgutgewinnung

Die Saatgutgewinnung ist die Grundlage für künstliche Verjüngung und stellt, genetisch betrachtet, die Auslese der zu vermehrenden Bäume dar. Sie hat einen **entscheidenden Einfluss auf die Qualität und Anpassungsfähigkeit des forstlichen Vermehrungsgutes**. Aktuell forscht u.a. die WSL im Projekt [TreeGD](#) daran, den diesbezüglichen Wissensstand zu verbessern.

5.1 Samenerntebestände

Eigenschaften und Qualität des Saatgutes werden stark vom Erntebestand beeinflusst. Samenerntebestände müssen eine genügende Anzahl Individuen umfassen (hohe genetische Vielfalt) und möglichst überdurchschnittlich Eigenschaften aufweisen (z. B. Holzqualität, Trockenheitstoleranz). Diese Bestände sollen auch keine bekannten Defekte wie Drehwuchs oder Anfälligkeit gegenüber bestimmten Krankheiten aufweisen.

Aus diesem Grund werden auf kantonaler sowie nationaler Ebene **Samenerntekataster** geführt (siehe auch [Kap 3.3](#)). **Diese stellen sicher, dass das Saatgut aus Beständen stammt, welche die entsprechenden Qualitätskriterien erfüllen.** Für den Verkauf oder die Weitergabe bestimmtes Saatgut muss aus Samenerntebeständen stammen, die vom Kanton und Bund anerkannt sind. Die kantonalen Behörden sind auch verantwortlich für die Erstellung der vorgeschriebenen Herkunftszeugnisse. Diese regeln, zusammen mit dem gesetzlich geforderten [Pflanzenpass-System](#) des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW, die Verwendung und Kommerzialisierung des Saatguts. Ausgenommen von diesen Regelungen ist die Samenernte für Eigenverbrauch im eigenen Wald.

Beim Ausscheiden von neuen oder der Überprüfung älterer Samenerntebeständen sollte der [Nationale Generhaltungsgebiete-Kataster](#) (NKG) berücksichtigt werden. Dieser wird jährlich von BAFU und ETH aktualisiert und verwaltet die wichtigen Grundlagendaten der bestehenden Generhaltungsgebiete der Schweiz.

5.2 Mastjahre

Bäume produzieren nicht jedes Jahr eine konstante Menge an Samen. **Die Samenproduktion variiert je nach Baumart, Baumalter, Witterungsbedingungen, Gesundheitszustand sowie Energiereserven.** Diese Faktoren führen dazu, dass einzelne Bäume in gewissen Jahren keine Samen bilden, während sie in anderen Jahren grosse Mengen davon produzieren. Dabei spielen Umweltbedingungen eine entscheidende Rolle, insbesondere während der Blütezeit. Sind die Bedingungen für eine bestimmte Baumart besonders günstig, produzieren die meisten oder gar alle Individuen eines Bestandes reichlich Samen (Abbildung 11). Dieses Phänomen wird als Mastjahr bezeichnet (Wohlgemuth et al. 2016).



Abbildung 11: Vollmast einer Traubeneiche.
(Foto: Ueli Wasem)

Die Samenernte in Mastjahren ist entscheidend für die Qualität und Vitalität der künstlichen Vermehrung (Tabelle 4). Weitere Informationen zur Identifikation und Beobachtung von Mastjahren sind auf der [WSL-Seite des MastWeb-Projektes](#) verfügbar.

Tabelle 4: Vorteile der Saatgutgewinnung in Mastjahren mit den entsprechenden Erklärungen.

Vorteile	
Höhere Befruchtungsrate	Mehr Individuen sind an der Befruchtung beteiligt, weniger Inzucht, mehr genetische Heterogenität.
Grössere genetische Vielfalt	Insgesamt hohe Vielfalt, Pflanzungen sind genetisch vielfältiger.
Erhöhte Vitalität der Samen	Höhere Heterogenität führt zu besserer Keimfähigkeit, grössere Vitalität und Anpassungsfähigkeit der Sämlinge.
Geringerer Parasitenbefall	Hohe Samenmenge verringert das Risiko für Frassschäden und Parasitenbefall.
Erleichterte Ernte	Grössere verfügbare Samenmengen, mehr Bäume können beerntet werden.
Längere Lagerfähigkeit	Samen sind aufgrund hoher Qualität besser lagerfähig und erzielen bis zum Ende der Keimfähigkeit mehr hochwertige Sämlinge.

5.3 Samenernte

Die **Bestimmung des optimalen Erntezeitpunkts** für das Saatgut ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die eine sorgfältige Beobachtung der Phänologie der Bäume erfordert. Wird zu früh geerntet, sind die Samen noch unreif. Erfolgt die Ernte zu spät, hat die natürliche Verbreitung bereits eingesetzt und es verbleiben weniger Samen auf den Bäumen. Die [Baumarten-Kurzportraits](#) geben Anhaltspunkte über generelle Blüte- und Erntezeiten sowie Mastjahre pro Jahrzehnt. Aufgrund des Klimawandels muss jedoch berücksichtigt werden, dass der Erntezeitpunkt bereits heute zwei bis drei Wochen früher eintritt als in der Fachliteratur angegeben. Dabei müssen auch die lokalen, saisonalen und meteorologischen Bedingungen berücksichtigt werden.

Die **Qualität des Saatguts** kann bei der Ernte überprüft werden, indem 10 bis 20 Samen oder Zapfen und auf ihren Hohlkornanteil sowie einen möglichen Insektenbefall untersucht werden geöffnet (Abbildung 12). Dabei lassen sich folgende Aspekte beurteilen: Reifegrad der Früchte (Grad der Verholzung); Befruchtung und Samenentwicklung; Anteil leerer oder unzureichend entwickelter Samen; Parasitenbefall, Fäulnis, Pilzinfektionen.



Abbildung 12: Am Aufschnitt der Weisstannenzapfen können Voll- und Hohlkornanteile bestimmt werden. (Foto: Francesco Bonavia)

Es ist essenziell, **Saatgut von möglichst viele Bäumen zu gewinnen, um einer genetischen Verarmung in der Nachkommenschaft entgegenzuwirken**. Je grösser die genetische Vielfalt der Nachkommen, desto höher ist die potenzielle Anpassungsfähigkeit der künftigen Bestände an veränderte Umweltbedingungen sowie die Widerstandsfähigkeit bei Störungen.

Neue Untersuchungen von Haldemann et al. (2024) in zwei Schweizer Eichen-Samenerntebeständen ergaben, dass rund 40 Erntebäume notwendig sind, um 95% der genetischen Vielfalt eines Erntebestandes abzudecken. Mit rund 20 Erntebäumen wird immerhin 75% erreicht. Dabei zeigte sich auch, dass bereits 100 Eicheln pro Erntebaum ausreichend sind, um 95% seiner genetischen Vielfalt zu erreichen.

Daher scheint die heute gängige Praxisempfehlung, immer mindestens 10 Samenbäume zu beernten, als unzureichend. Für Eiche empfehlen WSL und Pro Quercus seit kurzem, mindestens 30 Samenbäume zu beernten (Bonfils et al. 2025). Mit der Anzahl beernteter Bäume steigt jedoch v.a. bei schwierig zu beerntenden Baumarten der Aufwand massiv. Die heute verfügbaren Ressourcen für die Samenernte reichen hierzu aktuell kaum aus und sollten daher ausgebaut werden.

Mögliche praxistaugliche Lösungsansätze für die Samenernte sind:

- Sorgfältig ausgewählte **Samenerntebestände** beernten und dabei **Mastjahre** beachten.
- **Viele Samenbäume beernten:** Im absoluten Minimum (sehr aufwändige Baumarten) 10 Bäume, wenn immer möglich aber deutlich mehr Bäume beernten (30-40 Bäume). Im Idealfall von jedem Baum ungefähr dieselbe Menge und falls möglich sollen die Bäume über eine grössere Fläche verteilt sein.
- **Prioritäten setzen:** Bei knappen (zeitlichen) Ressourcen nur wenige, ausgewählte Bestände beernten, diese aber in guter Qualität.
- **Mischung kleinerer Mengen Samen** aus benachbarten Erntebeständen eines eng begrenzten Samenerntegebiets resp. Samenerntekomplexes.
- **Rotierende Beerntung:** Das geplante Rotieren zwischen mehreren Samenerntebeständen über eine gewisse Anzahl Jahre kann bei knappen Kapazitäten ermöglichen, dass trotzdem unterschiedliche Provenienzen in Umlauf kommen.
- **Samenernteplantagen** ermöglichen eine gezielte Ernte genetisch wertvollen Saatguts mit deutlich geringerem Aufwand, sind aber mit hohen Erstellungs- und Bewirtschaftungskosten verbunden.

Die **Ernte von Nadelbaumsamen** erfolgt meist am stehenden Baum, bevor sich die Zapfen öffnen (oder zerfallen, wie bei der Weissstanne) und die Samen vom Wind verstreut werden. Das Ernten der Zapfen im Rahmen eines Holzschlags (Liegendernte) kann den Aufwand beispielsweise bei Lärche und Waldföhre erheblich reduzieren, jedoch werden diese Bäume dann nicht mehr für weitere Ernten zur Verfügung stehen. Frisch geerntete Zapfen neigen in Säcken zur Gärung, wodurch hohe Temperaturen entstehen können, welche die Samen schädigen. Daher werden vorzugsweise **Jutesäcke anstelle von Plastikbehältern** verwendet, um eine bessere Belüftung zu gewährleisten. Abends sollen auch luftdurchlässige Zapfensäcke geleert und die Zapfen max. 10-15 cm hoch ausgebreitet werden. Somit wird eine Gärung mit unerwünschter Temperaturerhöhung vermieden.

Die **Ernte von Laubbaumsamen** kann je nach Art entweder am Boden oder am stehenden Baum erfolgen. Durch die Verwendung von Netzen kann die Ernte entscheidend erleichtert werden. Netze müssen jedoch zum richtigen Zeitpunkt ausgelegt, kontrolliert und geleert werden, um Samenverluste zu minimieren.

- **Sehr grosse Samen, resp. Früchte** (z. B. von Eiche, Walnuss, Edelkastanie) können direkt am Boden aufgelesen oder mit Netzen aufgefangen werden.
- **Mittelgrosse Früchte** (z. B. von Buche oder Vogelkirsche) können durch Netze aufgefangen werden.

- Bei Baumarten wie **Ahorne, Esche, Erlen, Hainbuche, Linden und Baumhasel** können die reifen Früchte bei Windstille durch vorsichtiges Schütteln der Äste mit einer Schüttelstange in Netze befördert werden.
- Bei Arten wie **Birke, Hopfenbuche und Hainbuche** werden oft besonders fruchtreiche Äste geschnitten, um die Samen anschliessend am Boden abzusammeln.
- Bei Baumarten mit sehr leichten Samen, wie **Pappeln und Weiden**, können Äste mit weiblichen Fruchtständen geerntet und in Wasserbehälter gestellt werden. Im warmen, windstillen und hellen Raum öffnen sich die reifen Kätzchen und entlassen die leichten Samen, die dann vom Boden gesammelt werden können.

Moderne **Klettertechniken, welche keine Schäden verursachen**, sind Voraussetzung für die sichere und effiziente Saatguternte in der Baumkrone. Weitere Informationen dazu finden sich bei [Baumklettern Schweiz](#).

Die WSL-Publikation "**Kulturanleitungen für Waldbäume und Wildsträucher**" (Burkart 2018) enthält wertvolle Hinweise zu Erntemethoden verschiedener Baumarten. Forstbaumschulen und Forschungsinstitutionen wie die WSL können praxisnahe Tipps und Empfehlungen bereitstellen.

5.4 Klengen und Lagern

Zapfen von Fichte, Kiefer, Lärche, Tanne und Douglasie: Für die Weiterverarbeitung sollten die Zapfen unmittelbar nach der Ernte an eine Waldsamenklenge oder einen Forstgarten übergeben werden. Durch eine fachgerechte Lagerung und angepasste Nachreifung wird eine erfolgreiche und fachgerechte **Klengung** gewährleistet: Mit speziellen Maschinen (Abbildung 13) wird das Saatgut von Verunreinigungen befreit, entflügelt und zur Erhaltung der Keimkraft aufbereitet.

Um Vogelfrass oder anderen Samenverlust möglichst zu verhindern, muss das Saatgut meist vor der Vollreife geerntet werden. Anschliessend sollen die geernteten Samen in einen möglichst kühlen, trockenen und gut durchlüfteten Raum nachgereift werden. Je langsamer der Wassergehalt während des Nachreifeprozesses reduziert wird, desto besser gelingt danach eine längerfristige Aufbewahrung des Saatgutes mit guter Keimfähigkeit.



Abbildung 13: Maschinen zur Samenreinigung bei der Waldsamenklenge in Rodels GR. (Foto: Francesco Bonavia)

Früchte und Beeren mit festem Fruchtfleisch werden sofort nach der Ernte in einem Gefäss mit Wasser zur Gärung gebracht. Danach wird das weich gewordene Fruchtfleisch in Sieben unter fliessendem Wasser von den Samen getrennt oder durch Passiermaschinen gepresst. Einmal gereinigt, können sie bis zur Lagerfeuchtigkeit getrocknet werden (Frehner und Fürst, 1992).

5.5 Stratifikation und Saatvorbereitung

In der Natur werden die meisten Samen im Herbst verbreitet, die Keimung findet aber meist erst im Frühling statt. Bei der Direktsaat ist es von Vorteil, wenn die Samen erst in Frühling ausgetragen werden, so sind sie weniger von (Frass-)Schäden durch beispielsweise Nagetiere oder Insekten betroffen.

Oft vergeht also zwischen dem Samenabfall und der Keimung ein Winter, bei einige Baumarten können es auch mehrere sein. In diesen Fällen spricht man von **Keimruhe**. Die Keimruhe kann dazu führen, dass nur wenige der geernteten Samen im Frühjahr auch tatsächlich keimen. Um diese Keimruhe zu brechen, empfiehlt sich die **Stratifikation**. Die Stratifikation ist für viele Gehölzarten das einfachste und sicherste Mittel zur Beschleunigung der Nachreife sowie zur Steigerung der Keimungsbereitschaft. Dabei werden die im Winter in der freien Natur herrschenden Bedingungen (Kalt/Nass-Behandlung) nachgeahmt (Frehner und Fürst, 1992). Die Samen werden mit einem keimfreien Substrat wie Sand oder einem Torf-Gemisch feuchtgehalten und mehrere Monate an einem kühlen Ort gelagert.

Die grösste Herausforderung bei der Stratifikation ist die **Kontrolle der Feuchtigkeit**. Die Samen müssen konstant feucht gehalten werden, dürfen jedoch nicht zu nass sein, da sie sonst faulen können. **Am Ende der Stratifikationsperiode beginnen die Samen den Keimprozess und müssen sofort ausgesät werden.** Andernfalls beginnen sie bereits im Substrat zu wachsen, was dazu führen kann, dass sie nach dem Ausbringen vertrocknen oder verkümmert anwachsen. **Daher muss die Stratifikation sorgfältig geplant werden, damit die Keimung erst spät im Frühjahr einsetzt.** Dadurch bleibt ausreichend Zeit für die Aussaat, insbesondere in höheren Lagen, wo Schnee länger liegen bleibt oder noch Schürfungen durchgeführt werden müssen.

6 Methoden der künstlichen Verjüngung

Es werden folgende Methoden der künstlichen Verjüngung im Wald unterschieden, auf die in den folgenden Unterkapiteln eingegangen wird:

- Pflanzungen von Nacktwurzepflanzen
- Pflanzungen von Containerpflanzen
- Verpflanzung von Wildlingen aus Naturverjüngung
- Direktsaat
- Steckholzvermehrung

Bäume sind nicht geschaffen, um bewegt zu werden. Sie besitzen ein komplexes Wurzelsystem, welches die Aufgabe hat, an einem festen Standort zu wachsen und sich den dortigen Umweltbedingungen anzupassen. **Die Verpflanzung von forstlichem Vermehrungsgut aus einer Baumschule in den Wald ist ein höchst unnatürlicher und delikater Prozess, dessen Erfolg massgeblich von der Handhabung der Wurzeln abhängt.** Die Fähigkeit einer Pflanze, nach der Verpflanzung ein gesundes Wurzelsystem zu entwickeln, ist von mehreren Faktoren abhängig und erfordert die Einhaltung spezifischer Regeln.

Sowohl Nacktwurzepflanzen wie auch Topf-/Containerpflanzen erleiden nach der Verpflanzung einen **Pflanzschock** und müssen eine Anwurzelsphase durchmachen. In den folgenden Kapiteln werden die Hauptunterschiede in der Handhabung dieser Pflanztypen erläutert. Die Pflanzverfahren (Kapitel 7) sowie *Pflanzzeiten* (Kapitel 8) werden als eigenständige Themen behandelt.

6.1 Nacktwurzelpflanzen

Nacktwurzelpflanzen sind das am häufigsten verwendete Pflanzmaterial für die künstliche Verjüngung. Sie sind kostengünstig und werden seit Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt.

Dabei werden die Wurzeln von der umgebenden Erde befreit und sind für kurze Zeit Luft und Licht ausgesetzt, was innerhalb kürzester Zeit zum Austrocknen und Absterben der feinen Kapillarwurzeln führen kann. Da dies keine natürlichen Bedingungen für die Pflanze sind, erfordert die erfolgreiche Etablierung eine hohe Fähigkeit zur Regeneration der Feinwurzeln.

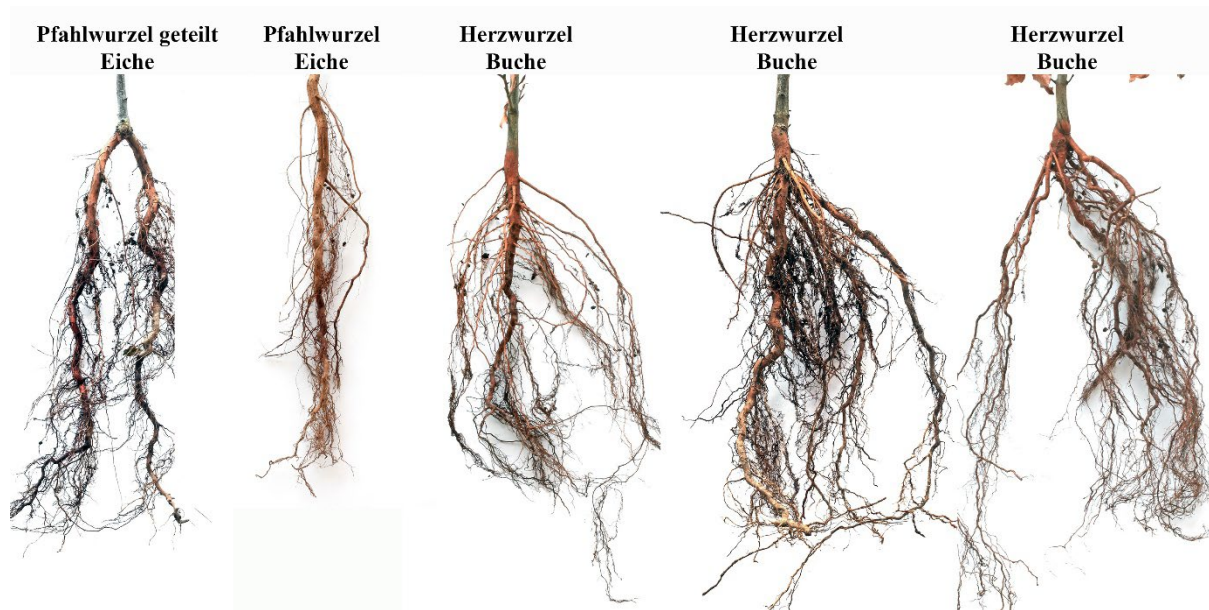


Abbildung 14: Nacktwurzelpflanzen von Laubbäumen wie Eiche und Buche sind häufig grösser und länger als jene von Nadelbäumen. (Foto: Ulrich Wasem)

6.1.1 Frische-Kette

Baumschulpflanzen sind lebende Organismen und besonders Nacktwurzelpflanzen sind anfällig gegenüber Trockenheit, Hitze, Sonneneinstrahlung, Fäulnis, Frost, usw. Es ist daher entscheidend für den Erfolg einer Pflanzung, dass die Pflanzen auf dem Weg zwischen Baumschule und Pflanzort möglichst wenig schädlichen Faktoren ausgesetzt werden. Fehler bei Transport und Lagerung sind oft die Hauptursache für schlechte Pflanzenerfolge:

- **Bereits kurze Exposition gegenüber Wind, Frost oder Sonne kann zu erhöhten Ausfällen führen.**
- **Offene Bündel** sind **Licht und Wind ausgesetzt**, was eine schnelle Austrocknung zur Folge haben kann.
- **Pflanzfrischsäcke** (Abbildung 15) schützen die Wurzeln vor Austrocknung und Licht, jedoch kann die **Besonnung der Säcke** zu starker Erwärmung führen, welche die Pflanzen schädigt.



Abbildung 15: Pflanzfrischsack (Foto: Ueli Wasem)

Für eine **kurzfristige Lagerung (3–5 Tage)** gelten folgende Empfehlungen:

- Lagerung an einem **kühlen, schattigen und luftfeuchten Ort** (z. B. Keller, Halle, Garage).
- Wurzeln mit einem **feuchten Tuch bedecken**, um Austrocknung zu vermeiden.
- **Wärmere Temperaturen sollten vermieden werden**, da sie Gärprozesse fördern, welche das Pflanzenmaterial schädigen. Ideal sind Temperaturen von 5 – 10 °C.



Abbildung 16: Einschlag (Foto: Ueli Wasem)

Sollten die Pflanzen länger gelagert werden, ist ein **Einschlag** (Abbildung 16), eine vorübergehende Zwischenlagerung in der Erde oder anderem Substrat, die beste, wenn auch aufwändige Zwischenlagerungsmethode (Wasem, 2005):

- Die Pflanzen an einem **schattigen, feuchten und windgeschützten Ort** einschlagen.
- Wurzeln entweder mit lockerer **Humuserde bedecken** oder in **schräger Lage eingraben**.
- Das **Öffnen der Pflanzenbündel** vermeidet Sauerstoffmangel und Gärung.
- **Regelmässige Bewässerung und Kontrolle** sind essenziell, da der Boden schnell austrocknen kann.

6.1.2 Pflanzengrösse

Pflanzen reagieren empfindlich auf Verpflanzung. Sowohl die Wurzeln von Containerpflanzen als auch jene von Nacktwurzelpflanzen sind nach der Entnahme aus dem Boden bzw. Topf beschädigt, was zu **Pflanzschock und Wurzelverkrümmungen** führen kann.

Kleine Pflanzen haben gegenüber grösseren und weiter entwickelten Pflanzen entscheidende Vorteile:

- **Bessere Anpassung** an neue Umweltbedingungen.
- **Geringerer Pflanzschock**, da das Wurzelsystem noch klein und regenerationsfähig ist.
- **Kleinere Wurzelschnittwunden**, sie heilen besser und regenerieren sich einfacher.
- Einfachere Pflanzung und **kleineres Risiko von Wurzeldeformationen**.

Vorteile **grösserer Pflanzen** sind hingegen:

- Widerstandsfähiger gegen **Überwucherung** durch Vegetationskonkurrenz.
- **Weniger lange dem Wild ausgesetzt** / schneller dem Äser entwachsen.
- **Besser sichtbar**, wodurch sie bei Pflegearbeiten (z. B. Freischneider-Einsätze) weniger beschädigt werden.

Grundregel: „So klein wie möglich, so gross wie nötig!“

Gewisse Baumarten reagieren langsam auf Wurzelschnitt und leiden daher an grösserem Pflanzschock. Besonders bei **Pfahlwurzlern** wie Eiche, Edelkastanie und Tanne und gewissen **Herzwurzlern** wie Buche oder Douglasie sind daher kleinere und jüngere Pflanzen besonders vorteilhaft.

6.1.3 Wurzelschnitt

Die meisten Feinwurzeln werden beim Ausgraben der Pflanzen beschädigt. **Um die Regeneration der Feinwurzeln zu fördern und Wurzelverkrümmungen im Pflanzloch zu verhindern**, sollte ein gezielter **Wurzelschnitt** erfolgen.

Für den fachgerechten Wurzelschnitt gelten folgende Regeln:

- Direkt vor der Pflanzung mit sauberem, **scharfem Werkzeug** durchführen (Baumschere).
- Erhalt einer gewissen **Feinwurzelmasse**, um Wasser- und Nährstoffaufnahme zu gewährleisten.
- Vermeidung grosser **Schnittwunden** an Hauptwurzeln.
- **Symmetrisches Wurzelbild** anstreben.
- Auf die Baumart Rücksicht nehmen.

Wichtig: Das Pflanzloch sollte an die Wurzeln angepasst werden, nicht umgekehrt!

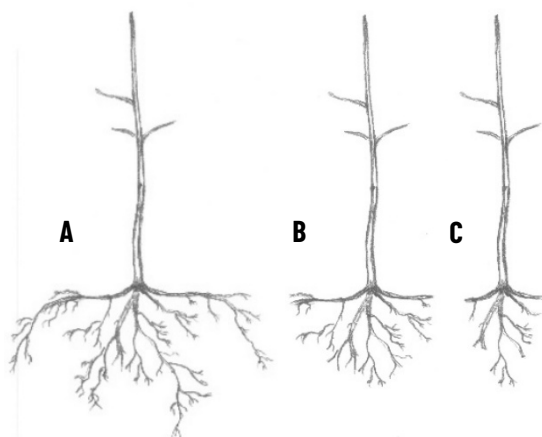


Abbildung 17: **A** Ungeschnittene Nacktwurzelpflanze;
B richtiger Wurzelschnitt;
C zu starker Wurzelschnitt.
(Grafik: Diana Ghezzi)

6.1.4 Wurzelbehandlung

Nacktwurzepflanzen können vor der Pflanzung mehrere Minuten bis wenige Stunden in Wasser getaucht werden, um den Wassergehalt bei der Pflanzung zu maximieren. Ein kurzes **Eintauchen der Wurzeln in eine Mischung aus Wasser, Ton und Komposterde** (Abbildung 18) vor der Pflanzung schützt vor Austrocknung der Feinwurzeln und erleichtert die Verbindung mit dem Boden. Mögliche Zusatzstoffe im Pflanzloch sind **Kompost und Humuserde**. Diese können die Regulierung des Wasserhaushalts und natürliche Nährstoffversorgung fördern.

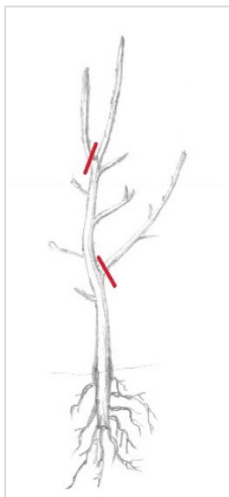


Abbildung 18: Wurzelbehandlung vor der Pflanzung mit Kompost-Ton-Lösung. (Foto: Francesco Bonavia)

In sehr trockenen Lagen wurden früher auch in der Schweiz **Superabsorber** oder **Alginate** empfohlen. Der Nutzen beider Zusatzmittel ist ihre Fähigkeit, grössere Wassermengen zu speichern und die Austrocknung während des Transportes oder im Pflanzloch zu minimieren. Im Schweizer Wald gelten strenge Regelungen zur Verwendung solcher Zusatzmittel. Art. 18 des Waldgesetzes (WaG) verbietet die Verwendung umweltgefährdender Stoffe. Die Ausbringung von Dünger ist im Wald grundsätzlich verboten, Ausnahmen sind im Anhang 2.6 Ziff. 3.3.2. ChemRRV aufgeführt. **Es muss also jeweils geprüft werden, ob die Verwendung derartiger Hilfsmittel im Wald erlaubt ist.** Erste Anlaufstellen sind die kantonalen Forstbehörden. Ein weiterer Nachteil dieser Zusatzmittel ist, dass sie teuer sind. Mit einer guten Auswahl des Pflanzzeitpunkts und Einhaltung der Frischekette kann man Trockenheitsschäden in der Anwurzelsphase in den meisten Fällen verhindern.

6.1.5 Kronenschnitt

Bei gesunden Pflanzen in Naturverjüngung stellt sich natürlicherweise ein **Gleichgewicht zwischen Wurzel und Krone** ein, wobei die Feinwurzeln genügend Kapazität aufweisen, um die Blätter der Krone mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen.



Beim Ausgraben der Pflanzen werden zwangsläufig Teile der Wurzeln beschädigt, weshalb ein gezielter Kronenschnitt (Abbildung 19) helfen kann, dieses Gleichgewicht wieder herzustellen. Dadurch treiben die Pflanzen besser aus und können erfolgreicher anwurzeln.

Grundregeln für den fachgerechten Kronenschnitt:

- Entfernung von **Zwiesel** und **starken Seitenästen**.
- Förderung einer **zentralen Leitachse** für bessere Wuchsqualität.
- Vermeidung **übermässiger Blattmasse**, um Wasserverlust zu reduzieren.

Abbildung 19: Kronenschnitt an einer 2-jährigen Traubeneiche - Die Entfernung von Zwiesel und Starkästen (rot) fördert die Qualität und Stabilität der jungen Bäume. (Grafik: Francesco Bonavia)

6.1.6 Pflanztiefe und wichtige Pflanzpraxis

Unabhängig davon, welches Pflanzverfahren verwendet wird (Kap. 7), sind bei der Pflanzung vor allem von Nacktwurzeln folgende Aspekte wichtig – Details, welche für den Erfolg aber entscheidend sind:

Pflanztiefe: am Ende der Pflanzung sollen die Wurzel bis zum (sichtbaren) Wurzelhals im Boden sein. Der Wurzelhals soll sich wieder auf Bodenhöhe befinden und der Stamm soll nicht überdeckt sein. Gewisse Baumarten reagieren sehr empfindlich auf eine zu tiefe Pflanzung.

Wurzelrichtung: Es ist wichtig, dass alle Wurzeln abwärts gerichtet sind. Um dies zu erreichen, muss das Pflanzloch genügend tief sein. Beim Pflanzen werden die Wurzeln zuerst einige cm zu tief platziert und anschliessend, während sie eingedeckt werden, mit leichtem Zug nach oben gezogen. So gelangt Erde zwischen die Wurzeln, während sie sich gegen unten ausrichten.

Hohlräume füllen und Andrücken: Humusreiches Lockermaterial soll beim Pflanzen Hohlräume verhindern, welche Austrocknung, Frostschäden und schlechte Feinwurzelbildung verursachen können. Ein leichtes Andrücken mit Pflanzgerät, Händen oder Fuss soll zudem die Standfestigkeit der Pflanze und der Bodenkontakt der Wurzeln fördern. Mit der Schaffung einer kleinen Mulde oder Damm kann das Einsickern des Regenwassers bei der neu gesetzten Pflanze gefördert werden. Dies kann bei Trockenheit die Anwurzelsphase sehr positiv beeinflussen (Kap. 9.1).

6.2 Container- oder Topfpflanzen

In den letzten Jahrzehnten sind Containerpflanzen (auch Topfpflanzen genannt) zunehmend beliebter geworden. Sie **ermöglichen das Pflanzen ausserhalb der klassischen Pflanzzeiten der Nacktwurzelpflanzen**, erhöhen die Erfolgsrate und **erleichtern die Logistik**, insbesondere wenn Pflanzen über längere Zeiträume zwischengelagert werden müssen.

Containerpflanzen unterscheiden sich hinsichtlich Gefässgrösse, -material und -form. Gemeinsam ist ihnen, dass die Wurzeln samt Substrat, in dem sie gewachsen sind, verkauft, transportiert und gepflanzt werden. Dies **reduziert das Austrocknungsrisiko** für die Wurzeln und **erhöht die Anwuchswahrscheinlichkeit**, ist jedoch mit **höheren Kosten** verbunden. Zur optimalen Vorbereitung gehört die gründliche Bewässerung der Topfpflanzen vor der Pflanzung (Wasem, 2005). Tabelle 5 fasst die wesentlichen Vor- und Nachteile von Containerpflanzen zusammen.

Tabelle 5: Vor- und Nachteile von Containerpflanzen gegenüber Nacktwurzelpflanzen.

Vorteile:

- Verlängerung der **Pflanzperiode**
- Höhere **Anwuchswahrscheinlichkeit**
- **Bessere Lagerfähigkeit** beim Transport und im Forstbetrieb
- **Einfachere Pflanz-Ausführung**

Nachteile:

- **Höheres Gewicht** durch das mitgeführte Substrat
- **Höhere Kosten** für Produktion und Transport
- **Wurzelwachstum** durch Containerwand **begrenzt**
- Mittelfristig können Pflanzen **langsames Wachstum** aufweisen.

6.2.1 Herausforderungen der Containerkultur

Das Wachstum von Pflanzen in **Plastikcontainern** bringt einige Herausforderungen mit sich:

1. Substrat

- Künstliche, oft lockere Substrat-Mischung (z. B. mit Torf)
- Kann sich mit der Zeit zersetzen und verschlämmen
- Es können schädliche Pilze und Bakterien »mitkultiviert« und mit der Erde verschleppt werden

2. Gefässwand (Plastikwand)

- Luftundurchlässige Wand fördert Fäulepilze
- Eingeschränkte Wurzelentwicklung kann zu Wurzeldeformationen führen

3. Wärmeregulierung

- Erwärmt sich schnell in der Sonne, was zu Hitzestress führen kann
- Frostepfindlichkeit im Winter

4. Wasserversorgung

- Trocknet schneller aus als Bodenstandorte
- Höherer Bewässerungsbedarf

5. Nährstoffversorgung und Düngung

- Substrat laugt schnell aus
- Gefahr der Überdüngung – hohe Konzentrationen können die Wurzeln schädigen

6.2.2 Anzuchtplatten (u. a. *QuickPot*)

Anzuchtplatten der ***QuickPot***TM-Familie (QP) sind seit 10–20 Jahren in der Schweiz das **Hauptsortiment für Forstpflanzen im Container**. Sie haben Weichwandcontainer und Quelltöpfe weitgehend ersetzt. Auch weitere Kleintopf-Systeme finden bei gewissen Baumarten und Forstgärten Anwendung, beispielsweise LIECO.

Erfahrungen haben gezeigt, dass Platten mit grossem Volumen (0.4–0.65 L/Pflanze) (Abbildung 20) für die Anzucht von Forstpflanzen besonders gut geeignet sind. Gleichzeitig werden jedoch zunehmend kleinere Volumina für Sämlinge und kleinere Pflanzen genutzt, die eine kürzere Anwachszeit benötigen.



Abbildung 20:
15er-QuickPot-Platte (0,4L) und 12er-QuickPot-Platte (0,6L)
(Bild: Francesco Bonavia)

Ein grosser Vorteil von Anzuchtplatten ist die **flexiblere Pflanzzeit**, da die Pflanzen nicht an die für Nacktwurzepflanzen geltenden Pflanzperioden gebunden sind (Kap. 8).

An **hochgelegenen Standorten** ist besonders die **frühe Herbstpflanzung** empfehlenswert (September bis Mitte Oktober), welche folgende Vorteile aufweist:

- Nutzung der Bodenwärme
- Anwurzelung vor dem Winter möglich
- Erhöhte Überlebensrate in spätfrostgefährdeten Höhenlagen
- Austrieb im Frühling ist dem Standort und der Witterung angepasst

6.2.2.1 Wurzeldeformationen

Die in der Schweizer Forstwirtschaft genutzten Anzuchtplatten (*QuickPot*) sind meist **schmal und hoch, mit seitlichen Rillen** (Abbildung 22), welche die Wurzeln nach unten leiten und so eine **Wurzel-Spiralisierung vermindern**.



Abbildung 21: Wurzelspiralisierung und weitere durch den Topf verursachte Wurzeldeformationen führen zu erheblichen Wachstums- und Stabilitätseinschränkungen. (Bilder: Ueli Wasem)

Eine optimale Produktion erfordert:

- **Hochgestellte Anzuchtplatten** (kein Bodenkontakt), damit die Wurzeln ihr Wachstum stoppen, sobald sie den Boden des Containers erreichen (**Luftwurzelschnitt**).
- **Grosse Öffnungen an der Unterseite**, um die Luftzirkulation zu ermöglichen und Staunässe oder Fäulnis zu vermeiden.

Wenn richtig produziert, entwickeln Forstpflanzen ein gleichmässiges, wenn auch nicht allzu grosses Wurzelsystem. Die **Leitwurzeln** sollten nach unten gerichtet sein. Das **Austopfen** sollte einfach sein, indem die Pflanze mit einem Finger von unten herausgedrückt wird (nicht am Stämmchen herausziehen). Für grössere Mengen stehen spezielle **Ausstossplatten** zur Verfügung, mit denen alle Pflanzen einer Anzuchtplatte gleichzeitig gelöst werden können.

Wichtig ist, dass die Pflanzen **nicht zu lange in den Anzuchtplatten verbleiben**, da sonst die Wurzeln stark deformiert werden. Wurzeln, die im Kreis wachsen oder nach oben gerichtet sind, können später das Wachstum und die Stabilität der Bäume beeinträchtigen (Abbildung 21).

Teilweise kann auch bei Container-Pflanzen ein **Wurzelschnitt** die Wurzelentwicklung verbessern (Kap. 6.1.3).

6.2.2.2 Problematik der Anwurzelung

Das Anwurzeln im Container dauert eine halbe bis zwei Vegetationsperioden. Wenn die Pflanze nicht lange genug im Topf verbleibt, bleibt beim Austopfen kein Substrat an den Wurzeln haften, was zu einem stärkeren Pflanzschock führt. Dies ist eine der Herausforderungen von Anzuchtplatten im Vergleich zu Torf- oder Teerkartontöpfen, die auch bereits kurz nach dem Eintopfen gepflanzt werden können, weil sie mitsamt dem Container gepflanzt werden.



Abbildung 22: Wurzelbild einer QuickPot-Pflanze: Die Längsrillen reduzieren die Spiralisierung und richten das Wurzelwachstum gegen unten, wo durch das Hochstellen ab Boden der Luftwurzelschnitt das Weiterwachsen der Wurzel verhindert. (Bild: Francesco Bonavia)

6.2.2.3 Pflanzengrösse & Nährstoffversorgung

QuickPot-Pflanzen sollten **nicht zu gross** sein, da auch ihr Wurzelraum beschränkt ist.

Eine **übermässige Düngung** führt zu starkem Wachstum und kann Pflanzen optisch attraktiv erscheinen lassen, jedoch das Verhältnis von Krone zu Wurzelmasse ungünstig beeinflussen. Zu stark gedüngte Pflanzen können zudem eine unzureichende Verholzung aufweisen, was den Pflanzenerfolg reduziert.

6.2.2.4 Pflanzung von Sämlingen

Das Pflanzen von **Sämlingen (weniger als 1 Jahr alte Pflanzen)**, wie es heute mit kleinvolumigen Anzuchtplatten möglich ist, stellt eine effiziente Methode dar, um grössere Mengen an forstlichem Vermehrungsgut auszubringen (Kap. 7.2.5). Sämlinge haben den Vorteil, dass sie sich schnell an neue Standortbedingungen anpassen und auch auf Extremstandorten gute Anwuchserfolge erzielen können. Allerdings ist in der Anfangsphase mit höheren Ausfällen zu rechnen, u.a. weil junge Pflanzen in den ersten Jahren besonders empfindlich auf starke Vegetationskonkurrenz und Wasserverfügbarkeit reagieren.

Die Nachzucht von Sämlingen in Baumschulen ist aufwändig und arbeitsintensiv, und derzeit ist die Nachfrage nach Sämlingen begrenzt. Dennoch könnte diese Methode im **Krisenfall nach grossflächigen Schadereignissen** verstärkt zur Anwendung kommen, wie dies in den Nachbarländern beispielsweise seit dem Sturm Vaia 2018 inklusive Folgeschäden der Fall ist.

6.2.3 Weichwandcontainer (Torf, Teerkarton)

Weichwandcontainer sind biologisch abbaubare Pflanzgefässe, die **mit der Pflanze zusammen ins Pflanzloch gesetzt werden**. Sie bieten folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile:

- Die Pflanze muss nicht angewurzelt sein, um ausgepflanzt zu werden.
- Vermeidung von Wurzeldeformationen, da die Wurzeln die sich zersetzende Wand durchdringen können.

Nachteile:

- Wenn Pflanzen nicht rechtzeitig gepflanzt werden, zerfallen die Töpfe.
- Wenn bei der Pflanzung ein Teil des Topfes aus dem Boden hinausschaut, kann die Topfwand bei trockener Witterung so stark austrocknen, dass die Wurzeln sie nicht mehr durchwachsen können (Wurzeldeformationen, Wachstumshemmung).



Abbildung 23: Weichwandcontainer (Torftöpfe).
(Bild: Ueli Wasem)

Torfcontainer und Teerkartontöpfe haben unterschiedliche Zersetzungszeiten:

- **Torfcontainer:** Zerfallen nach 2-4 Monaten, was problematisch sein kann, wenn Pflanzen nicht rechtzeitig ausgebracht werden können.
- **Teerkartontöpfe:** Stabil für 12-18 Monate, werden jedoch seit 2015 kaum noch produziert.

6.2.4 Quelltöpfe

Quelltöpfe wie z.B. Jiffy®-Töpfe bestehen aus **gepressten Kokosfasern**, die durch Bewässerung aufquellen. Sie ermöglichen eine **frühe Keimung (Februar) unter Glas oder Folientunneln**. Bereits Anfang Juni können Sämlinge ausgepflanzt werden (Wasem, 2005).



Abbildung 24: Sämling in Torf-Quelltopf (links) und Quelltopfproduktion im Treibhaus (rechts). (Bilder: Ueli Wasem)

6.2.5 Baumschulcontainer und Ballenpflanzen

Baumschulcontainer sind **Einzeltöpfe aus Plastik** mit einem Volumen von 1 bis 20 Litern. Sie können rund, kantig oder gerillt sein und werden hauptsächlich für **grössere, ältere Pflanzen** verwendet.

Vorteile:

- Ermöglichen das Heranziehen grösserer Pflanzen
- Geeignet für punktuelle Aufforstung, z.B. wenn Einzelbäume sehr schnell aus der Krautschicht herauswachsen sollen

Nachteile:

- Sperrig und teuer, daher wenig geeignet für umfangreiche Pflanzungen
- Risiko von Wurzeldeformationen ist gross (Spiralisierung). Dies muss bei der Pflanzung durch Schnitt oder Aufbrechen behoben werden
- Grosse Pflanzen passen sich langsamer an die Waldumgebung an und sind in den ersten Jahren nach der Pflanzung besonders empfindlich gegenüber Trockenheit, Schnee und Wind
- grössere Mengen müssen ein oder mehr Jahre im Voraus bestellt werden, um passendes Material mit der gewünschten Herkunft und Topfgrösse bereitzustellen



Abbildung 25: Bergahorn im 7L Baumschulcontainer (links) und Wurzeldeformationen (rechts). (Bilder: Francesco Bonavia)

Das Pflanzen von **Grosscontainern (>30 l)** und **Ballenpflanzen** (Abbildung 26) im Wald ist **sehr kostenintensiv** und die Pflanzen müssen über Jahre hinweg gepflegt werden. Sie weisen zudem folgende Nachteile auf:

- Regelmässiger Wurzelschnitt über Jahre führt zu einem **ungünstigen Krone-Wurzel-Verhältnis**, was Stabilität und Trockenheitsresistenz reduziert.
- Grössere Pflanzen passen sich schlechter an den Standort an und sind **anfälliger gegenüber Trockenstress sowie biotischen und mechanischen Einwirkungen (Wind, Schneegleiten)**.

Ergebnisse aus Versuchen im Kanton Graubünden zeigen, dass Grosscontainerpflanzen und Ballenpflanzen für Extremstandorte (z. B. Höhenlagen) **ungeeignet** sind. Kostengründe sprechen auch auf guten Standorten gegen ihre Verwendung, da sich kleinere Pflanzen dort schnell und erfolgreicher entwickeln können (Wasem, 2005).



Abbildung 26: Grössere Ballenpflanzen werden durch Metallgitter und Jutetuch transportfähig verpackt. (Bild: Francesco Bonavia)

6.3 Wildlinge

Wildlinge sind **Pflanzen aus der natürlichen Verjüngung des Waldes**, die ausgegraben und andernorts wieder gepflanzt werden. Ihre Eigenschaften sowie **Vor- und Nachteile ähneln denen von Nacktwurzepflanzen** (Kap. 6.1). Oft stellen sie eine kostengünstige Alternative zu Baumschulpflanzen dar, erfordern jedoch besondere Sorgfalt in der Auswahl und Handhabung.

6.3.1 Rechtliche Grundlagen der Wildlingsverpflanzung

Bei der Verwendung von Wildlingen sind folgende rechtliche Aspekte zu beachten:

- Wildlinge unterliegen ebenfalls der Verordnung für forstliches Vermehrungsgut ([SR 921.552.1](#)).
- Im eigenen Wald gesammeltes forstliches Vermehrungsgut darf für den Eigenbedarf am Ort der Herkunft verwendet werden (Art. 4 Ziff. 3).
- Wenn nicht im eigenen Wald gepflanzt, unterstehen Wildlinge der gleichen Nachweisprüfung wie Forstliches Saatgut. Die zuständige kantonale Forstbehörde stellt entsprechende Herkunftszeugnisse aus (Art 3).

6.3.2 Auswahl der Wildlinge



Abbildung 27: An Strassenböschungen neuer Waldstrassen sind oft viele potenzielle Wildlinge zu finden. (Bild: Francesco Bonavia)

Wichtige Auswahlkriterien für Wildlinge (Wasem, 2005):

- **Junge Pflanzen** (5 bis 20cm hoch) mit noch genügend kleinem Wurzelsystemen, die beim Ausgraben weitgehend intakt bleiben.
- **Gesunde Exemplare**, frei von Schädlingen oder Krankheiten
- **Herkunft aus tiefgründigen, lehmig-sandigen Böden** für leichteres Ausheben. Steinige Böden, steile Hänge oder verdichtete Stellen sind ungeeignet.

Die Erfahrungen zeigen, dass selbst unter optimalen Bedingungen **etwa 20 Prozent der ausgegrabenen Pflanzen aufgrund unzureichender Wurzelqualität aussortiert werden müssen**. Eine zu geringe Selektion während der Entnahme steigert die Kosten und reduziert den Pflanzenerfolg erheblich (Stiegler, 2014).

6.3.3 Zeitpunkt und Verfahren der Entnahme

Die beste Zeit für die Entnahme von Wildlingen liegt ausserhalb der Vegetationszeit (wenn die Pflanzen wenig transpirieren) **unmittelbar nach der Schneeschmelze** (Ausaperung). Optimal ist es nach einer Regenperiode, da die hohe Bodenfeuchte das Ausheben erleichtert und die Wurzeln vor Schäden schützt.

Nach Bodenlockerung können die kleinen Wildlinge mit einem kleinen Spaten ausgehoben werden. Um die Überlebenschancen zu maximieren, sollten die **Wurzeln so wenig wie möglich verletzt** werden (schwierig in skelettreichen Böden). Falls die Bedingungen es zulassen, können Wildlinge mit einem kleinen Erdballen und einem Hohlspaten schonend ausgegraben werden (Nörr und Stiegler, 2023).

Wildlinge können gebündelt in Kisten mit feuchtem Substrat (Torf oder Sägemehl) eingeschlagen oder in Pflanzfrischsäcken vorübergehend gelagert werden. Wie bei den Nacktwurzelpflanzen ist es entscheidend, die Frischekette strikt einzuhalten. Auch **Wurzelschnitt, Einschlag und sachgerechte Lagerung gestalten sich wie bei den Nacktwurzelpflanzen** (Kap. 6.1). Wildlinge sollten **idealerweise noch am selben Tag wieder gepflanzt werden**, um Austrocknung und Stress zu minimieren (Nörr und Stiegler, 2023).

6.4 Direktsaat

Bei der Direktsaat werden Baumarten durch das Ausbringen von Samen direkt im Bestand verjüngt. Diese Methode ähnelt der natürlichen Verjüngung und hat den entscheidenden **Vorteil, dass Pflanzschock und Wurzeldeformationen entfallen**.

Wesentliche **Nachteil gegenüber der Pflanzung sind der hohe Saatgutbedarf und die oft geringeren Erfolgsquoten**. Um eine erfolgreiche Etablierung zu gewährleisten, wird ein Vielfaches an Saatgut benötigt im Vergleich zur Erzeugung der gleichen Anzahl an Sämlingen in einer Forstbaumschule. Dies liegt daran, dass Samen eine begehrte Nahrungsquelle für Säugetiere, Insekten und Vögel sind. Zudem ist das ausgebrachte Saatgut anfällig für Fäulnis und Pilzbefall, sodass viele Samen bereits vor dem Frühling ihre Keimfähigkeit verlieren. Darüber hinaus sind die **Wachstumsbedingungen im Wald anspruchsvoller als in einer Forstbaumschule**, wo kontrollierte Bewässerung, Schattenregulierung, regelmässiges Jäten und gegebenenfalls Pflanzenschutzmassnahmen für optimale Keim- und Aufwuchsbedingungen sorgen. Besonders **das frühe Sämlingsalter gilt als kritische Lebensphase**, in welcher Pflanzen äusserst empfindlich auf Umweltfaktoren wie Trockenheit, Nährstoffmangel, Konkurrenzvegetation sowie Insektenfrass und Wildverbiss reagieren.

Der sorgsame Umgang mit dem meist aufwändig geernteten Saatgut ist wichtig. Für besonders aufwändig zu beerntende Baumarten ist Saatgut oft Mangelware, weshalb die Direktsaat dieser Bauarten kritisch zu hinterfragen ist.

Anders als bei der natürlichen Ansamung, wo über viele Jahre sehr grosse Samenmengen keimen, umfasst eine Direktsaat meist ein einzelnes Saateignis mit einer bescheidenen Samenmenge. Aus diesem Grund wirken dabei genetische Selektionsprozesse deutlich weniger stark als bei Naturverjüngung. Viel entscheidender für den Erfolg oder Misserfolg der Direktsaat sind die kurzfristigen meteorologischen und kleinstandörtlichen Bedingungen. Somit hat Direktsaat nicht die gleichen Vorteile wie Naturverjüngung – sie muss als eine besondere Art der künstlichen Verjüngung betrachtet werden.

Für den Erfolg ist es entscheidend, dass Samenernte, Lagerung, Stratifikation und Ausbringung auf die baumartenspezifischen Bedürfnisse abgestimmt werden (Kap. 5). Ein wahlloses Ausstreuen von Samen sollte durch gezielte Methoden ersetzt werden, um den Erfolg der Direktsaat zu maximieren.

Trotz der vielen Herausforderungen kann die Direktsaat insbesondere auch **in Zeiten zunehmender Trockenheit erhebliche Vorteile** bieten. Besonders bei **Baumarten mit Pfahlwurzeln** wie Eichen kann das **ungestörte Wurzelwachstum** ein entscheidender Faktor für eine langfristig erfolgreiche Etablierung sein.

Im Vergleich zur Pflanzung weist die Direktsaat folgende Vor- und Nachteile auf:

Vorteile:

- Ungestörtes Wurzelwachstum, insbesondere ein Vorteil bei Pfahlwurzlern
- Kostengünstiger als Pflanzungen

Nachteile:

- Höhere Unsicherheit und tiefere Erfolgsquote, da der Erfolg von vielen Umweltfaktoren abhängt
- Langsamere Etablierung als bei Pflanzungen
- Begrenzte Verfügbarkeit von Saatgut für bestimmte Baumarten
- Notwendigkeit von Stratifikation oder spezieller Lagerung für gewisse Baumarten
- Hohe Konkurrenz durch Bodenvegetation
- Aussaatzeitpunkt abhängig von den klimatischen Bedingungen
- Verbiss- oder Frass-Schäden führen zu hohen Ausfällen und können kaum verhindert werden

Erfahrungen aus verschiedenen Direktsaat-Versuchen zeigen, dass bestimmte Baumarten wie Eiche, Weisstanne und Buche vielversprechende Ergebnisse liefern (Gasparini, 2020; Ruppert und Rothkegel, 2018). Andere Baumarten hingegen sind aufgrund der begrenzten Saatgutverfügbarkeit oder ihrer spezifischen Eigenschaften für die Direktsaat weniger geeignet (siehe auch [Kurzportraits von ETH & GWP](#)).

Gute Erfahrungen:

- Eiche
- Weisstanne
- Fichte
- Buche
- Birke

Stratifizierung notwendig:

- Linde
- Ahorn
- Esche
- Arve

Saatgut begrenzt verfügbar:

- Lärche
- Föhre
- Douglasie
- Seltene Baumarten wie Eibe, Wildobst, Elsbeere, Speierling, Schneeballbl. Ahorn, Ulme

Auch in einer **Forstbaumschule** gehört die erfolgreiche Aussaat und Sämlingsanzucht zu den grössten Herausforderungen. Die Auseinandersetzung mit den Schwierigkeiten der Saatbeetkultur bietet jedoch auch wertvolle Erkenntnisse für die Optimierung einer Direktsaat im Wald.



Abbildung 28: Arven werden in Rillen gesät und mit 5-10mm Humus bedeckt. (Foto: Francesco Bonavia)

6.4.1 Grundlagen der Aussaat

Bei der Aussaat müssen **natürliche Standortbedingungen und die spezifischen Eigenschaften der Baumarten** so berücksichtigt werden, dass die erfolgreiche Keimung und Etablierung der Sämlinge ermöglicht wird. Die meisten Baum- und Straucharten werden im Herbst oder Frühling gesät, dabei gelten folgende Grundsätze:

- Viele Baumarten bevorzugen **direkten Kontakt mit dem Mineralboden** (Bodenschürfung).
- Einige Baumarten benötigen **Licht und Wärme** und dürfen daher nicht zu tief in den Boden eingebracht werden.
- Fast alle Baumarten reagieren empfindlich auf **Konkurrenz durch Gräser und krautige Pflanzen**, da diese in den ersten Wachstumsphasen schneller wachsen.
- Besonders in der Keimphase sind junge Sämlinge anfällig auf **Morgenfrost**, was das Wachstum erheblich beeinträchtigen kann.

Auf vegetationsfreien Flächen gelingt die Etablierung von Sämlingen deutlich einfacher. Daher sollte **Vegetationskonkurrenz konsequent reduziert** werden. Maschinelle oder manuelle Methoden wie Bodenschürfungen (Carella et al 2026). Auch Techniken wie Mulchen, Fräsen, Pflügen/Eggen oder Grubbern haben zum Ziel, günstige Bedingungen im Keimbett zu schaffen (Ruppert und Rothkegel 2017).

6.4.2 Saattechnik

Ausgebrachte Samen können mit Substrat (z. B. Humus, Sand, Erde) bedeckt oder leicht in den Boden eingedrückt werden. Ein guter **Bodenkontakt** stabilisiert den Samen, sodass er weniger durch Niederschläge oder Wind verlagert wird. Zudem bleibt er feucht und ist besser vor dem Austrocknen geschützt. Eine Faustregel besagt, dass Samen etwa **doppelt so tief in den Boden eingebracht werden sollten, wie sie dick sind**.

Es ist nicht empfehlenswert, die Samen gleichmässig über die gesamte Fläche zu verteilen. **Stattdessen sollten gezielt günstige Mikrostandorte gewählt werden**, die höhere Erfolgchancen bieten (Kap. 9.1). Dazu gehören beispielsweise:

- Geschützte Standorte, etwa hinter Totholz oder im Schutz eines Baumstrunkes.
- Vom Waldstandort abhängige günstige Kleinstandorte, z. B. auf Kuppen oder in Mulden.
- Allgemein Mikrostandorte, an denen sich Naturverjüngung normalerweise etabliert.

6.4.3 Beispiele und Erfahrungen

In den folgenden Unterkapiteln werden wichtige Erfahrungen und Hinweise für einige ausgewählte Baumarten aufgeführt.

6.4.3.1 Fichte

Eine Direktsaat der Fichte **im Frühjahr auf Mineralböden** kann gute Ergebnisse liefern.

Versuche haben gezeigt, dass der Schutz der Samen mit **Plastikkegeln** (Abbildung 29) aus zersetzbarem Kunststoff die Erfolgsquote verbessert (Wasem, 2005; SuisseNaiS GR3501 Wurzenried). Diese Methode konnte sich jedoch nicht durchsetzen, da die Nachfrage zu gering war und infolgedessen sowohl **Aussaatgeräte als auch Plastikkegel** heute nicht mehr im Handel erhältlich sind (Dahmer, 2007).



Abbildung 29: Fichtendirektsaat mit Plastikkegel ist eine erfolgreiche Methode, jedoch sind die Plastikkegel nicht mehr erhältlich. (Bild übernommen aus Dahmer 2007)

6.4.3.2 Buche

Buchendirektsaaten gelten als **vielversprechend**, nicht zuletzt, weil die Buche **seltener von Wildverbiss betroffen ist**. Zudem kann sie **unter Schirm gesät werden**, wo die Vegetationskonkurrenz geringer ist (Nörr, 2004).



Abbildung 30: Gelungene Buchendirektsaat im Schatten eines Fichtenbestandes. (Bild übernommen aus Nörr 2004)

6.4.3.3 Tanne

Ähnlich wie die Buche eignet sich auch die Tanne für die **Direktsaat unter Schirm**, beispielsweise in Buchenbeständen. Der grösste Vorteil dieser Methode liegt in der geringen Vegetationskonkurrenz.

Empfohlen wird die Aussaat in **geschürften Saatrinnen**, so dass die Samen direkten Kontakt mit **Mineralboden** haben und ungehindert keimen können, ohne von Konkurrenzvegetation überwachsen zu werden (Engesser et al 2011).

6.4.3.4 Eichen

Eichenarten zählen zu den **erfolgsversprechendsten Baumarten für die Direktsaat**. In Mastjahren fallen grosse Mengen an Früchten an, die keine speziellen Klengmethoden erfordern und in grossen Mengen gesammelt werden können. Die **grossen Samen** verfügen über reichlich Energie für die Keimung, und die **frühe Pfahlwurzelbildung** sorgt für stabile, tief verankerte Pflanzen.

Ein kritischer Punkt bei der Eichelsaat ist jedoch die **hohe Anfälligkeit bez. Austrocknung**. Bereits eine leichte Dehydrierung kann die Keimfähigkeit stark reduzieren bis ganz verhindern. Zudem beginnen Eicheln, vor allem diejenigen der Traubeneiche, bei Temperaturen über 0 °C schnell zu keimen und die ersten Wurzeln zu bilden, was eine erfolgreiche Direktsaat im Frühjahr erschweren kann.

Aus diesen Gründen gilt es folgende Punkte zu beachten:

- **Herbstaussaat** hat den Vorteil, dass die unsichere und aufwändige Winterlagerung entfällt (ProQuercus, 2019). Jedoch besteht dann ein höheres Risiko von Mäuse- und Vogelfrass, Pilzen oder Insekten.
- **Frühlingssaat** kann bessere Ergebnisse erzielen, aber die Eicheln müssen fachgerecht, also kühl und feucht, gelagert werden.
- **Leichtes Eingraben der Samen** kann einen gewissen Schutz bieten, da sie so von Frassfeinden schwerer aufzufinden sind und weniger schnell austrocknen.
- Versuche zur Tierausbreitung von Eicheln (u. a. **Hähersaat**) laufen derzeit und zeigen vielversprechendes Potenzial (Alfter et al., 2021). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Tiere Eicheln als Nahrung nutzen und nur ein sehr geringer Teil der ausgebrachten Samen tatsächlich zur Keimung gelangt.

6.4.3.5 Föhren und Lärche

Pionierbaumarten wie Föhren und Lärche eignen sich grundsätzlich für Standorte, an denen Mineralboden vorhanden ist oder durch Schürfungen offengelegt wurde. Für diese Baumarten muss jedoch beachtet werden, dass die Samenernte besonders aufwändig ist und die Samen entsprechend als Mangelware gelten. Es ist somit mit hohen Preisen und wenig verfügbarem Saatgut zu rechnen.

6.4.3.6 Birke

Wissenschaftler:innen haben die **Schneesaat** der Birke in deutschen Wäldern untersucht und sind zum Schluss gekommen, dass mit einer hohen Anzahl an ausgebrachten Samen (20-30 kg/ha) eine erfolgreiche Etablierung von Birkensämlingen möglich ist, wenn auf Mineralerde gesät wird und in der Sämlingsphase genügend Feuchtigkeit vorhanden ist (Thüringenforst Waldbauinformation Nr. 8).

6.5 Steckholzvermehrung

Die Steckholzvermehrung ist eine Form der **vegetativen Vermehrung**, bei der neue Bäume aus Teilen einer Mutterpflanze gezogen werden. In den meisten Fällen handelt es sich um **ein- oder zweijährige Triebstücke, die im unbelaubten Zustand in den Boden gesteckt werden**. Aus dem unteren Teil der Triebe entwickeln sich neue Wurzeln, während aus den oberen Knospen neue Triebe und Blätter entstehen.



Abbildung 31: 20 cm lange Weidensteckhölzer werden aus einjährigen Ästen gewonnen. (Foto: Francesco Bonavia)

Die Steckholzvermehrung bietet folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile:

- **Sehr tiefe Kosten, einfache Anwendung und hohe Erfolgsquoten** resp. tiefe Ausfallrisiken.
- Aus genetischer Sicht ermöglicht dieses Verfahren eine **gezielte Selektion hinsichtlich genetisch relevanter Eigenschaften** wie z. B. bei **Pappeln**.
- Zudem eignet sich die Steckholzvermehrung besonders für Arten wie **Weiden**, die **aus Samen schwer zu vermehren sind**.

Nachteile:

- Der entscheidende Nachteil dieser Methode ist, dass sie **genetisch identische Klone** erzeugt. Dies kann langfristig erhöhte Risiken mit sich bringen, da klonale Bestände oft anfälliger für spezialisierte Krankheiten oder Pilzbefall sind. Aus diesem Grund sollten Stecklinge von zahlreichen unterschiedlichen Mutterpflanzen entnommen und gemischt werden. Und - sofern bekannt - sollten Mutterbäume aus genetisch heterogenen Populationen gewählt werden.

Aktuell wird die Steckholzvermehrung hauptsächlich für **ingenieurbiologische Massnahmen** eingesetzt und fast ausschliesslich Weiden verwendet.

Generell sind folgende Anwendungsgebiete von Bedeutung (Fluor, 2025; AWR OW, 2006):

- Fluss-Renaturierungen
- Erosionsschutz
- Hangverbauungen
- Pappelklone (Energieholz- bzw. Papierholz-Produktion)
- Vorwald und ökologische Aufwertungen.

7 Pflanzverfahren

Die Wahl des richtigen Pflanzverfahrens und deren professionelle Anwendung sind – neben der Qualität der Pflanzen und dem idealen Pflanzzeitpunkt – einer der wichtigen Faktoren für den Pflanzenerfolg. **Der Pflanzprozess beeinflusst massgeblich Anwurzelung, Wasserhaushalt, Nährstoffversorgung sowie unerwünschte Effekte wie Wurzeldeformationen oder Pflanzschock.**

Ein geeignetes und fachgerecht ausgeführtes Pflanzverfahren weist folgende Eigenschaften auf:

- **Angepasst an Pflanzgut und Boden** – sorgt für eine optimale Wurzelentwicklung und eine stabile Verankerung.
- **Ergonomisch** – kann über längere Zeit ausgeführt werden, ohne gesundheitliche Schäden zu verursachen (z. B. Rückenschmerzen).
- **Effizient** – ermöglicht eine schnelle Pflanzung in hoher Qualität.

Pflanzverfahren lassen sich anhand der genutzten Werkzeuge beschreiben, auch wenn einige Werkzeuge für mehrere Verfahren angewendet werden können. Grundsätzlich werden zwei Hauptkategorien unterschieden:

- **Klemmpflanzung:** Es werden schmale Pflanzschlitze mit einem Spaten oder einer Haue in den Boden gestochen, die dann zugedrückt werden (Klemmen). Es handelt sich um eine schnelle Methode, da kein Bodenmaterial entnommen wird. Sie ist jedoch nur für kleine Pflanzen mit geringem Wurzelvolumen geeignet oder – sofern man genügend tiefe Schlitze machen kann – auch für schmale Pfahlwurzeln (Eiche, Weisstanne).
- **Lochpflanzung:** Hierbei wird ein Loch ausgehoben, in das die Pflanze mit ihren Wurzeln eingesetzt und anschliessend mit Erde bedeckt wird. Diese Methode ist aufwändiger, ermöglicht aber eine optimale Wurzelentwicklung und ist auch für grössere Wurzelvolumen geeignet.

Im Folgenden werden verschiedene Pflanzverfahren anhand der verwendeten Werkzeuge erläutert (Tabelle 6). Jedes Verfahren hat zum Ziel, dass die Pflanzenwurzel so in die Erde gebracht wird, dass dabei keine Wurzeldeformationen (Abbildung 32) entstehen. Denn diese würden später zu schwerwiegenden Folgen wie Wachstumsstörungen oder Stabilitätsproblemen führen.



Abbildung 32: «Entenfuss» (links) als typische Wurzeldeformation infolge einer falschen Pflanzung sowie eine gleichmässig entwickelte Pfahlwurzel (rechts). (Bilder: Ueli Wasem)

Da es in der Praxis darum geht, auch über viele Arbeitsstunden hinweg ausreichend tiefe Pflanzlöcher auszuheben, suchen der Praktiker:innen nach **Methoden, welche Effizienz, Ergonomie mit Qualität kombinieren**. Tabelle 6 zeigt, welche Werkzeuge für welche Methoden und Pflanzentypen unter welchen Bedingungen geeignet sind.

Tabelle 6: Anwendungsbereiche verschiedener Werkzeuge (NW = Nacktwurzler; QP = QuickPot/Anwuchsplatten).

	Klemmpflanzung	Lochpflanzung kleine NW	Lochpflanzung grosse NW	Lochpflanzung QP	Steinige Böden
Wiedehopf Haue	Ja	Ja	evtl. (Achtung: Hauengrösse)	Ja	Ja
Rhodener Haue	Ja	Ja	evtl. Ja	Ja	Ja
Neheimer Pflanzspaten	Ja	Nein	Nein	Ja	evtl.
Hohlspaten	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
Pottiputki	Nein	Nein	Nein	Nur sehr kleine / Sämlinge	Nein
Locheisen	Nein	Nein	Nein	Mittlere und kleine QP	evtl.
Pflanzbohrer	Nein	evtl.	Nein	Ja	Bedingt

7.1 Klemmverfahren

7.1.1 Wiedehopfhaue

Die Wiedehopfhaue kombiniert die Vorteile einer klassischen Haue mit einem senkrechten Blatt und einer Beilklinge, die parallel zum Griff verläuft. Dadurch kann sie zum **Graben von Löchern, Schürfen von Vegetation, Abtrennen von Wurzeln und zur Oberflächenwasserlenkung** verwendet werden. Das Hauenblatt ist 20 cm lang und in zwei Ausführungen erhältlich: Die abgerundete Form eignet sich besonders für skelettreiche Böden, die kantige Variante hingegen ist für das Entfernen von Bodenvegetation in skelettarmen Böden besser geeignet.

Die Wiedehopfhaue bietet folgende Vorteile:

- Vielseitig einsetzbar, ermöglicht sowohl **Lochpflanzung** als auch **Klemmpflanzung**
- Geeignet für **steinige Böden**
- Besonders praktisch im **steilen Gelände** (kürzerer Stiel empfohlen)

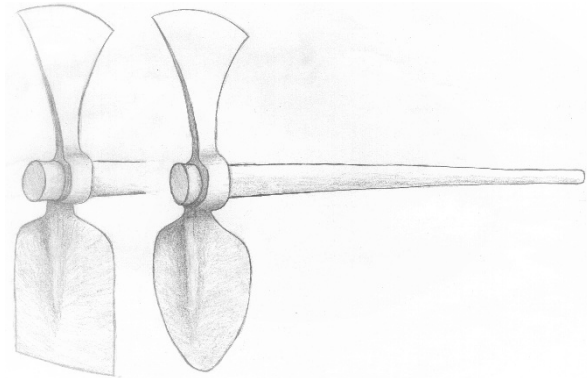


Abbildung 33: Die Wiedehopfhaxe gibt es in zwei Varianten, mit eckigem und abgerundeten Blatt (Bild: Diana Ghezzi)

Winkelpflanzung mit der Wiedehopfhaxe:

Dieses Verfahren ist **für kleine Pflanzen mit flachem Wurzelvolumen und Wurzellängen kürzer als das Hauenblatt** entwickelt worden. Für grössere Wurzeln besteht ein hohes Risiko von Wurzeldeformationen.

Arbeitsablauf:

1. **Senkrechter Schnitt** mit der Beilklinge.
2. **Zweiter Schnitt** mit der Hauenblattkante im rechten Winkel zum ersten Schnitt.
3. **Öffnen des Winkels** durch seitliches Ausschwenken des Stiels.
4. **Pflanze in den Spalt einzwängen** (Wurzeln nach unten ausrichten, kein Knicken!).
5. **Haue vorsichtig entfernen** und das Loch mit dem Fuss schliessen.

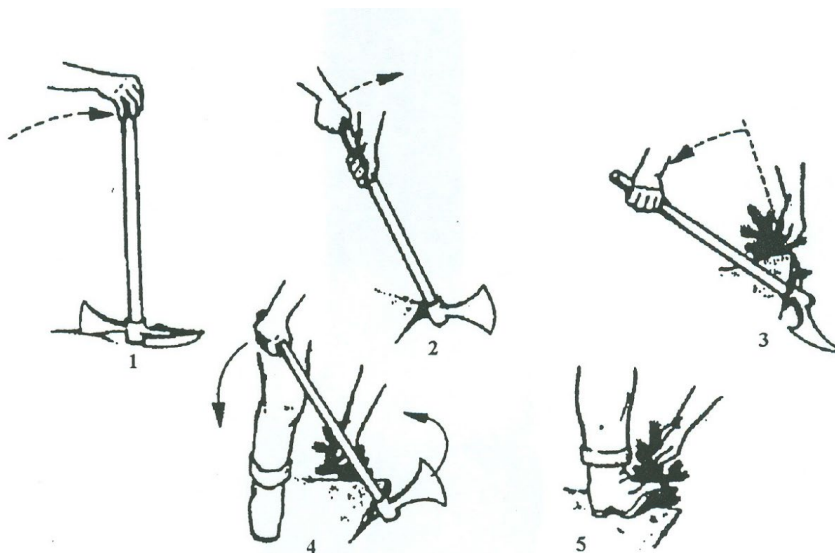
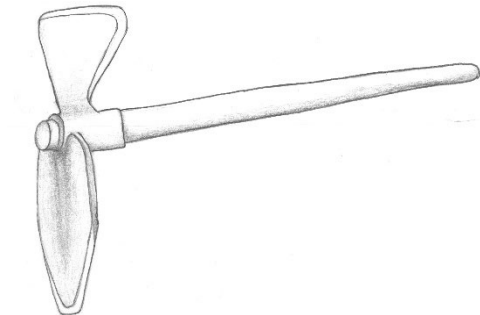


Abbildung 34: Arbeitsschritte bei der Winkelpflanzung mit der Wiedehopfhaxe. (Bilder aus Insinna, 2022)

Videoanleitung: [Winkelpflanzung mit der Wiedehopfhaxe im KOX How To Video](#)

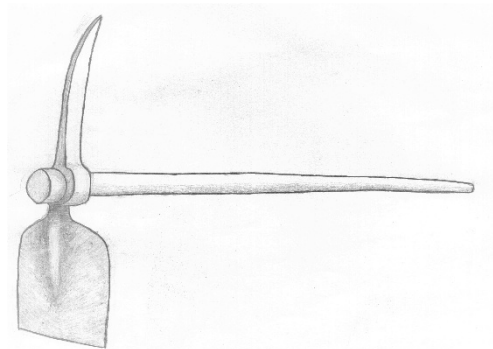
7.1.2 Harzer Pflanzhaue



Die Harzer Pflanzhaue ist eine schwerere Variante der Wiedehopfhau mit einem **längeren (25 cm) und schmalen Blatt für tiefergehende Pflanzungen** in steinigen oder stark durchwurzelter/vergrasteten Böden. Sie ermöglicht eine gründlichere Lockerung des Pflanzplatzes und kann auch für das Räumen von Gras- und Reisigaufgaben verwendet werden.

Abbildung 35: Die Harzer Pflanzhaue. (Bild: Diana Ghezzi)

7.1.3 Wegemacherhaue



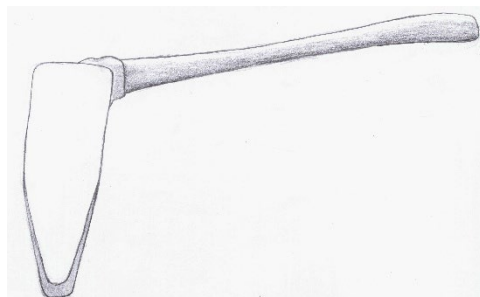
Die Wegemacherhaue ist eine Abwandlung der Wiedehopfhau, bei der das **Beil durch eine Pickelspitze ersetzt wurde**. Dies erleichtert das **Graben von Löchern in steinigem und steilem Gelände**.

Abbildung 36: Die Wegemacherhaue. (Bild: Diana Ghezzi)

Videoanleitung: [Bäume in Steillagen pflanzen \(Bayerische Staatsforsten\)](#)

7.1.4 Rhodener Pflanzhaue

Das Rhodener Pflanzverfahren nach Hartmann ist eine **flexible Methode**, die besonders für **Herz- und Pfahlwurzler** geeignet ist. Die Haue hat einen grösseren Blattwinkel als die Wiedehopfhau, was ein senkrechtes Einstechen ergonomischer macht.



Dank des längeren Hauenblatts (25cm) können etwas **grössere Wurzelsysteme** ohne starke Beschneidung gepflanzt werden. Durch Blattwechsel kann das Verfahren optimal an den Boden und Wurzeltyp angepasst werden.

Abbildung 37: Die Rhodener Haue. (Bild: Diana Ghezzi)

Arbeitsablauf:

1. **Einschlag mit der Haue**, um das Pflanzloch zu öffnen.
2. **Lockern des Bodens** durch Hebelwirkung.
3. **Aufreißen des Loches** durch Zurückziehen der Haue.
4. **Öffnen des Loches** durch Legen und Zurückziehen des Stiels.
5. **Setzen der Pflanze** entlang des Hauenblatts.
6. **Spateneinstich** hinter der Pflanze.
7. **Verschliessen des Pflanzlochs**, indem die Haue nach vorne gedrückt wird.



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6



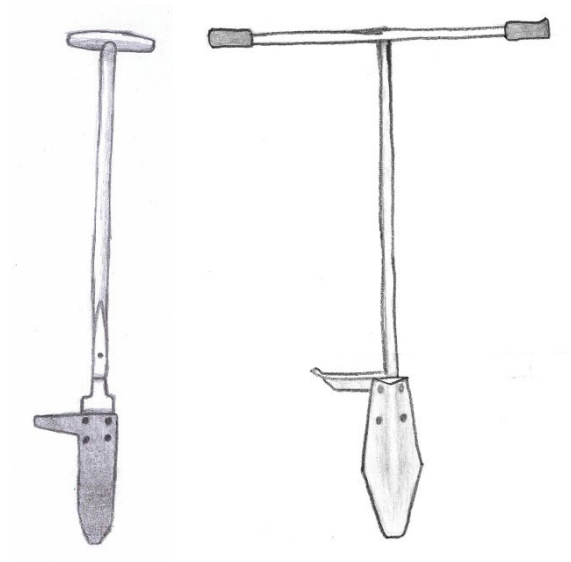
Abb. 7

Abbildung 38: Arbeitsschritte der Pflanzung mit dem Rhodener Verfahren. (Bilder aus Insinna, 2022)

Videoanleitung: [Klemmpflanzung mit der Rhodener Pflanzhaue \(Bayerische Staatsforsten\)](#)

7.1.5 Neheimer Pflanzspaten / Göttinger Fahrradlenker

Mit dem **Neheimer Pflanzspaten** wurde am Lehr- und Versuchsforstamt Arnsberger Wald ein neues manuelles Pflanzverfahren entwickelt. Die Vorzüge des Verfahrens liegen in einem sehr guten Pflanzraum, vor allem aber auch in der Handhabung: Das Pflanzloch wird nicht durch Kraft und Schlagtechnik erzeugt, sondern durch das Körpergewicht der Pflanzler.



Der **Göttinger Fahrradlenker** funktioniert nach dem gleichen Prinzip, hat jedoch einen breiteren Griff der grössere Hebelwirkung auf seitlichen Bewegungen und Rotationen bewirkt.

Abbildung 39: Der Neheimer Pflanzspaten (links) und Göttinger Fahrradlenker (rechts). (Bilder: Diana Ghezzi).

Arbeitsablauf:

1. **Vorlockern des Pflanzlochs.** Den Pflanzspaten senkrecht bis zur Hälfte mit dem Fuss in den Boden drücken. Bei Hindernissen kann sofort reagiert und ausgewichen werden. Anschliessend den Stiel mit einer Armbewegung nach vorne drücken (aufrechte Haltung, kein Freiräumen der Humusauflage).
2. **Öffnung für den Wurzelraum schaffen.** Den Pflanzspaten senkrecht ca. 10 cm vor dem ersten Einstich mit dem Eigengewicht vollständig in den Boden treten. Den Stiel anschliessend mit leichter Oberkörperbewegung deutlich nach vorn drücken (aufrechte Haltung).
3. **Einführen von Pflanze und Lockererde.** Wurzel vor dem Spatenblatt in den Wurzelraum führen, auf senkrechten Stand der Wurzel achten. Anschliessend mit leichten „Blattstichen“ das Erdmaterial um die Pflanze herum lockern.
4. **Das Erdreich an der Pflanze antreten (nicht zu stark),** aufrechte Haltung, Abstützung auf dem Pflanzspaten.

Schriftliche Anleitungen:

- Pflanzung mit dem Göttinger Fahrradlenker (www.waldwissen.net)
- Pflanzung mit dem Neheimer Pflanzspaten (KFW Online)

Videoanleitungen:

- Göttinger Fahrradlenker (Sailer Baumschulen)
- Neheimer Spaten (Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

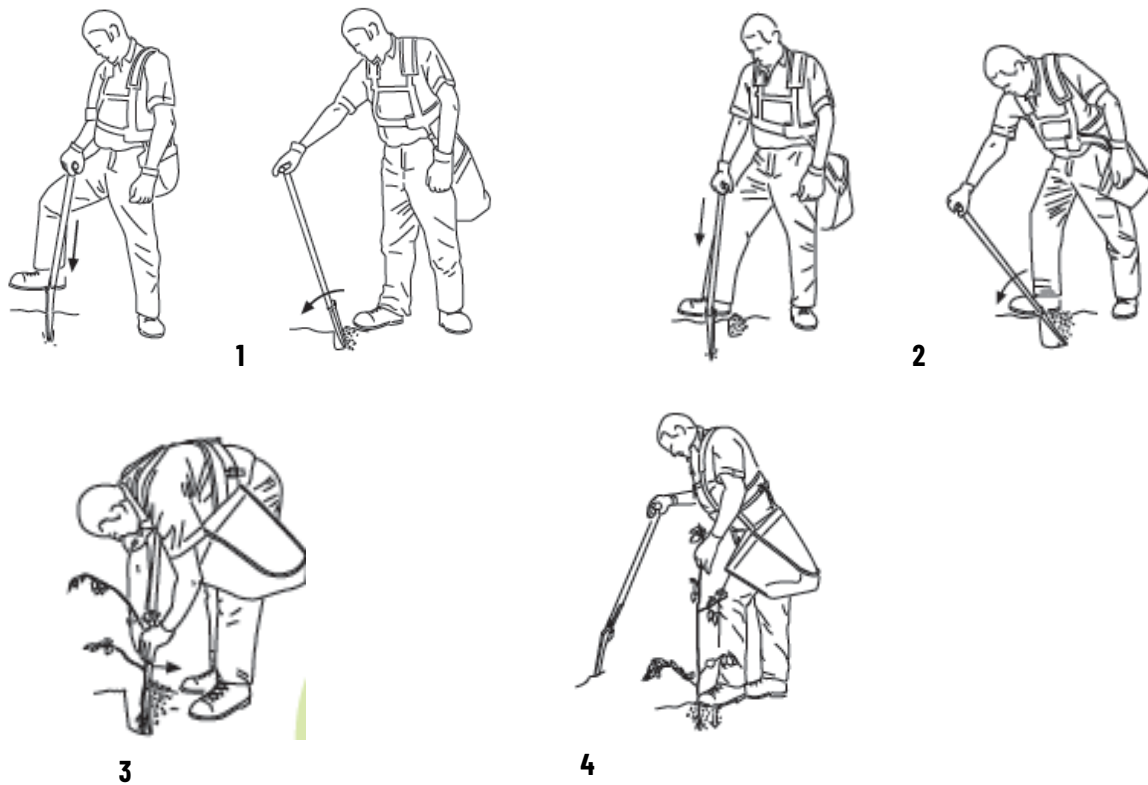


Abbildung 40: Arbeitsschritte der Pflanzung mit dem Neheimer Pflanzspaten. (Quelle: Wald und Holz NRW)

Als Varianten des Pflanzspatens wurden Geräte entwickelt, die durch Einstechen Löcher bestimmter Grösse und Form ermöglichen: Das **Pflanzgerät "Waldvogel"** ersetzt der Spaten im Göttinger Fahrradlenker und ermöglicht zum Beispiel das Ausheben von Löchern mit der gleichen Form wie QuickPot-Pflanzen.



Abbildung 41: Pflanzkopf des Waldvogel-Pflanzgerätes. (Foto: Flügel GmbH)

Schriftliche Anleitung: Pflanzgerät Waldvogel (Flügel GmbH)

7.2 Lochverfahren

Die Lochpflanzung ist ein bewährtes Verfahren, bei dem für jede Pflanze ein individuelles, dem Wurzelwerk angepasstes Pflanzloch ausgehoben wird. Nach dem Einbringen der Pflanze wird das Loch mit feinkrümeligem Bodenmaterial gefüllt und leicht verdichtet, um Hohlräume zu vermeiden und einen optimalen Bodenschluss zu gewährleisten. Bei leichtem Zug mit der Hand sollte sich die Pflanze im Loch nicht mehr bewegen. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere für schwierige Standorte, für Nacktwurzpflanzen mit größerem Wurzelvolumen sowie Containerpflanzen wie *QuickPot*.

7.2.1 Lochverfahren mit Hauen

Mit der Wiedehopphaue, Wegemacherhaue und Rhodenerhaue (Kap. 7.1) können auch Pflanzen im Lochverfahren gepflanzt werden. Diese Werkzeuge haben den Vorteil, dass sie den Boden auflockern. Besonders in steinigem Böden ist es möglich, nach jedem Schlag etwas tiefer in den Boden einzudringen. Der Nachteil ist, dass es mit Hauen schwieriger ist, Bodenmaterial aus der Lochtiefe auszuheben. Daher wird das Hauenblatt benutzt, um das Loch während der Pflanzung offen zu halten. Aufgrund des breiten Hauenblattes wird die Wiedehopphaue häufig auch für die Lochpflanzung benutzt. Es ist jedoch zu beachten, dass die Länge des Hauenblattes limitierend sein kann, um tiefere Löcher zu graben.

Videoanleitungen:

- [Lochpflanzung mit der Rhodener Pflanzhaue \(Bayerische Staatsforsten\)](#)
- [Profi-Tipps & Technik mit der Harzer Haue \(Bayerische Staatsforsten\)](#)

7.2.2 Hohlspaten

In nicht sehr skelettreichen Böden sind Spaten besser geeignet, um Löcher zu graben, da sie – im Gegensatz zu Schaufeln – ein senkrechtes Spatenblatt aufweisen. Dieses kann durch Rammen oder mit einem Fusstritt in den Boden gesteckt werden. Spaten können flach oder gewölbt sein und weisen eine scharfe Kante auf, die in den meisten Fällen das Durchtrennen von leichten Wurzeln ermöglicht.

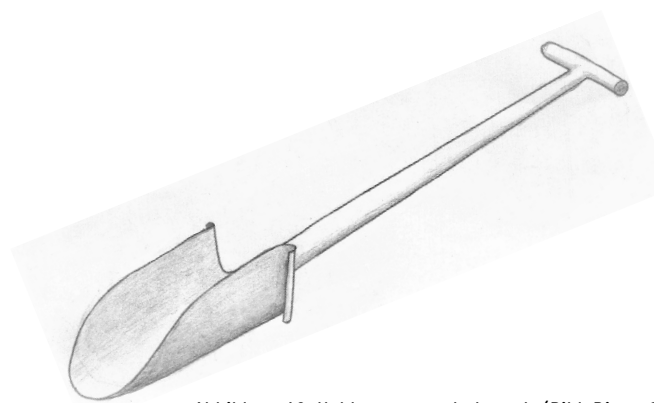


Abbildung 42: Hohlspaten nach Junack. (Bild: Diana Ghezzi)

Pflanzspaten haben meistens ein gebogenes Spatenblatt, welches das Ausheben von Erdmaterial vereinfachen soll (amerikanische Spatenschaufel, Hohlspaten nach Junack). Hohlspaten sind im Gegensatz zu Schaufeln speziell für das präzise **Ausheben tiefer Pflanzlöcher mit geringem Durchmesser** konzipiert. Durch scharfe Kanten können sie in kompakten Waldboden eindringen, was insbesondere für Pflanzen mit tiefgehenden Wurzelsystemen wie **Pfahlwurzler** ideal ist.

Das Hohlspatenverfahren zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Die Pflanzlöcher sind schmal und tief, wodurch die Pflanze direkt mit dem umgebenden Boden in Kontakt bleibt.
- Das Verfahren eignet sich besonders für **Nacktwurzpflanzen** mit längeren Wurzeln, kann aber auch für Containerpflanzen angewendet werden.
- **Angepasst an das jeweilige Wurzelvolumen** können verschiedene Spatentypen zum Einsatz kommen.

Arbeitsablauf:

1. Senkrechtes Einstechen des Hohlspaten
2. Spaten drehen und schräg einstechen
3. Erdpfropf ausheben
4. Erdpfropf mit dem Spaten zerkrümeln
5. Pflanze tief einschwingen
6. Loch füllen und Pflanze auf die richtige pflanzhöhe heben, dann Komprimieren

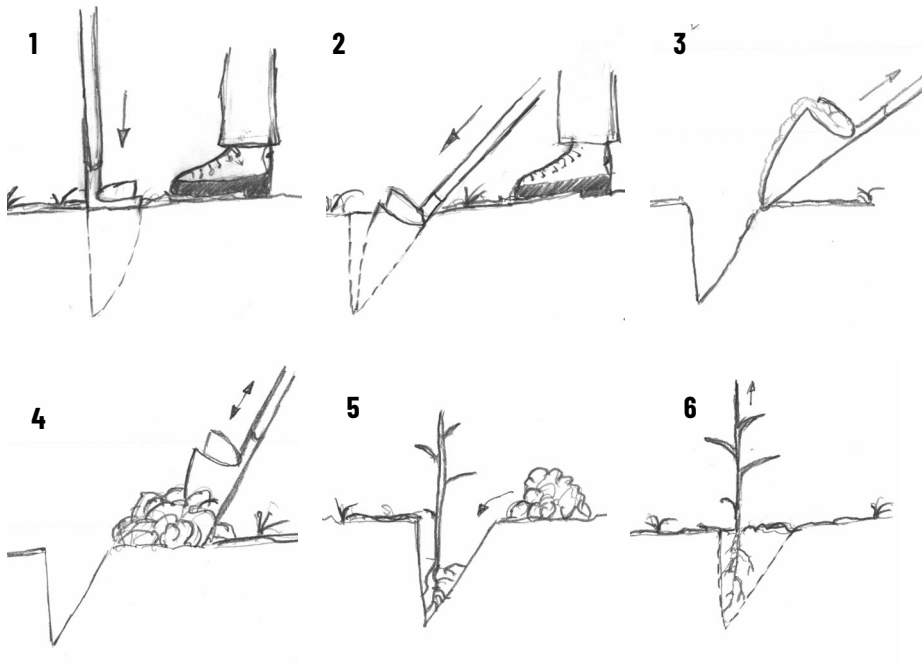


Abbildung 43: Arbeitsschritte der Lochpflanzung mit dem Hohlspaten nach Junack. (Bilder: Diana Ghezzi)

Es gibt zwei gängige Methoden des Hohlspatenverfahrens:

1. **Direkte Lochfüllung:** Der Aushub bleibt in der Spatenschaufel und wird nach dem Einsetzen der Pflanze wieder ins Loch gegeben (Klemmpflanzung).
2. **Krümelfverfahren:** Der Aushub wird neben dem Loch deponiert, aufgelockert und anschliessend zur optimalen Boden Anpassung um die Wurzeln herum eingebracht (Abbildung 43)

Schriftliche Anleitungen:

- [Lochpflanzung mit dem Hohlspaten \(fbgmemmingen.de\)](http://fbgmemmingen.de)

Videoanleitungen:

- [Lochpflanzung mit dem Hohlspaten \(Bayerische Staatsforsten\)](#)
- [Klemmpflanzung mit dem Hohlspaten \(Bayerische Staatsforsten\)](#)

7.2.3 Lochbohrer

Das Lochbohrverfahren nutzt **mechanische Bohrschnecken**, um Pflanzlöcher mit gleichmässiger Tiefe und Durchmesser herzustellen. Je nach Ausführung kann der Bohrer manuell (Handbohrer), motorisiert (Ein- oder Zweimann-Bohrer) oder maschinell (Bagger oder Traktor) betrieben werden.

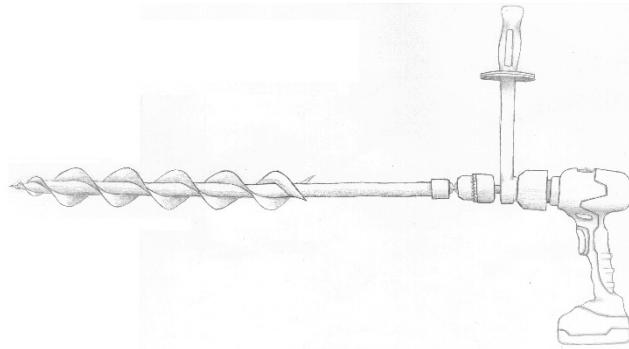


Abbildung 44: Lochbohrer mit Akku-Bohrmaschine. (Bild: Diana Ghezzi)



Abbildung 45: Grössere Motorbohrer können Löcher bis zu 30 cm Durchmesser bohren. (Foto: Ueli Wasem)

Dabei bohrt die Bohrschnecke aus gehärtetem Stahl ein senkrechtes Loch in gewünschtem Durchmesser und Tiefe in den Waldboden. Eine **Kupplung** (Akkubohrer) oder eine **Arretierung** (Motorbohrer) sind beim Bohren im Waldboden wichtig für sicheres und ergonomisches pflanzen, da sie bei Steinen und Grobwurzeln weniger zurückschlagen.

Bei diesem Verfahren ist es entscheidend, den richtigen **Bohrschneckendurchmesser** (angepasst an die Pflanzen) wie auch die richtige Bohrtiefe zu wählen (Risiko von Hohlräumen unter der Pflanze).

Bei normalen **Akkubohrgeräten** (Abbildung 44) sind meistens Bohrschnecken von 4 bis 12 cm üblich. Sie eignen sich für Anzuchtplatten-Pflanzen, nicht aber für Nacktwurzelpflanzen. Auf dem Markt gibt es diverse Ausführungen mit unterschiedlichen Eigenschaften (z. B. FSH Pflanzbohrer, ePlanter Metabo). Meistens inbegriffen sind Griffe für stabiles Halten mit zwei Händen. Es werden aber auch Aufsätze zur Drehmoment-Steigerung sowie Stossdämpfer und Rückschlagschutz angeboten.

Zu den **grösseren Erdbohrern** (Abbildung 45) gehören die 2-Takt motorbetriebenen Erdbohrer sowie neue Akku-Winkelbohrschrauber und Akku-Erdbohrer (z. B. Stihl BT131, Makita Akku-Erdbohrer DDG460ZX7). Diese Geräte sind schwerer, ermöglichen aber die Benutzung von Bohrschnecken von 6 bis 30 cm. Sie sind sehr breit einsetzbar und können für Container- und Nacktwurzelpflanzungen eingesetzt werden.

Merkmale des Lochbohrverfahrens:

- **Schnelle Pflanzung** durch mechanisierte Pflanzlochherstellung.
- Geeignet für kleine **Containerpflanzen inkl. Anzuchtplatten, nur bedingt für Nacktwurzler**.
- Eher für ein Team von 2-4 Mitarbeitenden geeignet: Während eine Person Löcher bohrt, transportieren und pflanzen die anderen Mitarbeitenden die Pflanzen.
- Auch tiefe Löcher möglich (auch für Pfähle).

Herausforderungen:

- Bei zu tiefen Pflanzlöchern besteht bei Quick-Pot Pflanzen das **Risiko von Hohlräumen unter der Pflanze**, welche das Wurzelwachstum beeinträchtigen können.
- Je nach Bodeneigenschaften besteht eine Schwierigkeit darin, für Nacktwurzelpflanzen genügend lockere Erde zur Lochfüllung zu haben, da durch die Bohrschnecke die **Erde oft weggeschleudert** wird.

7.2.4 Locheisen

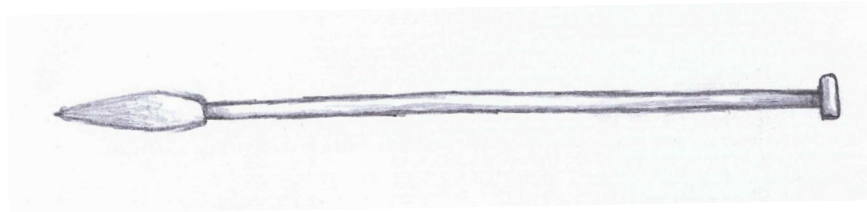
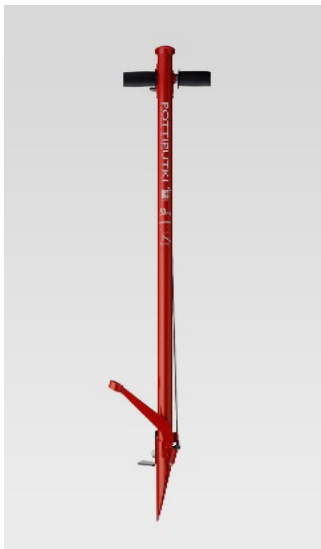


Abbildung 46: Locheisen - Die Spitze hat die Form des Pflanzentopfs. (Bild: Diana Ghezzi)

Schmale Löcher können auch mit einem schweren Locheisen gemacht werden. Dabei gleicht die Stahlspitze der Form des Kleintopfes. Meist können damit Löcher von 3-5 cm Durchmesser, einer Tiefe von 10-20 cm und zylindrischer bis konischer Form gestochen werden. Bei diesem Verfahren wird die Stahlspitze im Boden durch einen oder mehrere Schläge im Boden eingerammt, bis die gewünschte Lochtiefe erreicht ist. Dieses Verfahren ist schnell und ergonomisch **für Stecklinge und eventuell für kleine Pflanzen aus Anzuchtplatten wie Sämlinge**. Es ist für sandige oder skelettreiche Böden geeignet. In siltigen und tonreichen Böden ist das Verfahren allerdings nicht geeignet, weil beim Lochen die Erde im Aussenbereich des Loches verdichtet wird, was zu schlecht durchwurzelbaren Schichten im Wurzelbereich führen kann.

7.2.5 Pottiputki Pflanzrohr



Das Pottiputki Pflanzrohr ist ein sehr bewährtes Pflanzwerkzeug finnischen Ursprungs. Es dient dem Pflanzen von **Topfpflanzen aus sehr kleinen Anzuchtplatten**. Die Arbeit mit dem Pottiputki Pflanzrohr ist besonders ergonomisch, weil die Anwendung in einer aufrechten Körperhaltung erfolgt. Zum Pflanzen wird das Rohr in den Boden gesteckt und anschliessend die sich im Boden befindende Spitze per Fusshebel aufgeklappt. Dann wird die Pflanze von oben ins Rohr eingeführt und fällt ins Loch. Zum Schluss wird das Rohr entfernt und die Erde mit dem Fuss locker angetreten.

Abbildung 47: Pottiputki Pflanzrohr. (Bild: pottiputki.com)

Die Pflanzung mit dem Pottiputki Pflanzrohr bietet folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile:

- Pflanzen von grosse Pflanzmengen in kurzer Zeit (z.B. bei grossen Störungsflächen)
- Sehr ergonomisch

Nachteile:

- Funktioniert nur mit sehr kleinen Pflanzen (Sämlinge) mit geringer Pflanztiefe
- Der zu verwendende Typ Anzuchtplatten wird bisher in der Schweiz kaum angeboten

Videoanleitung: [Pflanzen von Containerpflanzen](#) (Niedersächsische Landesforsten)

8 Pflanzzeiten

Die Wahl der Pflanzzeit **hängt stark von den Jahreszeiten, Höhenlagen, Baumarten und Pflanzentypen ab**. Wichtig ist dabei, den Entwicklungsstand der Pflanzen und den Verlauf der Vegetationsperiode zu berücksichtigen. Das Schema in Abbildung 48 liefert einen fundierten Überblick über die Pflanzzeiten.

Bei der Ausführung ist es für den Erfolg auch entscheidend, den **Witterungsverlauf und die Bodenfeuchtigkeit mit zu berücksichtigen**. Ideal sind feuchte Böden zum Pflanzzeitpunkt und in den ersten Tagen/Wochen nach der Pflanzung. Und v.a. bei Nacktwurzelpflanzungen ist kühl-feuchte Witterung und bedeckter Himmel vorteilhaft (geringere Austrocknungsgefahr).

8.1 Frühlingspflanzung

Der Frühling ist nebst dem Herbst die wichtigste Pflanzperiode, insbesondere für Nacktwurzelpflanzen. Sobald die Pflanzen aus der Winterruhe erwachen, treiben sowohl Knospen als auch Wurzeln aus. Baumarten haben unterschiedliche Strategien, um mit Spätfrost und Kälteeinbrüchen umzugehen. Frühaustreiber wie die Lärche sollten möglichst früh gepflanzt werden, während andere Baumarten zwischen Ende März und Mitte Mai die besten Bedingungen vorfinden.

In höheren Lagen kann sich der Termin um einige Wochen nach hinten schieben. Viele Baumschulen schlagen **Nacktwurzelpflanzen** bereits im Herbst ein oder graben sie zwischen Februar und März aus, um sie in Kühlhäusern zu lagern. Unter optimalen Bedingungen bleibt das Pflanzmaterial bis im Mai in einem winterlichen Zustand, wodurch eine Pflanzung in höheren Lagen ermöglicht wird. Ab Juni nimmt die Vitalität von Nacktwurzelpflanzen jedoch ab, so dass für späte Frühjahrspflanzungen oder Hochlagen eher auf Containerpflanzen, insbesondere Anzuchtplatten wie *QuickPot*, zurückgegriffen werden sollte.

Aber auch **QuickPot-Pflanzen**, die in tieferen Lagen überwintert wurden, haben das Problem, dass sie nach der in höheren Lagen abgeschlossenen Schneeschmelze schon ausgetrieben haben und dann anfällig auf Spätfrost sind.

8.2 Sommerpflanzung

Die Sommermonate sind **generell ungeeignet für Pflanzungen**. Hohe Temperaturen und Trockenperioden können den Pflanzenerfolg erheblich reduzieren. Zudem ist im Sommer das verfügbare Pflanzmaterial in Containern entweder noch **nicht ausreichend angewurzelt (zu junge Pflanzen) oder zeigt bereits Wurzeldeformationen** (zu alte Pflanzen im Verhältnis zur Containergrösse). Dennoch kann es in Hochlagen Gründe für eine Sommerpflanzung geben. In solchen Fällen ist eine frühzeitige Abstimmung mit der Baumschule notwendig, um qualitativ hochwertiges Pflanzmaterial zu gewährleisten. Massnahmen wie das Topfen der Anwuchsplatten im vorangegangenen Herbst können dabei helfen, die Pflanzqualität im Frühsommer zu verbessern.

Übersicht: Pflanzzeiten

	Winter			Frühjahr			Sommer			Herbst											
	(Dez.)	Jan.	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	November	Dez.								
Laubholz	Bodenzustand, Witterung?			Zuerst "Früh-treiber"			Gute Pflanzzeit für Laubhölzer			"Spätreiber" Frostempfindliche Baumarten			In Hochlagen, verschiebt sich			Die Pflanzzeiten variieren abhängig von der jährlichen Witterung			Gute Pflanzzeit für Laubholz Nach Verholzung des Höhentriebes! (Ei, Bu oft erst ab Anfang/Mitte Nov.)		
Lärche	Bodenzustand, Witterung?			Lä im Frühjahr zeitig pflanzen!									Pflanzzeit um 2-4 Wo. nach hinten								
Nadelholz (ohne Lärche)	Winterpflanzung nicht empfehlenswert			Nicht zu "früh" pflanzen			Gute Pflanzzeit für Nadelhölzer Für Dgl bevorzugt empfohlen									Nadelholz (v.a. F1, Kiefer, Ta) möglichst früh n. Triebabschluss guten lokalen Erfahrungen und passender Witterung			NH-Herbstpflanzung nur bei		
Topfpflanzen	Bodenzustand, Nadelb. besser im Früh-Witterung? Jahr oder Herbst pflanzen												Topfpflz. während sommerlicher Trockenperioden nicht empfehlenswert						Laubholz-Topfpflanzen		
Hinweise, Vor- und Nachteile	Winterpflanzung: Bei Laubholz u. Lärche generell möglich, soweit Boden-zustand und Witterung dies erlauben (wird in tieferen, wärmeren Regionen seit vielen Jahren erfolgreich angewandt und ähnelt dem Pflanzeneinschlag) Bei Nadelh. kann bei genügend Wärme die Transpiration vor ausreichender Anwurzlung einsetzen oder das Wasser im Boden kann noch gefrieren (Frostrocknis + Winterfeuchte des Bodens kann ausgenutzt werden und Pflz. können noch vor dem Austrieb etwas anwurzeln. - Bodenfrost, Schneeeauflage. Bei an-gefrorenem Boden nicht pflanzen! - Arbeitskapazität begrenzt (Holzernte)																				
	Hauptpflanzzeit: Für alle Baumarten geeignet. Laubh. möglichst früh nach Auftauen des Bodens pflanzen. Pflanzung wurzelhafter Pflz. ist bis zum Knospenaustrieb möglich. Bei Engpässen: Immergrüne Nadelhölzer vorziehen und Laubholz/Lä im Herbst pflanzen Empfehlenswert für frostempfindliche Ge-hölze (starke Fröste sind i. d. R. vorbei) und für Douglasie (geringe Frostrocknisgefahr) + Zum Frühjahrsbeginn meist hohe Boden-feuchte (n. Schneeschmelze) bei niedrigen Temperaturen (geringe Verdunstung!) + Meist längeres Zeitfenster als im Herbst - In manchen Jahren Frühjahrs-trocken-perioden möglich.																				
Ideal															Geeignet	Möglich	Weniger geeignet				

Bearbeitung: Gerhard Wezel und Eckard Wellmann v. 30.10.2019

Abbildung 48: Schematische Darstellung der Pflanzzeiten nach Wetzels und Wellmann (2019).

8.3 Herbstpflanzung

Der Herbst ist wie der Frühling **eine der Hauptpflanzzeiten**. Sobald die Temperaturen sinken und vermehrt Niederschläge fallen, kann die noch vorhandene Bodenwärme des Frühherbstes genutzt werden, um die Anwurzelung von *QuickPot*-Pflanzen zu fördern. Nadelbäume, mit Ausnahme der Lärche, werden idealerweise bereits im Frühherbst gepflanzt. Ab Ende Oktober sollten Fichte, Tanne und Waldföhre nur noch unter guten Standortbedingungen gepflanzt werden, da eine geringe Anwurzelung das Risiko für Frosttrocknis-, Schnee- und Bodenfrostschäden erhöht. **Sobald Laubfall oder zumindest Laubverfärbung eintritt, befinden sich die Laubbaumarten und Lärche in ihrem optimalen Zustand für die Pflanzung**, da sie nun weniger transpirieren und somit weniger anfällig für Austrocknung sind.

Der Klimawandel führt dazu, dass sich der optimale Zeitpunkt für Nacktwurzelpflanzungen zunehmend in den Spätherbst verlagert. Gleichzeitig verkürzt sich dadurch das ohnehin bereits kurze Zeitfenster für die Herbstpflanzung in höheren Lagen, da Schneefall und Bodenfrost im November weiterhin auftreten.

Douglasie und Eichen sind Spezialfälle: Für **Douglasie** wird die Herbstpflanzung nicht empfohlen, da sie im Winter anfällig gegenüber Frosttrocknis ist. **Eichenwurzeln** reagieren empfindlich auf Bodenfrost, daher sollten sie im Herbst so früh wie möglich oder im Frühling gepflanzt werden.

8.4 Winterpflanzung

Während der Vegetationsruhe (Dezember – Februar) ist **eine Pflanzung in tieferen Lagen grundsätzlich möglich**, auch mit Nacktwurzelpflanzen. Allerdings müssen dabei Witterungsbedingungen und der Bodenzustand sorgfältig berücksichtigt werden: **Der Boden darf nicht gefroren sein.** Und es muss genügend Bodenfeuchtigkeit vorhanden sein, um Frosttrocknis zu vermeiden. Das Fehlen von verfügbarem Wasser durch Frost kann insbesondere für immergrüne Baumarten problematisch sein.

Winterpflanzungen sind daher **nur in milden, tiefliegenden Lagen sinnvoll**. In diesen Gebieten können die Pflanzen die **Winterfeuchte nutzen**, um noch vor dem Austrieb im Frühling erste Wurzeln zu bilden. Dies kann helfen, Trockenheitsschäden im Frühjahr zu vermeiden.

9 Weitere Aspekte und Erfolgsfaktoren

In diesem Kapitel wird auf unterschiedliche weitere Aspekte und Erfolgsfaktoren eingegangen. Denn oft entscheiden Details über den langfristigen Erfolg einer Pflanzung oder Direktsaat.

9.1 Wahl und Verbesserung der Kleinstandorte

Die Auswahl des Pflanzortes ist von grösster Bedeutung für den Erfolg von Pflanzungen. Oft beeinflussen geringfügige Standortunterschiede auf kleinem Raum die Verfügbarkeit von Wasser, die Vegetationskonkurrenz, Sonneneinstrahlung oder Schneewirkungen. Dies gilt insbesondere für hohe Lagen, wo der Anteil verjüngungsfreundlicher Kleinstandorte bis zur Baumgrenze stark abnimmt (Wasem, 2005).

9.1.1 Verjüngungsfreundliche Kleinstandorte

Auf verjüngungsfreundlichen Kleinstandorten herrschen sowohl für Pflanzungen als auch Naturverjüngung vorteilhafte Bedingungen. Die Pflanzorte können auch bei der Pflanzung oder Saat zusätzlich verbessert werden, indem man beispielsweise schürft, Humus aus der unmittelbaren Umgebung ins Pflanzloch gibt oder kleine Querrillen oder Mulden schafft, die das Oberflächenwasser ins Pflanzloch leiten.

Besonders **geeignete Pflanzorte** sind (je nach Waldstandort unterschiedlich):

- Kuppen, wo Vegetationskonkurrenz und Schneebewegungen oft kleiner sind.
- Tiefgründige, humusreiche Böden, welche das Anwachsen begünstigen und weniger austrocknen.
- Mineralboden mit geringerer Vegetationskonkurrenz und verbesserter Nährstoffversorgung, welcher aber auch schneller austrocknen kann.
- Geschützte Lagen, an denen keine Erosion und keine Schneebewegungen stattfinden (liegendes Holz, Steine, etc.).
- Bereich um Stöcke (Stockachseln, Kap. 9.1.3)

9.1.2 Verjüngungsfeindliche Kleinstandorte

Typische ungeeignete Kleinstandorte für Pflanzungen im Gebirge sind feuchte, kühle und krautreiche Mulden, welche spät ausapern. Solche Kleinstandorte sollten nicht ausgepflanzt werden, da unter anderem mit Pilzerkrankungen gerechnet werden muss.

Abhängig vom Waldstandort ist Vegetationskonkurrenz durch verschiedene Arten wie Pestwurz, Alpendost oder Reitgras problematisch. Auch üppige Schlagflora wie Brombeere oder Himbeere kann ein Aufkommen der Verjüngung über längere Zeit verhindern oder verzögern und erfordert oft mehrjährige, aufwändige Pflegearbeiten.

Meistens **für künstliche Verjüngung ungeeignet** sind:

- Mulden (ausser auf trockenen Standorten)
- Flächen mit starker Vegetationskonkurrenz durch Hochstauden, Reitgras, Brombeeren, Himbeeren oder Farne.
- Kalte und besonders schattige Standorte, in denen Schnee lange liegen bleibt.
- Sehr sonnige und trockene Standorte
- Lawinen- und Schneegleitstandorte oder Standorte mit Anzeichen von Erosion

9.1.3 Stockachselpflanzung

Die Stockachselpflanzung ist ein Beispiel für die Ausnutzung günstiger Kleinstandorte. Ein im Gebirge oft besonders günstiger Mikrostandort befindet sich im **unmittelbaren Umfeld von Baumstrünken**, den sogenannten **Stockachseln**.



Abbildung 49: Stockachselpflanzung. (Foto: Ueli Wasem)

Diese Standorte bieten aufgrund ihrer Struktur und Lage einen natürlichen Schutz, der sich insbesondere in Bereichen bewährt, in denen mechanische Einwirkungen durch Schnee eine wesentliche Rolle spielen. In Flächen mit erhöhter Gleitschneegefahr zeigt sich zudem, dass die Schutzwirkung mit zunehmender Höhe der Stöcke weiter verbessert wird. Pflanzen in solchen Mikrohabitaten profitieren zusätzlich zum regulären Flächenniederschlag auch vom am Stamm herablaufenden Schlagregen, von humusreichem, nährstoffhaltigem Boden und früher Ausaperung (Schulze und Wagemann, 2020).

9.1.4 Bodenschürfungen

Als Schürfung wird die mechanische Entfernung oder Durchmischung der organischen Auflage und des Oberbodens bezeichnet. Schürfungen werden angewandt, wenn eine konkurrenzstarke Bodenvegetation oder eine dicke organische Auflage die Etablierung der Baumverjüngung behindert.

Umsetzungsmöglichkeiten sind klein- bis grösserflächige Schürfungen, Tellerbermen oder Kleinterrassen. Bodenschürfungen können in Kombination mit natürlicher Ansamung erfolgen. Sie können aber auch mit Direktsaat verbunden werden, falls keine Samenbäume der Zielbaumarten vorhanden sind oder diese bei Ausführung kein Mastjahr haben. Vereinzelt werden Schürfungen auch mit Pflanzung kombiniert (Reduktion der Vegetationskonkurrenz und Kombination mit natürlicher Ansamung).

Weiterführende Informationen sind in der [Entscheidungshilfe zu Bodenschürfungen im Gebirgswald](#) (Carella et al., 2026) zu finden.

9.1.5 Bermen und Terrassen sowie Gleitschnee- und Lawenverbau



Unter **Bermen** versteht man kleine Terrassen, welche die Bedingungen für die Baumverjüngung an steilen Hanglagen kleinräumig verbessern sollen. Beim Bermenbau werden die organischen und mineralischen Bestandteile des Bodens durchmischt und der Wasserhaushalt im Oberboden sowie die kleinräumige Topografie positiv beeinflusst.

Abbildung 50: Ausaperung auf Bermen. In schneereichen Steillagen sind allgemein Säbel- und Knickwuchs keine Seltenheit. (Bild: Ueli Wasem)

Die geschaffene Bodenrauigkeit kann Schneegleiten reduzieren, wobei in steilen und schneereichen Lagen auch Dreibeinböcke oder Lawinenverbauungen notwendig sein können.

Es empfiehlt sich, die Bermen im Herbst vor der Pflanzung zu erstellen (von Hand oder maschinell) und vernässte Stellen zu meiden. Versuche der WSL (Wasem 2005) zeigen, dass die Pflanzen **eher in der Bermenmitte gepflanzt** werden sollen. Dies, weil die Pflanzen im Aussenbereich durch Schneegleiten beschädigt und im Innenbereich schneller von der Konkurrenzvegetation überwuchert werden.

Das Anlegen von Bermen bietet folgenden Vor- und Nachteile.

Vorteile:

- Reduziertes Schneegleiten (insbes. Südhang)
- Höherer Wärmeeintrag (insbes. Nordhang)
- Durchmischung des Ober- und Mineralbodens
- Reduzierte Vegetationskonkurrenz in den ersten Jahren
- Vereinfachte Pflanzung

Nachteile:

- Hohe Kosten
- Erhöhtes Risiko von Staunässe
- Erhöhtes Risiko für Erosion
- Erhöhtes Risiko von Pilzbefall aufgrund später Ausaperung (schwarzer Schneeschimmel)

9.2 Wildschutzmassnahmen

Wald- sowie Jagdgesetzgebung verpflichten die Kantone, den Wildeinfluss auf ein waldverträgliches Mass zu beschränken. Wo dies nicht möglich ist, haben sie Wildschadenverhütungsmassnahmen umzusetzen. In vielen Gebirgswäldern ist die Verjüngung gewisser Baumarten aktuell nur mit Wildschutzmassnahmen möglich.

Starker Wildverbiss ist daher oft ein Grund, weshalb nicht oder nur sehr wenig gepflanzt wird – die Kosten für **Wildschutzmassnahmen betragen oft ein Vielfaches der eigentlichen Pflanzung oder Direktsaat**.

Gleichzeitig ist starker Wildverbiss aber auch häufig der Auslöser für Pflanzungen an Orten, wo die Zielbaumarten zwar natürlich Ansamen, ohne Wildschutzmassnahmen aber nicht aufwachsen können. Dies, weil es sinnvoll sein kann, die Lebensdauer eines ohnehin notwendigen Wildschutzzaunes durch Pflanzungen bestmöglich auszunutzen.

Solche passive Wildschadenverhütungsmassnahmen sind aufwändig, teuer und in steilen Gebirgswäldern teilweise kaum langfristig erfolgreich umsetzbar (Gmür, 2020). Dies nicht zuletzt, weil sie in den höheren Lagen über viele Jahre bis mehrere Jahrzehnte wirken müssen. Das verursacht hohe Kosten für regelmässige Kontrollgänge, Reparaturen oder Ersatz. Zudem **können sämtliche Investitionen innert kürzester Zeit zunichte gemacht werden**, wenn ein Zaun durch ein Naturereignis beschädigt wird und die Jungbäume temporär ungeschützt sind.

Immer mehr thematisiert wird die **Abbaubarkeit des in den Wald eingebrachten Fremdmaterials**, vor allem, weil viele Einzelschütze aus Kunststoff gefertigt sind. Deshalb werden vermehrt pflanzenbasierte Kunststoffe verwendet, welche als «biologisch abbaubar» deklariert sind. Die dafür notwendigen Bedingungen sind jedoch im realen Einsatz im Wald oft nicht gegeben (Graf und Hein, 2020).

Es gibt viele verschiedene Wildschutzsysteme in unterschiedlichen Ausführungen. Die Wahl hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Wildart (Rothirsch, Reh/Gams), Wildeinfluss (Verbiss, Schälen, Fegen.) und Einflussstärke
- Auftretende Belastungen (Schnee, Steinschlag)
- Notwendige Lebensdauer
- Kosten und Aufwand für Erstellung, Kontrolle und Unterhalt
- Abbau und Entsorgung inkl. biologische Abbaubarkeit
- Gleichzeitig auch Schutz für Naturverjüngung gewünscht
- Auffindbarkeit der Pflanzen für Pflegeeingriffe
- Wald- und Landschaftsbild

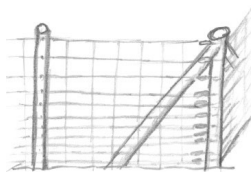
Wildschutzmassnahmen gegen Verbiss können in folgende Kategorien unterteilt werden:

- **Flächenschutz:** Den Wildtieren wird der Zugriff auf eine Fläche verwehrt. Eine Schutzhöhe von 130 cm gilt als rehsicher, 220 cm als rotwildsicher.
- **Einzelerschutz:** Der Zugang zur Fläche bleibt gewährleistet, nicht aber zu den einzelnen geschützten Pflanzen. Einzelschütze gibt es aus verschiedenen Materialien und in unterschiedlichen Höhen.
- **Knospenschutz:** Der Zugang zu den Pflanzen ist möglich, aber ein oder mehrere Pflanzenteile sind mit vergrämenden Mitteln behandelt. Knospenschutz funktioniert in der Vegetationsruhe, jedoch weniger in der Wachstumsphase.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Haupteigenschaften verschiedener Wildschutzmassnahmen pro Kategorie zusammengefasst.

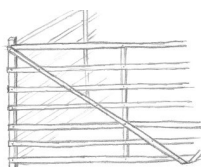
9.2.1 Flächenschutz

Zaun leicht/schwer



Langlebiger Zaun aus verzinktem Drahtgeflecht, der Flächen über 15-20 Jahre effektiv vor Wildverbiss schützt. Anschaffung und Aufbau sind kostenintensiv und erfordern einen aufwändigen Rückbau am Ende der Lebensdauer. Je kleiner der Zaun ist, desto höher sind die Kosten pro Quadratmeter resp. geschützte Pflanze.

Hordengatter



Schutzzaun aus Holzelementen (Horden), welcher Flächen wirksam schützt. Das Material ist biologisch abbaubar und muss nicht rückgebaut werden. Die Kosten sind hoch, bei relativ langer Lebensdauer (10-15 Jahre). Vorteil: Horden können als Winter- und Schlechtwetterarbeit vorbereitet werden.

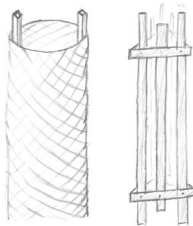
9.2.2 Einzelschutz

Einzelschutz aus Drahtgeflecht



Drei- oder viereckiger Einzelschutz aus Draht und stabilen Pfähle. Sehr gut für langfristigen Schutz für Einzelpflanzungen resp. wenige Pflanzen auf kleiner Fläche. Bei hoher Pflanzenzahl sehr arbeits- und kostenintensiv. Bester Schutz bei starken Belastungen.

Baumschutznetze/Waldwunder

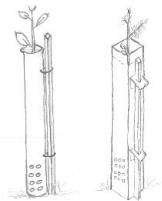


Breite, sehr licht- und luftdurchlässige (Waldklima) Einzelschütze aus Kunststoff-, Metallgitter oder Holz.

Auch für Nadelholz geeignet.

Teuer, arbeitsaufwändig (Kontrolle) und muss abgebaut werden (wenn nicht aus Holz). Ungeeignet an Standorten mit Schneedruck.

Wuchshüllen aus Kunststoff und Biokunststoff



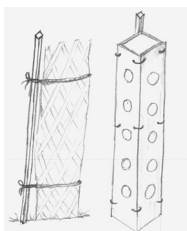
Schmal, bilden ein wachstumsförderndes Treibhausklima, preiswerter.

Nur für Laubholz geeignet an Stellen mit viel Licht und wenig Schneedruck. Mittlere Lebensdauer, müssen abgebaut werden.

Es sind auch Produkte aus kompostierbarem resp. biologisch abbaubarem Biokunststoff erhältlich. Deren Abbaubarkeit unter realen Bedingungen ist jedoch teilweise beschränkt.

Auf richtige Lage der Belüftungslöcher achten und genügend stabile Pfähle verwenden.

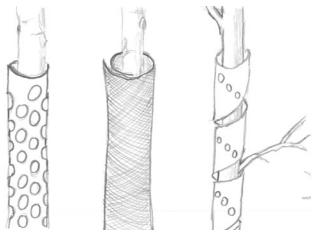
Baumschutzhülle aus Holz



Schmal, biologisch abbaubar, eher teuer.

Nur für Laubholz geeignet an Stellen mit viel Licht und wenig Schneedruck. Lebensdauer und Stabilität unterschiedlich.

Schälenschutznetz/Fegeschutzspirale



Meist aus nicht abbaubarem Kunststoff, relativ preisgünstig, werden auf Stamm montiert, um Schäl- oder Fegeschutz zu gewährleisten.

Relativ langlebig, müssen abgebaut werden.

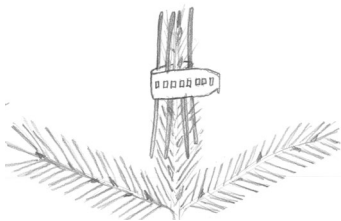
9.2.3 Knospenschutz

Chuder (ungewaschene Schafwolle oder Hanf)



Kostengünstiger physischer und auf abschreckendem Geruch basierender Schutz vor Endtrieb-Verbiss. Wirkung über die Wintermonate, bei hohem Wilddruck ungeeignet, an Laubholzarten schwieriger.

Triebschutzmanschette



Preisgünstig, einfache Handhabung.

Schützt den Endtrieb nur solange dieser nicht über die Manschette hinaus wächst. Danach muss er nachgeschoben werden. Plastik im Wald, jedoch auch in Bioplastik erhältlich. Bei starkem Wilddruck ungeeignet.

Chemischer/Flüssiger Verbisschutz



Mehr oder weniger dickflüssige Masse, die mit Handschuhen, Pinsel oder Sprühgerät auf die Pflanzen aufgetragen wird. Verhindert Verbiss durch physische Wirkung (Sand) und/oder wildabhaltenden Geruch (z.B. Schaffett).

Bei starkem Wilddruck ungeeignet.

Auch Fege- und Schälenschutz-Produkte zum Anstreichen sind verfügbar.

9.3 Pflegeeingriffe

9.3.1 Mulchen und Ausmähen

Das **Mulchen** stark bewachsener Kulturflächen für eine Bepflanzung steigert die Effizienz der Pflanzarbeit, erleichtert die anschließende Pflege der Forstkultur und macht im Extremfall eine Bepflanzung überhaupt erst möglich (Hohenadl, 2025).

Schwieriger als vor der Pflanzung ist die **Pflege in den Folgejahren**. Oft ist die Konkurrenzvegetation derart stark und schnellwachsend, dass die gepflanzten Bäume kaum Chancen haben, sich durchzusetzen. Die Gegenmassnahme ist auf dem Papier einfach: **Ausmähen**. Die Umsetzung in der Praxis ist aber schwieriger:

- Der optimale Zeitpunkt ist von lokalen Bedingungen abhängig und wird schnell verpasst.
- In den Forstgruppen oft unbeliebt und nicht ergo prioritär. Daher ist die Arbeitsqualität teilweise mangelhaft.
- Die Pflanzen müssen gefunden werden, damit sie nicht übersehen und entweder nicht befreit oder aus Versehen abgeschnitten werden. Daher ist die Markierung mit Pfählen etc. oft sinnvoll.
- Bei der Ausführung mit Freischneidern kommt es oft zu Schäden. Daher ist es ratsam, die Vegetation in unmittelbare Nähe der Pflanzung von Hand, mit Sichel oder Sense zu entfernen.

9.3.2 Bewässerung

Wasser ist ein wertvolles und in Trockenphasen knappes Gut. Deshalb sollten im Vorfeld alle Maßnahmen getroffen werden, um den notwendigen Wassereinsatz für eine erfolgreiche künstliche Verjüngung so gering wie notwendig zu halten (Rothkegel und Ruppert, 2021). Das Verpflanzen führt besonders bei Nacktwurzepflanzen zu einem mehr oder weniger starken Pflanzschock. Dies, weil einerseits ein Teil der Wurzelmasse abgeschnitten wird (Nacktwurzepflanzen) oder die Wurzeln im kleinen Wurzelraum einer Anzuchtplatte (*QuickPot*) täglich bewässert wurden und sich der neuen Umgebung anpassen müssen.

Die erste und auch heikelste Phase nach der Pflanzung ist die Anwurzelung, welche eine bis drei Vegetationsperioden dauert. Vor allem wenn es in der ersten Vegetationsperiode zu anhaltender Trockenheit kommt, leiden die meisten Baumarten sehr stark und verzögern das Anwurzeln oder sterben ab.

Aus diesem Grund ist vor allem bei der Frühlingspflanzung auf feuchte Witterung zu achten, was auch das Graben der Pflanzlöcher massgeblich erleichtert. An sehr trockenen und flachgründigen Standorten kann es aber sein, dass diese Massnahmen nicht genügen. Dann kann es sinnvoll sein, die Pflanzung durch gezielte Bewässerung zu unterstützen.

Die **gezielte Bewässerung direkt bei der Pflanzung** ist sinnvoll, aber meist nicht zwingend nötig. Dadurch werden die Luftlöcher zwischen den Wurzeln gefüllt und verhindern übermässige Austrocknung oder Frostschäden. Der verbesserte Bodenkontakt regt zudem die Wurzelbildung an.

Auf Trockenstandorten kann bei Trockenperioden eine Bewässerung in den ersten 1-3 Vegetationsperioden den Erfolg der Pflanzung erheblich verbessern. Für grosse Pflanzungen ist dies jedoch meist schwierig umsetzbar, da die Pflanzen oft schwer zugänglich sind und der Wassertransport teuer und umständlich ist.

Beispiele wie an der Lötschberg-Südrampe im Wallis zeigen, dass eine langfristige Bewässerung das Überleben von Pflanzungen auch an besonders trockenen Standorten ermöglichen kann und das Wachstum fördert. Dabei besteht jedoch auch das Risiko, dass sich die Pflanzen an die Bewässerung gewöhnen und ohne regelmässige Wassergaben nicht oder nur bedingt überlebensfähig sind (Geoformer, 2021). **Daher kann eine Bewässerung über die Anwurzelungsphase hinaus nicht empfohlen werden.**

9.3.3 Nachpflanzung, Kronenschnitt und Jungwaldpflege

In den ersten Jahren kann es sinnvoll sein, **Ausfälle durch Nachpflanzungen zu ersetzen**.

Da der grösste Aufwand das Erreichen der Pflanze ist, lohnt es sich, beim Ausmähen auch die Pflanzen anzuschauen und **nötigenfalls mit der Schere Kronenschnitte zu tätigen**. So können Zwiesel, Starkäste und Konkurrenten früh erkannt und so die Qualität der gepflanzten Bäume entscheidend verbessert werden.

Nach einigen Jahren werden allenfalls **Jungwaldpflege-Eingriffe** notwendig, welche sich nicht grundlegend von der Jungwaldpflege von Naturverjüngung unterscheiden.

9.4 Kompetentes und motiviertes Personal

Vor allem bei Pflanzungen, aber auch bei Folgearbeiten wie dem Ausmähen ist das Personal ein zentraler Erfolgsfaktor. Gut ausgebildetes und motiviertes Personal kann die Verfahren und Werkzeuge richtig, effizient und ergonomisch einsetzen und ist sich bewusst, dass der **Erfolg sehr stark von der Arbeitsqualität bestimmt** wird. Die ausführenden Personen müssen gut ausgebildet und instruiert werden. Nicht motiviertes Personal ist für andere Arbeiten einzusetzen. Nebst der Ausführung ist auch die sorgfältige und fachgerechte **Massnahmenplanung** zentral für den Erfolg.

9.5 Dokumentation und Erfolgskontrolle

Der Erfolg von künstlichen Verjüngungsmassnahmen kann erst nach Jahren beurteilt werden und ist nicht nur von der fachgerechten Planung und Ausführung abhängig, sondern sehr stark auch von der zuverlässigen Kontrolle und Pflege in den darauffolgenden Jahren.

Daher ist es zentral, dass die **tatsächlich ausgeführten Massnahmen** (welche oft mehr oder weniger stark von der Planung abweichen) **nachvollziehbar, langfristig und einfach auffindbar dokumentiert werden**, so dass Kontrolle und Pflege auch nach Stellenwechseln oder Pensionierungen weitergeführt werden: Ort (Geodaten), Baumart, Herkunft, Anzahl, Verfahren, usw.

Mit den heute im forstlichen Alltag weitverbreiteten IT-Technologien (betriebliche und kantonale **GIS und GPS**) sind die Möglichkeiten vorhanden, um die regelmässigen Kontrollen effizient durchzuführen und die Ergebnisse zu dokumentieren. **Besonders wichtig ist dies auch für die Wildschutzmassnahmen**, da hier Schäden auch Jahre nach der Pflanzung noch sämtliche Investitionen innert Kürze zunichtemachen können.

Die saubere Dokumentation ist nicht nur für Kontrolle und Unterhalt zentral, sondern auch für die **Erfolgskontrolle und die Weiterentwicklung des Wissens**. Denn dies ist aufgrund des schnell ändernden Klimas heute noch wichtiger als früher.

Diesem Zweck dient das **Doku-Tool Zukunftsbaumarten** (www.zukunftsbaumarten.ch). Das Tool bezweckt nicht primär die Dokumentation für die Arbeitsorganisation und den betrieblichen Unterhalt. Das Hauptziel des Tools liegt darin, eine einfache und effiziente Möglichkeit zu schaffen, um potenziell interessante ältere oder neue Vorkommen (Pflanzungen, Saat, spezielle Naturverjüngung) etwas umfangreicher zu dokumentieren und deren Entwicklung zu verfolgen. Dies liefert wertvolle Grundlagen, um von den Beobachtungen und Erfahrungen zu lernen, die hunderte von Praktiker:innen und Wissenschaftler:innen über die Schweiz verteilt täglich machen. Die Plattform ermöglicht es, einen Teil dieser Erkenntnisse als Gesamtheit nutzbar zu machen und in Wert zu setzen – auch wenn dies aufgrund der minimalen Standardisierung der Erfassungsmethoden anspruchsvoll ist. Vorteil der nicht-standardisierten Methode ist, dass nur wenige Attribute obligatorisch erfasst werden müssen und auch geschätzt werden können: Die Benutzer:innen haben viel Freiheit, was sie erfassen möchten, in welcher Genauigkeit und Regelmässigkeit.

Quellenverzeichnis

- Alfter P., Dürr C., Gasparini I., Godi N., Godi F. 2021:** Direktsaat im Wald: eine Option für die Waldverjüngung? Wald&Holz 4/2021 [\[LINK\]](#)
- AWN GR & GWP 2025:** Waldbau-Workshop G: Das Potential von Lichtbaumarten im Klimawandel – Schwerpunkt Eichen (20.10.2025)
- AWR Obwalden 2006:** Handbuch Ingenieurbiologie und Hangverbau. Amt für Wald und Raumentwicklung Obwalden 29.06.2006 [\[LINK\]](#)
- BAFU 2023:** Umgang mit dem forstlichen Vermehrungsgut gebietsfremder Baumarten im Wald, Merkblatt. [\[LINK\]](#)
- BAFU 2024:** Konzept zum Umgang mit forstlichem Vermehrungsgut in der Schweiz BAFU-467.411.1-5/4/4/12/2/15 [\[LINK\]](#)
- Bonfils P., Rudow A., Studhalter S. et al 2025:** Optimale Nutzung von forstlichem Vermehrungsgut der einheimischen Eichenarten. WSL Berichte: Vol. 162. 50 S. doi.org/10.55419/wsl:38587 [\[LINK\]](#)
- Bose AK, Moser B, Rigling A et al 2020:** Memory of environmental conditions across generations affects the acclimation potential of scots pine. Plant Cell Environ. 2020;43:1288–1299. [\[LINK\]](#)
- Bundesrat 2022:** Anpassung des Waldes an den Klimawandel – Bericht des Bundesrats. [\[LINK\]](#)
- Burkart A. 2018:** Kulturanleitungen für Waldbäume und Wildsträucher. Anleitungen zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung und Samenausbeute sowie zur Anzucht von Baum und Straucharten. WSL Ber. 63: 104 S. [\[LINK\]](#)
- Carella A. et al 2026:** Entscheidungshilfe zu Bodenschürfungen im Gebirgswald. ETH Zürich und GWP [\[LINK\]](#)
- Dahmer J. 2007:** Plastikkegel schützen Lärchensämlinge. LWF aktuell 56, S. 40–42 [\[LINK\]](#)
- Engeßer E., Haberer R., Mages V. 2011:** Tannensaaten im Forstbetrieb Kelheim. LWF aktuell 80, S. 8 – 10 [\[LINK\]](#)
- Fobatec (2026, in Erarbeitung):** Pflanzen für ingenieurblogische Massnahmen erfolgreich bereitstellen und einsetzen. In Kürze verfügbar unter www.fobatec.ch
- Frehner E., Fürst E. 1992.** Vom Samen bis zur Pflanze. Erfahrungsbericht aus dem Forstgarten. WSL Berichte 333
- Gasparini I. 2020:** La semina diretta nel bosco: il ritorno di una tecnica antica. Forestaviva N. 80, 12–2020
- Geoformer 2021:** Klimaangepasste Baumarten im Schutzwald der BLS Südrampe, Projektbericht [\[LINK\]](#)
- Gmür P. 2020** Handbuch Wildschadenverhütungsmassnahmen Verbiss / Schälen / Fegen / Schlagen. Kt. St. Gallen [\[LINK\]](#)
- Graf Y., Hein S. 2020:** Auf dem Weg zu einer Plastikreduktionsstrategie: Biobasierte und bioabbaubare Kunststoffe in der Waldbewirtschaftung. Holz-Zentralblatt 49/2020, S. 906–907 [\[LINK\]](#)
- Gugerli F., Rudow A 2026:** Künstliche Verjüngung und genetische Aspekte bei der Anpassung der Gebirgswälder an den Klimawandel, Präsentation GWG Wintertagung 2026 [\[LINK\]](#)
- GWG 2026:** Synthese der Wintertagung 2026 zum Thema «Genetische Aspekte und künstliche Verjüngung bei der Anpassung der Gebirgswälder an den Klimawandel» [\[LINK\]](#)
- GWP 2025:** Schutzwaldpflege im Klimawandel, Praxishilfe [\[LINK\]](#)
- Haldemann C., Rudow A., Bonfils P. et al. 2024:** Einfluss der Erntestrategie auf die genetische Vielfalt des Saatguts bei Eichen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 175, 3: 116–123. [\[LINK\]](#)
- Hohenadl, A. 2025:** Platz für die nächste Waldgeneration schaffen. BLW 13, S. 27–28 [\[LINK\]](#)
- Insinna P. 2022:** Massnahmen der Waldpflege: künstliche Verjüngung. Skript für Lehrgang Dipl. Förster/-in HF, ibW BZW Maienfeld
- Janssen A., Šeho M., Schirmer R. et al. 2023:** Neue Empfehlungen für die Verwendung von Herkunftfen. LWF Aktuell 1/2023 S. 12–15. [\[LINK\]](#)
- Kaufmann G., Staedeli M., Wasser B. 2010:** Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau. Projektbericht. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern [\[LINK\]](#)
- MLR BW 2026.** Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut in Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg [\[LINK\]](#)

Muheim L., Rudow A. 2024. Generhaltungsgebiete für unsere Waldbaumarten – Bedeutung, Projektstand und verknüpfte Handlungsfelder. Schweiz Z Forstwesen 175 (6): 314-318.

Muheim L. 2025: Waldbauworkshop des Kt. Graubünden (nicht publiziert)

Nörr R. 2004: Buchensaat – ein Thema mit Zukunft. LWF aktuell 46, S. 1-3. [[LINK](#)]

Nörr R., Stiegler J. 2023. Wildlinge – richtig eingesetzt. LWF Merkblatt Nr. 8. [[LINK](#)]

ProQuercus 2019: Die Künstliche Verjüngung der einheimischen Eichenarten, Merkblatt Nr. 4. [[LINK](#)]

Rothkegel, W. 2010: Der Brombeer-Rechen – Fauler Zauber oder Zauberstab. LWF aktuell 76, S. 54 – 55. [[LINK](#)]

Rothkegel W., Ruppert O. 2021: Bewässerung von Forstkulturen. LWF-Merkblatt Nr. 48. [[LINK](#)]

Rudow, A., 2023: Genetik der Waldbäume. Relevante Aspekte für aktuelle Fragen der Waldbewirtschaftung. FOWALA Fachseminar Kurs Nr. 344, 7.6.2023

Ruppert, O.; Rothkegel, W. 2018: Die Saat im Wald – Wieder entdeckt. LWF aktuell 1/2018

Ruppert, O.; Rothkegel, W. 2017: Freisaaten im Wald. LWF-Merkblatt Nr. 37. [[LINK](#)]

Ryter U. 2025. Hochlagenaufforstungen in Verbauungs- und Aufforstungsprojekten im Berner Oberland: Standortverhältnisse und Entwicklung der Aufforstungen Untersuchungen der Abteilung Naturgefahren von 1995-2024 – Bericht über Beobachtungen und Erkenntnisse. [[LINK](#)]

Saha S., Kühne C., Kohnle U., Bauhus J. 2013: Zur Eignung von Nester- und Trupppflanzungen für die Begründung von Eichenbeständen. AFZ-Der Wald 2/2013, S. 37-39.

Schönenberger W. 1987: Rottenaufforstung im Gebirge, Forstzeitung 1987:3, S. 18-19.

Schönenberger W. 2001: Cluster afforestation for creating diverse mountain forest structures – A review. Forest Ecology and Management 2001: 1-2 p. 121-128 [[LINK](#)]

Schulze L., Wagemann O. 2021: Wiederbewaldung mit Mutterstöcken. AFZ der Wald 10/2021. [[LINK](#)]

Schütz J.-Ph. 2003: Waldbau III Die Kunstverjüngung und die Waldbauliche Planung, ETH Script Professur Waldbau.

Schweier J., Frutig F., Holm S. 2021: JuWaPfl – Schätzung von Produktivität und Kosten der ersten Produktionsstufe. Wald&Holz 102, 9: 8-9.

Schwitter R., Rüsch C. und Zürcher S. 2022: Wiederbewaldung nach «Vivian 1990» Kt. SG, Pfäfers, St. Margrethenberg. GWP. [[LINK](#)]

Šeho M., Janssen A. 2019: Alternativbaumarten im Klimawandel. LWF aktuell 123, S. 19-22. [[LINK](#)]

Stiegler J. 2014: 3:0 für die Wildlinge. LWF aktuell 100, S. 60 – 63. [[LINK](#)]

Thüringen Forst, unbekannt: Wiederbewaldung nach Schadereignissen: Birkenschneesaat, Waldbau-Information Nr. 8 [[LINK](#)]

Wasem U. 2005: Die Aufforstung. Webinhalt unter www.wsl.ch [[LINK](#)]

Wezel G., Wellmann E. 2019: Pflanzzeiten für Wiederaufforstungen. Erzeugergemeinschaft für Qualitätspflanzen Süddeutschland e.V.

Wezel G., Reis J. 2020: Tipps für eine erfolgreiche Pflanzung. AFZ-Der Wald 5/2020 S.34-35

Wohlgemuth T., Nussbaumer A., Burkart A. et al. 2016: Muster und treibende Kräfte der Samenproduktion bei Waldbäumen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 167 (2016) 6: 316 –324