



Kahlschlag: Analyse und Bewertung

Oktober 2006

Landschaftsbild			
VORTEILE	NACHTEILE	Bewertung	Empfehlung
<ul style="list-style-type: none"> - Abwechslung für Waldbesucher / Anwohner / vorbei Reisende - Aussicht / Weitblick für Waldbesucher 	<ul style="list-style-type: none"> - Natürlicher Charakter von Waldlandschaften wird massiv gestört; Wald wird vorübergehend ‚entfernt‘, geometrische Formen stören; monotone Schlagflächen - (dadurch) geringe Akzeptanz in der Bevölkerung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kahlschläge verändern das Landschaftsbild stark und für längere Zeit. 2. In exponierten und gut einsehbaren Lagen ist die Wirkung der Landschaftsveränderung am stärksten. 3. Dauer und Intensität der Landschaftsveränderung sind abhängig von Grösse, Form, Zeitpunkt und begleitenden Massnahmen eines Kahlschlages, vom Verlauf von Waldstrassen im Kahlschlag sowie von der Art der anschliessenden Bestandesbegründung. 4. Plötzliche Landschaftsveränderungen werden emotional als „Störung“ empfunden. 5. Die Bevölkerung in der Schweiz hat bisher ein dauerhaftes, statisches und gleichförmiges Landschaftsbild des Waldes bevorzugt. Dies dürfte auch in Zukunft der Fall sein. 	<ol style="list-style-type: none"> A. Aus landschaftlicher Sicht soll der Kahlschlag zurückhaltend eingesetzt werden. B. An exponierten, gut einsehbaren Lagen soll auf Kahlschlag verzichtet werden, ebenso in Tourismusgebieten und Naherholungsräumen. C. Form und Grösse von Kahlschlagflächen sollen dem Landschaftsbild Rechnung tragen, mit geschwungenen Linien statt streng geometrischen Schlagrändern. Altholzinseln, „Baumkulissen“ und verbleibende Strauchgruppen oder Nebenbestandsbäume entschärfen die Wirkung von Kahlschlagflächen. D. Durch eine geeignete Bestandesbegründung und Verjüngung von Kahlschlagflächen wird die landschaftliche Wirkung eines Kahlschlages gemildert. E. Das Wohlwollen der Bevölkerung gegenüber der Waldwirtschaft muss durch zurückhaltenden Einsatz des Kahlschlages erhalten werden.

Wirtschaftlichkeit			
VORTEILE	NACHTEILE	Bewertung	Empfehlung
<p>Die Wirtschaftlichkeit des Kahlschlagverfahrens ist je nach Produktionsziel unterschiedlich zu beurteilen. Erster Teil: Kahlschlag allgemein; anschliessend: Varianten "Massenproduktion" und "Wertholzproduktion"</p>			
- Arbeitssicherheit der Holzernte bei Vollmechanisierung grösser (weniger an Steilhängen)		1. In der unfallträchtigen Forstbranche ein Argument, das klar pro Kahlschlag spricht	A. Vollmechanisierung zur Senkung der Unfallhäufigkeit nutzen
- Kosten der Holzernte bei Vollmechanisierung tief - Ganzjährige Auslastung teurer Holzerntemaschinen möglich	- Die Kostenvorteile des Kahlschlagbetriebs schlagen vor allem auf grossen Flächen zu Buche (Grossbetriebe)	2. Niedrige Holzerntekosten sind wichtigster Kostenvorteil des Kahlschlagverfahrens (gilt auch für Vornutzungen) 3. Fehlen grosser Bewirtschaftungseinheiten spricht heute gegen den Kahlschlag; der Konzentrationsprozess macht es zunehmend attraktiver 4. Verlagerung von der motormanuellen zur vollmechanisierten Holzernte	B. Aggregieren benachbarter Schlagflächen: bringt tiefe Holzerntekosten der Vollmechanisierung voll zum Tragen
- Waldbauliche Problemfälle rasch behandeln, z.B. Verjüngung sturmanfälliger Fichtenbestände		5. Spricht in ausgewählten Problemfällen für den Kahlschlag.	C. Kahlschlag gezielt zur Behandlung waldbaulicher Problemfälle einsetzen.
- „Just-in-time-Nutzung während Vegetationszeit unproblematisch - Verzicht auf Holzschutzmittel dank rascher Holzabfuhr möglich		6. Ganzjährige Nutzungsmöglichkeit ist wichtiger Vorteil des Kahlschlagverfahrens; gilt jedoch nicht für Durchforstungen (Schäden)	
Variante Massenproduktion (Bauholz, Energieholz, Industrieholz):			
- Kostenvorteile des Kahl-	- Punktuell können dennoch	7. Bei Massenproduktion wird fast ohne Investitio-	D. Wenn Massenproduktion im Kahlschlagverfahren,

<p>schlagbetriebs: vor allem bei Massenproduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minderwertige Massensortimente: weitgehender Verzicht auf Investitionen in Pflanzung und Pflegemassnahmen möglich 	<p>Investitionen nötig sein (v.a. für Pflanzung, z.B. Fichte im Weitverband)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auf individuelle Unterschiede im Ertragsvermögen und auf kleinflächiges Standortsmosaik kann kaum Rücksicht genommen werden - Stabilitätsprobleme bei dichter Naturverjüngung oder bei Verzicht auf Pflege- und Durchforstungseingriffe 	<p>nen gearbeitet: verstärkt den Kostenvorteil des Kahlschlagverfahrens bei der Holzernte</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Punktuelle waldbauliche Investitionen reduzieren Kostenvorteile nicht entscheidend 9. Die Schwierigkeiten, auf Standortsmosaik und individuelles Ertragsvermögen Rücksicht zu nehmen, sind bei Massenproduktion nur geringer Nachteil 10. Bedeutung von Stabilitätsproblemen ohne Pflegeeingriffe: bei Massenproduktion gering 	<p>dann konsequent auf waldbauliche Investitionen verzichten (extensiver Betrieb, z.B. reine Energieholzproduktion.). Also keine Kompromisse bei der Produktpalette eingehen!</p> <p>E. Bei Umstellung auf Kahlschlagverfahren dürfen bis heute getätigte waldbauliche Vorinvestitionen (versunkene Kosten) nicht berücksichtigt werden</p> <p><i>Hinweis:</i> <u>Nicht</u> Thema der vorliegenden Arbeit sind die ‚Energiewälder‘, die gegenwärtig in Nachbarländern intensiv diskutiert werden. Diese sind als Neupflanzungen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen konzipiert, liegen deshalb nicht innerhalb des Waldareals und sind folglich nicht durch das Waldgesetz tangiert.</p>
<p>Variante Wertholzproduktion</p>			
<ul style="list-style-type: none"> - Am ehesten mit raschwüchsigen Baumarten - Dies bringt: relativ stabile Bestände, kurze Umtriebszeit, hohe Erlöse 	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Investitionen nötig (Pflanzung, Wildschutz, Kulturpflege, Astung, Mäusebekämpfung) - Erfahrungen zur Plantagenwirtschaft fehlen in der Schweiz - Schäden am verbleibenden Bestand bei Vornutzungen - Ausnutzen individueller Unterschiede im Ertragsvermögen bei Endnutzung nicht möglich - Kein Ausnutzen kleinflächiger Standortsmosaik: Ertragsverluste / Schäden - Bei Ausfällen bleibt Fläche bis Ende Umtriebszeit ungenutzt 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Wertholzproduktion im Kahlschlagverfahren ist in der Schweiz als Nische denkbar 12. Hohe Pflegekosten können die Vorteile der geringen Holzerntekosten im Vergleich zu naturnahen Waldbauverfahren neutralisieren 13. Mangelnde Berücksichtigung des individuellen Ertragsvermögens und des Standortsmosaiks bei der Endnutzung sind gewichtige Nachteile 14. Risiken von Investitionen in Wertholzproduktion (z.B. Sturm, Holzpreise) am ehesten in diversifizierten Grossbetrieben tragbar 15. Eine unvollständige Ausnutzung der Produktionsfläche ist nicht stark zu gewichten, denn solche Ausfälle sind nicht häufig; viel häufiger sind Ertragsausfälle wegen mangelnder Holzqualität 	<p>F. Wertholzproduktion im Kurzumtrieb und Kahlschlag auf produktiven Standorten testen.</p>

Erläuterungen:

1. Will man die Wirtschaftlichkeit waldbaulicher Verfahren vergleichen, muss man Kosten und Erträge über Jahrzehnte abschätzen. Da sich in diesen Zeiträumen viele Rahmenbedingungen ändern können (z.B. Nachfrage auf dem Holzmarkt, Holzertetechnologie), sind solche Vergleiche mit grossen Unsicherheiten behaftet; das Resultat hängt von den Annahmen ab. Daher ergibt das Argument "Wirtschaftlichkeit" weder eindeutig bezifferbare Vor- noch Nachteile des Kahlschlagverfahrens.
2. Waldbauliche Verfahren und die daraus resultierenden Produkte sind zwar voneinander abhängig; eine eindeutige Zuordnung ist aber nicht möglich. So lassen sich Kahlschlagwirtschaft und Massenproduktion nicht gleichsetzen. Im Kahlschlagverfahren lässt sich auch Wertholz produzieren. Was in tropischen Wertholzplantagen möglich ist (Teak), ist auch in Mitteleuropa denkbar: Die Produktion von Wertholz raschwüchsiger Baumarten mit kurzer Umtriebszeit von 60-80 Jahren. Möglich scheint das mit Baumarten wie Pappeln, Nussbaum, Schwarzerle, Kirschbaum, Esche, Bergahorn und Douglasie, evtl. in Kombination mit Energieholzproduktion in mittelwaldähnlichen Waldbeständen. Kahlschlag zur Massen- und zur Wertholzproduktion sind gesondert zu bewertende Verfahren!
3. Auch ein Kahlschlagbetrieb kann räumlich und/oder standörtlich differenziert wirtschaften. Es ist möglich, auf empfindlichen Standorten oder auf solchen mit besonderen Waldfunktionen auf den Kahlschlag zu verzichten.
4. Auch bei Wertholzproduktion ist ein erheblicher Anteil des Holzes (meist >70%) Massenware, v.a. wenn man Vornutzungen einbezieht!
5. Räumungen bei Zwangsnutzungen werden nicht als Kahlschläge betrachtet, da es nicht um bewusst geplante Eingriffe geht.
6. Die Ertragsseite ist für die Bewertung von Waldbauverfahren wichtig. Ein hoher Wertholzanteil schafft grosse Spielräume für waldbauliche Investitionen und erlaubt auch höhere Erntekosten.
7. Das Femelschlagverfahren geht Kompromisse bezüglich Holzerntekosten und Ertrag ein. Es dürfte in vielen Situationen nicht am wirtschaftlichsten sein.

Empfehlungen:

- Kahlschlag kann vor allem bei Ausrichtung auf Massenproduktion auf wenig produktiven Standorten wirtschaftliche Vorteile bringen. Waldbauliche Investitionen sind hier ähnlich teuer wie auf produktiven Standorten, aber viel weniger ertragswirksam.
- Die Bewertung des Kahlschlagverfahrens auf produktiven Standorten ist von vielen Annahmen abhängig. Es ist zwar möglich, kurzfristige Vorteile des Kahlschlages und des Dauerwaldes zu beziffern, wobei beide Verfahren ähnlich günstig abschneiden dürften. Eine langfristige Bewertung ist mit grossen Unsicherheiten behaftet.
- Bei Kahlschlag zu Wertholzproduktion sind viele Fragen offen; das Verfahren sollte in Einzelfällen getestet werden.
- Insgesamt kann der Kahlschlag auf geeigneten Standorten Vorteile bringen. Eine generelle Verbesserung der Ertragslage der Holzwirtschaft kann er nicht bewirken.

LITERATUR:

- Bally B. (1999) Energieholzproduktion in Mittel- und Niederwäldern der Schweiz. Schweiz.Z.Forstwes. 150/4, S. 142-147.
- Bürgi A. Brang P. (2001) Wie kann sich Waldbau anpassen? In: Wald und Holz 3/01. S. 43-46.
- Moor C., Schori C. (1999) Femelschlag oder Plenterung - Ein Vergleich aus betriebswissenschaftlicher Sicht. In: Schweiz. Z. Forstwes. 150/2, S. 49 - 55.
- Pausch, R. (2005) Ein Systemansatz zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Waldstruktur, Arbeitsvolumen und Kosten in naturnahen Wäldern Bayerns. Forstl. Forsch.ber. München 199: 323 S.
- Schütz J.-P. (2003) Die situative Durchforstung: ein an der Extensivierung der Kosten orientiertes Durchforstungskonzept. In: Biologische Rationalisierung im Waldbau / Tagungsband. Birmensdorf 2003. S. 4 - 13.

Biodiversität			
VORTEILE	NACHTEILE	Bewertung	Empfehlung
<ul style="list-style-type: none"> - Chance für grösserflächige Pionierphasen und –arten - Mehr Offenflächen und Säume über mehrere Jahre - Stark besonnte Flächen für zahlreiche Arten von Vorteil - Zunahme von Mikrostandorten („Kiesgrubeneffekt“) 	<ul style="list-style-type: none"> - Arten bzw. Individuen, die an den geräumten Bestand und das entsprechende Klima gebunden waren, fallen aus (keine lokale Kontinuität) - Netz mit alten Bäumen fehlt - In bekanntermassen alten Beständen Nutzung nicht zulässig 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quantitative Biodiversität: Auf Schlagflächen sowie auf Sturm- oder Waldbrandflächen steigt die Artenvielfalt mittelfristig an. Kahlschläge führen zahlenmässig zu einer grösseren Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten. 2. Qualitative Biodiversität: Kahlschläge bewirken lokal den Verlust von Waldhabitaten. Je nach Qualität der geschlagenen Bestände: Verlust von seltenen Waldbewohnern; insbesondere Arten, die an Alt- oder Uraltbestände gebunden sind. 3. Vernetzung Lebensräume: Kahlschläge können unproblematisch sein, wenn sie in Gebieten mit grossräumlich ähnlicher Waldvielfalt stattfinden (d.h. insbesondere ein Netz von Alt- und Uraltbeständen erhalten bleibt). Sie sind problematisch, wenn isolierte Waldinseln, Waldbestände mit seltenen Waldbewohnern oder Alt-/Uraltbestände davon betroffen sind. 	<ol style="list-style-type: none"> A. Kahlschläge sollen unter Berücksichtigung regionsspezifischer Randbedingungen geplant werden. Besondere Rücksicht ist auf die Verbreitung seltener Tier- und Pflanzenarten und deren Lebensräume zu nehmen. B. Alt- und Uraltbestände müssen einer dem Schutzziel angepassten Nutzung unterliegen. C. Insgesamt sollen Kahlschläge aus Gründen des Arten- und Lebensraumschutzes nur in geeigneten Waldbeständen möglich sein. D. Mit kleinflächigen Kahlhieben Artenvielfalt fördern. <p><i>Betriebsart: Regionales Kahlschlagmanagement nur in grossflächig zusammenhängenden Naturräumen. Diese Gebiete sind in kantonalen Richtplänen festzulegen. Wichtige Grundlagen: Standort- und Biotopkartierungen.</i></p>

LITERATUR:

- Angst, C., Bürgi, A., Duelli, P., Egli, S., Heiniger, U., Hindenlang, K., Lässig, R., Lüscher, P., Moser, B., Nobis, M., Polomski, J., Reich, T., Wermelinger, B., & Wohlgemuth, T. (2004) Waldentwicklung nach Windwurf in tieferen Lagen der Schweiz. Schlussbericht eines Projektes im Rahmen des Programms "LOTHAR Evaluations- und Grundlagenprojekte" Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- Honnay, O., Degroote, B., & Hermy, M. (1998) Ancient-forest plant species in western Belgium: A species list and possible ecological mechanisms. *Belgium Journal of Botany*, **130**, 139-154.
- Honnay, O., Hermy, M., & Coppin, P. (1999) Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. *Biological Conservation*, **87**, 73-84.
- Keller, W. (2001) Auf der Suche nach Zeigerpflanzen historisch alter Waldflächen. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Zürich*, **146**, 53-63.
- Schönenberger, W., Angst, C., Bründl, M., Dobbertin, M., Duelli, P., Egli, S., Frey, W., Gerber, W., Kupferschmid Albisetti, A., D., Lüscher, P., Senn, J., Wermelinger, B., & Wohlgemuth, T. (2003) Vivians Erbe: Waldentwicklung nach Windwurf im Gebirge. *WSL-Merkblatt für die Praxis* **36**, 1-12.
- Wermelinger, B., Duelli, P., Obrist, M.K., Odermatt, O., & Seifert, M. (1995) Die Entwicklung der Fauna auf Windwurfflächen mit und ohne Holzräumung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, **146**, 913-928.
- Wohlgemuth, T., Duelli, P., Ginzler, C., Gödicke-meier, I., Hadorn, P., Hagedorn, F., Küttel, P., Lüscher, P., Moretti, M., Schneiter, G., Sciacca, S., & Wermelinger, B. (2005) Ökologische Resilienz nach Feuer: Die Waldbrandfläche Leuk als Modellfall. *Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen*, **156**, 345-352.

Boden / Standort			
VORTEILE	NACHTEILE	Bewertung	Empfehlung
<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhte Mineralisierung der organischen Auflage; dadurch Nährstofffreisetzung (aber: gleichzeitig Verminderung des Puffervermögens) 	<ul style="list-style-type: none"> - Abschwemmung von Feinerde und Auswaschung von Nährstoffen und Schwermetallen - Versauerung (v.a. in neutralen bis sauren Böden) - Austrocknung des Keimbeetes (v.a. in besonnten Lagen) - Vernässung (v.a. aufgrund verminderter biologischer Entwässerung) - in schluffreichen, sauren Böden: die geringe Substanz an Nährstoffen und Wasser wird durch extremeres Klima schnell ‚verbraucht‘ - Frost häufiger - üppige Schlagflora (infolge Nährstoffschub und Lichtangebot) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kahlschläge wirken sich auf die Eigenschaften des Waldstandortes vorwiegend negativ aus. 2. Gegenüber Kahlschlag gibt es wenig bis sehr empfindliche Standorte. 3. Folgende Faktoren charakterisieren auf Kahlschlag empfindliche Standorte: hohe Niederschläge, starke Hangneigungen, Frostlagen; zu Vernässung neigende Böden, saure Böden, insbesondere schluffreiche 4. Alle wichtigen Bodeneigenschaften, die die Qualität eines Standorts massgeblich prägen, sollen durch Kahlschläge nicht wesentlich verschlechtert werden: <ul style="list-style-type: none"> > Wasser- und Nährstoffangebot > Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit > biol. Aktivität > Wasserrückhaltevermögen > chem. Pufferwirkung > Filterwirkung 5. Laubholzgebiete tiefer Lagen: erhöhte Gefahr von Frostschäden 6. Auf vielen Standorten: nach Kahlschlag wächst üppige Schlagflora; dadurch starke Konkurrenz zur Naturverjüngung 	<ol style="list-style-type: none"> A. Die Qualität der Standorte soll nicht massgeblich verschlechtert werden. Deshalb sind Kahlschläge auf ‚wenig empfindliche‘ Standorte zu beschränken. B. Diese ‚wenig empfindlichen‘ Standorte sollen in einem Fachbericht präzise definiert werden. C. Für Kahlschlag ungeeignete Standorte sollen auf der passenden Ebene, z.B. in Waldentwicklungsplänen, bezeichnet oder indirekt über die Waldfunktionen berücksichtigt werden.

Erläuterungen:

Standortsfaktor Boden

Bodenfunktion	Bestimmende Bodeneigenschaften	Ablaufende Prozesse	Empfindliche Böden
<i>Puffer</i>	Wichtige Puffersubstanzen sind Karbonate, Silikate, Basen sowie Al- und Fe-Oxide. Versauerung bringt Abnahme des pH-Wertes und / oder Abnahme der Basensättigung.	Nach Kahlschlag ergibt sich durch erhöhte biologische Aktivität ein Stickstoffschub (Ammonium / Nitrat), wodurch vermehrt Säuren in den Boden gelangen. Damit verbunden ist eine Auswaschung von Basen aus dem Boden, eine Verminderung des Puffervermögens des Bodens und bei Überschreiten der Pufferkapazität eine Abnahme des pH-Wertes.	Abnahme der Basensättigung: in allen sauren Böden; pH-Abnahme: vor allem pH-Bereich 4.6-7.0 Auf sehr sauren Böden wird die bereits geringe Versorgung mit basischen Kationen durch Kahlschlag weiter verschlechtert.
<i>Filter</i>	Filterwirkung haben vor allem Stoffe mit ‚aktiver‘ Oberfläche, wie Ton, Humus und Oxide. Die Filterprozesse sind stark vom pH-Wert abhängig.	Nach Kahlschlag nimmt einerseits die Erosion (durch Wasser weggeschwemmte Partikel) zu. Andererseits erhöht sich die Konzentration von gelösten Stoffen im Bodenwasser durch erhöhte Mineralisierung und durch das Wegfallen der Stoffaufnahme durch die Bäume. Da gleichzeitig mehr Sickerwasser vorhanden ist, verlassen insgesamt grössere Stofffrachten das System. Zudem: Bei Böden, in denen der pH-Wert nach Kahlschlag abnimmt: grössere Mobilität verschiedener Stoffe, v.a. Schwermetalle und Nährstoffkationen. Gefahr von Nitratauswaschung in nicht vernässten Böden (keine Denitrifikation).	Vor allem durchlässige, saure Böden mit organischer Auflage: Auswaschung von Schwermetallen und Nährstoffkationen Nitratauswaschung: vor allem dort, wo viel Stickstoff eingetragen wird und gleichzeitig tiefes C/N-Verhältnis (= hoher N-Sättigungsgrad) Besonders heikel: Gebiete mit Trinkwasserfassungen
<i>Wuchsort für Pflanzen</i>	Pflanzen brauchen: Wasser und Nährstoffe, die verfügbar sind Negativ für Pflanzen: schädliche Stoffe (Bodenfruchtbarkeit) Entscheidend: Eigenschaften im Wurzelraum der Pflanzen (Bäume).	Nährstoffverfügbarkeit: kurzfristig erhöht durch stärkere Mineralisierung, mittelfristig vermindert durch Nährstoffauswaschung. Verlauf ungünstig: genau dann viele Nährstoffe zur Verfügung, wenn Kahlfäche noch wenig bewachsen ist; im Stangenholzalter, bei hohem Bedarf, ist Nährstoffangebot reduziert. Keimbeet und oberer Teil des Wurzelraumes: oft stark ausgetrocknet, Verjüngung erschwert. Tiefere Schichten: oft stärker vernässt; Mächtigkeit und Qualität des verfügbaren Wurzelraumes und Verankerung der Bäume vermindert. Wahrscheinlichkeit für Bodenverdichtung bei Kahlschlagbewirtschaftung grösser als bei traditioneller Waldnutzung.	Abnahme der Bodenfruchtbarkeit: mittelfristig auf sauren Böden sowie auf Böden, die zur Vernässung durch Stau- oder Grundwasser neigen; hier auch Verankerung der Bäume reduziert. Oberflächliche Bodenaustrocknung: auf stark besonnten, durchlässigen Böden bei gleichzeitig trockenem Klima. Verdichtung durch Befahren: fast alle Böden stärker gefährdet. Schlagflora inkl. Brombeere sehr konkurrenzstark (Nährstoffschub): fast alle Böden
<i>Lebensraum für Bodenorganismen</i>	Lebensbedingungen bestimmt durch: pH-Wert, Wasser- und Lufthaushalt sowie Humus-	Hohe Komplexität des Systems, dadurch Auswirkungen schwer abschätzbar! Organismen an vielen Prozessen beteiligt: Ab- und Umbau der organi-	Lebensraum der Bodenorganismen: vor allem auf vernässten Böden beeinträchtigt; Verschlechterung des Lufthaushalts benachteiligt

	gehalt und –qualität. Diese werden durch Kahlschlag beeinflusst, damit auch Lebensraum der Bodenlebewesen.	schen Substanz, Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanzen, Gefügebildung. Positiv: Mineralisierungsschub mit erhöhter biologischer Aktivität; Negativ: Austrocknung oder Vernässung des Bodens (je nach Typ); Abnahme des pH-Wertes reduziert Artenvielfalt der Organismen; Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen oft gestört.	aerobe Organismen; vermehrt Spezialisten, welche anaerobe Phasen ertragen.
--	--	---	--

Standortsfaktor Klima

Durch Kahlschlag wird das Bestandesklima abrupt verändert; ein ähnliches Klima wie im Freiland etabliert sich. Auswirkungen einiger klimatischer Faktoren auf Bestand und Boden:

- Frost ist häufiger; Verjüngung empfindlicher Baumarten gefährdet
- Direkte und intensive Sonneneinstrahlung; günstig für das Aufkommen von Lichtbaumarten, ungünstig für Schattenbaumarten
- Starke Einstrahlung; Austrocknung des Keimbeetes und des Oberbodens, v.a. auf trockenen und wechselfeuchten Böden
- Starkniederschläge werden nicht gedämpft (fehlendes Kronendach) und erreichen mit voller Wucht die Bodenoberfläche; Anstieg der Bodenerosion, besonders in Böden mit wenig oder instabilem Gefüge

Standortsfaktor Relief

Das Relief steht als Standortsfaktor in Beziehung zum Boden und zum Klima. Solche Beziehungen sind:

- Bodenerosion erfolgt vor allem in steilen Lagen
- Mulden neigen nach Kahlschlag zu stärkerer Vernässung, Kuppen eher zur Austrocknung

LITERATUR:

Blaser P. et al. (2005) Waldböden der Schweiz, Band 2. Regionen Alpen und Alpensüdseite. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Hep –Verlag. , 920 S.
Walthert, L. et al. (2004) Waldböden der Schweiz, Band 1. Grundlagen und Region Jura. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Hep Verlag. 768 S.
Rehfuess, K.E. (1990) Waldböden – Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. 2. Auflage. Verlag Paul Parey (Pareys Studentexte; Nr. 29). 294 S.

Handlungsspielraum für den Waldbau

VORTEILE	NACHTEILE	Bewertung	Empfehlung
<ul style="list-style-type: none"> - Pionierbaumarten werden gefördert; aber: die meisten Baumarten verjüngen sich im Halbschatten am besten (ausser: Fö, Lä, SEr). 	<ul style="list-style-type: none"> - Waldbauliche Handlungsspielräume in strukturierten Beständen mit Schattenbaumarten am grössten; Kahlschlag verunmöglicht solche Bestände auf viele Jahrzehnte hinaus. - Plenterbewirtschaftung langfristig ausgeschlossen. - Schattenbaumarten gehen stark zurück. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kahlschläge beeinflussen Struktur eines Bestandes weit über 100 Jahre hinaus. Nach Kahlschlag dauert es 2–3 Baumgenerationen, bis sich ein Klimawald entwickelt hat. In 1. Generation dominieren Lichtbaumarten; Buche und Tanne als zentrale Baumarten vieler Standorte nur spärlich vertreten. 2. Kahlschläge führen zu gleichförmigen, wenig strukturierten Beständen. 3. In Wäldern, wo die Option ungleichförmiger Bestände mit Schattenbaumarten offen bleiben soll, dürfen keine Kahlschläge erfolgen. 4. Aus Sicht der Bestandesentwicklung: Kahlschlag schränkt den waldbaulichen Handlungsspielraum gegenüber der Dauerwaldbewirtschaftung massiv ein. Beim Kahlschlag sind nötige Arbeiten und Holzsortimente weitgehend vorgegeben. Dauerwald lässt zeitlich und in Bezug auf das Baumartenspektrum grossen Handlungsspielraum offen. 	<ol style="list-style-type: none"> A. Wo die Option auf vielfältig strukturierte Wälder offen bleiben soll (v.a. Plenterwald, Dauerwald), muss auf Kahlschlag verzichtet werden. Für ungleichförmige Strukturen eignen sich besonders saure Standorte und Bergwälder mit Buche und Tanne. B. Wo Schattenbaumarten gewünscht sind, muss auf Kahlschlag verzichtet werden. C. Mit gezielter Vorverjüngung und dem Belassen der Pioniergehölze können die Nachteile eigentlicher Kahlschläge teilweise vermindert werden. D. Falls der waldbauliche Handlungsspielraum aufgrund des Ausgangsbestandes ohnehin gering ist, ist Kahlschlag eher vertretbar.

Erläuterungen:

Die langfristige Betrachtung von Wäldern zeigt erst, wie Ursache und Wirkung bezüglich Struktur und Mischung um Jahrhunderte auseinander liegen können. Eine Weisstannen-Studie zeigt auf, dass mehrere Faktoren, die bis ins 18. Jahrhundert zurück gehen, die heutige Zusammensetzung der Wälder noch immer beeinflussen. Ein grosser waldbaulicher Handlungsspielraum erlaubt nicht nur, forstliche Eingriffe terminlich zu variieren, sondern auch bezüglich Holzart und Qualität verschiedene Ziele anzupeilen.

LITERATUR:

- Fachstelle für Gebirgswaldpflege (Hrsg.) (2000) Die Weisstanne - Abies alba. 6 Faltblätter. Försterschule Maienfeld.
- Frehner, M.; Wasser, B.; Schwitter, R., (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Vollzug Umwelt; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 564 S.
- Leibundgut H. (1993) Europäische Urwälder. Haupt Bern. 260 S.
- Ott E. et al. (1997) Gebirgsnadelwälder: Praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung, Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 286 S.
- Otto H.J. (1994) Waldökologie. Ulmer Stuttgart, 391 S.
- von Wyl B. (2005) Geschichte der Tanne im Entlebuch. Schlussbericht eines Teilprojektes im Rahmen des WSL-Programms Wald-Wild-Kulturlandschaft WWK. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. 46 S. plus Anhang