



KANTON AARGAU

Departement  
Bau, Verkehr und Umwelt  
Abteilung Wald



Aargauischer Försterverband



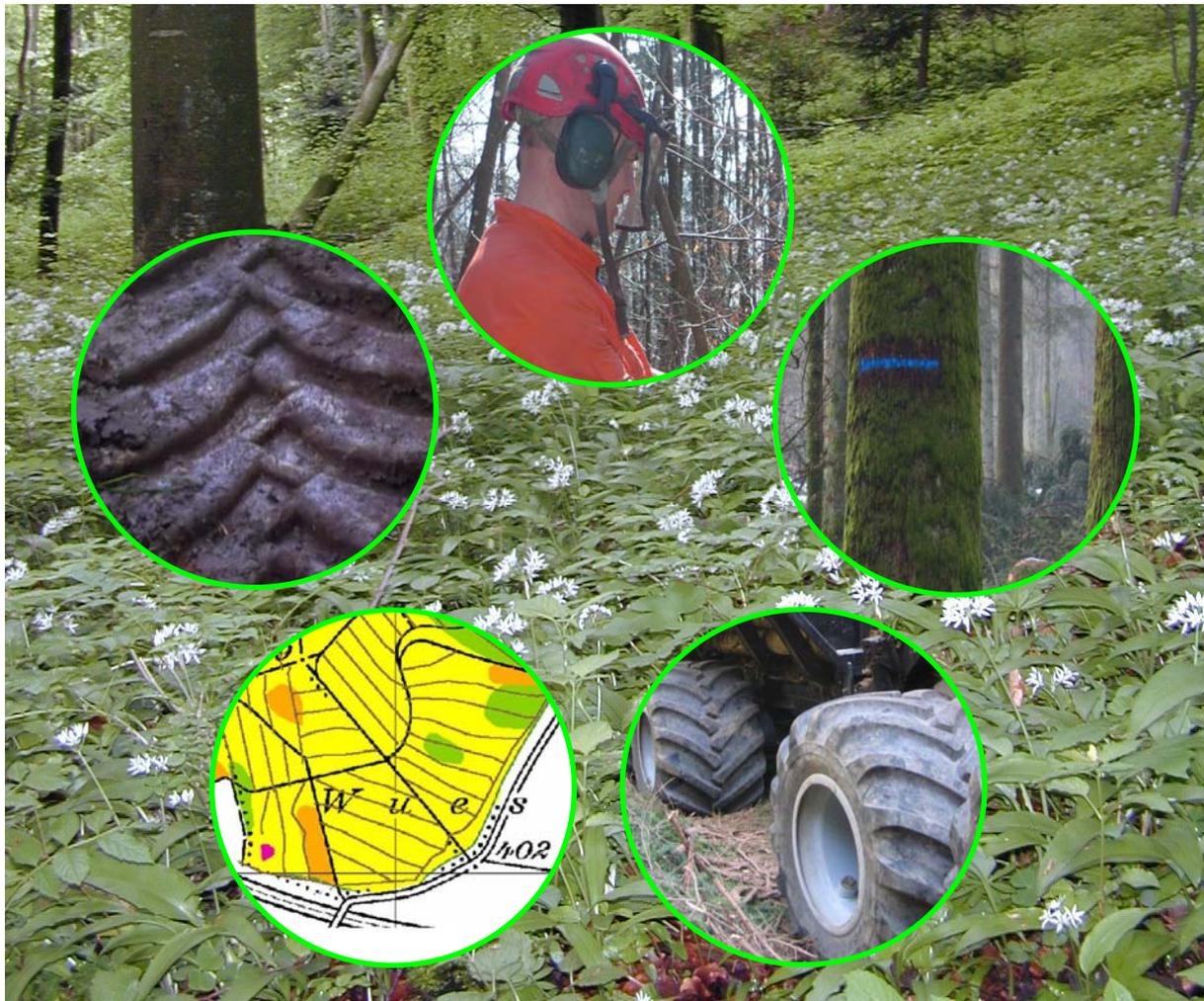
REGION AARGAU  
FORSTUNTERNEHMER SCHWEIZ  
ENTREPRENEURS FORESTIERS SUISSE



Aargauischer Waldwirtschaftsverband

## Empfehlungen für den Bodenschutz im Wald

Stand: 29.06.2011



## Inhalt

1. Bodenschutz - eine komplexe Aufgabe	3
2. Grundlagen	4
3. Status	4
4. Feinerschliessung	5
4.1. Planungsgrundsätze	5
4.2. Rücksicht auf Naturschutzobjekte	6
4.3. Dokumentation und Markierung	6
4.4. Nutzung der Feinerschliessung	6
5. Bauliche Massnahmen für den Bodenschutz	6
6. Grundsätze Maschinenteknik	7
7. Verantwortlichkeiten im Bodenschutz	8
8. Organisatorische Möglichkeiten für den Bodenschutz	9
9. Anhang	10
9.1. Spurtypen	10
9.2. Definitionen	11

# 1. Bodenschutz - eine komplexe Aufgabe

Eine nachhaltige Nutzung des Waldes setzt voraus, dass die Produktionskraft des Bodens langfristig erhalten bleibt. Seit ungefähr 30 Jahren besteht Konsens darüber, dass Waldböden nicht flächig befahren werden soll. Planung und Anlage von Feinerschliessung werden in der forstlichen Ausbildung gelehrt und in zahlreichen Betrieben bereits vorbildlich umgesetzt. Vor allem Bestände, welche vollmechanisiert bewirtschaftet werden, sind systematisch erschlossen. In starken Baumhölzern und jungen Beständen ist dies nur teilweise der Fall. In Verjüngungsphasen, bei Stürmen oder bei personellen Wechsels gehen vorhandene Feinerschliessungen oft verloren. Dadurch kann es zu einer schleichenden flächigen Befahrung kommen. Bodenschutz ist nur möglich, wenn die Feinerschliessung eine langfristig hohe Verbindlichkeit bekommt. Mit langfristig ist ein Zeitraum von rund 100 Jahren gemeint; auch die Regeneration verdichteter Böden spielt in solchen Grössenordnungen.

Mechanische Überbelastungen des Bodens bei der Waldbewirtschaftung führen zu Verdichtungen und Wurzelverletzungen. Dadurch wird die Leitfähigkeit von Luft und Wasser im Boden vermindert und das Feinwurzelswachstum gestört. All dies beeinträchtigt die Stabilität und Gesundheit der Bäume und wirkt sich negativ auf den Zuwachs und letztlich auf den finanziellen Ertrag aus. Bodenschutz liegt deshalb im Interesse des Waldeigentümers.

Die Waldböden mit ihren kleinräumig stark unterschiedlichen Eigenschaften sowie die Witterung sind von der Natur vorgegeben. Wichtige Einflussmöglichkeiten bestehen aber bei der strategischen Planung: Wahl von Holzernteverfahren, Planung des Feinerschliessungsnetzes, Beschaffung von Maschinen oder Zusammenarbeit mit Forstunternehmern. In der Jahresplanung spielen organisatorische Aspekte eine wichtige Rolle: Bodenoptimierte Holzschlagplanung, Anzeichnen von Ausweischschlägen, Qualitätssicherung bei der Arbeitsvergabe/-abnahme. Selbst bei veränderten Bedingungen während der Arbeitsausführung (z. B. bei Regen) kann der Boden geschont werden: Anpassen des Arbeitsverfahrens, Nicht-Befahren bestimmter Rückegassen, Arbeitsunterbruch, Umsetzen in Ausweischschläge. Dabei ist eine gute Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Waldeigentümern, Revierförstern, Betriebsleitern, Maschinisten, Forstwarten, Forstunternehmern und Behörden eine wichtige Voraussetzung.

Bodenschutz kann nicht losgelöst von Kostenfragen betrachtet werden. Der Bodenschutz ist ein Kompromiss zwischen tolerierter Beeinträchtigung des Bodens und Mehraufwand. So sind grosse Rückegassenabstände zwar bodenschonender, können aber höhere Bestandschäden und Erntekosten verursachen. Andererseits bringt der Bodenschutz auch finanzielle Vorteile durch optimierte Betriebsabläufe (z. B. Feinerschliessung) und intakte Böden mit unvermindertem Zuwachspotential.

## 2. Grundlagen

Rechtliche Grundlagen:

- Umweltschutzgesetz (Art. 1, 33)
- Verordnung über Belastungen des Bodens (Art. 1, 2, 6, 13)
- Waldgesetz (Art. 1, 20)
- Waldverordnung (Art. 28)
- Waldgesetz des Kantons Aargau (§§ 1, 17, 19)

Fachliche Grundlagen:

- Verdichtungsrisikokarte Kanton Aargau (u. a. in BKOnline)
- WSL-Merkblatt für die Praxis Nr. 45 "Physikalischer Bodenschutz im Wald"

## 3. Status

Die Inhalte dieses Papiers sind gemeinsame fachliche Empfehlungen des Aargauischen Försterverbandes, des Aargauischen Waldwirtschaftsverbandes, der Forstunternehmer Schweiz (Region Aargau) und der Abteilung Wald. Die Umsetzung der "Empfehlungen für den Bodenschutz im Wald" führen zu einem guten fachlichen Standard im Sinne von "best practice". Dies ermöglicht eine Holzproduktion, welche praktisch umsetzbar ist und den Waldboden -nach heutigen Erkenntnissen- so gut wie möglich schützt. Änderungen dieser Empfehlungen sind nur möglich nach Anhörung und Übereinkunft aller beteiligter Partner.

## 4. Feinerschliessung

### 4.1. Planungsgrundsätze

1. Die Feinerschliessung wird für gesamte Feinerschliessungseinheiten geplant, unabhängig von Bestandesstrukturen, Entwicklungsstufen, waldbaulichen Massnahmen und - soweit möglich - Waldeigentum.
2. Vor Planungsbeginn ist grundsätzlich zu überlegen, ob eine Feinerschliessung überhaupt notwendig ist (in Abhängigkeit von Waldfunktion, Produktionsziel, Gelände, Strassenabstand, Hangneigung, Transportgrenzen), und welches Holzerntekonzept sinnvoll ist (Rückegassen, Maschinenwege, Seillinien).
3. Vorhandene Fahrspuren und Rückegassen sind soweit möglich in die Feinerschliessung zu integrieren. Dabei ist abzuwägen zwischen Bodenschutz (keine neuen Gassen neben vorhandenen Spuren) und Gebrauchstauglichkeit (unnötige Kurven, unregelmässige Abstände). Je gravierender bereits vorhandene Spuren sind, desto eher sind diese Linien weiter zu nutzen und befahrbar zu erhalten.
4. Die Feinerschliessungsdichte orientiert sich an der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden gemäss nachstehender Tabelle. Grundlage ist die Verdichtungsrisikokarte. Ein minimaler Rückegassenabstand von 20 m darf nicht unterschritten werden.

Verdichtungsrisiko <sup>1</sup>	empfohlener Abstand [m]	Pflanzensoziologische Standorte	Anteil Aargau <sup>2</sup>
gering	30 oder mehr	1, 2, 6a <sup>3</sup> , 7d, 7e, 8d, 8e, 9a, 10a, 12a, 12e, 14a, 15a, 16a, 19, 35, 38, 39, 41, 65, 66	37.1 %
mittel	30 oder mehr	7a <sup>3</sup> , 7aa, 7aB, 7eS, 7f, 8a, 8aa, 8eS, 8f, 9b, 14w, 15w, 16w, 18a, 29e	30.2 %
hoch	50 oder mehr	7aS <sup>3</sup> , 7b, 7c <sup>4</sup> , 7g, 8aS, 8b, 8c, 8g, 9g, 9w, 10w, 11, 12aS, 12g, 12w, 13a, 13e, 17, 18aS, 18g, 18w, 20, 26e, 28, 29a, 61, 62	24.4 %
sehr hoch	50 oder mehr	13g, 22a, 22e, 22C, 22U, 24a, 25a, 26a, 26f, 26g, 26w, 29, 46a, 46g, 48	4.5 %
nicht befahrbar	keine Rückegassen	27a, 27f, 27g, 27w, 30, 31, 43, 44, 45	1.3 %

5. Bei wechselndem Verdichtungsrisiko innerhalb einer Feinerschliessungseinheit richtet sich der Rückegassenabstand nach dem höheren Verdichtungsrisiko, sobald dieses mehr als ein Drittel der Rückegassenlänge ausmacht. Kleinflächige Stellen mit hohem oder sehr hohem Verdichtungsrisiko gemäss Verdichtungsrisikokarte bzw. lokaler Erfahrung sind nach Möglichkeit durch die Feinerschliessung zu umgehen.
6. Doppelschliessungen mit Maschinenwegen und Rückegassen sind zu vermeiden.
7. Übererschliessungen durch nicht parallele oder sich verzweigende Rückegassen sind zu vermeiden. Nicht mehr benötigte Feinerschliessungslinien sind definitiv aufzuheben.

<sup>1</sup> Siehe Verdichtungsrisikokarte

<sup>2</sup> Total 97.5 %; 2.5 % sind nicht kartiert.

<sup>3</sup> Auf geologischem Untergrund Löss werden die Standorte 6a, 7a und 7aS jeweils der nächst höheren Stufe des Verdichtungsrisikos zugeordnet. Dies betrifft nur die Region Möhlin/Rheinfelden/Magden.

<sup>4</sup> Im Studenland hat der Standort 7c Verdichtungsrisiko "mittel", im restlichen Kanton "hoch".

## 4.2. Rücksicht auf Naturschutzobjekte

8. In mit langfristigen Verträgen gesicherten Naturwaldreservaten und Altholzinseln wird keine Feinerschliessung geplant und umgesetzt.
9. In weiteren Naturschutzflächen oder Inventarobjekten erfolgt die Feinerschliessung mit Rücksicht auf die entsprechenden Naturschutzziele. Kleinflächige Besonderheiten sind zu berücksichtigen (z. B. Frauenschuh-Standorte).

## 4.3. Dokumentation und Markierung

10. Feinerschliessungsnetze sind lagegenau zu dokumentieren (wichtig bei personellen Wechseln und organisatorischen Veränderungen, während und nach der Verjüngungsphase, sowie im Katastrophenfall).
11. Rückegassen sind im Gelände so zu markieren, dass das angelegte Feinerschliessungsnetz unabhängig von Bestandesstruktur und Entwicklungsstufe auffindbar ist und bei allen Bewirtschaftungsmassnahmen genutzt werden kann.

## 4.4. Nutzung der Feinerschliessung

12. Waldflächen werden unabhängig von Maschinentyp und -grösse ausschliesslich auf dem Basis- und Feinerschliessungsnetz befahren.
13. Rückegassen und Maschinenwege sind Waldboden und gehören zur Produktionsfläche. Sie sind unter Berücksichtigung von aktueller Bodenfeuchtigkeit, Verdichtungsrisiko, Holzernteverfahren und Maschinenkonfiguration so zu benutzen, dass langfristig möglichst wenig "Spurtyp 3" (siehe Anhang) entsteht. Die technische Befahrbarkeit muss in jedem Fall erhalten bleiben. Ein Ausweichen neben unbefahrbare Gassen ist nicht zulässig.
14. In Hanglagen sollen Lastfahrten mit Schleppern und Forwardern auf Rückegassen nur bergab erfolgen. Davon ausgenommen sind Einsätze mit Traktions-Seilwinden.

# 5. Bauliche Massnahmen für den Bodenschutz

Befestigte Maschinenwege (Definition im Anhang):

Auf Standorten mit sehr hohem Verdichtungsrisiko (gemäss Verdichtungsrisikokarte) können ausnahmsweise befestigte Maschinenwege durch Einbau einer Tragschicht angelegt werden. Zulässig sind maximal 200m<sup>2</sup>/ha (inkl. Waldstrassen, entspricht einem Abstand von 50 m oder mehr). Die Befahrung beschränkt sich in diesem Fall auf die befestigten Maschinenwege und Waldstrassen, zusätzliche Rückegassen sind nicht zulässig. Eine Baubewilligung ist notwendig.

Geländeanpassungen auf Rückegassen:

Terrainanpassungen im Bereich von Rückegassen (Einfahrten, Böschungen, coupierete Stellen) bis 100 m<sup>2</sup> Fläche und 80 cm Höhe/Tiefe dürfen mit Zustimmung des Kreisforstamtes ohne Baubewilligung einmalig vorgenommen werden (§ 49 Abs. 1 lit. i BauV).

## 6. Grundsätze Maschinentechnik

Maschinentyp und -konfiguration sind von grosser Bedeutung für die Auswirkungen auf die Waldböden. Bei der Anschaffung neuer Maschinen sollte dem Bodenschutz ein entsprechend hoher Stellenwert eingeräumt werden, da damit die Weichen für längere Zeit gestellt werden. Beim Unternehmereinsatz besteht oft die Möglichkeit, eine den Verhältnissen entsprechende (bodenschonende) Maschine kurzfristig und flexibel einsetzen zu können.

Alle technischen Massnahmen zielen letztlich darauf ab, die Belastung pro Rad zu vermindern oder die Kontaktfläche zu erhöhen. Kleinere und somit leichtere Maschinen sind generell bodenschonender. Folgende Kriterien sind für die Belastung der Böden entscheidend (in der Reihenfolge ihrer Bedeutung):

1. Tiefes Gesamtgewicht
2. Tiefer Reifeninnendruck
3. Anzahl Räder
4. Breite Reifen
5. Ausgeglichene Gewichtsverteilung
6. Grosse Räder

Die Reduktion des Reifeninnendrucks ist die wirksamste Massnahme im Bereich Maschinentechnik. Sie kann auch kurzfristig und bei bereits vorhandenen Maschinen angewandt werden. Beispielsweise wird durch ein Absenken des Reifeninnendruckes von 4.0 auf 2.0 bar der Kontaktflächendruck um 50 bis 60% gesenkt und die Zugkraft um 15 bis 20% erhöht! Bei Schleppern kann der Reifeninnendruck auf 2.0 bar gesenkt werden. Bei Forwardern und Vollerntern liegt in Abhängigkeit von Maschine und Bereifung mit bis zu 1.5 bar noch mehr drin. Ein angepasster Reifeninnendruck erhöht aufgrund der besseren Bodenschonung die möglichen Einsatztage einer Maschine und damit die betriebliche Flexibilität. Ein tiefer Reifeninnendruck hat deshalb auch wirtschaftliche Vorteile.

Als weitere Möglichkeit kann mit begrenzter Zuladung gefahren werden. Ein voll beladener 20t-Forwarder ist aber bodenschonender und wirtschaftlicher als ein halb beladener 30t-Forwarder. Grundsätzlich sollten Forstmaschinen nicht überladen werden. Nicht zu unterschätzen sind die dynamischen Kräfte, welche beim Fahren und bei Kranarbeiten entstehen.

Normale Bogie-Bänder sind Traktionshilfen mit geringem Nutzen für den Bodenschutz (Traktionsbänder). Speziell für den Bodenschutz entwickelte Bogie-Bänder (Moorbänder) können den Bodendruck reduzieren. Nachteile sind aber ein geringer Seitenhalt bei Querneigungen, Schäden an den Waldstrassen, sowie zusätzliches Gewicht und erhöhte Kosten.

Ein Astteppich aus Nadelholz (Reisigmatte) nimmt die Traktionskräfte auf, absorbiert einen Teil des Druckes und verteilt diesen gleichmässiger. Nachteile sind das schlechtere Abtrocknen des Bodens, der konzentrierte Anfall von Biomasse, eine erhöhte Rutschgefahr am Hang sowie ein schlechter Untergrund für zukünftige Befahrungen (einige Jahre später). Der Astteppich erfüllt seine Funktion am besten bei einer Dicke von etwa 25 cm (vor dem Befahren).

## 7. Verantwortlichkeiten im Bodenschutz

Der **Waldeigentümer** trägt die Verantwortung für den Schutz des Waldbodens. Ausserdem liegt es in seinem eigenen wirtschaftlichen Interesse, dass die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhalten bleibt. Er fällt wichtige strategische Entscheide, bei denen der Bodenschutz den notwendigen Stellenwert haben muss. Damit verschafft er dem Betriebsleiter den nötigen Freiraum für eine langfristig nachhaltige Waldbewirtschaftung. Viele Waldeigentümer sind auf die Fachkompetenz des Försters angewiesen.

Der **Förster bzw. Betriebsleiter** trägt die Verantwortung in der Phase der Planung und Durchführung der Holzernte. Mit der Planung und Umsetzung der Feinerschliessung hat er entscheidenden Einfluss auf eine bodenschonende Holzernte. Er ist zuständig für die Qualitätssicherung bei der Holzernte und für eine klare Regelung der Kompetenzen. Dies betrifft das eigene Personal (Vorbildfunktion) und den Einsatz von Unternehmern und Landwirten. Als Revierförster mit hoheitlichen Aufgaben ist er verantwortlich für den Bodenschutz im eigenen Wald und im Privatwald.

Der **Forstunternehmer** ist verantwortlich für die Umsetzung der Vorgaben des Betriebsleiters. Er gibt klare Arbeitsanweisungen und definiert die Kompetenzen und Ansprechpersonen für wichtige Entscheide der Befahrbarkeit.

Der **Maschinenführer** ist als entscheidender Akteur beim Vollzug des Bodenschutzes unmittelbar für die Qualität der Arbeit verantwortlich. Er muss in Absprache mit dem Betriebsleiter die Befahrbarkeit von Rückegassen beurteilen und daraus die Konsequenzen ziehen können. Beim Einsatz und Unterhalt (Reifeninnendruck) seiner Maschine hat er einen grossen Einfluss auf den Waldboden.

Der **Forstwart** ist Teil der Arbeitskette. Ein Verständnis für bodenschonende Holzernte ist wichtig (spezielle Holzernteverfahren, Zufällen, Vorliefern).

Die **Behörden** (Abteilung Wald) stellen Grundlagen für den Bodenschutz und genügend Kapazität für Beratung zur Verfügung. Sie sorgen für Aus- und Weiterbildung und nehmen ihren Auftrag zur Aufsicht beim Bodenschutz wahr.

## 8. Organisatorische Möglichkeiten für den Bodenschutz

Auf organisatorischer Ebene können durch flexible Planung unter Berücksichtigung des Bodens folgende Möglichkeiten ausgeschöpft werden:

- Holzschläge auf schwierigen Böden dann ausführen, wenn die Bedingungen (ausnahmsweise) gut sind. Eventuell Ausweichen über mehrere Jahre.
- Bereitschaft zu Mehrarbeit (längere Arbeitseinsätze) bei guten Bedingungen (unternehmerisches Denken).
- Bei guten Bedingungen (z. B. trockener Oktober, je nach Bestand auch im Sommer) bewusst Schläge auf heiklen Böden vorziehen.
- Angezeichnete Holzschläge auf "einfachen" Böden bei guten Bedingungen zurückstellen bzw. als Arbeitsreserve oder Ausweichschläge für schlechtere Witterungsbedingungen vorsehen.
- Innerhalb eines Holzschlages bei guten Bedingungen zuerst die schwierigeren, schlechter erreichbaren Teile ausführen. Entlang von Waldstrassen Arbeitsreserven stehen lassen für schlechtere Witterungsbedingungen.
- Teilsortimente rücken (z. B. Wertholz im Bodenseilzug). Energieholz kann auch später (z. B. bei trockener Witterung im April) gerückt werden.
- Bei nassem Wetter Schläge ausführen, welche sowieso von der Strasse aus gemacht werden müssen (z. B. nicht befahrbare Hanglagen).
- Prüfung von alternativen Holzernteverfahren, z. B. Seilkraneinsatz.

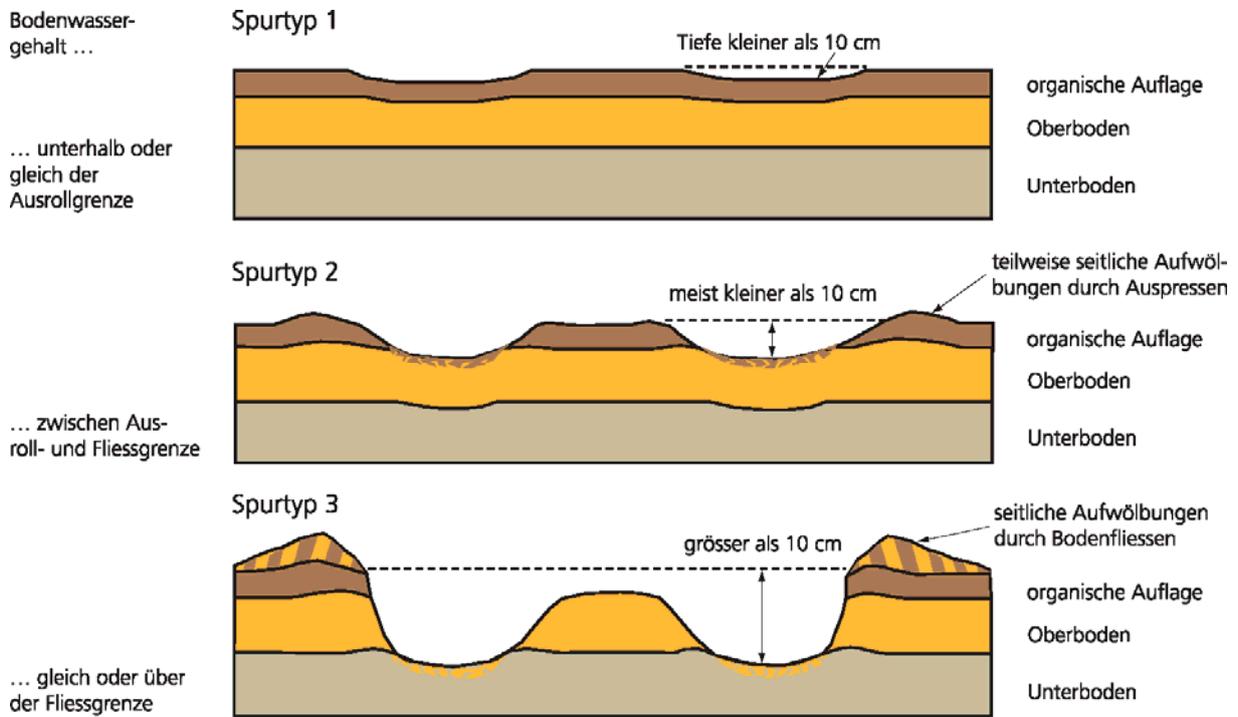
Bezüglich Bodenschutz sollten folgende Punkte Bestandteil von Ausschreibungen, Offerten und Verträgen sein:

- Gewünschte Arbeitsqualität (z. B. Anteil Spurtyp 3 im Bezug auf ein klar definiertes Feinerschliessungsnetz)
- Vorgaben zu Arbeitsverfahren, Maschinentyp und -einsatz
- Angaben zu Ausweichschlägen (soweit möglich)
- Regelung der Entschädigung für Arbeitsunterbrüche oder witterungsbedingte Maschinentransporte
- Grosszügige Termine bei Schlägen auf heiklen Böden (Endtermin in 2 – 3 Jahren festlegen, dabei Möglichkeit von Sommerschlägen definieren)
- Verantwortlichkeiten für die Arbeitsqualität
- Verantwortlichkeiten für Arbeitsunterbrüche
- Angaben zur Kontrolle und Abnahme der Holzschläge
- Angaben zur Empfindlichkeit des Bodens
- Feinerschliessungskarte und Angaben zur Markierung im Gelände.

## 9. Anhang

### 9.1. Spurtypen

Die Spurtypen 1 bis 3 sind folgendermassen definiert:



Quelle: Waldböden und Biogeochemie, WSL.

## Definitionen

### Waldstrasse:

Lastwagenbefahrbarer, mit einer Tragschicht befestigter und mit einer Verschleisschicht versehener Abfuhrweg, welcher bei jeder Witterung befahrbar ist. Gehört zur Basiserschliessung, nicht aber zur Feinerschliessung.

### Feinerschliessung:

Unter dem Begriff Feinerschliessung wird der aus den Elementen Rückegasse, Maschinenweg und Seiltrasse bestehende Teil der Walderschliessung verstanden. Die Feinerschliessung dient in erster Linie dem Transport des geernteten Holzes vom Bestand zum Polter an der Waldstrasse.

### Feinerschliessungseinheit:

Als Feinerschliessungseinheit wird die kleinste mögliche Waldfläche verstanden, welche durch Waldstrassen und Transportgrenzen (Bäche, Tobel, Steillagen) begrenzt wird, unabhängig von Revier- oder Eigentums Grenzen.

### Rückegasse:

Rückegassen sind unbefestigte, bestockungsfreie Linien im befahrbaren Gelände, die ohne bauliche Massnahmen durch Holzernte- und Rückemaschinen genutzt werden können.

### Rückegassenabstand:

Der Rückegassenabstand ist die Entfernung von Gassenmitte zu Gassenmitte.

### Maschinenweg:

Durch Erdbewegungen angelegter, nicht lastwagenbefahrbarer und unbefestigter Weg, welcher der Erschliessung von Beständen in technisch nicht befahrbarem Gelände, meist Hanglagen, dient. Eine Baubewilligung ist notwendig.

### Befestigter Maschinenweg:

Durch Tragschicht befestigte Rückegasse (ohne Verschleisschicht) auf nicht ausreichend tragfähigen Standorten (Verdichtungsrisiko sehr hoch). Eine Baubewilligung ist notwendig.

### Seiltrasse:

Seiltrassen sind bestockungsfreie Linien zum Betrieb von Seilanlagen.

### Kriterien zur Definition von Basis- und Feinerschliessung:

Kriterium	Waldstrasse	Maschinenweg	Rückegasse	Befestigter Maschinenweg
Erbewegungen	ja	ja	nein	ja
Fremdmaterial	ja	nein	nein	ja
Tragschicht	ja	nein	nein	ja
Verschleisschicht	ja	nein	nein	nein
lastwagenbefahrbar	ja	nein	nein	nein
Baubewilligung	ja	ja	nein	ja