

# Bestrebungen zur Verbesserung des Bodenschutzes in der Schweiz

Vorgehen und Lösungsansätze zum Schutz der Bodenfruchtbarkeit

Peter Lüscher, Stéphane Sciacca und Oliver Thees

**Zum Schutz des Bodens gelten in der Schweiz strenge Vorschriften. Die Bodenschutzanliegen werden im Umweltschutzgesetz über die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit definiert. Dabei gilt der Boden als fruchtbar, wenn er eine standortsspezifische, artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft, eine typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit der Vegetationsrückstände aufweist. Das Wachstum und die Qualität der Pflanzen sollen nicht beeinträchtigt werden. Auf den Wald bezogen muss die Selbsterhaltung der standortstypischen Lebensgemeinschaft Wald mit Naturverjüngung nachhaltig gewährleistet werden. Nur natürliche Faktoren dürfen das Wurzelwachstum der standortgerechten Baumarten beeinträchtigen.**

Ökologische Erkenntnisse, ökonomische Zwänge, technischer Fortschritt in der Waldarbeit und gesellschaftliche Ansprüche an den Wald bzw. die Waldwirtschaft entwickeln sich weiter und erfordern grundsätzliche Überlegungen hinsichtlich künftiger Konzepte im Bodenschutz. Mit den »ökologischen Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau« (Waldprogramm Schweiz 2004, WAP-CH) wurden für den Bodenschutz Zielgrößen und Indikatoren entwickelt, die den Schutz vor irreversiblen Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit sicherstellen.

Vor diesem Hintergrund entwickelte die Eidgenössische Forschungsanstalt WSL in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt und unterstützt von der TU München ein Projekt für die Umsetzung des »Physikalischen Bodenschutzes im Wald«. Folgende Elemente charakterisieren dieses Projekt:

- Bereitstellen bisher fehlender wissenschaftlicher Grundlagen
- Einrichten von Testflächen auf relevanten Standorten für Forschung und Ausbildung
- Durchführung von Fahrversuchen unter kontrollierten Bedingungen
- Definition der langfristigen Beeinträchtigungen und Ableitung einer praxismgerechten Formulierung auf der Grundlage von Fahrspurtypen
- Verknüpfung bodenphysikalischer und -biologischer Prozesskenntnis (Frey et al., S. 5–7 in diesem Heft)
- Untersuchung von Regenerationsmaßnahmen nach mechanischer Belastung (Lüscher et al., S. 11–12 in diesem Heft)
- Integration der betrieblichen und hoheitlichen Prozesse des physikalischen Bodenschutzes in forstliche Managementsysteme
- Entwickeln stufengerechter Ausbildungsunterlagen und -kurse (Lüscher et al., S. 33–34 in diesem Heft)
- Integration aller Interessensvertreter im Rahmen einer Projektbegleitgruppe



Abbildung 1: Der Spurtyp 3 weist mindestens 10 cm tiefe Fahrspuren bis in den Unterboden mit deutlich sichtbaren seitlichen Aufwölbungen auf.

## Was soll geschützt werden?

Gesunde Böden sind für die Erhaltung einer gesamtheitlichen Nachhaltigkeit im Wald eine grundlegende Voraussetzung. Sie stellen ein System mit großer Selbsterhaltungskraft dar und gewährleisten umfassend die Erfüllung aller Bodenfunktionen. Es ist daher wichtig, bei der Waldbewirtschaftung die gesetzlich verankerten Vorgaben des physikalischen Bodenschutzes, beispielsweise die Europäische Bodencharta, oder Schweizer Landesrecht wie das Umweltschutzgesetz oder die Verordnung über die Belastungen des Bodens einzuhalten (Europarat 1972; USG 1983; VBo 1998). Im Waldprogramm Schweiz (WAP-CH 2004) wurden Grundsätze für eine künftige Waldpolitik festgelegt. Die Erhaltung der Boden- und Trinkwasserqualität ist eines der fünf prioritären Ziele.

Das Befahren natürlich gelagerter Waldböden mit Forstmaschinen verursacht auf einem Großteil der im Schweizer Wald vorkommenden Böden im Bereich der Fahrspuren tiefgreifende und lang anhaltende Bodenveränderungen, die wichtige Bodenfunktionen beeinträchtigen (Schmider et al. 2003). Eingeschränkte Porenvolumina und Porenvernetzung verringern die Transportleistung des Bodens für Wasser und Luft. Bodenfruchtbarkeit setzt auf jeden Fall eine Versorgung der Wurzeln mit Wasser und Luft voraus. Befahrungsbedingte Bodenbeeinträchtigungen vermindern nicht nur im Keimbeet die Chancen für die Naturverjüngung drastisch, sondern beeinträchtigen das ungestörte Wurzelwachstum im gesamten Wurzelraum.

## Spurtypen: Unterschiedliche Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit

Für die Praxis sind Spurtypen zu definieren (Abbildung 2), die im Einklang mit Richt- und Prüfwerten (VBBö 1998) stehen müssen und auf diese Weise das Ausmaß der Beeinträchtigung zum Ausdruck bringen. Diese Werte betreffen die effektive Lagerungsdichte des Bodens, das Grobporenvolumen, die gesättigte Wasserleitfähigkeit sowie den Eindringwiderstand (BGS 2004; Lüscher et al. 2005).

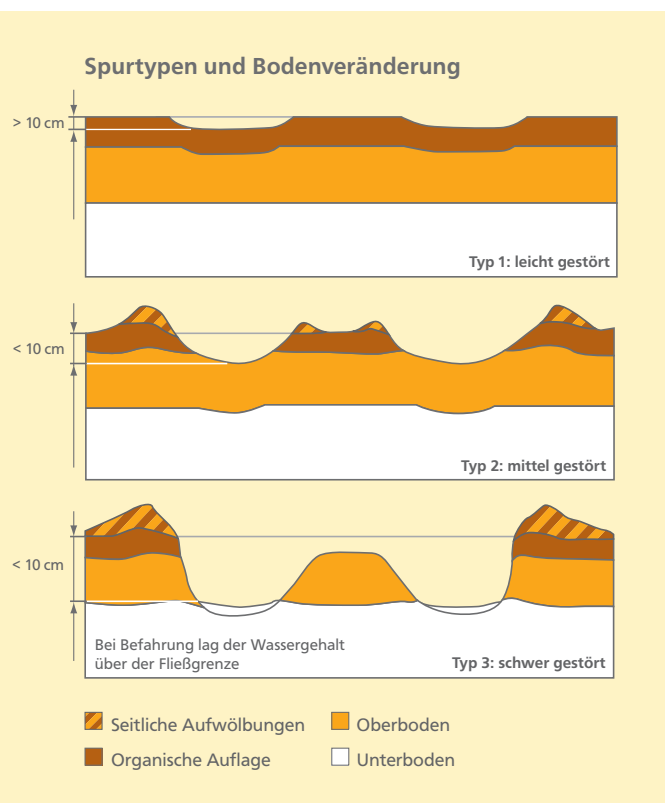


Abbildung 2: Visuelle Typisierung der Fahrspuren im Überblick

## Spurtypen auf einer Testfläche

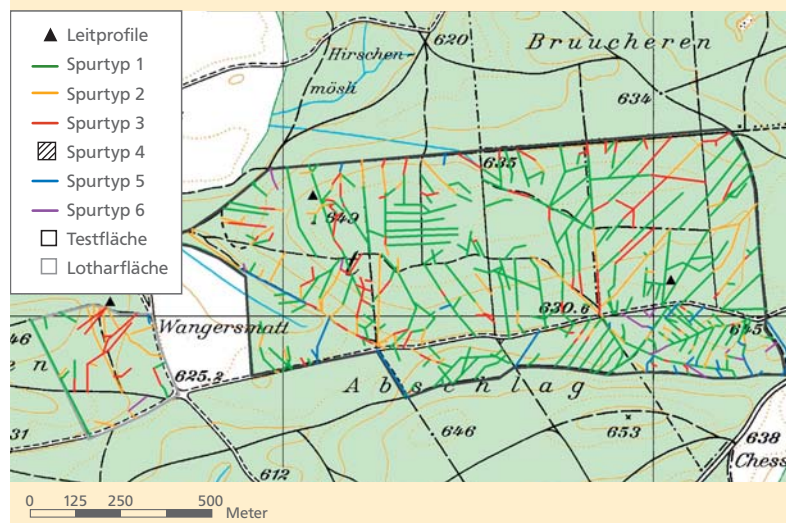


Abbildung 3: Testfläche Heiteren, Kanton Bern; Feinerschließung (Stand 2007), kartiert nach Spurtypen; die Spurtypen 1, 2 und 3 sind in Abbildung 2 erläutert. Beim Spurtyp 4 handelt es sich um flächiges Befahren, beim Typ 5 um nicht klassierbare und beim Typ 6 um vermutete, historische Spuren.

In unterschiedlichen Regionen des Schweizerischen Mittellandes wurden auf Testflächen im befahrbaren Gelände alle noch erkennbaren Fahrlinien kartiert, um einen Einblick in die heutige Situation der Fahrliendichte und Spurtypenanteile zu erhalten. Kartiert wird wie erwähnt auf der Grundlage einer eigens entwickelten Fahrspurtypisierung. Die Größe der Testfläche Heiteren im Kanton Bern (Abbildung 3) beträgt 95,3 Hektar. Die Dichte der aktuellen und historischen Fahrlinien liegt bei 276 Laufmetern pro Hektar und der mittlere Gassenabstand bei 36 Metern. Der Flächenanteil aller Fahrspuren an der gesamten Testfläche ist vergleichsweise gering und beträgt 3,7 Prozent; der Anteil des Spurtyps 3, der eine langfristige Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit darstellt, ist hierin enthalten und beträgt 1,2 Prozent. Auch wenn die Feinerschließungsplanung bisher nicht über die gesamte Fläche systematisch erfolgte, zeigt dieses Beispiel doch, dass eine solche Planung entscheidend mithilft, die Risiken langfristiger Bodenbeeinträchtigungen zu vermindern.

## Wo liegen die Schwierigkeiten, aber auch die Chancen?

Wechselwirkungen zwischen standörtlichen, maschinenbedingten und verfahrenstechnischen Faktoren sind schwierig zu erfassen und daher nur schwer abzuschätzen. Bodenbeeinträchtigungen zu prognostizieren sowie Grenzwerte für einen ökosystemverträglichen Maschineneinsatz herzuleiten und zu begründen, ist entsprechend schwierig und anspruchsvoll.

Bodenphysikalische Parameter in den einzelnen Spurtypen zeichnen die Auswirkungen der Belastung nach. Sie geben ein recht genaues Bild der befahrungsbedingten Veränderungen. Wenn auch auf Grund der großen Schwankungsbereiche nicht in allen Fällen eine statistische Absicherung von Unterschieden möglich ist, ergeben sich doch für den Spurtyp 3 als »langfristige Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit« deutliche Tendenzen (B. Frey et al., S. 5–7 in diesem Heft).

Neue Perspektiven bietet die Mikrobiologie. Erste Untersuchungen zeigen, dass eine Bodenverdichtung mikrobielle Aktivitäten und Lebensgemeinschaften beeinträchtigt. Anaerobe Verhältnisse in den verdichteten Fahrspuren fördern Bakterienarten, die an Sauerstoff limitierende Bedingungen angepasst sind, und verändern die mikrobiellen Gemeinschaftsstrukturen. Damit ergibt sich die Chance, über Bodenlebewesen die Bodenfruchtbarkeit zu beurteilen.

### Was muss erreicht werden?

Die Grundanforderungen an den »naturnahen Waldbau« orientieren sich in der Schweiz an folgenden Regeln:

- Rückegassen gehören zur Produktionsfläche, d. h., die Bodenfruchtbarkeit muss zumindest langfristig erhalten bleiben.
- Flächiges Befahren ist unter allen Umständen zu vermeiden, d. h., die Beeinträchtigungen müssen auf Rückegassen beschränkt werden.
- Rückgassen sind dauerhaft im Gelände zu kennzeichnen und/oder auf Plänen festzuhalten.
- Rückgassen sind auf Grund standortkundlicher Kriterien zu planen und anzulegen. Das Planungskonzept bezieht sich auf Feinerschließungseinheiten und nicht nur auf einzelne Holzschläge.
- Der Rückegassenabstand ist nach standörtlichen Voraussetzungen angepasst zu wählen, darf aber 20 Meter nicht unterschreiten.

Wenn diese Grundsätze beachtet und bei erhöhtem standortspezifischem Risiko rechtzeitig Vorkehrungen im Sinne der Bodenschonung getroffen werden, ist es möglich, langfristige Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit zu vermeiden. Grundlage der Vorsorge ist neben der Kenntnis von Bodeneigenschaften und Empfindlichkeiten auch das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Bodenprozessen und Technikeinsatz. Voraussetzung des bodenschonenden Maschineneinsatzes ist ein sorgfältig geplantes, auf den Standort abgestimmtes Feinerschließungssystem sowie eine verlässliche Ermittlung des aktuellen Bodenzustandes zum Zeitpunkt der Befahrung. Darauf aufbauend kann das Arbeitsverfahren gewählt, eine geeignete Maschine (Gewicht, Anzahl Räder) bestimmt und mit entsprechender Ausrüstung (Bereifung, Bogie-Bänder usw.) konfiguriert werden.

### Ausblick

Im Rahmen des dritten schweizerischen Landesforstinventars (LFI) werden zur Zeit auf dem LFI-Stichprobenraster Veränderungen von Waldböden auf Grund mechanischer Belastungen festgehalten. Damit wird ein gesamtschweizerischer Überblick erarbeitet. Von einer Piloterhebung aus dem Kanton Freiburg liegen erste Auswertungen für die Regionen Mittelland und Voralpen vor. Sie zeigen, dass Beeinträchtigungen je nach Region auf knapp fünf bis zehn Prozent der Stichproben vorkommen. In Einzelfällen wurden aber auch größere Beeinträchtigungen festgestellt.

Verpflichtende Maßnahmen auf der Vollzugsebene, vor allem im Bereich der Ausbildung der einzelnen Kantone sind für die Jahre 2010 bis 2012 vorgesehen.

### Literatur

BGS (2004): *Definition und Erfassung von Bodenschadverdichtungen*. Dokument 13, Positionspapier der BGS-Plattform Bodenschutz. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen

Europarat (1972): *Europäische Bodencharta*. Brüssel

Lüscher, P.; Thees, O.; Frutig, F. (2005): *Physikalischer Bodenschutz im Wald ist kein Luxus*. Zürcher Wald 6, S. 10–13

Schmider, P.; Winter, D.; Lüscher, P. (2003): *Wälder im Kanton Thurgau. Waldgesellschaften, Waldstandorte, Waldbau*. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft 58, 268 S. mit Übersichtskarte

USG (1983): *Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Okt. 1983*. AS 1984 1122, SR 814.01. EDMZ, Bern

VBBö (1998): *Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens*. SR 814.0. EDMZ, Bern

WAP-CH (2004): *Waldprogramm Schweiz, Schlussbericht: Schwerpunkt Waldschutz*. Schriftenreihe Umwelt Nr. 363, BUWAL

---

Dr. Peter Lüscher ist Senior Consultant in der Forschungseinheit »Boden-Wissenschaften« der WSL in Birmensdorf.

[peter.luescher@wsl.ch](mailto:peter.luescher@wsl.ch)

Stéphane Sciacca ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt »Mechanische Belastung von Waldböden« in der »Forschungseinheit »Boden-Wissenschaften«.

[stephane.sciacca@wsl.ch](mailto:stephane.sciacca@wsl.ch)  
Dr. Oliver Thees leitet das Forschungsprogramm »Management einer zukunftsfähigen Waldnutzung« in der Forschungseinheit »Forstliche Produktionssysteme« der WSL.