

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 85 (2023)

Heft: 1

Artikel: Waldböden schonend befahren

Autor: Lüscher, Peter / Frutig, Fritz / Walser, Marco

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082396>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Waldböden schonend befahren

Im Wald kann der Boden durch das unsachgemäße Befahren mit Forstmaschinen leiden. Dieser Beitrag vermittelt Tipps, was man in Sachen Bodenschutz im Wald besser machen kann.

Peter Lüscher, Fritz Frutig und Marco Walser*

Waldböden mit Forstmaschinen zu befahren, führt auf vielen Waldbodentypen im Bereich der Fahrspuren zu langfristigen Veränderungen, die sich auf die Bodenfunktionen auswirken: Eingeschränkte Porenvolumina und Porenvernetzungen reduzieren die Transportleistung des Bodens für Wasser und Luft. Die Versorgung der Wurzeln mit Wasser und Luft ist aber eine Voraussetzung für die Bodenfruchtbarkeit. Eine reduzierte Bodenfruchtbar-

keit beeinträchtigt wiederum die Leistungsfähigkeit der Holzproduktion. Auch die Leistungen des Waldes, an denen ein öffentliches Interesse besteht, wie Klima- und Trinkwasserschutz, sind gefährdet. Die Herausforderung für Waldbesitzer ist also, die Ressource Waldboden zu schonen und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der Holzproduktion zu erhalten.

Empfindliche Böden

Die Verdichtungs- und Verformungsempfindlichkeit eines Bodens hängt von der aktuellen Bodenfeuchte und damit vom Witterungsverlauf ab. Außerdem spielen Kornverteilung, Steingehalt, Ausprägung der Wechselfeuchte, Humusgehalt und Hangneigung eine Rolle. Je höher der

Wassergehalt im Boden, desto niedriger sind die Reibungskräfte zwischen den Bodenteilchen, was zu einer niedrigeren Tragfähigkeit führt. Als einfache Faustregel gilt für durchlässige Böden (beispielsweise sandreiche Böden), nach einem mittleren Niederschlagsereignis mindestens drei regenfreie Tage abzuwarten, bevor man die Fläche bodenschonend befahren kann. Grobkörnige und/oder steinhaltige Böden mit einem geringen Humusgehalt im Oberboden sind kaum empfindlich. Feinkörnige und/oder steinarme Böden mit grossem Humusgehalt im Oberboden weisen hingegen ein grösseres Gefährdungspotenzial auf. Die Bodenempfindlichkeit steigt aber auch mit zunehmender Hangneigung. Gefrorene Böden sind weniger

* Peter Lüscher und Fritz Frutig waren und Marco Walser ist an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in der Schweiz tätig. Dieser Artikel basiert auf dem WSL-Merkblatt «Physikalischer Bodenschutz im Wald».



Auch im Wald muss dem Befahren der Böden eine besondere Aufmerksamkeit zukommen, ansonsten es zu irreparablen Schäden kommen kann. Bilder: agrarfoto.com, F. Frutig, M. Walser



Das Befahren von Waldböden mit Forstmaschinen bewirkt Verdichtungen und Verformungen im Boden.

befahrungsempfindlich. Ob ein Boden in einem bestimmten Zustand schonend befahrbar ist, hängt auch von der eingesetzten Maschine ab (Gewicht, Bereifung usw.). Die Konsequenzen des Befahrens sind nicht nur im Oberboden zu finden, sondern auch im Unterboden. Verdichtungen im Unterboden werden vor allem durch hohe Radlasten verursacht.

Feinerschliessung anlegen

Man sollte die Feinerschliessung (Rückegassen, Maschinenwege und Seillinien) für jede Feinerschliessungseinheit und nicht nur für einen einzelnen Holzschlag planen. Als Faustregel für die Abgrenzung einer Feinerschliessungseinheit gilt, dass kein Holz über deren Grenzen gerückt wird. Grenzen sind häufig Waldstrassen, können aber auch Gewässer, Felspartien oder Waldränder sein. Eine gut geplante Feinerschliessung hilft mit, den Anteil der befahrenen Waldfläche möglichst gering zu halten und das Risiko von Bodenbeeinträchtigungen auf festgelegte Fahrlinien zu beschränken. Wenn Rückegassen auf einer Karte eingezeichnet und im Gelände markiert sind, findet man sie für jeden künftigen Eingriff rasch wieder.

Befahrungsempfindlichkeit

Um die Befahrungsempfindlichkeit berücksichtigen zu können, ist eine entsprechende Einstufung der Waldböden notwendig. Sie bildet die Grundlage für die Wahl der Maschinen und der Arbeitsverfahren sowie die Terminplanung der Holzschläge. Grundsätzlich sollten Sie Holzschläge auf Böden mit hoher Befahrungsempfindlichkeit dann ausführen, wenn die Bedingun-

gen günstig sind, z. B. in Frostperioden und bei trockener Witterung. Bei Holzschlägen auf weniger befahrungsempfindlichen Böden sind Sie flexibler.

Vorgaben für Bodenschutz

In den Verträgen mit Forstunternehmern und den Arbeitsaufträgen für eigenes Personal empfiehlt es sich, verbindliche Regelungen für den Bodenschutz zu treffen. Man sollte beispielsweise einfordern, ausschliesslich auf den Rückegassen zu fahren und die Arbeiten bei hoher Bodenfeuchte zu unterbrechen.

Kontaktflächendruck verringern

Der mittlere Kontaktflächendruck eines Rades lässt sich aus der Radlast und der Aufstandsfläche des Reifens herleiten. Der tatsächliche Kontaktflächendruck kann bis zu drei Mal höher sein, weil beim Fahren

Befahren belastet

Für die Umsetzung des physikalischen Bodenschutzes wurde in der Schweiz eine Typisierung der Fahrspuren entwickelt (siehe Grafik Seite 41). Spurtyp 1 stellt eine Pressung der organischen Auflagehorizonte in der Form von Reifenabdrücken dar, die Spurhöhe beträgt weniger als 10 cm. Spurtyp 2 befindet sich im Bereich der plastischen Verformung mit einer deutlichen Vertiefung von meist weniger als 10 cm im A-Horizont (dunkler Durchmischungshorizont aus mineralischer Feinerde und abgebautem organischem Material). Beginnende seitliche Aufwölbungen des Oberbodens (A-Horizont) sind möglich. Der Spurtyp 3 wird durch drei Merkmale charakterisiert, die alle erfüllt sein müssen: Spurhöhe in der Regel grösser als 10 cm, bis in den Unterboden reichend und deutlich ausgeprägte seitliche Aufwölbungen vorhanden. Spurtyp 3 weist nicht nur eine grössere Tiefenwirkung, sondern auch eine grössere Breitwirkung auf als die Spurtypen 1 und 2.

und Arbeiten auf der Rückegasse dynamische Kräfte wie Beschleunigung, Verzögerung, Vibrationen und Kraftmomente aus der Kranarbeit oder dem Überfahren von Hindernissen auftreten. Massgebend für die Bodenbelastung sind die Räder mit dem jeweils höchsten Kontaktflächendruck. Deshalb sollte man eine möglichst ausgewogene Verteilung der Maschinenmasse zwischen Vorder- und Hinterachse anstreben. Das ist insbesondere bei Rückefahrzeugen mit wechselnden Beladungszuständen schwierig zu erreichen. Im beladenen Zustand liegen hier häufig 60–70% der Masse auf der Hinterachse. Den Kon-



Fahrspur mit Vernässungsmerkmalen. Reduktionsfarben (graublau) und Rostflecken sind ein Hinweis auf die eingeschränkte Durchlüftung. Durch das Befahren wurde der Porenraum verkleinert.



Eine systematisch geplante Feinerschliessung ist die Grundvoraussetzung für einen effizienten Bodenschutz im Wald.

taktflächendruck kann man grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten verringern: Radlast verkleinern und Kontaktfläche vergrössern. Eine geringe maximale Radlast und ein niedriger Reifenfülldruck verbunden mit breiten Reifen sind die wirksamsten Massnahmen, um den Kontaktflächendruck zu verringern.

Bogebänder oder Raupen

Bogebänder sind Stahl- oder Kunststoffbänder, die über die Räder einer Pendelachse aufgezogen werden. Ihr ursprüngli-

cher Zweck war, die Traktion und die Sicherheit am Hang zu verbessern. Mit dem Ziel der bodenschonenden Befahrung wurden später sogenannte tragende Bänder entwickelt, die sich für den Einsatz auf schlecht tragfähigen Böden in ebenem und leicht geneigtem Gelände eignen. Mit diesen Bogebändern lassen sich die Einsatzmöglichkeiten der Maschine erweitern und durch die geringere Abhängigkeit von der Witterung die Anzahl jährlicher Einsatztage erhöhen. Diesen Vorteilen steht jedoch eine Reihe von Nachteilen gegen-

über. Mit Raupenfahrwerken werden hingegen vor allem Vollernter für den Einsatz am Hang ausgerüstet, um die Geländegängigkeit, insbesondere die Steigfähigkeit, zu verbessern. Sofern die Raupen tatsächlich auf der Bodenoberfläche aufliegen, ist die Kontaktfläche gegenüber vergleichbaren Radfahrzeugen beträchtlich grösser und der Kontaktflächendruck entsprechend geringer. Rückegassen weisen aber häufig Unebenheiten auf, so dass lange und starre Raupen häufig nur teilweise Bodenkontakt haben. Als Folge davon können punktuell sehr hohe Kontaktflächendrücke entstehen. Raupenfahrwerke mit vertikal beweglichen Laufrollen sollen auch bei grosser Bodenrauheit die Anpassung der Raupenketten an die Geländeoberfläche verbessern. Eine andere Lösung mit dem gleichen Ziel stellt eine knickgelenkte Maschine mit vier einzelnen, pendelnd aufgehängten Raupenfahrwerken dar.

Schlupf minimieren

Die beim Fahren durch die Reifen erzeugten Scherkräfte im Boden unterbrechen die Porenkontinuität. Besonders nachteilig wirkt sich das Durchdrehen der Antriebsräder, der sogenannte Reifenschlupf, aus. Mit konstruktiven Massnahmen wie Allradantrieb, hydrostatischen Fahrantrieben, möglichst ausgeglichener Gewichtsverteilung sowie einem niedrigen Reifenfülldruck können Sie diesen Schlupf minimieren. Beim Rücken am Hang sollte die Lastfahrt möglichst abwärts erfolgen. Bei kritischer Bodentragfähigkeit kann allenfalls die Leerfahrt aufwärts über Waldstrassen durchgeführt werden. Mit einer Traktionshilfswinde, bei der die Seilgeschwindigkeit mit dem Fahrantrieb synchronisiert wird, können Sie den Schlupf praktisch ganz aufheben.

Auf Rückegassen bleiben

Maschinen dürfen die Feinerschliessungslinien nicht verlassen. Insbesondere bei Forstraktoren mit Rückekränen ist die Versuchung gross, mit der Maschine links und rechts von der Rückegasse aus in den Bestand zu fahren, um mit dem Kran weiter entfernt liegendes Holz zu erreichen.

Reisigmatten anlegen

Eine Reisigmatt auf der Rückegasse bewirkt eine gleichmässigere Verteilung der Kräfte im Boden und mindert die Auswirkungen der Radlasten (Verdichtung) im Boden. Allerdings kommt es dabei stark auf die Qualität der Reisigmatt an. Astteppiche in Laubholzschlägen haben dies-

Was ist Boden?

Böden bilden die oberste Schicht der Erdkruste. Sie reichen in ihrer Mächtigkeit von der Bodenoberfläche bis zum Ausgangsgestein. Boden entsteht durch die Verwitterung mineralischer Bestandteile und die Umwandlung von organischen Stoffen durch zahllose Lebewesen. Er besteht aus Festsubstanz und Porenraum, der mit Wasser und Luft ausgefüllt ist. Die Bodenfestsubstanz enthält mineralische und organische Bestandteile mit spezifischen Eigenschaften. In den mit Luft und Wasser gefüllten Poren findet ein Stoff- und Energieaustausch zwischen der Festsubstanz, dem Ausgangsgestein, der Atmosphäre, der Hydrosphäre sowie den Bodenlebewesen und den Pflanzen statt. Die Böden dienen den Pflanzen als Wuchsplatz, wo sie Verankerungsmöglichkeiten, Wasser und Nährstoffe finden. Die Bodenfruchtbarkeit ist deshalb die wohl bedeutsamste Eigen-

schaft eines Bodens, denn die Vegetation muss sich den natürlichen Gegebenheiten anpassen. In der Forst- und Landwirtschaft ist der Boden die Produktionsgrundlage. Gegen Versauerung besitzen Böden eine enorme Pufferkapazität. Sie bilden zudem einen wirksamen Filter für unerwünschte Stoffe, die das Grundwasser belasten und dadurch die Trinkwasserqualität gefährden können. Durch diese Filterwirkung werden viele solcher Stoffe, zum Beispiel Schwermetalle, für eine sehr lange Zeit im Boden gespeichert und können über den Nährstoffkreislauf wieder in die Biosphäre zurückgelangen. Böden sind außerdem Lebensraum für unzählige Lebewesen wie Bakterien, Milben, Insekten, Nematoden, Würmer, Pilze usw. Alle diese Lebewesen bilden eine Zersetzerkette und haben wichtige Funktionen beim Abbau, Umbau und Neuaufbau der organischen Substanz.

bezüglich eine geringere Wirkung als Reisigmatten aus Nadelholzschlägen. Eine positive Wirkung von Reisigmatten ist der Schutz des Oberbodens vor dem Aufreissen durch die Traktionskräfte der Räder.

Lastgewicht reduzieren

Das Rücken von Teilladungen und eine höhere Anzahl Fahrten kann in Einzelfällen eine zweckmässige Massnahme sein. Etwa, wenn bei zunehmender Bodenfeuchte (einsetzender Regen) nur noch wenige Fahrten bis zum Abschluss der Rückearbeiten nötig sind. Mit weniger Last zu rücken, bedeutet aber auch höhere Kosten.

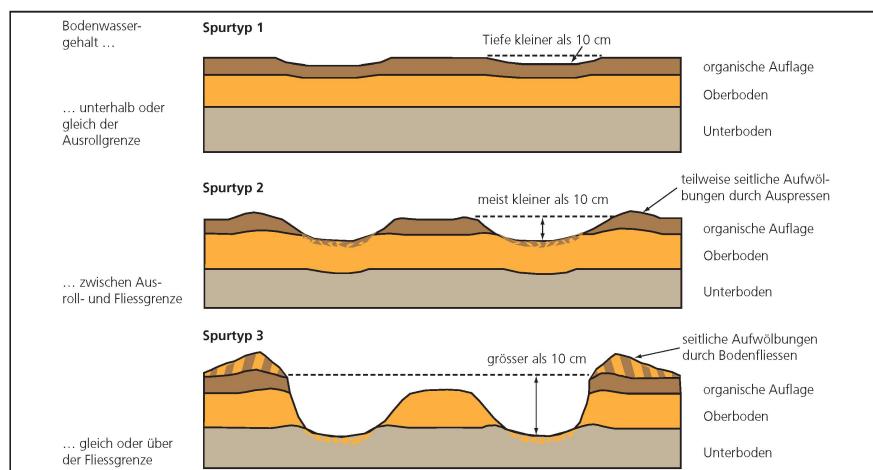
Arbeiten unterbrechen

Wenn bei Arbeiten in einem Holzschlag auf den Rückegassen der Spurtyp 3 auftritt, heisst dies, dass die Bodenfeuchte für das Fahren mit der betreffenden Maschine zu hoch ist. In diesem Fall gibt es verschiedene Handlungsmöglichkeiten:

- mit technischen Massnahmen den Kontaktflächendruck vermindern (Reifenfülldruck absenken, mit geringerem Lastvolumen rücken oder leichtere Maschine einsetzen, Bogiebänder aufziehen)



Dieser Forwarder wurde zu Demonstrationszwecken mit zwei verschiedenen Arten von Bogiebändern ausgerüstet: links Traktionsbänder zur Verbesserung der Steigfähigkeit und der Sicherheit am Hang, rechts tragende Bänder zur schonenderen Befahrung schlecht tragfähiger Böden.



Visuelle Typisierung der Fahrspuren nach der Art von Veränderungen im Boden

men rücken oder leichtere Maschine einsetzen, Bogiebänder aufziehen)

- Arbeit unterbrechen und erst weiterarbeiten, wenn der Boden abgetrocknet ist
- Arbeit unterbrechen und die Maschinen auf eine Ausweichfläche umsetzen. Diese muss bodenschonend befahrbar sein (anderer Bodenaufbau, andere Bodenfeuchte). ■

Mehr über das Thema «Physikalischer Bodenschutz im Wald» erfährt man im gleichnamigen Merkblatt der WSL.



BETRIEBSSICHER – ZUVERLÄSSIG – WIRTSCHAFTLICH

Doppelwirkende, liegende Ölbad-Zweikolbenpumpe, Baureihe Typ H-303-0 SG2

MEIER

Hans Meier AG
CH-6246 Altishofen
www.meierag.ch

Tel. ++41 (0)62 756 44 77
Fax ++41 (0)62 756 43 60
info@meierag.ch

Gülletechnik

WÄLCHLI
Brittnau

Warum zwei kaufen, wenn einer beides kann?

www.waelchli-ag.ch ■ 062 745 20 40