

BERICHTE  
FREIBURGER FORSTLICHE FORSCHUNG

HEFT 79

# **Walderschließung und Bodenschutz**

## **Bodenverformung Erosion Hochwasserschutz**

Abschlusskolloquium des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung  
geförderten Projektes

„Entwicklung und Praxiserprobung eines Testkits zur Lokalisierung bodenmechanisch  
vorbelasteter Bodenareale von Forststandorten und die Einbeziehung dieser Fahrlinien in  
zukünftige Konzepte der Waldpflege und Holzernte“  
in Freiburg vom 6. bis 7. März 2008

**Veranstalter:**

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg,  
Abteilung Boden und Umwelt  
Universität Freiburg, Institut für Bodenkunde und Waldernährung  
Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitslehre  
Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst Göttingen,  
Fakultät Ressourcenmanagement

FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT  
BADEN-WÜRTTEMBERG  
ABT. BODEN UND UMWELT  
FREIBURG, JANUAR 2009

ISSN: 1436-1566

**Die Herausgeber:**

Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften  
der Universität Freiburg und  
Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-Württemberg

**Redaktion:**

Sonja Amann, Dorit Clemens

**Umschlaggestaltung:**

Bernhard Kunkler Design, Freiburg

**Druck:**

Eigenverlag der FVA, Freiburg

**Bestellungen an:**

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg  
Wonnhaldestr. 4  
79100 Freiburg  
Tel. 0761/4018-0, Fax 0761/4018-333  
e-Mail: [poststelle@fva.bwl.de](mailto:poststelle@fva.bwl.de)

Alle Rechte, insbesondere das Recht  
der Vervielfältigung und Verbreitung  
sowie der Übersetzung vorbehalten

Gedruckt auf 100% chlorfrei gebleichtem Papier

# Inhaltsverzeichnis

## Walderschließung und Bodenschutz Bodenverformung – Erosion – Hochwasserschutz

H. Schack-Kirchner, E. E. Hildebrand	Wie lässt sich das „Verformungsexperiment“ in unseren Waldböden stoppen?	1
P. Lüscher, S. Sciacca	Bodenbeeinträchtigungen im Wald: Probleme und Lösungsansätze in der Schweiz	11
D. Matthies	Die Feinerschließung – Anspruch, Realität und Zukunft	19
M. Bacher- Winterhalter, G. Becker	Die Wiederverwendung von alten Befahrungslinien unter technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Sicht	25
J. Kremer, B. Frey, P. Lüscher	Bodenstrukturveränderung oder Bodenschaden – wo liegt die Grenze?	39
D. Clemens	Abschätzung der Verformungsintensität in Waldböden	47
E. Ampoorter, L. van Nevel, K. Verheyen	Soil damage after skidding	65
S. Amann, J. Schäffer, K. v. Wilpert	Heterogenität von Bodenbelüftung und Bodenstruktur in Fichtenbeständen Oberschwabens	71
T. Gaertig, K. Green	Die Waldbodenvegetation als Weiser für Bodenstrukturstörungen	83
R. Wagelaar	Dokumentation von Feinerschließungslinien	107
H. Körner	Umsetzung von Erschließungsmaßnahmen in der Praxis	121
K. v. Wilpert	Dezentrale Hochwasservorsorge und Feinerschließung	127

---

# **WIE LÄSST SICH DAS „VERFORMUNGSEXPERIMENT“ MIT UNSEREN WALDBÖDEN STOPPEN?**

**HELMER SCHACK-KIRCHNER UND ERNST E. HILDEBRAND**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Inst. für Bodenkunde und Waldernährung

ernst.hildebrand@bodenkunde.uni-freiburg.de

helmer.schack-kirchner@bodenkunde.uni-freiburg.de

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Seit der flächendeckenden Einführung von Rückeschleppern vor gut einem halben Jahrhundert werden unsere Waldböden regelmäßig durch Fahrzeugbewegungen belastet, wie es zuvor eigentlich nur bei Militärmanövern vorkam. Vor fast 30 Jahren erschienen die ersten wissenschaftlichen Studien in Deutschland in denen Gefügeveränderungen, Redoximorphose, Erhöhung der Lagerungsdichte sowie ein Zusammenbruch der gesättigten Wasserleitfähigkeit nach maschineller Holzrückung nachgewiesen wurde. In den Folgejahren erfolgte der Nachweis, dass sich diese Verformungen negativ auf Wurzelwachstum und Forstpflanzen, z.B. auf Buchennaturverjüngung auswirken.

Während zu Beginn noch die Kontroverse bestand, ob Verformung ein ökologisches Problem ist, stand bald die Frage der richtigen Vermeidungsstrategie im Vordergrund. Die zunächst naheliegende Lösung war die Ableitung von Grenzwerten auf der Basis von Standort-, Witterungs- und Fahrzeugparametern. Es ist jedoch bisher nicht gelungen eine schädliche Bodenverformung mit einem oder wenigen bodenphysikalischen Parametern eindeutig zu charakterisieren, weil die ökologische Wirkung erst im Raumzusammenhang von lokalem Relief, Bodenprofil und Bodenstruktur auftritt. Außerdem können sowohl die Belüftung des Bodens von der Oberfläche, der kleinräumige Wasserhaushalt als auch mechanische Restriktionen einzeln oder zusammen das kausale Bindeglied zu einem komplexen Verformungsmuster darstellen. Verformungsmuster von Praxisbefahrungen weisen daher eine extreme Heterogenität auf. Die Prognoseprobleme gelten auch für die Maschinenseite, da für die Bodenverformung weniger die statischen, sondern die dynamischen Belastungen entscheidend sind. Diese sind von der Fahrzeugmasse, Vibrationen, seitlichen Momenten bei der Kranarbeit, Fahrgeschwindigkeit, Bodenrauigkeit etc. abhängig und damit im Einzelfall kaum vorhersagbar. Damit ist jede Befahrung eines Waldbodens ein Experiment mit ungewissem Ausgang, eine klare Schadschwelle lässt sich nicht definieren. Grenzwerte müssten daher mit prohibitiven Sicherheitsmargen definiert werden.

Unter dieser Prämisse ist der Bodenschutz am besten gewährleistet, wenn Fahrzeugbewegungen auf Fahrlinien konzentriert werden. Damit sind die Schäden räumlich

---

begrenzt, sie können überwacht werden und es bleibt eine Option zur Einleitung gezielter Wiederherstellungsmaßnahmen. Das Konzept wirkt aber nur dann, wenn stets die gleichen Trassen befahren werden. Dies erfordert detaillierte geografische Datenbanken und ein aufwändiges Controlling, das bisher nur zögerlich eingeführt wurde. An dieser Stelle setzt das Testkitprojekt mit dem Ziel an, dem Praktiker ein Instrumentarium an die Hand zu geben, vorgeschädigte Bereiche zu identifizieren und optimal in Erschließungskonzepte einzubinden. Die konsequente Anwendung dieses Instrumentariums könnte die Neuverformungsrate auf den Waldböden auf Null bringen und damit unbeabsichtigte „Verformungsexperimente“ beenden.

Die im Testkitprojekt entwickelten Methoden können auch helfen, die Forschungsschwerpunkte im Hinblick auf die Bodenverformung im Wald neu zu definieren. Wichtig erscheint u.a. eine Bestandsaufnahme der Strukturschädigung in Waldböden sowie die Analyse von Regenerationsprozessen. Es ist nach wie vor unklar, welche Raumskalen der Bodenstruktur im Hinblick auf Durchwurzelung und Belüftung relevant sind.

---

# **BODENBEEINTRÄCHTIGUNGEN IM WALD: PROBLEME UND LÖSUNGSANSÄTZE IN DER SCHWEIZ**

PETER LÜSCHER UND STÉPHANE SCIACCA

FE Boden-Wissenschaften, Eidg. Forschungsanstalt WSL, CH-8903 Birmensdorf

peter.luescher@wsl.ch

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Bodenschutzanliegen werden im schweizerischen Umweltschutzgesetz über die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit definiert. Dabei gilt der Boden als fruchtbar, wenn er eine standortspezifische, artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft, eine typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist. Das Wachstum und die Qualität von Pflanzen sollen zudem nicht beeinträchtigt werden. Auf den Wald bezogen heißt dies, dass die Selbsterhaltung der standortstypischen Lebensgemeinschaft Wald mit Naturverjüngung nachhaltig gewährleistet sein muss. Das Wurzelwachstum der standortgerechten Baumarten darf nur durch natürliche Limiten beeinträchtigt werden, und die biologische Bodenaktivität ermöglicht den ungehemmten Abbau der Vegetationsrückstände unter den gegebenen standörtlichen Verhältnissen. Ökologische Erkenntnisse, ökonomische Zwänge, technische Weiterentwicklungen und gesellschaftliche Ansprüche an den Wald bzw. die Waldwirtschaft erfordern grundsätzliche Überlegungen hinsichtlich künftiger Konzepte im physikalischen Bodenschutz. Mit den „ökologischen Grundanforderungen“ an den naturnahen Waldbau konnten für den Bodenschutz Zielgrößen und Indikatoren entwickelt werden, die den Schutz vor irreversiblen Beeinträchtigungen sicherstellen. Der Beitrag soll mit ausgewählten Beispielen von Lothar-Reservatsflächen und anderen repräsentativen Testflächen die heutige Situation darstellen und eine mögliche künftige Ausrichtung mit Ansätzen einer Vorsorge- und Problemlösungsstrategie für alle beteiligten Stellen aufzeigen.

---

# **DIE FEINERSCHLIEßUNG - ANSPRUCH, REALITÄT UND ZUKUNFT**

DIETMAR MATTHIES

TU-München; Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte  
Informatik

mat@forst.tu-muenchen.de

Verfolgt man die Pressemitteilungen der letzten Monate, fällt die zunehmende Anzahl von Beiträgen ins Auge, die sich kritisch mit den Auswirkungen des Maschineneinsatzes im Wald auseinandersetzen. „Waldfreunde in Sorge – Klage über „Verwüstungen“ im Forstenrieder Park“ (SZ, 23.8.06), „Waldfrevel im Totalreservat“ (HOLZ-ZENTRALBLATT, 29.2.08; FORST&TECHNIK, 3/2008) oder auch das jüngste Beispiel „Tiefe Spuren in bayerischen Staatsforsten“ (FORSTMASCHINENPROFI, 5/2008). Ein kürzlich ausgestrahlter Fernsehbeitrag des BR3 in der Sendereihe „Quer“ zum gleichen Thema führte sogar zu einer offiziellen Stellungnahme des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten. Wenn gleich auch vereinzelt zu Unrecht Alarm geschlagen wird, läuft generell gesehen etwas aus dem Ruder und das berechtigterweise. Wo liegt das Problem?

---

# **DIE WIEDERVERWENDUNG VON „ALTEN“ BEFAHRUNGSLINIEN: IDENTIFIZIERUNG VON ALTEN BEFAHRUNGSLINIEN**

MANUELA BACHER-WINTERHALTER UND GERO BECKER

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche  
Arbeitswissenschaft

manuela.bacher@fobawi.uni-freiburg.de

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Systematisch angelegte Feinerschließungsnetze sind eine wesentliche Voraussetzung für eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige Holznutzung. Unregelmäßige Rückegassenabstände führen zu höheren Holzerntekosten und zu einer geringeren Bestandespfleglichkeit. Die einmalige Befahrung einer modernen Holzerntemaschine, insbesondere mit Beladung, kann bereits eine erhebliche Bodenbeeinträchtigung verursachen. In der Vergangenheit wurden viele Waldareale ungeplant befahren und zeigen entsprechende Auswirkungen in ihrer Bodenstruktur. Zur Vermeidung weiterer Bodenschäden ist es von großer Bedeutung, alte Befahrungslinien mit möglichst hoher Genauigkeit und geringem Zeitaufwand zu identifizieren und in zukunftsgerichtete Holzerntekonzepte zu integrieren.

Im Rahmen des vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) geförderten Projekts „Einbindungsmöglichkeiten alter Befahrungslinien in neue Erschließungskonzepte unter standörtlichen, technischen und ökonomischen Gesichtspunkte“, innerhalb des Verbundvorhabens ‚TESTKIT‘ sollen alte Befahrungslinien mit Hilfe verschiedener Erhebungsmethoden identifiziert werden. In einem zweiten Schritt sollen diese Befahrungslinien unter Berücksichtigung standörtlicher, technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte in ein zukunftsgerichtetes, permanent angelegtes Feinerschließungskonzept zur Durchführung moderner Holzerntemaßnahmen in der Zukunft integriert werden. Der folgende Beitrag beschreibt und bewertet technische Alternativen zur Erkennung alter Befahrungslinien.

Er hat zum Ergebnis, dass die Erkennung früherer Befahrungslinien im Bestand mit Instrumenten der Fernerkundung (Luftbilder und digitale Gelände- und Oberflächenmodelle, die auf flugzeuggestützten Laserscan-Daten basieren) nur eingeschränkt möglich ist und nur in Kombination mit zeitaufwendigen GPS-Geländeaufnahmen zu zuverlässigen Ergebnissen führt.



---

# **BODENSTRUKTURVERÄNDERUNG ODER BODENSCHADEN – WO LIEGT DIE GRENZE?**

JOHANN KREMER<sup>1</sup>, BEAT FREY<sup>2</sup> & PETER LÜSCHER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TU-München; LS für Forstl. Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik

<sup>2</sup> WSL Birmensdorf; FE Bodenwissenschaften

kremer@forst.wzw.tum.de / beat.frey@wsl.ch / peter.luescher@wsl.ch

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Gesetzliche Vorgaben im Bereich des Bodenschutzes zielen auf eine Erhaltung der Funktions-, Regenerations- und Nutzungsfähigkeit der Böden ab. Dabei soll insbesondere eine möglichst hohe standortsspezifische Bodenfruchtbarkeit erhalten bleiben.

Leistungsfähigkeit und Maschinengewichte der in der Holzernte eingesetzten Fahrzeuge stiegen in den letzten Jahren stetig an. Vollmechanisierte Aufarbeitung und vor allem Bringung von Holz führt zu Bodenverformungen von z.T. erheblichem Ausmaß. Die Auswirkungen auf Bodenfunktionen und forstliche Vegetation sind seit längerer Zeit Gegenstand einschlägiger Untersuchungen. Zusammenhänge zwischen einzelnen bodenphysikalischen Parametern und Wachstumsgrößen streichen die Vielzahl der Arbeiten heraus. So werden z.B. Einbußen von Höhenzuwachs oder Wurzelwachstum mit der Erhöhung der Lagerungsdichte oder eingeschränkten Beatmungsfunktionen dokumentiert. Der Bodenlufthaushalt ist sicher eng verknüpft mit ökologischen Prozessen wie der Wurzelraumerschließung. Deshalb hat man versucht befahrungsbedingte Bodenstrukturveränderungen über die Feinwurzelndichte zu charakterisieren. Zu den meisten Berichten gibt es jedoch auch gegenteilige Beobachtungen. Einerseits wird Pflanzenwachstum von komplexen Systemen gesteuert und ist daher nicht über einfache Funktionen zu beschreiben, andererseits können Bodenstrukturveränderungen auch infolge natürlicher Prozesse auftreten so, dass einfache Ursachen-Wirkungsketten nicht zielführend erscheinen. Nicht jede Verformung führt zwangsläufig zu gravierenden Einschränkungen der Bodenfunktionen.

Zur Umsetzung des Bodenschutzes werden sowohl von der Praxis als auch den Behörden Richtwerte aber auch einfache praktikable Methoden zur Erkennung und Vermeidung von Schäden gefordert.

In einem gemeinsamen Projekt mit der WSL versuchen wir eine klare, einfache morphologische Typisierung (I elastische Verformung, II plastische VF, III viskoplastische VF) von Fahrspuren mit bodenphysikalischen und –mikrobiologischen Befunden nachzuvollziehen. Genetisches Profiling soll unterschiedliche Strukturen der mikrobiologischen Populationen in den verschiedenen Spurtypen nachweisen. Aus Bodenproben (Fahrspuren, Referenzproben) extrahieren wir Nukleinsäuren und bestimmen

---

die Veränderungen der Lebensgemeinschaftsstrukturen. Die Untersuchungen werden an alten Fahrspuren in kartierten Flächen und neuen aus Befahrungsversuchen unter kontrollierten Rahmenbedingungen durchgeführt.

Bisherige Auswertungen zeigen, dass unter den Fahrspuren des Typs I und einem Teil der Spuren vom Typ II keine deutlichen Unterschiede zu den Referenzproben nachzuweisen sind, während die Spuren des Typs III und ein Teil des Typs II sich klar davon absetzen. Diese Befunde stehen in engem Zusammenhang mit nachweisbaren Bodenstrukturveränderungen und drastischen Reduktionen der Leitfähigkeiten. Aufgrund erster Ergebnisse sind wir zuversichtlich Schwellenwerte zu finden, oberhalb derer die Funktionsfähigkeit der Böden zumindest auf niedrigerem Niveau erhalten bleibt und damit Regenerationschancen bestehen.

---

# **ABSCHÄTZUNG DER VERFORMUNGSINTENSITÄT IN WALDBÖDEN**

DORIT CLEMENS

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Inst. für Bodenkunde und Waldernährung

dorit.clemens@bodenkunde.uni-freiburg.de

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Funktionsstörungen in Waldböden, die durch Befahrung eine Änderung ihres Lagerungszustandes erfahren haben, sind kaum mehr bestritten. So kommt es einerseits zu einer primären Veränderung der Bodenstruktur und andererseits zur Ausprägung sekundärer Redoximorphie-Merkmale, die durch einen verlangsamten Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre verursacht werden. Aufgrund dieser Belüftungsmängel findet im Oberboden anaerobe Atmung statt. Ein chemischer Zeiger für eine verformungsbedingte anaerobe Umgebung ist die Anwesenheit von zweiwertigem Eisen.

Das Ziel des Projektes besteht darin, praxistaugliche Verfahren zu entwickeln, um anhand struktureller und redoximorpher Symptome den Einfluss einer Vorbelastung sicher zu erkennen und zu quantifizieren, um ggf. alte Fahrlinien „recyclen“ zu können, d.h. sie in neue Erschließungskonzepte einzubeziehen.

Zur Bearbeitung dieser Fragestellung wurden fünf Standorte mit unterschiedlichen Ausgangssubstraten in Mittel- und Süddeutschland untersucht. Neben der visuellen Ansprache des Gefüges und der redoximorphen Merkmale (Einordnung in Schadstufen) wurde ein chemischer Schnelltest zum Nachweis von zweiwertigem Eisen durchgeführt. An Stechzylinderproben wurden das Trockenraumgewicht und der relative scheinbare Gasdiffusionskoeffizient als bodenphysikalische Referenzparameter gemessen. Aufgrund nicht eindeutiger Ergebnisse der chemischen Schnelltests auf Fe(II)-Ionen wurde nach potenziellen Einflussfaktoren gesucht. Dazu wurde Bodenmaterial aus Bereichen der Rostflecken und Bleichzonen herauspräpariert, dem chemischen Schnelltest unterzogen. Im Labor wurde die organische Substanz sowie der Gehalt und der Kristallisationsgrad der Eisenoxide bestimmt. Die Ergebnisse wurden mithilfe der Clusteranalyse ausgewertet.

Der Vergleich des Verformungsschadens mit dem Trockenraumgewicht als einfachstem bodenphysikalischen Referenzparameter für Verdichtung zeigte auf allen Standorten eine positive Korrelation. Auch der Vergleich zwischen relativem scheinbarem Gasdiffusionskoeffizienten und der Verformungsintensität lieferte analoge Beziehungen.

Die Clusteranalyse zur Untersuchung der faktoriellen Abhängigkeit des chemischen Schnelltests hat ergeben, dass dieser Nachweis nur dann in verformten Bereichen zu 100 % positive Ergebnisse zeigt, wenn der Boden einen ausreichenden Gehalt an organischer Substanz oder kristallinen Eisenoxiden aufweist.

---

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der anhand von Struktur und Redoximorphie ermittelte Verformungsschaden ein sicheres Kriterium zur Identifikation von Fahrlinien ist. Vor allem die Bodenstruktur gibt deutliche Hinweise auf verformte Bereiche. Einschränkungen bei der Ansprache der Redoximorphie ergeben sich dann, wenn der Boden eine starke Eigenfärbung aufweist und somit die Redoximorphie-Merkmale maskiert. Der chemische Schnelltest ist nach derzeitigem Stand des Wissens nur eingeschränkt praxistauglich, da die Faktoren, die das Testergebnis beeinflussen, durch aufwändige Laborverfahren bestimmt werden müssen.

---

# **SOIL DAMAGE AFTER SKIDDING: RESULTS OF A FLEMISH FIELD EXPERIMENT**

EVY AMPOORTER, LOTTE VAN NEVEL, KRIS VERHEYEN

Laboratory of Forestry, Ghent University, Belgium

Evy.Ampoorter@ugent.be, +32/9 264 90 38

## **ABSTRACT**

To study the effect of soil texture, soil water content, machine weight en number of passages on the amount of soil damage, a field trial was performed. For bulk density en penetration resistance, a clear relationship was observed between the compaction degree on the one hand, and the machine weight and the moment of traffic on the other, with higher responses as the machine weight increases or the soil water content decreases. For almost all of the measured variables (bulk density, penetration resistance, available water, pore volume), the initial values seem to have a very important influence on the amount of damage that is made. The results of the meta-analysis, performed with studies with a similar set-up, confirm the conclusions from the field trial concerning the influence of the machine weight and the initial soil conditions. The higher the initial compaction degree, the smaller the extra effect after trafficking.

---

# **HETEROGENITÄT VON BODENBELÜFTUNG UND BODENSTRUKTURIERUNG IN FICHTENBESTÄNDEN OBERSCHWABENS**

SONJA AMANN, JÜRGEN SCHÄFFER, KLAUS V. WILPERT

Forstl. Vers.- u. Forschungsanst. Baden-Württemberg, Abt. Boden und Umwelt

Sonja.Amann@forst.bwl.de

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Sollen diagnostische Verfahren zur Erfassung alter Befahrungslinien eingesetzt werden, muss zuvor die natürliche Heterogenität der Bodenstruktur auf der betreffenden Waldfläche geklärt werden, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Als ein Hauptverursacher natürlicher Bodenstrukturstörung kann unter bestimmten standörtlichen Voraussetzungen die windinduzierte Wurzelbewegung angesehen werden. An zwei Standorten in Oberschwaben, die eine standörtliche Strukturlabilität aufweisen, konnten erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Umkreis von Fichten, Wurzelstöcken und im Bereich einer Fahrspur nachgewiesen werden. Erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen gelten als Indikator für Verdichtung, da bei gestörter Bodenstruktur das im Boden produzierte CO<sub>2</sub> nur noch eingeschränkt an die Atmosphäre abgegeben werden kann und sich im Boden anreichert. Zur Ermittlung des Produktionseinflusses auf die CO<sub>2</sub>-Konzentration wurde mittels Anpassung von Spline-Funktionen an Tiefenprofile der CO<sub>2</sub>-Konzentration für die voneinander abgegrenzten Situationen „Fichte“, „Wurzelstock“ und „Zwischenstammbereich“ die CO<sub>2</sub>-Produktion in den einzelnen Bodenhorizonten abgeleitet. Die Befunde lassen keinen ursächlichen Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Produktion und den Verteilungsmustern der CO<sub>2</sub>-Konzentration auf der Fläche erkennen. Wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Strukturstörungen infolge windinduzierter Wurzelbewegung und befahrungsbedingtem Strukturverlust ist den bisherigen Untersuchungsergebnissen zufolge die Tiefe des Schadenseintritts.

---

# DIE WALDBODENVEGETATION ALS WEISER FÜR BODENSTRUKTURSTÖRUNGEN

THORSTEN GAERTIG UND KATHARINA GREEN

Fakultät Ressourcenmanagement, HAWK - Hochschule für Angewandte  
Wissenschaft und Kunst - FH Hildesheim/ Holzminde/Göttingen

gaertig@hawk-hhg.de, green@hawk-hhg.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit der Befahrung von Waldböden ändern sich wichtige Standortseigenschaften. Ein verringertes Luftporenvolumen und geringere Porenkontinuität reduzieren den Gasaustausch zwischen Bodenluft und Atmosphäre, was zu drastischen Veränderungen in der Bodenluftzusammensetzung führt: Der Sauerstoffgehalt der Bodenluft nimmt ab, Kohlendioxid reichert sich an. Mit der Änderung dieser Standortseigenschaften sind auch Änderungen in der Bodenvegetation zu erwarten.

Auf sieben Untersuchungsflächen im südlichen Niedersachsen und einer Untersuchungsfläche in Sachsen Anhalt konnte gezeigt werden, dass befahrungsbedingte Bodenstrukturstörungen zu Veränderungen in der Zusammensetzung der Waldbodenvegetation führen. Während auf alten Fahrlinien und strukturgestörten Waldböden sind vor allem Flatterbinse (*Juncus effusus*), Winkelsegge (*Carex remota*), Großblütiges Springkraut (*Impatiens noli – tangere*), Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) und Waldsegge (*Carex sylvatica*) anzutreffen sind, werden diese Bereiche vor allem von Efeu (*Hedera helix*), Eichenfarn (*Gymnocarpium dryopteris*), Haselwurz (*Asarum europaeum*) und Kleinem Immergrün (*Vinca minor*) gemieden. Auch die Naturverjüngung von Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) konzentriert sich auf die ungestörten Bodenbereiche, während die Hainbuche (*Carpinus betulum*) auch auf strukturgestörten Böden aufläuft.

Im Praxistest konnte gezeigt werden, dass alte Befahrungslinien mit Hilfe der vorgestellten „Verdichtungs-Zeigerpflanzen“ gefunden und in neue Erschließungssysteme integriert werden können

---

# **DOKUMENTATION VON FEINERSCHIEBUNGSLINIEN**

**RAINER WAGELAAR**

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

wagelaar@hs-rottenburg.de

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Im Rahmen diverser Diplom- und Projektarbeiten an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg wurden effiziente Verfahren zur Erfassung und digitalen Dokumentation der Feinerschließungslinien im Gelände erprobt, in Bezug auf die geometrische Lagegenauigkeit evaluiert und zusammen mit einer situationsangepassten Erschließungsplanung in die Praxis umgesetzt. Bewährt hat sich aktive Erfassung des Feinerschließungsnetzes mit GPS und die anschließende Analyse der Erschließungssituation im GIS. Allerdings muss für die erstmalige Erfassung des Rückegassennetzes bei einem mittleren Gassenabstand von 40m mit Gesamtkosten von ca. 30 € / ha gerechnet werden.

Versuche, die Kosten durch den Einsatz von digitalen Oberflächenmodellen aus Laserscandaten zu reduzieren, haben ergeben, dass die Punktdichte der Daten der Landesvermessung zur verlässlichen Detektion von Rückegassen in geschlossenen Beständen nicht ausreicht. Allerdings kann die geometrische Lage von Fahrwegen im Wald zuverlässig erkannt und Widersprüche zur Lage im FoGIS Geodatenbestand aufgedeckt werden.



---

# ERSCHLIEßUNGSMAßNAHMEN IN DER PRAXIS

HERBERT KÖRNER, DIPL. ING. (FH)

Körner GmbH 89551 Königsbronn, Stufenstrasse 4

herbert@koerner-forst.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Gewisse Leute behaupten, die Forstunternehmer seien diejenigen, die mit riesigen Ungetümen den Wald kaputtfahren. Mit schweren, panzerähnlichen Rückemaschinen würden sie Wanderwege und Rückegassen in großflächige Biotope umwandeln.

Tatsache ist, wir stehen im Blickpunkt des Waldbesuchers, der zunehmend kritisch unsere Arbeit hinterfragt. Trotz berechtigter Kritik, muss man sich auch immer wieder mit pauschalen und unqualifizierten Anschuldigungen auseinandersetzen. Unser Bestreben muss sein, die Arbeit so zu verrichten, dass der Waldbesucher sie verstehen kann und möglichst wenig negative Eindrücke mit nach Hause nimmt. Dabei ist festzustellen, dass ihn nicht unsere großen und leistungsstarken Maschinen stören, sondern ausschließlich das Ergebnis, das diese Geräte bei nicht sorgfältiger Einsatzplanung hinterlassen. Vielleicht müssen auch wir Unternehmer künftig vermehrt dafür sorgen, dass der Waldbesucher über die Notwendigkeit unserer Arbeit mehr erfährt und dafür Verständnis aufbringt. Dazu muss der Waldbesucher wissen, warum

- wir uns auf der Fläche bewegen müssen,
- wir Bäume fällen müssen,
- wir Holz abfuhrbereit an die Straße bringen müssen,
- wir auch ganzjährig und möglichst bei jedem Wetter arbeiten müssen.

Der Waldbesucher ist empfindsamer geworden. Er notiert genau, wo Veränderungen stattfinden und hinterfragt die Notwendigkeit der durchgeführten Maßnahmen. Er ärgert sich insbesondere darüber,

- dass Waldstraßen durch Holzernte- und Rückearbeiten stark verschmutzt werden,
- dass Wanderwege durch Spurbildung und Reisigaufgabe nicht mehr begehbar sind,
- dass Waldbestände plantagenartig mit Fahrlinien erschlossen werden,
- dass Bäume dauerhaft „bemalt“ werden.

---

# **DEZENTRALE HOCHWASSERVORSORGE UND FEINERSCHLIEßUNG**

**KLAUS V. WILPERT**

Forstl. Vers.- u. Forschungsanst. Baden-Württemberg, Abt. Boden und Umwelt

klaus.wilpert@forst.bwl.de

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Klimamodelle zum Klimawandel lassen befürchten, dass auch in Waldgebieten signifikant häufiger mit Hochwassersituationen gerechnet werden muss. Wälder galten bisher als Garant zum Schutz vor Hochwasser. Die Heftigkeit der beobachteten Hochwässer haben aber offensichtlich das Retentionsvermögen der betroffenen Waldgebiete überfordert. Prinzipiell und mit hoher Sicherheit kann dem durch Hochwasserwellen ausgelösten Schaden nur durch den Bau entsprechend dimensionierter Rückhaltebecken vorgebeugt werden. Solche „großtechnischen“ Präventionsmaßnahmen sind jedoch teuer, generieren einen nicht unerheblichen Landschaftsverbrauch und sollten deshalb nur dann zum Zuge kommen, wenn der Bedarf mit hoher Sicherheit belegt ist und/oder alternative dezentrale Präventionsmaßnahmen entweder wenig wirksam, oder bereits „ausgereizt“ sind. Folgende dezentrale Präventionsmaßnahmen haben ein gewisses Potential zur Hochwasservorsorge:

- Strikte Vermeidung flächiger Befahrung.
- Schaffung von Bestandesstrukturen, die stabile Oberbodenstrukturen mit hoher Wasserdurchlässigkeit schaffen und damit die flächige Infiltration fördern.
- Flächiges Einleiten des Wassers von Wegen in angrenzende Bestandesflächen
- Schaffung von dezentralen Retentions- und Versickerungsräumen.

Sowohl in Bezug auf das Hochwasser - Risiko aus bewaldeten Einzugsgebieten unter veränderten Klimabedingungen, als auch in Bezug auf das Vorsorgepotential dezentraler Gegenmaßnahmen besteht erheblicher Forschungsbedarf.