

Vergleich der Bogiebänder Eco-Track und Eco-Baltic mit dem Reifen

Bänder hinsichtlich Pfleglichkeit den Rädern deutlich überlegen

von Johann Kremer und Markus Schardt

Tragschlepper (Forwarder) bergen aus Sicht des Bodenschutzes größere Gefahren als Erntemaschinen. In beladenem Zustand weisen sie i. d. R. deutlich höhere Gesamtmassen auf und fahren bis heute auf Rädern. Um Traktions- und Mobilitätsprobleme zu überwinden, können die Räder der Tragschlepper mit Bogiebändern ausgerüstet werden. Derart ausgestattete Forwarder sind deutlich bodenpfleglicher. Auf sehr empfindlichen Böden und bei flach streichenden Wurzeln sind die schonenderen „Softbänder“ besonders zu empfehlen.

„Bogiebänder auf Holzrückemaschinen“: mit diesem Thema setzte der Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München seine Versuchsreihe zu ökologischen Auswirkungen des Maschineneinsatzes auf Boden und Bestand fort. Die zentrale Frage lautete, wie der Einsatz von Reifen und Bogiebändern Qualität und Ausmaß der Bodenstrukturveränderungen und Wurzelverletzungen beeinflusst. Wegen ihrer forstwirtschaftlichen Bedeutung und ihrem typischen Wurzelverhalten stand die Fichte im Fokus der Studie. Die Versuchsanlage umfasste je drei Gassen in ebenem Gelände und am Hang bis 35 % Neigung. Die Stämme wurden im Rahmen einer Holzerntemaßnahme im Normalbetrieb gebracht. Ziel war es, aus den Ergebnissen Empfehlungen zum Einsatz von Bogiebändern hinsichtlich Bestandes- und Bodenschutz abzuleiten.

Gerückt wurde mit einem Acht-Rad Forwarder „Dasser TRS 10.8“, ausgerüstet mit Niederdruckquerschnittsreifen Nokia 700/45-22,5 16 PR, TRS LS-2 (Abb. 1). Der Reifendruck betrug für die Vorderachse 3,0 für die hintere 4,0 bar. In den Varianten wurden das Universalband „Eco-Track“ sowie das Softband „Eco-Baltic“ aufgezogen. Die Zuladung blieb in allen Fällen konstant bei ca. 10 t.

Bodenstrukturveränderungen

Ebene

Befahren wurde ein (kiesig) schluffiger Sand bei Wassergehalten im Bereich der Ausrollgrenze (18 m % // Massenprozent). Um die Bodenstrukturveränderungen zu bewerten, wurden konventionelle bodenphysikalisch-mechanische Methoden und als bildgebende Verfahren die Röntgen-Computer-Tomographie (CT) eingesetzt. Aus den sechs Rückegassen ergab sich ein Probenumfang von 180 Stechzylindern und 86 großvolumigen Acrylglaszylindern für Strukturanalysen mittels CT.

Wie erwartet traten unter den Reifen deutliche Verdich-

tungseffekte auf. Die Werte liegen in der kontaktfächennahen Schicht (5-10 cm) mit 35 Prozent in einer Größenordnung, die oft in der einschlägigen Literatur genannt wird (OHRNER et al. 2003). Der bodenschonende Einfluß beider Bändertypen wird mit um 50 Prozent geringeren Werten eindeutig belegt. Während die Grobporenreduktion unter dem Reifen 59 Prozent erreicht, sind es unter den Bändervarianten nur 39 bzw. 40 Prozent.

Zieht man die verbleibenden Luftleitfähigkeitsbeiwerte hinzu, so ergibt sich ein etwas differenziertes Bild. In der kontaktfächennahen Schicht zeichnet sich das Softband als tendenziell günstiger ab und bei 15-20 cm Tiefe ergibt sich eine klare Abstufung. Während die Reduktionen unter dem Rad zwei Klassensprünge¹ bewirken, ist es unter ECO-Track nur einer; unter dem Softband bleibt die Leitfähigkeitsklasse



Abb. 1: Der eingesetzte Forwarder DASSER TRS 10.8 in der Hangvariante beim Bergauf-Rücken ohne Bogiebänder (Foto: J. Kremer)

¹ Klassifikation der Luftleitfähigkeitsbeiwerte nach BRUGGEN (1966)

sogar erhalten. Die beiden Bändertypen erwiesen sich unter gleichen äußeren Einsatzbedingungen, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau, insgesamt **bodenpfleglicher** als die reine Reifenvariante.

Hang

Hier fielen sowohl Verdichtung als auch Reduktion des Gesamtporenraums sehr moderat aus. Dies ist einerseits auf den höheren Kiesanteil (bis 40 %), andererseits auf den geringeren Wassergehalt im Boden zurückzuführen. Zusätzlich traten schon bei geringen Hangneigungen unter den Reifen okular erkennbarer Schlupf sowie aufgrund der Schereffekte der Stollen neue Makroporen im Bodenkörper auf. Nur in der ersten Tiefenstufe fällt eine 20-prozentige Reduktion des Grobporenraums unter den Reifen auf. Unter den Bändern lassen sich keine statistisch abgesicherten Effekte der Befahrung nachweisen. Dies trifft auch für Wasser- und Luftleitfähigkeitsbeiwerte zu. Insgesamt zeigen die Werte immer „mittlere“ Leitfähigkeiten¹ an, Veränderungen liegen bei maximal einem Klassensprung.

Als zusammenfassende Übersicht sind in Tabelle 1 die Veränderungen von Lagerungsdichte, Gesamtporenvolumen und Luftleitfähigkeitsbeiwert nach Befahrungsvarianten aufgezeigt. Dabei wird deutlich, dass beide Bogie-Band-Varianten sich hinsichtlich der Bodenpfleglichkeit dem unbewehrten Reifen überlegen erwiesen.

Tiefe (cm)	Parameter	Ebene				Hang			
		Referenz	Reifen	Eco-Track	Eco-Baltic	Referenz	Reifen	Eco-Track	Eco-Baltic
5-10	DD (g/cm ³)	1,18 ± 0,08	1,59 ± 0,08	1,45 ± 0,06	1,46 ± 0,03	1,24 ± 0,13	1,44 ± 0,08	1,42 ± 0,08	1,42 ± 0,05
	GPV (vol %)	53 ± 5	41 ± 2	45 ± 7	45 ± 3	51 ± 5	44 ± 2	46 ± 2	47 ± 3
	ki (µm ²)	114	18	18	49	109	22	56	86
	DD (g/cm ³)	1,46 ± 0,12	1,62 ± 0,05	1,5 ± 0,07	1,55 ± 0,09	1,36 ± 0,09	1,48 ± 0,05	1,48 ± 0,07	1,44 ± 0,09
15-20	GPV (vol %)	46 ± 6	39 ± 1	44 ± 7	41 ± 3	48 ± 4	43 ± 1	44 ± 7	46 ± 3
	ki (µm ²)	482	381	198	159	147	263	187	224

Tab. 1: Ausgewählte Werte zur Strukturbeschreibung und Funktionalität des Bodens nach Belastung durch den beladenen Forwarder mit Reifen, Eco-Track und Eco-Balticband auf der hinteren Achse. DD = Lagerungsdichte, GPV = Gesamtporenvolumen, ki = Luftleitfähigkeitsbeiwert

Wurzelschäden

Wurzelverletzungen bilden Eintrittspforten für Pathogene und begünstigen den Befall mit Fäuleerregern (OHRNER et al. 2003). Häufig wird das Holz entwertet, die Bestandesstabilität verringert sich.

Im Untersuchungsbestand wurden alle in die Rückegassen streichenden Hauptwurzeln (Durchmesser > 2 cm) der Gasenrandbäume erfasst. Als solche Bäume galten dabei alle Individuen innerhalb eines zwei Meter breiten Streifens beidseitig der Fahrspur. Wurzelschäden wurden mittels bereits publizierter Klassifikation (KREMER et al. 2003) bewertet: Die Schadklassen 1 und 2 umfassen lediglich Verletzungen der



Abb. 2: Montage des Bogiebandes Eco-Track (Foto: J. Kremer)

Rinde, die Klassen 3 bis 5 stellen hingegen massive Holzkörperverletzungen bis hin zum Wurzelabriss dar (Tab. 2).

Insgesamt wurden auf den sechs untersuchten Gassen 328 Bäume bzw. 506 Hauptwurzeln aufgenommen. Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich auf die dominierende Baumart Fichte (270 Individuen bzw. 437 Wurzeln).

Unabhängig von der Befahrungsvariante lag das Niveau der Wurzelschäden (Schadprozent) in ebenem Gelände aller drei Varianten bei ca. 25 Prozent. In hängigem Gelände entstanden unter dem unbewehrten Reifen die weitaus meisten Wurzelschäden. Hier waren fast die Hälfte aller Hauptwurzeln geschädigt. Dies ist auf den Schlupf der Reifen beim Beschleunigen zurückzuführen (KREMER et al. 2003). Die beiden Bänder wiesen hier geringere Schadprozent auf. Das Softband „Eco-Baltic“ zeigte sich hinsichtlich der Wurzeln pfleglicher als das aggressivere „Eco-Track“ Band.

Das Maximum der Wurzelschäden findet sich in einer geringen Bodentiefe (< 12 cm). Im Untersuchungsbestand bildete die Fichte ein typisches Flachwurzelsystem aus. Damit lässt sich der hohe Anteil von Bäumen mit Wurzelschäden (84 Prozent) bis 1 m ab Spuraußenkante erklären. Bei Bäumen, die in 1-2 m von der Spuraußenkante entfernt standen, konnten die Wurzeln in tiefere Bodenschichten abtauchen und scheinen hier geschützt zu sein (KREMER et al. 2004).

Der Rückegassenbreite und ihrem geradlinigen Verlauf (weniger Lenkbewegungen) kommt also eine entscheidende Rolle bei der Vermeidung von Wurzelschäden zu.

Schadklasse und Beschreibung

- 1 Rindenverletzung: Rinde gequetscht (Verletzung mit Harzaustritt)
- 2 Rindenverletzung: Rindeabhub, Holz freigelegt; Rindenablösung ohne Beschädigung der Holzfaser
- 3 Holzkörperverletzung: Holz freigelegt; gequetscht und gesprungen
- 4 Holzkörperverletzung: Holz freigelegt; gequetscht und zerfasert
- 5 Holzkörperverletzung: Wurzelriss und/oder -bruch

Tab. 2: Klassifizierung und Beschreibung der unterschiedlichen Schadmerkmale

Die Schadklassen geben über die Schwere der Wurzelverletzung Auskunft. Bei der Variante „Reifen“ traten mit über 75 % überwiegend Rindenverletzungen auf (Schadklasse 1 und 2). Dieses Schadbild ist für Radmaschinen typisch (KREMER et al. 2003). Die beiden Bänder verursachen dagegen mit 42 bis 48 % deutlich mehr Holzkörperverletzungen (Schadklassen 3 bis 5). Dies ist auf die starren Quereisen der Bänder zurückzuführen. Auf den Hanggassen weisen die aggressiveren „Eco-Track“ Bänder tendenziell höhere Schadklassen auf als das Schonband „Eco-Baltic“ und der Reifen (Abb. 3).

Reifen verursachen deutlich kleinere Schadflächen (Mittel Ebene/Hang: 34/59 cm²) als Systeme mit Bändern (Mittel Ebene/Hang: 85/98 cm²). Dies gilt vor allem für hängiges Gelände. Beim Vergleich der beiden Bändertypen untereinander zeigte sich kein einheitliches Bild. Während auf den Hanggassen „Eco-Baltic“ größere Schadflächen aufweist, kehrt sich dieses Ergebnis in der Ebene um, hier schneidet das Traktionsband schlechter ab.

Insgesamt erweisen sich beide Bogiebänder wurzelpfleglicher als konventionelle Stahlstegraupen (UHL et al. 2005). Das Schadbild liegt von seiner Ausprägung zwischen jenem eines Radfahrzeuges und dem der Raupe.

In hängigen Lagen wirken sich die Bänder sowohl auf den Anteil geschädigter Randbäume als auch auf den Anteil geschädigter Wurzeln positiv aus. Der Anteil geschädigter Wurzeln in ebenen Lagen ist unter dem Traktionsband erwartungsgemäß höher als beim Reifen. In der Schadklassenverteilung (Verletzungsqualität) zeichnet sich ein deutlicher Unterschied zum Reifen ab. Selbst in Hanglage wurden unter dem Softband keine Wurzelabriss festgestellt.

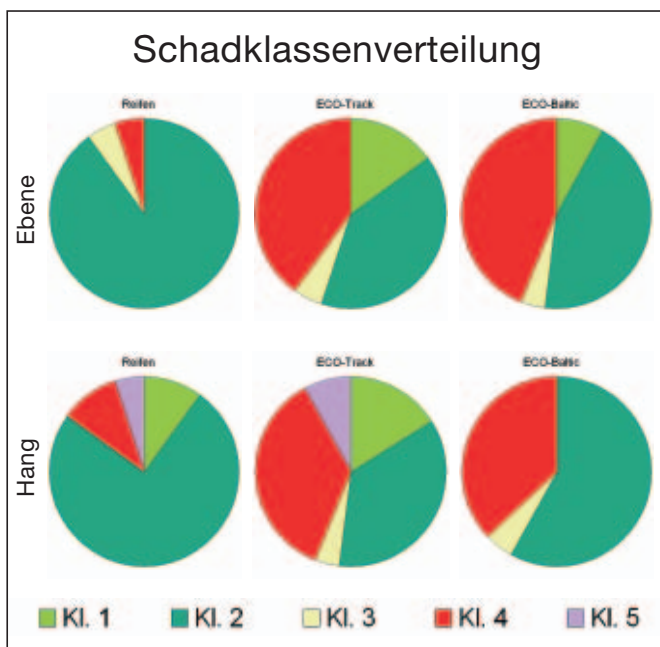


Abb. 3: Verteilung der aufgetretenen Wurzelverletzungen nach Schadklassen in den Untersuchungsvarianten „Ebene“ und „Hang“; typisch für „Reifen“-Befahrung ist der hohe Anteil an Rindenverletzungen (Schadklassen 1 und 2). Beschreibung der Schadklassen siehe Tab. 2

Wir empfehlen:

Bogiebänder - zum Bodenschutz !

Auf Grund der festgestellten Vorteile für die Bodenschonung empfehlen wir den Einsatz der Bänder, bevorzugt in hängigem Gelände. Die Wahl des Bandtyps muss jedoch im Zusammenhang mit Bestandesalter und -form wohl überlegt sein. Aggressive Traktionsbänder sollten nur in betonten Hanglagen (> 20 Prozent) und aufgrund des Fäulerisikos nur in älteren Beständen eingesetzt werden. Auf besonders empfindlichen Böden und flach streichenden Wurzelsystemen wird das Softband empfohlen. Betrachtet man die Qualität der Wurzelverletzungen, erweist sich der Reifen als recht wurzelschonend, hinsichtlich Bodenpfleglichkeit ist er aber den Bändern unterlegen.

Die Kostenkalkulation für das Holzrücken muss den Zeitaufwand für Montage und Wechsel (ca. 1 Std.) sowie den höheren Kraftstoffverbrauch (bis 30 %) beinhalten.

Als besonders wichtig erwies sich in anderen Studien der gezielte Einbau einer möglichst starken Reismatte (KREMER et al. 2004). Reifen verdrängen nach wenigen Überfahrten die Matte. Um deren positive Effekte (Boden- und Wurzelschutz) voll nutzen zu können, sollte möglichst ein **Softband** eingesetzt werden. Laut Aussagen von Fahrern und unseren Beobachtungen zu Folge schont es Reismatten sehr gut. Zudem tragen um einen Meter breiter dimensionierte Rückegassen, d. h. ein größerer Abstand der Gassenrandbäume zur Fahrspur, direkt zum Wurzelschutz bei.

Literatur

KREMER, J.; MATTHIES, D.; WOLF, B.; OHRNER, G.; UHL, E. (2003): Bodenstrukturveränderungen und Wurzelverletzungen. AFZ/DerWald Nr. 17; S. 847-850

KREMER, J.; UHL, E.; WALTER, H.S. (2004): Untersuchungen zu Wurzel- und Bodenschäden nach Einsatz des MHT 9002 HV mit Felastec- und konventionellem Fahrwerk. Interner Abschlussbericht; Kooperationsprojekt LWF-FELASTOPUR-WFW-MHT, 49 S.

OHRNER, G.; MATTHIES, D.; KREMER, J.; WOLF, B.; UHL, E.; BLASCHKE, M. (2003): Rad- oder Raupenfahrwerke bei Forstmaschinen? Wald und Holz Nr. 9, S. 40-42

UHL, E.; KREMER, J.; OHRNER, G.; MATTHIES, D. (2005): Auch Raupenharvester können wurzelschonend arbeiten. AFZ/Der Wald Nr. 18, S. 965-968

UHL, E.; OHRNER, G.; KREMER, J.; WOLF, B.; MATTHIES, D. (2005): Boden- und Wurzelpfleglichkeit von Forstmaschinen - Rad- und Raupenfahrwerke im Vergleich. Waldforschung aktuell Nr. 9

DR. JOHANN KREMER ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München;
E-Mail: kremer@forst.wzw.tum.de

MARKUS SCHARDT ist Mitarbeiter im Sachgebiet „Holz und Logistik“ der LWF; E-Mail: msc@lwf.uni-muenchen.de