Boden unter Druck

Sind Bodenschutzziele und Holzernte vereinbar?

Nikolaus Nemestóthy, BFW Forsttechnik

Der (Wald)Boden aus Sicht der Gesellschaft

Der Bayrischer Rundfunk titelte schon vor einigen Jahren:

„Wald unter Druck – (die Förster) gefährden die Forste!“

- (Wald)Böden werden zunehmend als Kulturgut (-erbe) gesehen
- Existenz und Funktion schützenswert

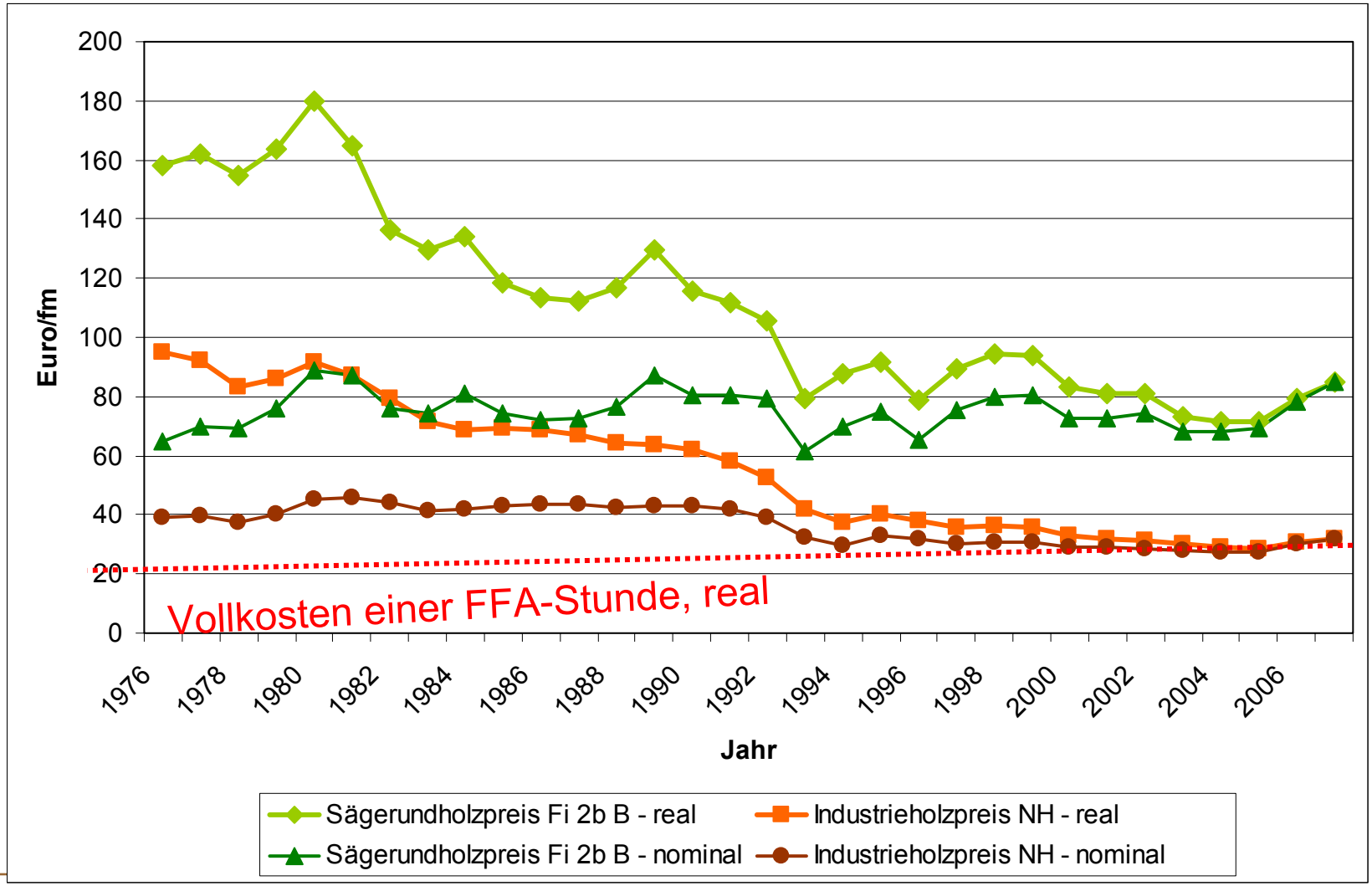
- (Forst)Wirtschaftliche Aktivitäten werden sehr kritisch betrachtet:
  - Forstmaschinen zerstören dieses wichtige Gut sichtbar – auch wenn dies nur partiell geschieht
  - Das Verständnis für solche Schäden schwindet

Vergessen Forstleute über ihre Ziele der Waldbewirtschaftung den Boden?

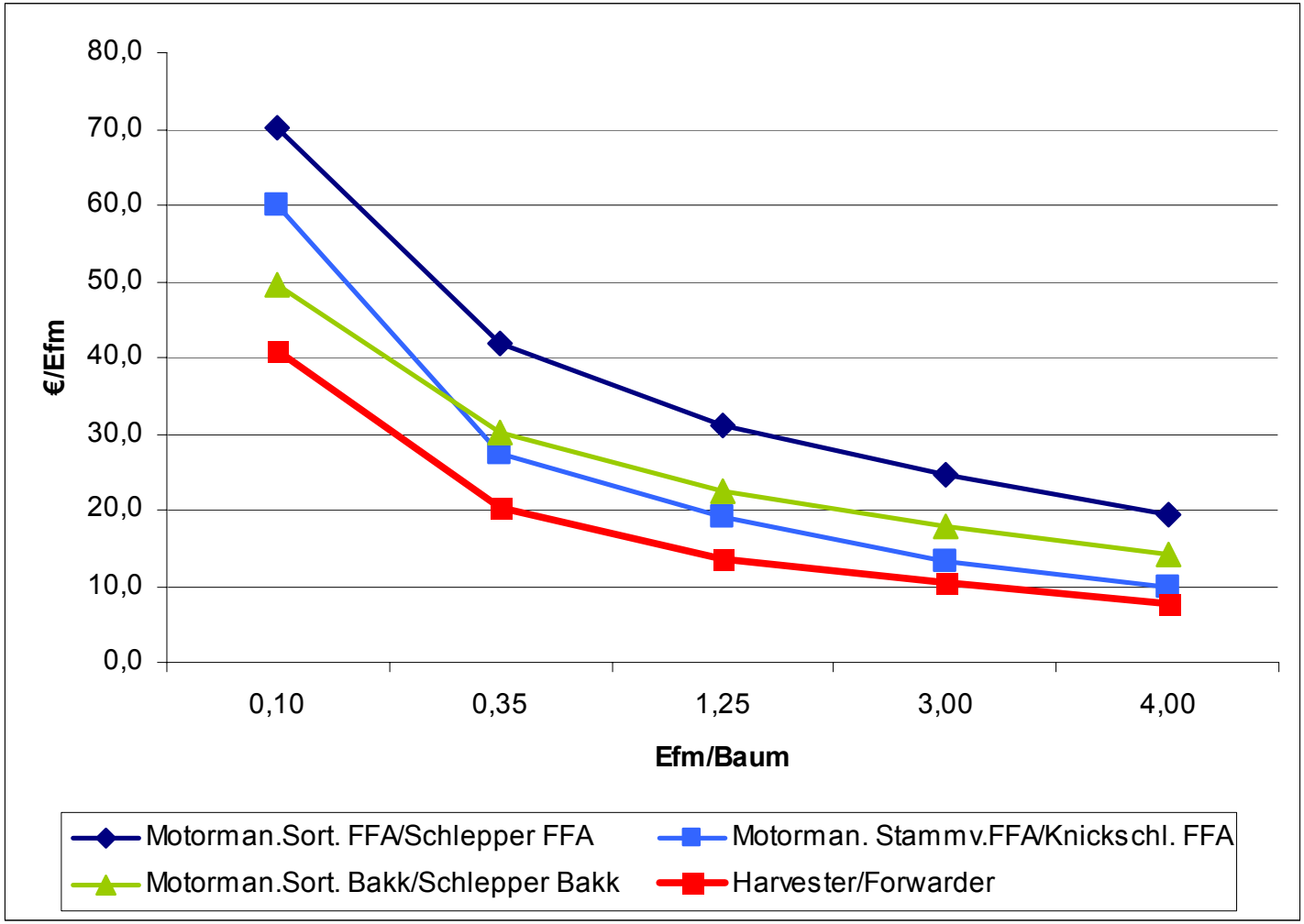
- Richtige Baumartenwahl
- Stabilität - H/D Wert
- Zuwachs auf wertvollste Bäume konzentrieren
- Strukturverbesserung
- Natur**nahe** Wirtschaft
- Erwirtschaften von Erträgen

Nein – nur sind ohne Maschineneinsatz die Ziele nicht mehr erreichbar!

Holzpreisentwicklung 1976 -2007



Erntekosten unterschiedlicher Verfahren



Harvester - Größenklassen

bis 70 kW | 71 – 140 kW | 140 – 175 kW | **>175 kW**

kleine Harvester

mittlere Harvester

große Harvester

		Kleine Harvester	Mittlere Harvester	Große Harvester
Gewicht (Masse)	(to)	4 - 8	9 - 13	13 - 15 (18)
Breite	(cm)	160 - 220	240 - 280	260 - 290
Kranreichweite	(m)	6,0	8,50 - 10,0	10,0 - 11,0 (15,0)
Stückmasse-bereich	(fm/Baum)	bis 0,12	bis 0,25	ab 0,20
max. zu bearb. Durchmesser	(cm)	20	35	55
Leistung	(fm/Bstd.)	3 - 5	4 - 8	5 - 15
Jahreskapazität	(fm/Jahr)	7.000	12.000	18.000

Sehr gr. Harvester!
18 - 30 (55) to
250 – 300 cm
10 – 15 m
ab 0,25 fm/Baum
bis 70 cm
8 – 20 fm/h
25.000 fm/Jahr

Harvestertechnologie in Österreich

„Markt“-Anteile der Holzernteverfahren (2005)

Konventionelle Holzernte	55 bis 60 %
Baumverfahren	20 %
Harvestertechnologie	20 bis 25 %

Verfügbare Geräte	bis 70 kW	70 - 140 kW	**über 140 kW**	Gesamt
Raupenharvester				
Erhebung 2005	24	52	17	93
Erhebung 2008	13	43	21	77
Radharvester				
Erhebung 2005		67	78	145
Erhebung 2008		73	106	179
Gesamtzahlen Harvester				
Erhebung 2005	**24**	**119**	**95**	**238**
Erhebung 2008	**13**	**116**	**127**	**256**

Hanimax Soft

55 to Einsatzgewicht

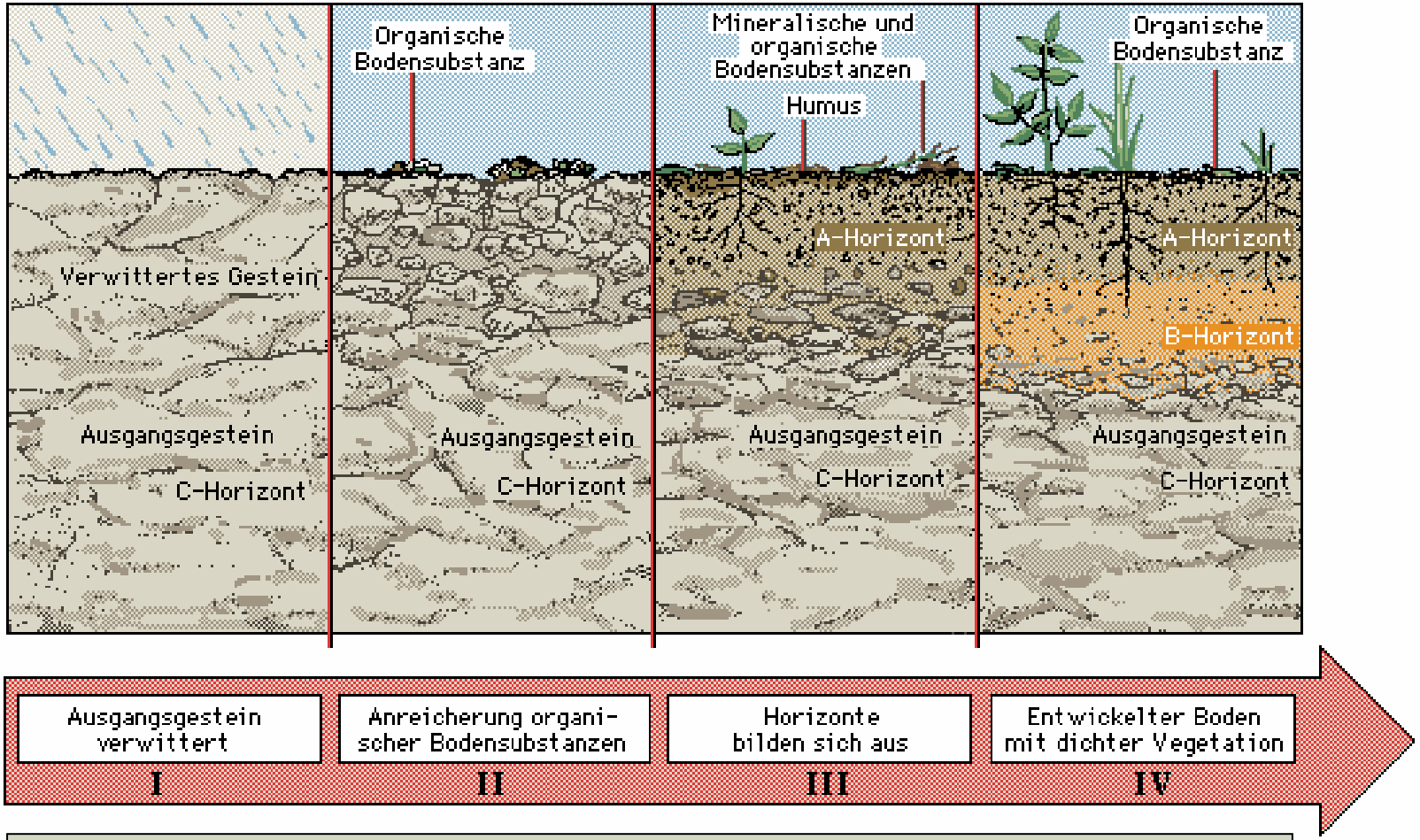
Laut Prospekt bei 15 m noch 6 to Hubkraft

= 900 kNm Netto-Hubmoment im Extremfall auf einer Seite

Quelle: Forstmaschinenprofi 03/2007

Was bedeutet das für den Boden?

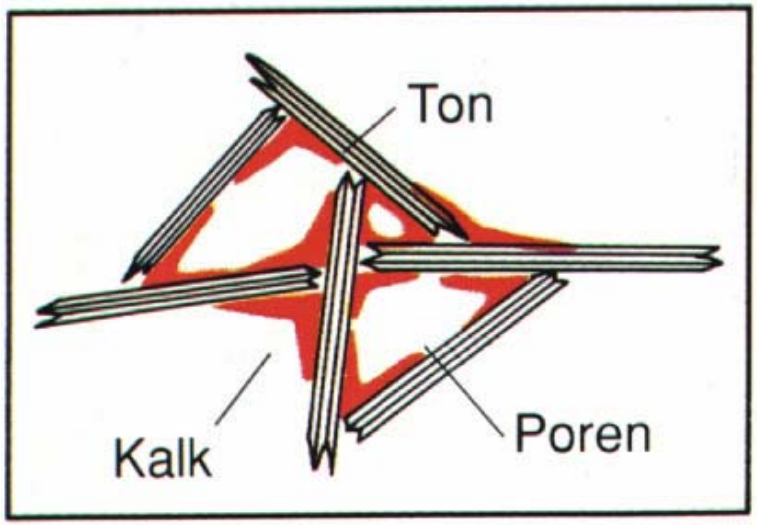
Bodenentwicklung

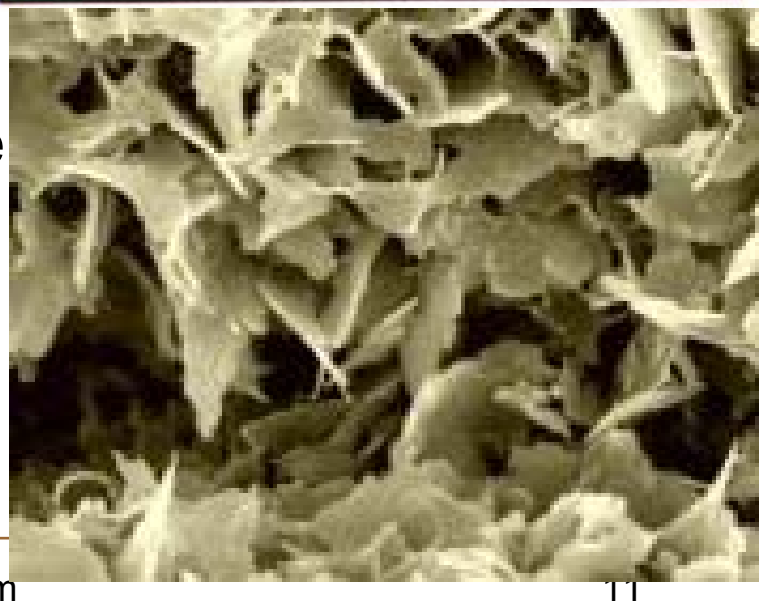


.. Ein tausende Jahre dauernder Prozess .

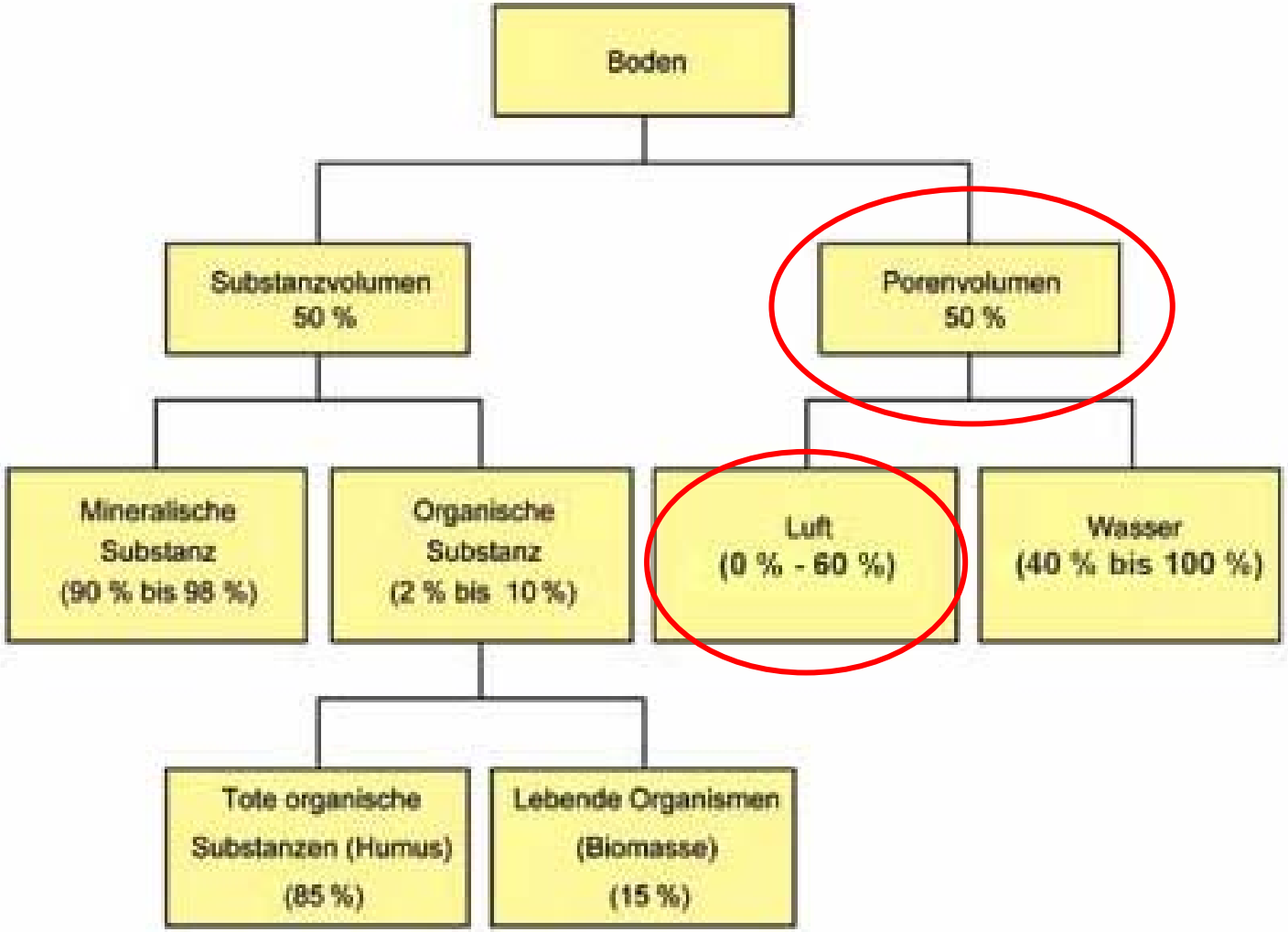
Sensibles Produkt der Entwicklung: **Ton**

- Tonminerale sind schichtweise aufgebaute, plättchenartige Minerale
- überwiegend kleiner als 0,002 Millimeter
- Sie bilden sich sehr langsam im Verlauf der Bodenentwicklung
- Sie können Wasser und Nährstoffe speichern und abgeben.
- Sie sind somit für Bodeneigenschaften und Ernährung der Pflanzen entscheidend.





Luft im Waldboden für die Durchwurzelung entscheidend



Bodenverdichtung und die Folgen

- **Reduktion des Porenvolumens**
- **Unterbrechung der Kapillarität**
- **Erhöhung der Lagerdichte**

Verminderte Wasserleitfähigkeit
- **Staunässe**
- **Oberflächenabfluss**

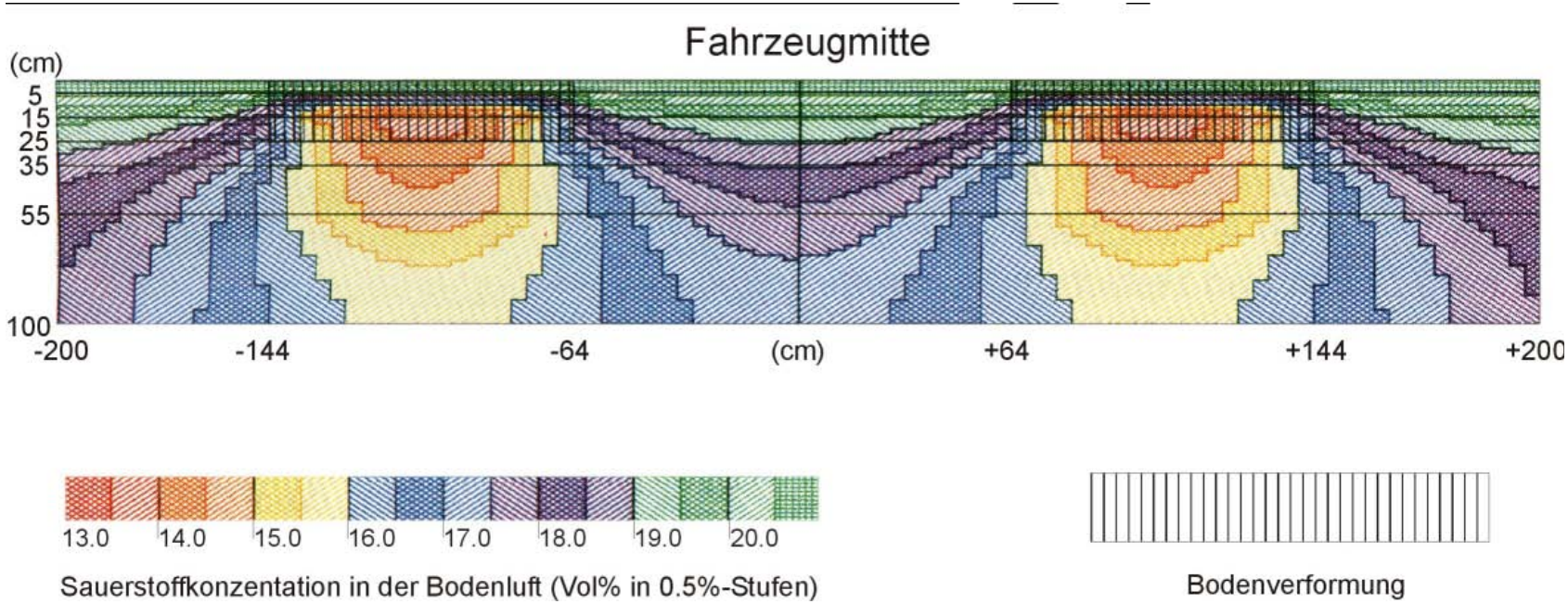
Schlechte Durchlüftung 0_2 - Mangel

Erhöhung des Durchwurzelungs-widerstandes

Erosion

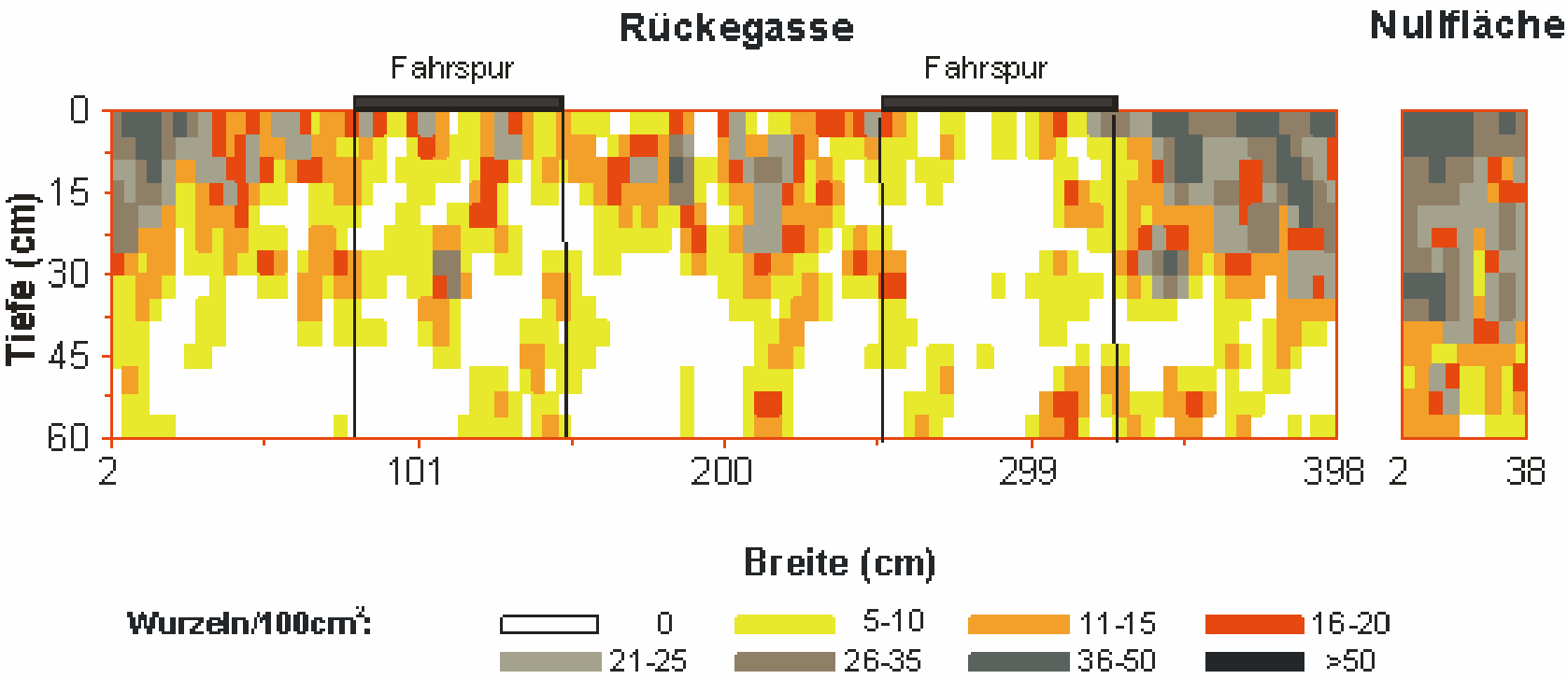
Beeinträchtigung der biologischen Aktivität Zuwachsverlust

Rückgang der Sauerstoffversorung in der Fahrspur



Unter Fahrspuren geht dem Boden die "Luft" aus

Rückgang der Bewurzelungsintensität in der Fahrspur

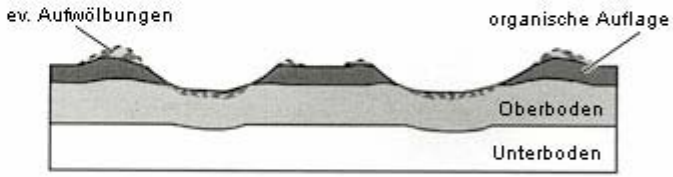


Typ I: leicht gestört

keine seitlichen Aufwölbungen
Spurtiefe immer kleiner als 10cm

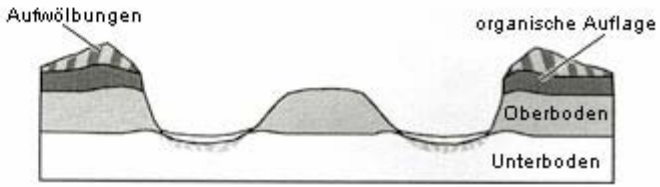
Typ II: mittel gestört

teilweise seitliche Aufwölbungen
Spurtiefe meist kleiner als 10cm



Typ III: stark gestört

in der Regel seitliche Aufwölbungen
Spurtiefe immer grösser als 10cm



Quelle:
Waldwissennet

Theoretische Ansätze für die Bestimmung der Befahrbarkeit:

- kritische Belastungschwelle individuell für jeden Boden
  - - die Belastungsschwelle ist bodenartabhängig
  - - die Belastungsschwelle ist feuchteabhängig
- Plastizität von Böden:
  - - Je feinkörniger, desto plastischer
  - - Je komplexer, desto plastischer (3-Schicht-Tone stärker als 2-Schicht-Tone)
  - - Je humoser, desto plastischer
- technische Massnahmen zur Reduktion (Vermeidung) der Schäden:
  - - Geringer Reifeninnendruck
  - - Grosse Reifenbreite
  - - Geringes Ply-Rating = weiche Reifen
  - - Grösserer Reifendurchmesser
  - - Bogie-Bänder, Raupenfahrwerk
  - - Reisigmatten

Auswertung bisheriger Erfahrungen

- Große Verunsicherung – keine schlüssigen Aussagen zu Belastungsgrenzwerten verschiedener Böden
- Auf tiefgründigen (guten) Böden schon einmaliges Befahren nachhaltig schädigend
- Fazit der Wissenschaft:
  - Auf Grund der Dynamik der Maschinenkräfte und der Heterogenität der Böden keine realistische Beurteilung möglich
  - Flächiges Befahren gefährdet die Nachhaltigkeit der Waldfunktionen
  - Befahrung muss daher unbedingt auf Rückelinien beschränkt bleiben
- Es kann demnach nur um die Erhaltung der Befahrbarkeit der Rückelinien gehen, nicht um schonende 100%-ige Befahrung des Bodens!

Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenschäden

Einsätze kontrollieren

Befahrung nur bei günstigen Witterungs-verhältnissen

Befahrung nur über Feinerschließung

richtige Maschinenwahl

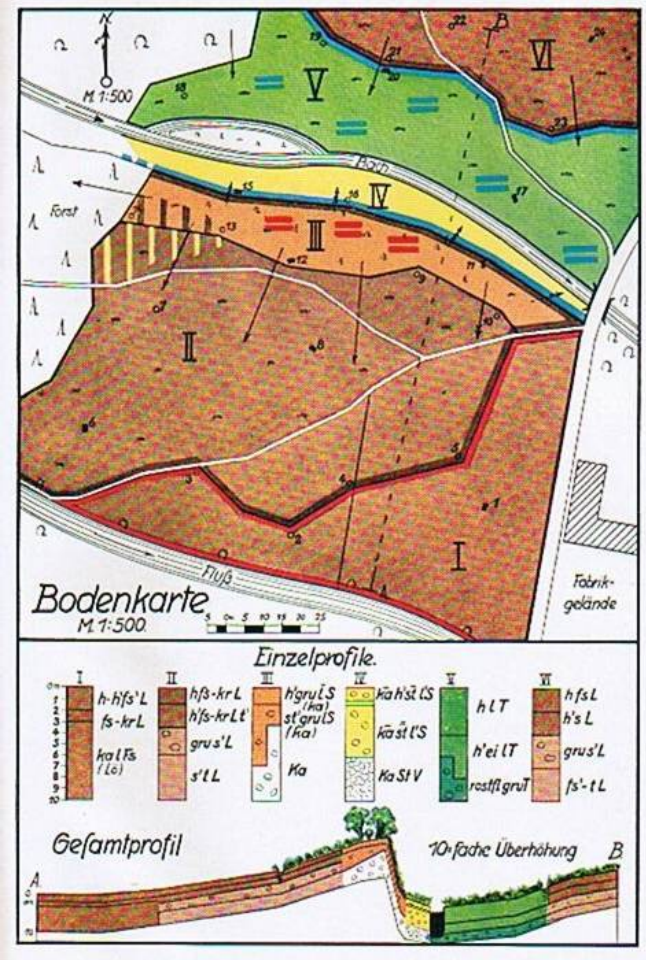
Aufbau einer Reisigmatte in Rückegasse

Bodenverhältnisse kennen

Feinerschließung

- Markierte Rückegassen und gebaute Rückewege
- Abstand 20 m für die meisten Maschinen geeignet
- Breite von 4 m bedeutet Flächeneinsatz von 20 % der Holzbodenfläche
- teilweise wird aber auch diese durch Wurzel und Kronenraum genutzt
- Verlassen der Rückegassen sollte auch bei Kahlschlag und Schadholz-aufarbeitung vermieden werden
- Erhaltung der Befahrbarkeit wichtig
  - → Befahren bei schlechten Bedingungen vermeiden
  - → alternative Einsatzorte für Schlechtwetter planen

Standortskartierung ermöglicht Überblick



Gefahren für den Waldboden durch Befahrung

Merkmale	Elastische Verformung meist nur Stollenabdrücke	Plastische Verformung deutliche Eintiefung	Grundbruch ausgeprägte randliche Aufwölbung
Einflussfaktoren Boden			
	Ausprägung der Spur →		
Wassergehalt	trocken		feucht
Bodenart	grob		fein
Hangneigung	flach		steil
	← Anstieg der Tragfähigkeit		

Wurftest nach LWF (Merkblatt 22, April 2007)

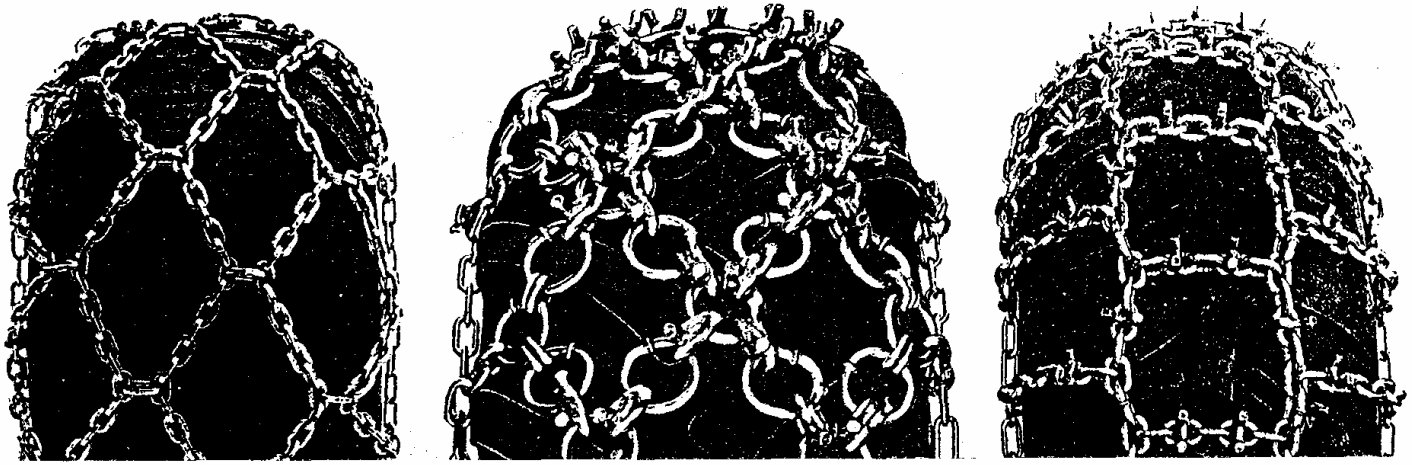
	Spurtyp 1	Spurtyp 2	Spurtyp 3
Merkmale	**Elastische Verformung** meist nur Stollenabdrücke	**Plastische Verformung** deutliche Eintiefung	**Grundbruch** ausgeprägte randliche Aufwölbung
Erscheinungsbild	Risse in der Oberfläche, fällt u.U. ab	Oberfläche geschlossen, flach	„Spritzer“, unregelmäßig und flach
Typisches Spurbild	Spurtyp 1	Spurtyp 2	Spurtyp 3
Wassergehalt	gering	mittel	hoch
Tragfähigkeit	hoch	mittel-gering	nicht ausreichend
Risiko	**gering**	**mittel-hoch**	**Bodenschaden unvermeidbar**
Befahrung	**immer**	**zu prüfen**	**nie**

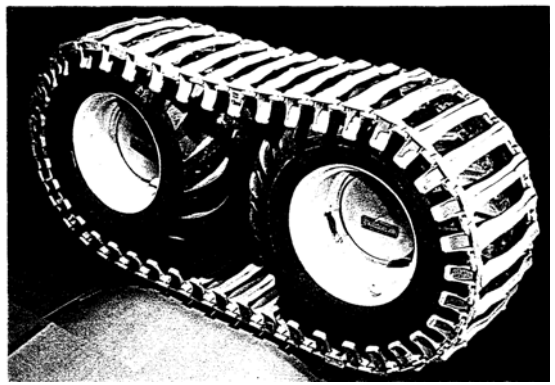
Maschinenkenndaten entscheidend für die Einsatzmöglichkeit

- Steigfähigkeit
- Fahrzeugbreite
- Gewicht
- Kranreichweite
- Hubmoment
- Fälldurchmesser
- Aufarbeitungsdurchmesser

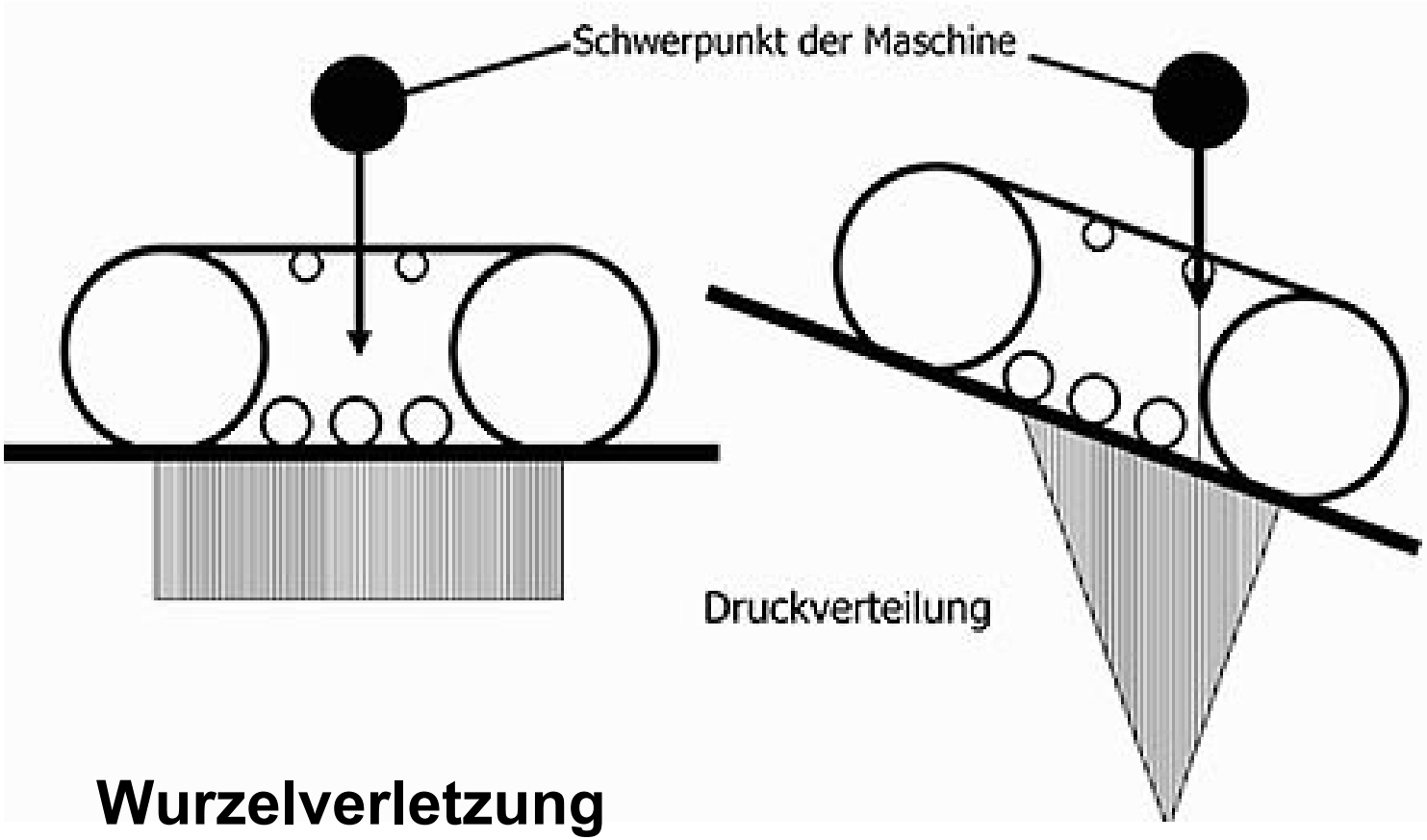
	Holzanfall	Baum-dimensionen	mittlere bis gute Bodentragfähigkeit				
			Bodenrauhigkeit				
			gering				mittel
			Hangneigung				
			30 %	40 %	50 %	60 %	> 60 %
Kurzholz	hoch	Baumholz - stark	Radharvester mit Forwarder; Raupen-harvester mit Forwarder			Raupen-harvester mit Seilgerät oder Logline	Schreit-harvester mit Seilgerät
Kurzholz	mittel	- mittel - schwach	Radharvester mit Forwarder			Raupen-harvester mit Seilgerät oder Logline	Schreit-harvester mit Seilgerät
Kurzholz		Stangenholz	Radharvester mit Forwarder			Raupen-harvester mit Seilgerät oder Logline	Schreit-harvester mit Seilgerät
Kurzholz	gering	-	Motorsäge mit Schlepper				
Langholz	hoch	Baumholz mittel - stark	Raupenharvester mit Schlepper; Motorsäge			Motorsäge mit Seilgerät	
Langholz	gering	Baumholz mittel - stark	Raupenharvester mit Schlepper; Motorsäge			Motorsäge mit Seilgerät	

Vorsicht bei der Verwendung von Gleitschutzhilfen



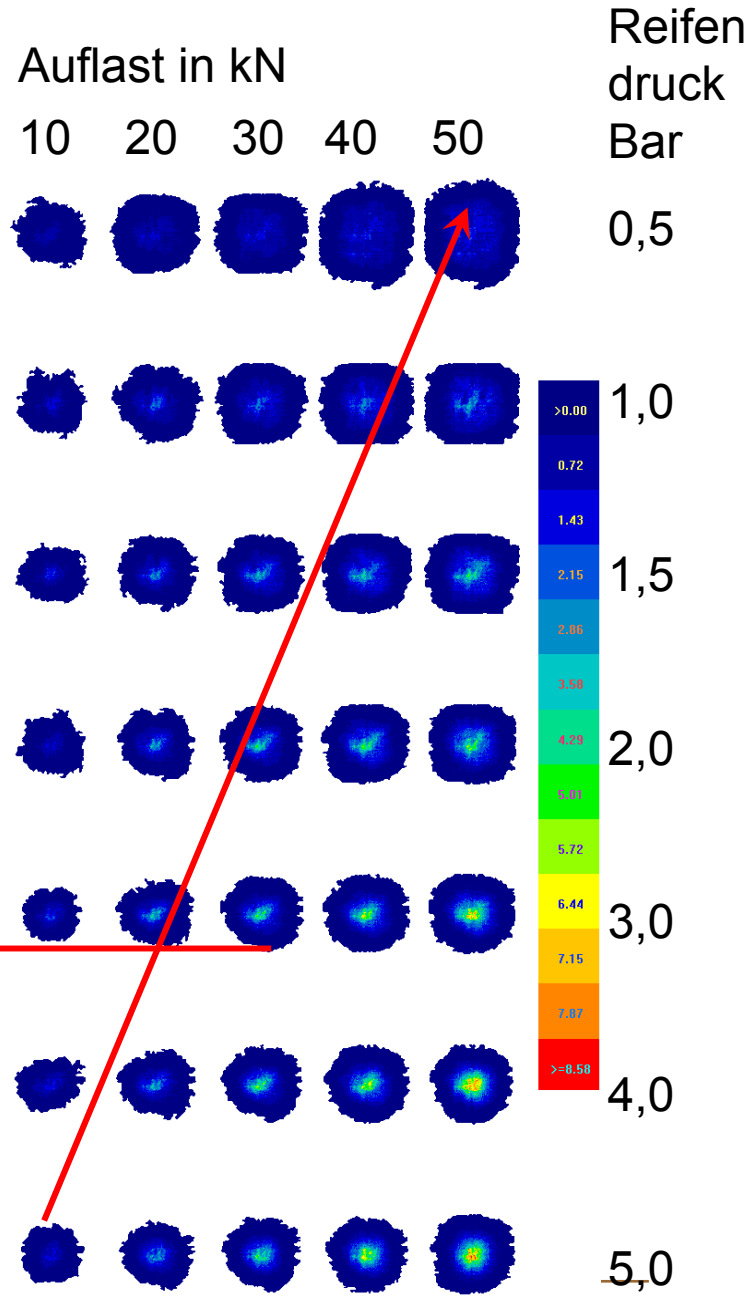


Druckverteilung bei Raupenlaufwerken

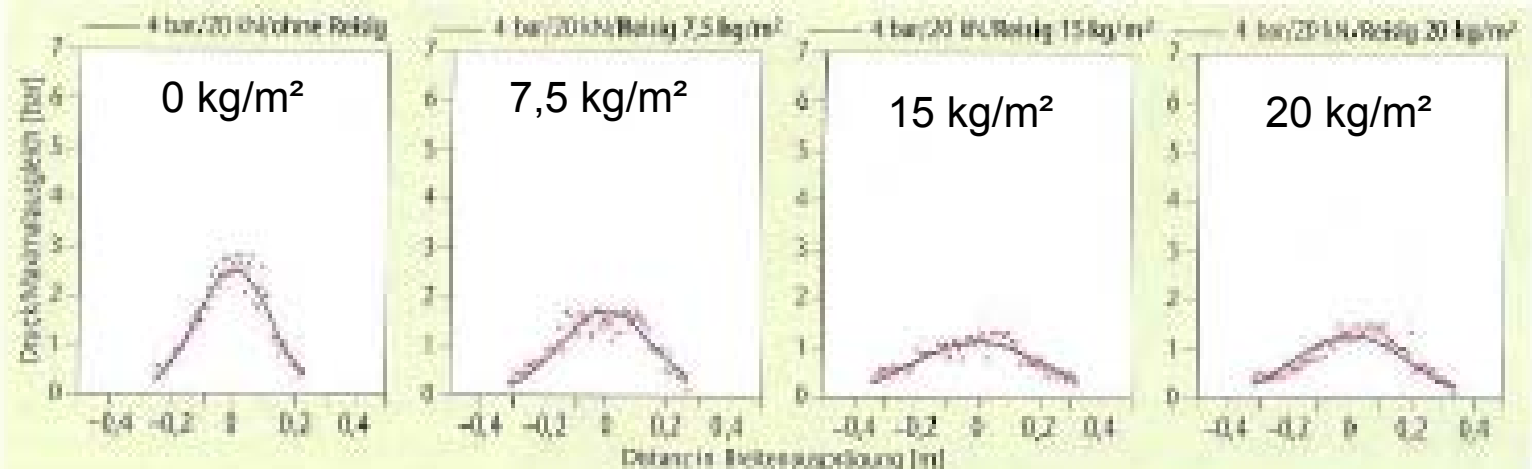


Wurzelverletzung durch Scherkräfte

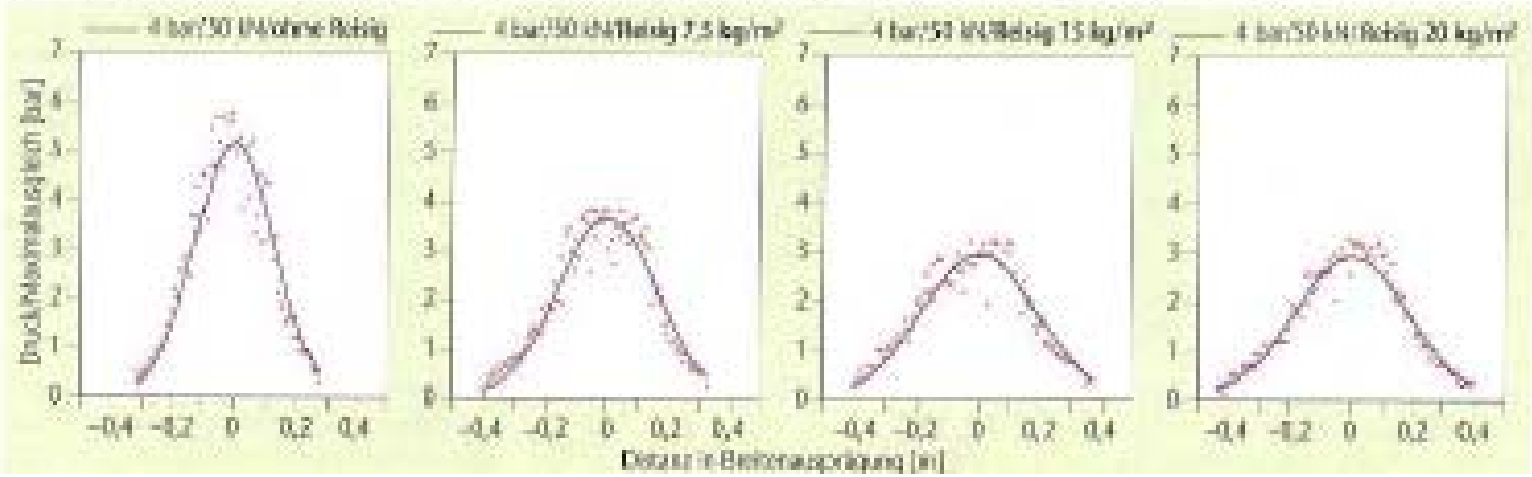
Mit zunehmender Rad-Auflast und abnehmendem Druck wächst die Kontaktfläche (JACKE, EBEL 2006)



Wirkung von Reisigmatten (JACKE 2008)



Reisigmatteneffekt unter Breitreifen 600/55/26,5, Fülldruck 4 bar Auflast 20 kN

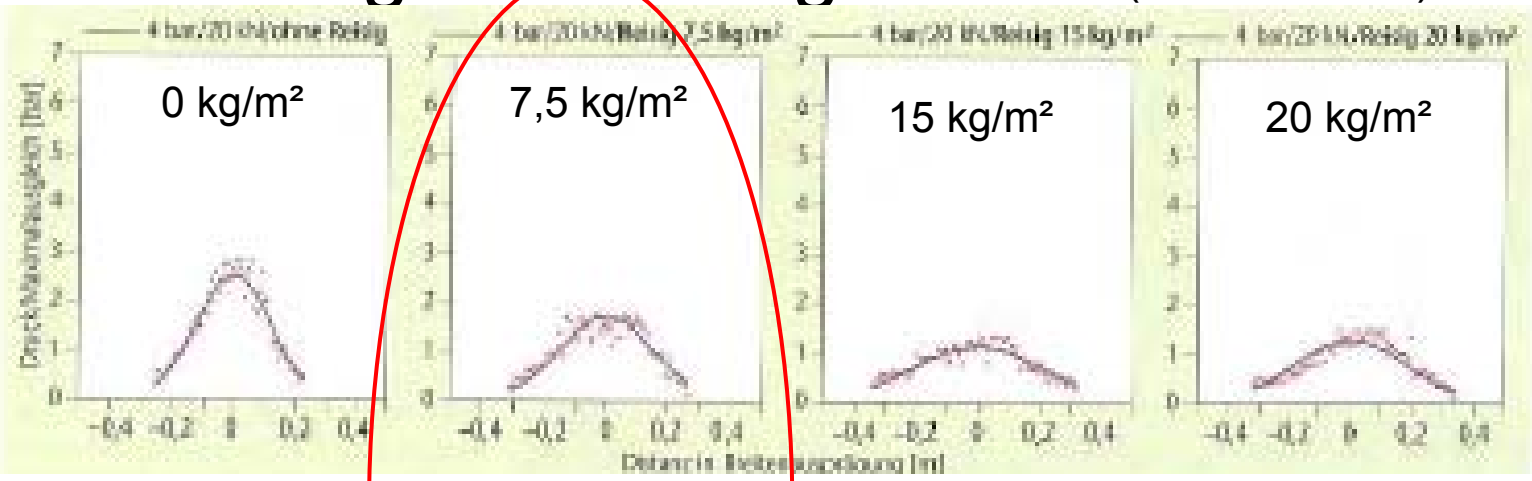


Reisigmatteneffekt unter Breitreifen 600/55/26,5, Fülldruck 4 bar Auflast 50 kN

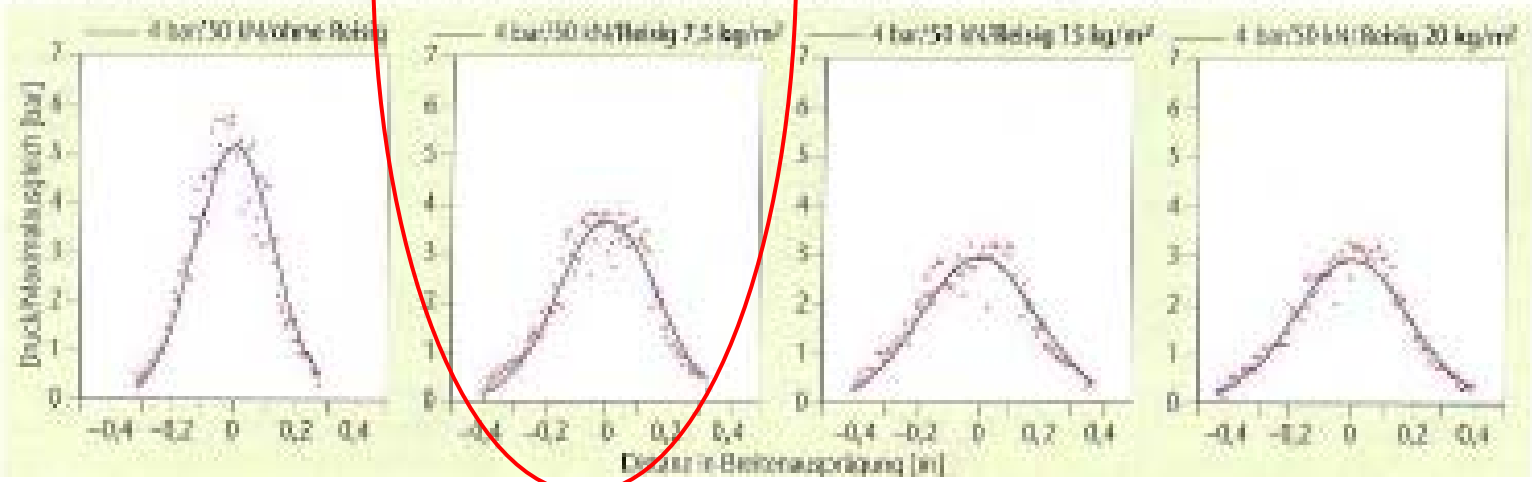
Wirkung von Reisigmatten (JACKE 2008)

- Reduktion des Bodendruckes proportional mit zunehmender Reisigmasse
- 15 bis 20 kg/m² erforderlich
- Erstdurchforstung Fichte (Entnahme 40 Efm/ha):
  - 2000 m² Gassenfläche/ha
  - Reisigbedarf 30 bis 40 To/ha
  - Reisiganfall ca. 13 To/ha = 6,5 kg/m²

Wirkung von Reisigmatten (JACKE 2008)



Reisigmatteneffekt unter Breitreifen 600/55/26,5, Fülldruck 4 bar Auflast 20 kN



Reisigmatteneffekt unter Breitreifen 600/55/26,5, Fülldruck 4 bar Auflast 50 kN

Zusammenfassung
Maschinen und Bodenschutz

- Wirtschaftliche Zwänge führen zur Vollmechanisierung
- Maschinengewicht nimmt zu (Valmet 911.1 - **20 to**, Highlander - **22 to**, Ponsse Bear - **25,5 to,** Königstiger – **30 to,** Hannibal **– 50 to**)
- Verdichtung ist für den Boden schlimmer als sichtbare Verwundung
- Schäden wirken Jahrzehnte nach
- 20 % Holzboden für die Feinerschließung opfern
- Fahrlinien befahrbar erhalten
  - Niederquerschnitt-Niederdruck Breitreifen, 8-Rad, Bogieband können Bodendruck/cm² reduzieren
  - Reisigmatte trägt zur Erhaltung der Befahrbarkeit bei

→ **einmal angelegte Rückegassen nicht verlassen!**

Danke!