

Erfolg durch Vermeidung von Technikfolgeschäden

Nikolaus Nemestóthy

Forsttechnik – Erfolgsfaktor für die Waldbewirtschaftung

Ort/Gmunden

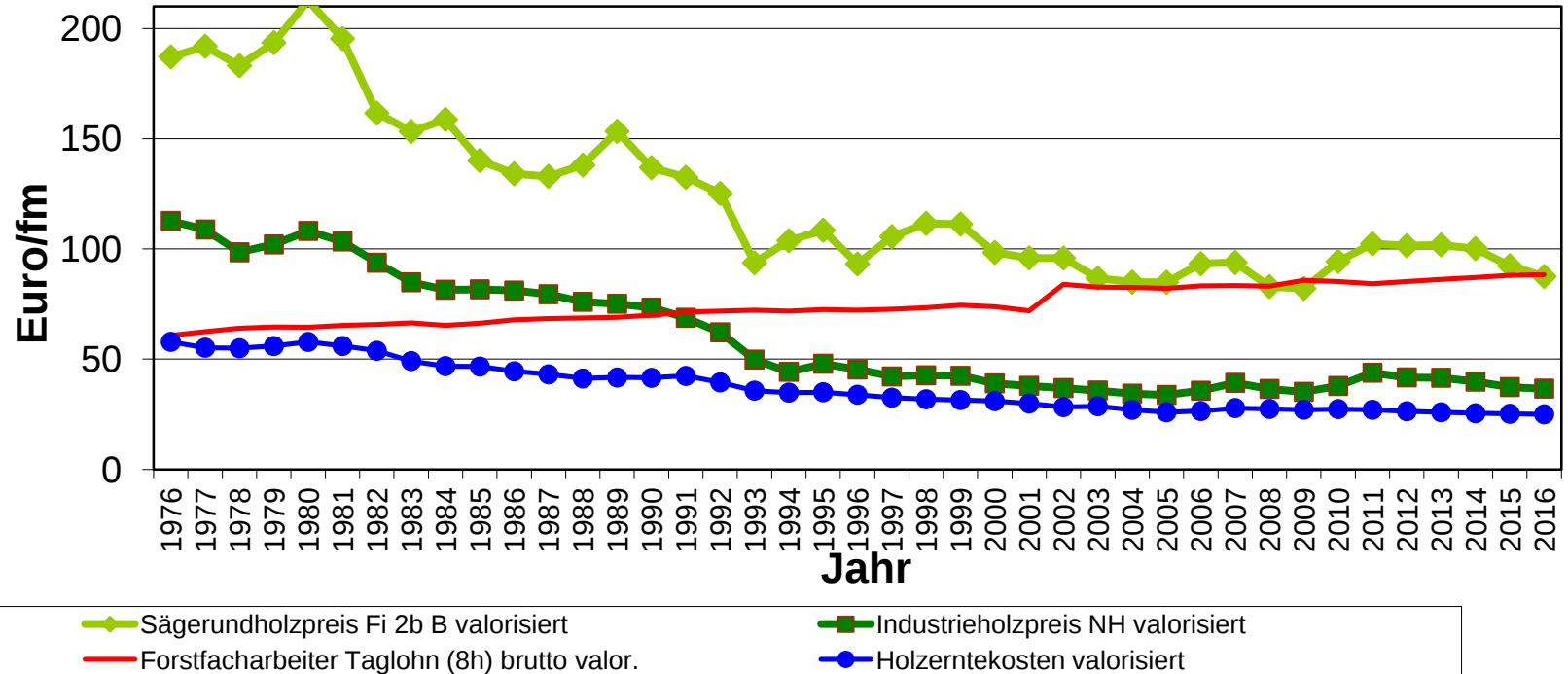
März 2017

Inhaltsüberblick

Rahmenbedingungen
Maschinenentwicklung
Bodenschäden
Erfahrungen
Maßnahmen

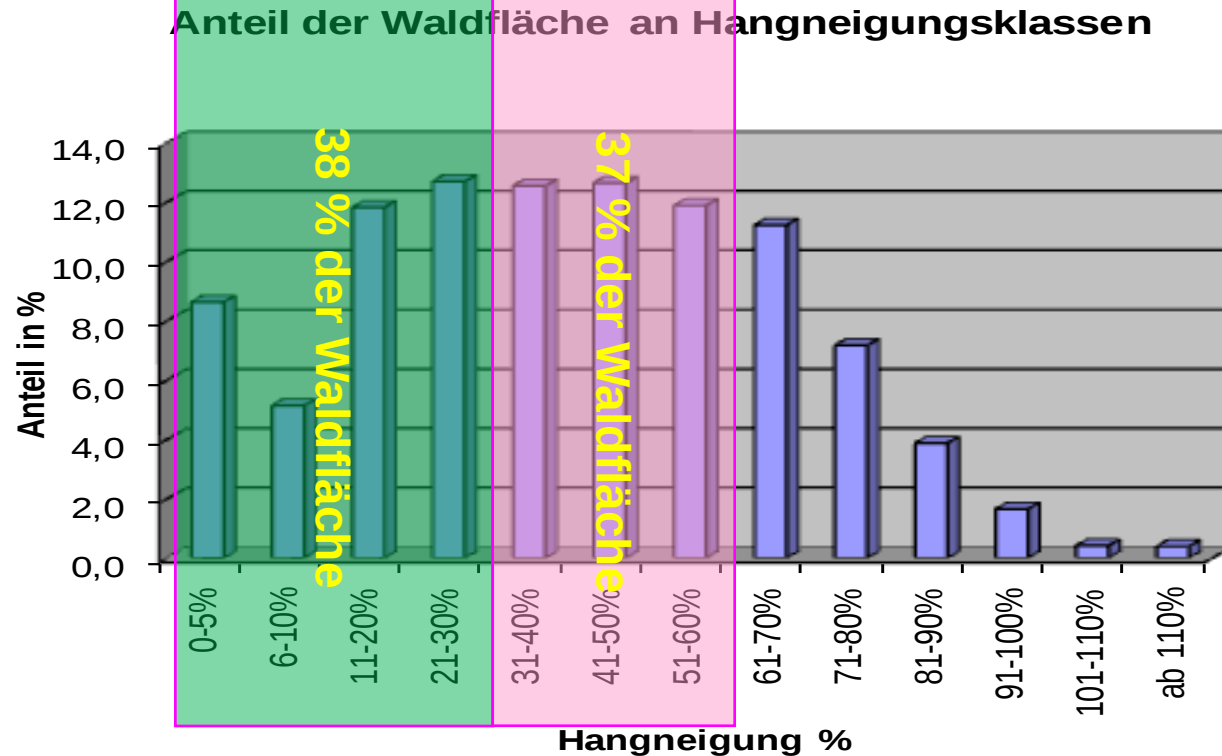
Holzpreise und Erntekosten

Holzpreise und Lohn- und Erntekosten,
 Werte inflationsbereinigt nach VPI (Statistik Austria)



Hangneigung – limitierender Faktor

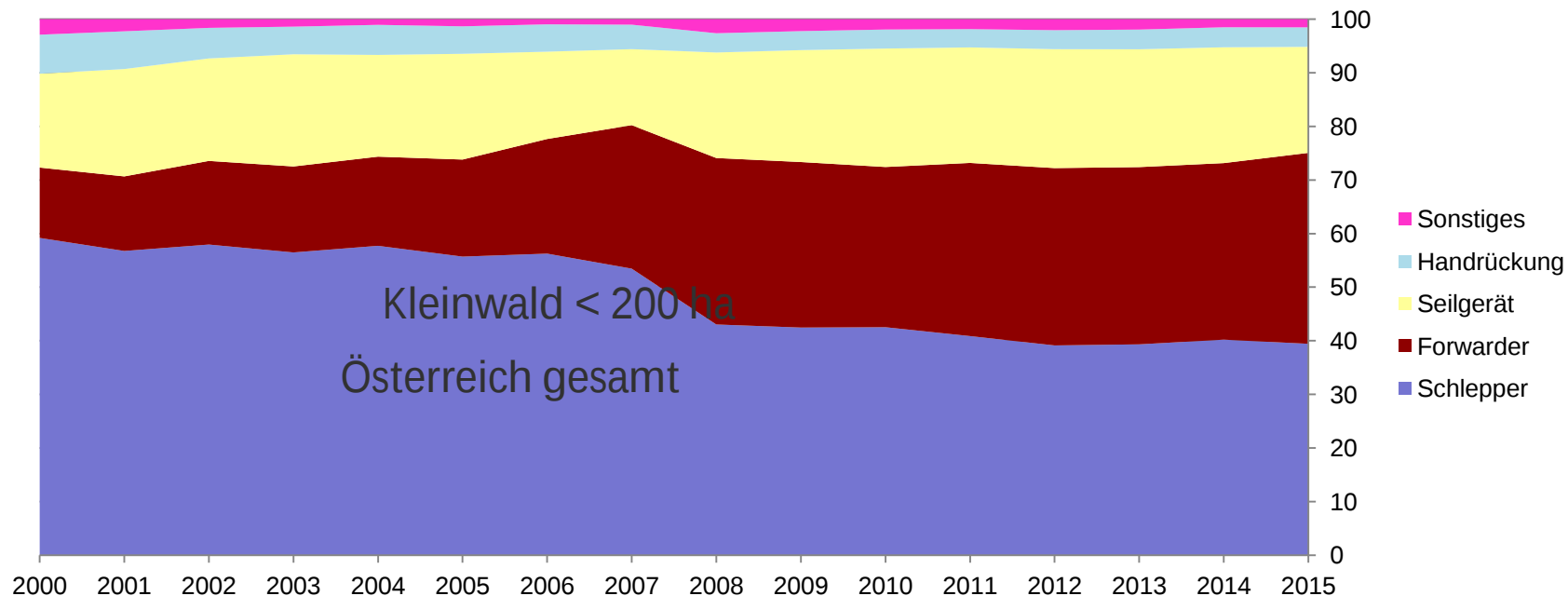
(Daten ÖWI 2013)



Entwicklung der Holzurückung

(Daten Holzeinschlagsmeldung 2015, BMLFUW)

Bringungsart:	Österreich gesamt	Kleinwald <200ha
• Bodenzug-Rückung	39 %	52 %
• Forwarder-Rückung	36 %	31 %
• Seilgeräte-Rückung	20 %	12 %
• Handrückung + sonst.	5 %	5 %



Schleppertypen

Windenschlepper

- Kompakter LW-Schlepper mit 3-Punkt Winde
- Forstraktor mit 3-Punkt 8 t Winde
- Forstraktor mit Aufbauwinde
- Forstspezialschlepper (Skidder)

Traktor mit Rückezange



Schleppertypen

Kombimaschinen mit Kran oder Zange und Winde

- Basis LW-Schlepper
- Knickschlepper

Tragschlepper



Wie wirkt der Schlepper auf den Boden?



70 Tonnen Einsatzgewicht
Bei 17,4 m Reichweite
35 kN (3,5 To) Hubkraft (netto)
→ $17,4 \times 3,5 = 609 \text{ kNm}$
Notwendige Abstützkraft am
Rand des Fahrzeuges = 400 kN
(40 Tonnen)



Schlepper im Forsteinsatz

Je nach Traktor → Achslast 4 - 8 to

- Beispiel: Steyr 4095 + Tigerwinde = 4,7 t + Holz 6 bis 7 t auf Hinterachse
- Kotschenreuter 135 mit Kran Gesamtgewicht 11.560 kg, Hinterachse ohne Holz 6.600
- HSM 904 mit Kran, Gesamtgewicht 12.600 kg, Hinterachse ohne Holz 6.400

Bereifung = Kontaktfläche = entscheidend f. Bodendruck:

Steyr 4095: 600/65 R 34

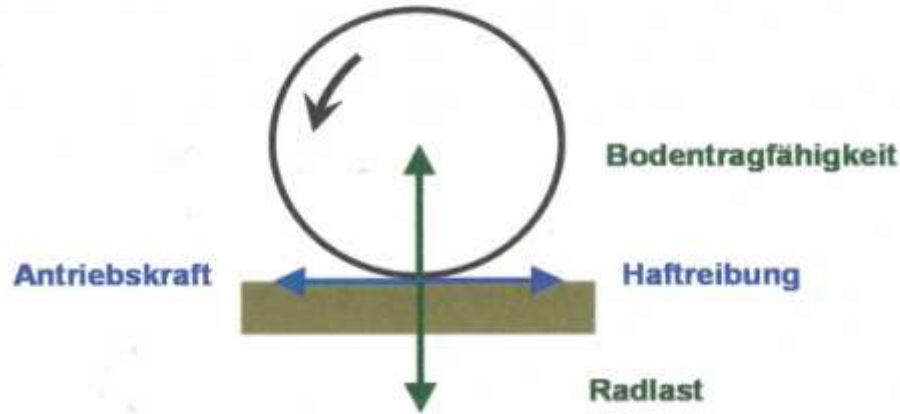
Zum Vergleich: Forwarder

Komatsu 845 = 30 t, 710/45-26,5

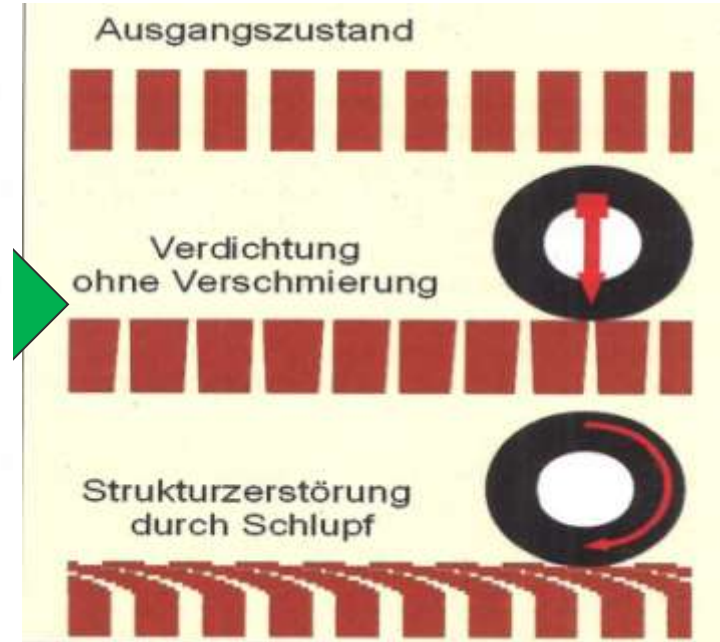
Ponsse Gazelle = 24 t, 710/40-22,5



Reifen überträgt die Last und die Vortriebskraft auf den Boden

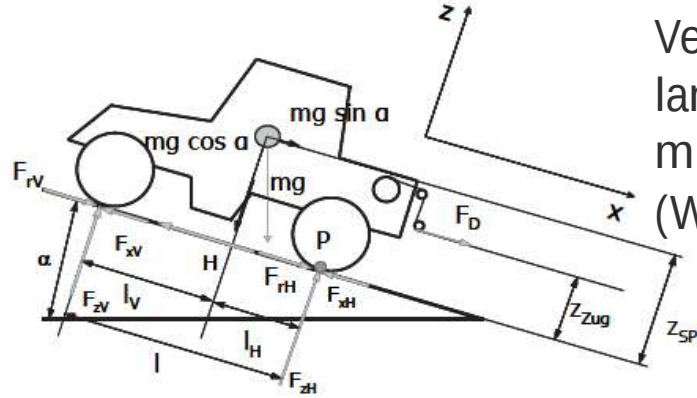


Grafik: BAFU, WSL, 2016

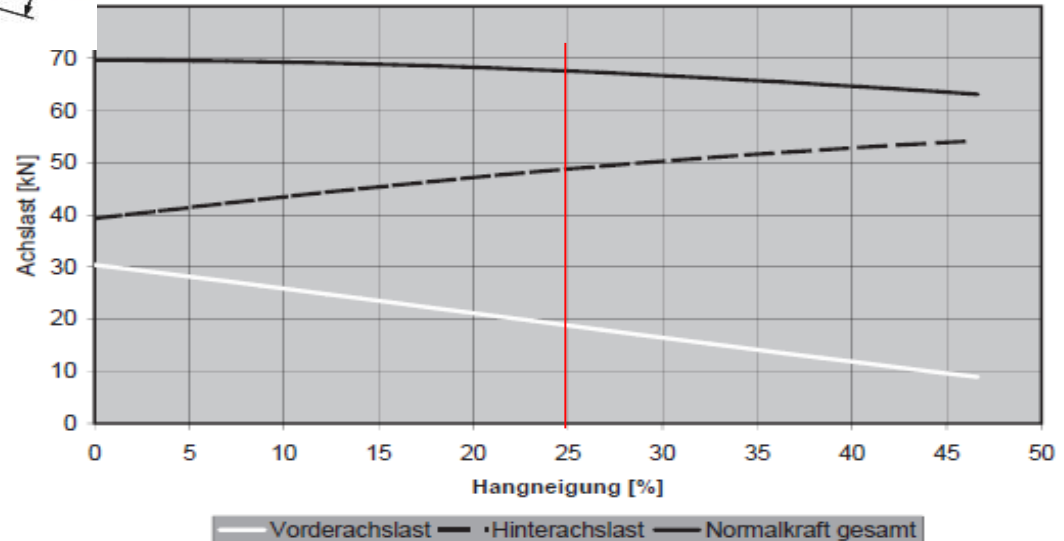


Grafik: Uni Freiburg, Inst. f. Bodenkunde, 2012

Veränderung der Achslasten am Hang



Veränderung der Achslasten eines
 landwirtschaftl. Schleppers mit Forstausrüstung
 mit steigender Hangneigung.
 (WEISE, 2007)



Spurtypen



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

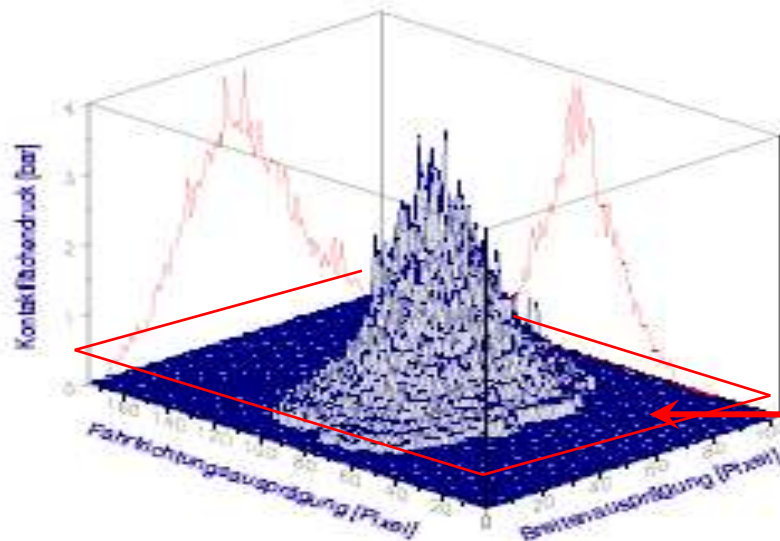


Reifendimension und Reifenfülldruck entscheidend für Auflagefläche



Bildquelle: BAFU,
WSL, 2016

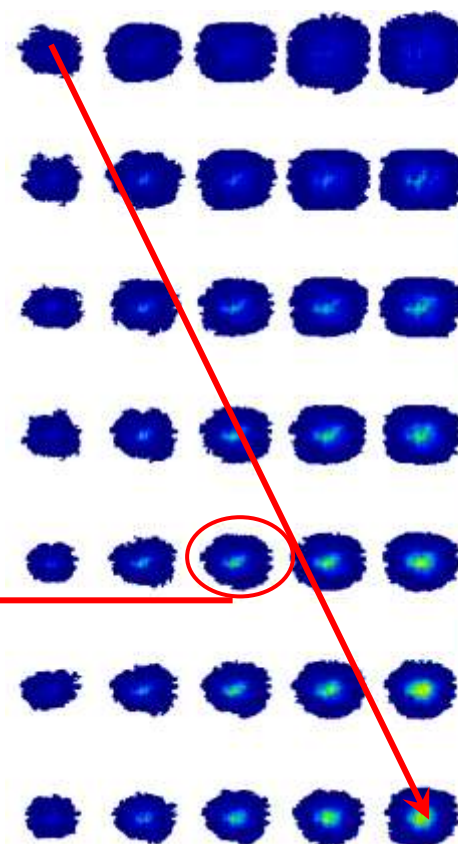
Mit zunehmender Rad-Auflast und zunehmendem Reifenfülldruck wächst die zentrale Druckspitze



Glockenförmige Druckverteilung – zentrale Druckspitze (JACKE, EBEL, 2006)

Auflast in kN

10 20 30 40 50



Reifenfüll-
druck Bar

0,5

1,0

1,5

2,0

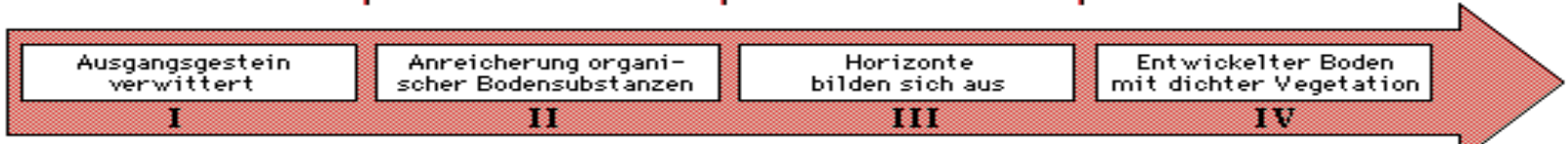
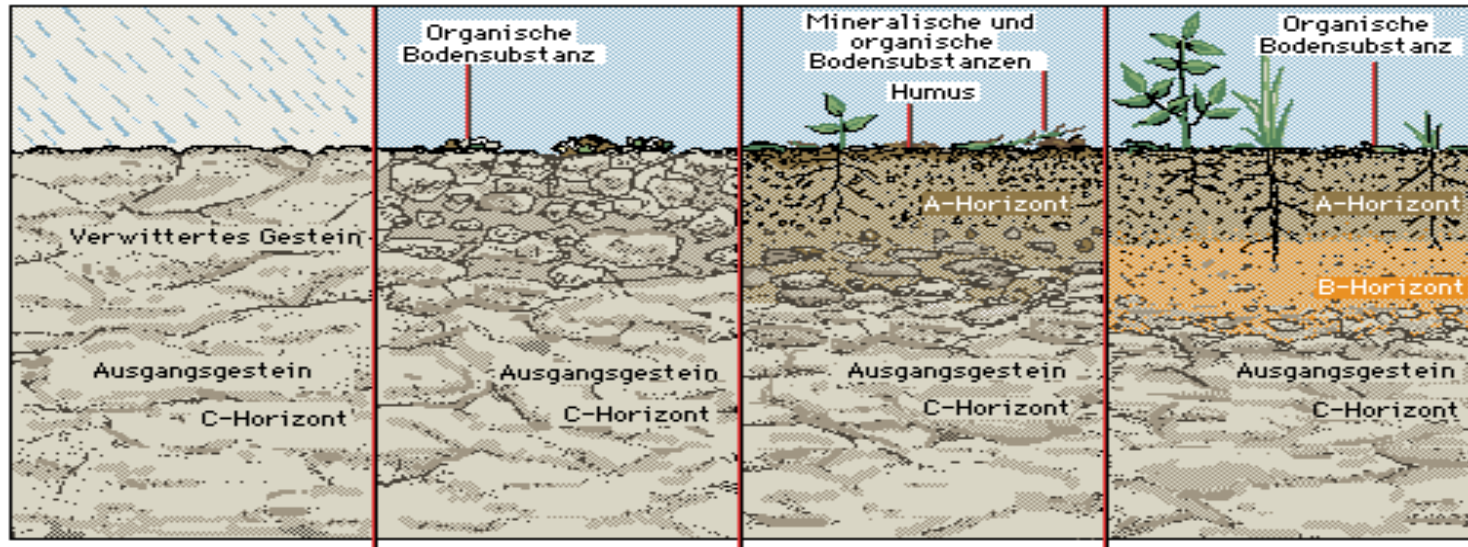
3,0

4,0

5,0



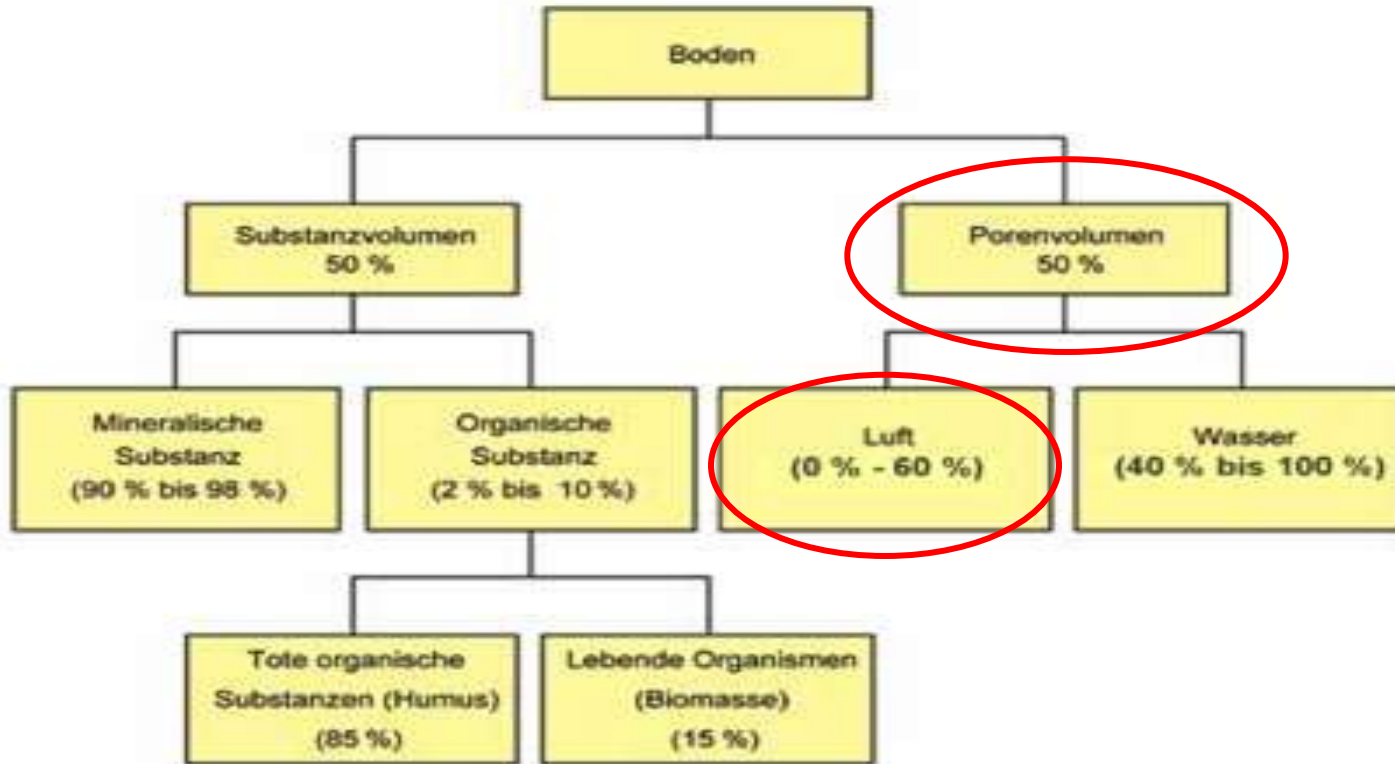
Bodenentwicklung



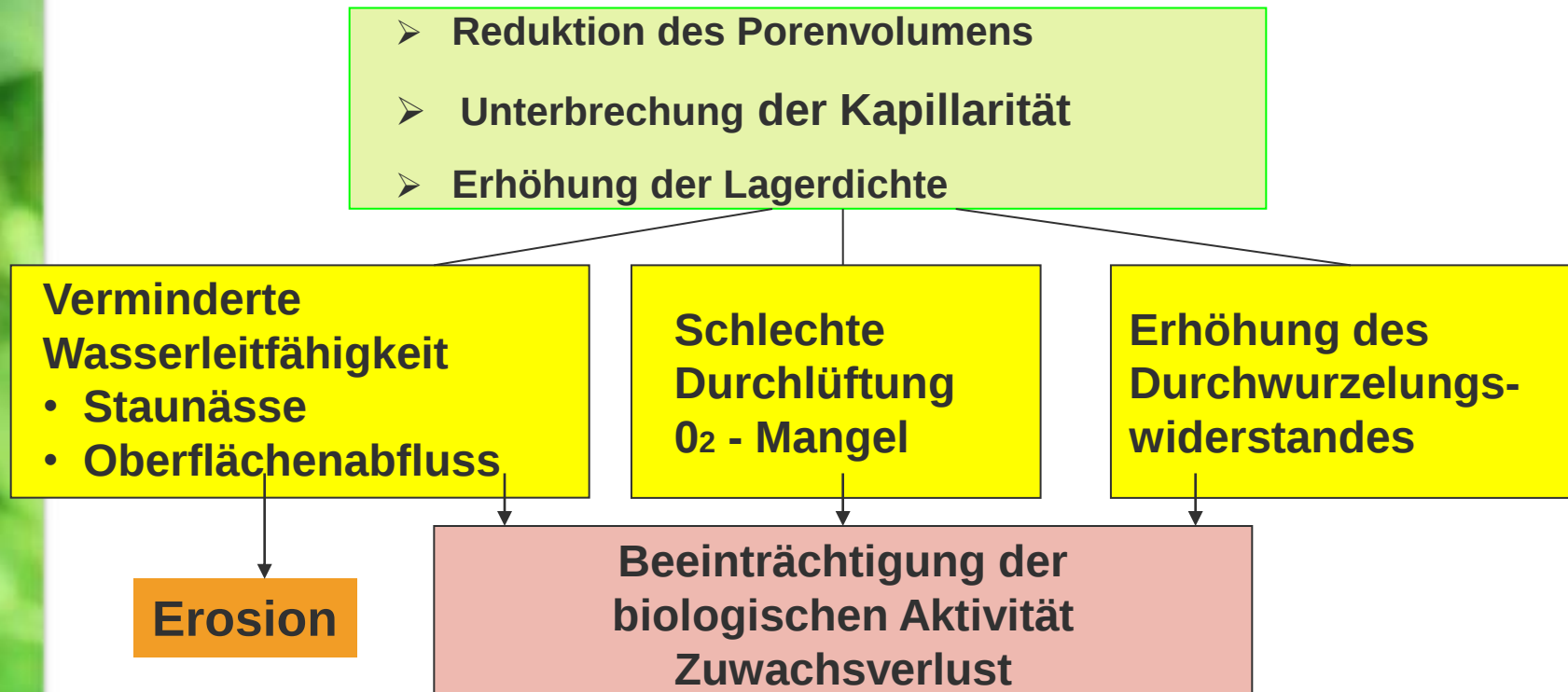
..... ein tausende Jahre dauernder Prozess....

..... Böden haben ein ausgeprägtes Gedächtnis....

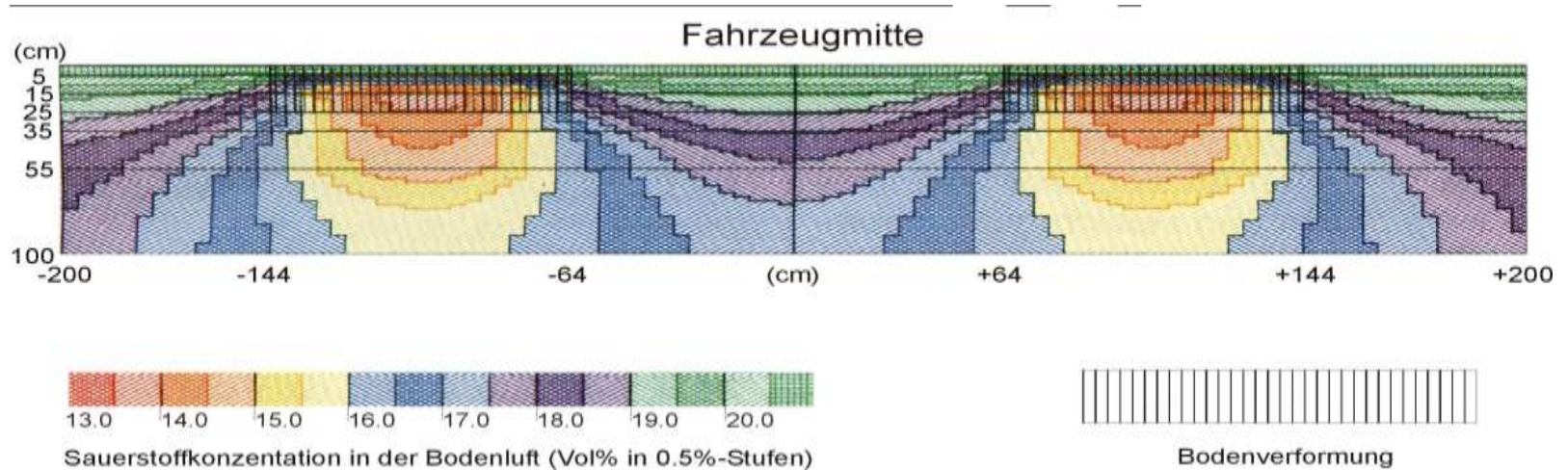
Luft im Waldboden für die Durchwurzelung entscheidend



Bodenverdichtung und die Folgen



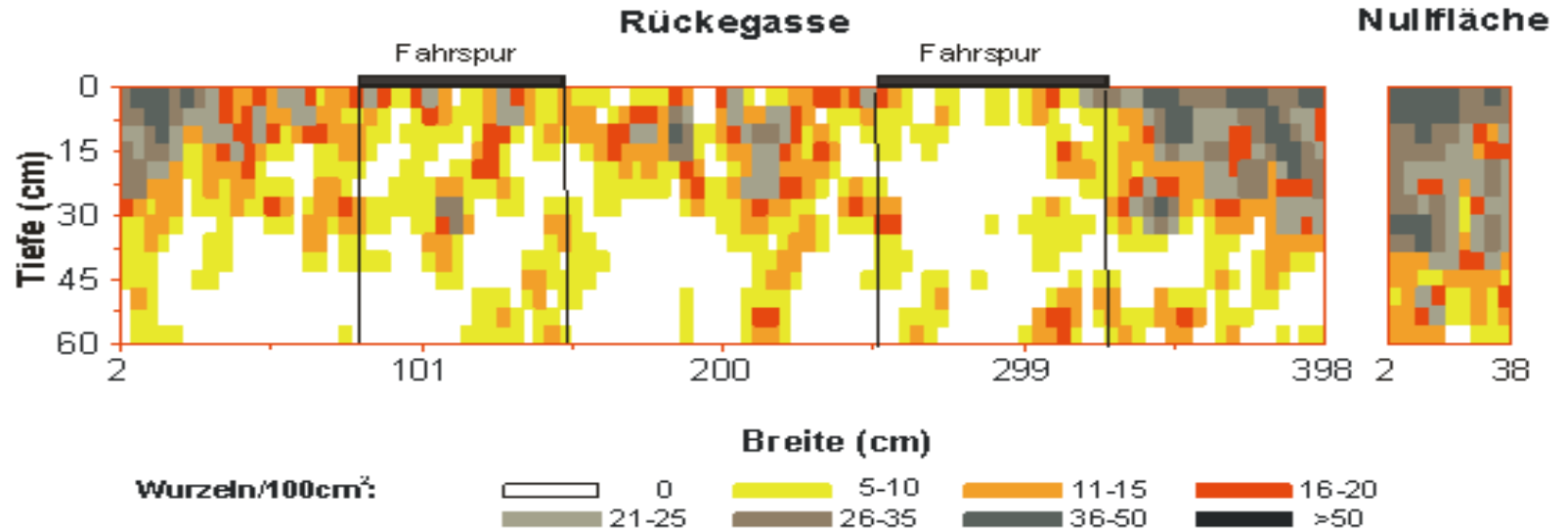
Rückgang der Sauerstoffversorgung in der Fahrspur



Unter Fahrspuren geht dem Boden die "Luft" aus

Quelle: Schäffer, J., 2002

Rückgang der Bewurzelungsintensität in der Fahrspur

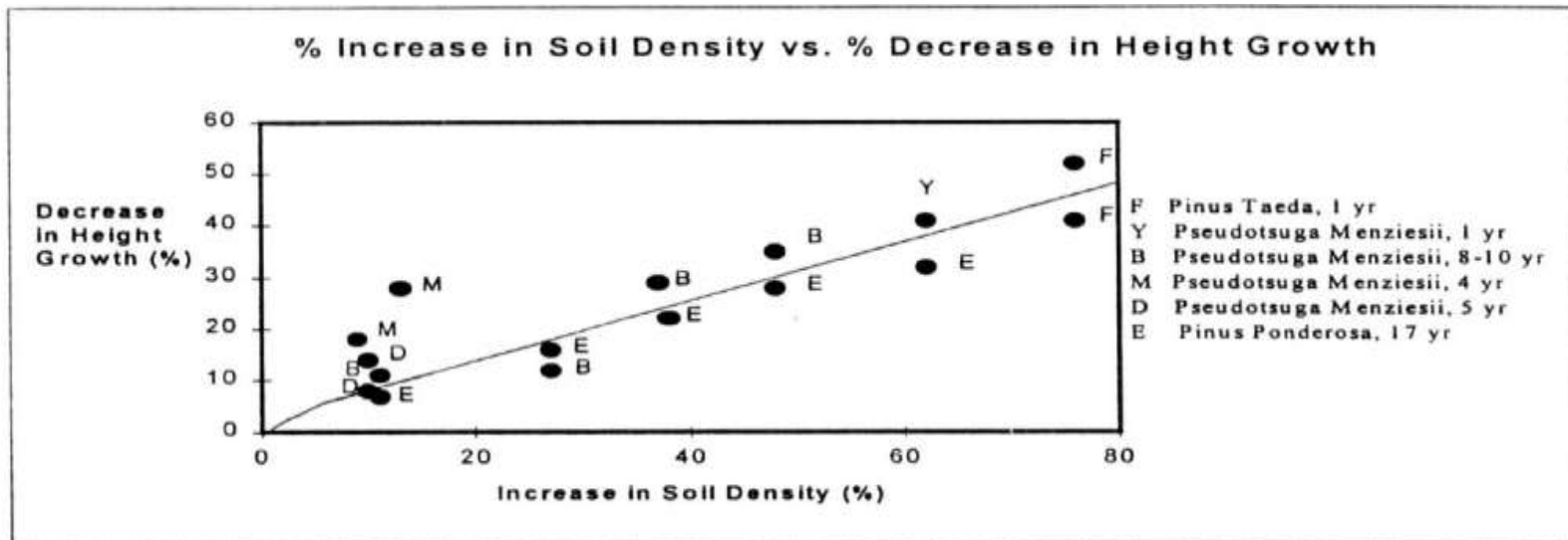


Quelle: Schäffer, J., 2002

Bodenverdichtung = Zuwachsverlust

Zuwachsverlust bei Nadelbäumen festgestellt

- bei Verdichtung von >10% der Durchwurzelungsfläche
- bei Erhöhung der Bodendichte um mehr als 10 %



Zuwachsverlust in Relation zum Grad der Bodenverdichtung nach Froehlich und McNabb 1983 (Quellen: Foil and Ralston (1967): F, Youngberg (1959): Y, Bureau of Land Management: B, Froehlich (1979): D,M,E)

Erfahrungen?



Gibt es Richtwerte für die Befahrbarkeit von Böden?

Auswertung bisheriger Erfahrungen

Es gibt keine schlüssigen Aussagen zu Belastungsgrenzwerten verschiedener Böden

Auf mitteleuropäischen Böden schon einmaliges Befahren nachhaltig schädigend

Verdichtungsschäden praktisch irreversibel!

Mögliche konkrete Auswirkungen:

- Flachere Verwurzelung der Bäume
- Geringere Windstabilität
- Verstärkung von Wasserstress

Fazit der Wissenschaft:

Auf Grund der Dynamik der Maschinenkräfte und der Vielfältigkeit der Böden keine realistische Beurteilung der Befahrbarkeit möglich

Flächiges Befahren gefährdet die Nachhaltigkeit der Waldfunktionen
Befahrung muss daher auf **Rückelinien** beschränkt bleiben

Die Einrichtung und dauerhafte Erhaltung befahrbarer Rückelinien muss das Ziel sein - **nicht** die „schonende“ Befahrung des gesamten Waldbodens!

Maßnahmen zur Schadensvermeidung

Bessere Organisation
statt Rückschritt!



Feinerschließung



Umfassende Forstaufschließung

Forststraßen

- Dauerhaft befestigte Bringungsanlagen

Rückewege

- Durch Erdbewegung errichtete dauerhafte Feinerschließungslinie

Leider sehr häufig das Ende der planmäßigen Erschließung

**Feinerschließung - Wesentliche organisatorische Aufgabe
des Waldbewirtschafters!**

Rückegassen

- Freigeschnittene Feinerschließungslinie – Randbäume als Abstreifer

Pflegelinien

- in der Jungwuchspflege – Vorläufer der Rückegassen

Durchdachte Feinerschließung minimiert Boden- und Bestandsschäden

Markierte Rückegassen oder gebaute Rückewege
Abstand der Rückelinien

- 20 m für vollmechanisierte Holzernte
- (20 bis) 40 m teilmechanisiert im Bodenzug

20 m Abstand und 4 m Breite - bedeutet :
→ 20 % der Holzbodenfläche für die Logistik
→ 80 % des Bodens **nicht** verdichtet!

Zusätzlich wird auch die Gasse als Kronenraum
und teilweise durch die Wurzel genutzt

**Rückegassen auch bei Kahlschlag und Schadholzaufarbeitung
nicht verlassen**

Erhaltung der Befahrbarkeit wichtig

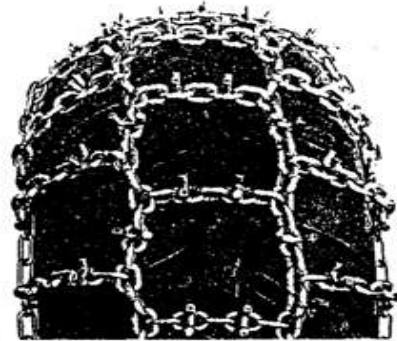
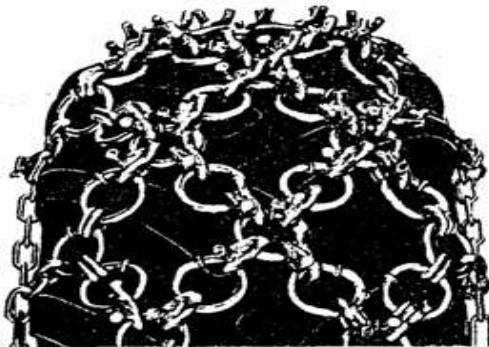
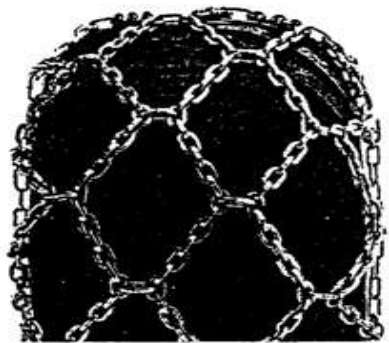
- Befahren bei schlechten Bedingungen vermeiden
- alternative Einsatzorte für Schlechtwetter planen



Wurftest nach LWF (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	ne

Einsatz von Gleitschutzhilfen



© WSL 2016



Maschinen mit Traktionswinden

Traktionswinden dürfen nur zur Reduktion des Schlupfes am Hang eingesetzt werden!

Ziel ist Reduktion der Spurrillenbildung

Maschine muss bei Seilriss sicher manövrierbar bleiben

Einsatzgrenzen von Bodenart und Zustand abhängig

- Skelettanteil
- Wassergehalt

Ökologisch vertretbar:

- Ohne Ketten od. Bogieband 20 bis 45 % Hangneigung
- Mit Ketten od. Bogieband 35 bis 60 % Hangneigung

(Hittenbeck, 2009)

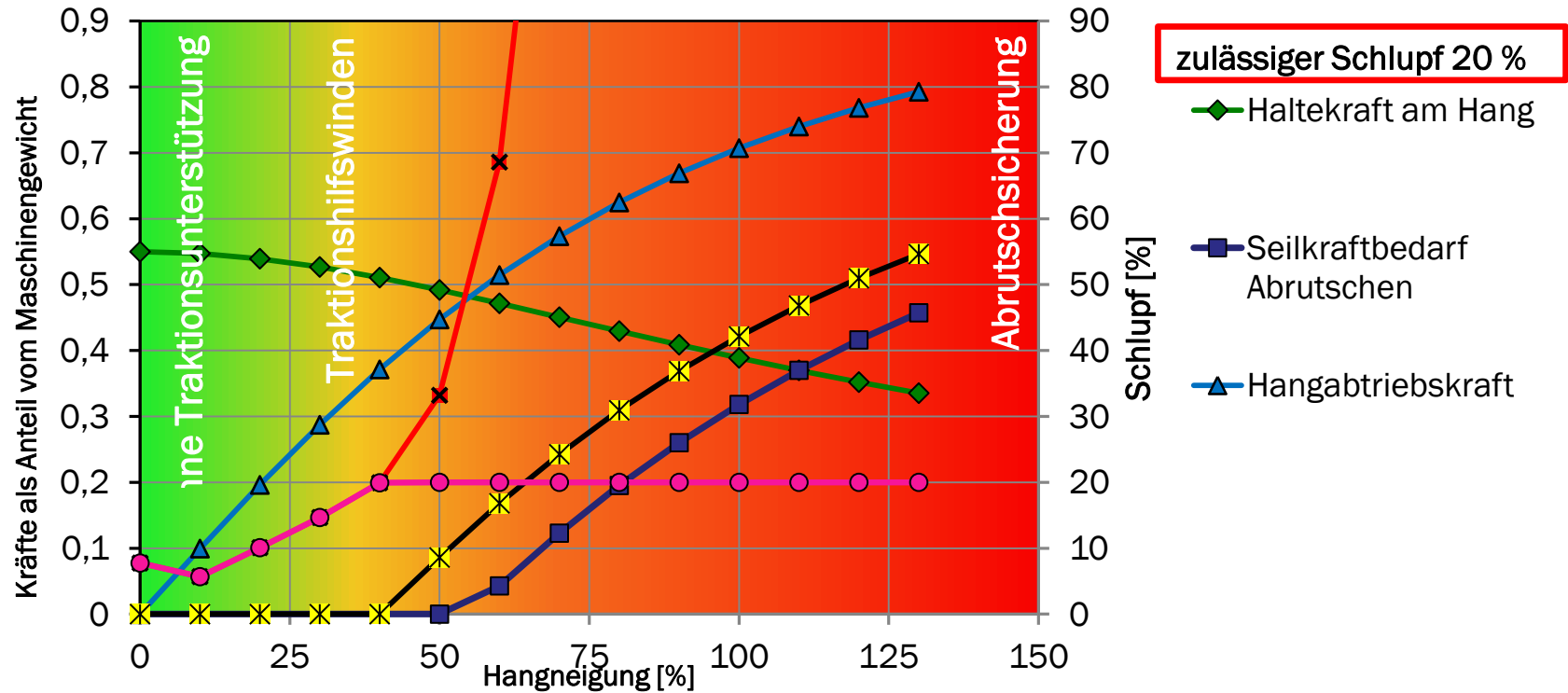


Grenzneigungen ökologisch und absolut bei verschiedenem Bodenwasser- und Skelettanteil (Hittenbeck, 2009)

Boden- Wassergehalt (Skelettgehalt) (%)	ohne Traktionshilfsmittel		mit Ketten und Bändern	
	Grenzneigung (ökologisch) (%)	Grenzneigung (absolut) (%)	Grenzneigung (ökologisch) (%)	Grenzneigung (absolut) (%)
25 (0 %)	34	50	48	70
30 (0 %)	30	48	43	67
35 (0 %)	26	45	39	64
40 (0 %)	21	42	35	61
45 (0 %)	17	39	31	58
25 (über 7 %)	46	60	60	79
30 (über 7 %)	42	57	56	76
35 (über 7 %)	38	54	52	73
40 (über 7 %)	34	51	47	71
45 (über 7 %)	30	48	43	68

Bei der absoluten Grenzneigung beginnt die Schlittenfahrt der Maschine!!!! → höchste Lebensgefahr für den Maschinenfahrer!

Theoretischer Seilkraftbedarf zur Traktionsunterstützung in Abhängigkeit von der Hangneigung (WEISE, 2016)



Bestandesvorbereitung

- Festlegung der Feinerschließung
 - (Rückewege)
 - Rückegassen
 - Seiltrassen mit Trassenelementen
- Auszeige
 - Z-Stammauswahl
 - Entnahmebäume auszeigen



Auszeige ja oder nein?

Ergebnisse einer Studie (Bort, U., Pfeuffer, A., 1999)

17,9 ha – 3 Varianten

- Mit Z-Baum und Negativauszeige
- Nur Z-Baum Auszeige
- keine Auszeige

Harvesterfahrer war ein Forstingenieur

		Z-Bäume u. negativ	Nur Z-Bäume	Kein Aus- zeichnen
Z-Baum BHD	cm	17,6	17,3	19,2
Z-Bäume / ha	Stck. / ha	206	223	335
Davon „echte“ Z-Bäume	%	96	90	65
Entnahme	Stck. / ha	309	446	335
Entnahme BHD	cm	15,5	14,4	15,5
Deckung mit verdeckter Auszeichnung	%	91	63	47

Auszeige ja oder nein?

Ergebnisse einer Studie (Bort, U., Pfeuffer, A., 1999)

17,9 ha – 3 Varianten

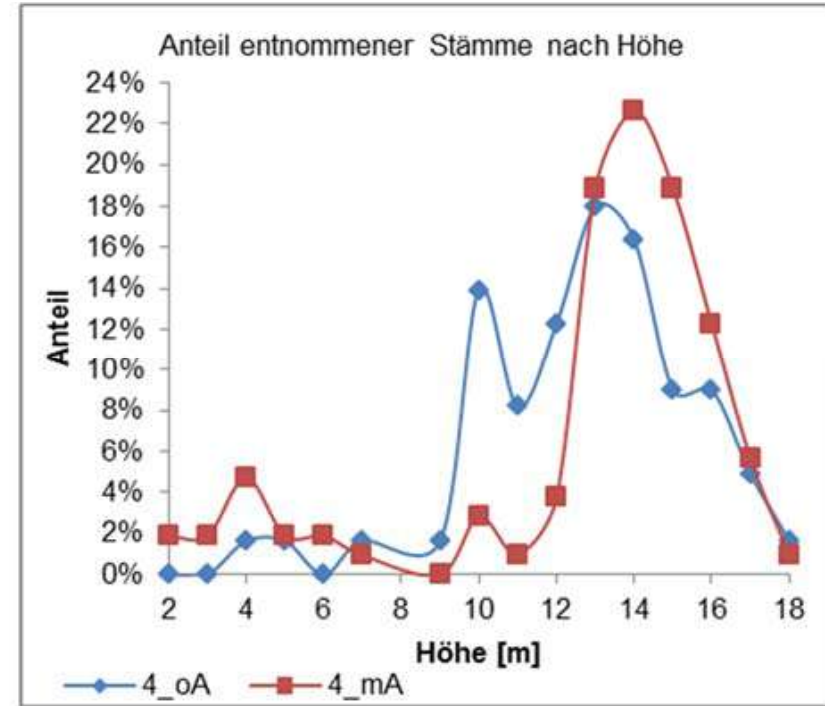
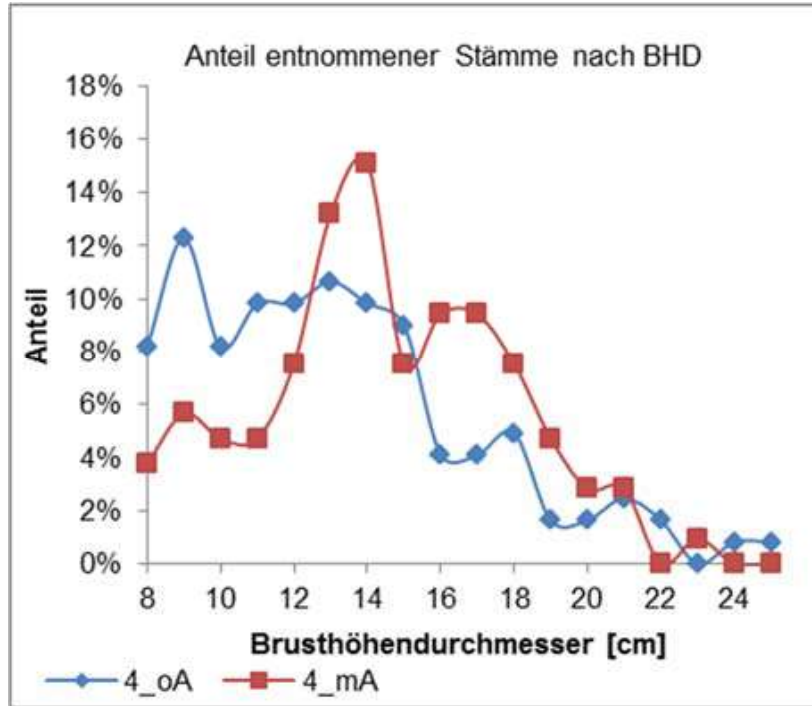
- Mit Z-Baum und Negativauszeige
- Nur Z-Baum Auszeige
- keine Auszeige

Harvesterfahrer war ein Forstingenieur

		Z-Bäume u. negativ	Nur Z-Bäume	Kein Aus- zeichnen
RAZ/Baum	Min.	1,02	1,10	1,18
Davon Fahren	%RAZ	20,5	32,7	36,4
Pes. Verteilzeit	%RAZ	3,9	9,0	9,3
Bäume/MAS	Stck.	56	49	44
Schäden Gesamtbestand (nur Harvester)	%	1,9	2,3	3,6
Schäden Z-Bäume	%	0	1,8	10,7

Z-Baumauslesedurchforstungsversuche

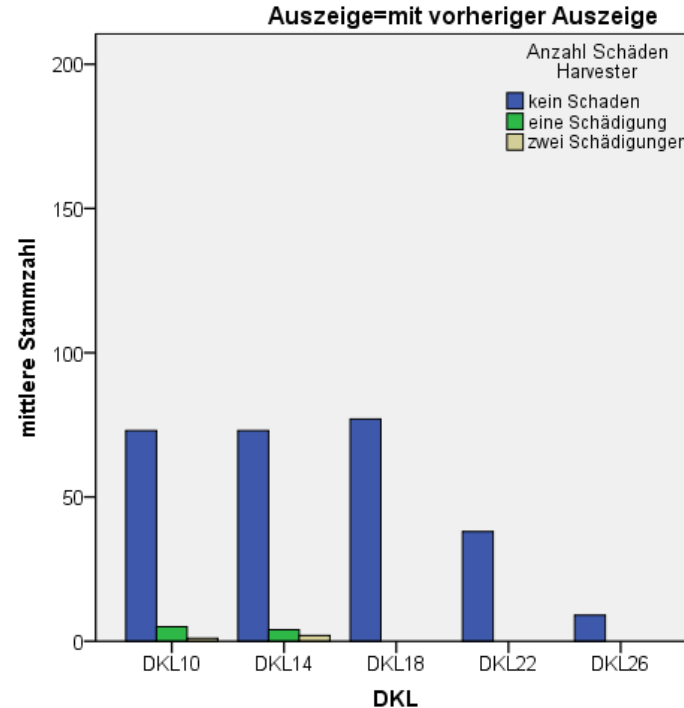
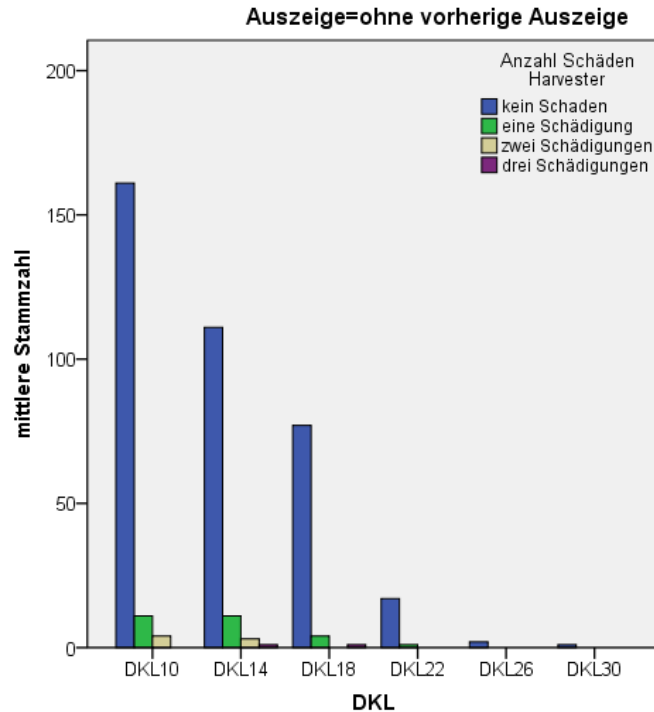
(HOLZLEITNER, F., LANGMAIER, M., HOCHBICHLER, E., STAMPFER, K., et al, 2015)



Bestand 1: Mit Auszeige (mA) deutlich stärkerer Eingriff, angestrebte Stammzahlreduktion ohne Auszeige nicht erreicht

Z-Baumauslesedurchforschungsversuche

(HOLZLEITNER, F., LANGMAIER, M., HOCHBICHLER, E., STAMPFER, K., et al, 2015)



Ohne Auszeige wurden 8,9 % aller verbliebenen Stämme beschädigt, mit Auszeige 4,3 % aller Stämme.

Eine Erhebung geschädigter Z-Stämme wurde nicht durchgeführt

Zusammenfassung –

Vermeidung von Technik Folgeschäden bei der Holzernte

Maschinengewicht an der Hinterachse nicht unterschätzen!

Verdichtung ist für den Boden schlimmer als sichtbare Verwundung

- Verdichtungsschäden wirken jahrzehntelang nach – praktisch irreversibel
- Fahrspuren können eingeebnet werden – optische Verbesserung, Schutz gegen Erosion, Sicherung der technischen Befahrbarkeit

Traktionshilfswinden ermöglichen schonenden Maschineneinsatz in steilerem Gelände

Wichtigste Maßnahmen:

➤ Befahrung **ausschließlich** auf Feinerschließungslinien

- Bis zu 20 % Holzboden für Feinerschließung
- Mindestens 80 % der Waldfläche **nie wieder** befahren

➤ Fahrlinien befahrbar erhalten

Technische Hilfs-Maßnahmen können Zerstörung des Oberbodens reduzieren

➤ Gassenrandbäume als Abstreifer zum Schutz des Bestandes erhalten

➔ **einmal angelegte, befahrene Rückelinien nie verlassen!**

➤ Gediegene Einsatzorganisation und Arbeitsvorbereitung ➔ **Auszeige wirkt!**

- Ausmaß der Bestandesschäden **mit Auszeige** um 50 % geringer
- Waldbauliche Zielsetzung **mit Auszeige** deutlich besser erreichbar
- Kosten der Auszeige durch höhere Leistung der Maschine kompensiert

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!





Wir **wissen**
alles
über den Wald

Foto | Filmtitel aus „See Aural Woods“ (Luma, Lourtich & Takamovsky)



Forstliche
Ausbildungsstätte Ort

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Austria, 1131 Wien
Seckendorff-Gudent-Weg 8
Tel.: +43 1 878 38-0
direktion@bfw.gv.at
<http://www.bfw.ac.at>



<https://www.facebook.com/BundesforschungszentrumWald>



<https://twitter.com/bfwwald>



<https://www.youtube.com/user/Waldforschung>