

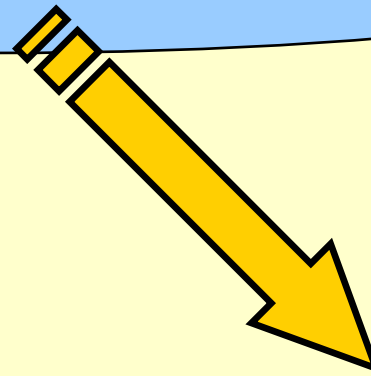
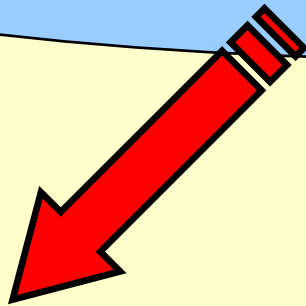
Wie kann die Bodenbelastung bewertet werden

Ein neuer Ansatz aus dem KWF

Was ist ein „Schaden“

Masterlayout © HB 2000

Was ist eigentlich der „Schaden“ ?

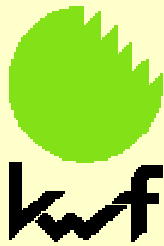


Veränderung der
Bodenstruktur

Verminderung der
Wuchsleistung des auf-
stockenden Bestandes

Bodenstrukturveränderungen

Masterlayout © HB 2000

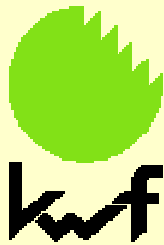


- Verringerung des Porenvolumens
- Verminderung der Porenkontinuität



Wachstumsveränderungen

Masterlayout © HB 2000



- Bodenluft
 - Verminderung des O_2 -Gehaltes
 - Erhöhung des CO_2 -Gehaltes
- Bodenwasser
 - Flüssigkeit
 - Nährstoffe
- Bodenmechanik
 - Wurzelveränderungen

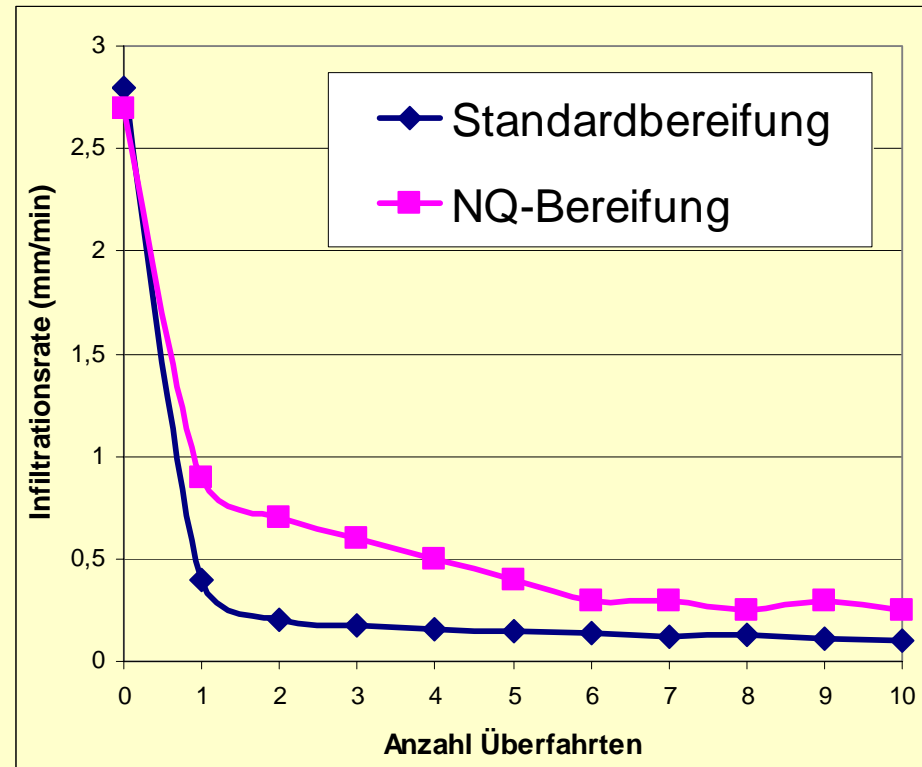


Erfahrungen

Masterlayout © HB 2000

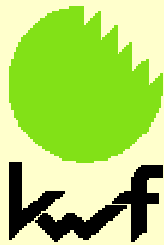


- gravierendste Veränderungen durch erste Überfahrt
- Tragfähigkeit stark abhängig von Bodenart
- kurzfristige Regeneration nicht zu erwarten
- Ausmaß der Bodenschädigungen wird maßgeblich vom Kontaktflächendruck bestimmt



Folgerungen

Masterlayout © HB 2000

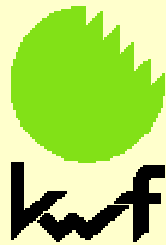


- keine flächige Befahrung, sondern permanente Rückegassensysteme
- Fahrzeuge mit Breitreifen oder Raupen
- Reisigdecken
- witterungsabhängige Befahrung



Aktuelle Diskussion – Neue Ziele

Masterlayout © HB 2000



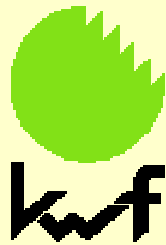
■ Bodenschutzgesetz

- ... schädliche Bodenveränderungen abwehren ... (§ 1)
- ... Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen ... zu treffen ... (§ 1)
- gilt nicht unmittelbar für Waldflächen (§3, Abs. 2, Pkt. 6)
- Wirkt indirekt über Gesellschaft und Politik



Diskussion – Prinzipienstreit ?

Masterlayout © HB 2000

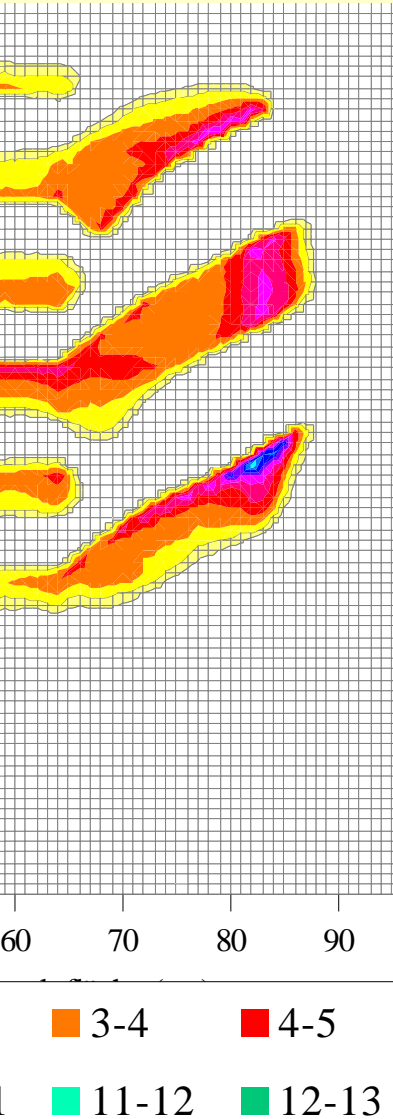


■ Freiburger „Schule“

- Messmethodik
 - O₂ und CO₂
- Ergebnisse
 - Wirkung von Breitreifen unbestimmt
 - Definition vertretbarer Befahrungsgrenzen unmöglich
 - Rückegasse als Risikofläche

■ Münchener „Schule“

- Messmethodik
 - Ersatz durch bodenmechanische Kenngröße
- Ergebnisse
 - Positive Wirkung von Breitreifen
 - Definition von Entscheidungsgrundlagen für die Praxis machbar
 - Rückegasse als Teil der Produktionsfläche



■ Methodischer Ansatz

- Scherkräfte (gutachterlich)
- Aggressivität des Reifenprofils (visuell)
- Kontaktflächendruck als wesentlicher Maßstab

■ Berechnung

- $p = F_r / a_r$
- $p = F_r / R \times B$

p = mittl. Kontaktflächendruck in kN/cm^2
 F_r = Radlast der Maschine in kN
 a_r = Aufstandsfläche in cm^2
 R = Reifenradius in cm
 B = Reifenbreite in cm
(1 N/cm^2 = 10 kPa = 0,1 bar)

■ Radlast

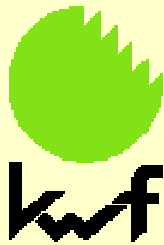
- theoretisch einfach (Radlastwaagen)
- praktisch umständlich (Beladung, Auslage)

■ Aufstandsfläche

- praktisch unbestimmbar
- einfache Formel („Wahrheitsgehalt“)

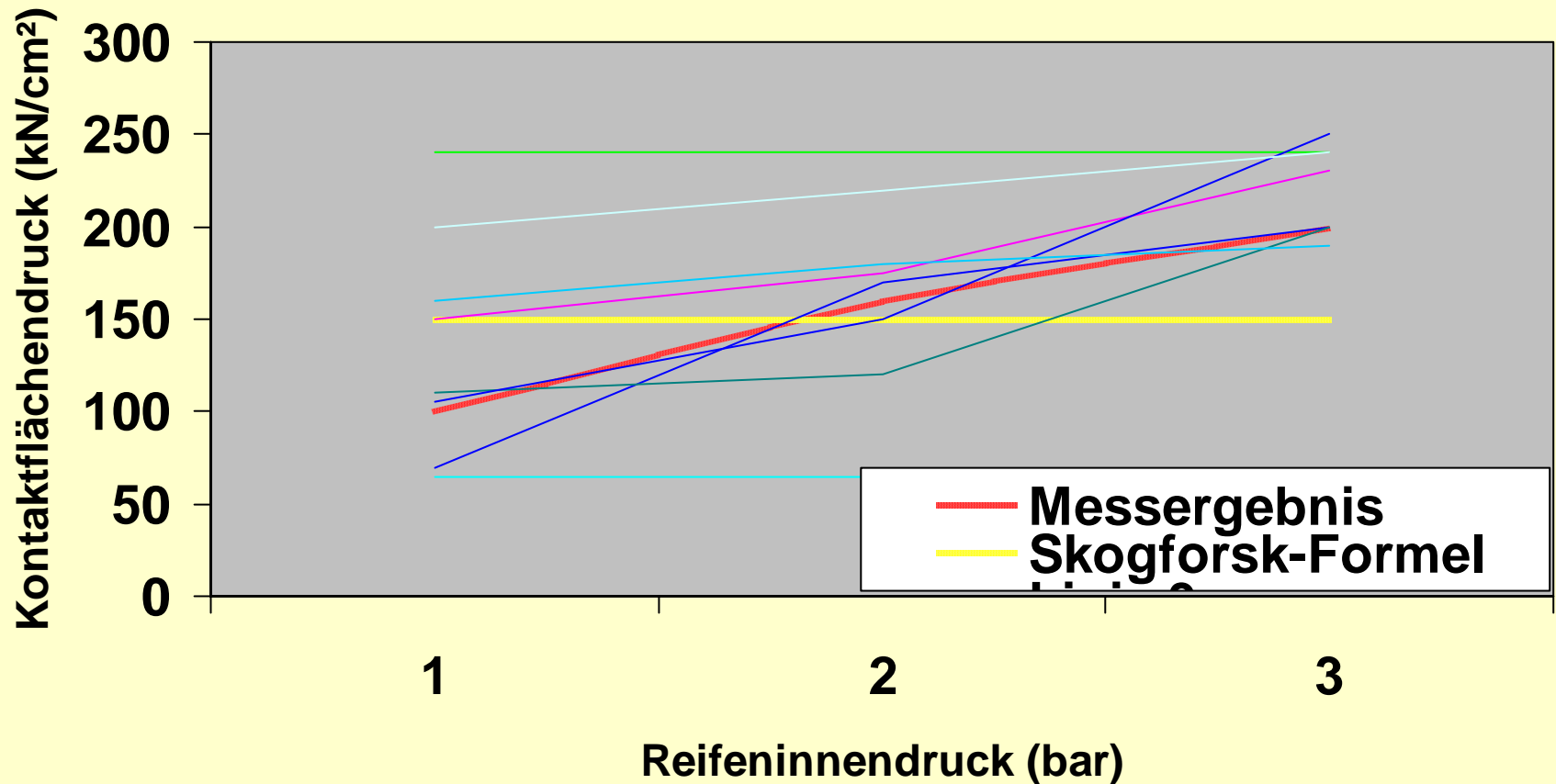
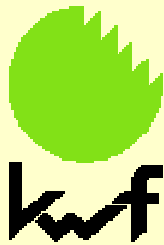
KWF - Reifenprüfstand

Masterlayout © HB 2000



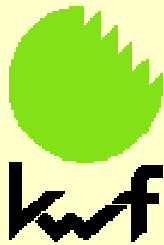
Bisher - Problematik

Masterlayout © HB 2000



Wichtige Parameter

Masterlayout © HB 2000



■ Bodenparameter

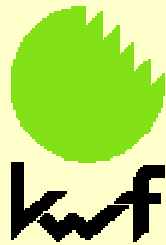
- Bodenart
- geologische Herkunft
- Skelettanteil
- Wassergehalt

■ Maschinenparameter

- Reifeninnendruck
- Radlast
- Antriebsart
- Reifenbreite
- Reifendurchmesser
- Wasserfüllung

Wichtige Parameter

Masterlayout © HB 2000



■ Bodenparameter

- Bodenart
- geologische Herkunft
- Skelettanteil
- Wassergehalt

■ Maschinenparameter

- Reifeninnendruck
- Radlast
- Antriebsart
- Reifenbreite
- Reifendurchmesser
- Wasserfüllung

Bodenpfleglichkeit (max. 200 Pkt.)



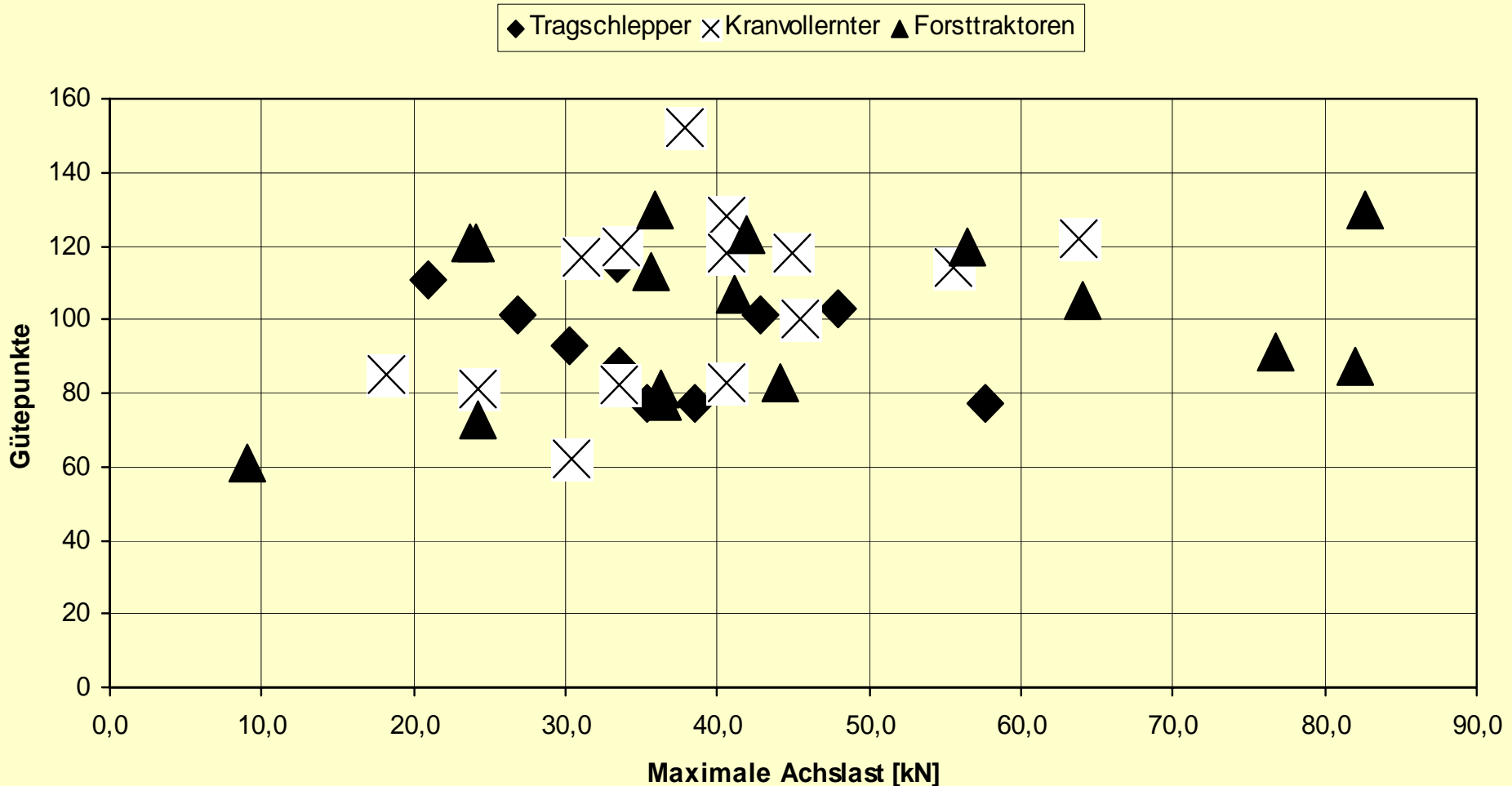
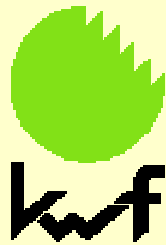
Masterlayout © HB 2000

- **Reifeninnendruck**
max. 100 Pkt.+ 20 Pkt. Zuschlag
für Reifendruckregelanlagen
- **Radlast**
max. 40 Pkt.
- **Antriebsart**
max. 20 Pkt.
- **Reifenbreite**
max. 10 Pkt.
- **Reifendurchmesser**
max. 10 Pkt.
- **Wasserfüllung**
max. 20 Pkt.

Bewertungsschema Bodenbelastung (Maximum 200 Punkte)			
Kriterium 5 Reifendurchmesser [mm]		Kriterium 6 Wasserfüllung	
Wichtungsfaktor: 1	Punkte	Wichtungsfaktor: 2	Punkte
d ≥ 1900	10	nein	10
1800 ≤ d < 1900	9	ja	0
1700 ≤ d < 1800	8		
1600 ≤ d < 1700	7		
1500 ≤ d < 1600	6		
1400 ≤ d < 1500	5		
1300 ≤ d < 1400	4		
1200 ≤ d < 1300	3		
1100 ≤ d < 1200	2		
1000 ≤ d < 1100	1		
d < 1000	0		

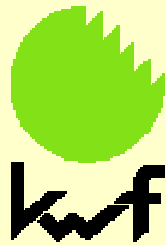
Auswertung der Prüfmaschinen

Masterlayout © HB 2000



Angepasster Reifeninnendruck

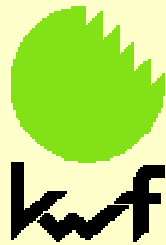
Masterlayout © HB 2000



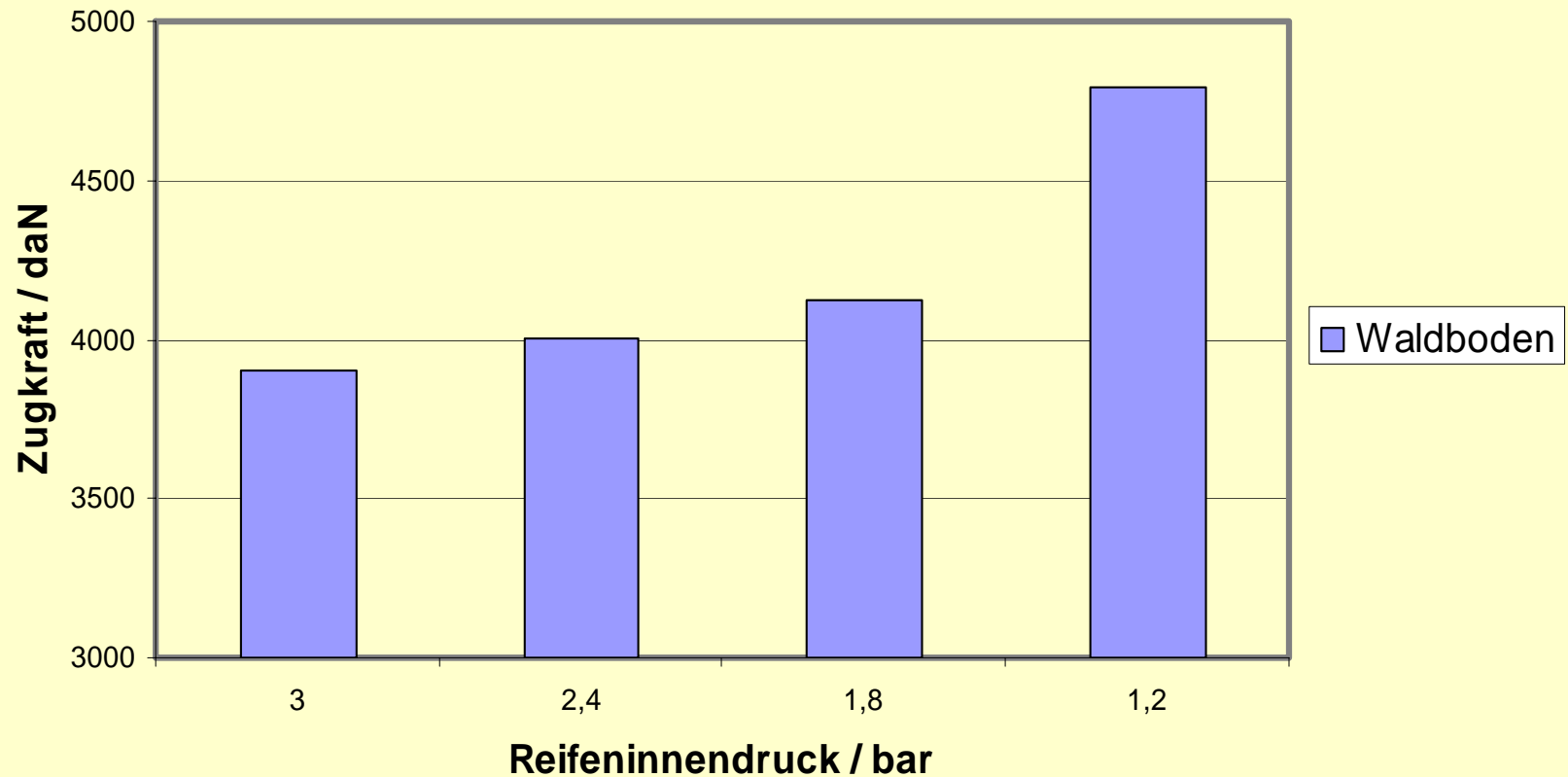
- reduziert den Bodendruck
 - verbessert die Zugkraft
 - verbessert die Ergonomie
-
- gleichzeitiges Verstellen des Reifeninnendruckes in allen 6 Rädern
 - Zeitaufwand max. 15 Minuten (1,2 bar auf 3 bar)

Reifeninnendruck & Zugkraft

Masterlayout © HB 2000

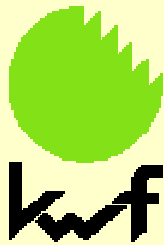


Verbesserung der Zugkraft um + 23 %



Reifeninnendruck & Wirkungsgrad

Masterlayout © HB 2000



Element	Wirkungsgrad	Leistungsverlust [kW]	Leistung [kW]
Nennleistung			94,0
Nebenabtriebe		8	86,0
Leistung der Hilfspumpen		2,3	83,8
Hydrostatischer Fahrtrieb	0,86	11,7	72,0
Verteilergetriebe	0,97	2,2	69,9
Gelenkwelle	0,97	2,1	67,8
Differential	0,94	4,1	63,7
Bogie (4 Zahnradengriffe mit je 0,97)	0,93	4,5	59,2
Reifen im Gelände (4,5 bar)	0,34	39,1	20,1
(1,5 bar)	0,63		37,0

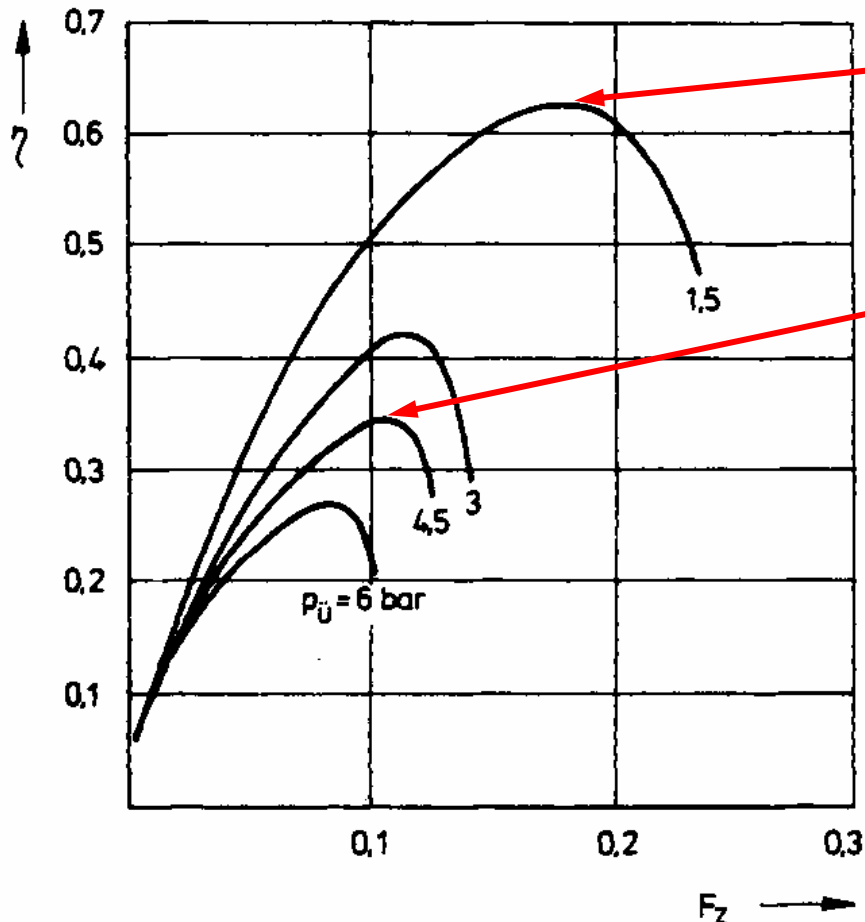
Nebenabtriebe: z.B. Klimakompressor, Generator, Kühlerventilator, Kraftstoffpumpe, Einspritzpumpe

Reifeninnendruck & Wirkungsgrad

Masterlayout © HB 2000



Aus Beispiel: am Rad verfügbar: 52,6 kW



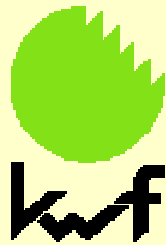
bei 1,5 bar $\eta = 0,625$
übertragbare Zugleistung 32,9 kW

bei 4,5 bar $\eta = 0,34$
übertragbare Zugleistung 17,9 kW

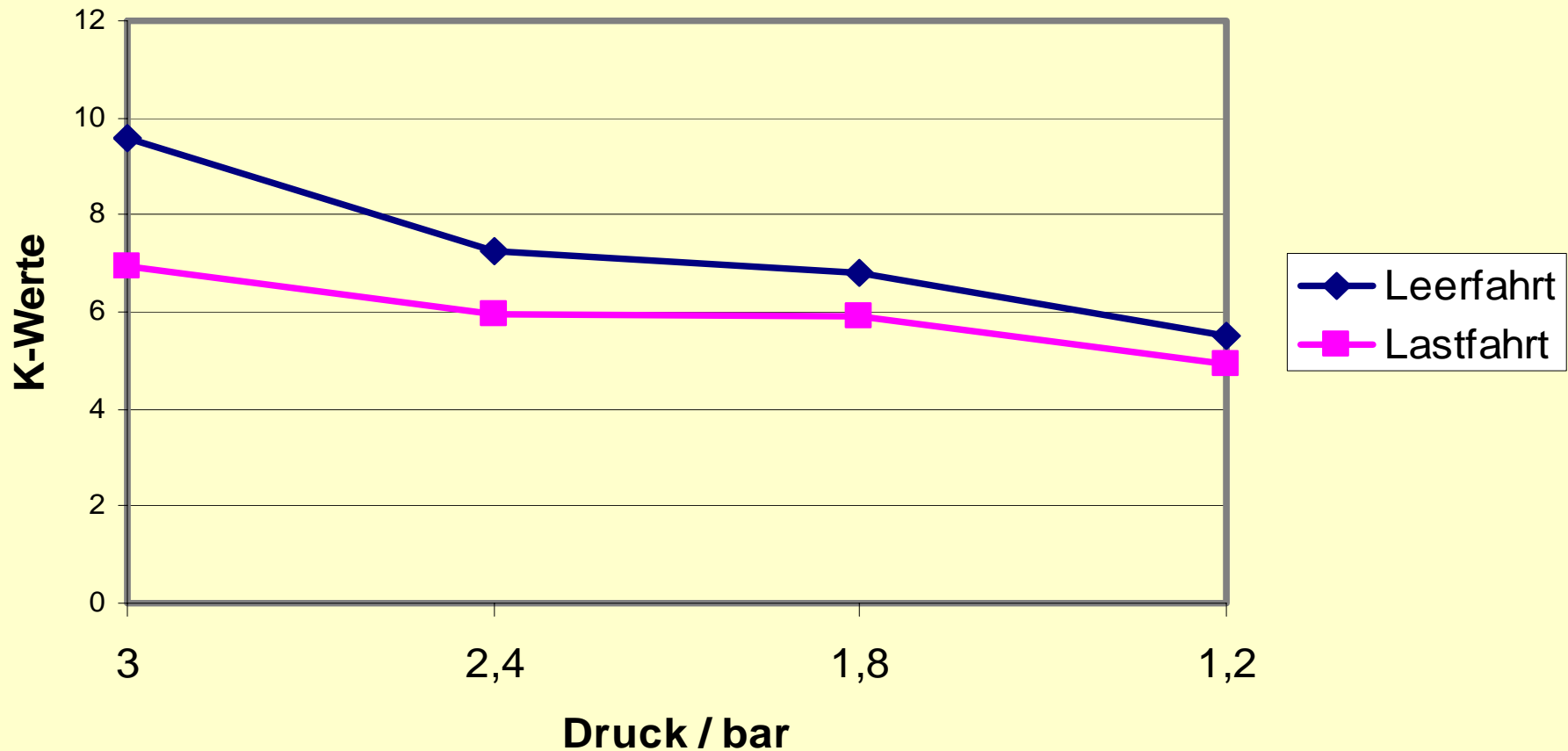
durch Reifendruckabsenkung ergibt sich ein Gewinn an Zugleistung, der bei kW-Preisen bei Tragschleppern von etwa 1200 €/kW Mehrinvestitionen von ca. 28 000 € verursachen würden (angenommener Mehrleistungsbedarf 23 kW)

Reifeninnendruck & Ergonomie

Masterlayout © HB 2000

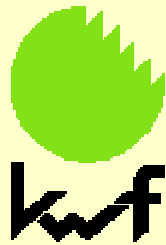


Reduktion der Schwingungsbelastung bis – 35%

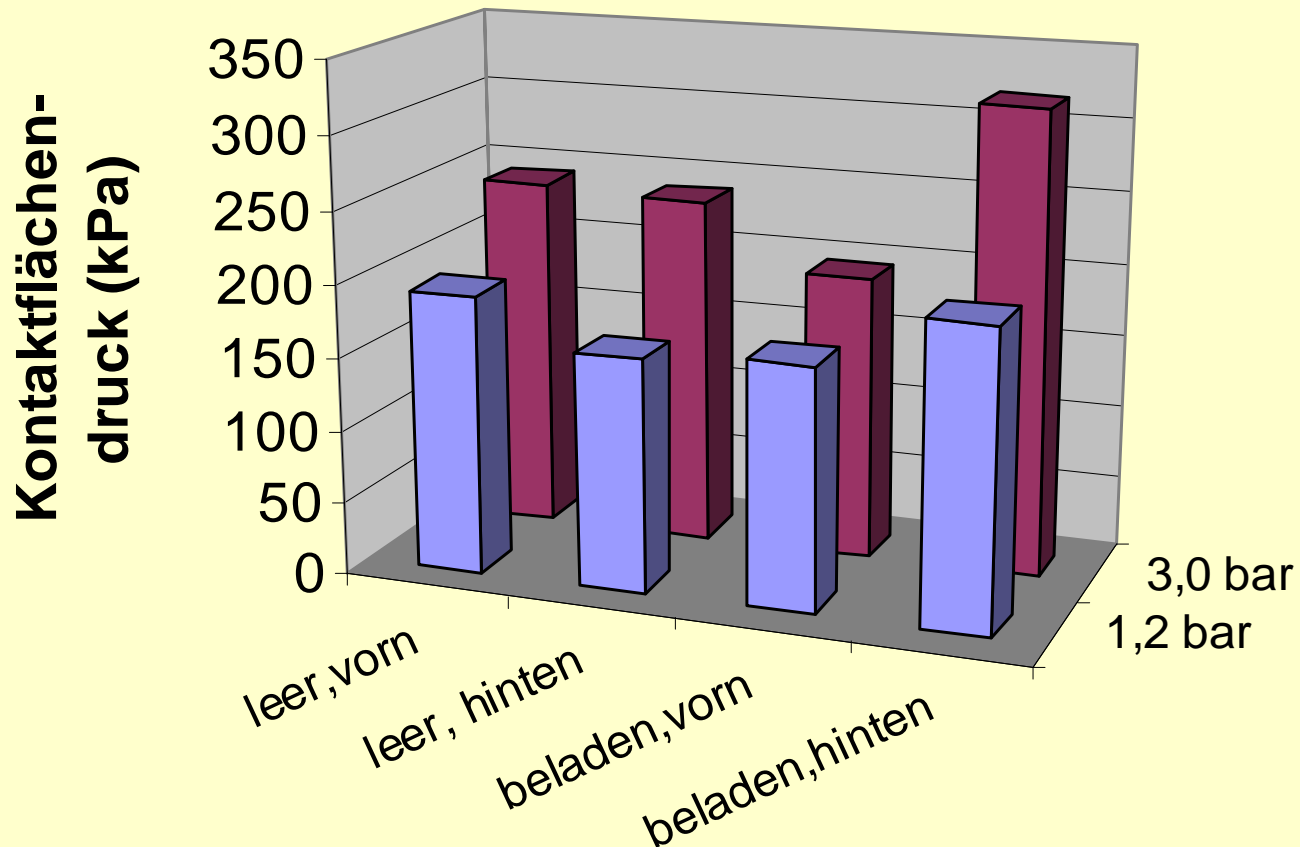


Reifeninnendruck & Bodendruck

Masterlayout © HB 2000



Reduktion des Kontaktflächendrucks bis – 25%



Neue Fahrwerkskonzepte

Masterlayout © HB 2000

