

ÖKL – Kolloquium  
24.11.2005

**Möglichkeiten zur Kraftstoffeinsparung  
in der Landwirtschaft**

Werner Holz  
Landwirtschaftskammer SH  
Abt. Pflanzenbau / Landtechnik  
04331/847933

# Möglichkeiten der Einsparung

- Leistungsdaten
- Verbrauchswerte aus der Praxis
- Einsparmöglichkeiten
- Betrieb / Einstellung
- Einsparpotentiale
- Zusammenfassung

# Bewertung der Leistungsdaten

	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>O</b>	<b>-</b>	<b>--</b>
<b>Spez. Kraftstoffverbrauch *) g/kWh</b>	270-295	296-319	320-340	341-360	361-399
<b>Zugleistung in Rel. zur Nennleistung Angabe in %</b>	>90	89-84	82-76	77-71	70-64
<b>Zapfwellenleistung in Rel. zur Nennleistung Angabe in %</b>	100-95	94-90	89-85	84-80	79-74
<b>Bewertung</b>	<b>Sehr gut</b>	<b>Gut</b>	<b>Mittel</b>	<b>Unbefriedigend</b>	<b>Sehr schlecht</b>

\*) Durchschnitt 6 Meßpunkte auf der Abregelkurve

# Kraftstoffverbrauchswerte 1

<b>Kraftstoffverbrauchswerte für landwirtschaftliche Arbeiten</b>			
<b>Arbeiten</b>	<b>Durchschnittswerte</b>	<b>Spanne</b>	<b>Bemerkungen</b>
	<b>(l/ha)</b>		
<b>Ackerbau</b>			
<b>Stoppelbearbeitung Grubbe</b>	<b>9,1 l/ha</b>	<b>5,0 - 18,0 l/ha</b>	<b>3,0 bis 6,0 m</b>
<b>Scheibenegge</b>	<b>10 l/ha</b>	<b>7,2-12,0 l/ha</b>	<b>3,0 bis 6,0 m</b>
<b>Spatenrollegge</b>	<b>6,0 l/ha</b>		<b>6,0 m</b>
<b>Tiefenlockerung</b>	<b>19,8 l/ha</b>	<b>18,3 - 21,3 l/ha</b>	<b>35 bis 38 cm tief</b>
<b>Pflügen</b>	<b>21,8 l/ha</b>	<b>15,0 - 30,0 l/ha</b>	<b>18 bis 30 cm tief</b>
<b>Fräsen</b>	<b>15,9 l/ha</b>	<b>bis 20 l/ha</b>	<b>2,3 bis 3,0 m</b>
<b>Kreiselegge solo</b>	<b>12,7 l/ha</b>	<b>8 - 22 l/ha</b>	<b>3,0 m</b>
<b>Mulchen</b>	<b>12,9 l/ha</b>	<b>10,0 - 17,6 l/ha</b>	<b>2,3 bis 3,0 m</b>

# Kraftstoffverbrauchswerte 2

<b>Kraftstoffverbrauchswerte für landwirtschaftliche Arbeiten</b>			
<b>Arbeiten</b>	<b>Durchschnittswerte</b>	<b>Spanne</b>	<b>Bemerkungen</b>
	<b>(l/ha)</b>		
<b>Kreiselegge + Drillmaschine</b>	<b>14,2 l/ha</b>	<b>10,0 - 20,0 l/ha</b>	<b>3,0 bis 4,0 m</b>
<b>Universaldrille</b>	<b>10,8 l/ha</b>	<b>8,0 - 18,0 l/ha</b>	<b>3,0 bis 4,0 m</b>
<b>Mineraldüngung</b>	<b>2,2 l/ha</b>	<b>1,1 - 3,0 l/ha</b>	<b>12 bis 24 m</b>
<b>Pflanzenschutz</b>	<b>2,0 l/ha</b>	<b>0,75 - 3,4 l/ha</b>	<b>12 bis 24 m</b>
<b>Wasserwagen</b>	<b>7,5 l/Std.</b>		
<b>Mähdrescher</b>			
<b>Getreide</b>	<b>19,6 l/ha</b>	<b>15,0 - 25,0 l/ha</b>	<b>5 und 6 Schüttler</b>
<b>Raps</b>	<b>22,0 l/ha</b>	<b>17,0 - 30,0 l/ha</b>	<b>(150 bis 375 PS)</b>
<b>Getreidetransport</b>		<b>4,0 bis 5,0 l/ha</b>	<b>12 bis 18 t</b>

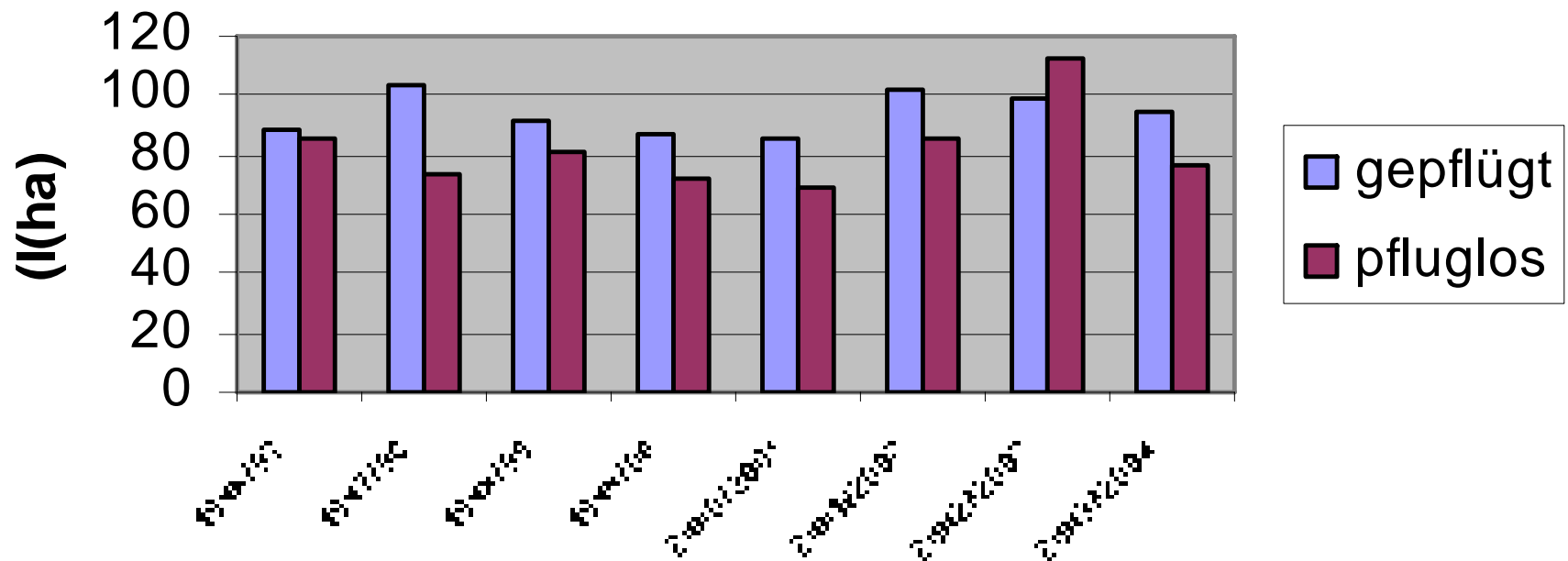
# Bodenbearbeitung mit und ohne Pflug

Arbeiten	Anzahl Arbeitsgänge		Dieselverbrauch	
	gepflügt	pfluglos	gepflügt	pfluglos
	Anzahl	Anzahl	(l/ha)	(l/ha)
Stoppelbearbeitung	1,25	2,75	9,38	26,95
Pflügen	1	-	26,34	-
Bestellen	1	1	19,95	15,90
Pflanzenschutz	5,3	5,6	4,84	4,98
Düngen	2,75	3,1	2,48	2,57
Gülle fahren	1	1	9,44	10,18
Dreschen	1	1	18,90	18,35
Getreide abfahren	1	1	4,69	3,51
<b>Gesamt</b>			96,02	82,44
Lehbeck: Mittelwert aus 8 Jahren				

# Bodenbearbeitung mit und ohne Pflug

(1996-2004)

## Dieserverbrauch (l/ha)



# Kraftstoffverbrauch für landw. Arbeiten

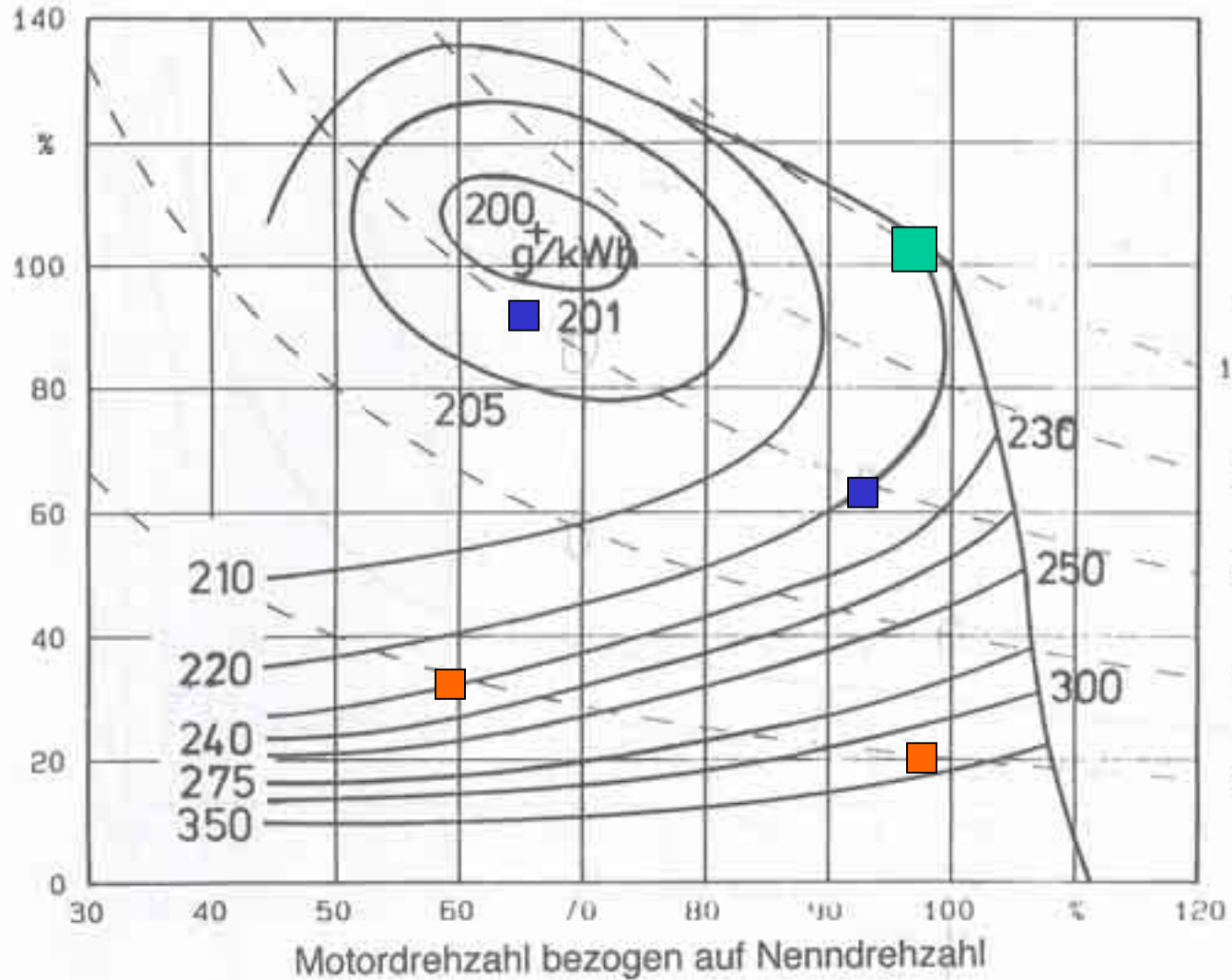
Arbeiten	Durchschnitt	Spanne	Bemerkungen
Grubbern	9,1 l/ha	5,0 – 18 l/ha	3,0 – 6,0 m
Pflügen	21,8 l/ha	15,0 – 30,0 l/ha	18 bis 30 cm tief
KE + Drillen	14,2 l/ha	10,0 – 20,0 l/ha	3,0 bis 4,0 m
MD Getreide	19,6 l/ha	15,0 – 25,0 l/ha	5 und 6 Schüttler
Pflanzenschutz	2,0 l/ha	0,75 – 3,4 l/ha	12 bis 24 m
Mineraldüngung	2,2 l/ha	1,1 – 3,0 l/ha	12 bis 24 m
Gras mähen	5,1 l/ha	3,0 – 8,0 l/ha	3 bis 8 m
Schwader	2,9 l/ha	1,8 – 4,5 l/ha	6 – 12,5
Ladewagen	19,4 l/Std.	14,0 – 28,0 l/h	30- 50m <sup>3</sup> , 115-240PS
Silo-Mais-SF	31,7 l/Std.	22,0 – 46,0 l/h	250 – 480 PS

# Motor kennfeld



Motorleistung in % der Leistung bei Nenndrehzahl

Drehmoment bezogen auf Drehmoment bei Nenndrehzahl



# Leistung, Drehzahl und Verbrauch bei einem 70 kW Schlepper

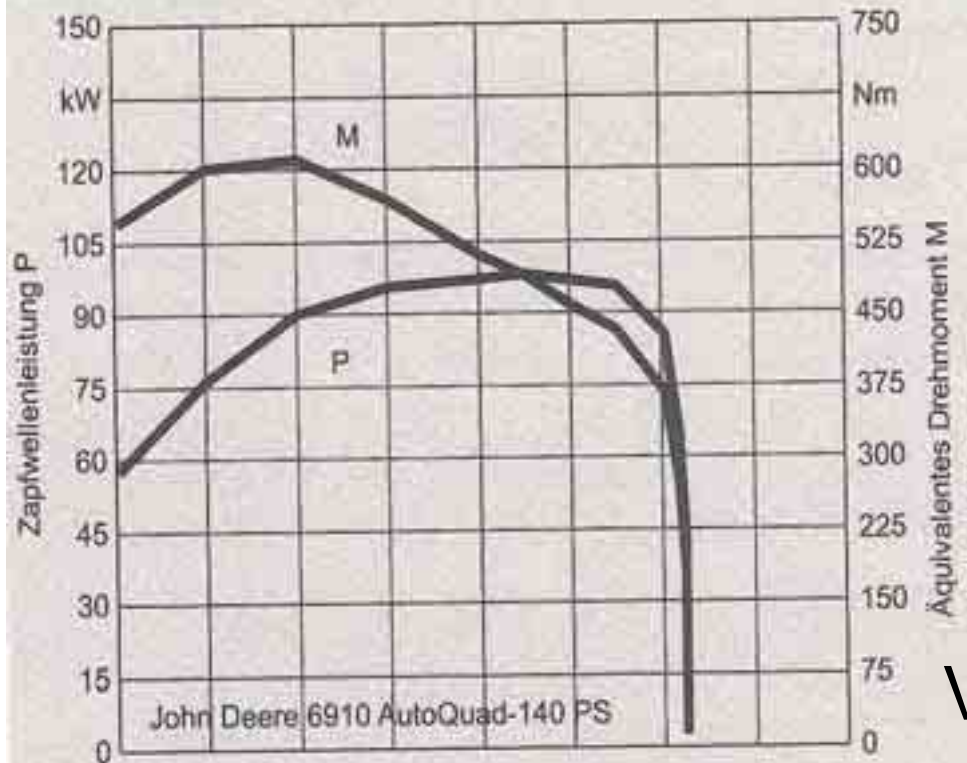
Auslastung	Leistung (kW)	Drehzahl (%)	Verbrauch spez. (g/kWh)	Verbrauch (l/h)	Differenz (l/h)
20%	14	100	420	6,9	2,8
		60	250	4,1	
40%	28	100	280	9,2	2,1
		60	215	7,1	
60%	42	100	245	12,1	1,4
		60	210	10,4	
80%	56	100	230	15,1	1,0
		60	215	14,1	

# Leistung - Verbrauch - Standart

Drehzahl/ Leistung	1600 <sup>-1</sup>	1900 <sup>-1</sup>	2200 <sup>-1</sup>
120 kW	248 g/kWh 35,0 l/h	263 g/kWh 37,0 l/h	284 g/kWh 40,0 l/h
80 kW	255 g/kWh 24,0 l/h	263 g/kWh 26,0 l/h	284 g/kWh 29,0 l/h
40 kW	319 g/kWh 15,0 l/h	362 g/kWh 17,0 l/h	426 g/kWh 20,0 l/h

# Fendt Favorit 926 Vario 185kW

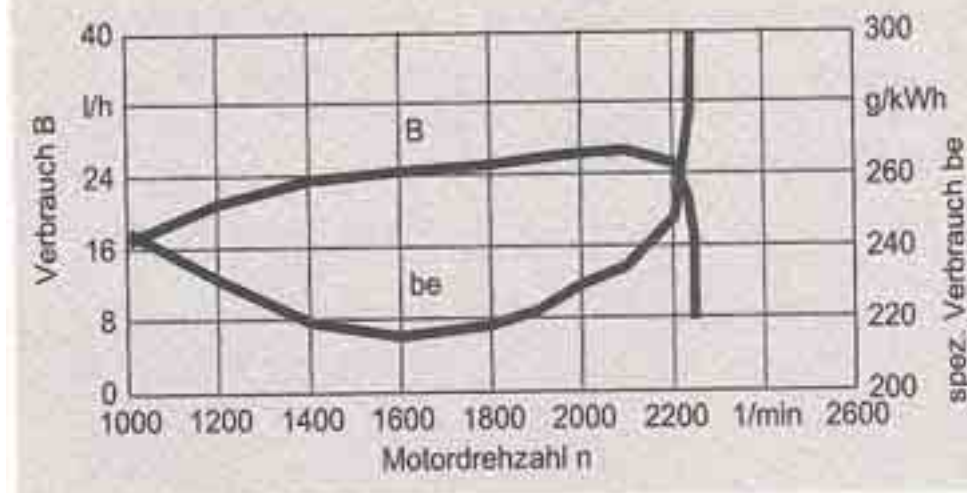
Motorauslastung		100 % Drehzahl		70 % Drehzahl		Differenz
(kW)	(%)	(g/kWh)	(l/Std)	(g/kWh)	(l/Std)	(l/Std)
150	80	220	38,8	200	35,3	3,5
110	60	220	28,4	200	25,8	2,6
75	40	250	22,0	210	18,3	3,7
40	20	350	16,5	250	11,7	4,8
						3,6 l/Std
Zugkraft auf den Boden 145 kW						



**DURCHSCHNITTSVERBRAUCH** der 6 Meßpunkte auf der Abregelkurve  
 18,0 l/h,  
 293 g/kWh

**ÄQUIVALENTES DREHMOMENT**  
 max. Drehmoment 614 Nm bei 1400 min<sup>-1</sup>, Drehmomentanstieg 41 % bei Drehzahlabfall 33 %

Motorkennfeld  
 und  
 spez.  
 Kraftstoffverbrauch  
 JD 6910



**ANFAHRDREHMOMENT**  
 126 % bei Motordrehzahl 1000 min<sup>-1</sup>, bezogen auf das Drehmoment bei Nenn-drehzahl

# Sparzapfwelle benutzen

- 42 Schlepper von 50 bis 132kW
- Mittelwert 3,0 Liter je Std.
  - Min. 0,6 Liter / Std.
  - Max. 6,6 Liter / Std.

# Die Leistung

Leistung = Kraft x Geschwindigkeit

Drehleistung (kW) = Drehmoment (Nm) x Drehzahl (1/min) x 1/9550

Zugleistung (kW) = Zugkraft (daN) x Fahrgeschwindigkeit (km/h) x 1/360

Hydraulische Leistung (kW) = Druck (bar) x Durchfluss (l/min) x 1/360

# Zugleistung Fendt Favorit 926

Geschwindigkeit (km/h)	Zugkraft (daN)	Leistung (kW)	Motordrehzahl (1/min)	Schlupf (%)
4,83	8295	111,3	2293	14,9
5,66	8274	130,2	2114	14,8
8,21	6314	143,9	2048	5,8
9,29	5588	144,2	2052	5,0
14,39	3548	143,3	2055	3,0
DLG-Prüfung Eigengewicht 8,3t Motor 185kW				

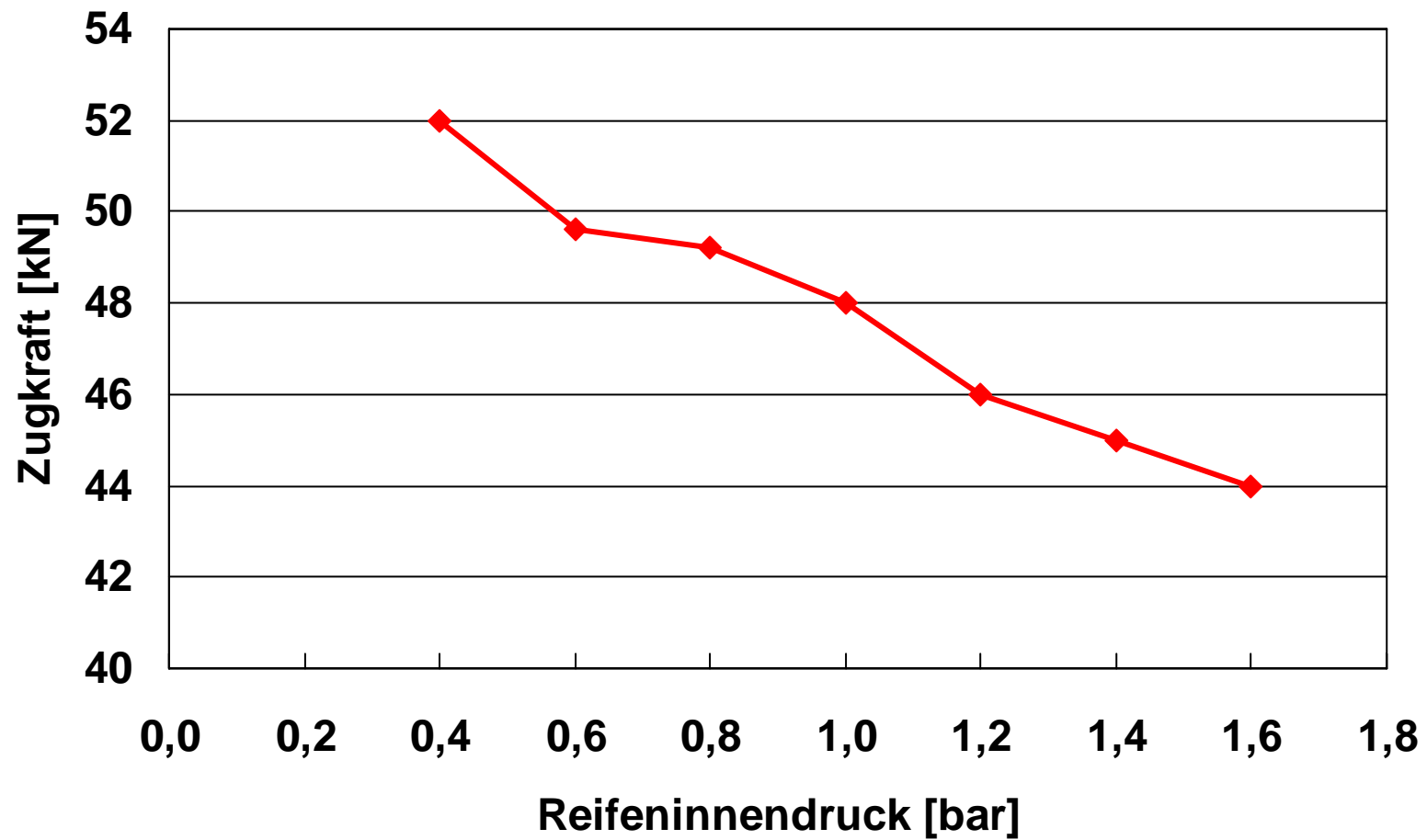
## Einfluß des Reifendrucks auf die Spurtiefe



*(Foto: Prof. Volk)*

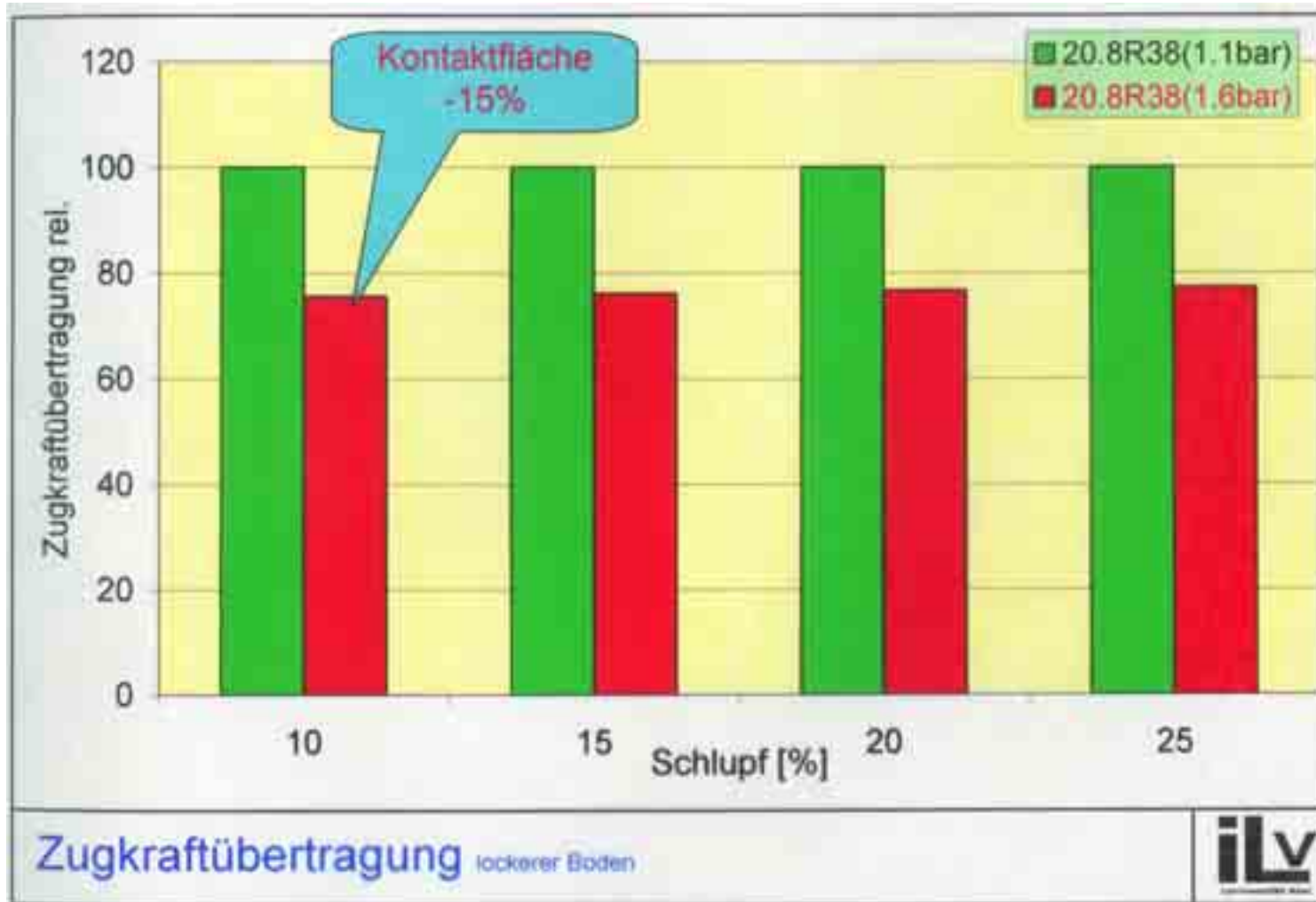
# Einfluß des Reifeninnendrucks auf die Zugkraft

## Reifen: Michelin XM 108



*(Quelle: Prof. Dr. Volk, FH Südwestfalen Soest, verändert)*

# Zugkraftübertragung



# Einfluss von Schlupf auf den Kraftstoffverbrauch beim Grubbern

## Reduzierung von 20% auf 13%

- Kraftstoffverbrauch Grubbern 9,1 l/ha (Spanne 5 bis 18l/ha)
- Arbeitsleistung: 3,9m; 2,8ha/Std.; 11cm tief
- Kraftstoffverbrauch = 9,1l/ha\*2,8ha/Std. = 25,5 l/Std.
  
- 1. Grubbern 250ha / 2,8 Std./ha = 90 Std./a
- 2. Grubbern 250ha / 2,8 Std./ha = 90 Std./a
- Gesamt : = 180 Std./a
- davon 8,75 % weniger Schlupf = 16 Std./a
  
- Kraftstoffverbrauch = 16 Std. x 25,5l/Std.
- = 410 l/a x 0,75€/l = 308 €/a
- Arbeitszeit: 16 Std. x 15€/Std. = 240 €/a

## Reifendruckregelanlage mit außenliegender Luftzufuhr



## Veränderung der Kosten in €/Jahr durch angepaßten Reifeninnendruck

**Reifeninnendruck auf dem Feld: 1,0 bar statt 1,6 bar**

	<b>50 ha - Betrieb</b>	<b>200 ha - Betrieb</b>	<b>Effekt durch Reifendruckregelanlage am Schlepper bei der Bodenbearbeitung</b>
<b>Grubbern:</b>	- 97	- 385	Schlupf von 18% auf 10%
<b>Pflügen:</b>	-203	- 985	Schlupf von 25% auf 15%
<b>Summe:</b>	<b>- 300</b>	<b>- 1370</b>	
<b>Kosten der Investition:</b>	+ 420	+ 420	Regelanlage am Schlepper: 2800 €
<b>Saldo:</b>	<b>+ 120</b>	<b>- 950</b>	

**Dieselpreis im 50-ha-Betrieb: 0,75 €/l**

**Dieselpreis im 200-ha-Betrieb: 1,00 €/l**

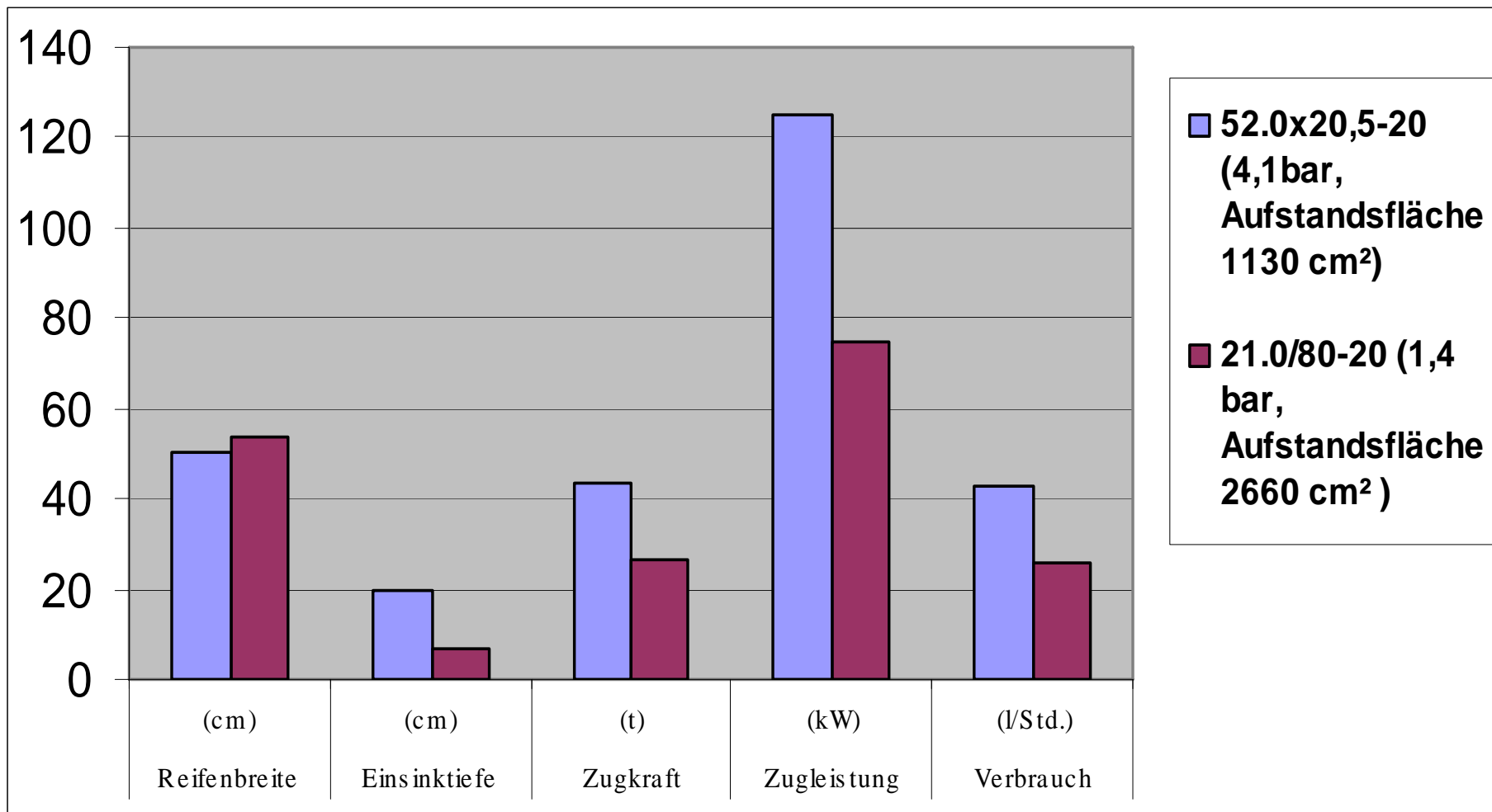
**Lohn: 15 €/AKh**

## Zweileiter - Reifendruckregelanlage am Güllefaß



# Güllewagenvergleich

(Tandemachse 16t)





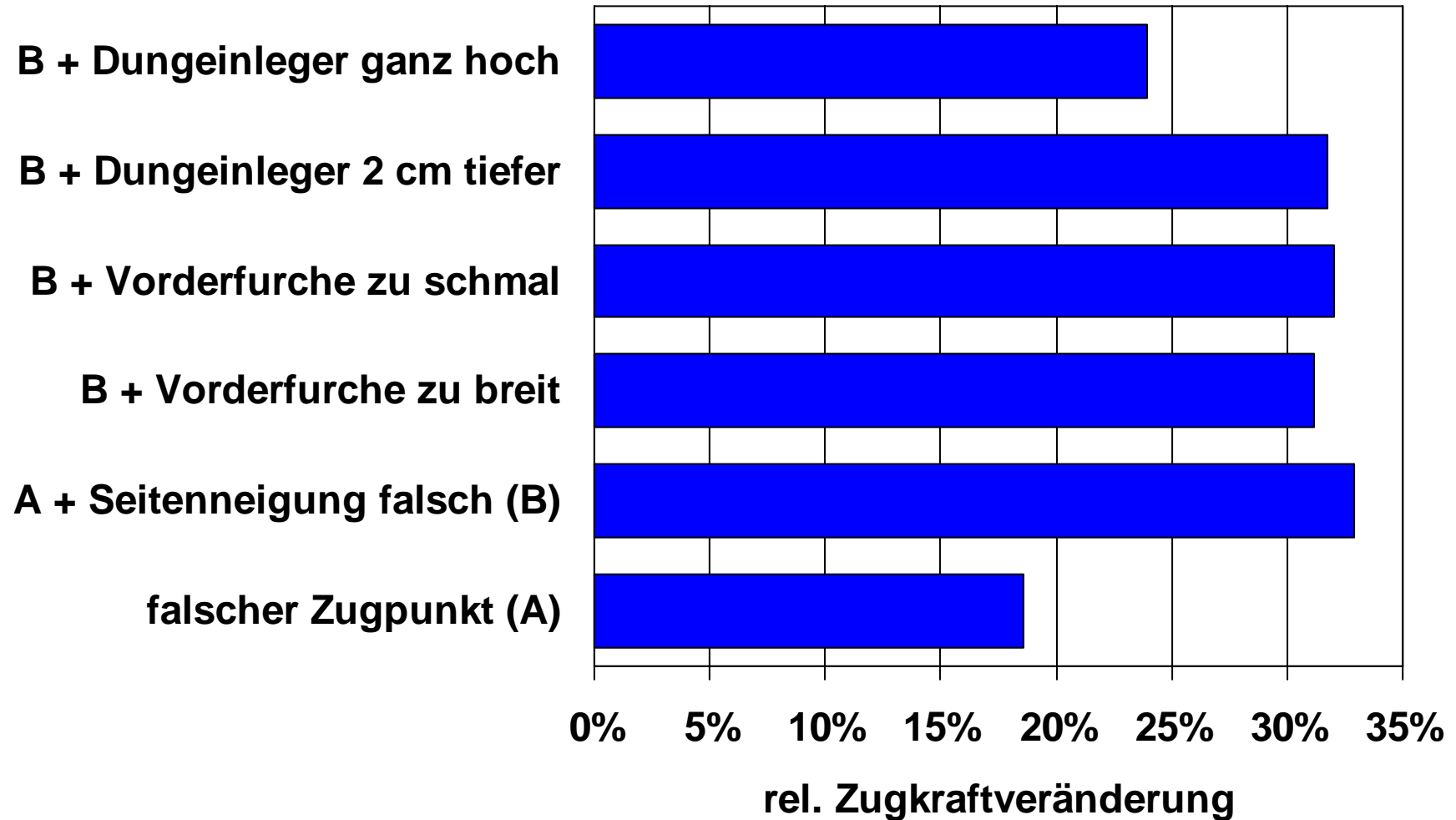
## Zugkraftbedarf eines Vierscharpfluges mit aufgeschweißten Alteisenteilen

Var.	Untersuchte Verschleißbereiche	Scharspitze	Scharblatt		Zugkraft (%)
		Stärke (mm) neu	Länge (mm) neu	Stärke (mm)	
1	Vergleichsschar	9,0	235,0	18,50	100
8	Alteisen (200*50*8) auf einen Streifen aufgeschweißt	9,0	235,0	18,5	112,00
9	Alteisen (200*50*8) auf zwei Streifen aufgeschweißt	9,0	235,0	18,5	125,00
10	auf die Scharspitze abgenutzte Spitze aufgeschweißt	9,0	235,0	18,5	128,00
11	Anlagekeil aufgeschweißt	9,0	235,0	18,5	145,00
12	Anlage mit Stahlplatte verstärkt (240*180*8)	9,0	235,0	18,5	142,00
13	Anlage mit 2 Flacheisen verstärkt (360*65*12)	9,0	235,0	18,5	135,00

<b>Leistungsbedarf und Dieserverbrauch des Vierscharpfluges</b>						
					0,75€/l)	
<b>Var.</b>	<b>untersuchte Verschleißbereiche</b>	<b>Schlepper- Leistungs- bedarf (kW/m)</b>	<b>Diesel- verbrauch (l/ha)</b>	<b>Mehr- verbrauch (l/ha)</b>	<b>Kosten Diesel (Euro/ha)</b>	<b>Mehrkosten Diesel (Euro/ha)</b>
<b>1</b>	<b>Vergleichsschar</b>	<b>46</b>	<b>20,2</b>	<b>./.</b>	<b>15,15</b>	
<b>8</b>	<b>Alteisen (200*50*8) auf einen Streifen aufgeschweißt</b>	<b>53</b>	<b>23,4</b>	<b>3,2</b>	<b>17,55</b>	<b>2,40</b>
<b>9</b>	<b>Alteisen (200*50*8) auf zwei Streifen aufgeschweißt</b>	<b>57</b>	<b>25,3</b>	<b>5,1</b>	<b>18,98</b>	<b>3,83</b>
<b>10</b>	<b>auf die Scharspitze abgenutzte Spitze aufgeschweißt</b>	<b>61</b>	<b>27,0</b>	<b>6,8</b>	<b>20,25</b>	<b>5,10</b>
<b>11</b>	<b>Anlagekeil aufgeschweißt</b>	<b>61</b>	<b>27,2</b>	<b>7,0</b>	<b>20,40</b>	<b>5,25</b>
<b>12</b>	<b>Anlage mit Stahlplatte verstärkt (240*180*8)</b>	<b>64</b>	<b>28,4</b>	<b>8,2</b>	<b>21,30</b>	<b>6,15</b>
<b>13</b>	<b>Anlage mit 2 Flacheisen verstärkt (360*65*12)</b>	<b>59</b>	<b>26,0</b>	<b>5,8</b>	<b>19,50</b>	<b>4,35</b>

# Veränderung des Zugkraftbedarfes durch falsche Pflugeinstellung

0% = Zugkraftbedarf bei optimaler Einstellung



(Quelle: top agrar Test Nordwalde 2004)

# Möglichkeiten der Kraftstoffeinsparung

1. Schlepper nicht mit voller Drehzahl fahren	bis 10%
2. Sparsapfwelle benutzen	2 bis 6 l/h
3. Für schwere Zugarbeiten Schleppergewicht erhöhen	3 bis 8 %
4. Für Ackerarbeiten Reifenbdruck um 0,3 bar senken	4 bis 7 %
5. Bei Transportfahrten Gewicht senken	bis 10%
6. Pflegearbeiten mit großen Arbeitsbreiten	bis 20%
7. Einsatz von Gerätekombinationen	bis 30%

# Möglichkeiten der Kraftstoffeinsparung

8. nicht tiefer als erforderlich arbeiten	bis 30%
9. Arbeitsgeschwindigkeit senken - dafür breitere Geräte nutzen	bis 10%
10. Arbeitsgänge weglassen - aber Ertrag nicht gefährden	bis 50%
11. Auswahl von Arbeitsgeräten	bis 30%
12. Motorwartung	5 - 7%

# Kraftstoff sparen durch Wartung

Bereich	Wirkung	Einsparung
Kühler	verschmutzt	bis 7 %
Visco-Kühler	Kühlleistung	bis 7 %
Wartung	Luftfilter	bis 5 %
Ventilspiel	Kompression	bis 5 %
Düsen	Tropfen	bis 5 %
Druckluftanlage	Leckage	bis 5 %
Klima-Anlage	bei Bedarf	bis 5 %

# Zusammenfassung

- Schlepper mit geringem Verbrauch wählen
- Schlepper kraftstoffsparend fahren
- Sparzapfwelle benutzen
- Arbeitsgänge reduzieren (wenn möglich)
- auf hohe Zugkraftübertragung bei geringem Schlupf achten (Bereifung)
- Arbeitsgeräte optimal einstellen
- Wartung nicht vergessen