



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

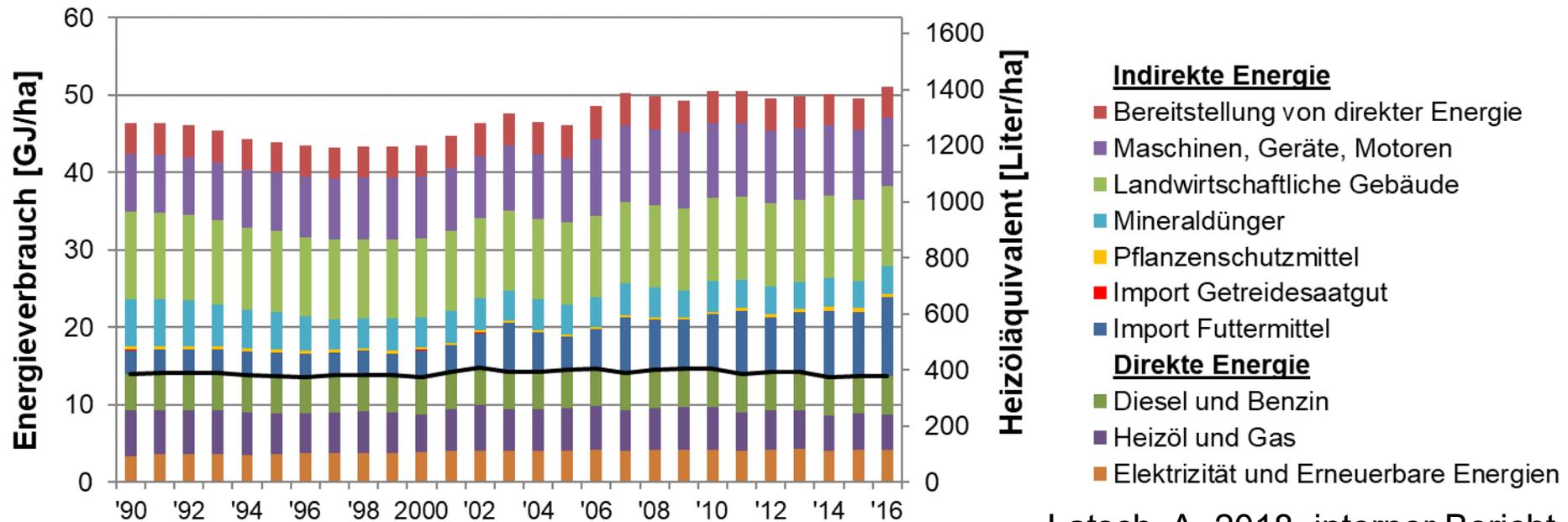
Agroscope

Ecodrive - Treibstoff sparen in der Landwirtschaft

Thomas Anken, Agroscope, Tänikon, 8356 Ettenhausen



Energiebedarf der Schweizer Landwirtschaft



Latsch, A. 2018, interner Bericht

- Gesamtbedarf direkter Energie von 14.4 GJ pro Jahr entspricht rund 400 Mio Liter Dieseläquivalent
- Landwirtschaft Schweiz benötigt ca. 150 Mio Liter Diesel pro Jahr

Möglichkeiten des Treibstoffsparens bedingen technisches Verständnis & Motivation

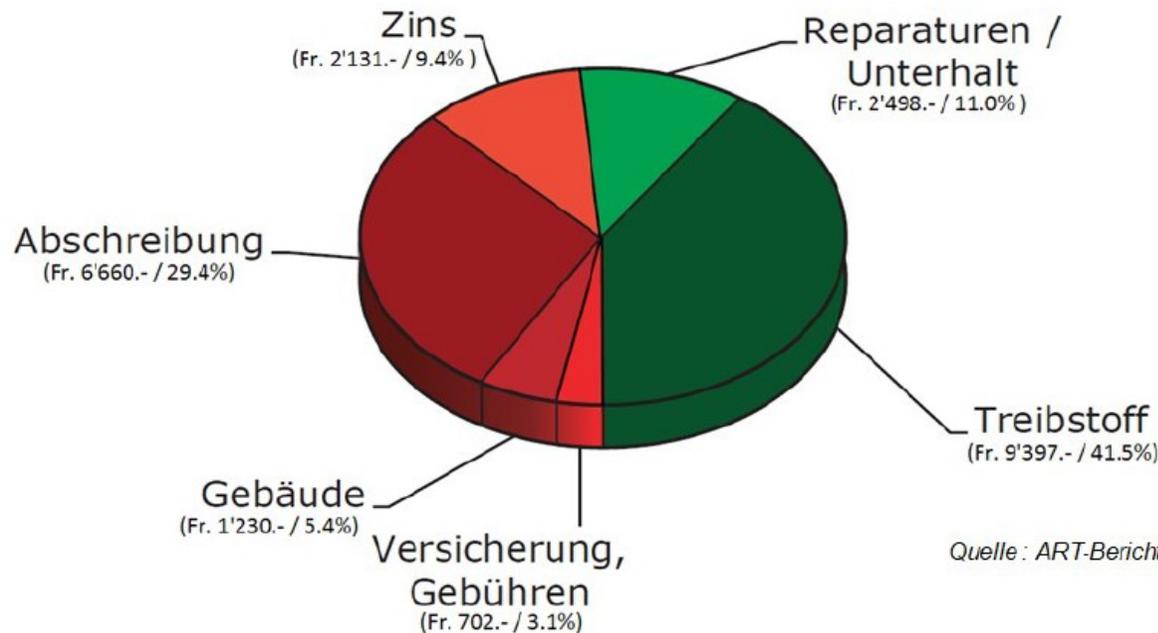
- Massnahmen sind sehr vielfältig: Wahl des Traktors, Wahl des Gerätes, Einstellungen, Wartung, Fahrweise...
- Vertieftes technisches Verständnis notwendig
- Viele Grundlagen sind vorhanden:
 - Unterlagen Ecodrive
 - Trainerhandbuch zum Spritsparen (Österreich)
 - KTBL Feldarbeitsrechner: <https://daten.ktbl.de/feldarbeit/home.html>
- Grundmotivation muss vorhanden sein
- Why don't we do it???



Triebstoffkosten Traktor

Aufteilung der Selbstkosten eines Traktors

- Beispiel: Traktor, 82 kW, 500 Stunden pro Jahr

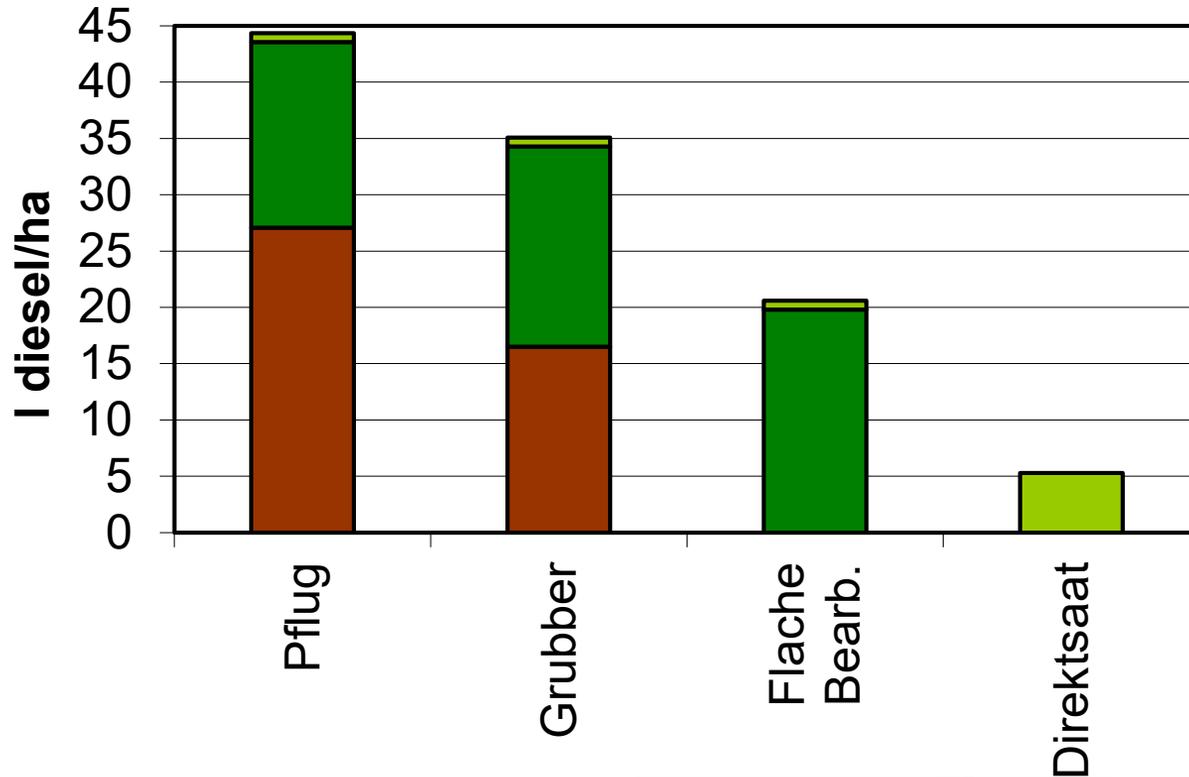


Quelle : ART-Bericht 767

- Der Treibstoffverbrauch verursacht ~40% der Selbstkosten



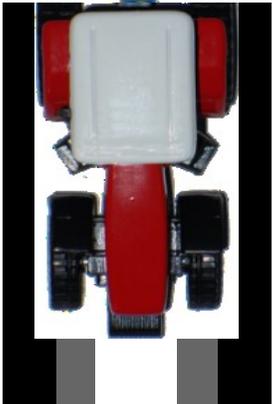
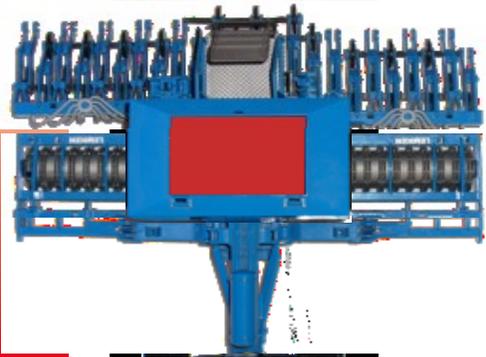
Beispiele zum Treibstoff sparen: Lockerungsintensität vermindern



Agroscope, Tänikon, 8356 Ettenhausen

Feste Fahrspuren für schwere Maschinen „controlled traffic light“

- Verminderung des Bodenstrukturproblems
- Bodenlockerung lässt sich weiter vermindern





Geräteeinstellung und Wartung beachten

- Schlechte Zugpunkteinstellung Pflug kann bis zu 1/3 mehr Zugkraft benötigen (ART-Bericht 421)
 - Stauschiene bei Kreiselegge nicht zu aggressiv einstellen
 - Geräte schmieren
 - Verstopfter Luftfilter steigert Verbrauch signifikant
- Lauschen, sehen und verstehen was geschieht!



Merkblatt
Pflugeinstellung (Agridea)

Dieserverbrauch eines Vierscharpfluges

(WEIß 2003)

Referenz

100 % (20,2 l/ha)

Flacheisen auf einen
Streichblechstreifen
aufgeschweißt
116 %

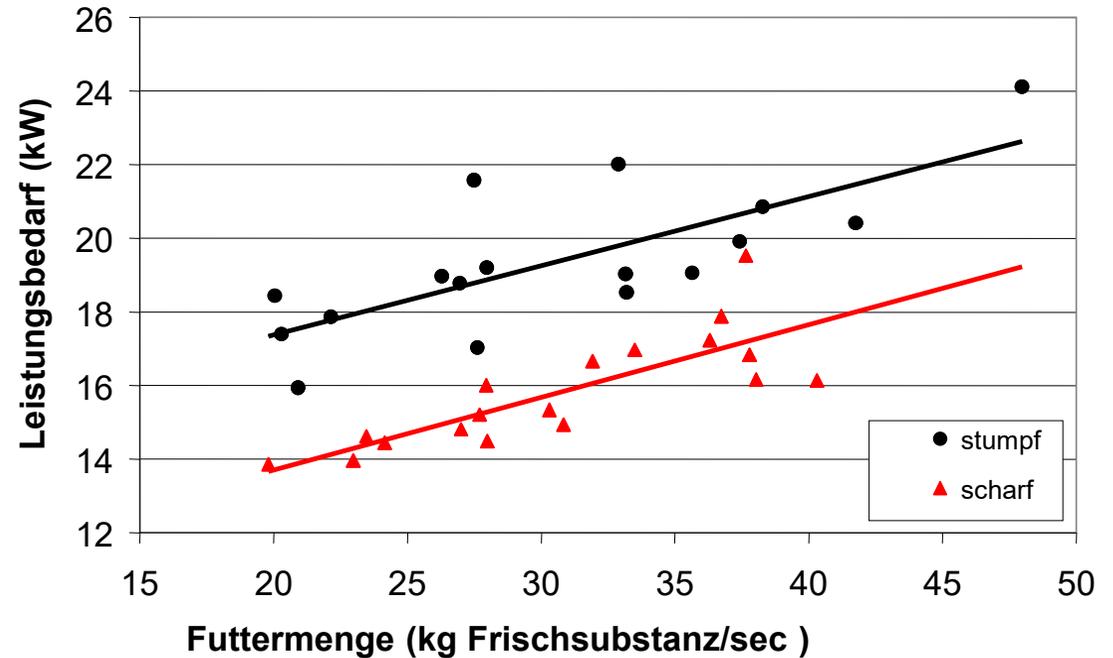
Gebrauchte Spitze
auf Scharspitze
aufgeschweißt
134 %



- ➔ Verschleißteile nicht unsachgemäß reparieren, sondern auswechseln.
- ➔ Aufgeschweißte Teile erhöhen den Treibstoffverbrauch.

(F. Handler, BLT 2008)

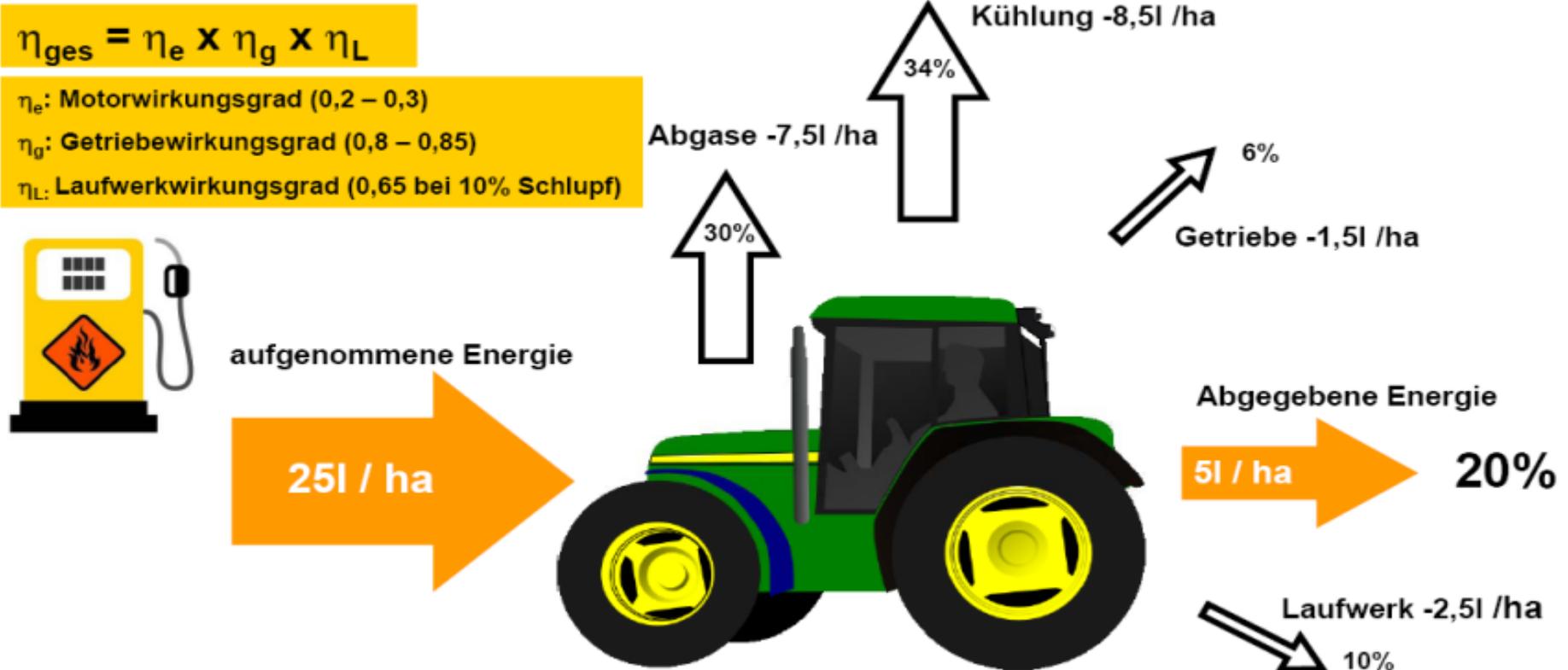
Messer schärfen



(Sauter und Dürr 2004)

→ Stumpfe Messer benötigen ca. 15 % mehr Leistung (1 kW pro Meter Arbeitsbreite)

Energiefluss beim Traktor (vgl. KUTZBACH 1989)

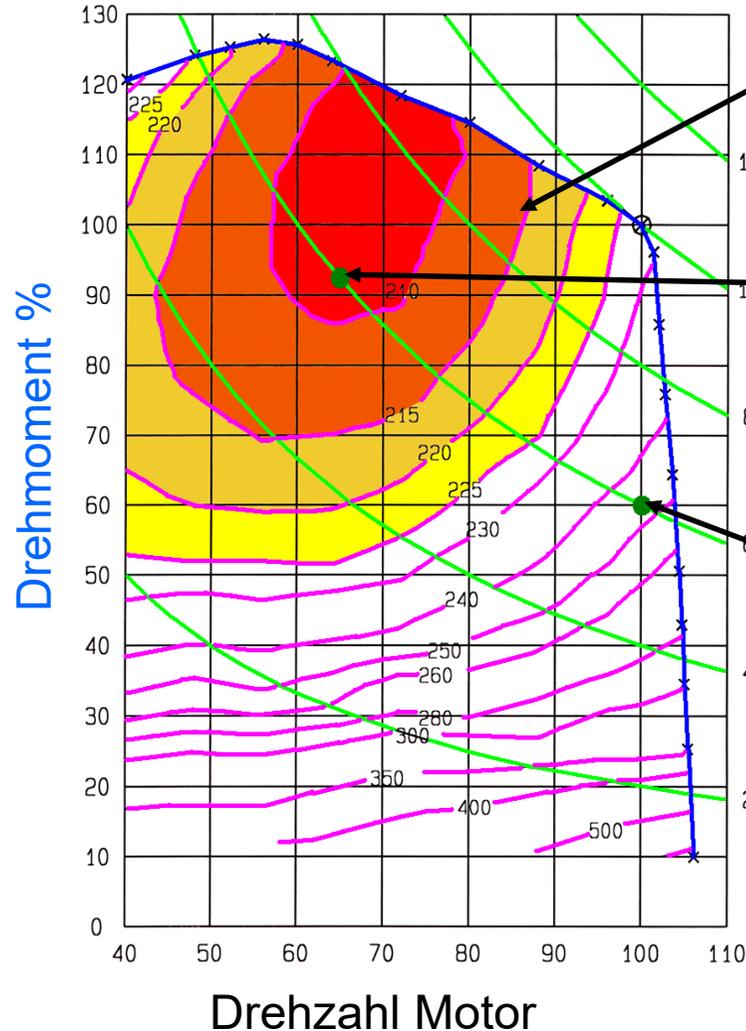


➔ Bei Zugarbeit am Feld wird nur ca. 20 % der eingesetzten Energie des Kraftstoffes in effektive Zugleistung umgesetzt.

(F. Handler, BLT 2008)

Motorenkennfeld ausnutzen – Drehzahl kostet Treibstoff

100 % = Werte der Normdrehzahl Bsp. 2200 tr/min



Verbrauch g Diesel /kWh

60 % Leistung mit 65 % Tourenz.
= 215 g/kWh (1430 U/min)

60 % Leistung mit 100 % Tourenz. = 250
g/kWh (2200 U/min)

Differenz 35 g/kWh
50 kW notwendig (Bsp. pflügen)
= $50 \cdot 35 = 1750$ g/Std Einsparung!

(basiert auf ART Bericht 552)

Kraftstoffverbrauch (l/h) eines 100 kW Traktors im Teillastbereich bei unterschiedlichen Drehzahlen im Vergleich zum Fahren mit Vollgas

[UPPENKAMP 2006]

Angeforderte Leistung (kW)	Drehzahl (U/min)						Vollgas
	1100	1300	1500	1700	1900	2100	
20	6,2				8,0	9,5	10,5
40	11,2				12,8	14,2	15,0
60	16,4				17,6	19,0	19,5
80					22,5	23,8	24,0
100					27,4	28,6	

- ➔ Im Drehzahlbereich von ca. 1300 bis 1700 U/min ist der Treibstoffverbrauch am geringsten.
- ➔ Ein guter Fahrer versucht in diesem Bereich zu fahren.

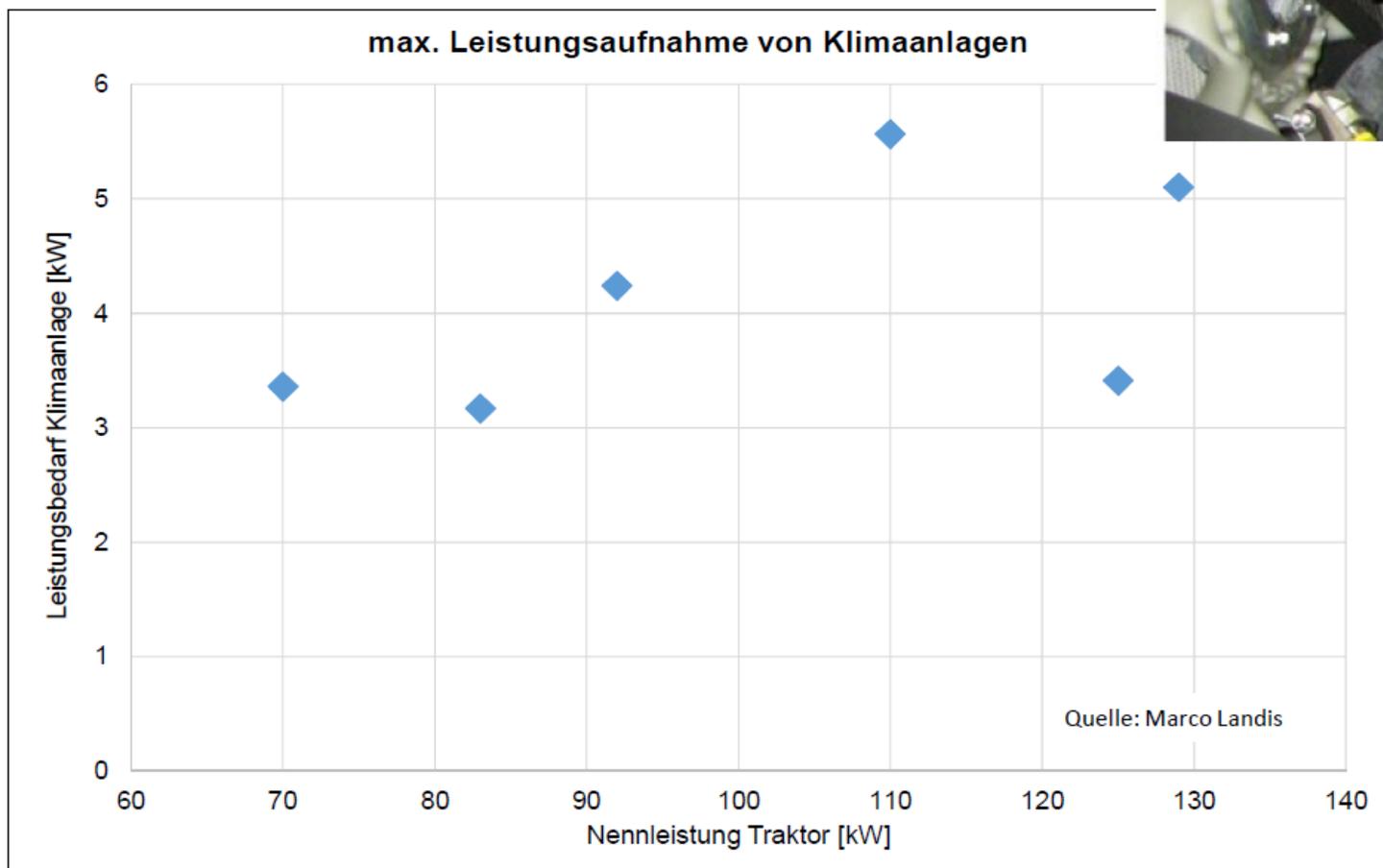
(F. Handler, BLT 2008)

Treibstoffsparen beim Traktor



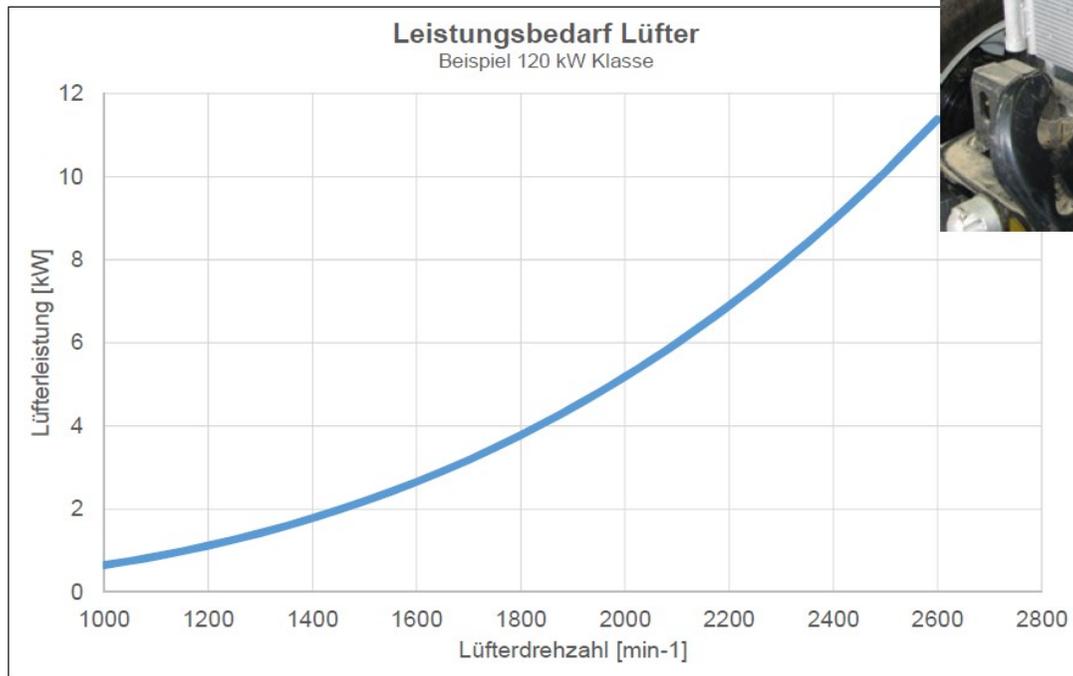
- ➔ Niedrige Motordrehzahlen wählen
- ➔ Gänge entsprechend wählen!
- ➔ Zapfwelle 750 U/min oder 1000 U/min
- ➔ Keine zu grossen und leistungsstarke Traktoren einsetzen

Klimaanlagen sind Spritfresser



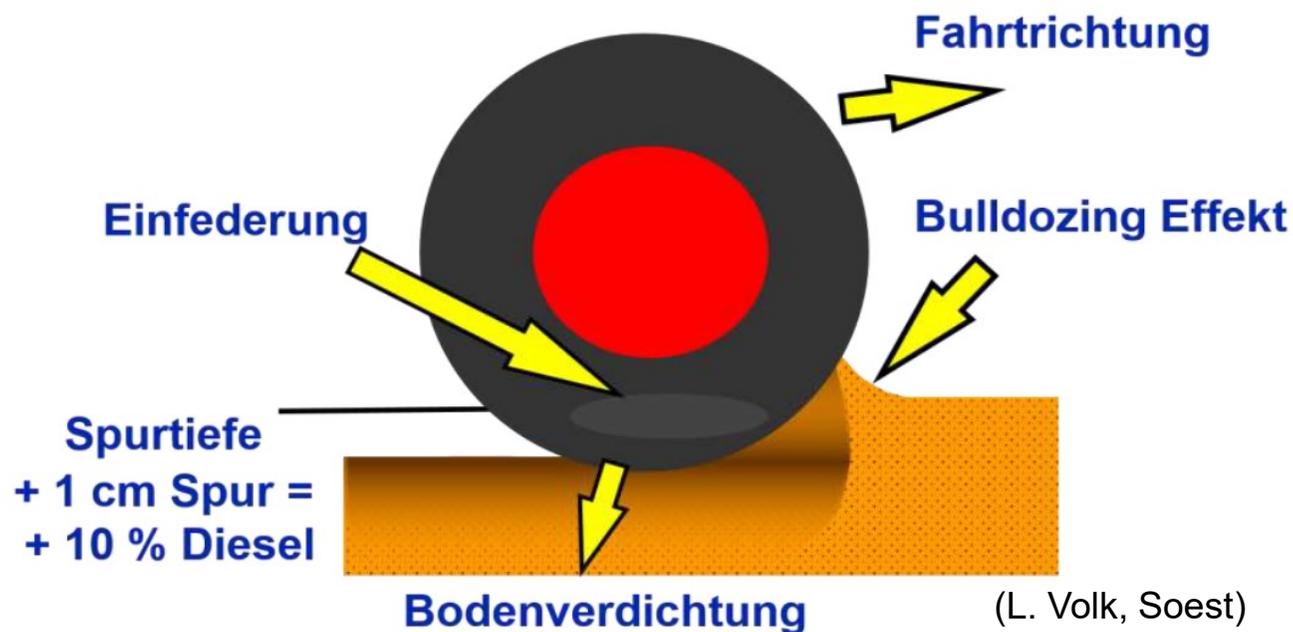
Regelmässige Wartung zahlt sich aus!

Reinigung von Kühlradiatoren



Quelle: Marco Landis

Hoher Druck auf Strasse – Tiefer Druck auf Acker



Ziel

Feld: Tiefer Reifendruck,
grosse Aufstandfläche

Strasse: Hoher Reifendruck,
tiefer Rollwiderstand

Reifendrucke in bar		Treibstoffverbräuche in l/h	
Traktor VA/HA	Anhänger VA/HA	Fahrt auf Strasse	Fahrt auf Acker
2.0 / 2.0	3.5 / 3.5	13.2	15.5
2.0 / 0.8	1.5 / 1.5	17.4	13.1
Verbrauchseinsparung in l/h		4.2	2.4
Verbrauchseinsparung in %		24.1	15.5

R. Stirnimann, HAFL, Ecodrivekurs Agroconcept, 2018

Reifendruckregelanlage ist sinnvoll

	Reifen- druck		Schlupf		
Grubber	1,6 bar	→	18 %		
	1,0 bar	→	10 %	→	- 9 % Diesel
Pflug	1,6 bar	→	25 %		
	1,0 bar	→	15 %	→	- 12 % Diesel

(Volk 2004 in Handler und Nadlinger 2008)



Mit Reifendruckregelanlage können unterschiedliche Bedürfnisse auf Strasse und Feld angegangen werden.

(www.reifendruck.ch)

Weniger Schlupf ist effizienter



20 % Schlupf = 125 % Diesel

The image shows a red tractor pulling a blue trailer on a grassy field. The tractor's rear wheels are significantly slipping, leaving a large, dark, muddy track behind it. A blue text box with yellow text is overlaid on the image.



10 % Schlupf = 100 % Diesel

The image shows the same red tractor pulling the blue trailer on a grassy field. The tractor's rear wheels are slipping less than in the top image, leaving a narrower, less muddy track. A blue text box with yellow text is overlaid on the image.

(L. Volk, Soest, 2016)

Getriebe: Lastschaltung versus Stufenlos

	MF 7724 Dyna-6	MF 7724 Dyna-VT
Nennleistung an der ZW [kW]	150	150
Spez. Verbrauch bei P_{nenn} [g/kWh]	252	258
Maximalleistung an der ZW [kW]	162	165
Spez. Verbrauch bei P_{max} [g/kWh]	239	238
Maximale Zugleistung [kW]	137	129
Spez. Verbrauch bei $P_{\text{Zug max}}$ [g/kWh]	279	305

Quelle: Nebraska-Test 2017

R. Stirnimann, HAFL, basierend auf Nebraska Test 2017

→ Lastschaltgetriebe liefert einen etwas besseren Wirkungsgrad als stufenlos

Getriebe: Lastschaltung versus Stufenlos

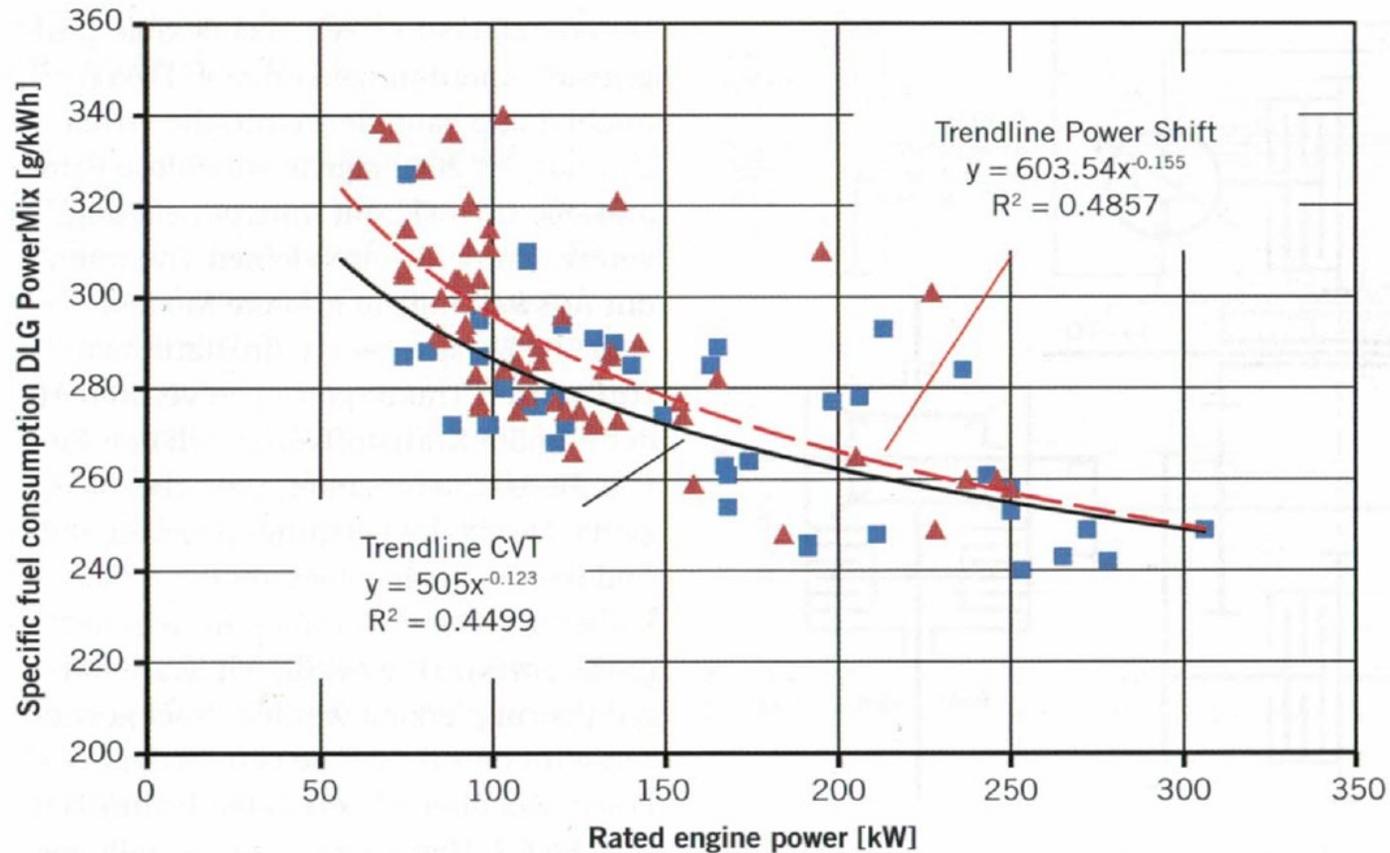


BILD 8 Spezifischer Kraftstoffverbrauch beim DLG PowerMix über der Nennleistung (© DLG)

→ Stufenlos kombiniert mit Motorenmanagement vermindert Verbrauch geringfügig

Sporzapfwelle einsetzen

Fendt Vario 820 mit Zapfwelle 750 und 750E an 3 m Kreiselegge
 → 750E ist stärker untersetzt, erlaubt tiefere Motordrehzahl

		Treibstoffverbräuche in l/h
Erster Durchgang: Zapfwelle 750		
Motordrehzahl in min ⁻¹	2'100	25.0
Drehzahl am ZW-Stummel in min ⁻¹	760	
Fahrgeschwindigkeit in km/h	4	
Arbeitstiefe in cm	15 - 20	
Zweiter Durchgang: Zapfwelle 750E		
Motordrehzahl in min ⁻¹	1'450	19.1
Drehzahl am ZW-Stummel in min ⁻¹	760	
Fahrgeschwindigkeit in km/h	4	
Arbeitstiefe in cm	15 - 20	
Verbrauchseinsparung in l/h		5.9
Verbrauchseinsparung in %		23.6

R. Stirnimann, HAFL, Ecodrivekurs AgroCO2nzept, 2018

Vergleich Traktor – LKW beim Gülletransport

Rahmenbedingungen: - Asphaltierte Straßen - Gelände eben bis hügelig	Dieselverbrauch*	
	[l/100 km]	[l/100 km t**]
Traktoren (120 – 199 kW) mit Tankanhänger (18 m ³)	46 – 63	2,6 – 3,5
LKW (315 kW) mit 21 m ³	30 – 35	1,4 – 1,7

*) Mittelwert aus Hinfahrt voll und Rückfahrt leer
**) Treibstoffverbrauch pro 100 km und t Nutzlast

Quelle: Eigene Erhebungen

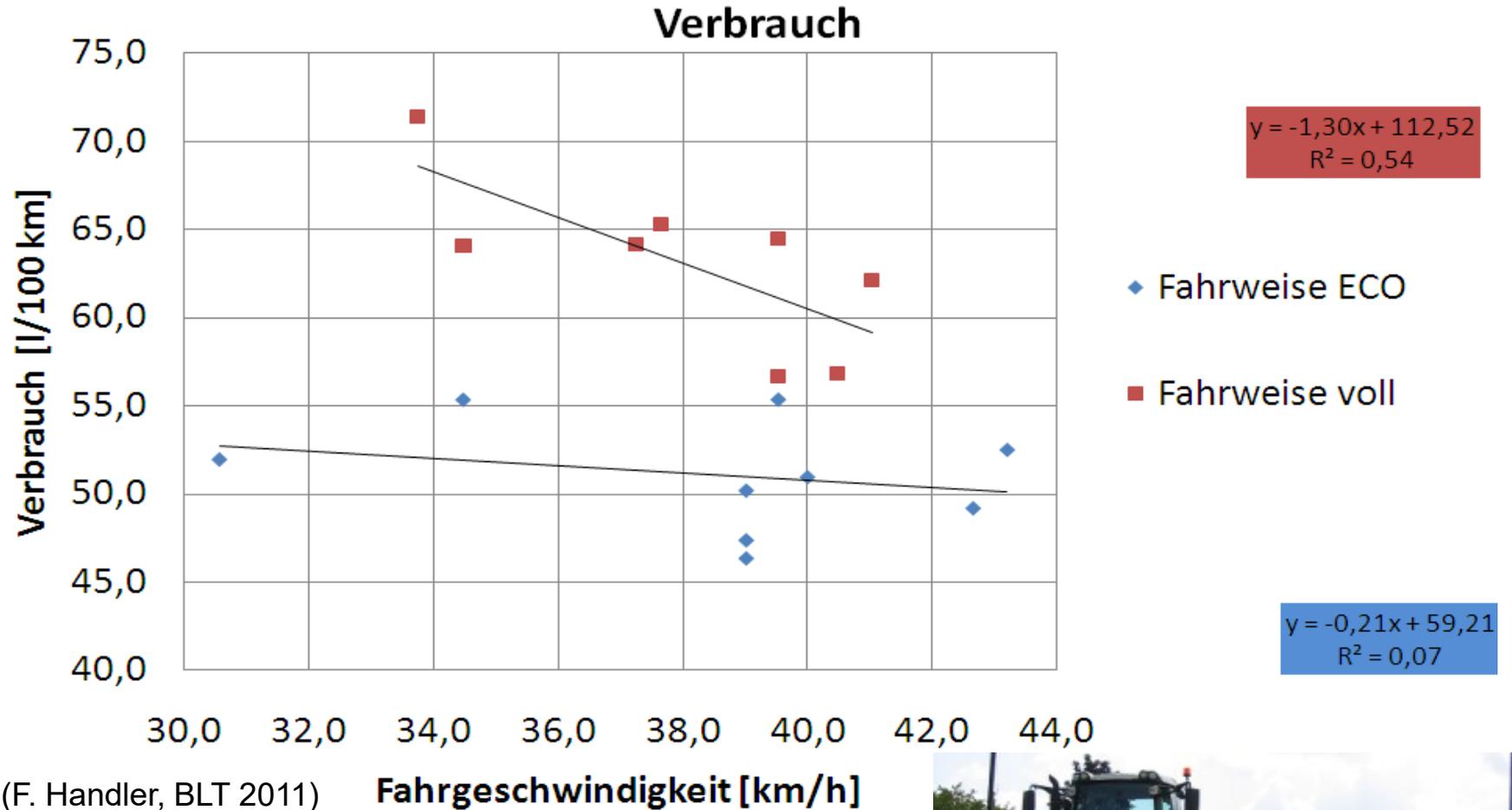


- ➔ **Große Verbrauchsunterschiede bei unterschiedlichen Traktoren und Fahrern.**
- ➔ **Der LKW benötigt weniger Treibstoff als der Traktor mit Anhänger**
→ **erfordert allerdings eine Trennung von Feldarbeit und Transport**

(F. Handler, BLT 2008)

🇨🇭 Spritsparaktion in Österreich – Werte einzelner Fahrer

Transportfahrt 4,5 km, 25 m Höhendifferenz, Fendt 831 mit Tieflader



Ecodrive Kurs AgroCO2zept 2018

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6
	Fendt Xylon	New Holland TM	Deutz-Fahr Agrotron	Case IH Puma	Fendt Vario	Deutz-Fahr DX
	Urs, Paul	Lukas, Roland	Urs W., Claudia	Markus, Ueli	Florian, Toni	Fredy, Kurt
1. Fahrt						
Verbrauch in l	3.5	6.3	5.7	5.6	6.8	4.3
Zeit in Minuten	26	25	-	20	28	21
2. Fahrt (Eco-D.)						
Verbrauch in l	2.8	5.35	4.7	5.2	5.9	3.2
Zeit in Minuten	24	24	-	21	25	-
Verbrauchseinsp. in l	0.7	0.95	1.0	0.4	0.9	1.1
Verbrauchseinsp. in %	20	15	17.5	7	13.2	25.6

(R. Stirnimann, HAFL)

Schlussfolgerungen

- Gute technische Kenntnisse sind notwendig um Energieeinsparpotenziale umsetzen zu können.
- Einsparungen von 10-20 % sind je nach Fall gut möglich.
- Ziel: Technik situationsangepasst und professionell einsetzen.
- Bleifuss war gestern!



Holzvergaser
Daniel Hagen, Hüttwilen