



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Dieselmotoren von landwirtschaftlichen Fahrzeugen

Ueli Wolfensberger

SSM Mitgliederversammlung
Tänikon, 6. Juni 2007



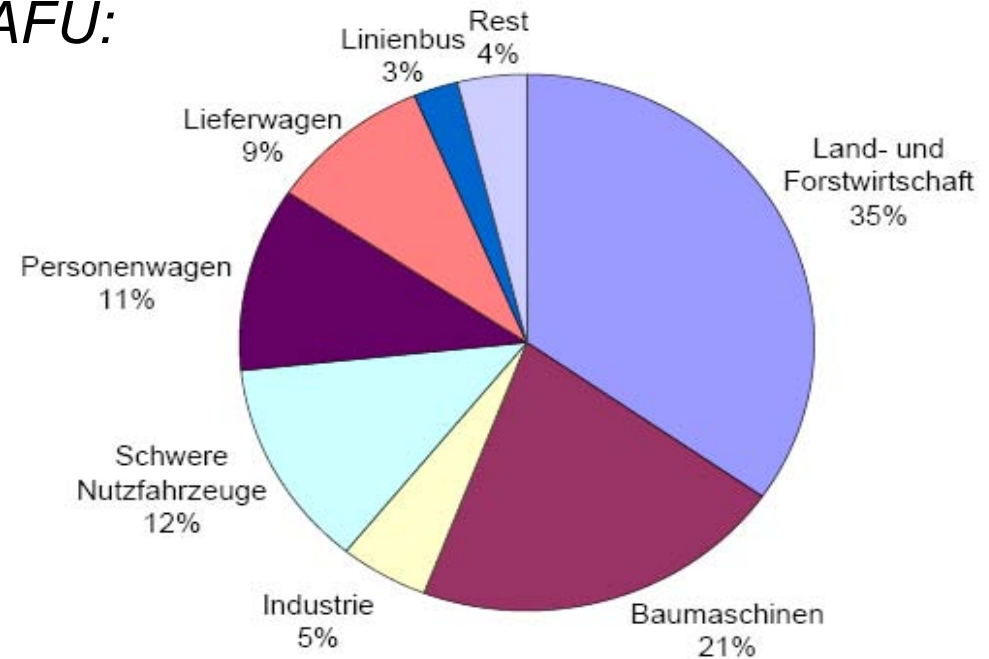
Dieselermissionen von landwirtschaftlichen Fahrzeugen

Ursprüngliche Angaben des BAFU:

Total 3500 Tonnen
Landwirtschaft 1200 Tonnen

Bearbeitung in Zusammenarbeit mit

- Büro INFRAS, Projektleitung
- SVLT
- EMPA
- Iveco Motorenforschung
- ART Agroscope Reckenholz-Tänikon
- Oberzolldirektion
- Schweiz. Landmaschinenverband
- Privater Berater





Berechnungsmodell

$$E_m = N \cdot H \cdot P \cdot \lambda \cdot \varepsilon \cdot Cor \cdot \delta$$

N Anzahl Fahrzeuge

H Betriebsstunden

P Nennleistung

λ Lastfaktor

ε Emissionsfaktor (Basisfaktor)

Cor Korrekturfaktor für Emissionsfaktor bei Abweichung der Last

δ Korrekturfaktoren für Dynamik und Alterung



Bestand der landwirtschaftlichen Motorfahrzeuge 2000

Motoreinachser	75'000
Traktoren	110'000
Mähdrescher	3'800
Selbstfahrspritzen	2'397
Feldhäcksler	362
Zweiachsmäher	12'000
Transporter	23'000
Hoflader	5'000
Motorsägen	95'000

Quellen: Betriebszählungen 1996 und 2003
Statistik des BfS (Differenz bei Traktoren wegen „Hobbytraktoren“)

Zahlen besprochen mit SLV



Anzahl Traktoren

gemäss Betriebszählung

Maschinen und Hofeinrichtungen

	1996	2003*	Veränderung
Traktoren	112'008	107'828	-3.7%
Motormäher, Einachstraktoren	82'759	68'339	-19.5%
Frontlader	8'649	11'166	29.1%
Ladewagen gezogen	41'238	36'287	-12.0%
Anbaupflüge, drei- und mehrscharig	8'133	16'579	103.8%
Kreiselmäher**	36'935	37'486	1.5%
Sammelpressen***	12'864	10'827	-15.8%
Melkanlagen	56'298	46'259	-17.8%

* Hochrechnung der Stichprobenerhebung (Zusatzerhebung)

**mit und ohne Aufbereitung

***Kleinballen und Grossballen

Quelle: Landwirtschaftliche Betriebszählungen, Bundesamt für Statistik (BFS)

gemäss Bundesamt für Strassen ASTRA

FAZG	FAZ	Fahrzeuggruppe Fahrzeugart	1996	2003
	4	Landwirtschaftsfahrzeuge	174'247	180'295
	43	Landwirtschaftlicher Traktor	121'790	126'995
	52	Landwirtschaftlicher Arbeitskarren	3'811	4'854
	81	Landwirtschaftlicher Motorkarren	39'533	40'066
	83	Landwirtschaftlicher Motoreinachser	8'846	8'245
	84	Landwirtschaftl. Kombinations-Fahrzeug	258	135

Differenz: 19'167

- Hobbytraktoren
- Oldtimer
- Lohnunternehmer ohne Betrieb
- Forstmaschinen

Lösung: Einführung einer Kategorie "Traktoren hobby"



Einteilung der Traktoren nach Alters- und Leistungsklassen

Leistungsklassen:

< 18 kW
18 – 37 kW
37 – 75 kW
75 – 130 kW
> 130 kW

Altersklassen:

< 5 Jahre
5 – 10 Jahre
10 – 15 Jahre
15 – 20 Jahre
> 20 Jahre

Je Klasse:

Bestand (in Stk. und %)
jährliche Betriebsstunden
Lastfaktoren

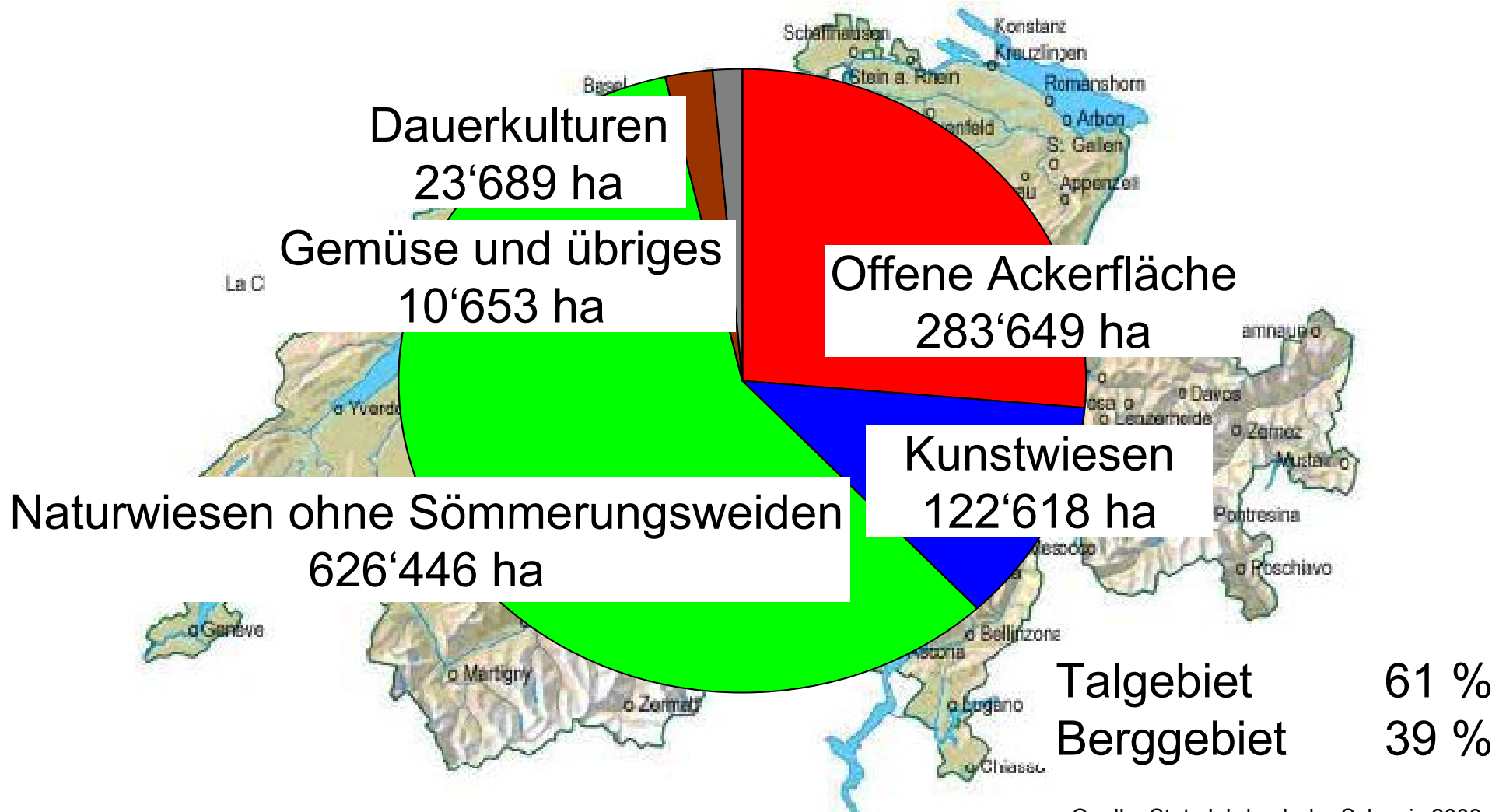


Bestände Traktoren

	< 5 Jahre	5 – 10 J.	10 –15 J.	15 – 20 J.	> 20 Jahre	
< 18 kW	0	0	0	0	1'100	1'100
18 – 37	1'056 4%	1'848 7%	2'640 10%	3'960 15%	16'896 64%	26'400
37 – 75	5'940 9%	7'260 11%	7'920 12%	8'580 13%	36'300 55%	66'000
75 – 130	5'005 35%	3'575 25%	2'860 20%	1'430 10%	1'430 10%	14'300
> 130 kW	1'100 50%	528 24%	330 15%	220 10%	22 1%	2'200
	13'101 12%	13'211 12%	13'750 13%	14'190 13%	55'748 50%	110'000



Landw. Nutzfläche der Schweiz, ohne Sömmerungsweiden: 1'067'055 ha



Quelle: Stat. Jahrbuch der Schweiz 2003



Ausgewählte Mechanisierungen

	<i>Mechanisierungsstufen</i>	
	mittel	hoch
<i>Ackerbau</i>		
Pflügen	2-scharig	3-scharig
Bodenbearbeitung, Saat und Pflege	2,5 m	3,0 m
Ernte	Lohnarbeit/ Eigenmech.	Lohnarbeit Eigenmech.
<i>Futterbau/Tal</i>		
Mähen	1,8 m	2,5 m
Zetten und Wenden	5,3 m	6,8 m
Schwaden	3,5 m	6,5 m
Einführen mit Ladewagen	15 m ³	22 m ³



Einsatz Motorfahrzeuge

	<i>Mechanisierungsstufen</i>	
	<i>mittel</i>	<i>hoch</i>
Weizen	19,7 Th/ha	14,5 Th/ha
Zuckerrüben	28,9 Th/ha	23,3 Th/ha
Dürrfütterernte		
Tal	3,6 Th/ha	2,9 Th/ha
Berg	4,9 Mh/ha	4,4 Mh/ha

Quellen:

ART-AV 2007

Arbeitsvoranschlag 96 1996

Globalarbeitsvoranschlag

Spezielle Erhebung und Kalkulationen





Mittlere Auslastung Motorfahrzeuge in der Land- und Forstwirtschaft

Traktoren
Mittlere Auslastung 107'828 Stück
202 Th/Jahr

Zweiachsmäher
Mittlere Auslastung 12'180 Stück
125 Mh/Jahr

Transporter
Mittlere Auslastung 20'558 Stück
80 Mh/Jahr





Lastfaktoren

Traktoren

Konstant für alle Leistungsklassen **0.30**

Abnehmend für die Altersklassen:

< 5 Jahre	100%	0.30
5 – 10 Jahre	92%	0.28
10 – 15 Jahre	84%	0.25
15 – 20 Jahre	75%	0.23
> 20 Jahre	67%	0.20



PM Emissionen

Datenquellen für die Emissionsfaktoren

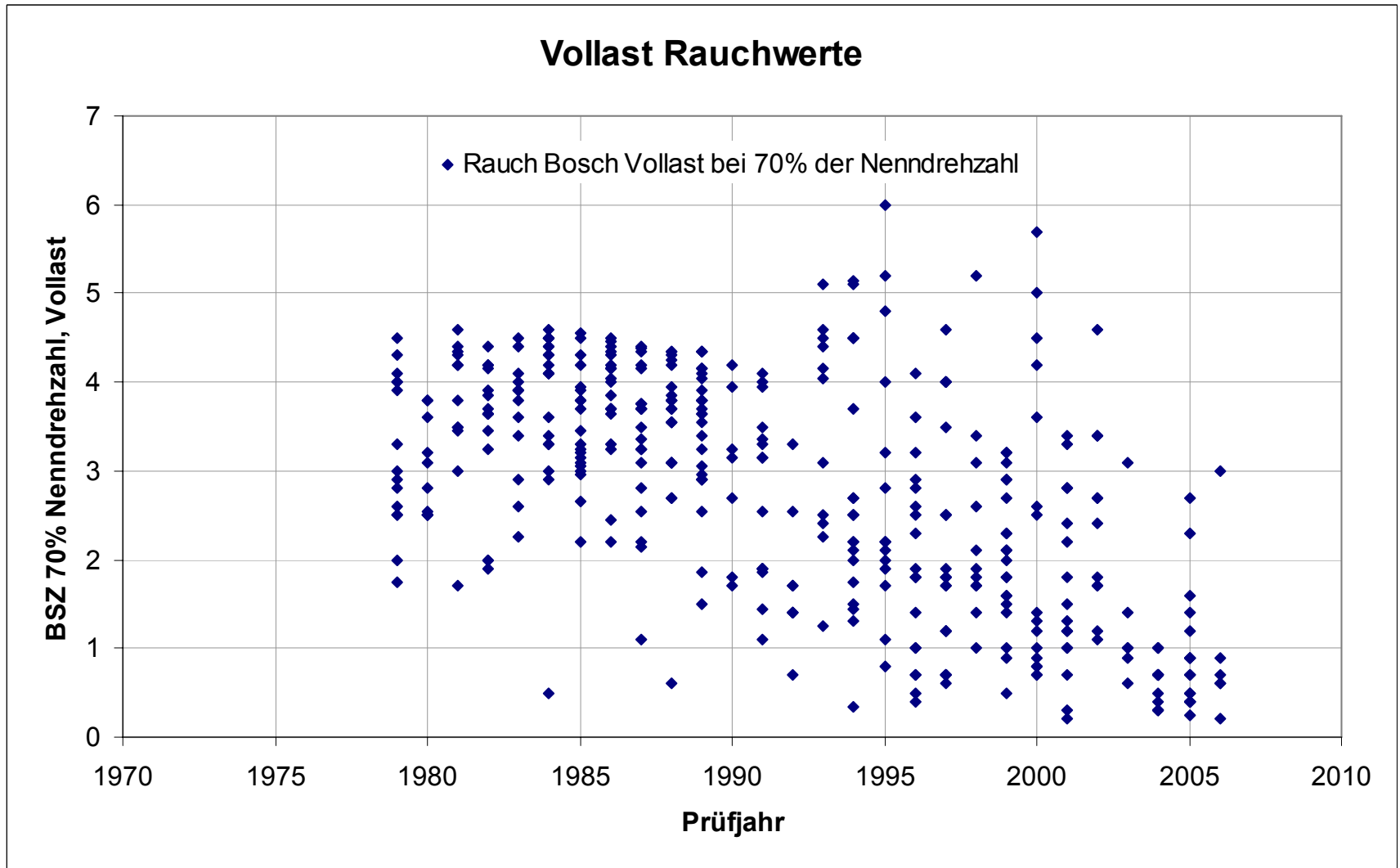
- Typengenehmigungsunterlagen der Traktoren
- Grenzwertstufen
- Bericht UM49 (BAFU)
- Rauchmessungen ART
- EPA (Environmental Protection Agency, USA)





PM Emissionen

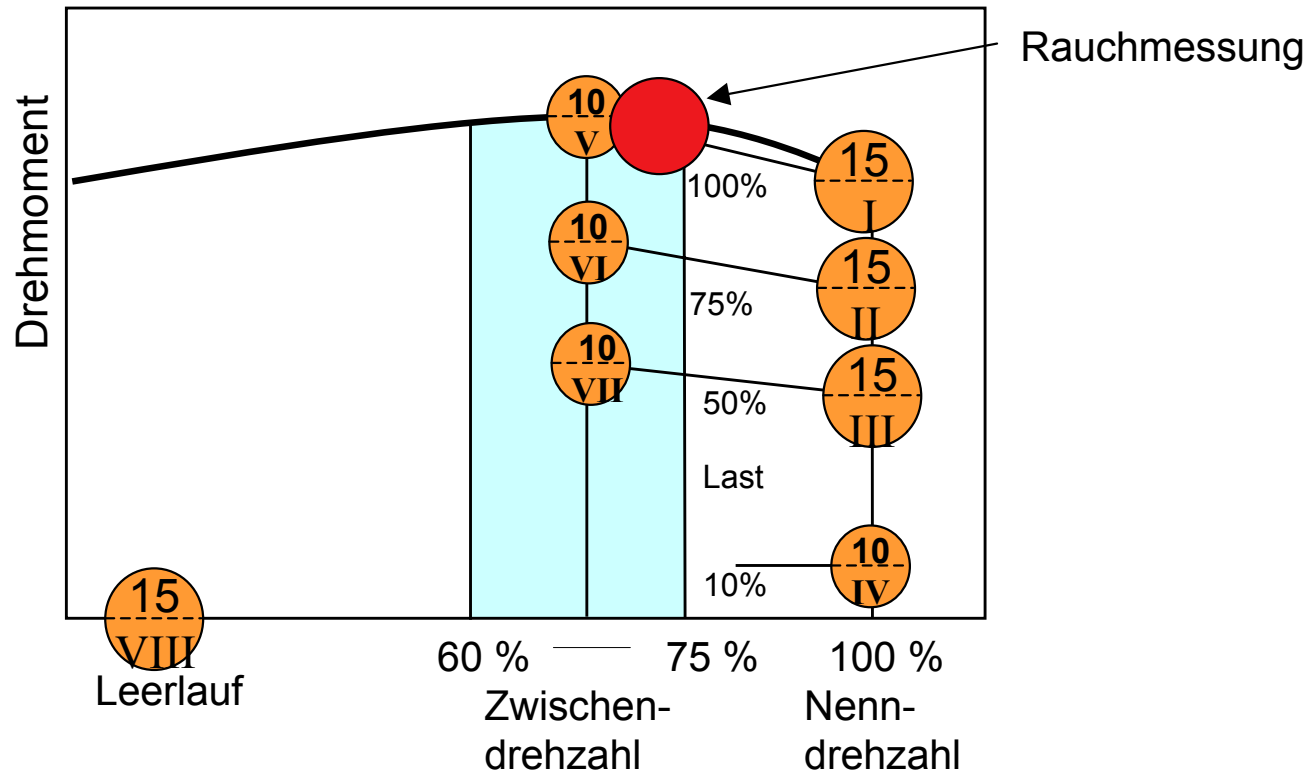
Rauchmessungen der ART seit 1978





PM Emissionen

Umrechnung der Rauchwerte in PM-Werte:
nach AVL-Kurve
Korrektur durch Abweichung der Last



15 Gewichtung in %
VI Messpunkt



Verwendete Basisemissionsfaktoren für Partikel (g/kWh)

	vor 1996	1996 – 2002	Stufe 1 ab 2003	Stufe 2 ab 2004	Stufe 3A ab 2007	Stufe 3B ab 2012
< 18 kW	1.51	1.18	1.00	0.80	0.70	0.60
18 – 37 kW	1.20	0.94	0.74	0.60	0.54	0.54
37 – 75 kW	1.09	0.85	0.47	0.32	0.36	0.02
75 – 130kW	0.61	0.47	0.35	0.24	0.27	0.02
> 130 kW	0.61	0.47	0.22	0.16	0.18	0.02



Resultate für 2005

Die resultierenden Anteile des Russausstosses der verschiedenen Fahrzeugarten in der Landwirtschaft sowie die neuen Ergebnisse der Gesamtemissionen des Offroadbereichs sind vom BAFU noch nicht freigegeben.

Die gesamte Russfracht der landwirtschaftlichen Fahrzeuge beträgt nach der neuen Rechnung

400 Tonnen PM10 / Jahr.