

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

University of
Applied Science

Einsparpotential durch ReFuels (RDE Testergebnisse)

**Mit Biofuel-Mischkraftstoffen
bereits heute in Richtung Zero CO₂-Emission**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Heinze,
Institut Automotive Powertrain (IAP)

*Expert Talk Way 2 Zero Emission
12. Oktober 2023, Württembergischer Automobilclub e.V.*



Agenda

- Potential von Biofuel-Mischkraftstoffen zur Treibhausgaseinsparung
- RDE Messungen E5 vs. E20 an einem BMW 218i Gran Coupe
- Aktueller Stand E10 Verträglichkeit
- Nebenwirkungen der Zumischung von Biokraftstoff bzgl. Korrosion u. Alterung

Treibhausgaseinsparung entsprechend Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung



Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung - Biokraft-NachV, 02.12.2021

§ 6 Treibhausgaseinsparung

(1) Die in Verkehr gebrachten Biokraftstoffe müssen eine Treibhausgaseinsparung von:

1. mindestens **50 Prozent** betragen, sofern die letzte Schnittstelle, die den Biokraftstoff produziert hat, vor dem oder am **5. Oktober 2015** in Betrieb genommen worden ist,
2. mindestens **60 Prozent** betragen, sofern die letzte Schnittstelle, die den Biokraftstoff produziert hat, am oder nach dem 6. Oktober 2015 und bis einschließlich **31. Dezember 2020** in Betrieb genommen worden ist, oder
3. mindestens **65 Prozent** betragen, sofern die letzte Schnittstelle, die den Biokraftstoff produziert hat, den Betrieb am oder **nach dem 1. Januar 2021** auf genommen hat.

Hinweis auf Zitat: <https://www.cropenergies.com/de/produkte/ethanol>

*Die „Erneuerbare-Energien-Richtlinie“ fordert, neben strengen Nachhaltigkeitsrichtlinien zur Herkunft der Biomasse, schon heute, dass erneuerbares Ethanol über die komplette Produktion hinweg mindestens 50 % CO₂ im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen einspart. Bei CropEnergies liegen wir durch unsere hocheffizienten Produktionsanlagen bei über **70 % Einsparungen** und werden diesen Wert durch weitere Effizienzsteigerungen und vermehrte Nutzung von Abfall- und Reststoffen sukzessive steigern.*



Zulassungszahlen spielen eine Zentrale Rolle...

... für den nachhaltigen Durchgriff einer Technologie zur Treibhausgaseinsparung

- Beispiel Fahrzeugbestand (KBA 2023)
 - 30.556.538 Benzinfahrzeuge
 - 2.181.957 Elektrofahrzeuge (BEV+PHEV/2)
- **Die KBA Zulassungszahlen weisen ca. 14 mal mehr Benzinfahrzeuge als Elektrofahrzeuge aus.**

→ Abschätzung des CO2 Reduktionspotentials durch Steigerung des Ethanolanteils (vs. EV)*

Vergleich CO2-Reduktions Einführung E20		Vergleich Reduktionspotential E10max (echtes E10)	
CO ₂ -Emissionen Stromerzeugung mit Vorkette	480 gCO ₂ /kWh	CO ₂ -Emissionen Stromerzeugung mit Vorkette	480 gCO ₂ /kWh
mittleren Fahrleistung	15000 km p.a.	mittleren Fahrleistung	15000 km p.a.
Fahrzeugbestand (KBA 2023)	30556538 Benzin Fz	Fahrzeugbestand (KBA 2023)	30556538 Benzin Fz
Fahrzeugbestand (KBA 2023 BEV+PHEV/FZ)	2183958 EV	Fahrzeugbestand (KBA 2023 BEV+PHEV/FZ)	2183958 EV
abgeschätzte Emission Benzin Fz mit Vorkette	155 gCO ₂ /km	abgeschätzte Emission Benzin Fz mit Vorkette	155 gCO ₂ /km
mittlerer Stromverbrauch Pkw el.	18 kWh/100km	mittlerer Stromverbrauch Pkw el.	18 kWh/100km
mittler CO ₂ -Emission Pkw el. mit Vorkette	86,4 gCO ₂ /km	mittler CO ₂ -Emission Pkw el. mit Vorkette	86,4 gCO ₂ /km
Einsparung CO ₂ durch elektr. Antrieb	68,6 gCO ₂ /km Reduktionspotential	Einsparung CO ₂ durch elektr. Antrieb	68,6 gCO ₂ /km Reduktionspotential
Einsparung CO ₂ durch elektr. Antrieb	44,3% gCO ₂ /km Reduktionspotential	Einsparung CO ₂ durch elektr. Antrieb	44,3% gCO ₂ /km Reduktionspotential
Die Hälfte der Benzinfahrzeuge sind E20 fähig	15278269 Otto Fz E20 fähig	99% der Benzinfahrzeuge sind E10 fähig	30250973 Otto Fz Super Plus/Super 98 fähig
Einsparung CO ₂ durch regeneratives Ethanol	70% regenerativ	Einsparung CO ₂ durch regeneratives Ethanol	70% regenerativ
Einsparung CO ₂ E20 rel. E5	11% gCO ₂ /km Reduktionspotential	Einsparung CO ₂ E10 vs E5	3,5% gCO ₂ /km Reduktionspotential
Einsparung CO ₂ E10 rel. E5	16,275 gCO ₂ /km Reduktionspotential	Einsparung CO ₂ E10 vs E5	5,425 gCO ₂ /km Reduktionspotential
Einsparung CO ₂ durch ePkw p.a.	2,25 Mio Tonnen CO ₂	Einsparung CO ₂ durch ePkw p.a.	2,25 Mio Tonnen CO ₂
Einsparung CO ₂ durch E20 Pkw p.a.	3,73 Mio Tonnen CO ₂	Einsparung CO ₂ durch E10max Pkw p.a.	2,46 Mio Tonnen CO ₂
CO ₂ Einsparung ePKW vs. E20 Pkw	4,22 pro Fahrzeug	CO ₂ Einsparung ePKW vs. E10max Pkw	12,65 pro Fahrzeug
CO ₂ Einsparung E20 Pkw vs. ePKW	1,86 pro FZ-Bestand	CO ₂ Einsparung E10max Pkw vs. ePkw	1,10 pro Fz-Bestand

* ohne Heizwertkorrektur , hier sind weitere praktische Untersuchungen erforderlich

Treibhausgaseinsparpotential des aktuellen Fahrzeugbestands (KBA 2023) durch Ethanol-Mischkraftstoffe



E10max (echtes E10)

- **2,46 p.a. Mio Tonnen CO2**
- Vergleich: entspricht dem 1,1-fachen Wert der CO2-Einsparung des aktuelle Bestands der Elektrofahrzeuge

E20

- **3,73 p.a. Mio Tonnen CO2**
- Vergleich: entspricht dem 1,7-fachen Wert CO2-Einsparung des aktuelle Bestands der Elektrofahrzeuge

Best practice: Flughafen Stuttgart 2022



HVO

Abnahmemenge 2022: 402.800 l → entspricht etwa 16 t CO₂

Im Vergleich zur Nutzung von konventionellem Diesel sparen wir etwa 898 t CO₂ ein.

E20

Abnahmemenge 2022: 5.800 l → entspricht etwa 11 t CO₂

Im Vergleich zur Nutzung von E5 sparen wir etwa 2 t CO₂ ein.

E10

Abnahmemenge 2022: 28.000 l → entspricht etwa 61 t CO₂

Im Vergleich zur Nutzung von E5 sparen wir etwa 3 t CO₂ ein.

Umweltbericht 2022 des Flughafen Stuttgart

<https://www.flughafen-stuttgart.de/newsroom/mediathek/publikationen/berichte/>

RDE Vergleichsmessungen E20 vs E5

BMW 218i Gran Coupe (F44)



1,5l 3-Zylinder Ottomotor
100 kW / 136 PS bei 4500 U/min
220 Nm bei 1500 U/min
CO2 WLTP 138 [g/km]

- Bei allen RDE Fahrten wurden die gesetzlichen Grenzwerte mehr als deutlich eingehalten.
- Relativ zu den gesetzlichen Grenzwerten wurden keine signifikanten Abweichungen zwischen E20 und E5 RDE Fahrten festgestellt.
- Beim BMW 218i Gran Coupe wurde beim Betrieb mit E20 relativ zum Betrieb mit E5 eine Partikelreduktion um 53% gemessen, wobei in beiden Fällen das Partikel Emissionsniveau sehr niedrig war.
- Bzgl. Fahrverhalten wurden keinerlei Unterschiede festgestellt.

RDE Messungen BMW 218i Gran Coupe (F44)

Mittelwerte aus RDE Messungen				
	Fahrzeug	BMW 218i Gran Coupe (F44)		
		E5	E20	E20/E5
Anzahl RDE Messungen		2	4	
CO2	[g/km]	120,7	120,9	100%
	rel. Zulassung	87%	88%	
NOx	[mg/km]	7,1	9,7	136%
	CF rel. EU6 GW	12%	16%	
PN	[Anzahl/km]	2,519E+10	1,1751E+10	47%
	CF rel. EU6 GW	4%	2%	

Aktueller Stand E10 Verträglichkeit



- Nach unserem aktuellen Stand der Auswertung der 5 volumenstärksten Hersteller (VW, MB, Opel, Ford u. BMW) **vertragen 0,84% des zugelassen Bestands kein E10**, wobei Fz. mit ROZ95 Unverträglichkeit (z.B. BMW vor 1990) ausgeschlossen bleiben.
- Aus dem Dokument „Auswertung zur Fahrleistung klassischer PKW“ basierend auf HUs des TÜV Süd ergibt sich auf S.6: „Im Durchschnitt legen Oldtimer 1.000 km p.a. zurück“
- Die durchschnittliche Fahrleistung pro Pkw beträgt ca. 14.000 km p.a..

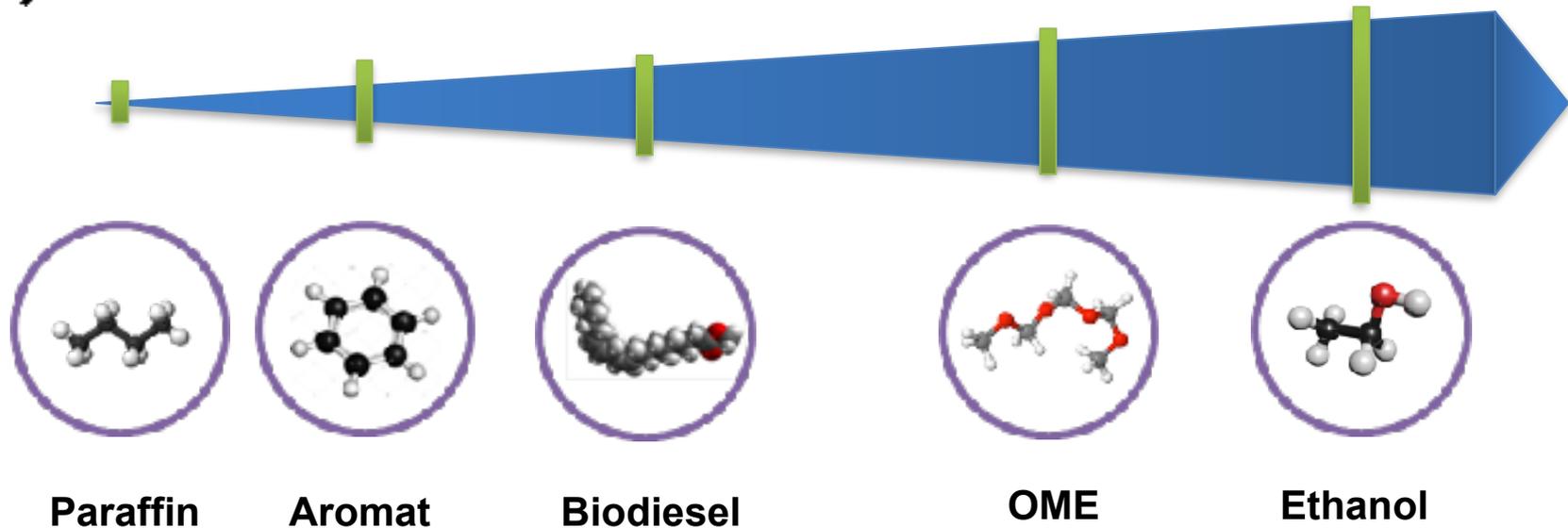
Berücksichtigt man den Oldtimernutzungsfaktor von $1000\text{km}/14000\text{km} = 0,1$ aufgerundet ergibt sich,

→ **dass weniger als 0,1 Strecken-% mit E10 unverträglich Fahrzeugen gefahren werden.**

Somit ergibt sich nach heutigem Stand der Auswertung keine Notwendigkeit für den weiteren Erhalt der Schutzsorte E5 Super 95 (Hinweis: vollwertige Alternative E5 Super 98)

Ethanol containing Fuels

Polarity / Polarization



- Gefahr von Korrosion, Kraftstoffalterung und Ablagerungen
- Erfordert die Zugabe von neuen Additiven (z.B. ERC Etha-PROTECT), die entsprechende Nebenwirkungen zuverlässig verhindern.

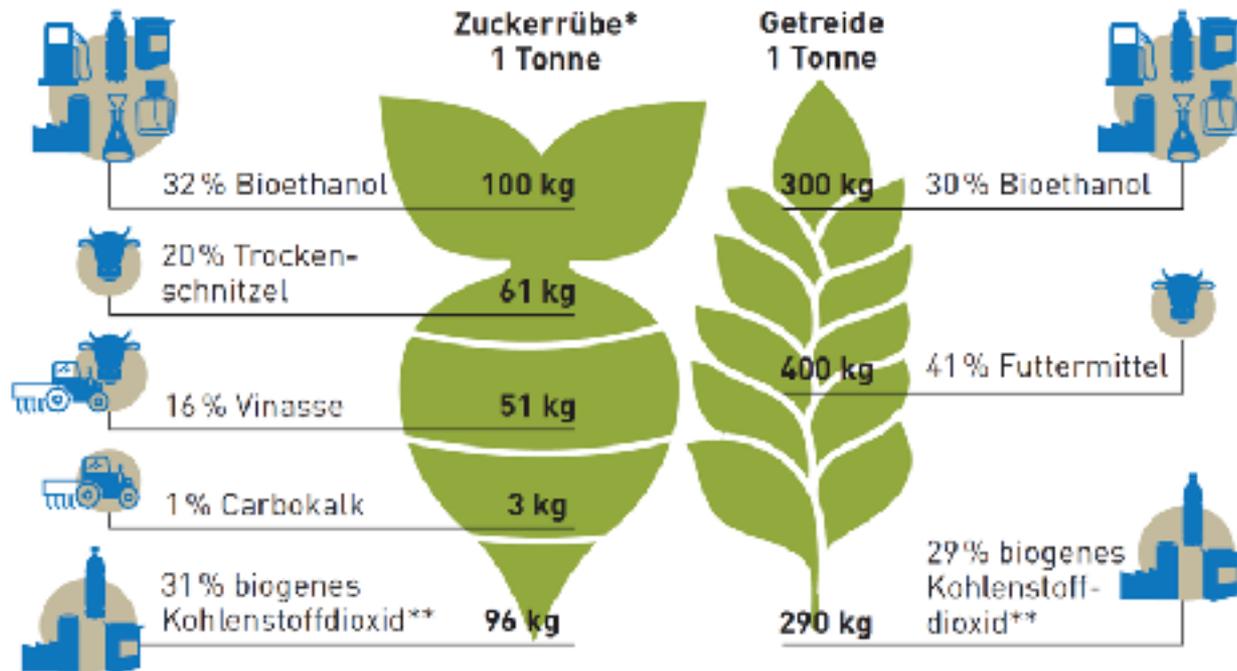
Quelle ERC

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing. Thomas Heinze
Institut Automotive Powertrain
Goebenstrasse 40
66117 Saarbrücken
Germany
Phone +49 (0) 681 5867 254
Fax +49 (0) 681 5867 346
Email thomas.heinze@htwsaar.de

Back up

Produkte der Bioethanolherstellung



Kraftstoff
 Futtermittel
 Biodünger
 Lebensmittel & Getränke
 Chemische Industrie
 Pharma
 Parfüm & Kosmetik

*Der Wassergehalt der Zuckerrübe beträgt durchschnittlich 75%.

** Das entstehende biogene Kohlenstoffdioxid wird teilweise aufgefangen und vermarktet.

Je nach Anlagendesign kann Biogas gewonnen werden.

© BDBe 04/22

RDE Messungen BWM 530e Touring (PHEV)

PHEV 530e Dr. Meeder	Kraftstoff	RDE km	PN	NOx	CO2	CF		rel. Zulass.	SOC (km)				CO2 SOC corr	CO2 Abw. % MW
			#	mg/km	g/km	PN	NOx		CO2	l/km	Start	Ende	Delta	
Freitag, 2. September 2022	E5	82,14	1,73E+10	11,6	173	2,9%	19%	402%	8,1	0	13	13	142,5	2,1%
Montag, 5. September 2022	E5	78,55	2,87E+10	12,4	149	4,8%	21%	347%	7,1	13	14	1	146,5	4,9%
Mittwoch, 7. September 2022	E20	81,76	1,67E+10	16,9	174	2,8%	28%	405%	8,4	5	17	12	145,2	4,0%
Donnerstag, 8. September 2022	E20	79,83	3,56E+10	13,8	145,4	5,9%	23%	338%	7,1	17	23	6	132,0	-5,5%
Freitag, 9. September 2022	E20	83,37	2,92E+10	9,9	135,1	4,9%	17%	314%	6,5	43	43	0	135,1	-3,2%
Samstag, 10. September 2022	E20	87,21	1,33E+10	1,7	51,9	2,2%	3%	121%	2,6	41	1	-40	136,5	-2,2%



2l 4-Zylinder Ottomotor

135kW + 80kWel

300Nm + 265Nm_el

RDE Messungen BWM 530e Touring (PHEV)

	PN	NOx	CO2
E20 vs E5	96%	146%	101%



2l 4-Zylinder Ottomotor

135kW + 80kWel

300Nm + 265Nm_el