

# Analyse des Ethanol-Einflusses auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Partikelanzahl-Emissionen von PKW bei der Realfahrt



Univ. Prof. Dr. Bernhard GERINGER  
Dipl.-Ing. Marcus SZIKORA



Institut für Fahrzeugantriebe & Automobiltechnik

## Motivation

- Umsetzung der Richtlinie 2003/30/EG und der Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energieträger 2009/28/EG erfolgt im Rahmen der österr. Kraftstoffverordnung
  - legt fest, dass pro Jahr ein vorgegebener Anteil durch Biokraftstoffe oder andere erneuerbare Kraftstoffe zu substituieren ist, um (u.a.) die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren
  - Beimischungsquote lag 2013 bei 5,6 Vol.-%
- Neben geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der nachhaltigen Erzeugung, weist Ethanol aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung weitere CO<sub>2</sub>-Vorteile bei der motorischen Verbrennung auf.
- **Untersuchungsziele** – Fokus **erhöhte Ethanol-Beimischung**:
  - **Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Vorteile** bei der motorischen Verbrennung unter kundenüblichen Betriebsbedingungen (Realfahrt auf der Straße)
  - **Ermittlung zu erwartender Vorteile bei den Partikelemissionen** bei direkteinspritzenden Otto-Motoren unter realen Fahrbedingungen

## Arbeitsumfang

- Für die Beurteilung des Einflusses höherer Ethanolanteile im handelsüblichen Ottokraftstoff werden **drei Kraftstoffe** untersucht.
- Untersuchte Kraftstoffe:
  - E5 (Basiskraftstoff)
  - E10
  - E20
- Als Fahrzeuge werden drei direkteinspritzende Otto-PKW herangezogen. Eines der **drei Fahrzeuge** verfügt über einen elektrifizierten Antriebsstrang (Plug-In Hybrid), um etwaig abweichende Ergebnisse bei alternativen Antriebsstrangkzepten zu erfassen.
- Testdurchführung
  - **Onroad**, d.h. im realen Straßenverkehr (Verkehr, Witterung, etc. veränderlich)
  - **Rollenprüfstand** (Bedingungen und Geschwindigkeitszyklus definiert)

## Testdurchführung Fahrzeugauswahl

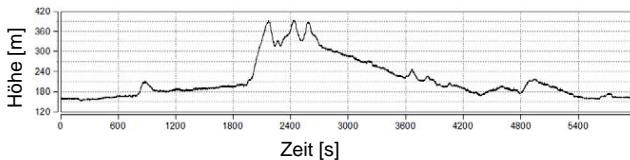
- Im Rahmen der Untersuchungen verwendete Fahrzeuge

	Allgemein		
<b>Bezeichnung</b>	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
<b>Antriebskonzept</b>	PHEV	konventionell	konventionell
<b>Emissionsklasse</b>	EU 6	EU 6	EU6

	Antriebsstrang		
<b>VKM</b>	- 4-Zylinder-Reihenmotor - 1,4 l DI-Ottomotor mit ATL - Leistung: 110 kW - Drehmoment: 250 Nm	- 4-Zylinder-Reihenmotor - 1,2 l DI-Ottomotor mit ATL - Leistung: 63 kW - Drehmoment: 160 Nm	- 4-Zylinder-Reihenmotor - 1,6 l DI-Ottomotor mit ATL - Leistung: 90 kW - Drehmoment: 200 Nm
<b>Elektromaschine</b>	- Leistung: 75 kW - Drehmoment: 330 Nm	-	-
<b>HV-Batterie</b>	8,8 kWh	-	-
<b>Abgasnachbehandlung</b>	2 hintereinander angeordnete 3-Wege Katalysatoren	3-Wege Katalysator	3-Wege Katalysator
<b>Getriebe</b>	6-Gang-Doppelkupplungsgetriebe (automat.)	5-Gang Schaltgetriebe	7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe (automat.)
<b>Antriebsart</b>	Vorderradantrieb	Vorderradantrieb	Vorderradantrieb
<b>Testmasse</b>	ca. 1.850 kg	ca. 1.410 kg	ca. 1.550 kg

# Testdurchführung

## Onroad



### RDE-Runde Wien Umgebung SW

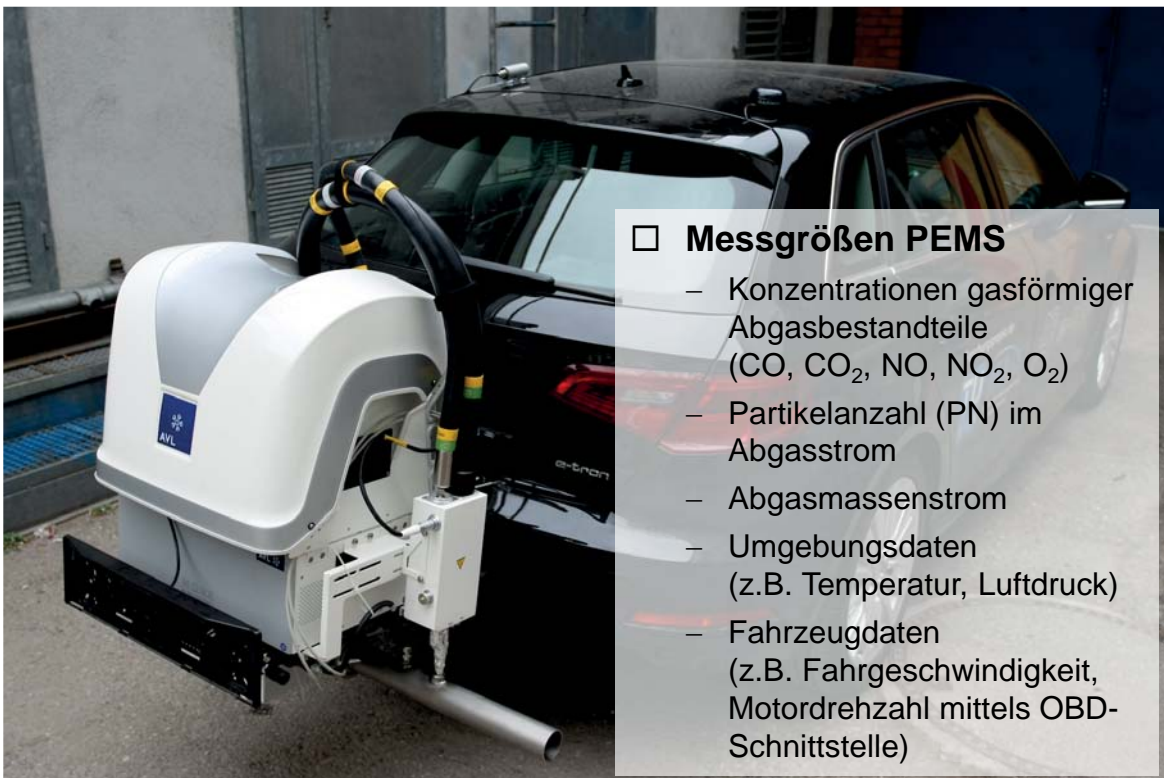
- Dauer: ca. 100 min
- $\varnothing$ -Geschwindigkeit: ca. 50 km/h
- Strecke: ca. 82 km
- Anteile (bezogen auf Ges.strecke):
  - Innerorts: ca. 34 %
  - Außerorts: ca. 33 %
  - Autobahn: ca. 33 %
- kumulierte pos. Höhendifferenz: 675 m/100 km

### sechs Messfahrten je Kraftstoff → insg. 54 Messfahrten

### Messung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie der Partikelanzahl (PEMS)

# Testdurchführung

## Onroad - Setup



### Messgrößen PEMS

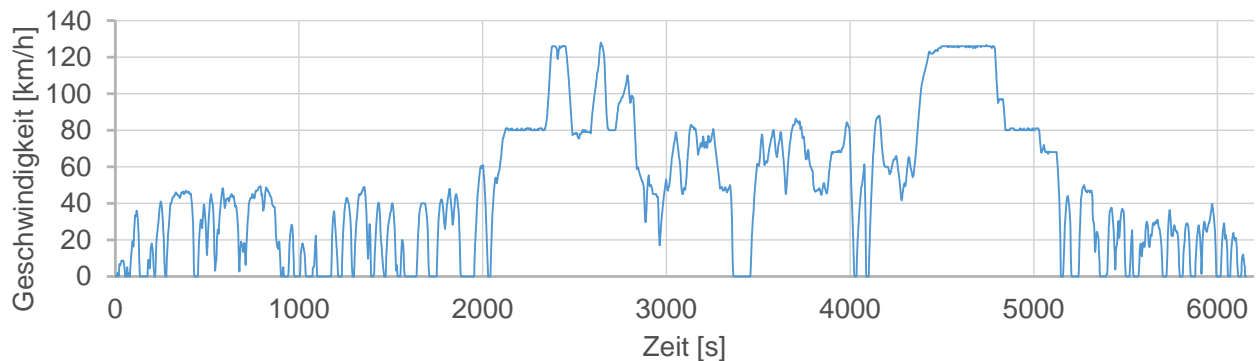
- Konzentrationen gasförmiger Abgasbestandteile (CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>)
- Partikelanzahl (PN) im Abgasstrom
- Abgasmassenstrom
- Umgebungsdaten (z.B. Temperatur, Luftdruck)
- Fahrzeugdaten (z.B. Fahrgeschwindigkeit, Motordrehzahl mittels OBD-Schnittstelle)



## Testdurchführung

### Rollenprüfstand

- Geschwindigkeitsprofil aus einer repräsentativen Realfahrt



- Dauer: 103 min |  $\bar{v}$ -Geschwindigkeit: 48,2 km/h
- Strecke: ca. 82,6 km
  - Anteile: Innerorts 32 % | Außerorts 38 % | Autobahn 30 %
- Umgebungstemperatur: 21,6 °C (konst.)

- (mind.) 2 Messfahrten je Kraftstoff → insg. 18 Messfahrten

- Messung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie der Partikelanzahl (PEMS)

## Testdurchführung

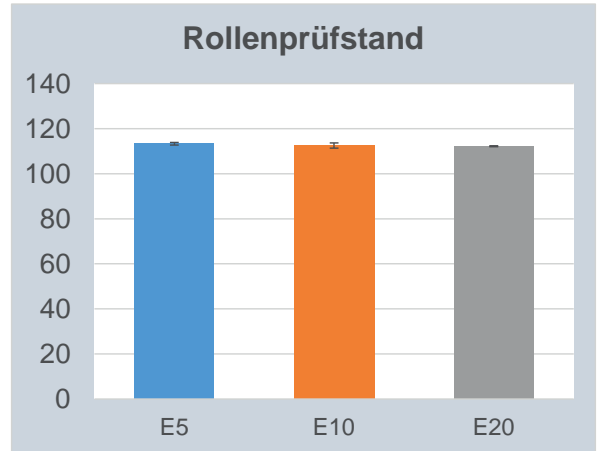
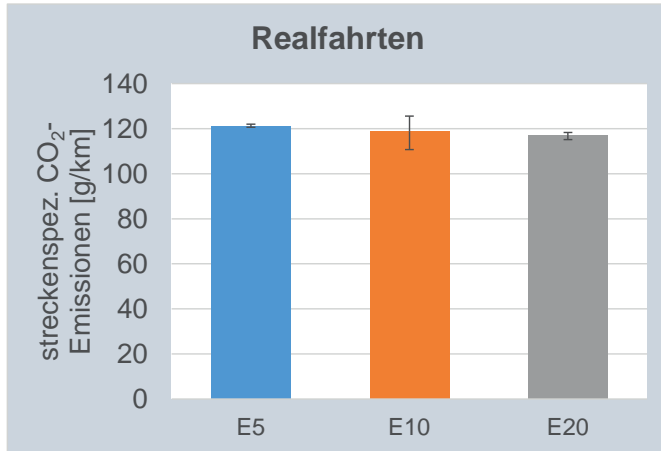
### Rollenprüfstand - Setup



# Ergebnisse

## Fahrzeug 1 – Vergleich der Emissionsergebnisse

☐ Streckenspezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in g/km



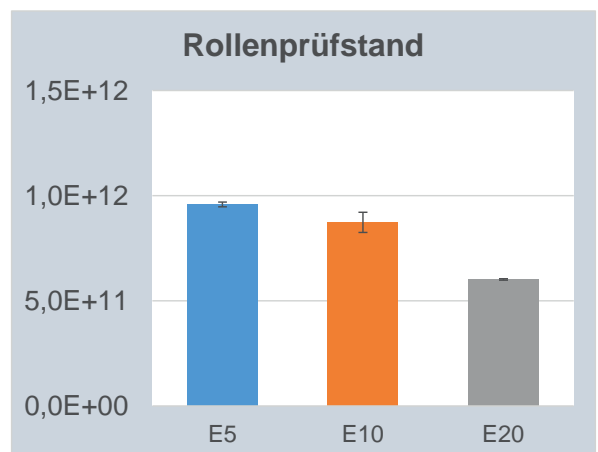
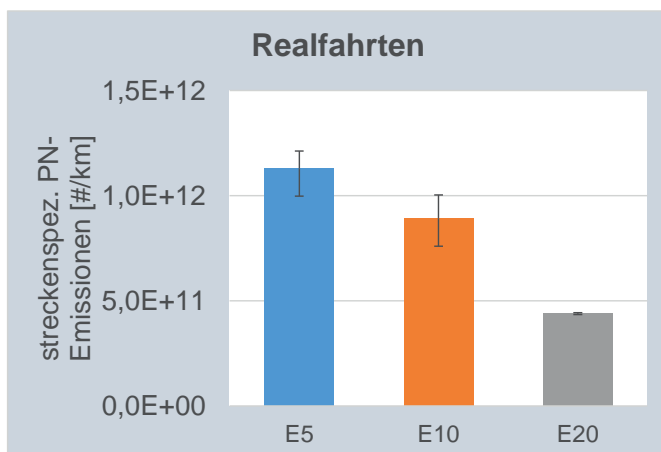
	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [g/km]</b>	121,1	118,8	116,9
<b>Abw. zu E5</b>	-	-1,9 %	-3,5 %

	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [g/km]</b>	113,3	112,6	112,2
<b>Abw. zu E5</b>	-	-0,7 %	-1,0 %

# Ergebnisse

## Fahrzeug 1 – Vergleich der Emissionsergebnisse

☐ Streckenspezifische PN-Emissionen in #/km



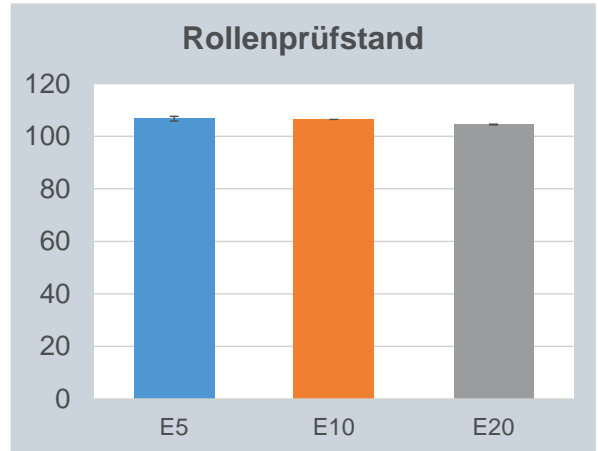
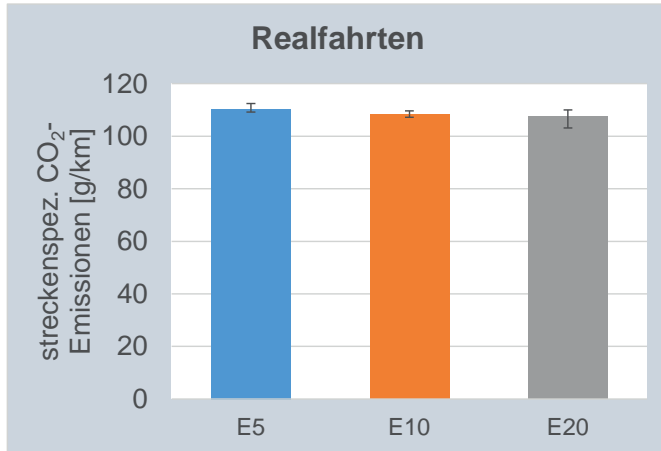
	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [# / km]</b>	1,13E+12	8,93E+11	4,39E+11
<b>Abw. zu E5</b>	-	-21,0 %	-61,2 %

	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [# / km]</b>	9,58E+11	8,70E+11	6,01E+11
<b>Abw. zu E5</b>	-	-9,2 %	-37,3 %

# Ergebnisse

## Fahrzeug 2 – Vergleich der Emissionsergebnisse

☐ Streckenspezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in g/km



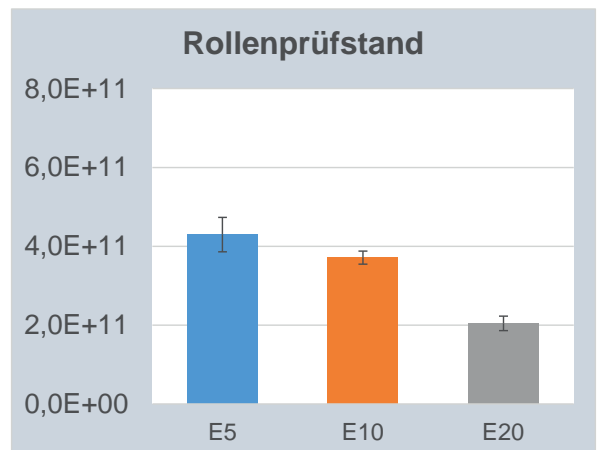
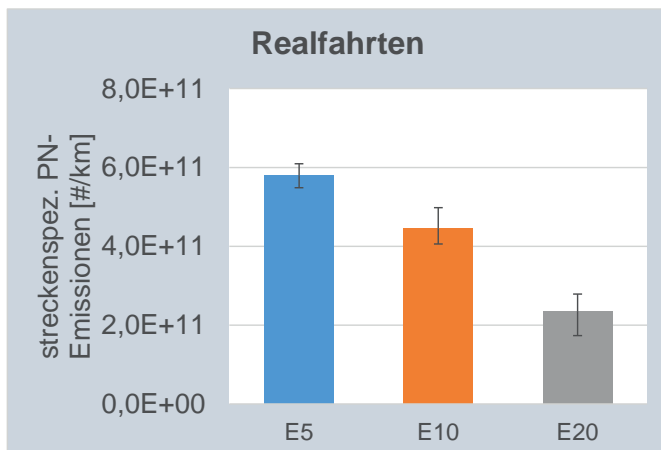
	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [g/km]</b>	110,4	108,4	107,7
<b>Abw. zu E5</b>	-	-1,8 %	-2,5 %

	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [g/km]</b>	106,7	106,4	104,5
<b>Abw. zu E5</b>	-	-0,3 %	-2,1 %

# Ergebnisse

## Fahrzeug 2 – Vergleich der Emissionsergebnisse

☐ Streckenspezifische PN-Emissionen in #/km



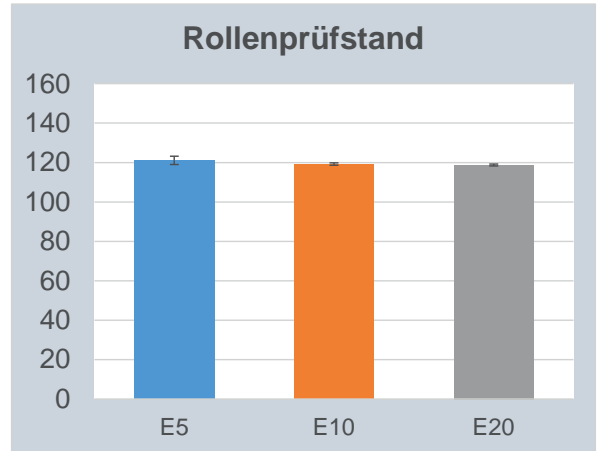
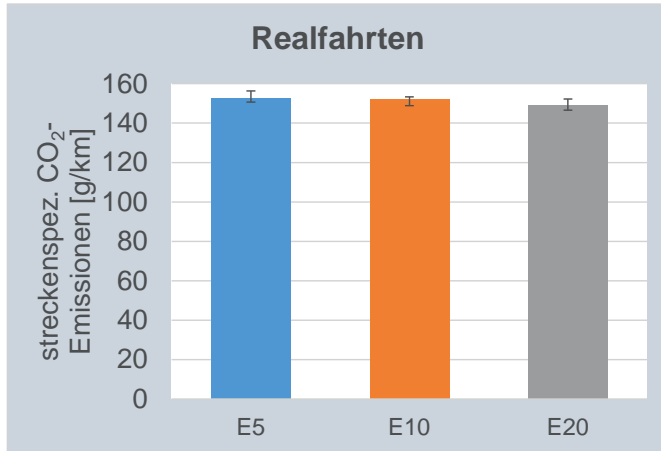
	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [#/km]</b>	5,80E+11	4,45E+11	2,34E+11
<b>Abw. zu E5</b>	-	-23,3 %	-59,7 %

	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [#/km]</b>	4,30E+11	3,71E+11	2,04E+11
<b>Abw. zu E5</b>	-	-13,6 %	-52,5 %

# Ergebnisse

## Fahrzeug 3 – Vergleich der Emissionsergebnisse

☐ Streckenspezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in g/km



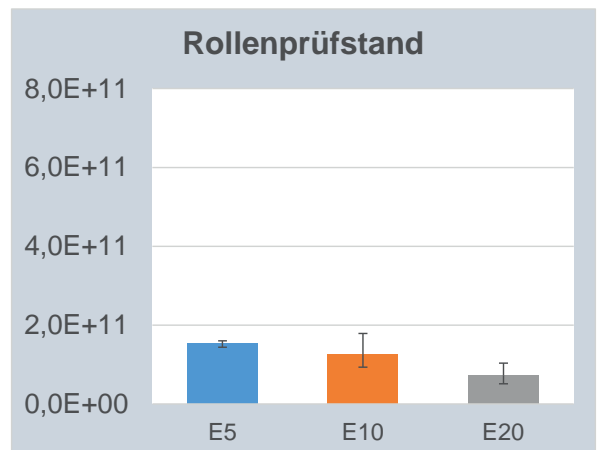
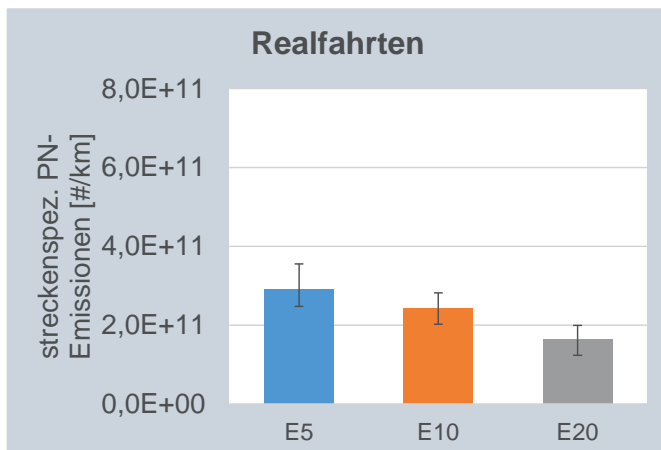
	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [g/km]</b>	152,3	151,9	148,8
<b>Abw. zu E5</b>	-	-0,3 %	-2,3 %

	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [g/km]</b>	121,1	119,1	118,7
<b>Abw. zu E5</b>	-	-1,6 %	-2,0 %

# Ergebnisse

## Fahrzeug 3 – Vergleich der Emissionsergebnisse

☐ Streckenspezifische PN-Emissionen in #/km



	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [# / km]</b>	2,91E+11	2,42E+11	1,63E+11
<b>Abw. zu E5</b>	-	-17,0 %	-43,9 %

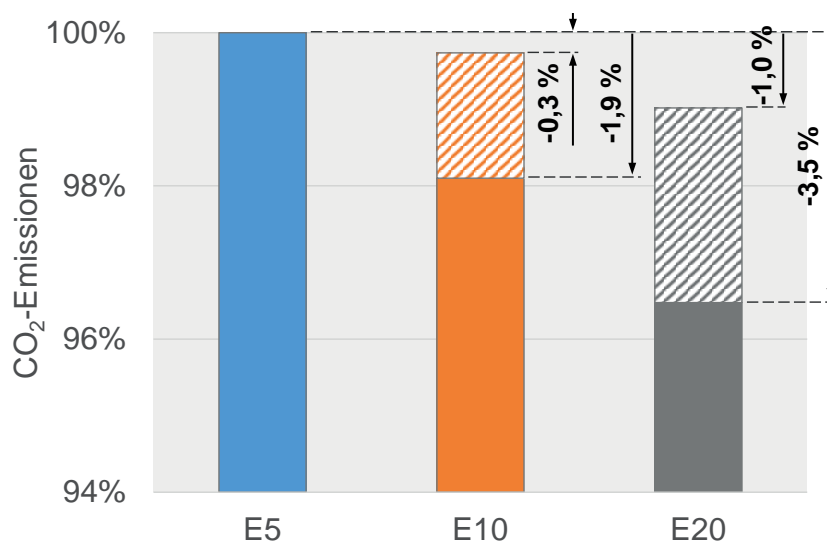
	E5	E10	E20
<b>Mittelwert [# / km]</b>	1,52E+11	1,25E+11	7,27E+10
<b>Abw. zu E5</b>	-	-18,1 %	-52,2 %

## Zusammenfassung

- Im Rahmen der Untersuchungen wurden 3 Fahrzeug mit E5, E10 und E20 auf der Straße als auch auf dem Rollenprüfstand vermessen. Insgesamt wurden dabei 72 Messfahrten durchgeführt.
- Die **Ergebnisse** zeigen hinsichtlich der Emissionen deutliche Verbesserungen bei der Verwendung von Kraftstoffen mit höheren Ethanol-Gehalten:
  - Mit **steigendem Ethanol-Gehalt sinken** sowohl die **CO<sub>2</sub>**- als auch die **PN-Emissionen**.

## Zusammenfassung

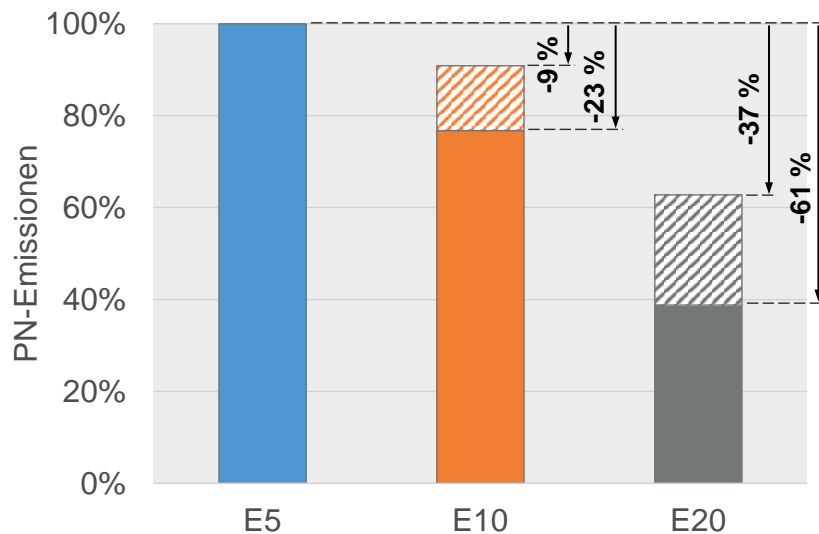
- Bei den **CO<sub>2</sub>-Emissionen** ergibt sich eine Reduktion von **bis zu 3,5 %** (Vergleich E5 mit E20)





## Zusammenfassung

- Bei den **PN-Emissionen** ergibt sich eine Reduktion von **bis zu 61 %** (Vergleich E5 mit E20)



## Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Univ. Prof. Dr. Bernhard GERINGER  
Dipl.-Ing. Marcus SZIKORA