



# Treibstoffe der Zukunft

## Biotreibstoffe, E-Mobility, Wasserstoff: Entwicklungen und Einsatzmöglichkeiten

*Gerfried Jungmeier*

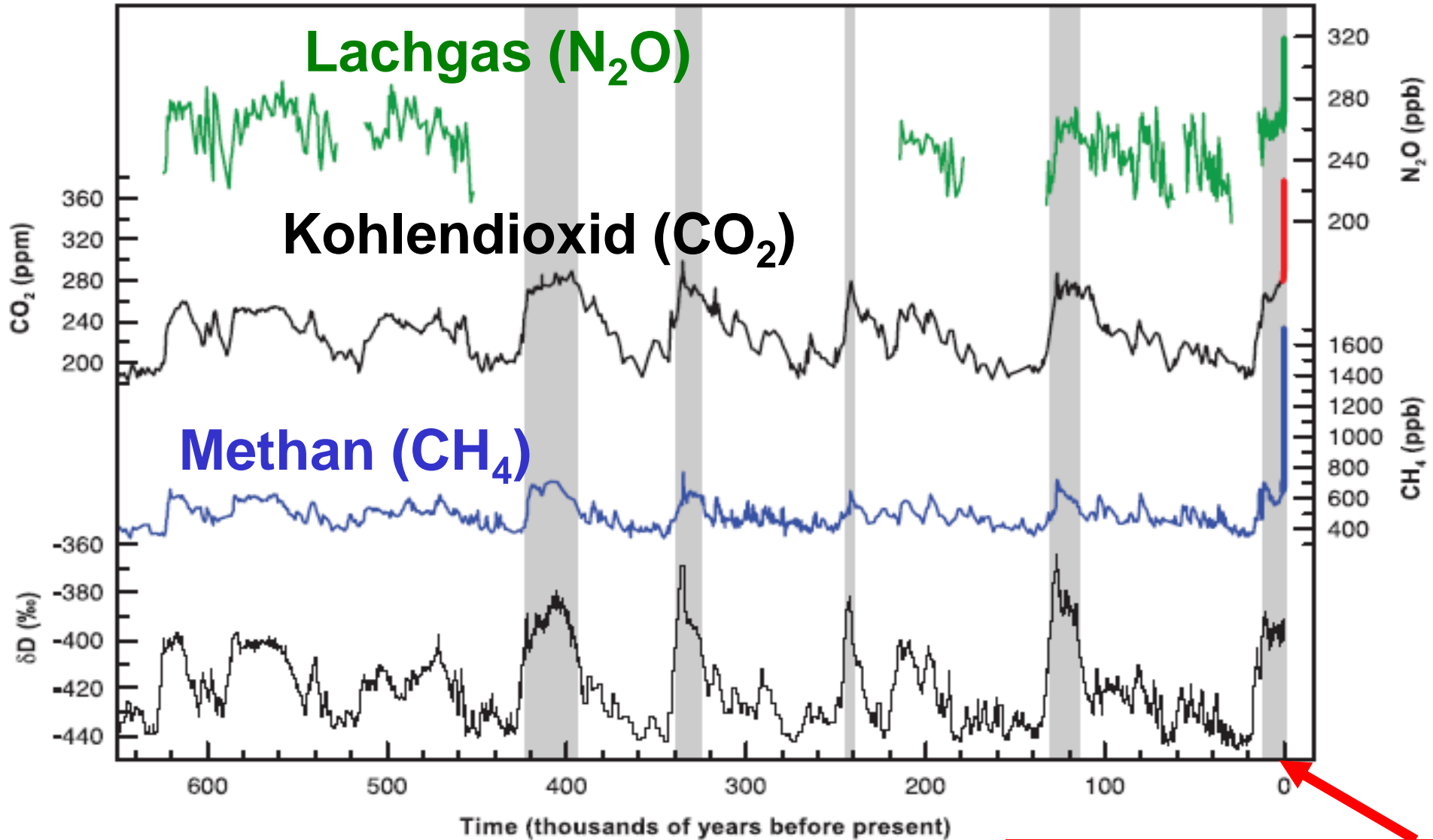
**JOANNEUM RESEARCH**

***Nachhaltigkeits-Workshop der österreichischen Getränkewirtschaft***

***Wiener Neudorf, 10. November 2009***



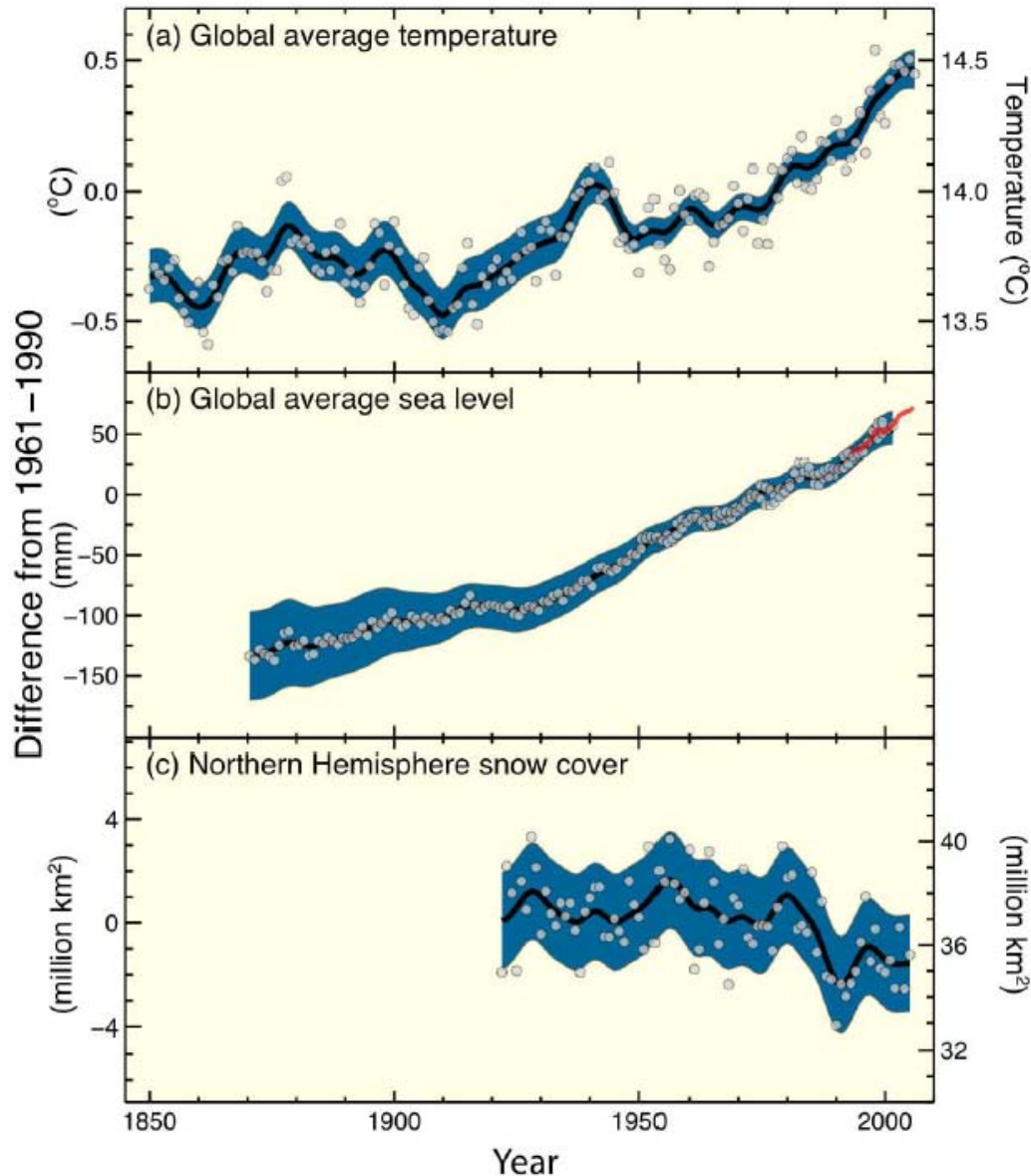
# Entwicklung der Treibhausgas-Konzentration in der Atmosphäre



Source: IPCC 2007

Industrielle Revolution seit 1850

# Beobachtete Klima- veränderungen in den letzten 150 Jahren



Quelle: IPCC 2007

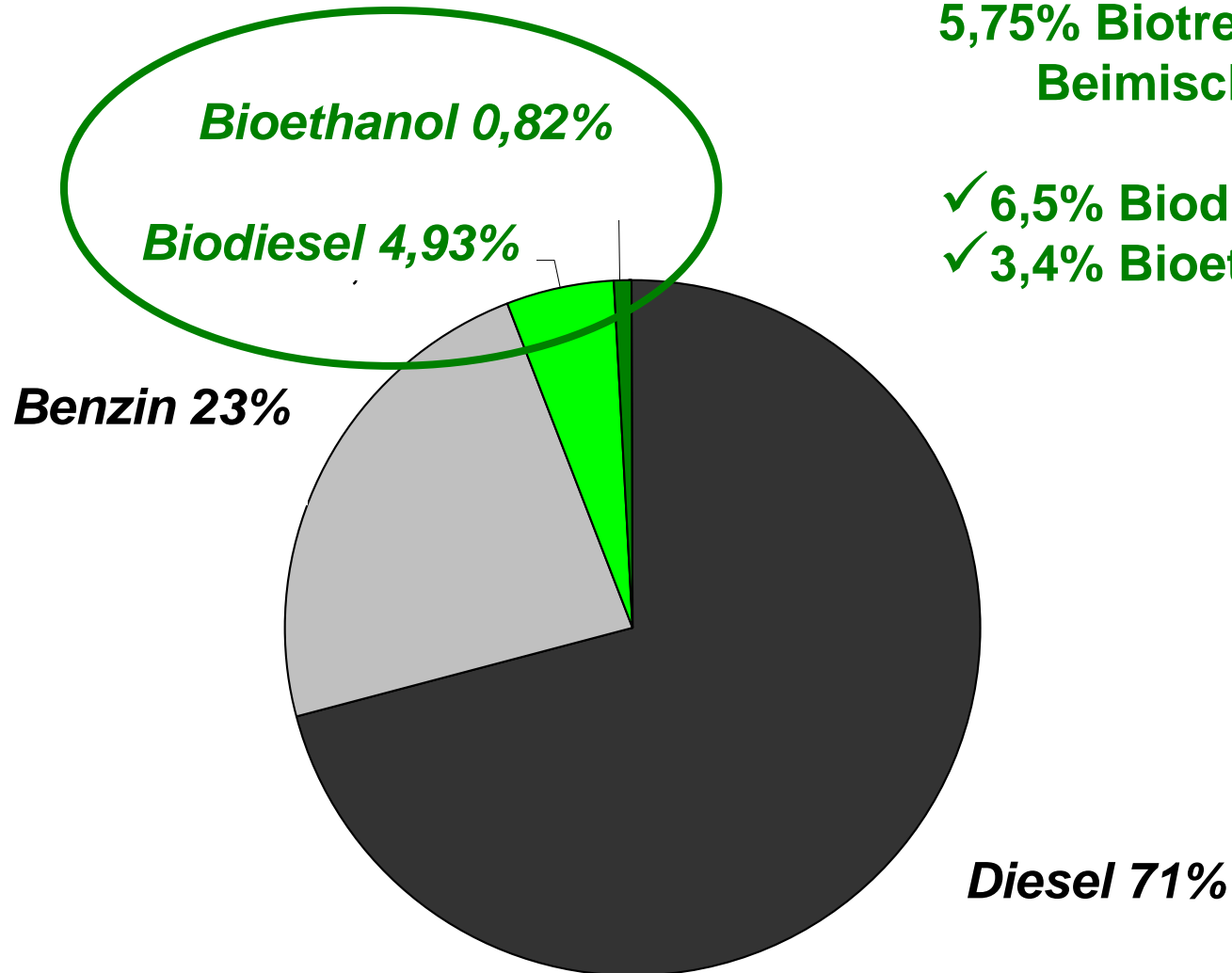
# Der österreichische Verkehrssektor I

## Treibhausgas-Emissionen 1990 - 2007



# Der österreichische Verkehrssektor I

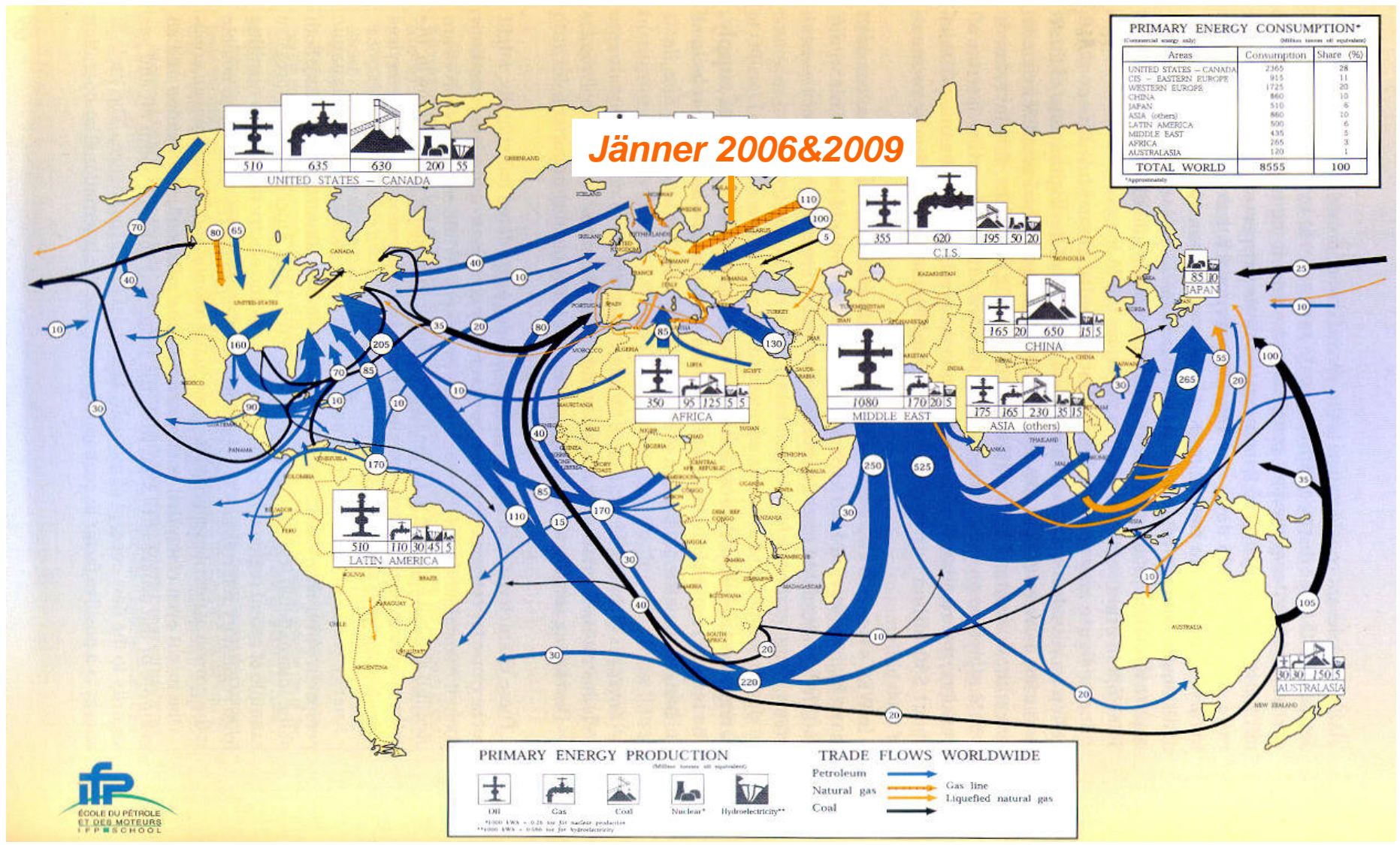
**Treibstoff-Bedarf 2008: 350 PJ/a**



**5,75% Biotreibstoffe durch  
Beimischung:**

- ✓ 6,5% Biodiesel zu Diesel
- ✓ 3,4% Bioethanol zu Benzin

# Energie-Versorgungssicherheit

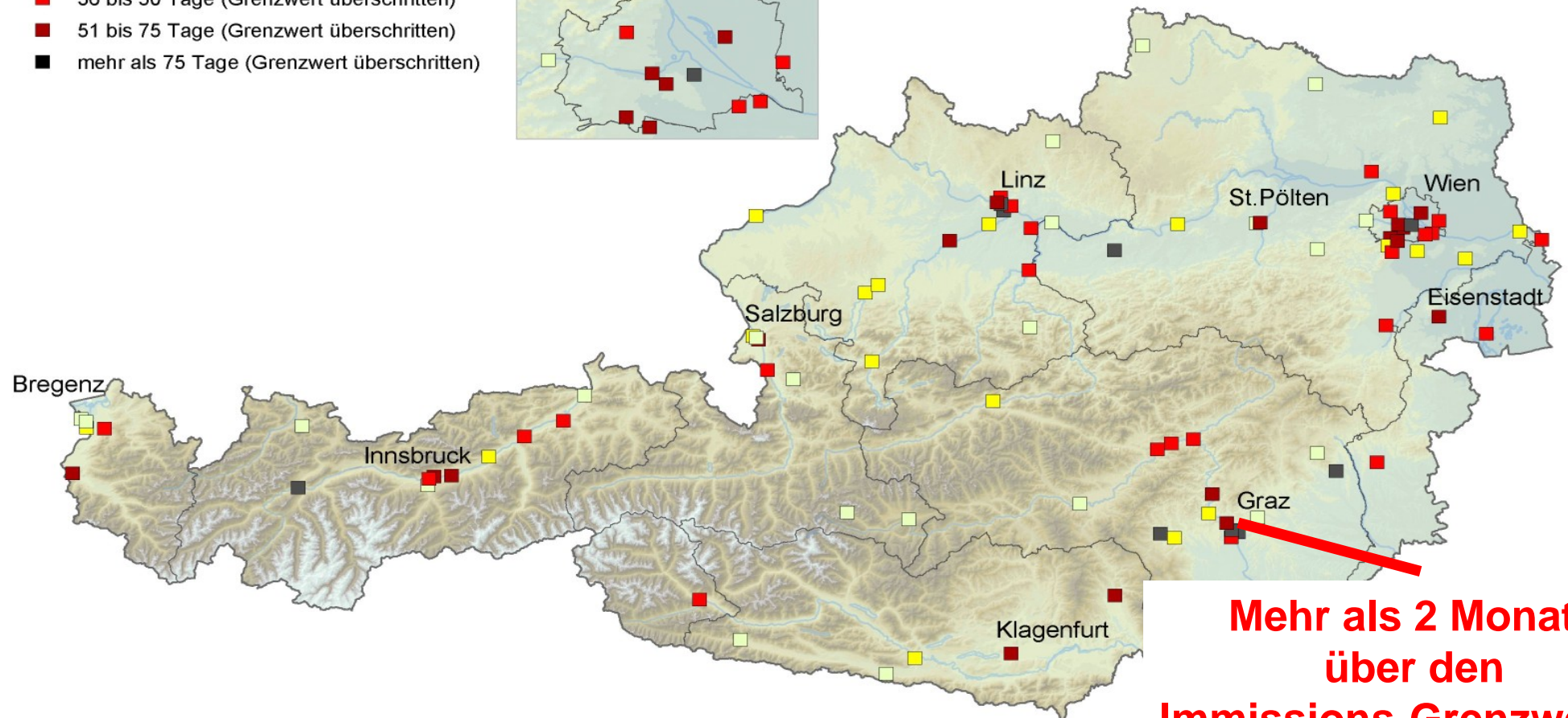


Source: WEC 2000

# Immission: Feinstaub

**PM10: Anzahl der Tage mit Tagesmittelwerten über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2003**

- bis zu 20 Tage
- 21 bis 35 Tage
- 36 bis 50 Tage (Grenzwert überschritten)
- 51 bis 75 Tage (Grenzwert überschritten)
- mehr als 75 Tage (Grenzwert überschritten)



**Mehr als 2 Monate  
über den  
Immissions-Grenzwerten**

# Erneuerbare Treibstoffe im energiewirtschaftlichen Umfeld

Erhöhung der **Energieversorgungs-Sicherheit**

z.B. Nutzung heimischer Energieträger

Reduktion der lokalen Schadstoffe

z.B. **Feinstaub**, Stickoxide

Reduktion der **Treibhausgas-Emissionen**,

z.B. Kyoto-Ziel: minus 13% bis 2008/2012 bzgl. 1990

(Weitere) Erhöhung der Nutzung **erneuerbarer Energie**

z.B. Biotreibstoffe, Ökostrom

Erhöhung der **Energieeffizienz** bei Energieumwandlung,

z.B. Hybrid-Fahrzeuge

**“Energie-Sparen”** – Reduktion Nutzenergiebedarf bei gleicher Energiedienstleistung, z.B. öffentl. Verkehr statt motorisierter Individualverkehr

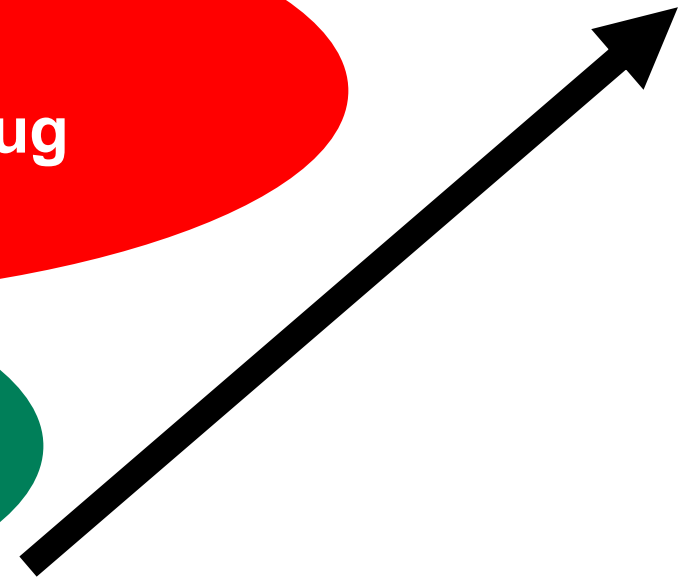


# Die Treibstoffe der Zukunft

**„H<sub>2</sub>-Mobility“**  
Wasserstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle

**„E-Mobility“**  
Batterie-Elektrofahrzeug

**„B-Mobility“**  
Biotreibstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle



# Überblick Biotreibstoffe 1. und 2. Generation

## 1) (Reines) Pflanzenöl

## 2) Biodiesel

- a) Konventioneller Biodiesel aus Veresterung
- b) Hydrierter Biodiesel aus Hydrierung

## 3) Bioethanol

- a) Konventionelles Bioethanol aus Zucker und Stärke
- b) Lignozelluloses Bioethanol

## 4) Biobutanol

## 5) Biogas („Biomethan“)

## 6) Synthetische Biotreibstoffe

- a) Fischer-Tropsch Treibstoffe (e.g. FT-Diesel)
- b) Synthetisches Erdgas (SNG) („Biomethan“)
- c) Dimethylester (DME)
- d) Biomethanol
- e) Synthetischer Wasserstoff

## 7) Biologischer Wasserstoff

## 8) (aufbereitetes) Pyrolyseöl

## 9) Biotreibstoffe aus der Direktverflüssigung

- a) HTU-Biotreibstoffe aus der hydro-thermalen Umwandlung (Hoch-Druck-Temperatur)
- b) KNV-Biotreibstoffe aus katalytischer Nieder-Druck-Temperatur Umwandlung

# Vom Rohstoff zum Biotreibstoff

## Rohstoff

- ölhältige Pflanzen
- zuckerhaltige Pflanzen
- stärkehaltige Pflanzen
- lignozellulose Pflanzen
- organische Reststoffe

## Verfahren

- Bio-chemisch
- Thermo-chemisch
- Physikalisch-chemisch
- sonstige zur Aufbereitung

## Biotreibstoffe

- Pflanzenöl
- Biodiesel <sup>1)</sup>
- Bioethanol <sup>2)</sup>
- Biobutanol
- Biogas
- Synthetische Biotreibstoffe <sup>3)</sup>
- Biologischer Wasserstoff
- (aufbereitetes) Pyrolyseöl
- Biotreibstoffe der Direktverflüssigung <sup>4)</sup>

- 1) - konventioneller Biodiesel aus Veresterung  
 - hydrierter Biodiesel aus Hydrierung
- 2) - konventionelles Bioethanol aus Zucker u. Stärke  
 - lignozelluloses Bioethanol aus Holz u. Stroh

- 3) - FT-Biotreibstoff, FT.....Fischer Tropsch  
 - SNG, SNG.....synthetic natural gas  
 - Sonstige: z.B. Bio-DME, H<sub>2</sub>, DME.....Dimethylester
- 4) - HTU-Biotreibstoffe, HTU.....hydro-thermal upgrading  
 - KNV Biotreibstoffe, KNV.....katalytische Niederdruck-Verölung



**Derzeit etwa 40 Kombinationen  
 Rohstoff/Verfahren/Biotreibstoff in Diskussion**

# Die AGRANA Bioethanol-Anlage

**Bioethanol-Kapazität 240.000 m<sup>3</sup>/a**

**Bioethanol  
190.000 t/a**

**Rohstoffe  
bis 620.000 t/a**

- Trockenmais
- Nassmais \*)
- Dicksaft (Zuckerrüben)
- Weizen

**Futtermittel (DDGS<sup>\*\*</sup>)  
bis 190.000 t/a**

**\*) max. 2 Monate während der Erntezeit möglich; \*\*) Distiller's Dried Grains with Solubles**

# Die AGRANA Bioethanol-Anlage

Bioethanol-Kapazität 240.000 t/a

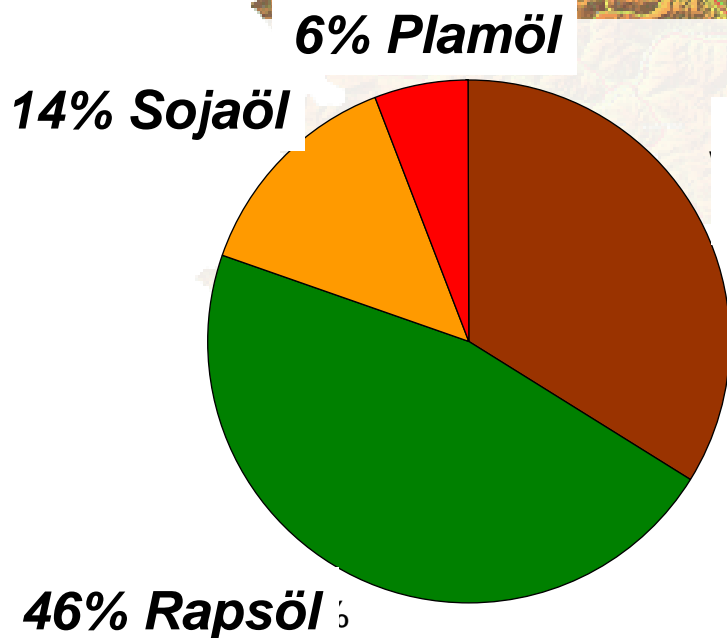
- ✓ 380.000 t/a Treibhausgas-Reduktion im Verkehrssektor
- ✓ 47 - 51% weniger Treibhausgas-Emissionen als Benzin
- ✓ 100.000 t Rohöl-Äquivalent/a Reduktion fossile Energie
- ✓ 170.000 t/a weniger Sojafutter-Import

Futtermittel (DDGS<sup>\*\*</sup>)  
bis 190.000 t/a

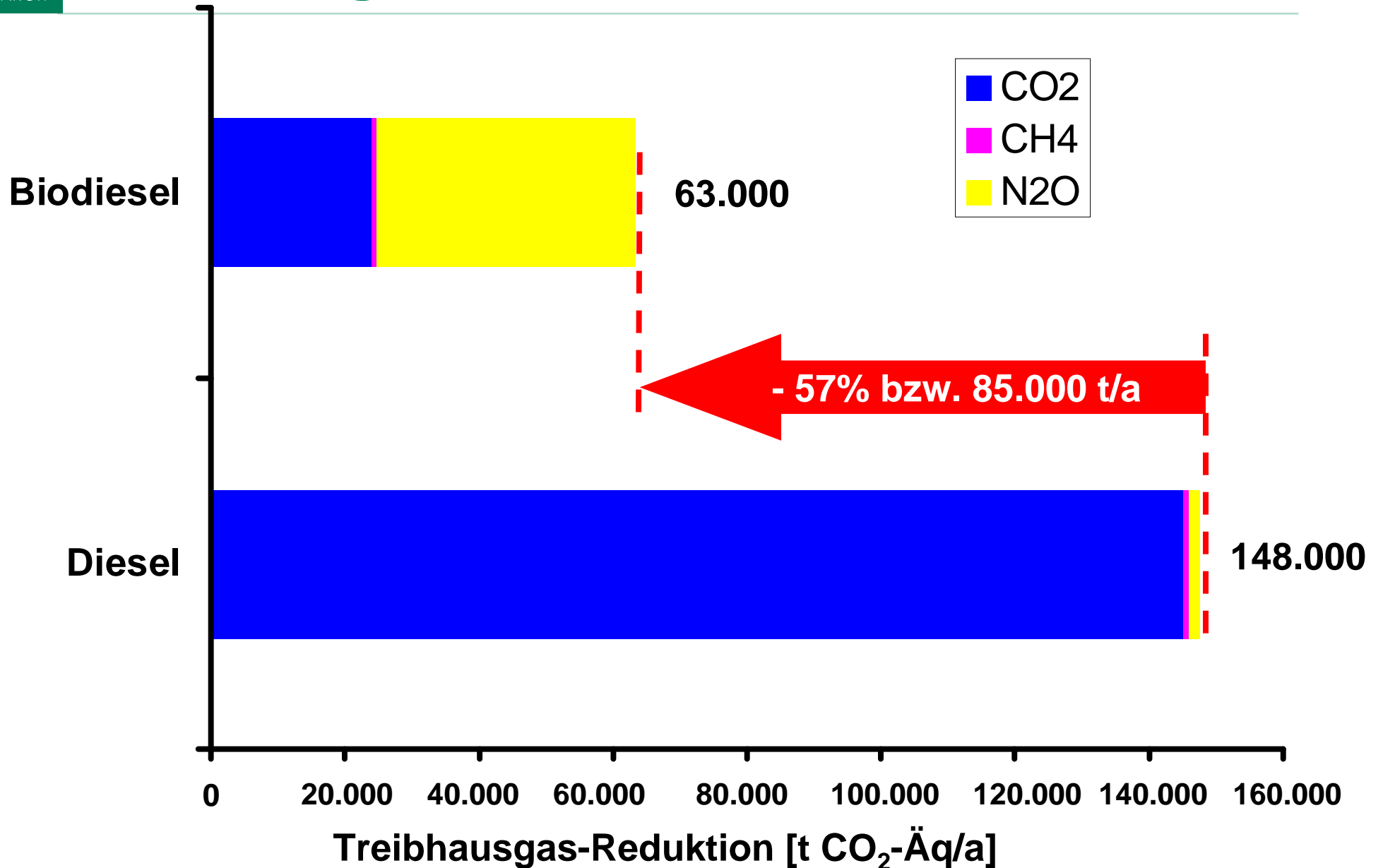
\*) max. 2 Monate während der Erntezeit möglich; \*\*) Distiller's Dried Grains with Solubles

# Biodiesel-Produktion in der Steiermark

- 1. Demo-Biodieselanlage 1985
- 3 Biodiesel-Anlagen (2008)
- Biodiesel Produktion (2008): 50.000 t/a
- Rohstoff-Bedarf: 52.000 t/a
- Nebenprodukte:
  - ❖ Rapskuchen: Nutzung als Tierfutter als Ersatz von Sojafutter
  - ❖ Glycerin: Nutzung als Pharmaglycerin und für Biogas-Erzeugung

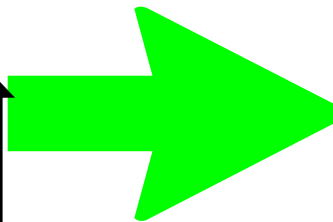
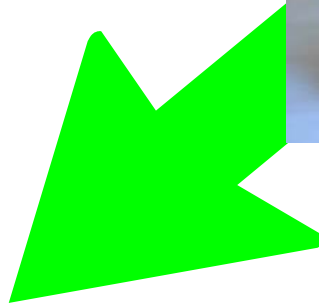
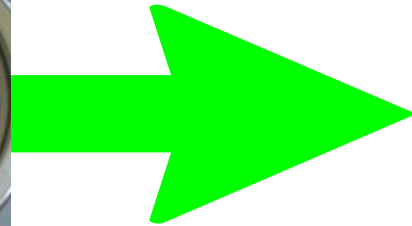


# Treibhausgas-Reduktion –Berechnet nach Vorgaben der EU-Direktive 2009



# Grazer AG Biodiesel Busse in Graz

Grazer Stadtwerke AG  
Verkehrsbetriebe





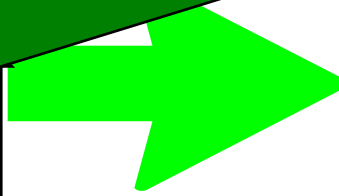
# Grazer AG Biodiesel Busse in Graz

Grazer Stadtwerke AG  
Verkehrsbetriebe



## In Richtung Nachhaltigkeit

- ✓ 70 – 80% weniger Treibhausgas-Emissionen als Diesel
- ✓ 30 – 50% weniger Feinstaub-Emissionen
- ✓ Nutzung von Reststoffen aus Gewerbe und Haushalten



# Machbarkeitsanalyse Anlage für Fischer-Tropsch-Biotreibstoffen

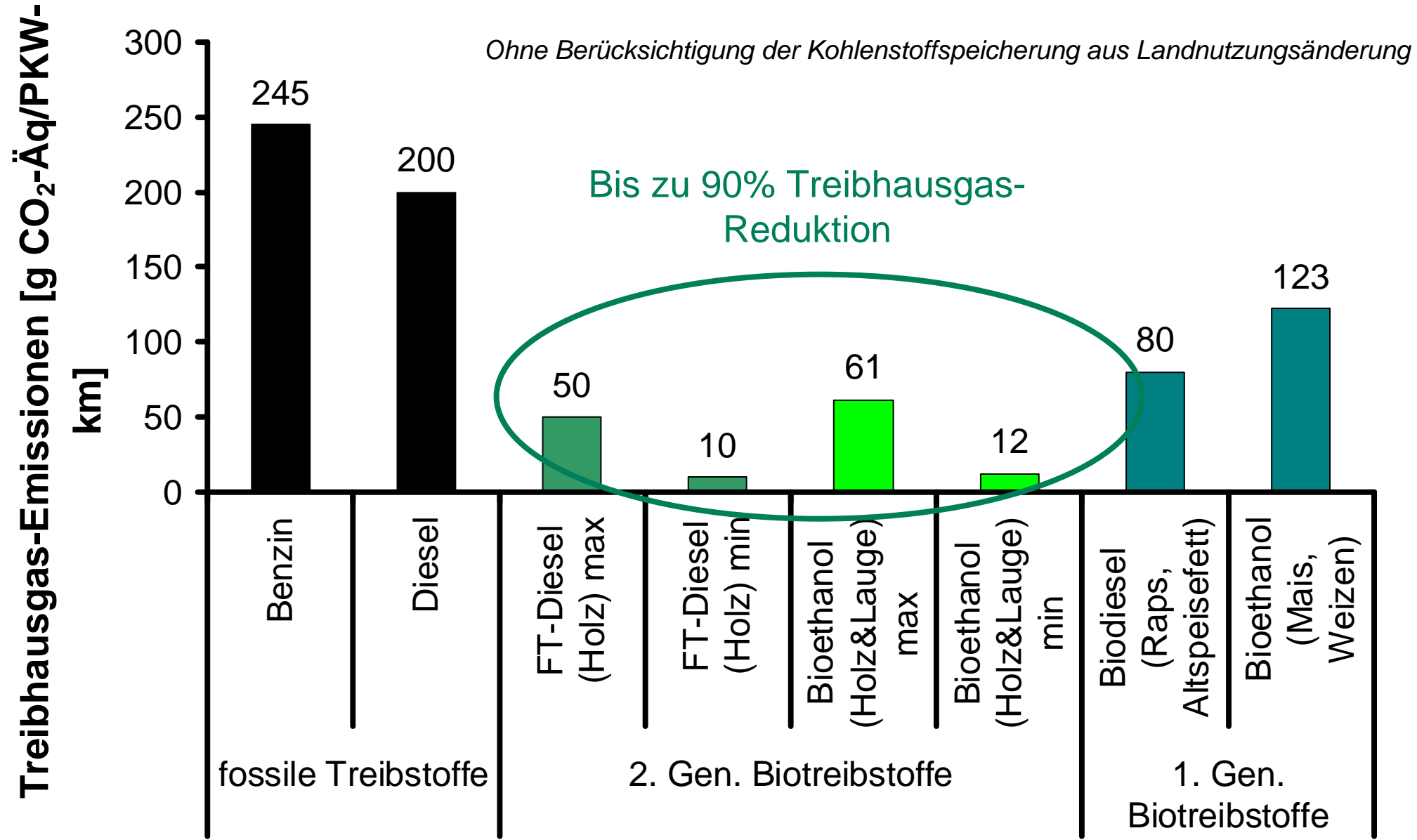
## Partner:



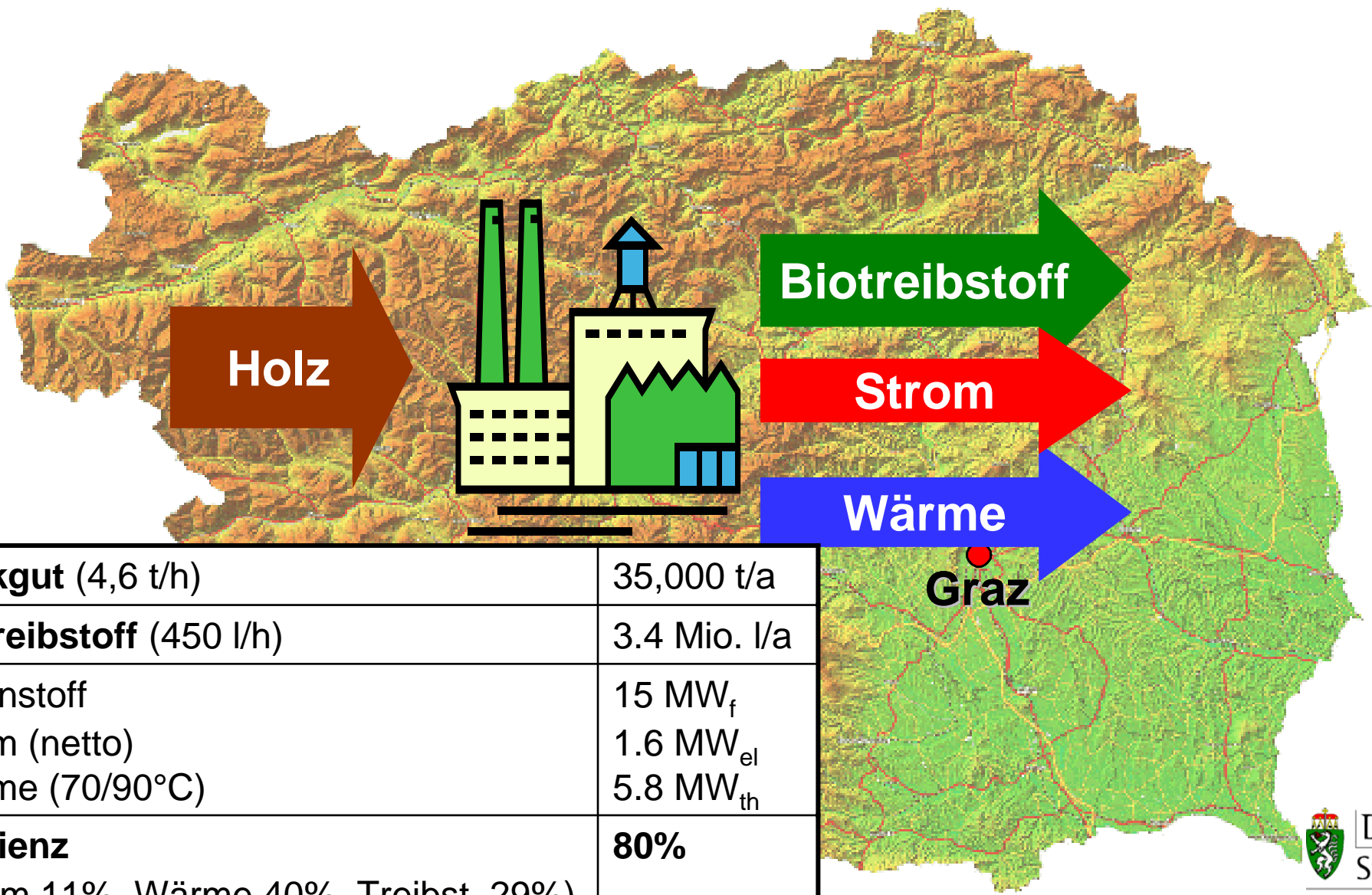
## Finanzierungspartner:



# Treibhausgas-Emissionen

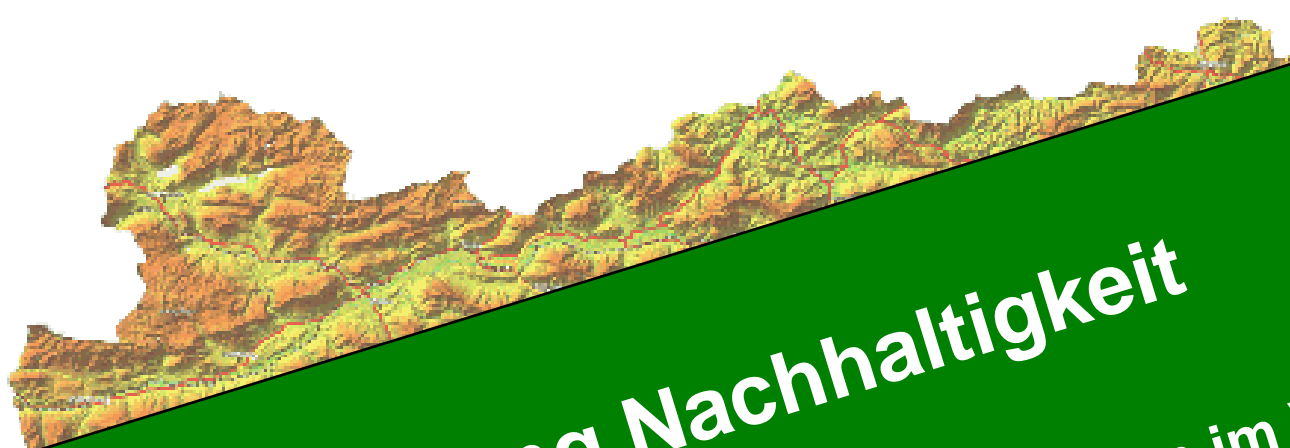


# Waldhackgut für FT-Diesel als Treibstoff Machbarkeit einer Demonstrationsanlage



<b>Hackgut</b> (4,6 t/h)	35,000 t/a
<b>Biotreibstoff</b> (450 l/h)	3.4 Mio. l/a
Brennstoff	15 MW <sub>f</sub>
Strom (netto)	1.6 MW <sub>el</sub>
Wärme (70/90°C)	5.8 MW <sub>th</sub>
<b>Effizienz</b> (Strom 11%, Wärme 40%, Treibst. 29%)	<b>80%</b>

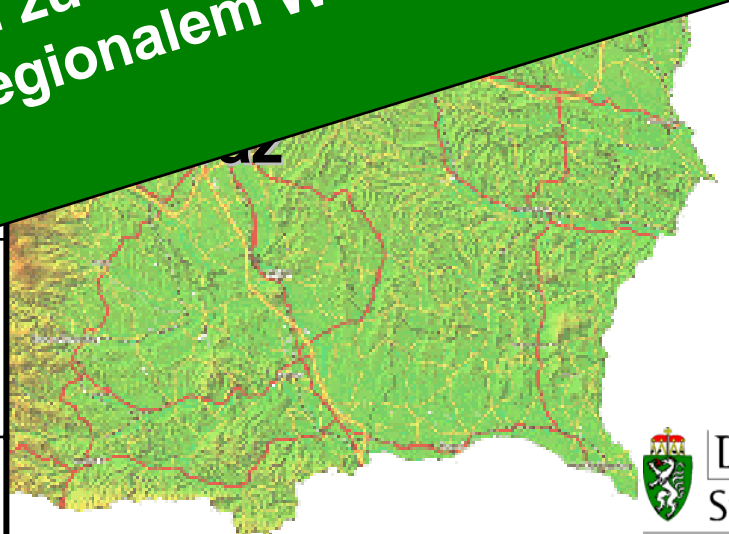
# Waldhackgut für FT-Diesel als Treibstoff Machbarkeit einer Demonstrationsanlage



## In Richtung Nachhaltigkeit

- ✓ 16.000 t/a Treibhausgas-Reduktion im Verkehrs-, Strom- und Wärmesektor
- ✓ 87% Reduktion im Vergleich zu konventionellem System
- ✓ Nachhaltige Nutzung von regionalem Waldhackgut

Hackgut	
Biotreibstoff	
Brennstoff	
Strom (net)	1.6 MW <sub>el</sub>
Wärme (70%)	5.8 MW <sub>th</sub>
<b>Effizienz</b> (Strom 11%, Wärme 40%, Treibst. 29%)	<b>80%</b>

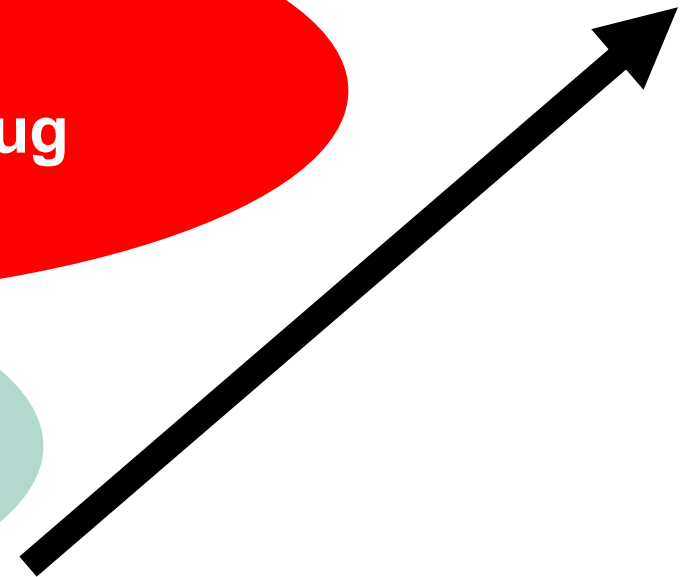


# Die Treibstoffe der Zukunft

„H<sub>2</sub>-Mobility“  
Wasserstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle

„E-Mobility“  
Batterie-Elektrofahrzeug

„B-Mobility“  
Biotreibstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle



# Beispiel: Strombedarf E-Mobility

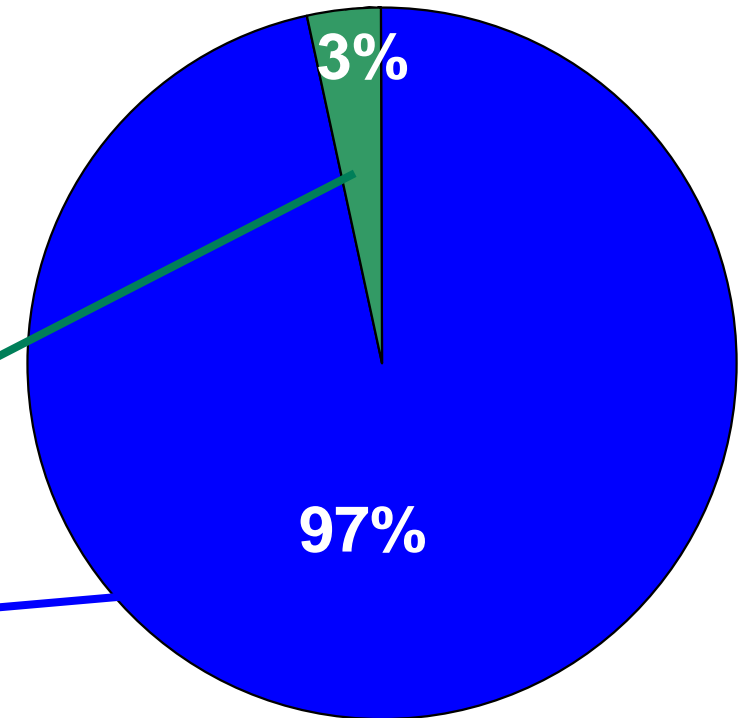
▶ 1 Mio. Batterie-Elektrofahrzeuge (derzeit in Österreich 4,2 Mio. PKW)

▶ Strombedarf Batterie-Elektro-Fahrzeug:  
20 kWh/100 km

▶ Jahreskilometer: 10.000 km/a (25 – 30 km/Tag)

▶ Strombedarf E-Mobility: 2.000 GWh/a

▶ Strombedarf Österreich (2006) 59.000 GWh

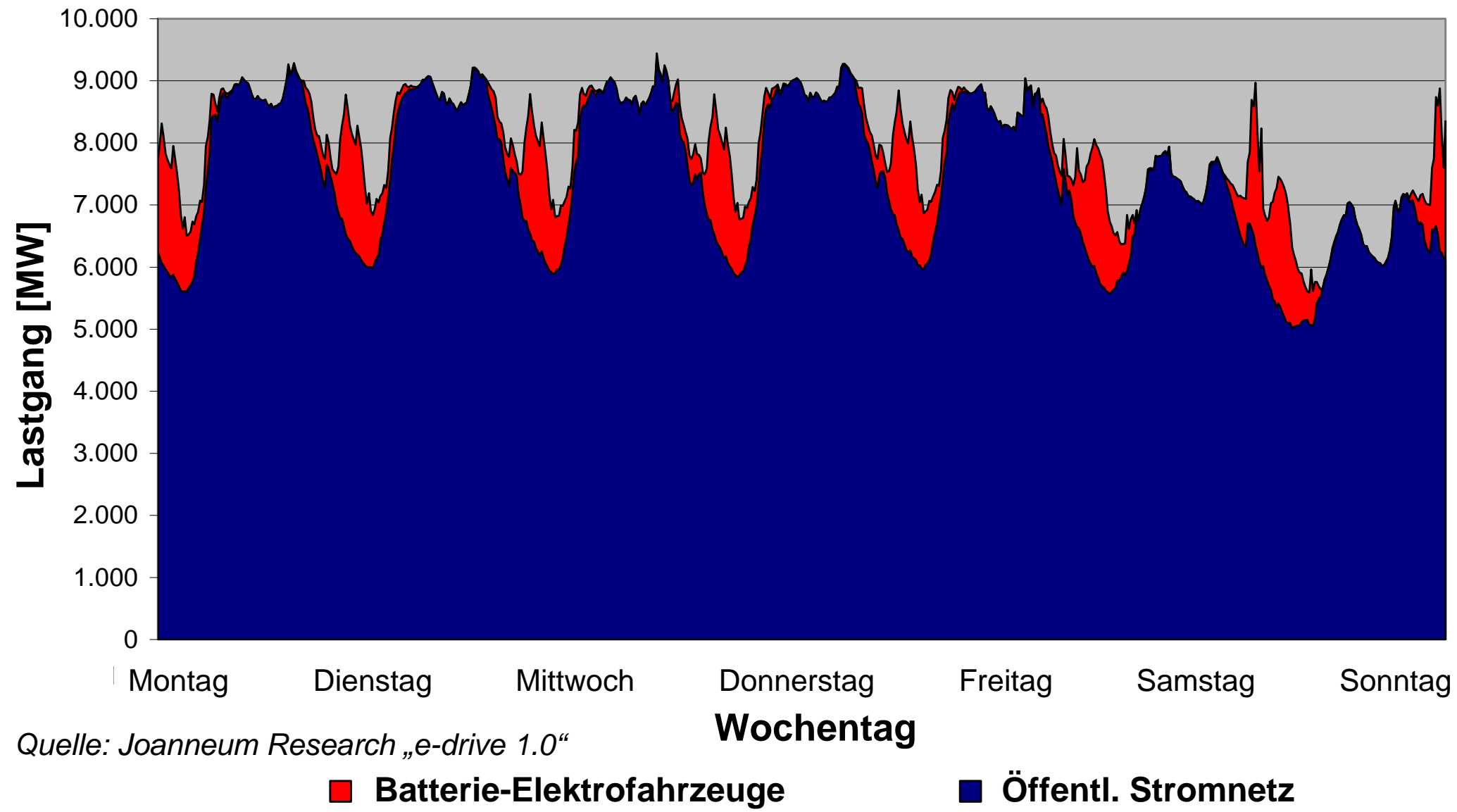


*Zum Vergleich: Stromzuwächse jährliche 2 – 4%*

**ABER**

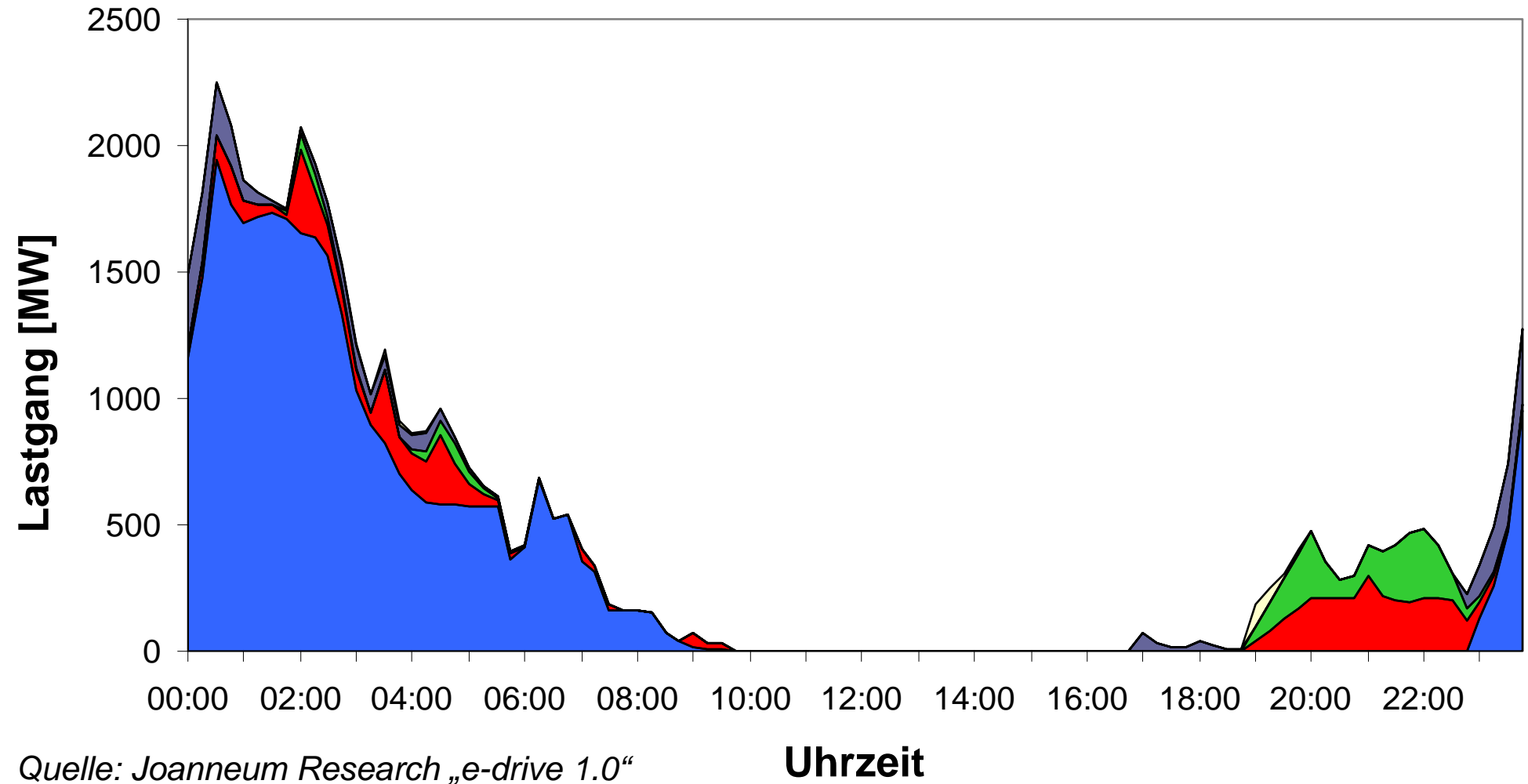
**Hohe zusätzliche Leistungsspitzen  
bei „unkontrollierter“ Ladung möglich**

# Lastprofil in einer Winterwoche mit 1,5 Mio. Batterie-Elektrofahrzeugen





# Tages-Lastgang mit unterschiedlichen Nutzergruppen für Elektrofahrzeuge

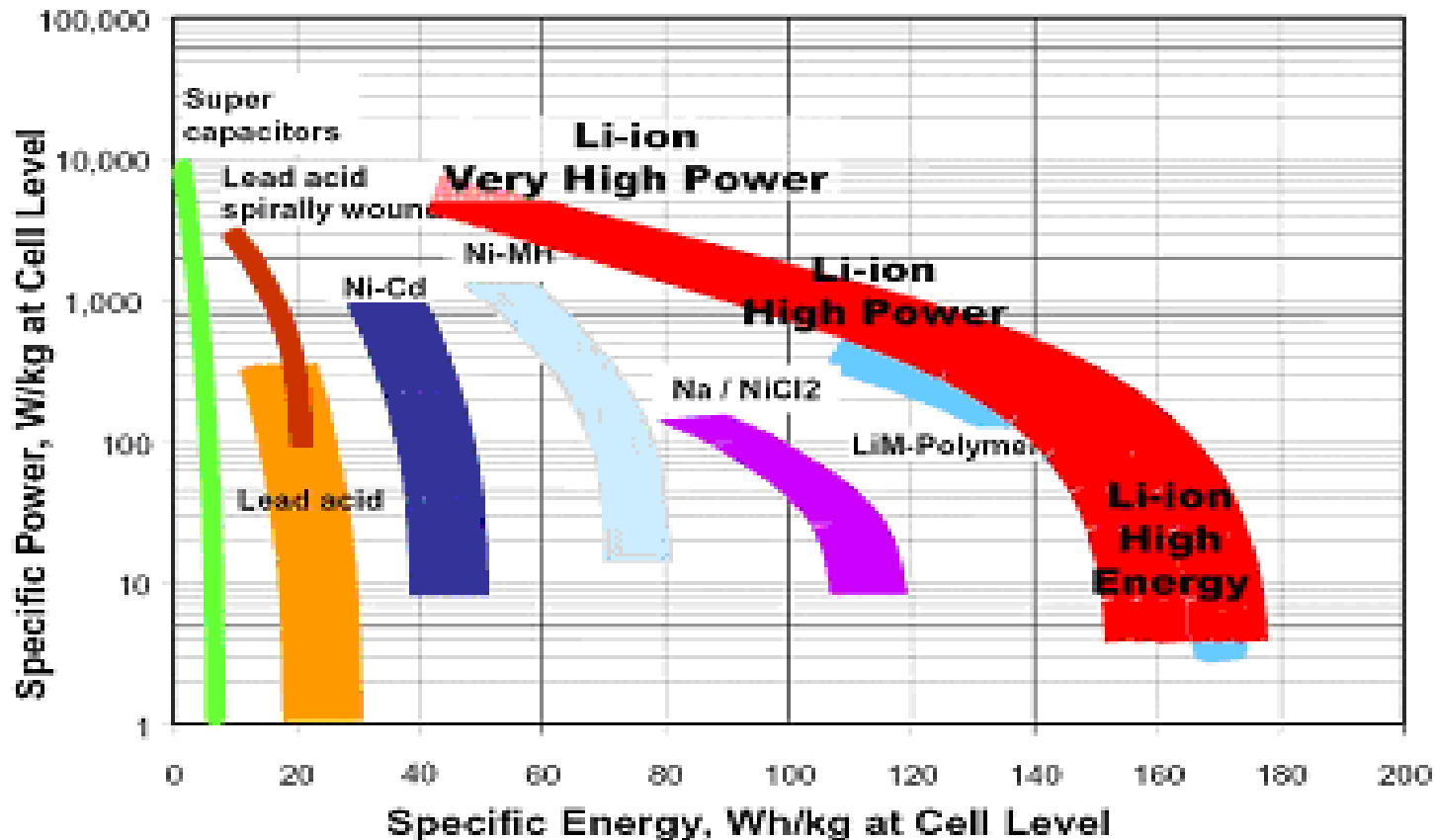


Quelle: Joanneum Research „e-drive 1.0“

Uhrzeit



# Kenndaten von Batteriesystemen



Source: saftbatteries

## Warum Lithium-Ion-Batterien ?

⇒ Höhere Energiedichte und/oder Leistung als andere Batterien

**ABER**

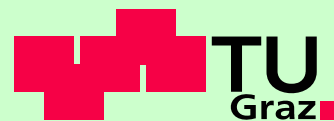
- 1) Hohe Investitionskosten derzeit etwa 20.000 €/PKW  
Massenproduktion zu Kostenreduktion notwendig
- 2) Lebensdauer und 3) Betrieb bei  $< 0^{\circ}\text{C}$

# Österreichische Road Map für Batterie-Elektro-Fahrzeuge

- ▶ Mögliche Fahrzeug-Entwicklung bis 2020
- ▶ Entwicklung Batterie-Technologien
- ▶ Markt Übersicht von Batterie-Elektrofahrzeugen
- ▶ Kosten und Umwelt-Analyse
- ▶ Anforderungen an die Infrastruktur
- ▶ Szenarien zur Markteinführung
- ▶ Chancen für die österreichische Industrie



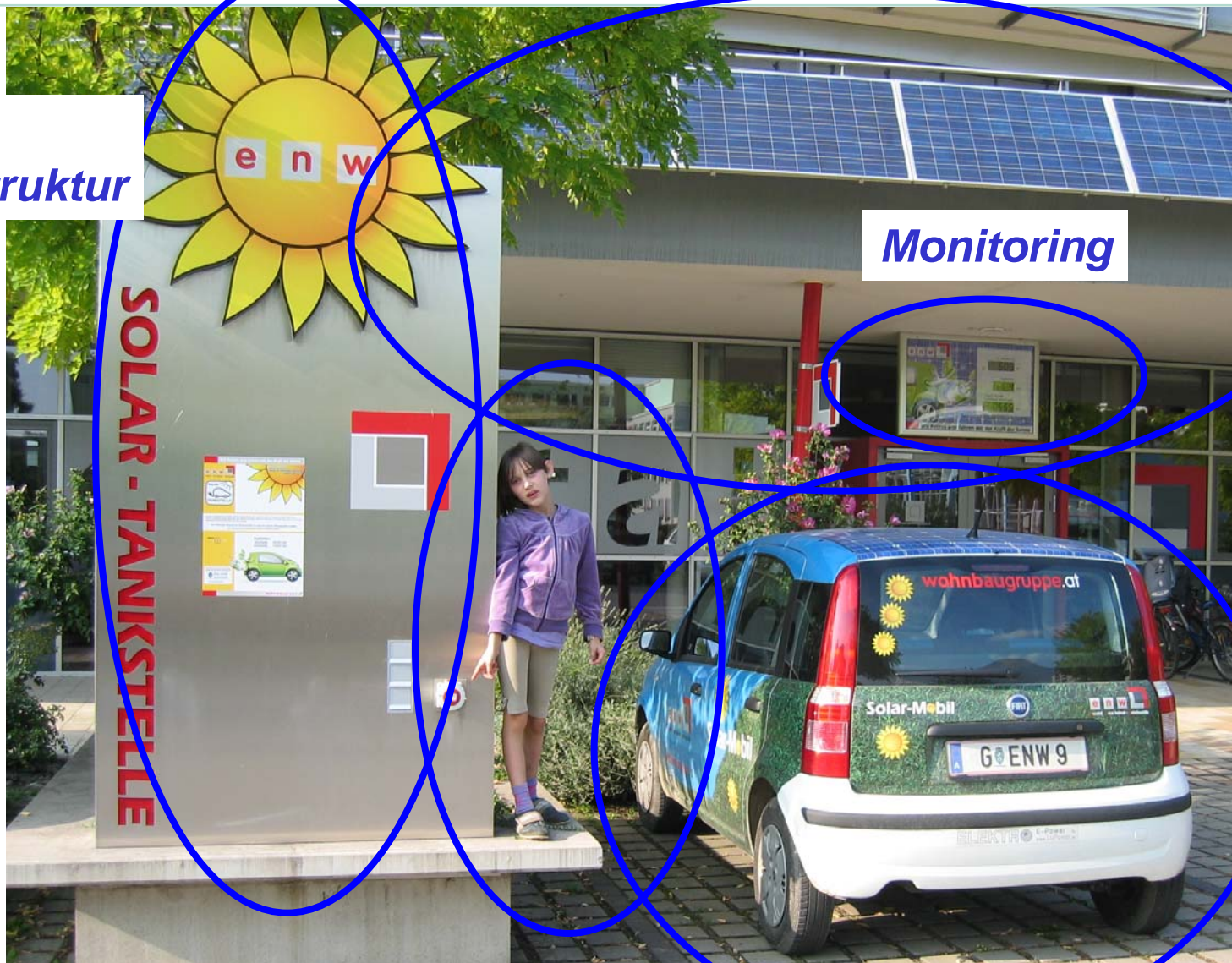
## Projektpartner:



## Finanzierungspartner:



# Die Chancen & Herausforderungen *Öko-Stromerzeugung*



*Lade-  
infrastruktur*

*Monitoring*

*Fahrzeuge*

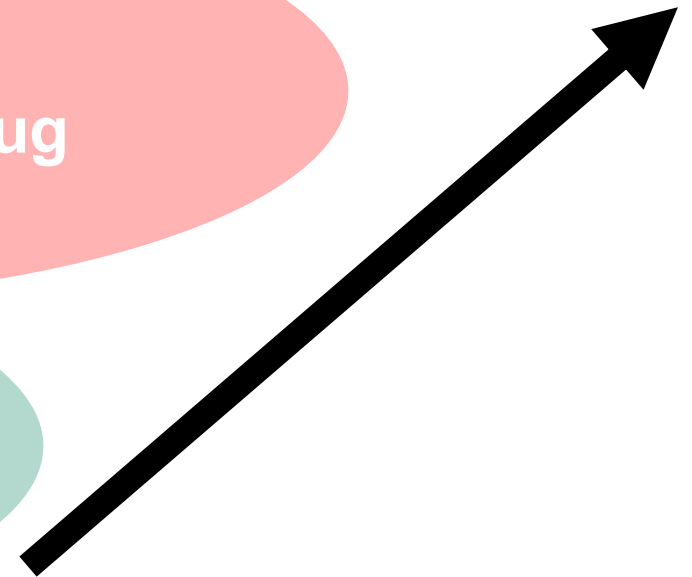
*Konsumenten und Akteure*

# Die Treibstoffe der Zukunft

**„H<sub>2</sub>-Mobility“**  
Wasserstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle

**„E-Mobility“**  
Batterie-Elektrofahrzeug

**„B-Mobility“**  
Biotreibstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle

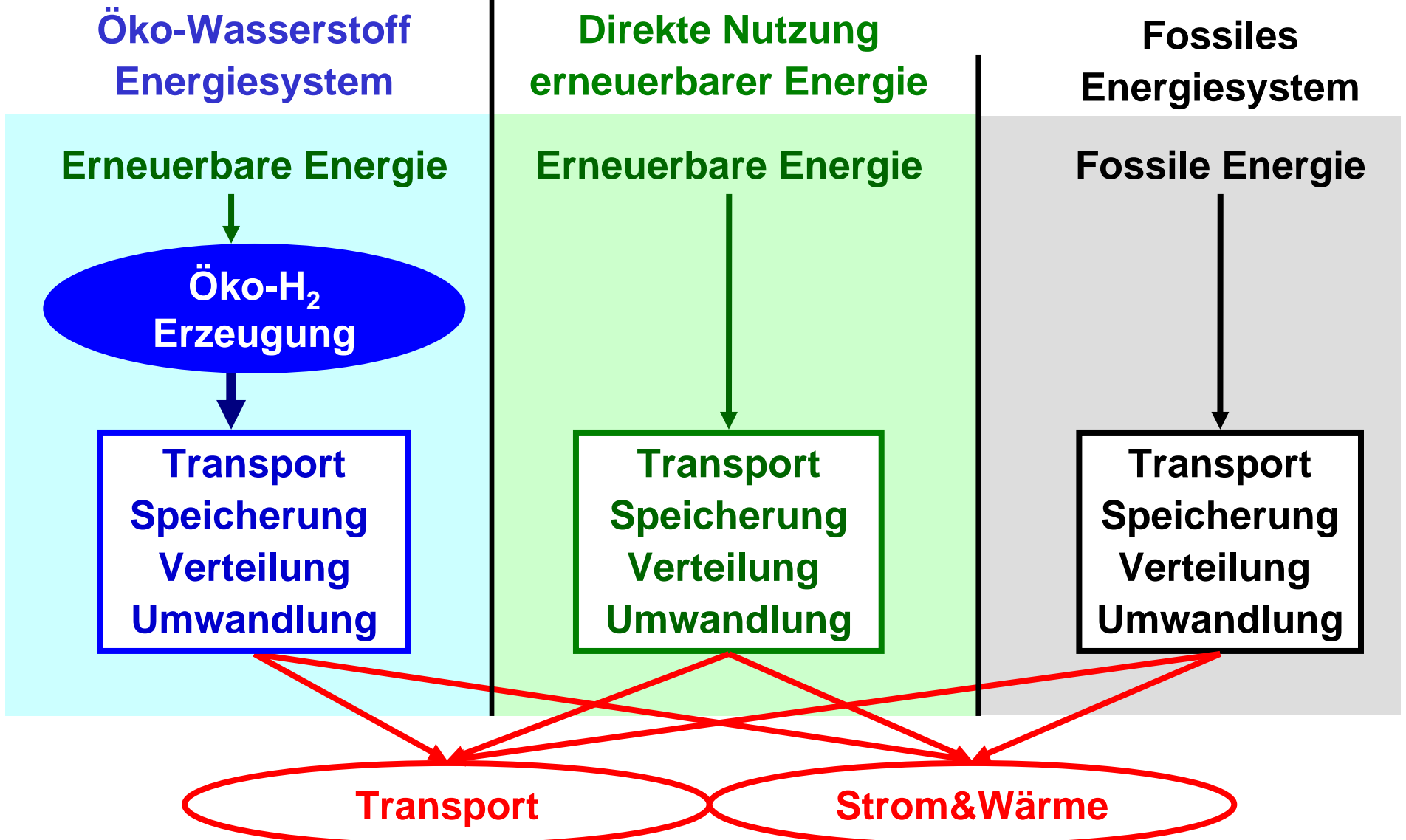


# Erzeugung und Nutzung Öko-Wasserstoff

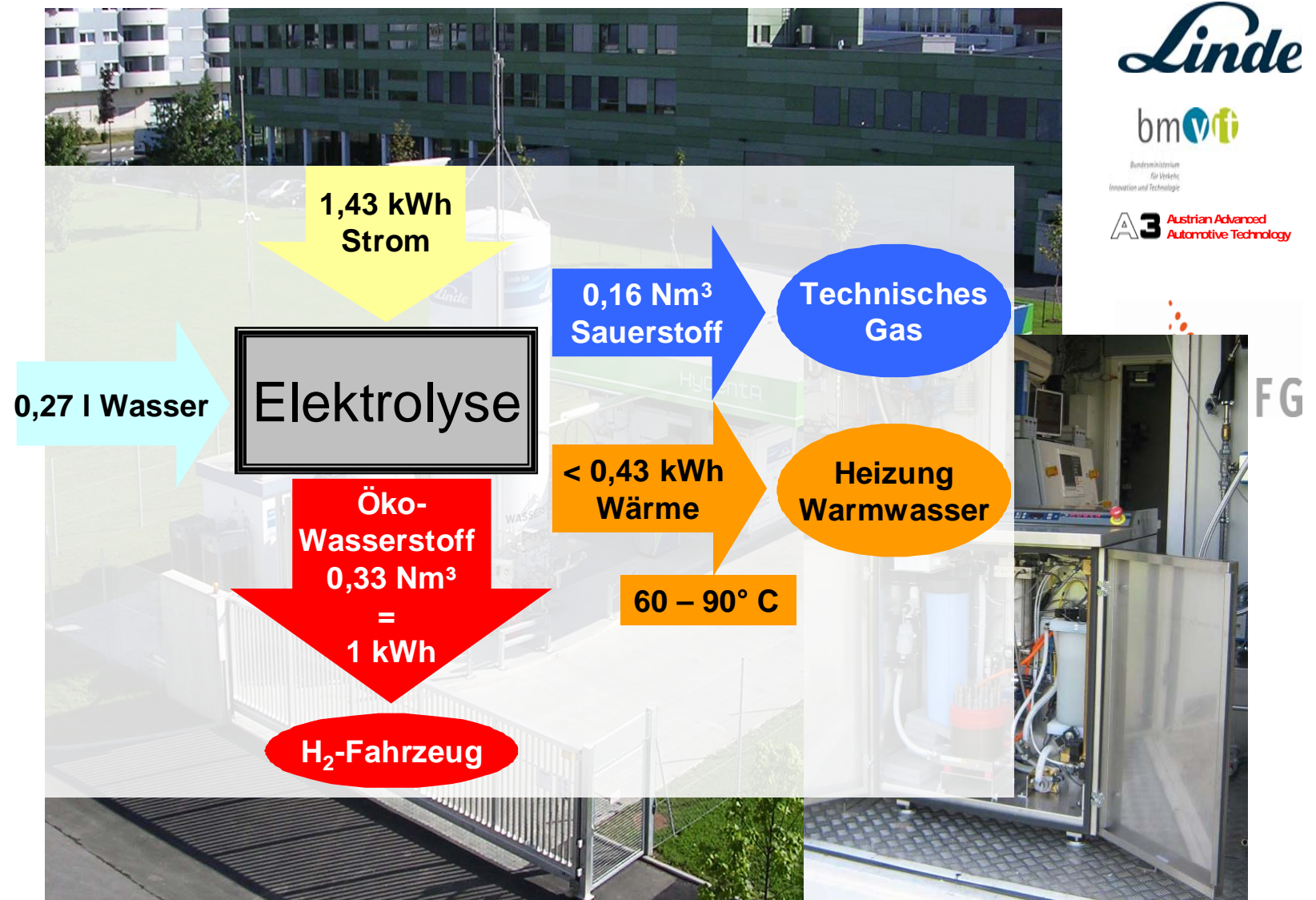


# Öko-Wasserstoff im Vergleich zu anderen Energiesystemen

## Referenz-Energiesysteme



# „Die Öko-Wasserstoff-Tankstelle der Zukunft“



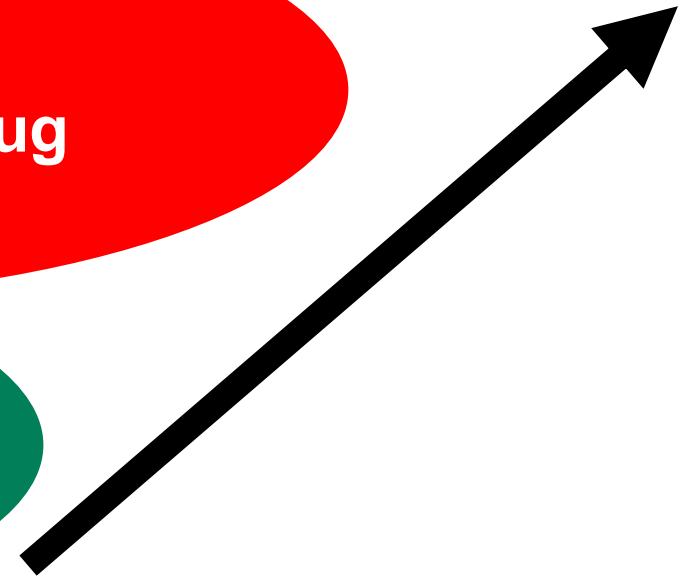


# Die Treibstoffe der Zukunft - Zusammenfassung

**„H<sub>2</sub>-Mobility“**  
Wasserstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle

**„E-Mobility“**  
Batterie-Elektrofahrzeug

**„B-Mobility“**  
Biotreibstoff-Fahrzeug mit  
- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)  
- Brennstoffzelle



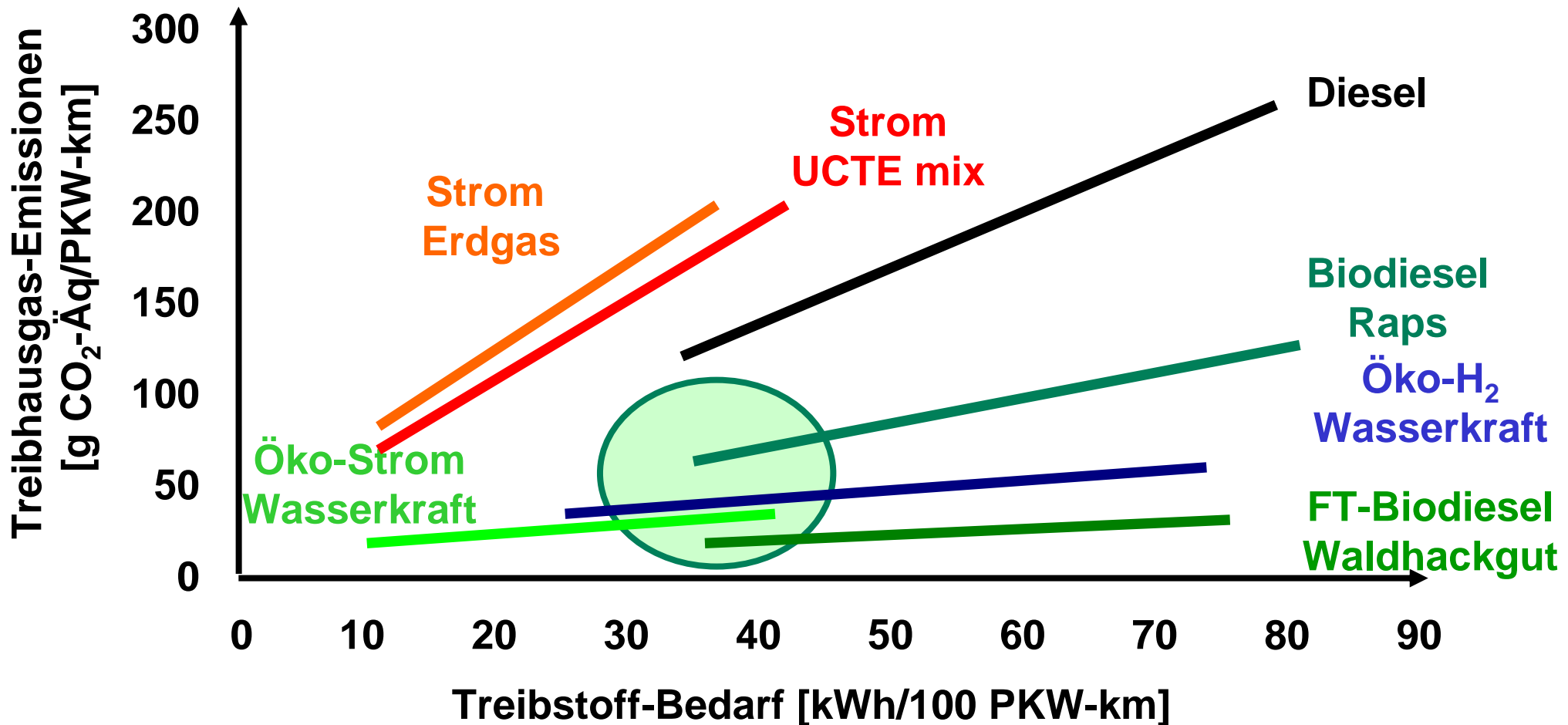
# Stand der Technik und Infrastruktur

	B-Mobility	E-Mobility	H <sub>2</sub> -Mobility
Treibstoff- Erzeugung	+ <sup>1)</sup> / - <sup>2)</sup>	+	-
Tankstellen Infrastruktur	+	-	-
Fahrzeuge	+	-	-

1) 1. Generation Biotreibstoffe: Biodiesel, Bioethanol aus Zucker und Stärke

2) 2. Generation Biotreibstoffe: synthetische Biotreibstoffe und Bioethanol aus Holz und Stroh

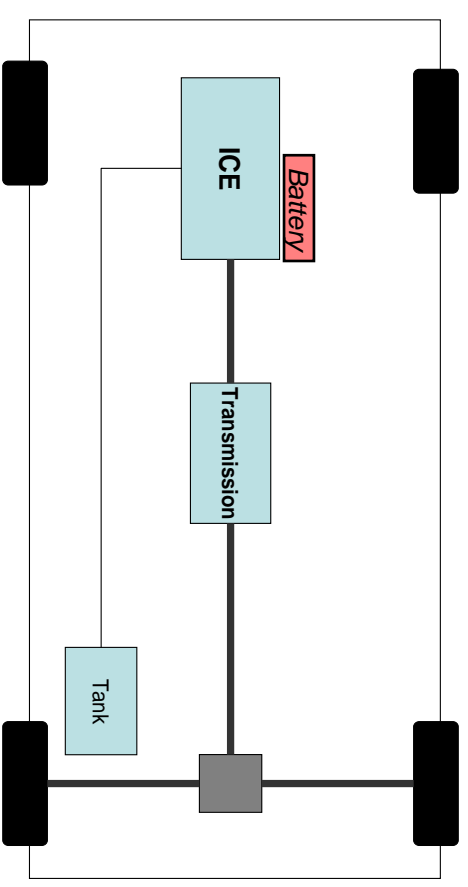
# Die Frage der Energie-Effizienz



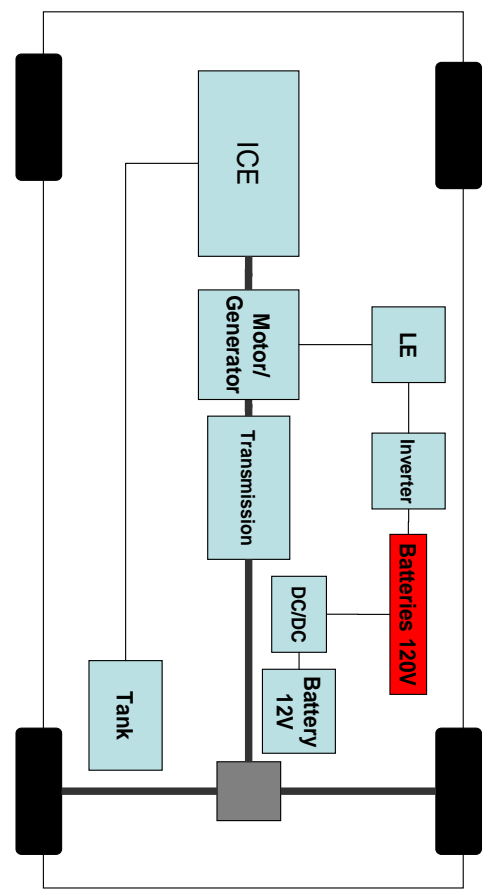
Quelle: basierend auf Lebenszyklusanalyse, Joanneum Research

# Mischformen von E-, B- und H<sub>2</sub>-Mobilität I

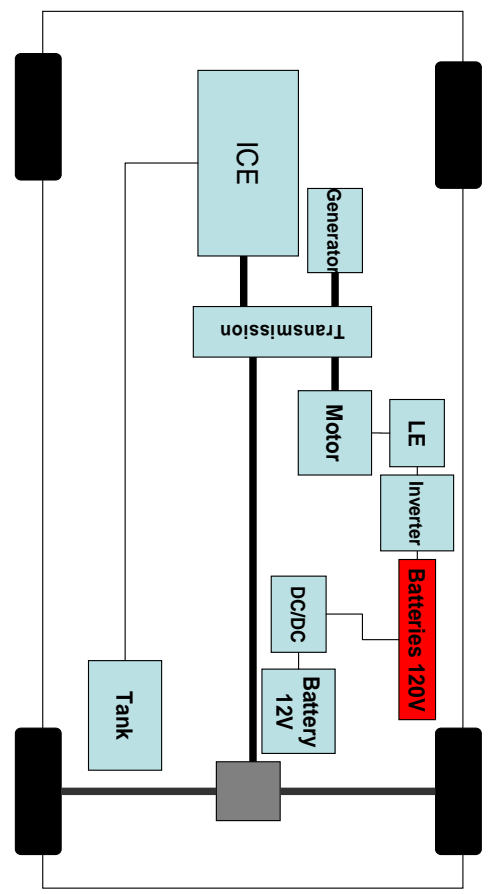
**Verbrennungskraftmotor (VKM)**



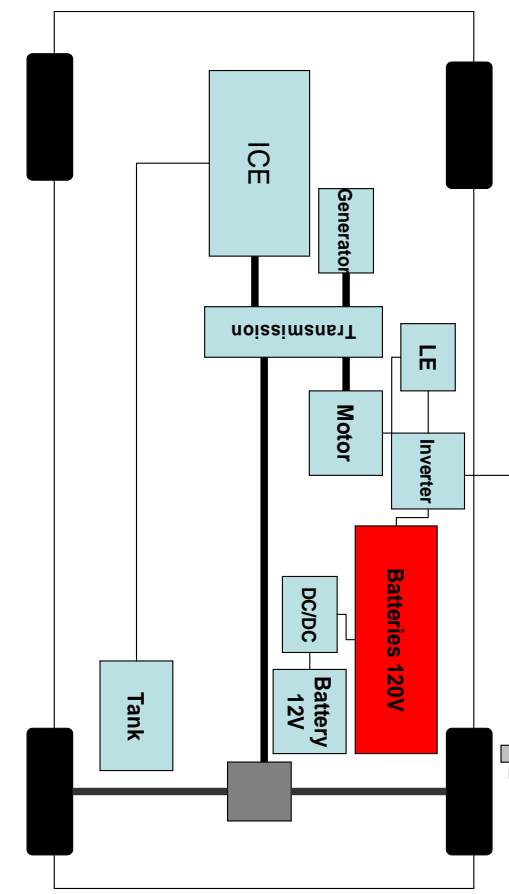
**Mild-Hybrid**



**Voll-Hybrid**



**Plug-In-Hybrid**



Quelle: AVL 2009

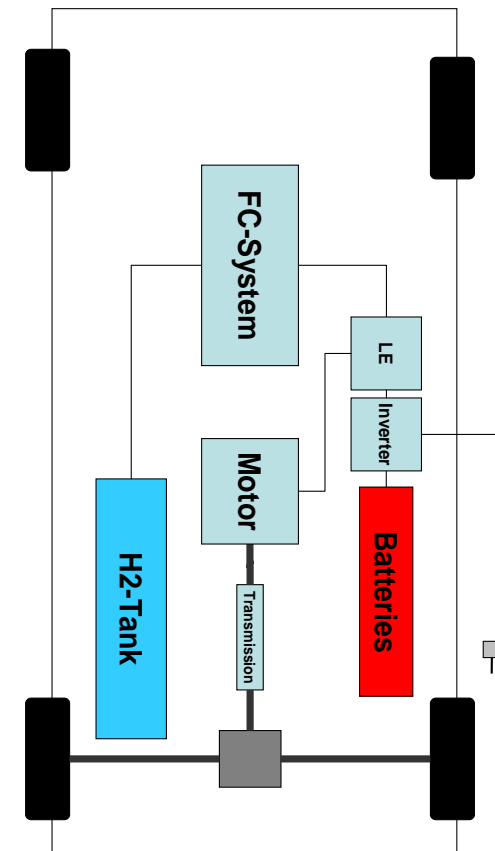
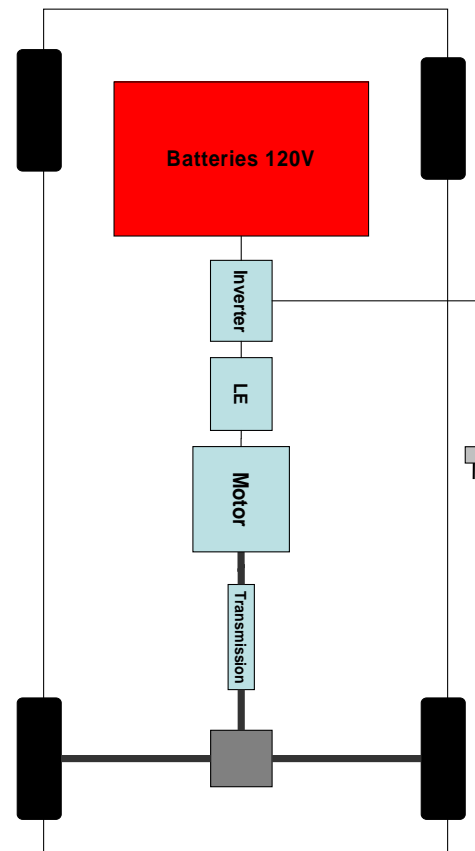
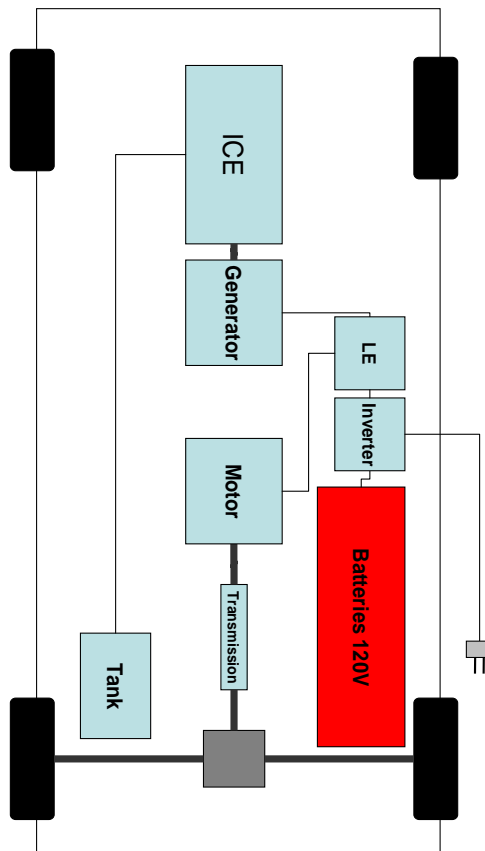
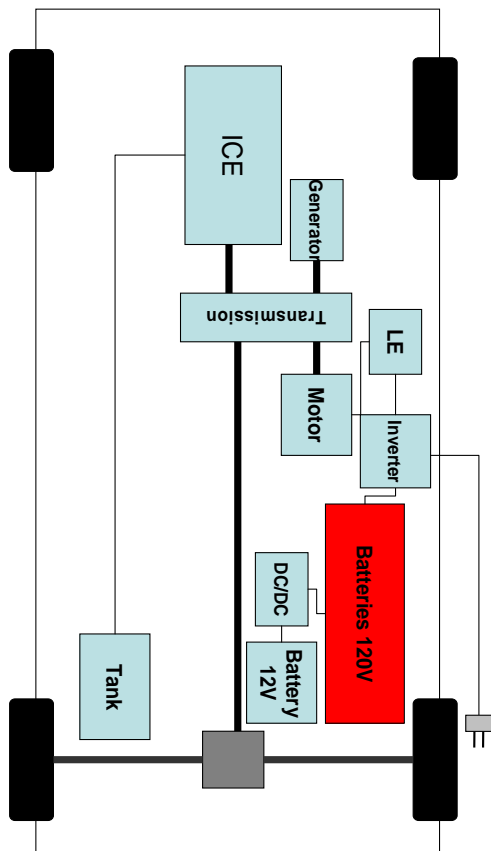
# Mischformen von E-, B- und H<sub>2</sub>-Mobilität II

Plug-In-Hybrid

Serieller-Hybrid

Batterie-Elektrofahrzeug

Brennstoffzellen-Fahrzeug (FC-PHEV)



Quelle: AVL 2009

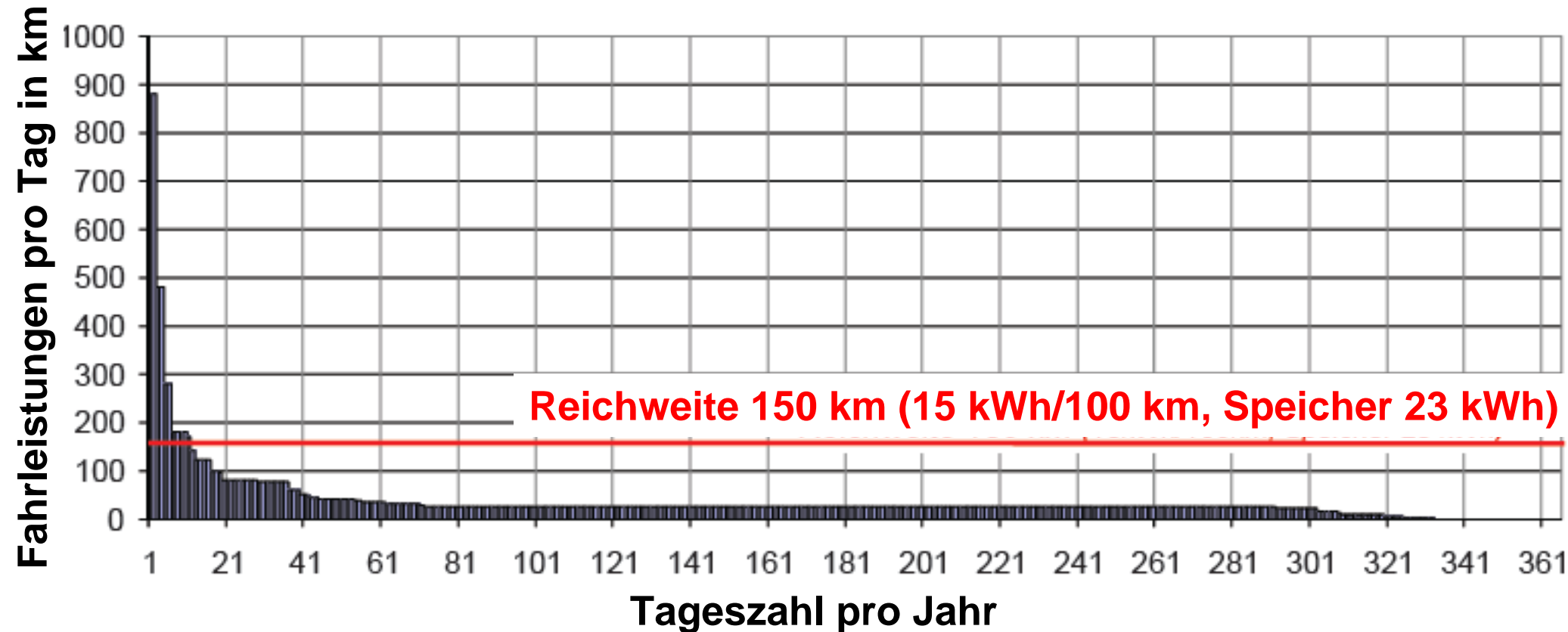
# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	B-Mobility	E-Mobility	H <sub>2</sub> -Mobility
<b>Primärenergie</b>	<b>Viele Möglichkeiten</b>	<b>Viele Möglichkeiten</b>	<b>Viele Möglichkeiten</b>
<b>Technologie Treibstoff-Erzeugung</b>	<b>1. Generation existiert</b> <b>2. Generation in Entwicklung</b>	<b>existiert</b>	<b>fossil existiert</b> <b>erneuerbare in Entwicklung</b>
<b>Nachhaltigkeit</b>	<b>Nahrung/Futter/Bio-treibstoff</b>	<b>erneuerbar</b>	<b>erneuerbar</b>
<b>Infrastruktur</b>	<b>existiert</b>	<b>existiert teilweise</b>	<b>existiert nicht</b>
<b>Fahrzeug Technologie</b>	<b>existiert</b>	<b>in Entwicklung</b>	<b>In Entwicklung</b>
<b>Bedürfnisse der Konsumenten (Reichweite/Betankungszeit)</b>	<b>wie gewohnt</b>	<b>sehr ungewohnt</b>	<b>etwas ungewohnt</b>

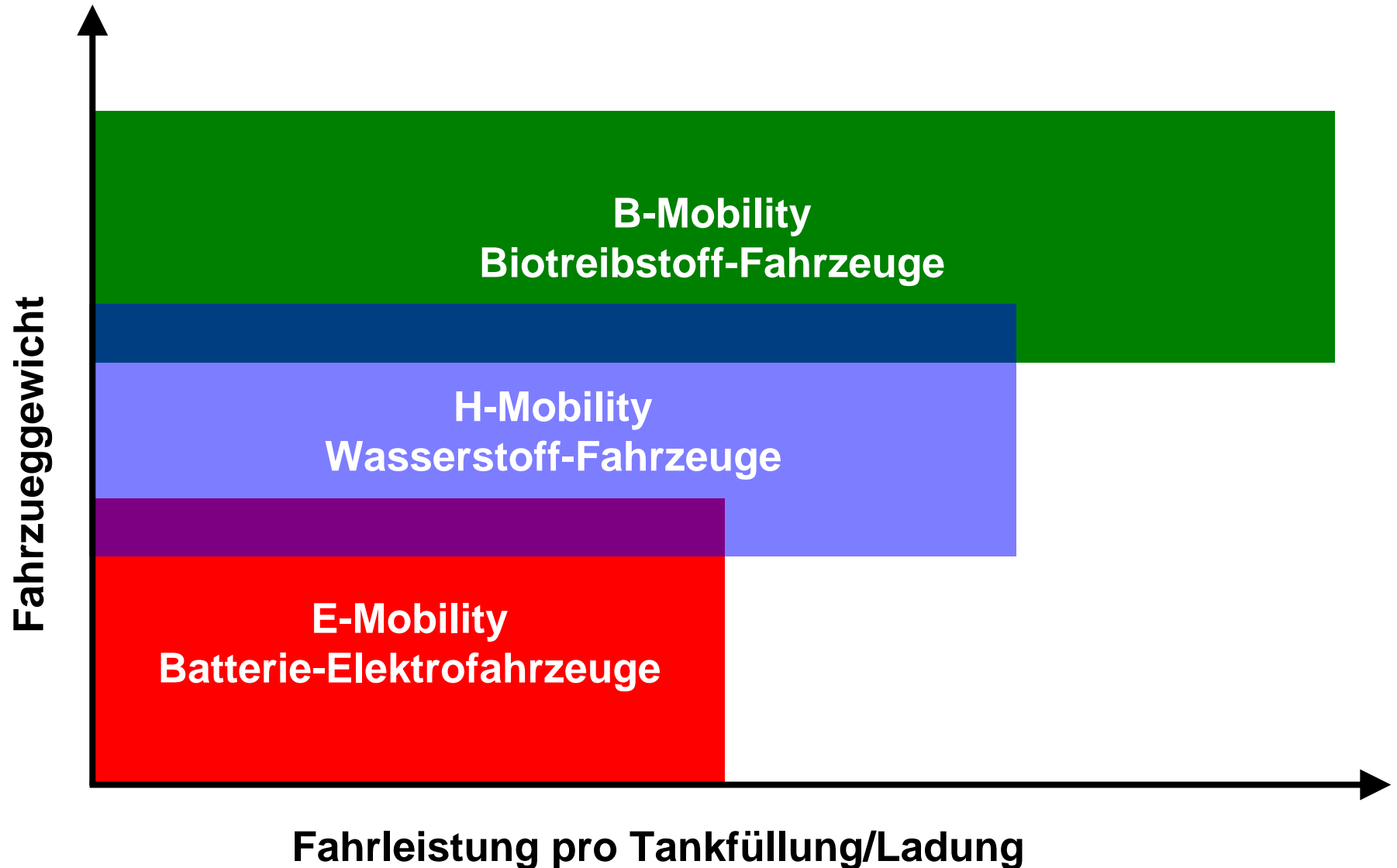
# Die Nutzerbedürfnisse und Nutzerverhalten

## Typisches Verkehrsverhalten eines PKW-Nutzers

### Jahresdauerlinie



# Optimale Anwendungsbereiche für Fahrzeuge mit erneuerbaren Treibstoffen





# Die Herausforderungen

**Nachhaltige  
Transportdienstleistungen**

**Erfolgreiche Markteinführung und Implementierung**

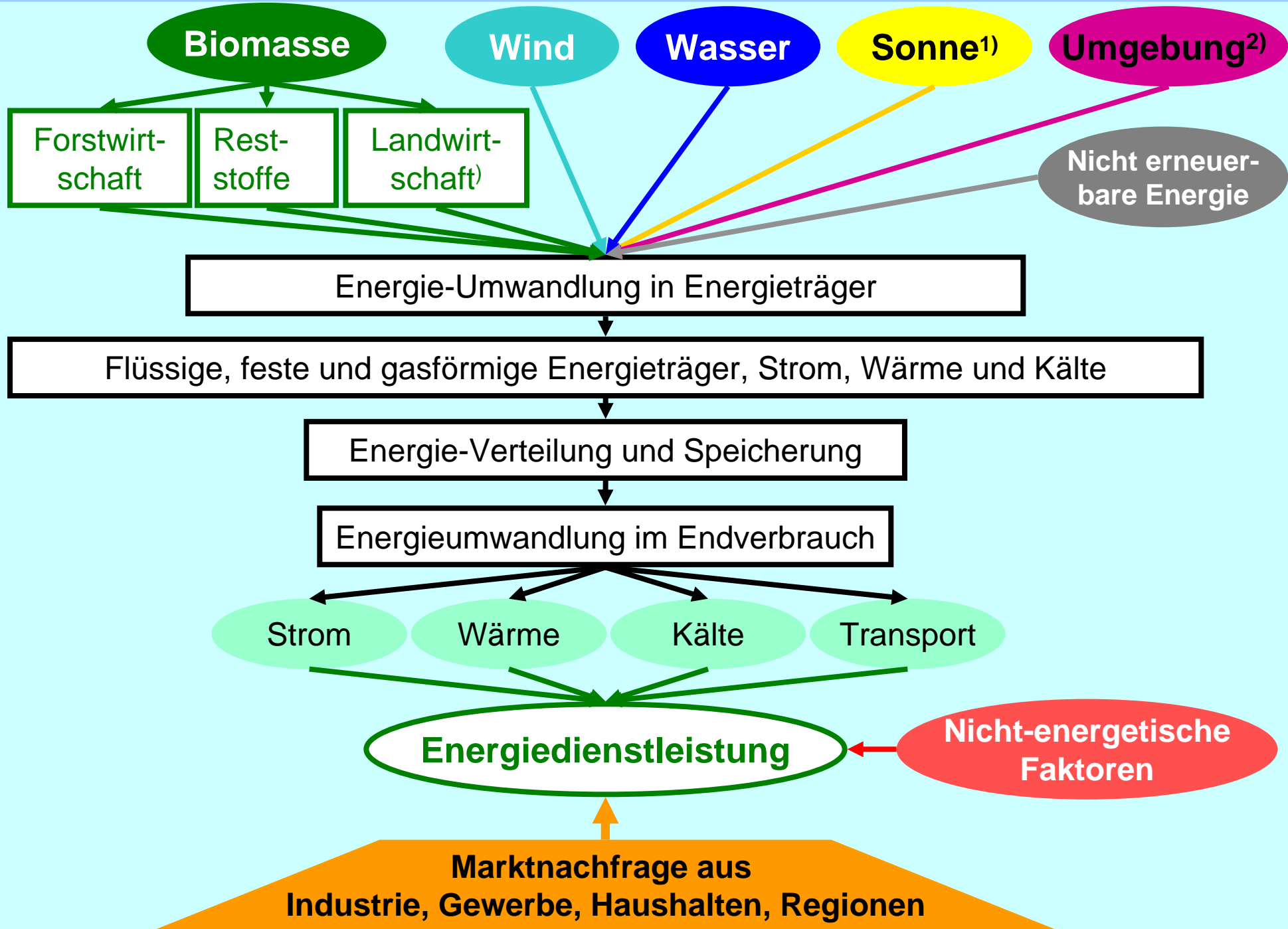
**Nachhaltigkeit der  
1. Generation  
& Entwicklung der  
2. Generation  
Biotreibstoffe**

**Entwicklung von  
Batterie-Elektro-  
Fahrzeugen  
& Lade-Infrastruktur**

**Entwicklung von  
H<sub>2</sub>-Fahrzeugen  
& Aufbau  
H<sub>2</sub>-Infrastruktur**

**Nachhaltigkeit und Energieeffizienz – zertifizierte Biomasse,  
erneuerbare Elektrizität und erneuerbarer Wasserstoff**

**B-Mobility, E-Mobility & H<sub>2</sub>-Mobility**





**Energieforschung**

**Implementierung und Markteinführung**

**Ökonomische  
Aspekte**

**Ökologische  
Aspekte**

**Soziale  
Aspekte**

**Entwicklung von Energie-Technologien  
und Energie-Systemen**

**Gesellschaft und Umwelt**

# Unsere Kundenleistungen

Energiekonzepte für Betriebe,  
Cluster und Regionen z.B. E-Mobility,  
Energieautarkie

Entwicklung, Einreichung und  
Koordination von F&E-Projekten

„Carbon Footprint“ von  
Produkten  
und Dienstleistungen

Entwicklung und Errichtung von  
Versuchs und Demonstrationsanlagen

**Unser Angebot  
für Sie**

Messtechnische Evaluierung von  
Energie-Technologien und -Systemen

Technologie-Entwicklung  
und -Bewertung

Umwelt-Bewertung z.B. Treibhausgas-  
Emissionen in Lebenszyklusanalysen

# Ihr Kontakt

---

## **Gerfried Jungmeier**

Joanneum Research Forschungsgesellschaft

Institut für Energieforschung

Elisabethstraße 5

8010 Graz

Tel: +43 316 876-1313

Fax: +43 316 876-1320

Web: [www.joanneum.at/ief](http://www.joanneum.at/ief)

E-mail: [gerfried.jungmeier@joanneum.at](mailto:gerfried.jungmeier@joanneum.at)