

# JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

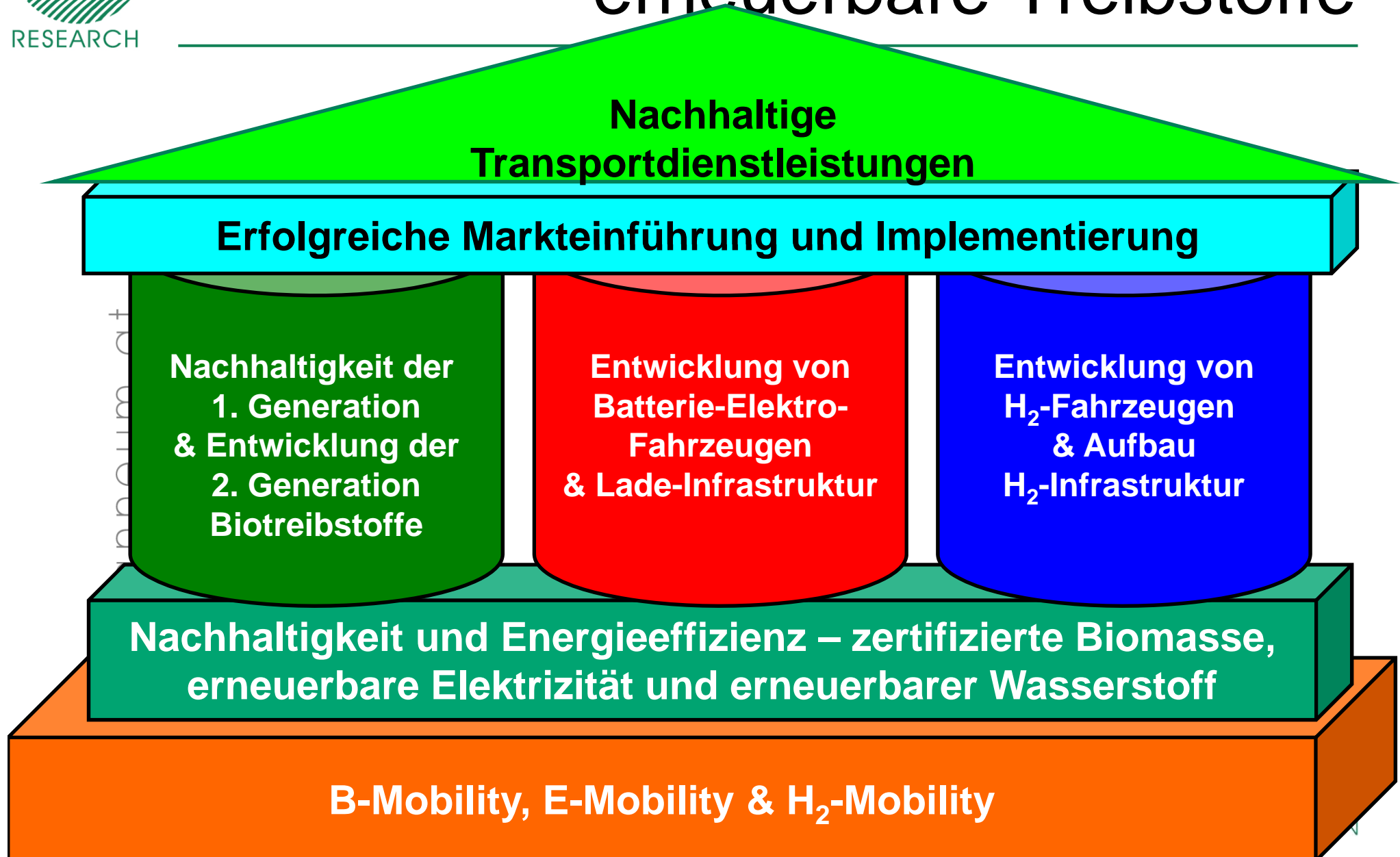


www.joanneum.at

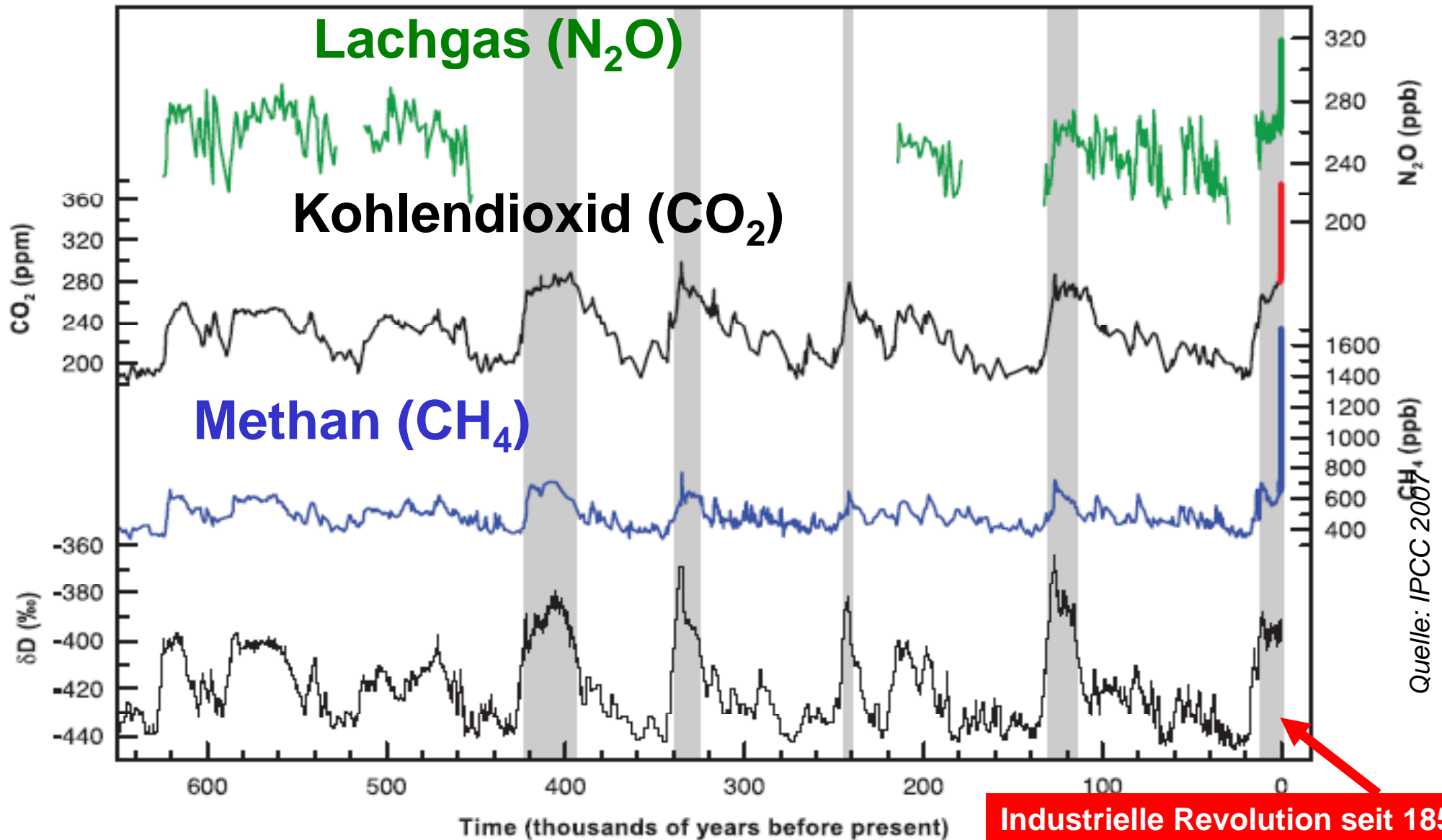
**Aktueller Stand und zukünftige Perspektiven für Elektromobilität,  
Biotreibstoffe und Wasserstoff**  
**Gerfried Jungmeier**

11. Symposium Energieinnovation „Alte Ziele Neue Wege“,  
10. - 12. Februar 2010, TU Graz

# Die Herausforderungen für erneuerbare Treibstoffe

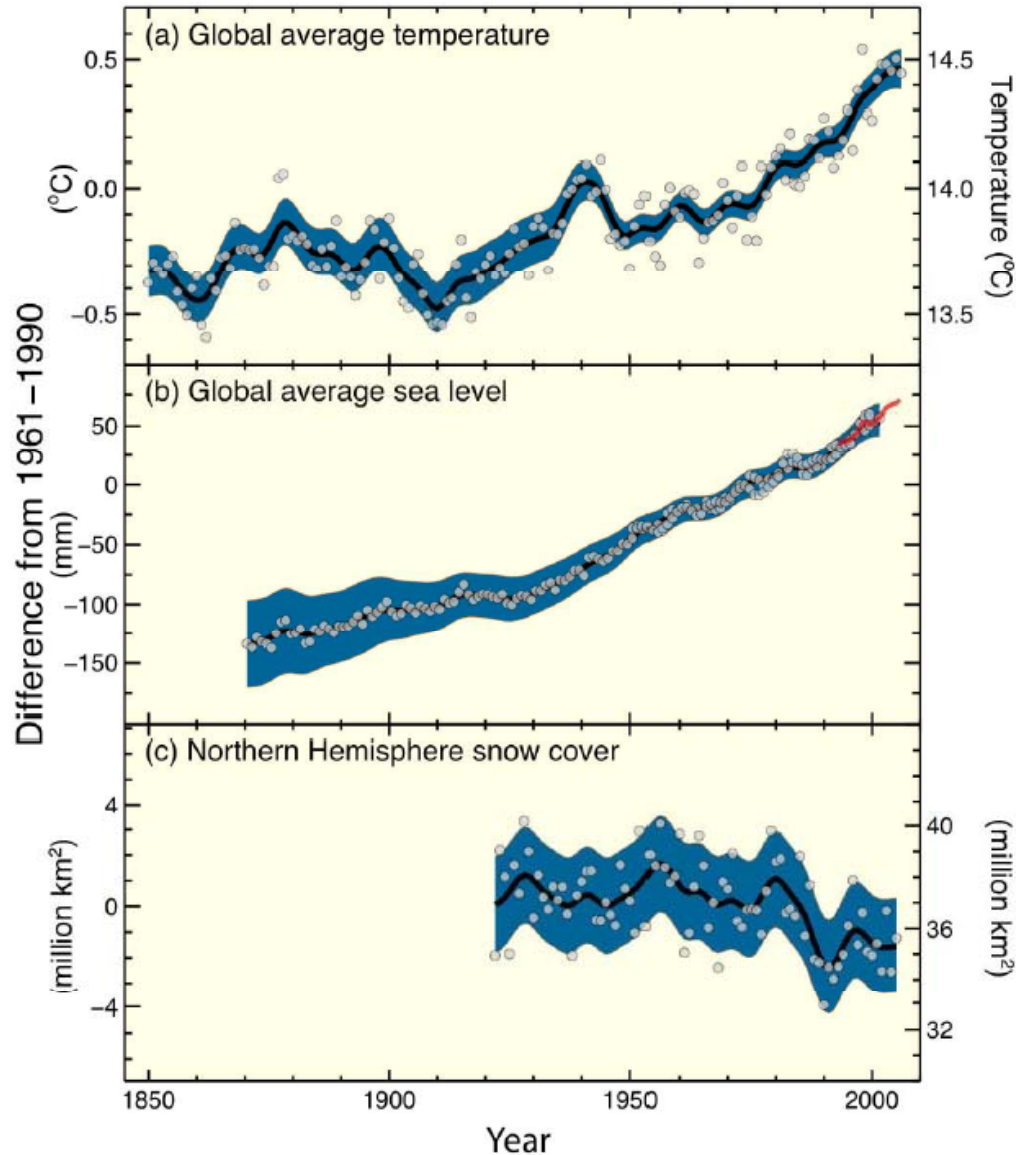


# Entwicklung der Treibhausgas-Konzentration in der Atmosphäre



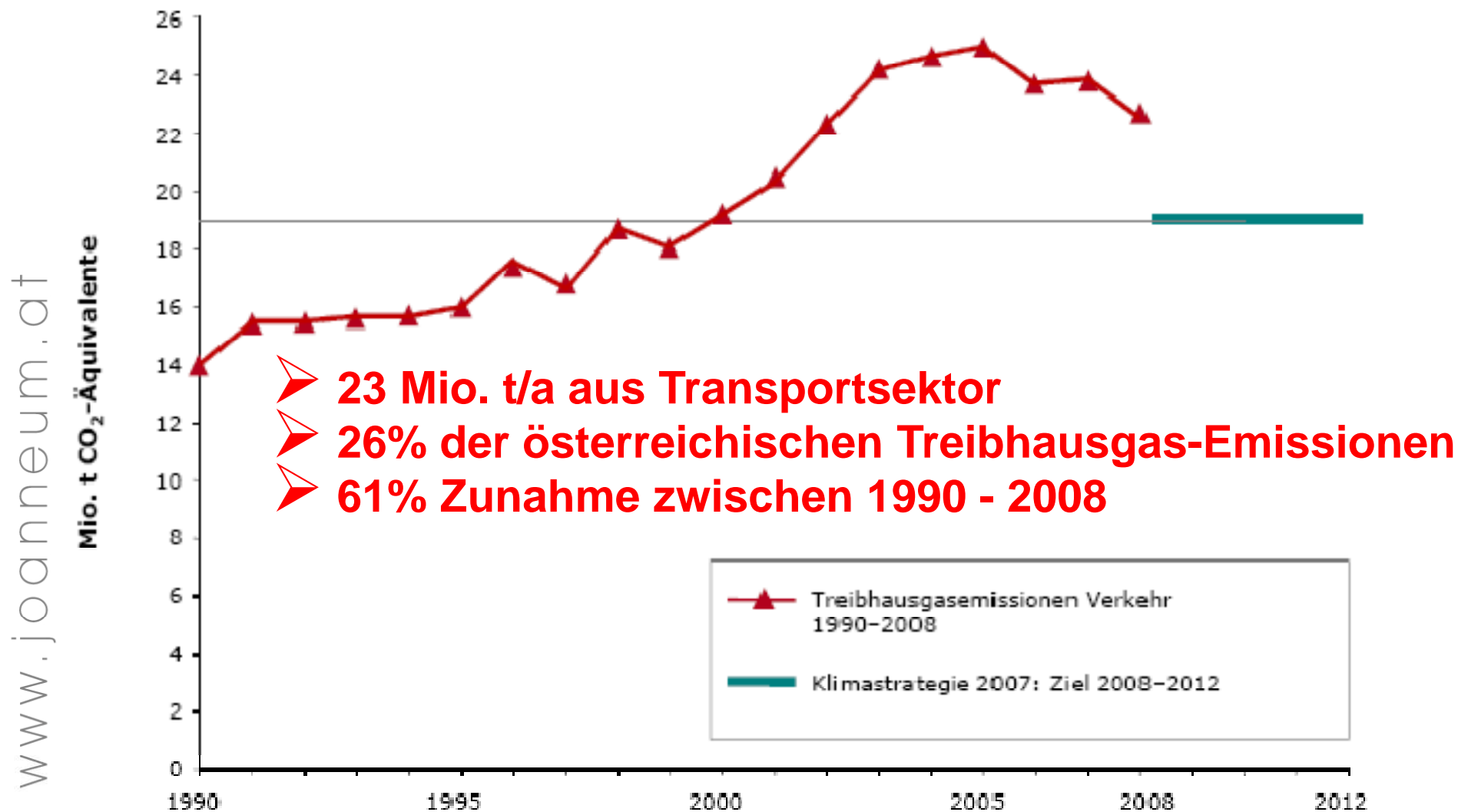
# Beobachtete Klimaveränderungen in den letzten 150 Jahren

www.joanneum.at



Quelle: IPCC 2007

# Treibhausgas-Emissionen Verkehrssektor Österreich



# Der österreichische Verkehrssektor

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

*Bioethanol*

**Kernfrage**

**Wie können 10%\*) erneuerbare  
Treibstoffe im Jahr 2020  
erreicht werden?**

**75% Biotreibstoffe durch  
Beimischung:**

**5% Biodiesel zu Diesel**

**4% Bioethanol zu Benzin**

**\*) Bewertungsfaktoren lt. EU-Direktive „RED“:**

**✓ 2,5 für erneuerbaren Strom**

**✓ 2 für Biotreibstoffe aus Abfällen, Reststoffen, Non-food  
Materialien und Lignozellulose**

# 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

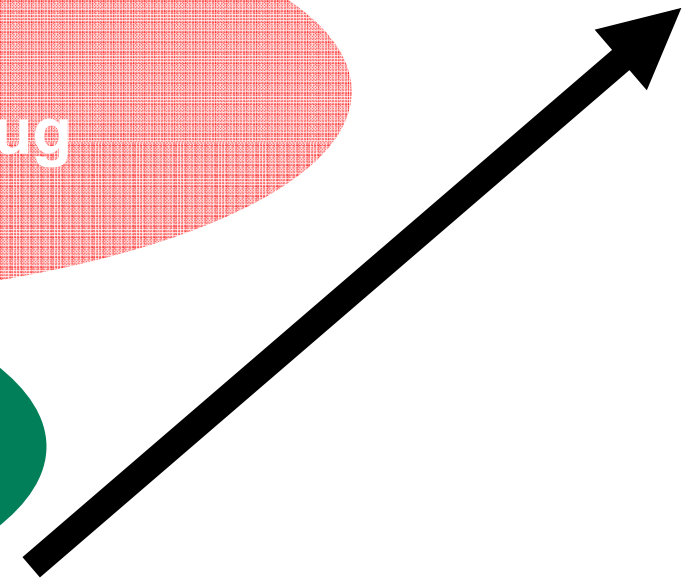
# Die Treibstoffe der Zukunft

joanneum.at

„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

# Überblick Biotreibstoffe

## 1. 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
  - 5) Biogas („Biomethan“)
- Heute kommerziell erzeugt

# Überblick Biotreibstoffe

## 2. Generation

### 3) Bioethanol

b) Lignozelluloses Bioethanol

### 4) Biobutanol

**mittelfristig sehr  
interessant (> 2010)**

### 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
- Bioethanol
- Biobutanol
- Biogas
- Synthetische Biotreibstoffe
- Biologischer Wasserstoff
- (aufbereitetes) Pyrolyseöl
- Biotreibstoffe der Direktverflüssigung

**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\*\*)  
bis 190.000 t/a

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

# Die AGRANA Bioethanol-Anlage

Bioethanol-Kapazität 24

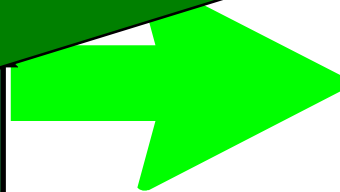
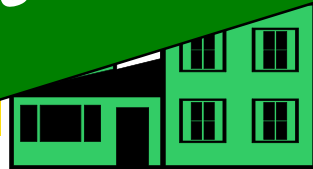
- ✓ 380.000 t/a Treibhausgas-Reduktion im Verkehrssektor
- ✓ 47 - 51% weniger Treibhausgas-Emissionen als Benzin
- ✓ 100.000 t Rohöl-Äquivalent/a Reduktion fossile Energie
- ✓ 170.000 t/a weniger Sojafutter-Import

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

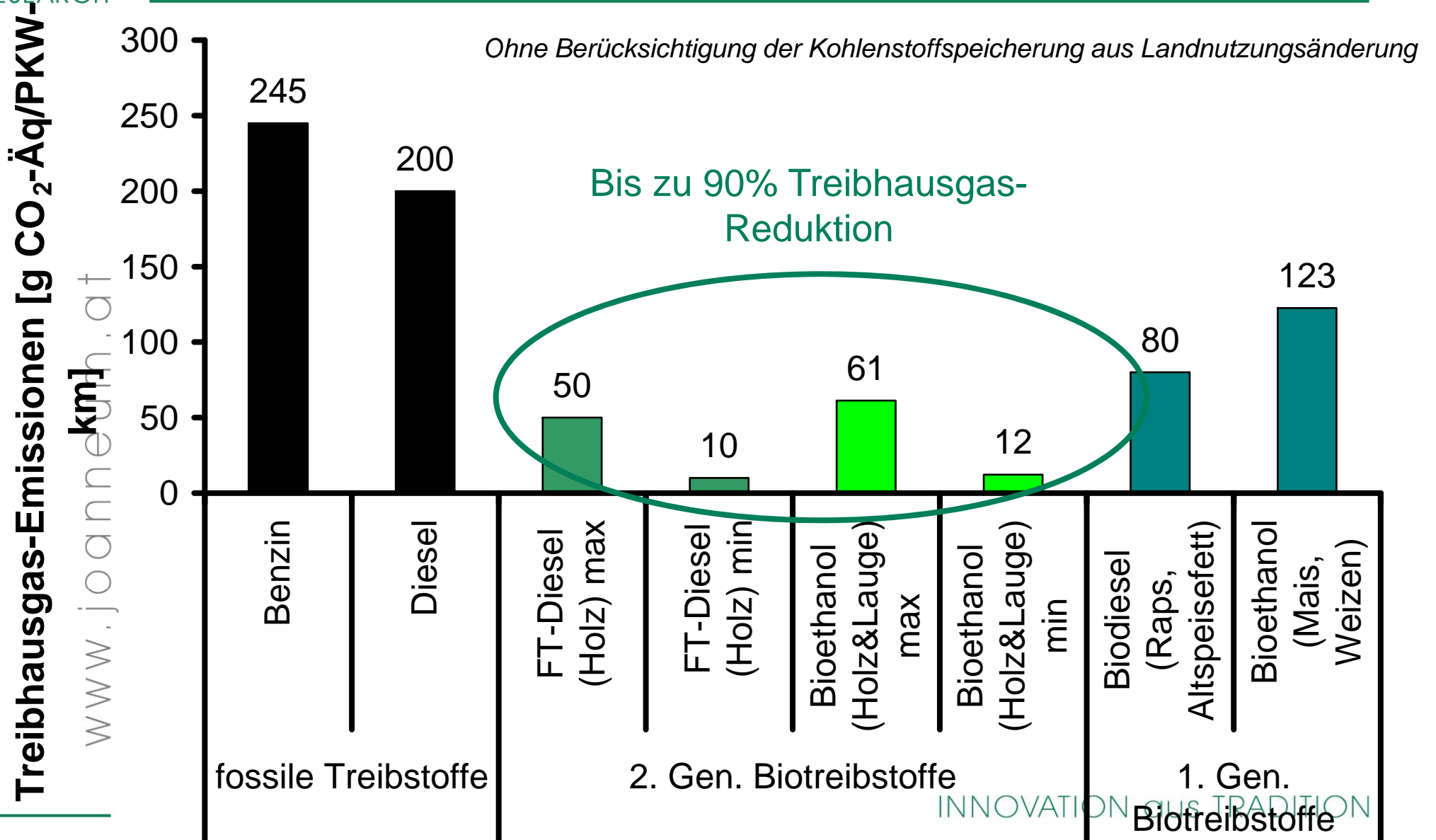
*\*) nur 2 Monate während der Erntezeit möglich; \*\*) Distiller's Dried Grains with Solubles*

## In Richtung Nachhaltigkeit

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



# Treibhausgas-Emissionen



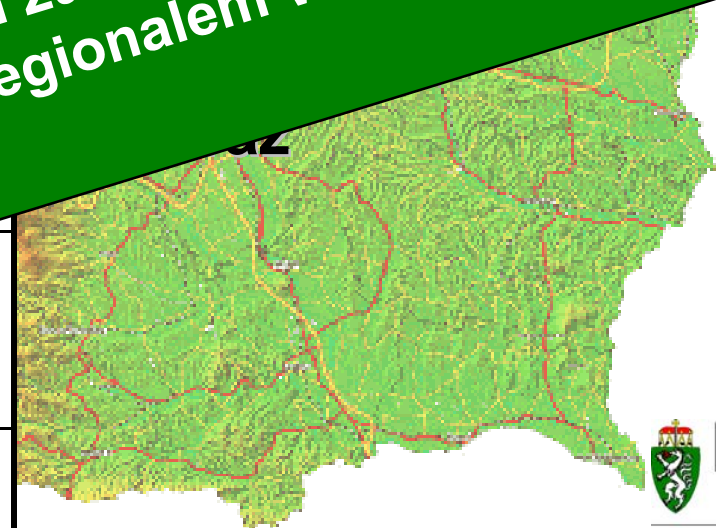


# Waldhackgut für FT-Dieselmotoren Machbarkeit Demonstrationsanlage

## In Richtung Nachhaltigkeit

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

<b>Hackgut</b>	
<b>Biotreibstoff</b>	
Brennstoff	$1.6 \text{ MW}_f$
Strom (net)	$1.6 \text{ MW}_{el}$
Wärme (70%)	$5.8 \text{ MW}_{th}$
<b>Effizienz</b>	<b>80%</b>
(Strom 11%, Wärme 40%, Treibst. 29%)	



# Die Treibstoffe der Zukunft

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

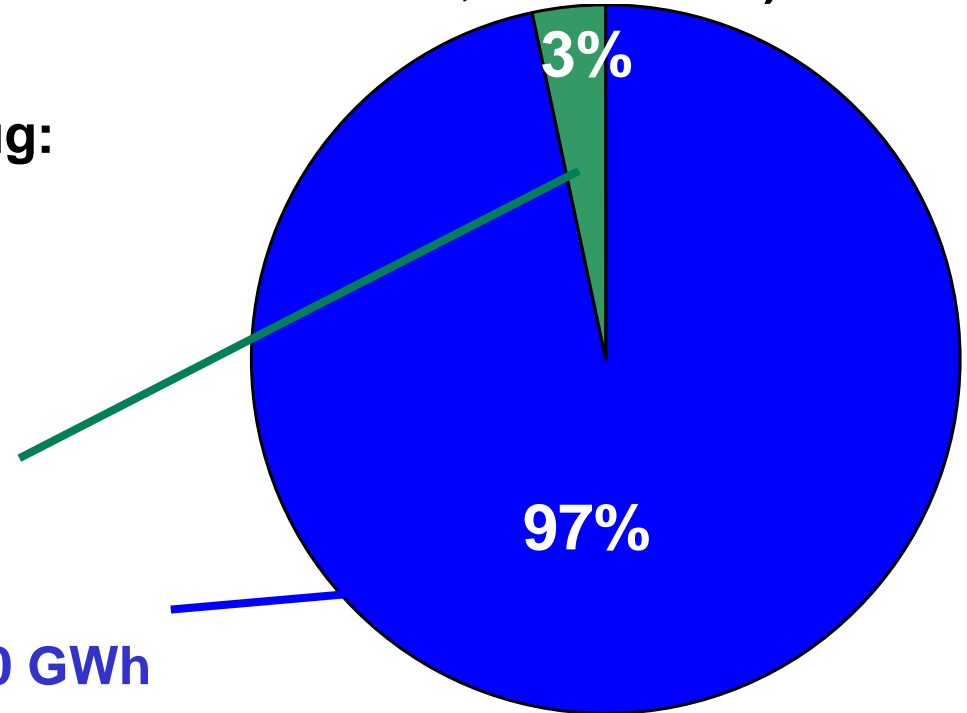
„E-Mobility“  
Batterie-Elektrofahrzeug

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

INNOVATION aus TRADITION

# 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
- ▶ Strombedarf E-Mobility: 2.000 GWh/a
- ▶ Strombedarf Österreich (2006) 59.000 GWh

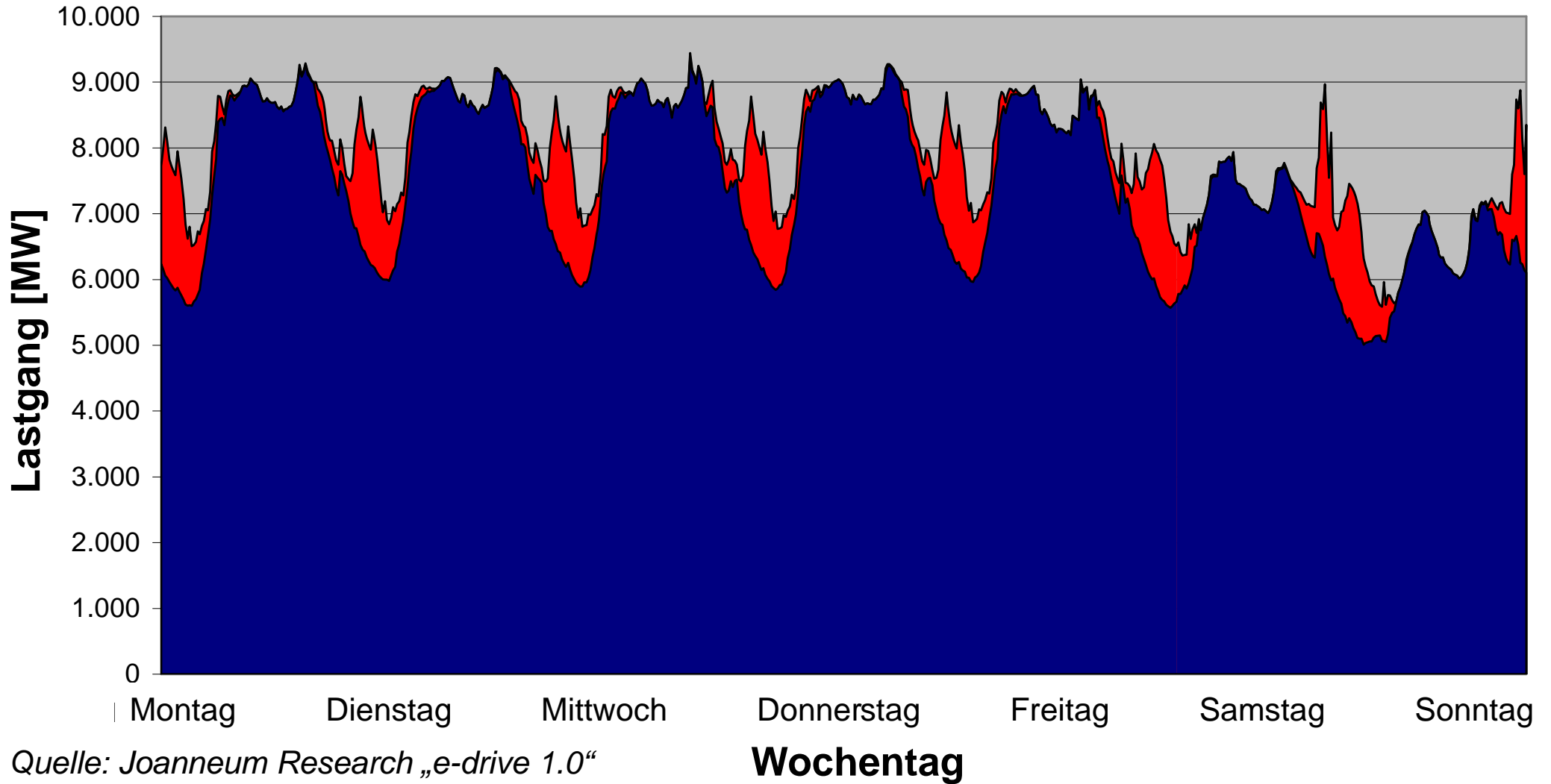


*Zum Vergleich: Stromzuwächse jährliche 2 – 4%*

**ABER**

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

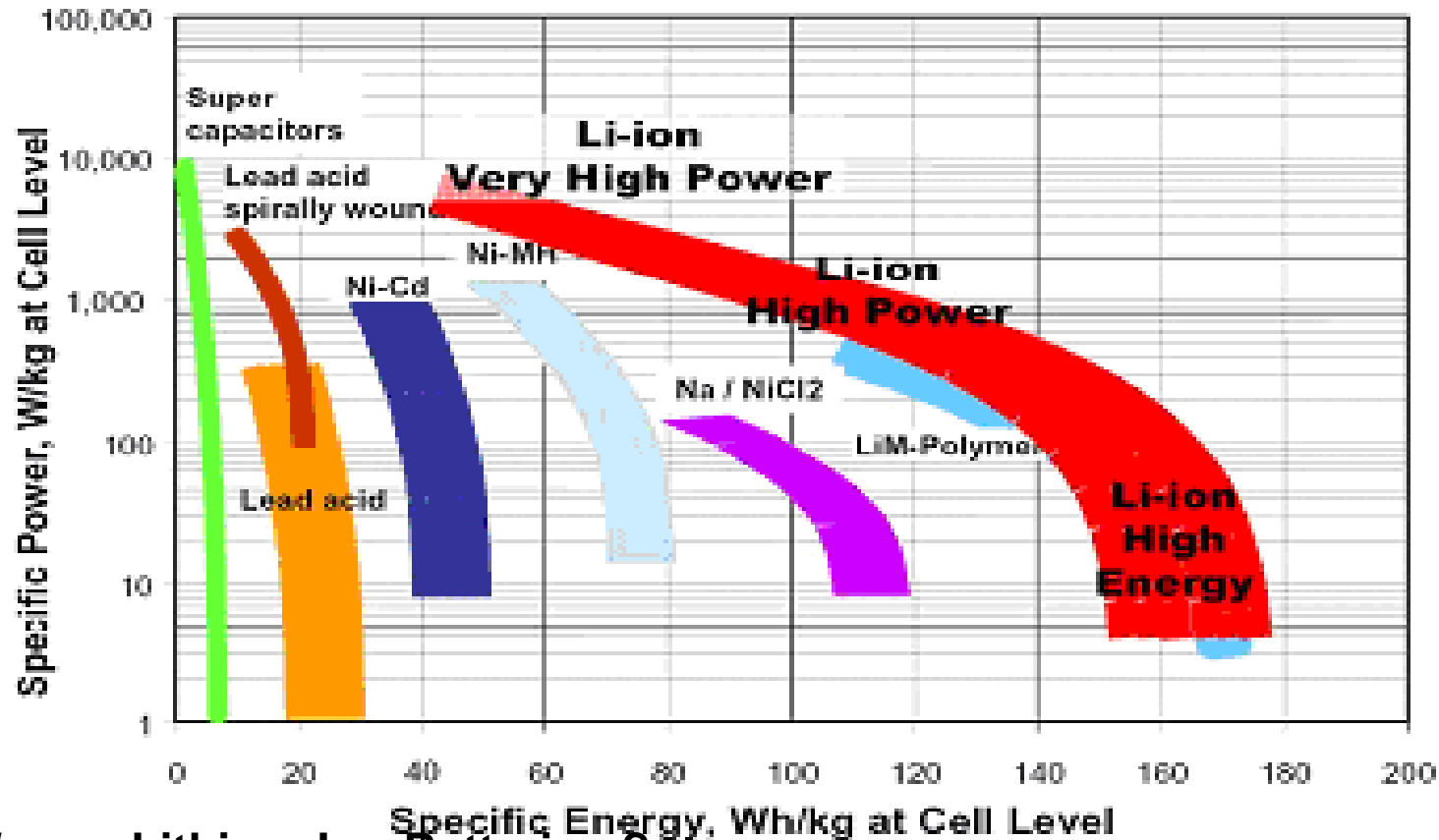
# Lastprofil in einer Winterwoche mit 1,5 Mio. Batterie-Elektrofahrzeugen



■ Batterie-Elektrofahrzeuge

■ Öffentl. Stromnetz

# Kennndaten von Batteriesystemen



Warum Lithium-Ion-Batterien ?

⇒ Höhere Energiedichte und/oder Leistung als andere Batterien

**ABER**

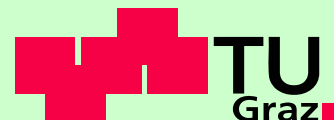
- 1) Hohe Investitionskosten derzeit etwa 20.000 €/PKW  
Massenproduktion zu Kostenreduktion notwendig
- 2) Lebensdauer und 3) Betrieb bei < 0°C

# 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:

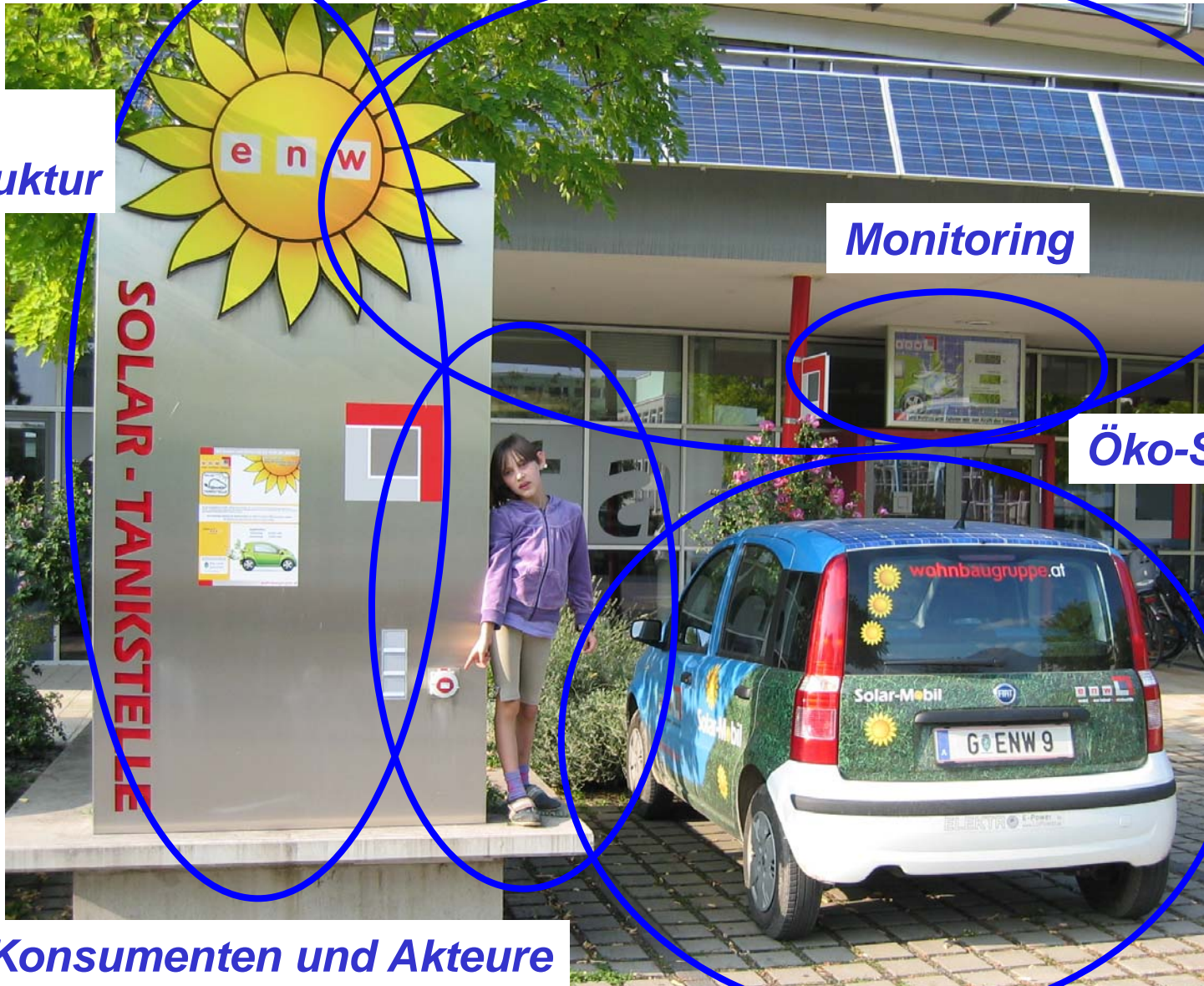


N aus TRADITION

# Die Chancen & Herausforderungen

Lade-  
infrastruktur

www.joanneum.at



Monitoring

Öko-Stromerzeugung

Fahrzeuge

Konsumenten und Akteure

aus TRADITION

# Die Treibstoffe der Zukunft

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

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

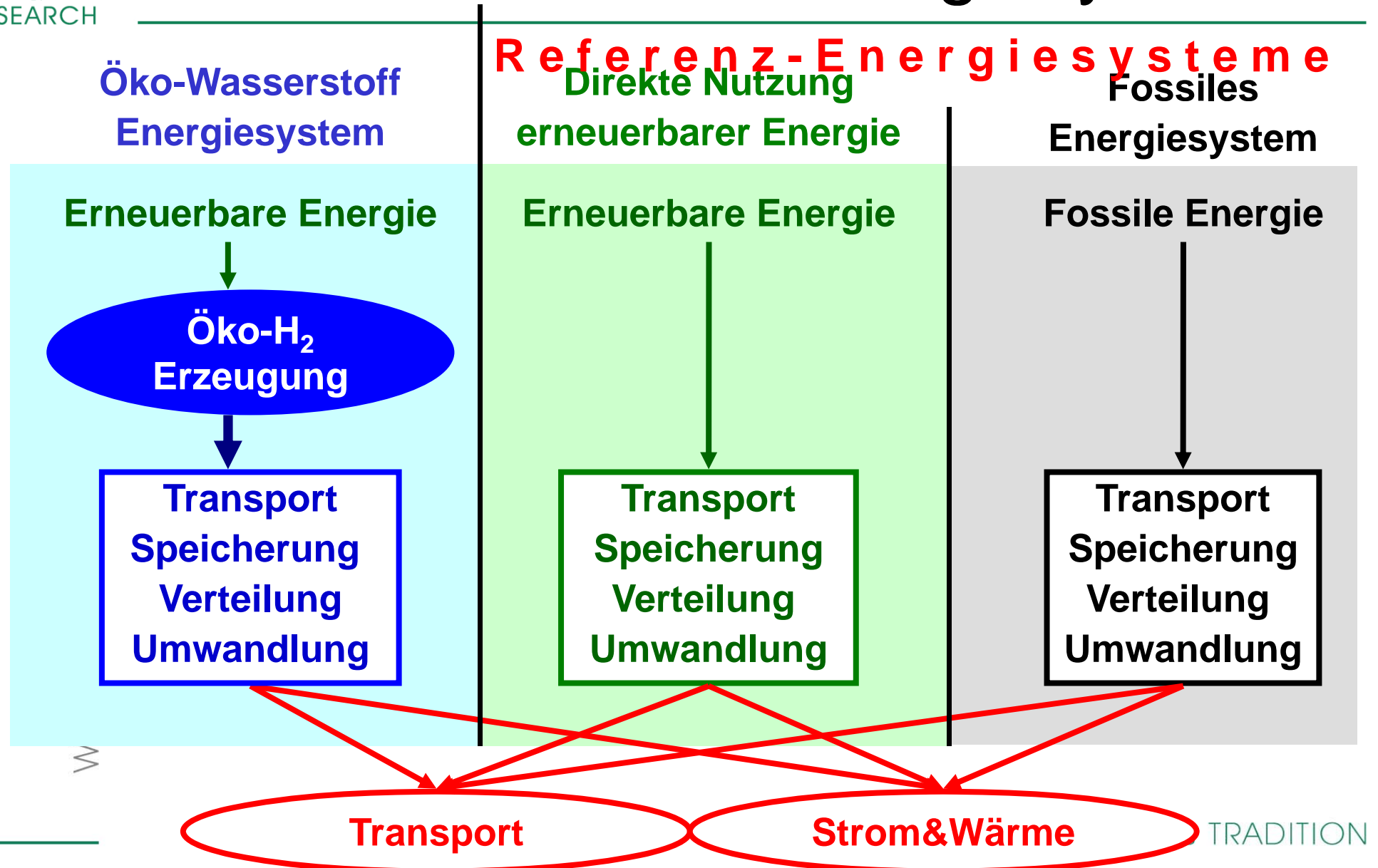
**„B-Mobility“**  
**Biotreibstoff-Fahrzeug mit**  
**- Verbrennungskraftmotor (inkl. Hybrid)**  
**- Brennstoffzelle**



# Erzeugung und Nutzung Öko-Wasserstoff



# Öko-Wasserstoff im Vergleich zu anderen Energiesystemen

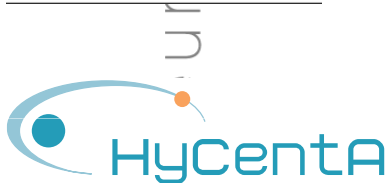


# „Die Öko-Wasserstoff-Tankstelle der Zukunft“

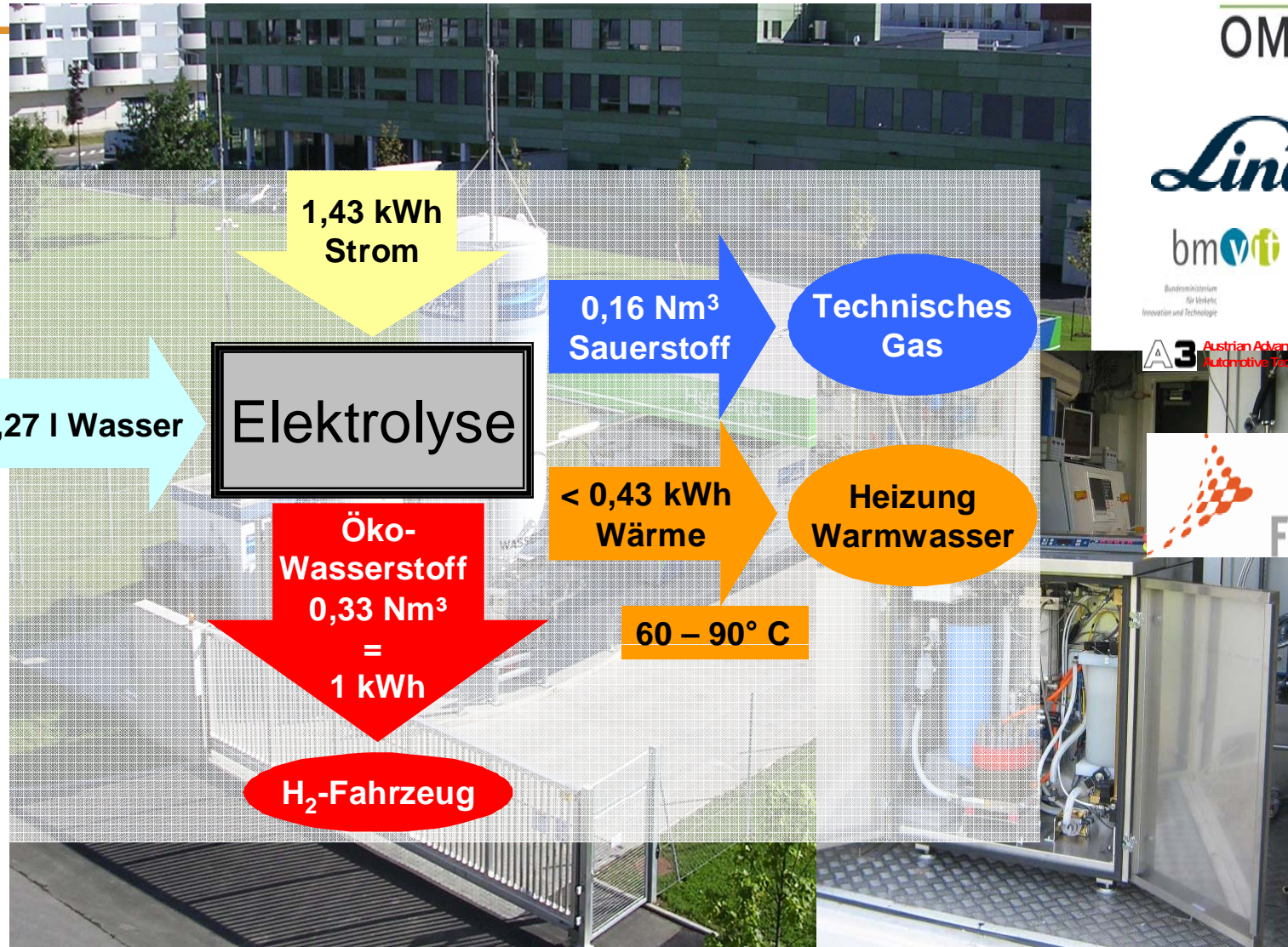
BIOVEST CONSULTING

**WEIZER natur energie**  
Die Energie für Umweltbewusste.  
[www.weizernaturenergie.at](http://www.weizernaturenergie.at)

 **Das Land Steiermark**  
→ Wissenschaft und Forschung

 HyCentra

JOANNEUM  
RESEARCH  
[www.joanneum.at](http://www.joanneum.at)



 OMV

 Linde

 bm vti  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

 A3 Austrian Advanced Automotive Technology

 FFG

# 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>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Treibstoff- Erzeugung</b>			
<b>Tankstellen Infrastruktur</b>			
<b>Fahrzeuge</b>			

# Stand der Technik und Infrastruktur

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

- 1) 1. Generation Biotreibstoffe: Biodiesel, Bioethanol aus Zucker und Stärke**  
**2) 2. Generation Biotreibstoffe: synthetische Biotreibstoffe und Bioethanol aus Holz und Stroh**

# Stand der Technik und Infrastruktur

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

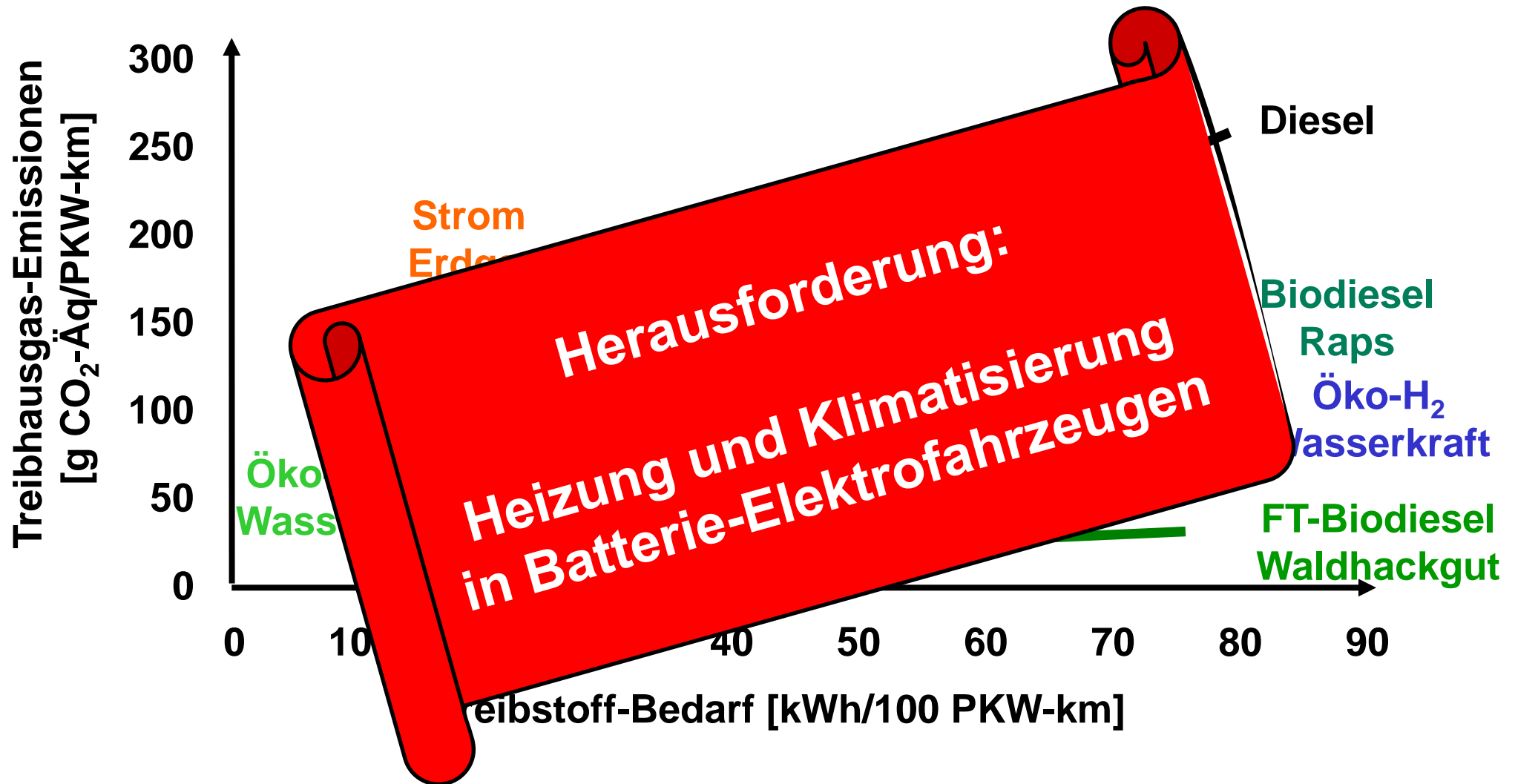
- 1) 1. Generation Biotreibstoffe: Biodiesel, Bioethanol aus Zucker und Stärke**  
**2) 2. Generation Biotreibstoffe: synthetische Biotreibstoffe und Bioethanol aus Holz und Stroh**

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

- 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

# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	B-Mobility	E-Mobility	H <sub>2</sub> -Mobility
<b>Primärenergie</b>			
<b>Treibstoffherzeugung- Technologie</b>			
<b>Nachhaltigkeit</b>			
<b>Lokale Emissionen</b>			
<b>Infrastruktur</b>			
<b>Fahrzeug- Technologie</b>			
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>			

# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	<b>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Primärenergie</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>
<b>Treibstoffherzeugung- Technologie</b>			
<b>Nachhaltigkeit</b>			
<b>Lokale Emissionen</b>			
<b>Infrastruktur</b>			
<b>Fahrzeug- Technologie</b>			
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>			

# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	<b>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Primärenergie</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>
<b>Treibstoffherzeugung-Technologie</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>Lokale Emissionen</b>			
<b>Infrastruktur</b>			
<b>Fahrzeug- Technologie</b>			
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>			

# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	<b>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Primärenergie</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>
<b>Treibstoffherzeugung-Technologie</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/Biotreibstoff</b>	<b>erneuerbar</b>	<b>erneuerbar</b>
<b>Lokale Emissionen</b>			
<b>Infrastruktur</b>			
<b>Fahrzeug- Technologie</b>			
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>			

# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	<b>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Primärenergie</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>
<b>Treibstoffherzeugung-Technologie</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/Biotreibstoff</b>	<b>erneuerbar</b>	<b>erneuerbar</b>
<b>Lokale Emissionen</b>	<b>ja</b>	<b>nein</b>	<b>gering</b>
<b>Infrastruktur</b>			
<b>Fahrzeug- Technologie</b>			
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>			

# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	<b>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Primärenergie</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>
<b>Treibstoffherzeugung-Technologie</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/Biotreibstoff</b>	<b>erneuerbar</b>	<b>erneuerbar</b>
<b>Lokale Emissionen</b>	<b>ja</b>	<b>nein</b>	<b>gering</b>
<b>Infrastruktur</b>	<b>existiert</b>	<b>existiert teilweise</b>	<b>existiert nicht</b>
<b>Fahrzeug- Technologie</b>			
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>			

# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

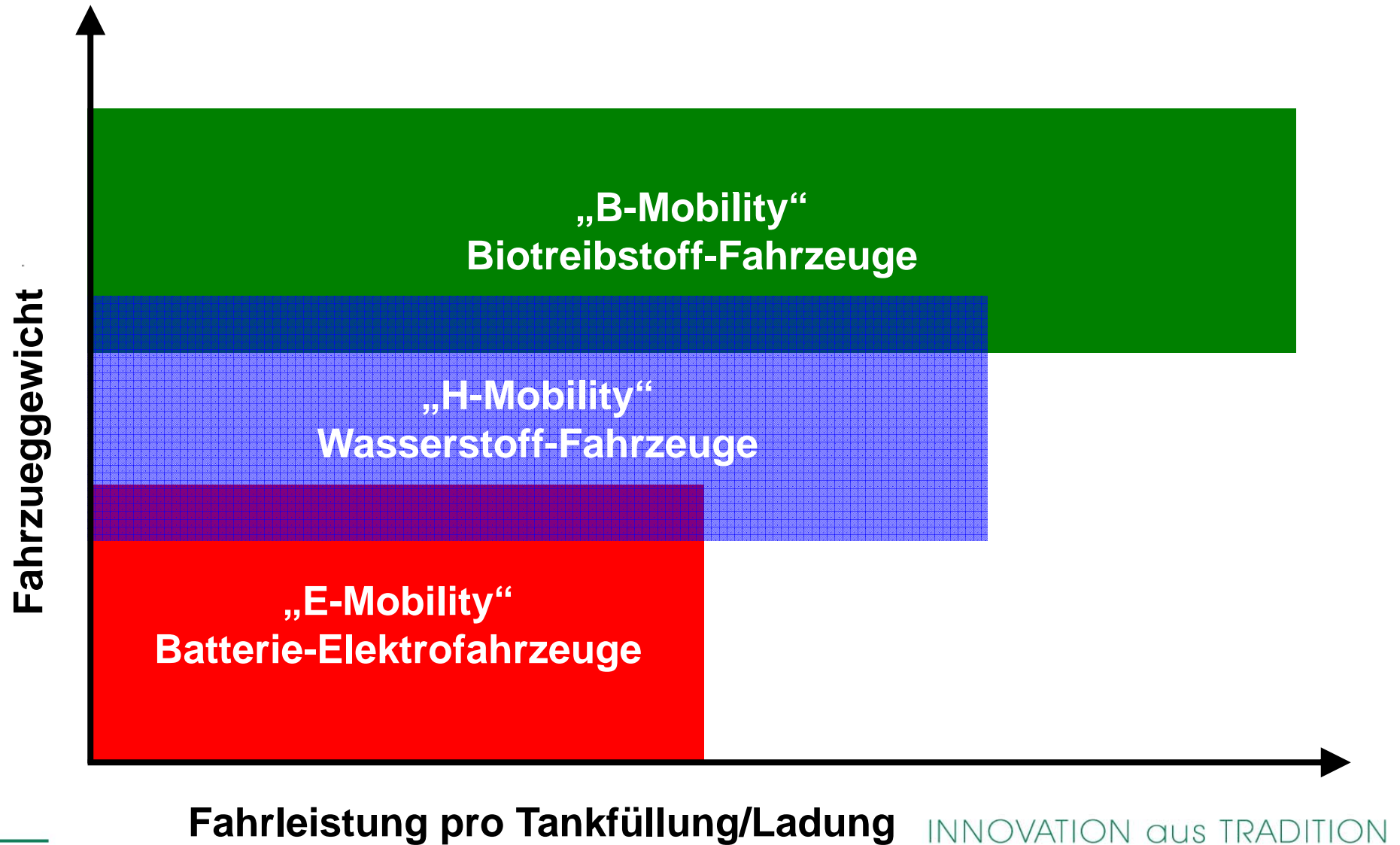
	<b>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Primärenergie</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>
<b>Treibstoffherzeugung-Technologie</b>	1. Generation existiert 2. Generation in Entwicklung	existiert	fossil existiert erneuerbare in Entwicklung
<b>Nachhaltigkeit</b>	Nahrung/Futter/Biotreibstoff	erneuerbar	erneuerbar
<b>Lokale Emissionen</b>	ja	nein	gering
<b>Infrastruktur</b>	existiert	existiert teilweise	existiert nicht
<b>Fahrzeug- Technologie</b>	existiert	Entwicklung	Entwicklung
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>			



# Vergleich der erneuerbaren Treibstoffe

	<b>B-Mobility</b>	<b>E-Mobility</b>	<b>H<sub>2</sub>-Mobility</b>
<b>Primärenergie</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>	<b>vielfältig</b>
<b>Treibstoffherzeugung-Technologie</b>	1. Generation existiert 2. Generation in Entwicklung	existiert	fossil existiert erneuerbare in Entwicklung
<b>Nachhaltigkeit</b>	Nahrung/Futter/Biotreibstoff	erneuerbar	erneuerbar
<b>Lokale Emissionen</b>	ja	nein	gering
<b>Infrastruktur</b>	existiert	existiert teilweise	existiert nicht
<b>Fahrzeug- Technologie</b>	existiert	Entwicklung	Entwicklung
<b>Fahrzeug-Eigenschaften (Reichweite/Betankungszeit)</b>	wie gewohnt	sehr ungewohnt	etwas ungewohnt

# Optimale Anwendungsbereiche für Fahrzeuge & erneuerbaren Treibstoffen



# Die Herausforderungen

