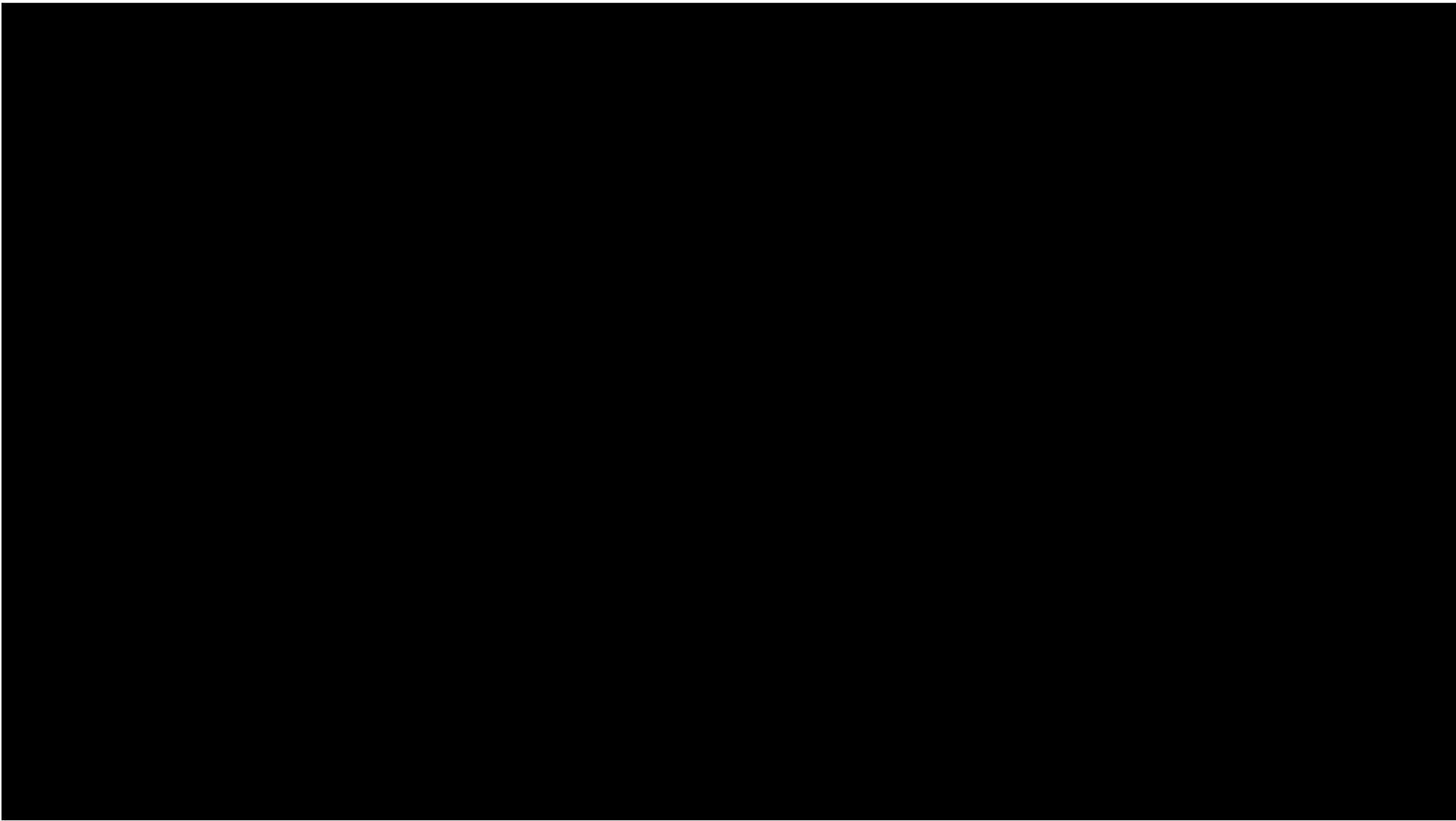
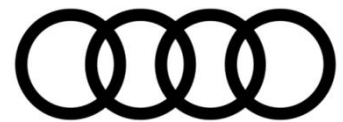




Die Energiewende im Tank

Dr. Hermann Pengg, AUDI AG





Die Energiewende im Tank

Dr. Hermann Pengg, AUDI AG

Agenda

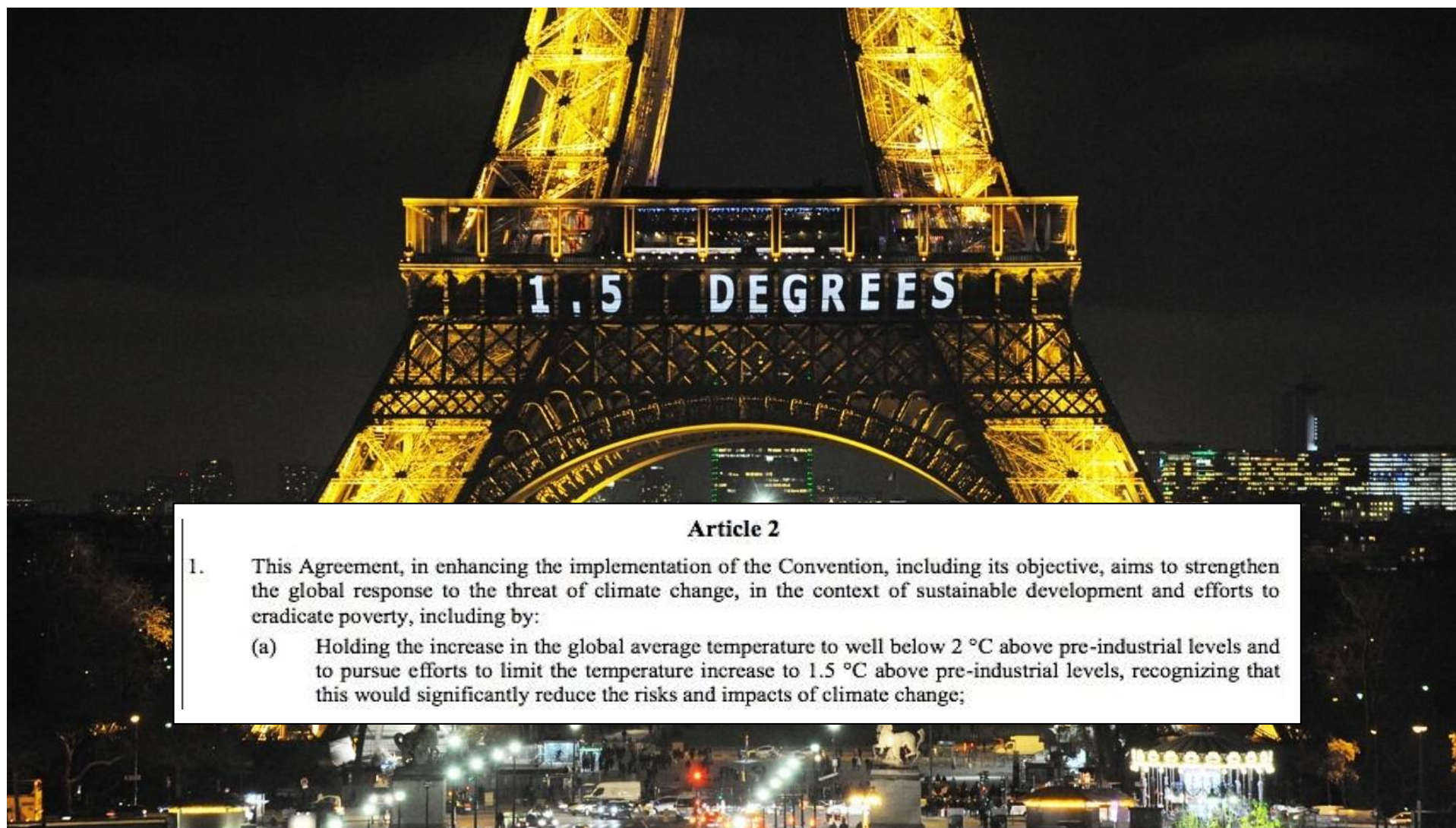
1 Probleme

2 Bewertungsmethode für Umweltauswirkungen

3 Elektromobilität

4 Erneuerbare Kraftstoffe

5 Fazit



Article 2

1. This Agreement, in enhancing the implementation of the Convention, including its objective, aims to strengthen the global response to the threat of climate change, in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty, including by:
 - (a) Holding the increase in the global average temperature to well below 2 °C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change;

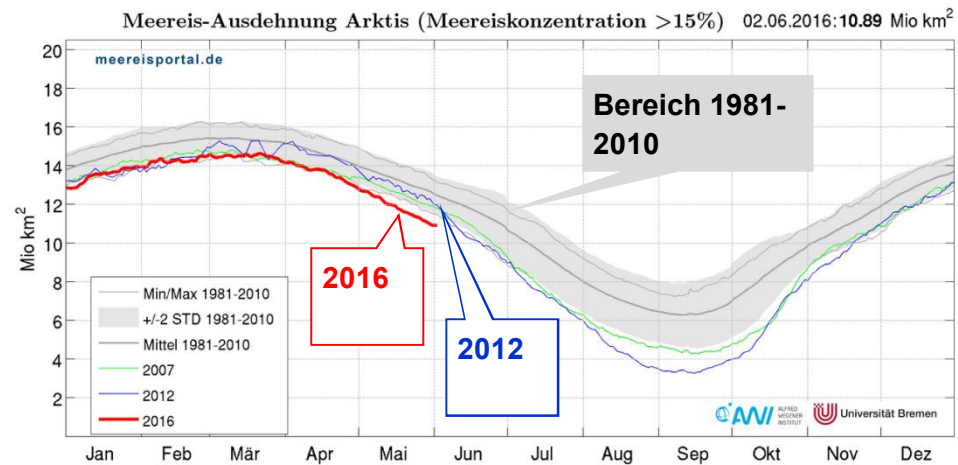


**Was würde passieren,
wenn das Eis
vollständig
abschmilzt?**





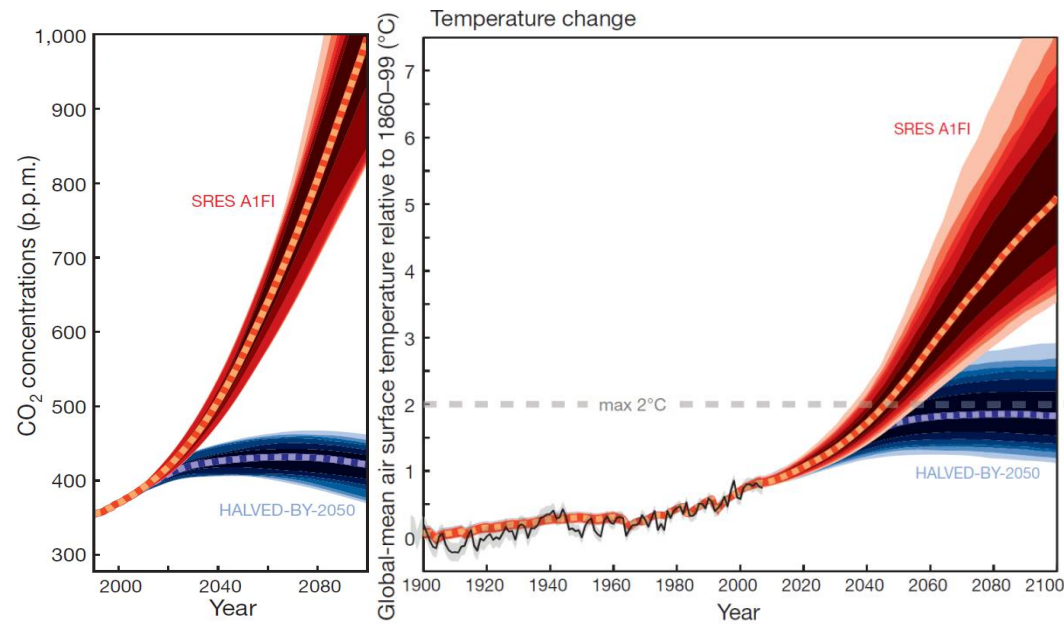
Das Eis am Nordpol schmilzt rascher als je zuvor





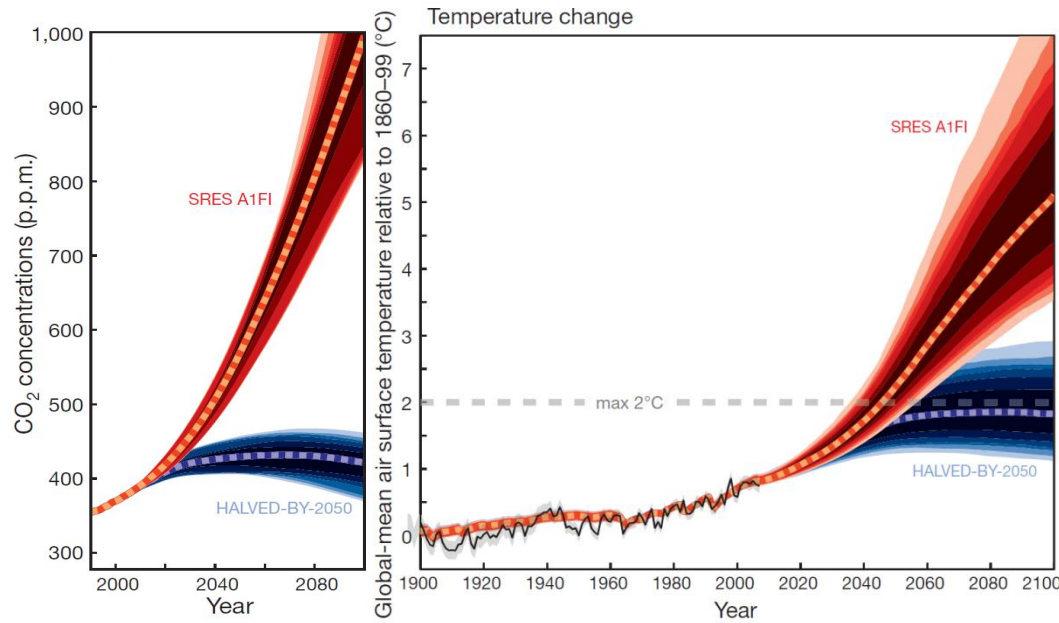
1 Probleme

Problem 1: Zur Einhaltung des 2°C-Zieles ist es notwendig, die Emissionen von 1990 bis 2050 zu halbieren

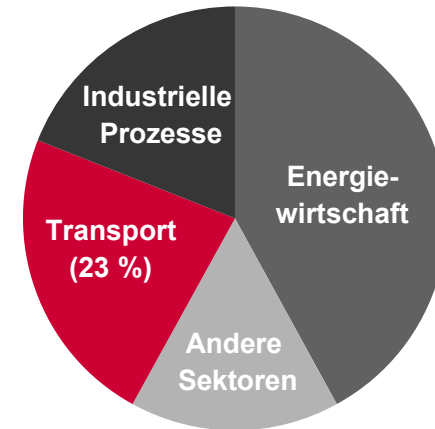


Quellen: Meinshausen (2009) „Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C“; IEA (2015) „Key trends in CO₂ emissions“; VW (2014) „Nachhaltigkeitsbericht“ Scope 3 THG Emissions für 2013 321 Mio. t CO₂

Problem 1: der Transportsektor ist für mehr als 20% aller direkten CO₂-Emissionen verantwortlich



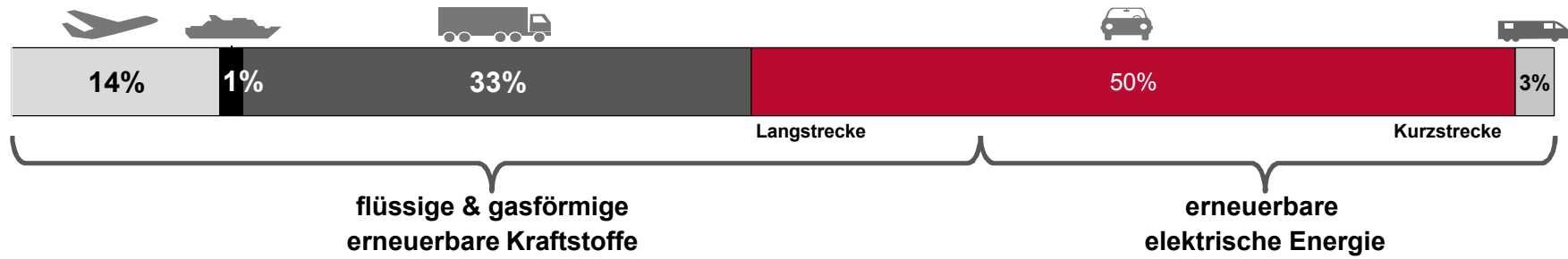
**Weltweite CO₂-Emissionen
33.000 Mio. T CO₂ (2013)**



Quellen: Meinshausen (2009) „Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C“; IEA (2015) „Key trends in CO₂ emissions“; VW (2014) „Nachhaltigkeitsbericht“ Scope 3 THG Emissions für 2013 321 Mio. t CO₂

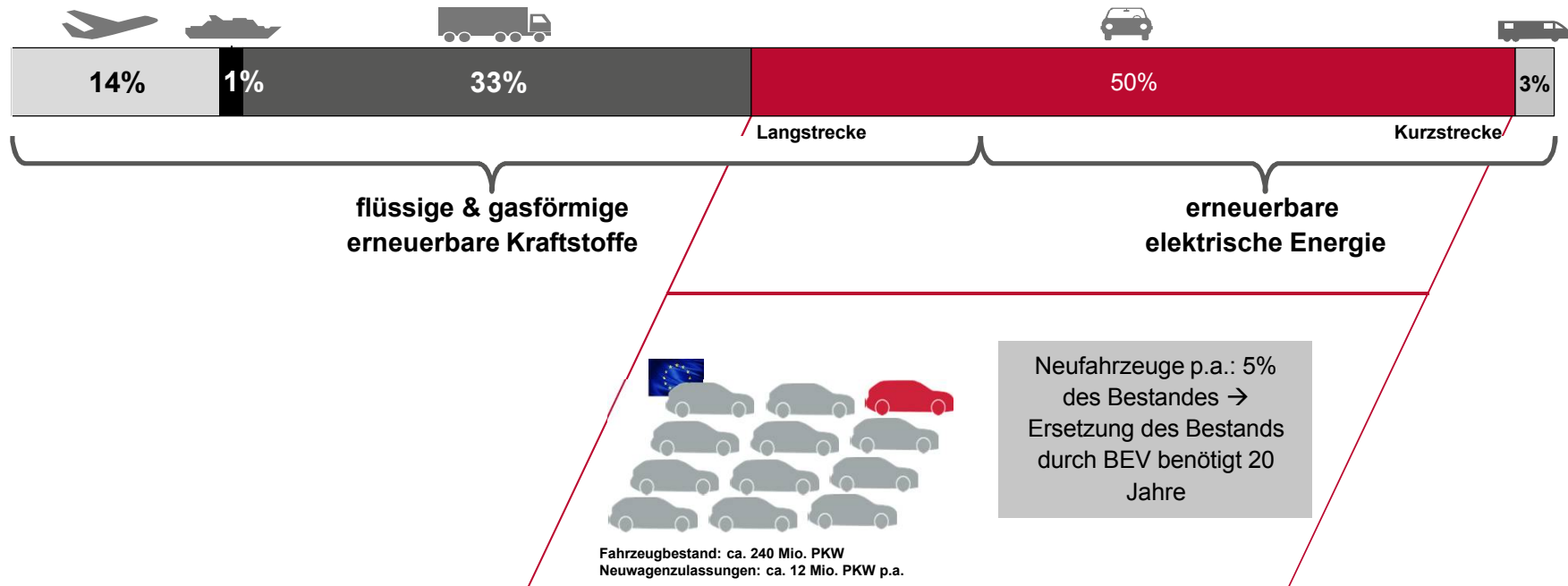


Problem 2 (Bsp. EU): Der Transportsektor kann nur zu ca. 50% mit Elektromobilität CO2-neutral gemacht werden





Die Ersetzung des Fahrzeugbestands durch BEV (battery electric vehicle) benötigt 20 Jahre

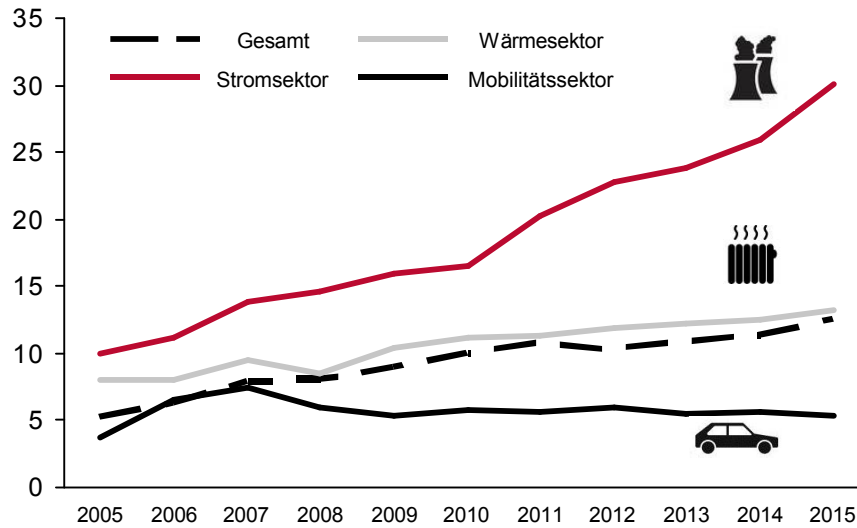


Quellen: Eurostat, European Commission, DG Energy and Transport: European Energy and Transport, Trends to 2030
Institut der deutschen Wirtschaft Köln – CO2-Regulierung in Europa



Die Dekarbonisierung des Transportsektors in Deutschland stagniert seit Jahren

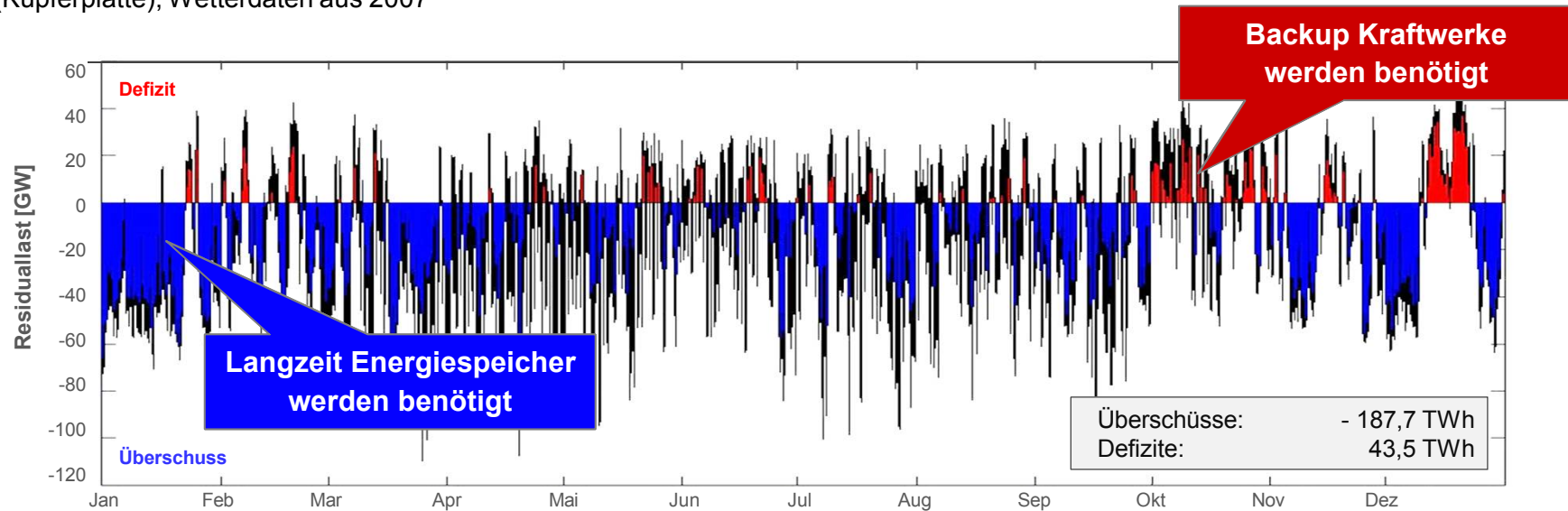
Anteil Erneuerbarer Energie in Deutschland nach Sektoren in %





Problem 3 (Bsp DE): in einem Stromsystem mit ca 80% erneuerbarer Energien geht ca 30% der Energie verloren

Simulation der Residuallast bei 78% Anteil Erneuerbarer Energien in Deutschland, keine Exporte/Importe, idealer Netzausbau (Kupferplatte), Wetterdaten aus 2007

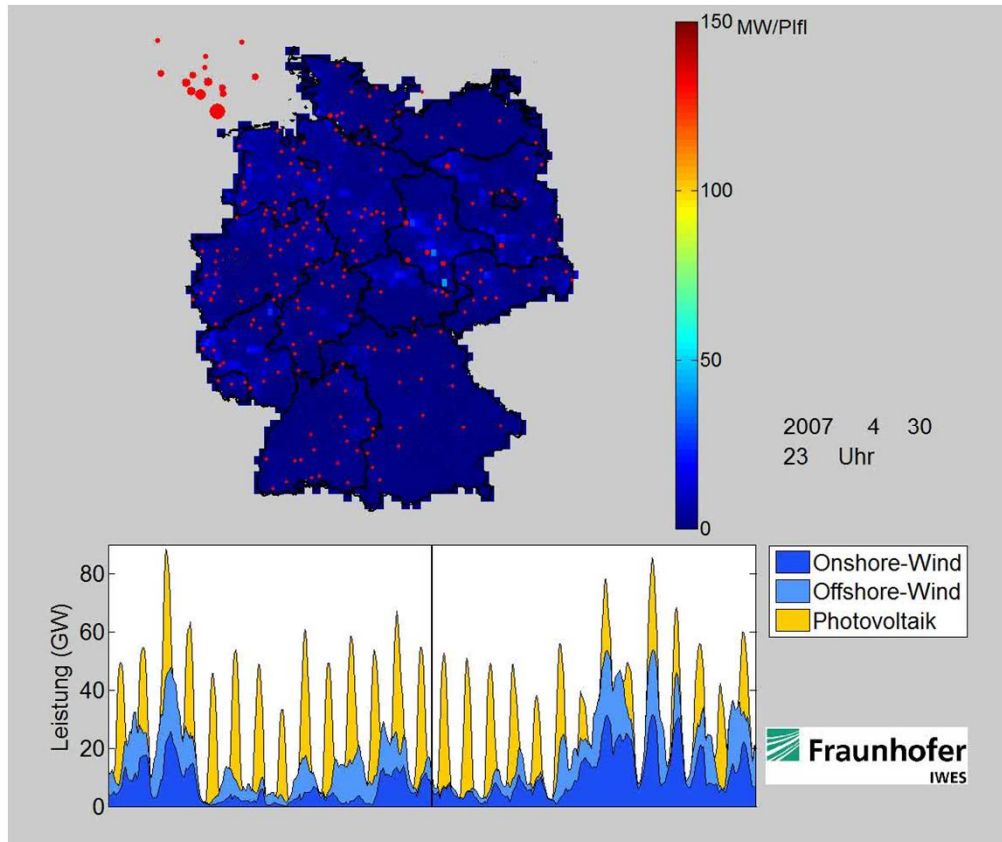




Bereits ab 2020 werden in Deutschland Probleme aufgrund der fluktuierenden erneuerbaren Energien auftreten

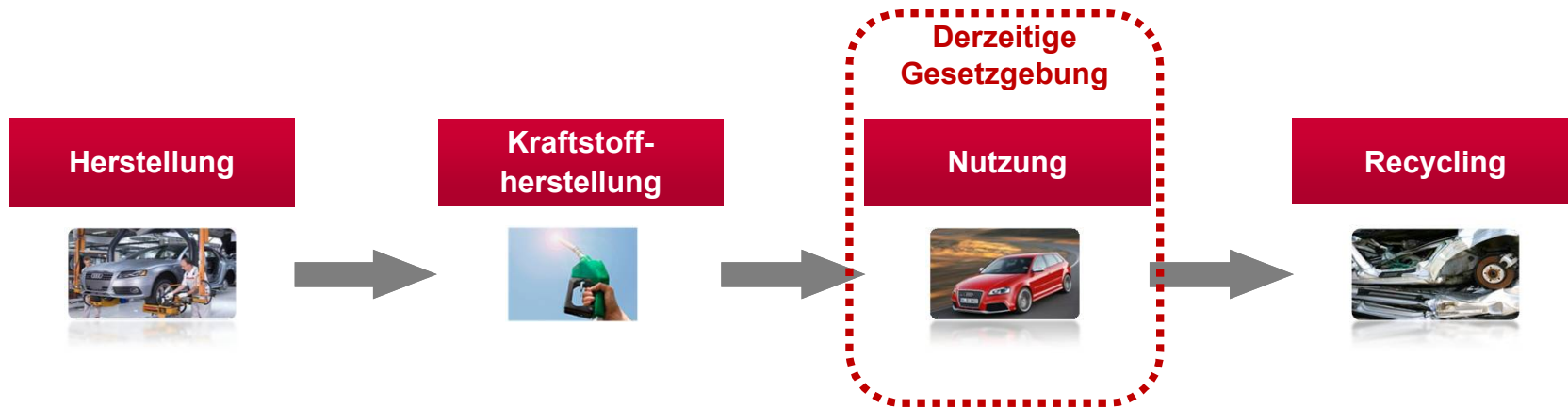


Bereits ab 2020 werden in Deutschland Probleme aufgrund der fluktuierenden erneuerbaren Energien auftreten



3 Bewertungsmethode für Umweltauswirkungen

Mittels Lebenszyklusanalyse können alle Arten von Emissionen einer Fahrzeugtechnologie vollständig erfasst werden



Ganzheitliche Betrachtung – „Cradle to Grave“

Lebenszyklusanalyse für A3, 200.000 km Laufleistung; Emissionsangaben in g/km

Kompaktklasse	Kraftstoffproduktion	Fahrzeugherstellung	Auspuff	Summe*
Verbrenner (Benzin)			114	
Elektrofahrzeug (Strommix / Windenergie)			0	
Audi A3 g-tron (mit Audi e-gas)			92	

*Recycling: ca 1% aller Emissionen bei TFSI; hier vernachlässigt

Lebenszyklusanalyse für A3, 200.000 km Laufleistung; Emissionsangaben in g/km

Kompaktklasse	Kraftstoffproduktion	Fahrzeugherstellung	Auspuff	Summe *
Verbrenner (Benzin)	25		114	Σ 139
Elektrofahrzeug heute (Strommix)	60**		0	Σ 60
Audi A3 g-tron (mit Audi e-gas)	20 e-gas plant -92		92	Σ 20 e-gas plant

*Recycling: ca 1% aller Emissionen bei TFSI; hier vernachlässigt

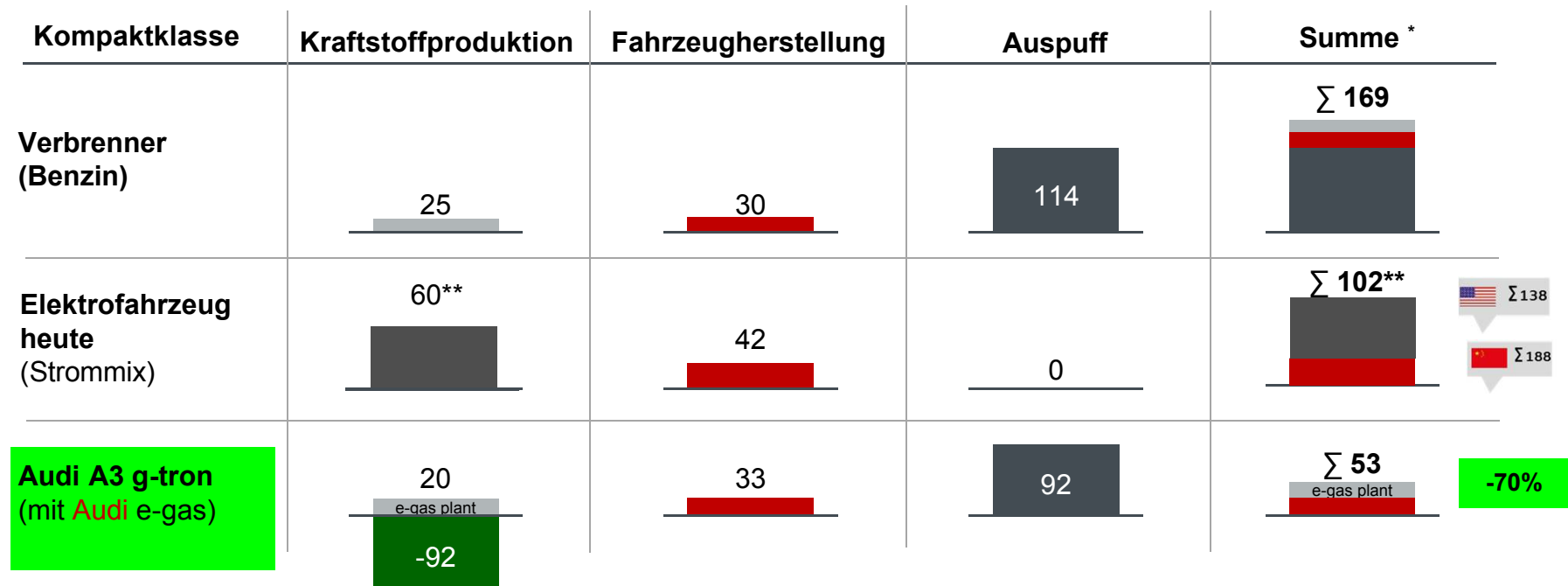
**EU-Strommix 2015

Lebenszyklusanalyse für A3, 200.000 km Laufleistung; Emissionsangaben in g/km

Kompaktklasse	Kraftstoffproduktion	Fahrzeugherstellung	Auspuff	Summe *
Verbrenner (Benzin)	25		114	Σ 139
Elektrofahrzeug (Windenergie)	1		0	Σ 1
Audi A3 g-tron (mit Audi e-gas)	20 e-gas plant -92		92	Σ 20 e-gas plant

*Recycling: ca 1% aller Emissionen bei TFSI; hier vernachlässigt

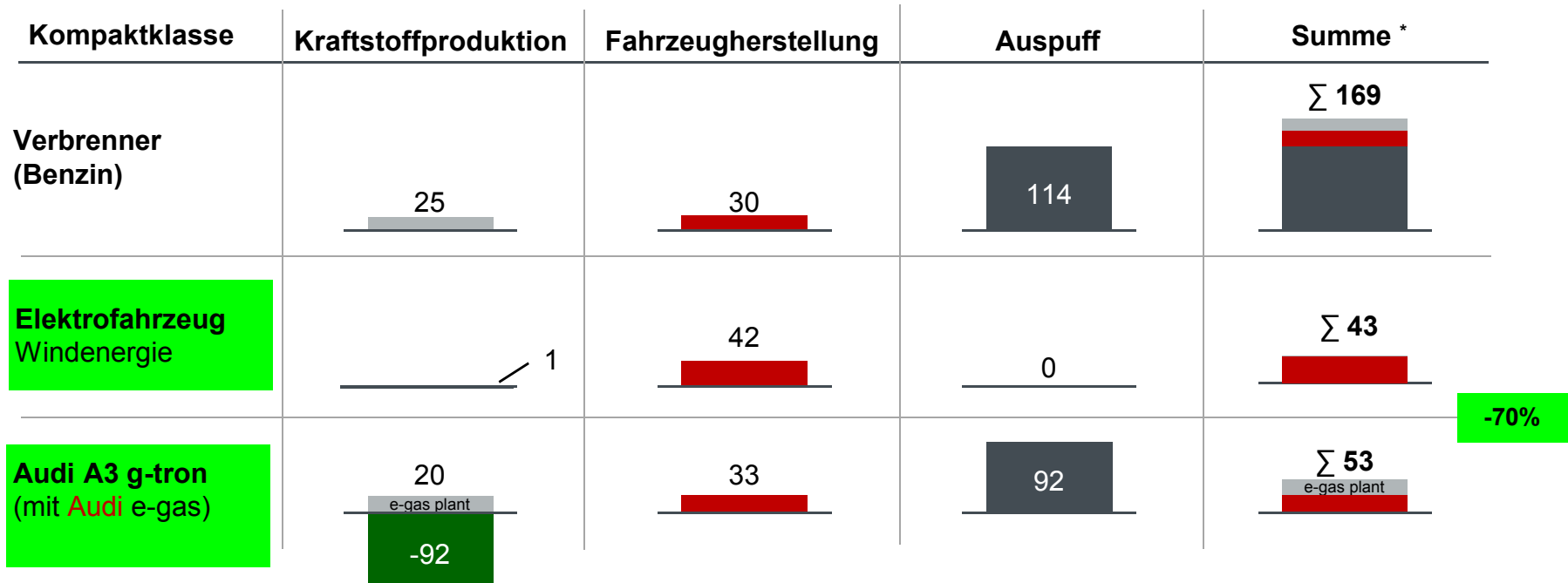
Lebenszyklusanalyse für A3, 200.000 km Laufleistung; Emissionsangaben in g/km



*Recycling: ca 1% aller Emissionen bei TFSI; hier vernachlässigt

** EU-Strommix 2015

Lebenszyklusanalyse für A3, 200.000 km Laufleistung; Emissionsangaben in g/km

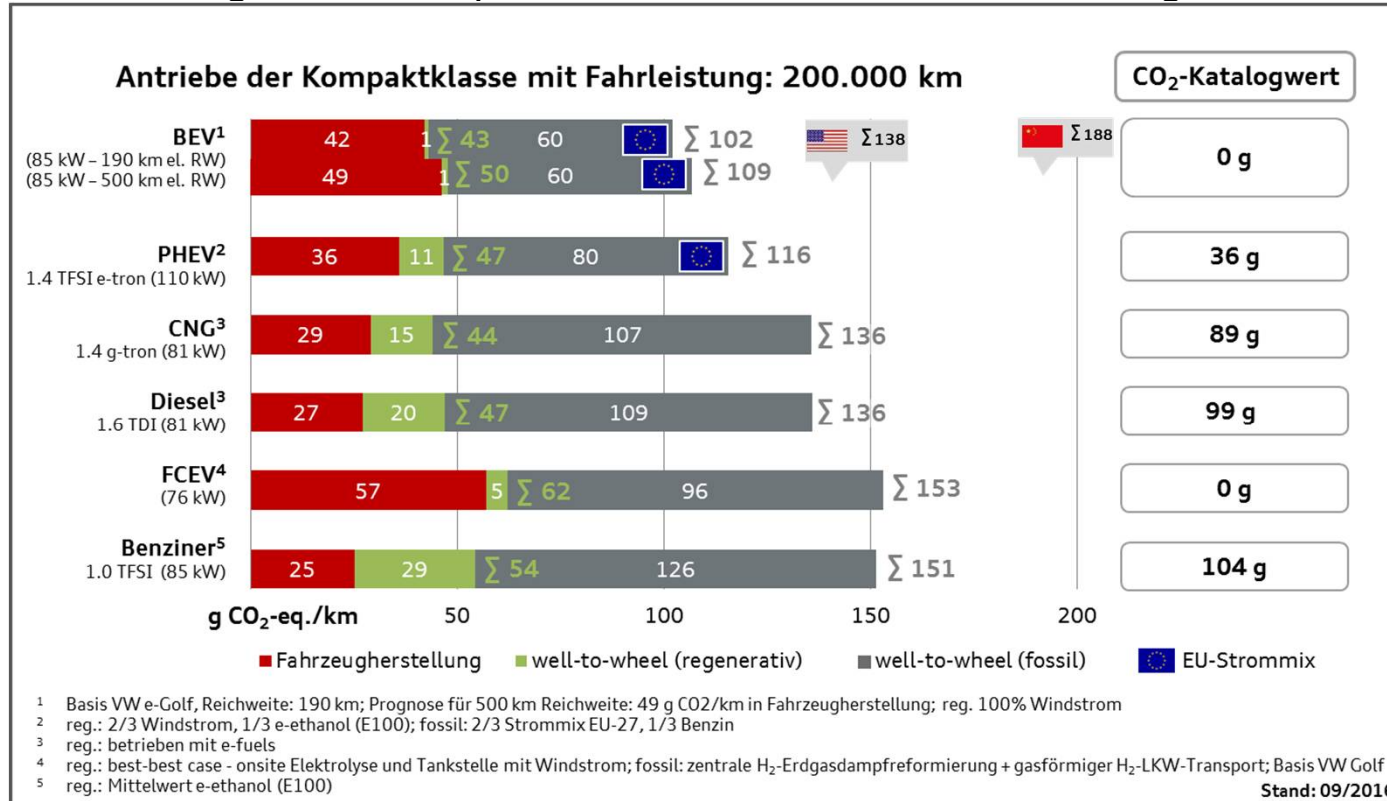


*Recycling: ca 1% aller Emissionen bei TFSI; hier vernachlässigt

** EU-Strommix 2015

Nicht das Antriebskonzept entscheidet über die Nachhaltigkeit unserer Produkte, sondern der verwendete Energieträger

„Cradle-to-grave“ - Kompaktklasse - A-Baureihe, Fahrleistung: 200 T. km



[Quelle: eigene Berechnungen von I/EG-X2]

3 Elektromobilität

**Das BEV hat viele Produktvorteile, die eine rasche Ausbreitung möglich machen;
Batteriekosten sind derzeit noch immer zu hoch**

Produktvorteile des BEV:

- Beschleunigung
- Effizienz des Antriebs
- Weniger bewegte Teile, kein Kraftstoff, keine Abgasnachbehandlung
- Weniger Wartung
- Lokal emissionsfrei
- Leise
- Leichter adaptierbar für automated driving

Batteriekosten:

2013: 300-600 \$/kWh

2016: 100-300 \$/kWh

Break even Verbrenner: < 50 \$/kWh

Für rasche und nachhaltige Ausbreitung von BEV / PHEV Technologien sind systemische und fahrzeugseitige Entwicklungen notwendig

	kurzfristig	mittelfristig
System	Grünstrom bilanziell verpflichtend (Zertifikate) Infrastruktur-Normierung und -sharing	Grünstrom physikalisch (systemorientiertes und bidirektionales Laden)
Fahrzeug	Batterie: Kosten	Batterie: 2nd use Recycling

4 Erneuerbare Kraftstoffe

Erneuerbare Kraftstoffe der ersten Generation reichen nicht aus – neue Kraftstoffgenerationen bieten Zusatzpotentiale und hohe CO₂-Reduktion

Fossile Kraftstoffe



- > Hohe CO₂-Emissionen
- > Umweltfolgeschäden
- > ...



**Biokraftstoffe
(Energiepflanzen)**



- > Begrenztes Mengenpotenzial
- > Konkurrenz Tank-Teller
- > Geringes CO₂-Reduktionspot.
- > ...



Audi e-fuels

Biokraftstoffe (Abfall)	Strombasierte Kraftstoffe
	
	
	

- > CO₂-Reduktion > 70% Well-to-Wheel
- > Keine Konkurrenz Tank Teller
- > 100 % kompatibel zur Infrastruktur und Motorentechnologie
- > Audi e-fuels = bessere Verbrennungseigenschaften

Audi e-fuels

Erneuerbare Energien



+

Wasser



+

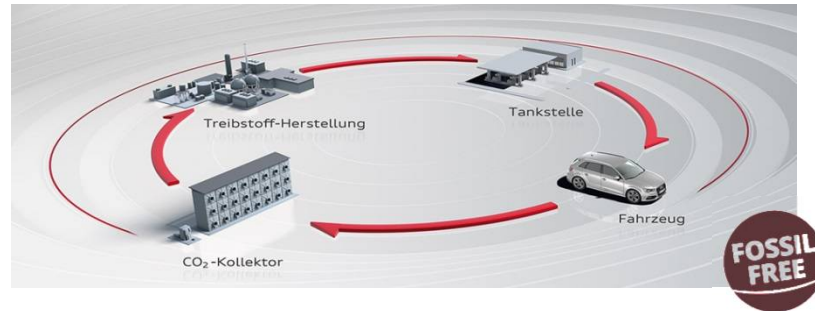
CO₂ / Reststoffe



Audi e-fuels



Nutzung von CO₂ als Rohstoff für Audi e-fuels



Audi e-benzin®

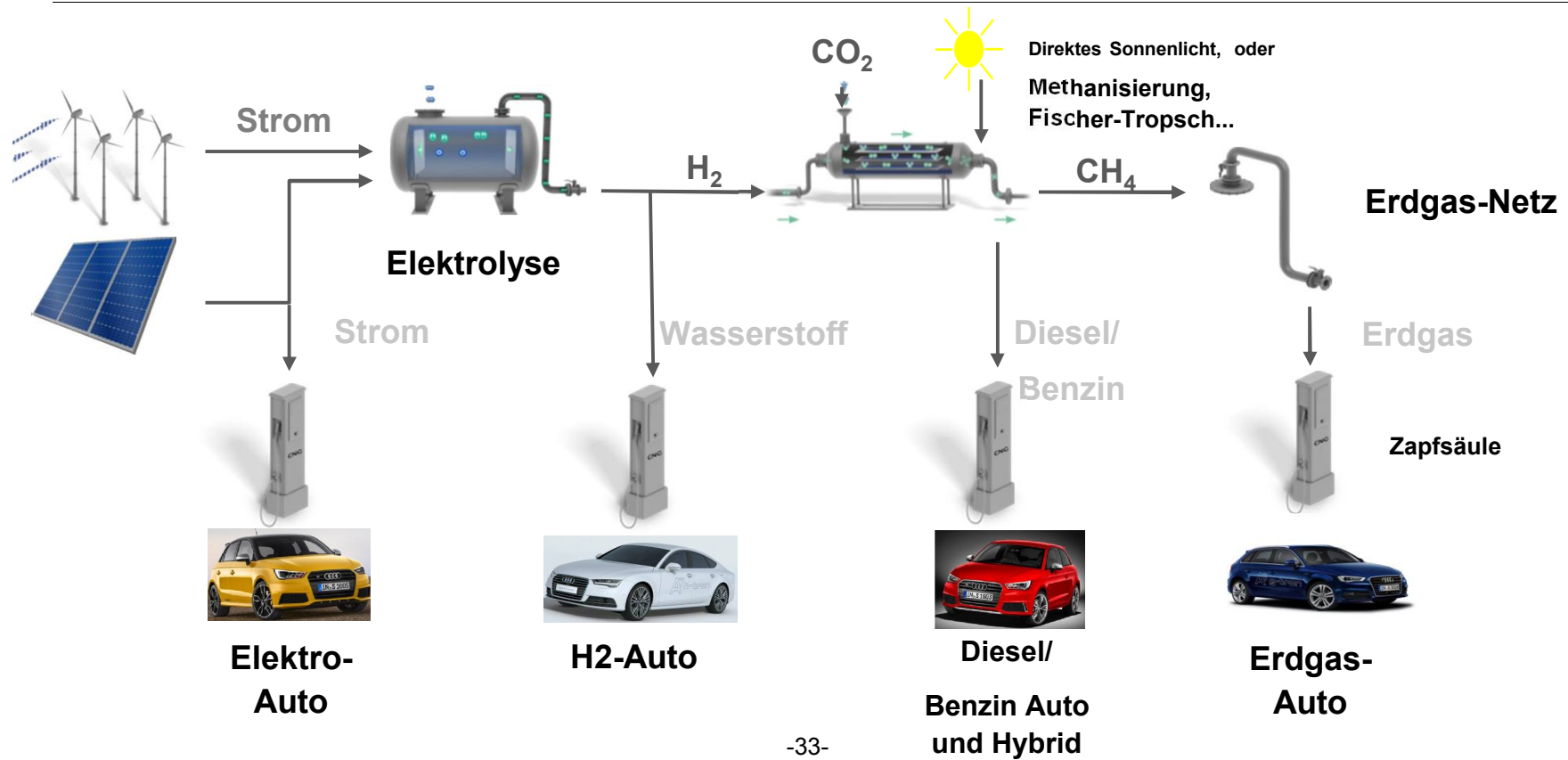
Audi e-diesel®

Audi e-hydrogen®

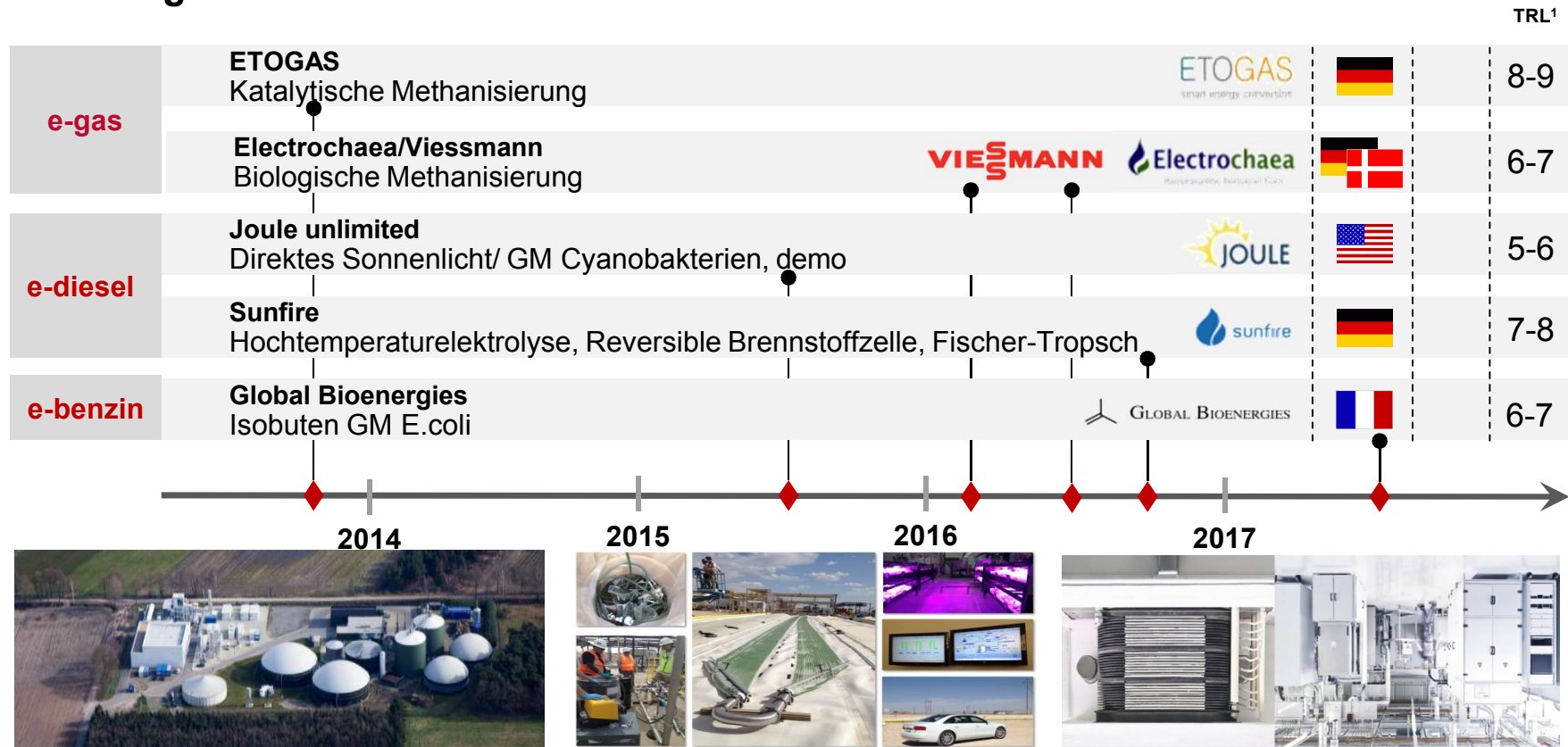
Audi e-gas®

Audi e-power

Strom-zu-Kraftstoff (Power-to-X, PtX): aus erneuerbarem Strom, Wasser und CO₂ wird Kraftstoff erzeugt



Audi & Partner zeigen, dass e-fuels Technologien bereit zur Umsetzung sind



1: Technology Readiness Level (TRL): 1: Grundprinzip bewiesen; 4: Pilot im Labor; 5: Pilot in relevanter Umgebung; 9: industrielle Anlage



Audi e-diesel®



Audi e-benzin®



Audi e-gas®



4 Fahrzeuge und Systemangebote

Audi A3 g-tron: Technische Daten



Gastanks Audi A3 g-tron

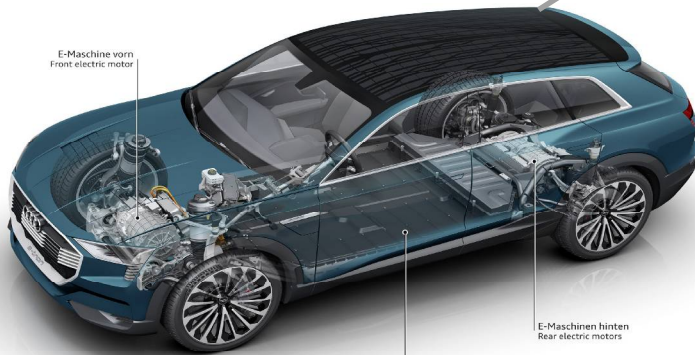
- ▶ 3,2 – 3,3 kg/100 km (88-92 g CO₂/km), s-tronic / 6-Gang
 - ▶ Reichweite Erdgas: 420-450 km
Reichweite Benzin: > 900 km
 - ▶ 81 kW (110 PS), 200 Nm / 1.400 Upm
 - ▶ 197 km/h, 0-100 km/h in 10,8 s
 - ▶ Ladevolumen: 280 Liter
 - ▶ Verkaufspreis Deutschland:
25.900 EUR
-

AUDI AG

Audi e-tron quattro concept – klimaneutrale Elektromobilität mit erneuerbarem Strom



e-power



E-Maschine vorn
Front electric motor

E-Maschinen hinten
Rear electric motors

Flüssigkeitsgekühlte Lithium-Ionen-Batterie mit 95 kWh
Liquid cooled lithium-ion battery with 95 kWh

370 kW

800 Nm

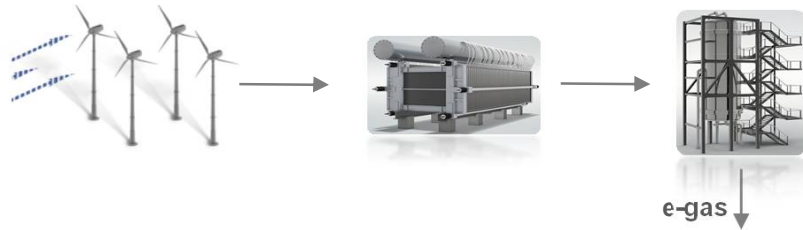
0 g CO₂

95 kWh Batterie

50 min Ladezeit

500 km Reichweite

Audi A4 Avant g-tron – klimaneutrale Langstreckenmobilität mit Erdgasantrieb



125 kW

270 Nm

500 km Gasbetrieb

450 km Benzinbetrieb

<4 kg / 100 km

950 km Reichweite

Bei einem Systemangebot wird ein Fahrzeug mit einem e-fuel verknüpft - der Nachweis der CO2-Einsparung erfolgt durch cradle-to-grave LCA



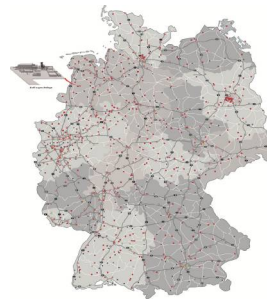
Erneuerbare Energie, CO2



Kraftstoff-Herstellung, z.B. Strom, H2, e-gas, e-diesel, e-benzin



Bestehende Infrastruktur, z.B. Erdgas, Diesel, Strom



Tankstellen, z.B. CNG, Diesel, Ladesäule



Zertifizierte Kraftstoffe



Vergleich der CO₂-Emissionen verschiedener Antriebskonzepte

Kompaktklasse	Kraftstoffherstellung*	Fahrzeugherstellung	Fahrzeugnutzung*	Summe*
Konventionelles Fahrzeug (Otto)	25	30	114	Σ 169
PHEV (fossil + reg. Strom)	8	38 (45)	35	Σ 81 (88) ^{*2. Betrieb}
BEV (reg. Strom)	3	43 (62)	0	Σ 46 (65)
Audi A3 g-tron (mit Audi e-gas)	20 -92	33	92	Σ 53

70% CO₂ (cradle-to-grave) ein



5 Fazit

Die Elektrifizierung des Transportsektors bietet viele Chancen; durch rechtzeitiges Berücksichtigung von gesamtsystemischen Maßnahmen kann die Entwicklung einer nachhaltigen Technologie ermöglicht werden

- Das BEV hat viele **Produktvorteile**, die eine rasche Ausbreitung möglich machen; Batteriekosten sind derzeit noch immer zu hoch – Investition in EU-R&D und Rollout-Unterstützung ist dringend notwendig, um von Asien und USA nicht noch weiter abgehängt zu werden
- BEV sind nur nachhaltig, wenn sie mit **Grünstrom** geladen werden – die Entwicklung von Technologien für systemorientiertes Laden sind wesentlich für Strom- und Mobilitätssektor der Zukunft
- Batterien sollen einer **Zweitnutzung** zugeführt werden und am Ende des Produktlebenszyklus **sortenrein recycled** werden; auf nachhaltige Lieferkette (Li, Co) ist zu achten
- Durch **Systemangebote (Fahrzeug & Energie)** wird das Bewusstsein beim Kunden erhöht – „ich kann mich für erneuerbare Mobilität entscheiden“ - und ein „market pull“ für erneuerbaren Strom und Kraftstoffe wird erzeugt

Erneuerbare synthetische Kraftstoff-Technologien sind bereit zur Markteinführung; sie werden langfristig im Stromsystem benötigt, die rasche Einführung in den Markt bringt kurzfristig zahlreiche Vorteile

- Erneuerbare synthetische Kraftstoff-Technologien sind neben der Elektrifizierung von Fahrzeugen die **einzige Möglichkeit**, den Transportsektor **auf weniger als -70%** (mittelfristig*) zu dekarbonisieren (auch LKW, Schiff, Flugverkehr)
- Erneuerbare synthetische Kraftstoff-Technologien erhöhen die Effizienz des Gesamt-Energiesystems (durch Vernetzung von Strom/Wärme/Transportsektor) und **ist langfristig* ein "missing link" im Strom- und Wärmesektor**
- EU-Startups (und v.a. **dominant DE-Startups**) sind derzeit **weltweit Technologieführer**; Rahmenbedingungen für einen raschen Roll-Out würden es Deutschland und der EU erlauben, auch bei diesen Technologie (wie bei Wind, PV und Biomasse) Markt- und Technologieführer zu bleiben und die Wachstumsimpulse zu nützen
- Ein Roll-Out von BEV- und e-fuels-Technologien schafft Arbeitsplätze, erhöht die Wertschöpfung innerhalb der EU und **reduziert die Abhängigkeit** von fossilen Energieträgern, v.a. Erdölprodukten

*) mittelfristig: 10-25 Jahre; langfristig: > 25 Jahre, d.h. bei Anteilen von erneuerbarer Energie > 70% im Stromsektor

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Hermann.Pengg@audi.de