

Was sind die Antriebssysteme der Zukunft ?

23. Zulieferforum der ArGeZ Arbeitsgemeinschaft Zulieferindustrie
„Zulieferer in disruptiven Zeiten“

Frankfurt, 31.1.2019

INSTITUT FÜR KOLBENMASCHINEN | Leiter Prof. Dr. sc. techn. Thomas Koch



Quelle: spiegel.de



Quelle: Twitter Simone Peters <https://www.teslarati.com/first-look-teslas-worlds-largest-supercharger-station-shanghai-china/>
ehem. Vors. D Grünen

■ Übersicht Mobilität

- Anwendungskonzepte (VM, Gas, H₂, reFuels, Hybrid, EM)
- Statistik Stückzahlen
- Entwicklung Stückzahlen

■ E-Mobilität

■ Verbrennungsmotorische Mobilität

- Emissionen
- Nutzen

■ CO₂-Betrachtung

- Bewertung der Antriebsformen
- Hybrid
- ReFuels

Übersicht Mobilität

Mobilitätsformen



Motorrad 2- und 4-Takt, 125..2.300 ccm, 12..150 kW



Pkw 20 .. >500 kW

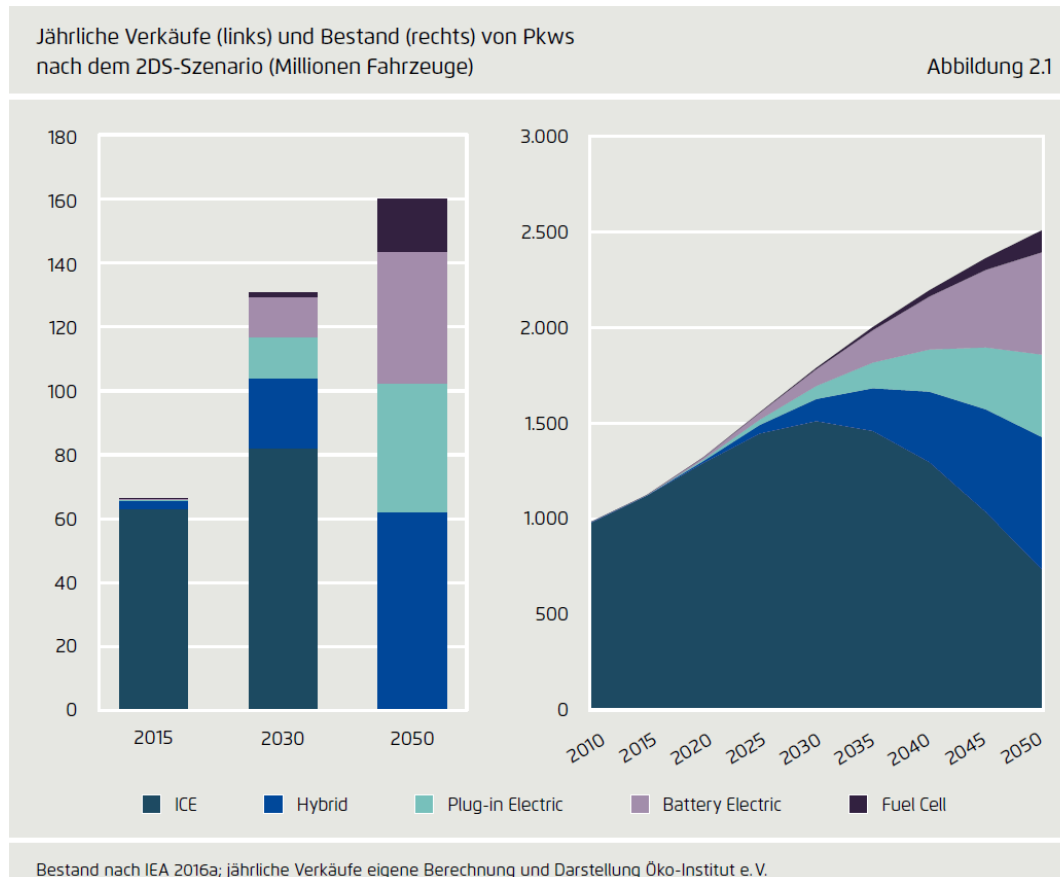


Rennsport 1.600 ccm, 420 kW

Übersicht Mobilität

Prognosen Mobilitätsentwicklung Pkw

- Studie Strategien für nachhaltige Rohstoffversorgung der Elektromobilität, Synthesepapier zum Rohstoffbedarf für Batterien und Brennstoffzellen, Ökoinstitut e.V. 2017



■ Übersicht Mobilität

- Anwendungskonzepte (VM, Gas, H₂, reFuels, Hybrid, EM)
- Statistik Stückzahlen
- Entwicklung Stückzahlen

■ E-Mobilität

■ Verbrennungsmotorische Mobilität

- Emissionen
- Nutzen

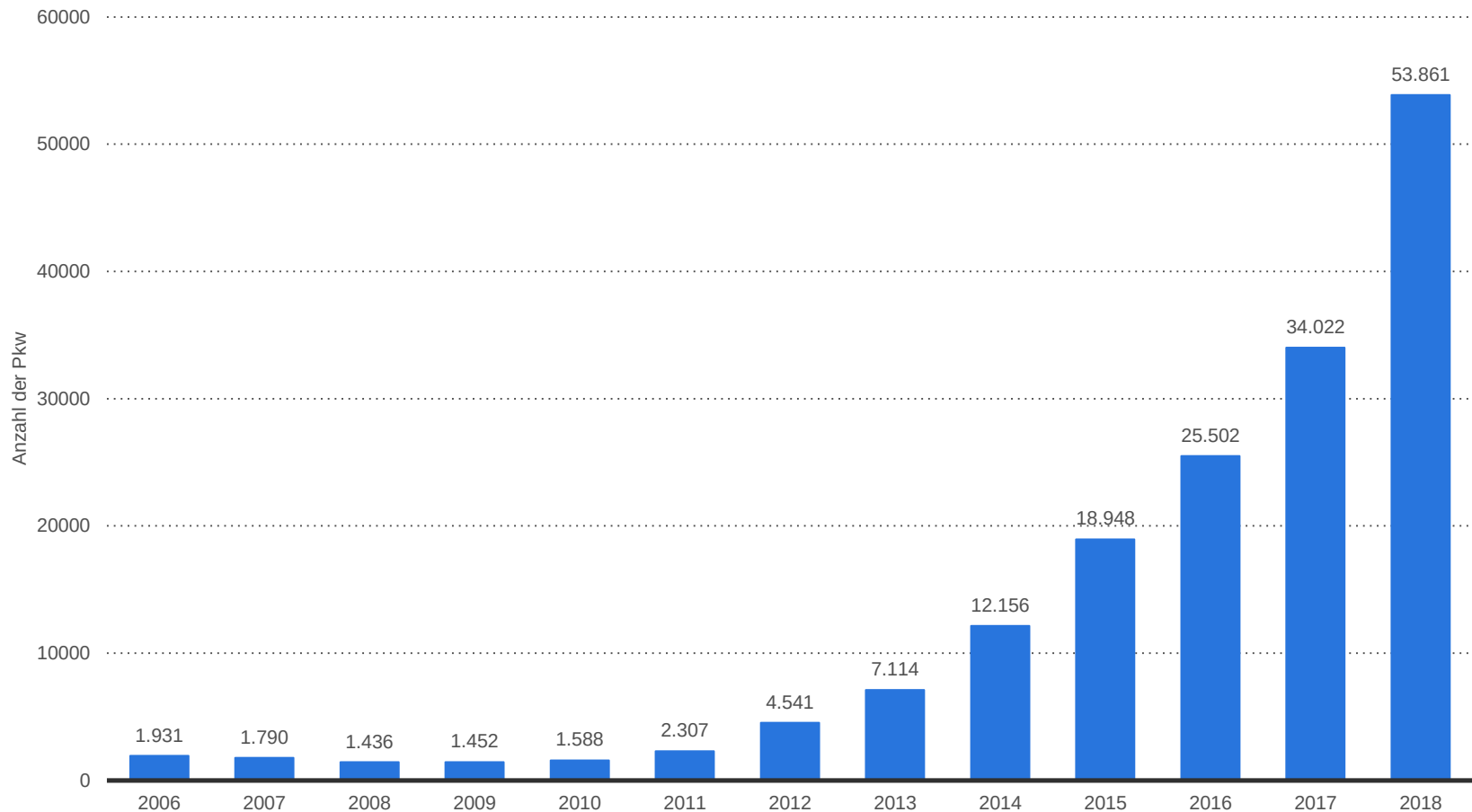
■ CO₂-Betrachtung

- Bewertung der Antriebsformen
- Hybrid
- ReFuels

Elektromobilität

Aktueller Status

Anzahl der Elektroautos in Deutschland von 2006 bis 2018

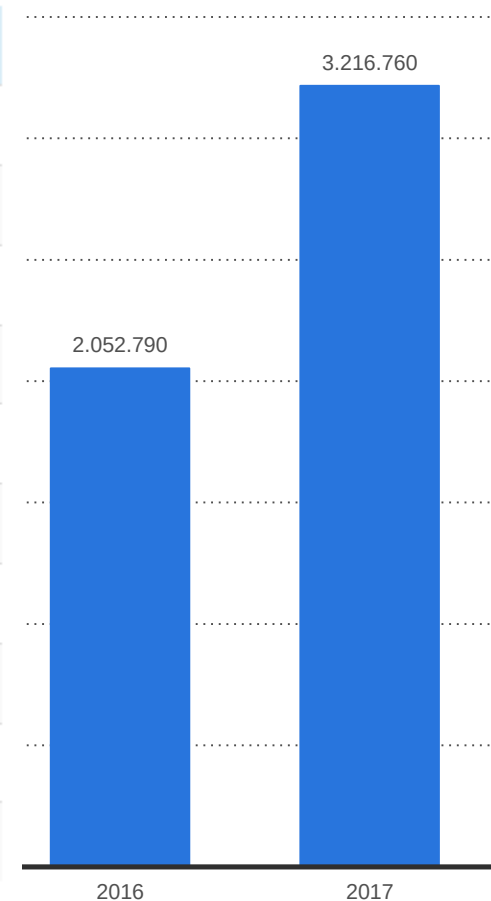


Hinweis: Deutschland

Weitere Angaben zu dieser Statistik, sowie Erläuterungen zu Fußnoten, sind auf [Seite 8](#) zu finden.

■ Weltweite Bestandsentwicklung von Elektroautos in den Jahren

Rank 2017	Rank 2016		2014	2015	2016	2017 e	2017 Var
1	22	BAIC EC 180	–	–	11.168	72.191	546,4%
2	1	Tesla Model S	30.338	48.375	54.351	55.449	2,0%
3	2	Nissan Leaf	60.376	46.316	49.742	52.778	6,1%
4	106	Toyota Prius PHEV				50.511	
5	32	Zhi Dou D2 EV		3.777	9.091	47.493	422,4%
6	3	Tesla Model X		215	32.386	44.655	37,9%
7	106	BYD Song PHEV				30.510	
8	9	Renault Zoe	11.095	18.640	21.235	28.994	36,5%
9	6	BMW i3	16.393	24.759	23.973	27.077	12,9%
10	79	Chevrolet Bolt			582	25.835	4339,0%



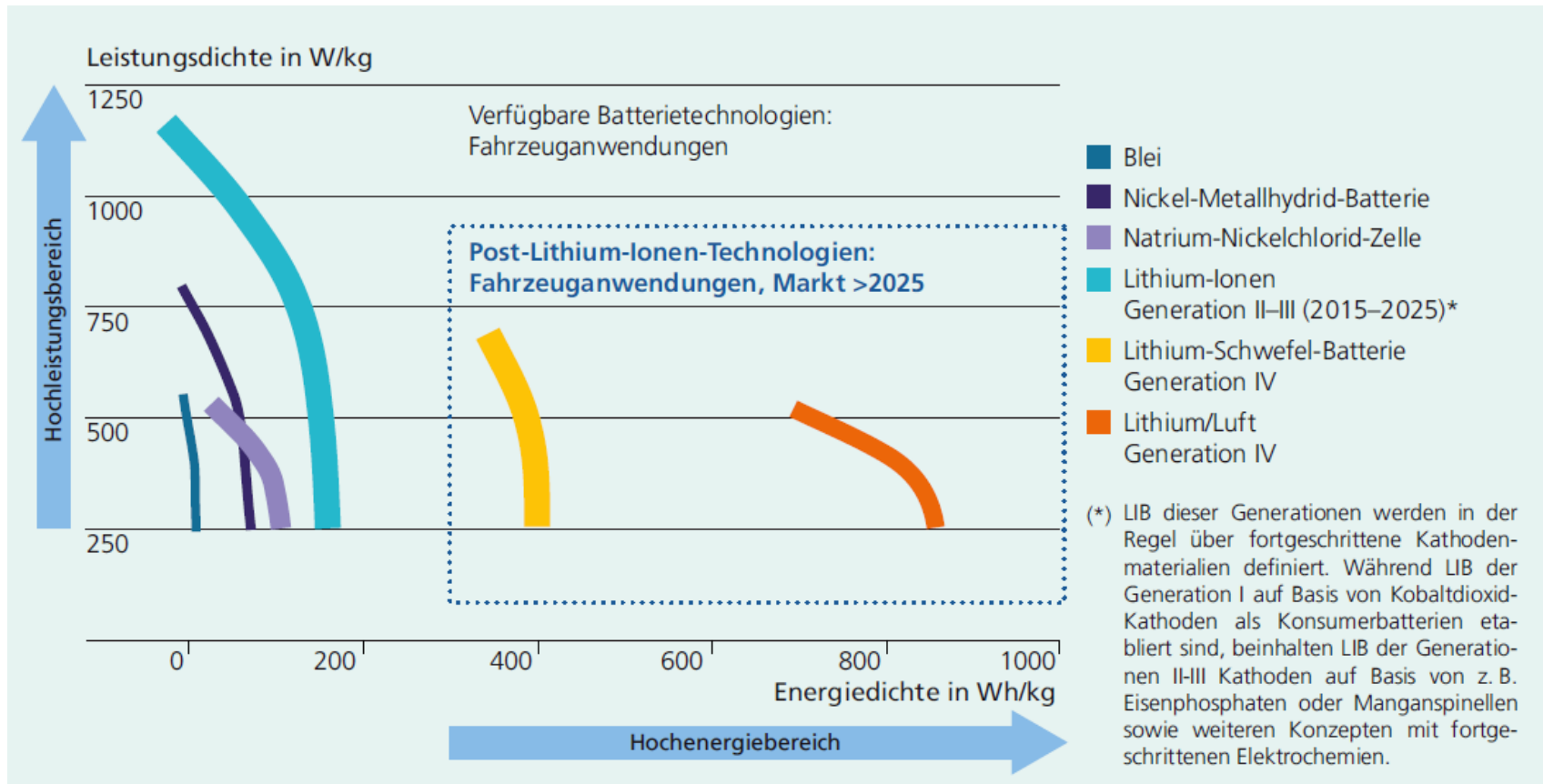
Quelle: <https://focus2move.com/best-selling-electric-vehicle/>

Hinweis: Weltweit

Batterien

Entwicklung Gravimetrische Energiedichte

■ Lithium-Ionen-Batterie-Entwicklung ist endlich

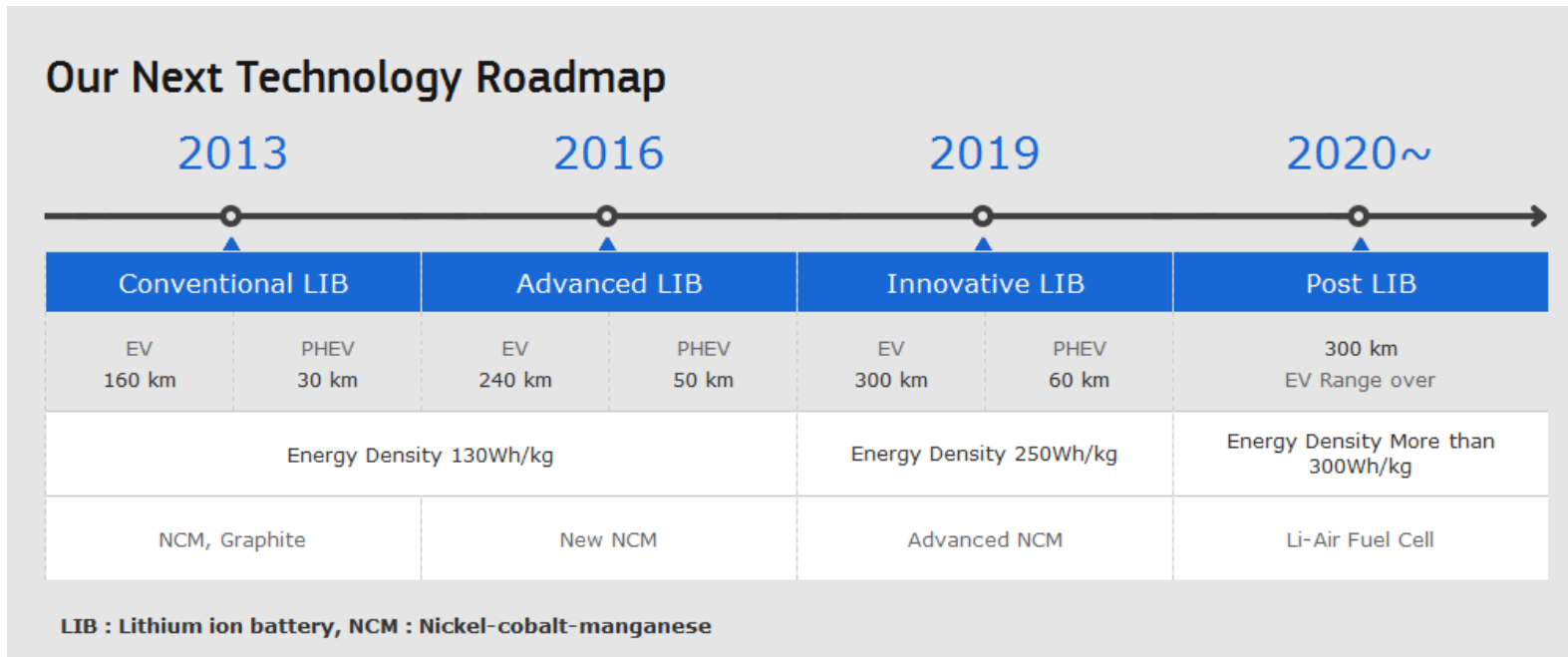


Quelle: Produkt-Roadmap Lithium-Ionen-Batterien 2030, Fraunhofer ISI, 2012

Batterien

Entwicklung von Batteriekenngrößen

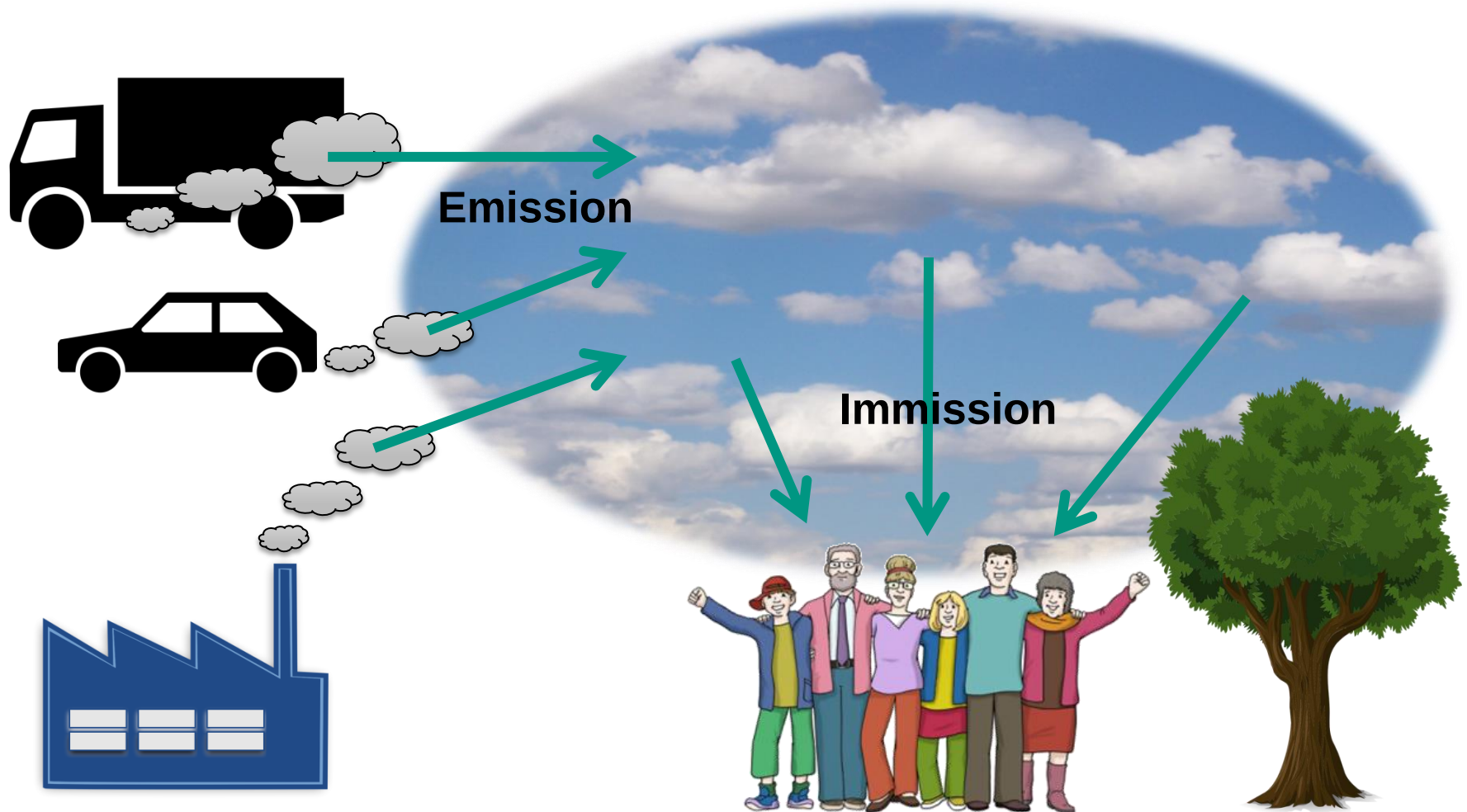
■ Strategie des Batterieherstellers Samsung SDI



Quelle: Samsung SDI Battery Systems, 38. Vienna Motor Symposium – April 2017

- Es werden neue Batterietechnologien kommen, sind aber aktuell noch in der Forschung
- Alle Angaben sind Zellenbezogen !

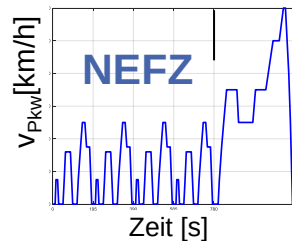
- Übersicht Mobilität
 - Anwendungskonzepte (VM, Gas, H₂, reFuels, Hybrid, EM)
 - Statistik Stückzahlen
 - Entwicklung Stückzahlen
- E-Mobilität
- **Verbrennungsmotorische Mobilität**
 - Emissionen
 - Nutzen
- CO₂-Betrachtung
 - Bewertung der Antriebsformen
 - Hybrid
 - ReFuels



Unterscheidung zwischen Emissions- und Immissionsgrenzwerten.

EURO 1-6a/b

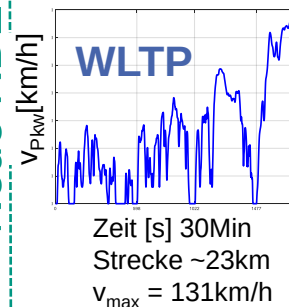
Der Gesetzgeber fordert eine Einhaltung im Rollentest, gutes Realemissionsverhalten gewünscht, Grauzonen für Ausnahmen!



Zeit ~20Min
Strecke ~11km
 $v_{\max} = 120 \text{ km/h}$

Neue RDE-Welt!

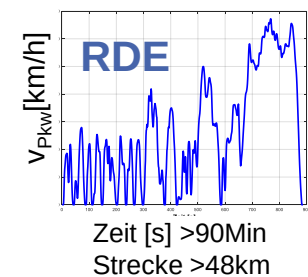
RDE (Real Driving Emissions)



Zeit [s] 30Min
Strecke ~23km
 $v_{\max} = 131 \text{ km/h}$



Quelle: LUBW

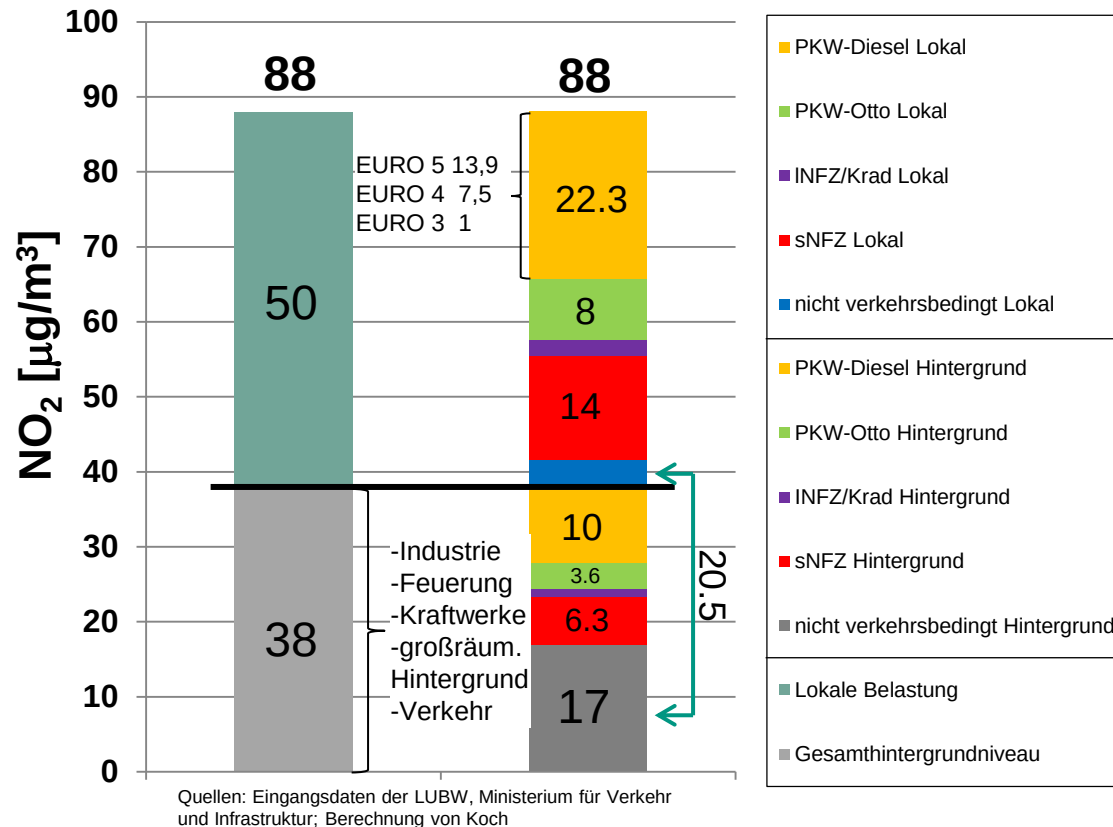


Zeit [s] >90Min
Strecke >48km

PM ₁₀	0,14	0,10	0,05	0,025	0,005	0,0045	0,0045	0,0045
NO _x	0,97*	0,7*	0,5	0,25	0,18	0,08	0,08	0,08
[g/km]	* HC+ NO _x					(0,125)	(0,125)	(0,125)
	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	EURO 6d _{Temp}	EURO 6d _{final}
	1992	1996	2000	2005	2009	2014	2017	2021

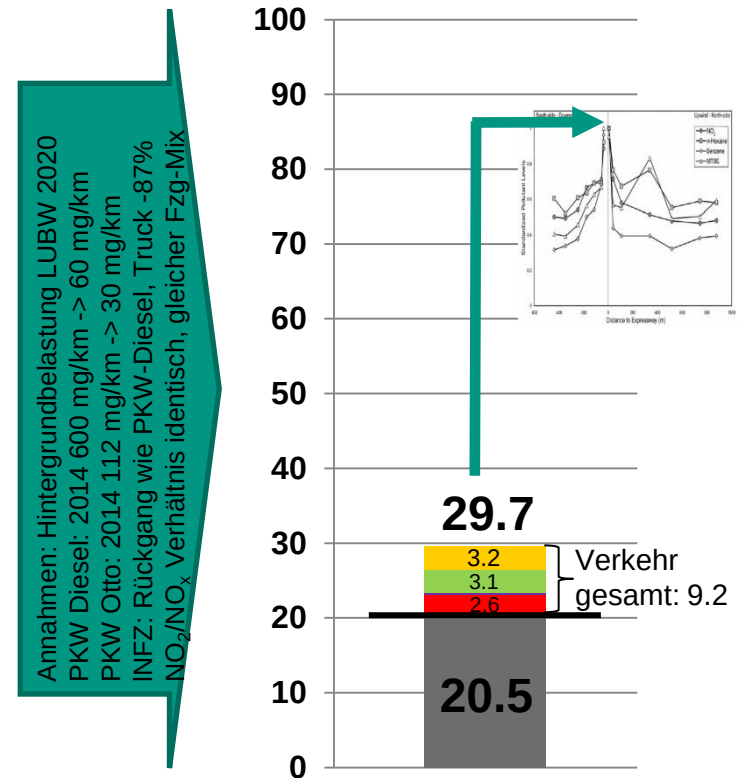
In den letzten 20 Jahren wurden die Zielemissionen deutlich abgesenkt, aber erst ab EURO 6d_{Temp} (2017) werden NO_x-Emissionen im Realbetrieb vorgeschrieben.

Potential der Immissionsentwicklung in Stuttgart am Neckartor 2017 mit Hintergrund 2020



2014

Es gibt kein immissionsseitiges Argument gegen den Diesel!



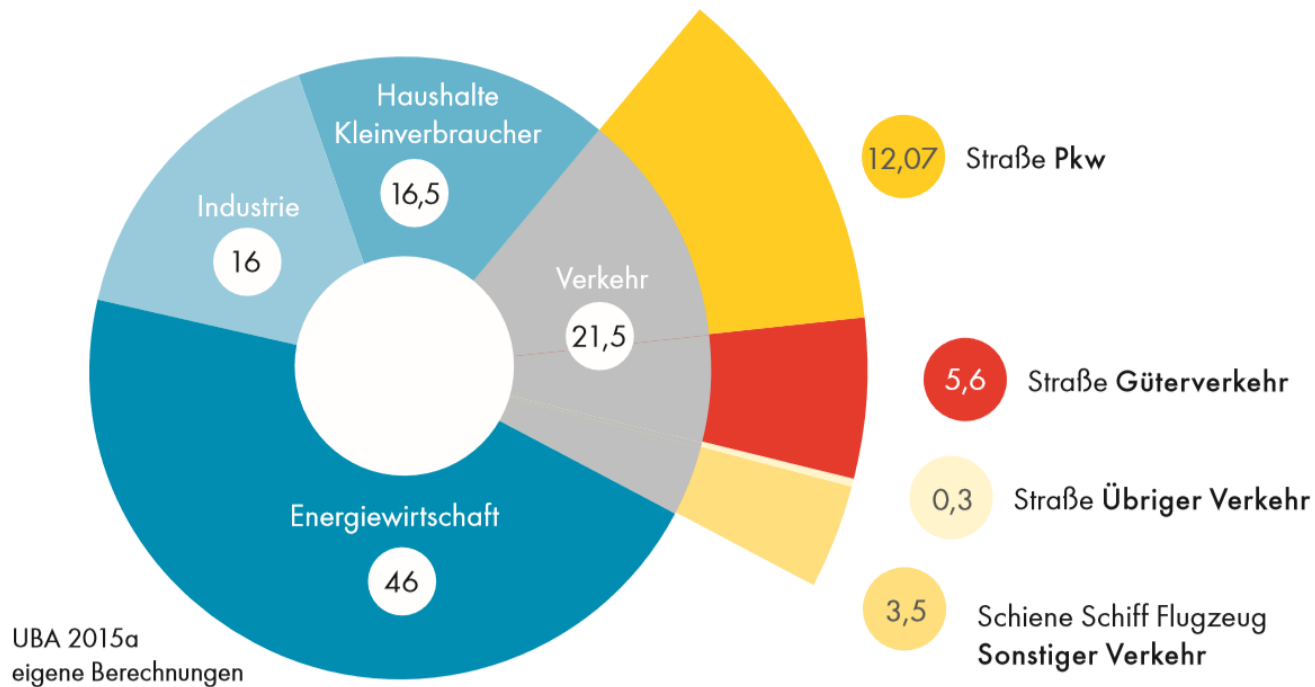
Technologiepotential 2017

- Übersicht Mobilität
 - Anwendungskonzepte (VM, Gas, H₂, reFuels, Hybrid, EM)
 - Statistik Stückzahlen
 - Entwicklung Stückzahlen
- E-Mobilität
- Verbrennungsmotorische Mobilität
 - Emissionen
 - Nutzen
- **CO₂-Betrachtung**
 - Bewertung der Antriebsformen
 - Hybrid
 - ReFuels

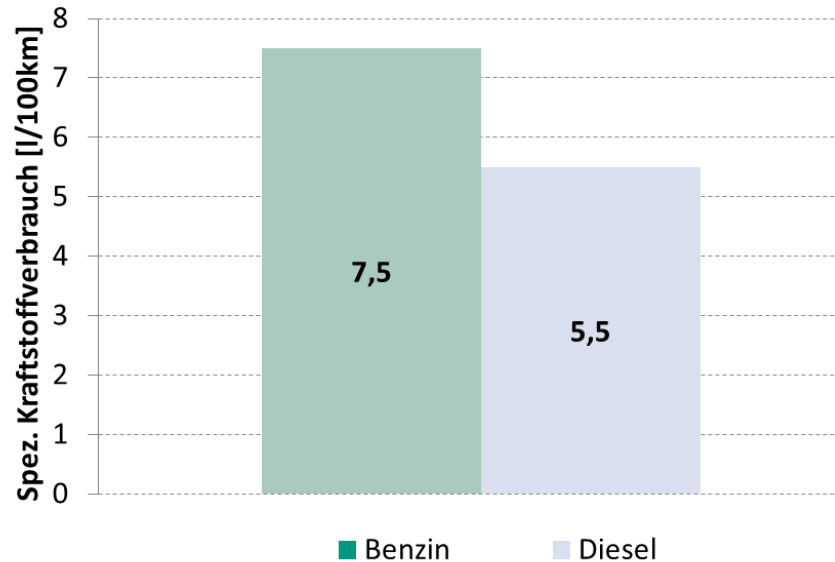
■ Shell Nutzfahrzeugstudie 2016

64 CO₂-EMISSIONEN IN DEUTSCHLAND

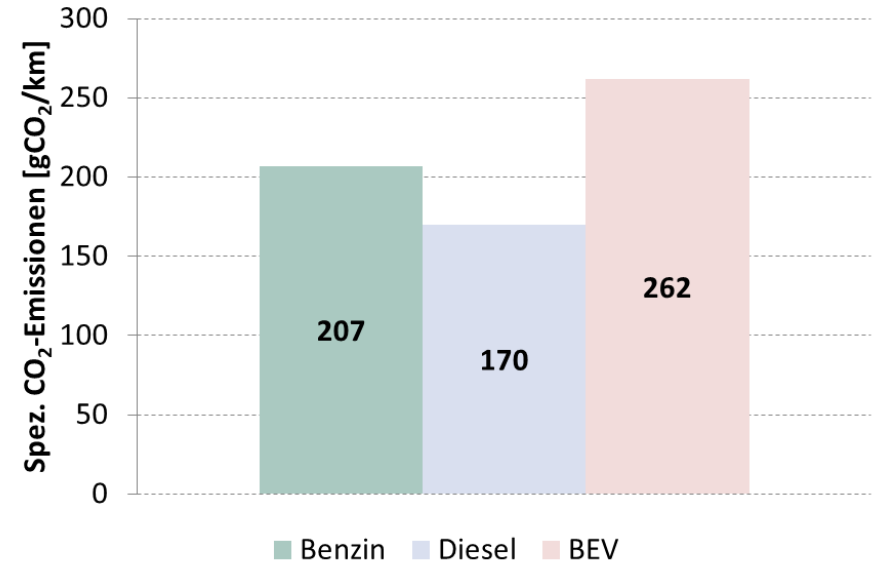
Treibhausgasbilanz 2014, in Prozent



Stand 2017 - Kraftstoffverbrauch



Stand 2017 - CO₂-Emissionen im Vergleich



l/100km

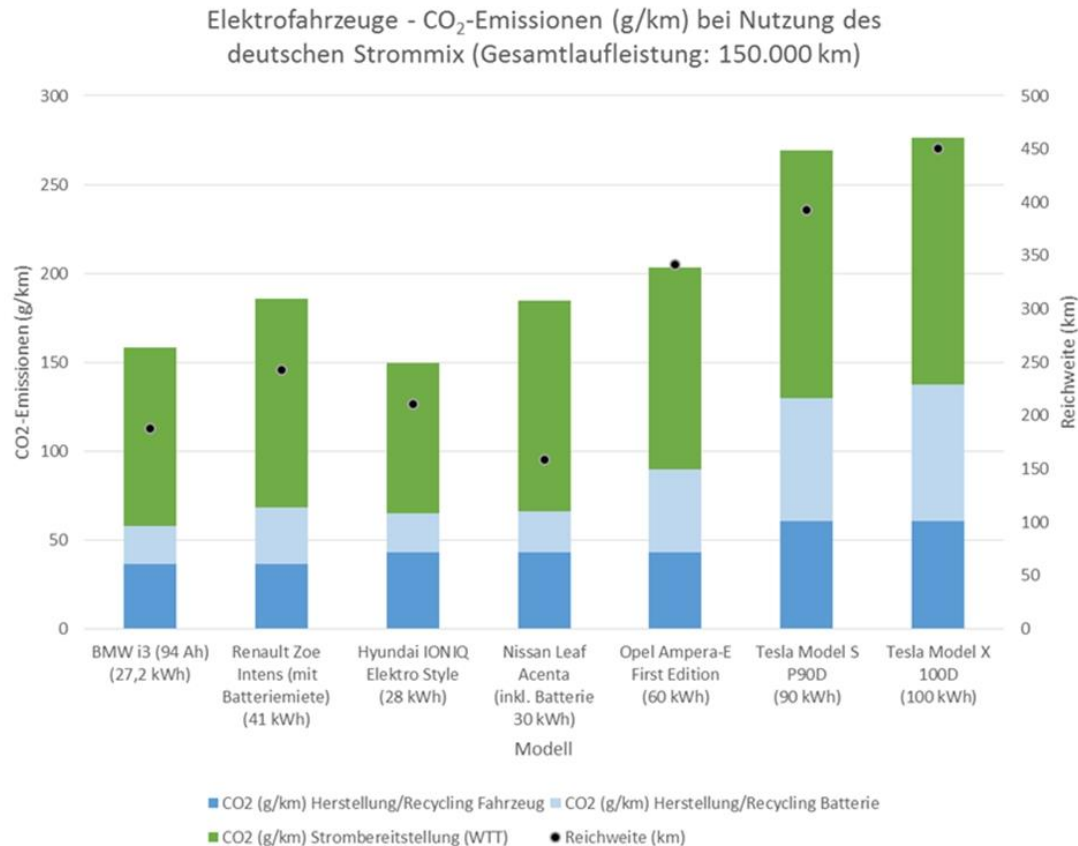
gCO₂/km

*Nutzung inkl.
Kraftstoffherstellung:
Benzin: 2760 gCO₂/l
Diesel: 3092 gCO₂/l

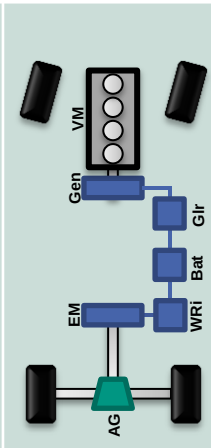
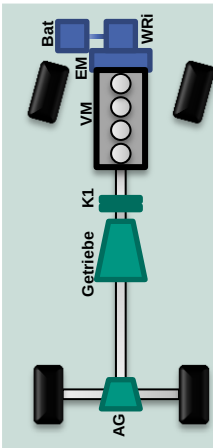
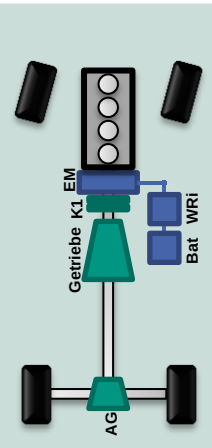
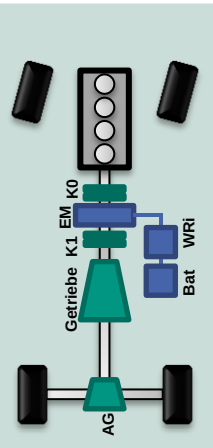
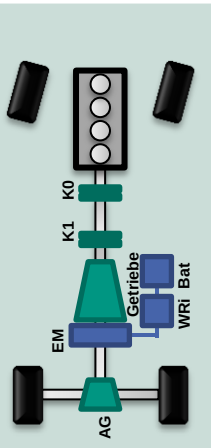
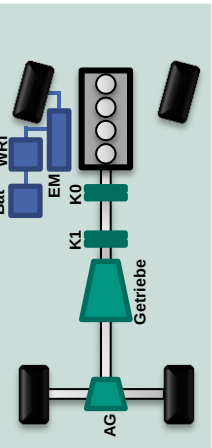
Bei der derzeitigen Grundlastzusammensetzung sind verbrennungsmotorische Antriebe den BEVs bzgl. CO₂-Emissionen überlegen.

CO₂- Betrachtung Life-Cycle-Analysis – Gesamt - Ökobilanz

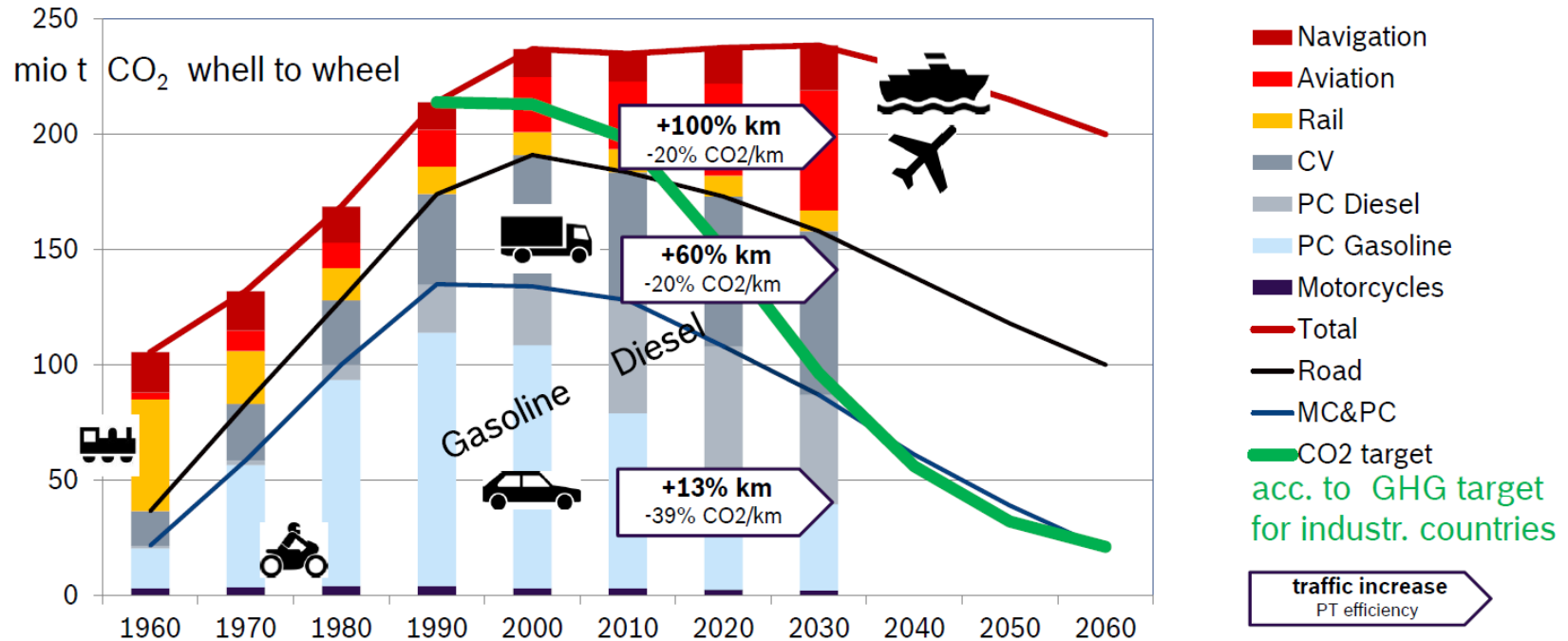
- Die Klimabilanz von Elektrofahrzeugen ist stark von der Batteriegröße abhängig !



- CO₂-Vorteile v.a. bei Fahrzeugen mit begrenzter Reichweite und fester Ladeinfrastruktur → z.B. Lieferdienste

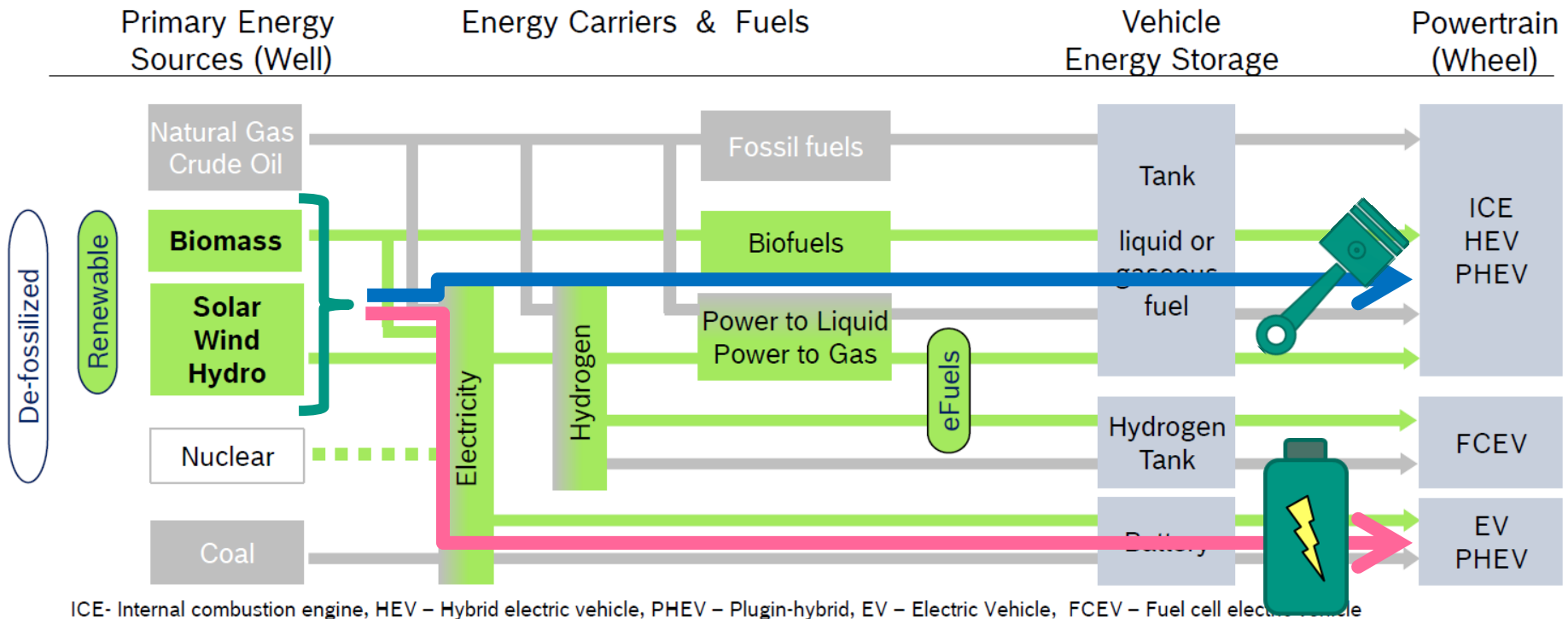
Funktion	S	P0	P1	P2	P3	P4
						
Boost	-	+	+	+	+	+
Segel o VM	+	+	+	+	+	+
E-Drive	+			+	+	+
Rekuperation	+	+	+	+	+	+
Allrad / Torque Vectoring	+					+
Spannung	HV					

CO₂ Szenarien für Sektor Verkehr (nur Deutschland)



Selbst wenn sämtliche heutigen PKW (Gasoline und Diesel) Fahrzeuge rein elektrisch angetrieben werden würden (was nicht sinnvoll ist), so wäre trotzdem der Bedarf gegeben, für sämtliche anderen Anwendungen E-fuels zur Verfügung zu stellen.

■ Energiepfade für Mobilitätsanwendungen



Quelle: R. Leonhard, KIT-E-Fuels Workshop 2017

ReFuels sind der Überbegriff aus bioFuels und eFuels. eFuels aus erneuerbaren Energiequellen: eErdgas, eOxygenate, eBenzin/eDiesel,...

- Es wird in den nächsten Jahrzehnten eine Koexistenz von verschiedenen Technologielösungen für die individuelle Mobilität geben.
- Die Elektromobilität wird ebenfalls einen wichtigen Bereich einnehmen.
- Der Verbrennungsmotor ist über Jahrzehnte ein hochkompetitives, quasi emissions- und immissionsneutrales Technologiepaket. Die CO₂-Neutralität muss über Kraftstoffe (reFuels) ermöglicht werden.
- Die Gesamtbilanz inklusive einer Lebenszyklusanalyse ist wichtig für eine umfassende CO₂-Bewertung.
- Eine technologieneutrale Gesetzgebung ist momentan nicht vorhanden
- Am Ende entscheidet der Kunde kostengetrieben. Die einseitige Besteuerung der Energiesteuer (ca. 36 Mrd.€ für Diesel inkl. NFZ und PKW), die Abschreibung der Ladestationen, die Gebrauchtwagenthematik und weitere Facetten werden zu einer permanenten Neujustierung der Marktdurchdringungen führen.
- Die obige Grundaussage bleibt bestehen. Es liegt kein Wettstreit, sondern eine wertvolle Ergänzung von zwei Antriebsformen vor.