



**VDI Bezirksverband München,
Ober- und Niederbayern e.V.
23. Februar 2023**

**Veranstaltung:
Wasserstoff in der Landwirtschaft**

Wasserstoff als alternativer Kraftstoff im Straßengüterverkehr

Dr. Werner Andres



Bundesverband
Güterkraftverkehr Logistik
und Entsorgung (BGL) e.V.



BUNDESVERBAND GÜTERKRAFTVERKEHR LOGISTIK UND ENTSORGUNG (BGL) E. V.



Spitzenverband des deutschen Transportlogistikgewerbes

Interessenvertretung von rd. 7.200
Güterkraftverkehrsunternehmen

Gewerbepolitik in allen relevanten Bereichen des Verkehrs



Hauptsitz in Frankfurt am Main
Repräsentanzen in Brüssel und Berlin
40 Mitarbeiter



RAHMENBEDINGUNGEN:

LKW-BESTAND IN DEUTSCHLAND

▶ Kfz gesamt:	68.424.901
▶ Darunter:	
▶ Lkw aller Größenklassen:	4.629.638
▶ Darunter:	
▶ Lkw bis einschl. 3,5t zGM:	3.564.222 (=77%)
▶ Lkw > 3,5t zGM:	1.063.373 (=23%)
▶ Darunter:	
▶ 3.501 bis 7,5t zGM:	375.621
▶ 7.501 bis 12 t zGM:	101.504
▶ >12 t zGM:	586.248

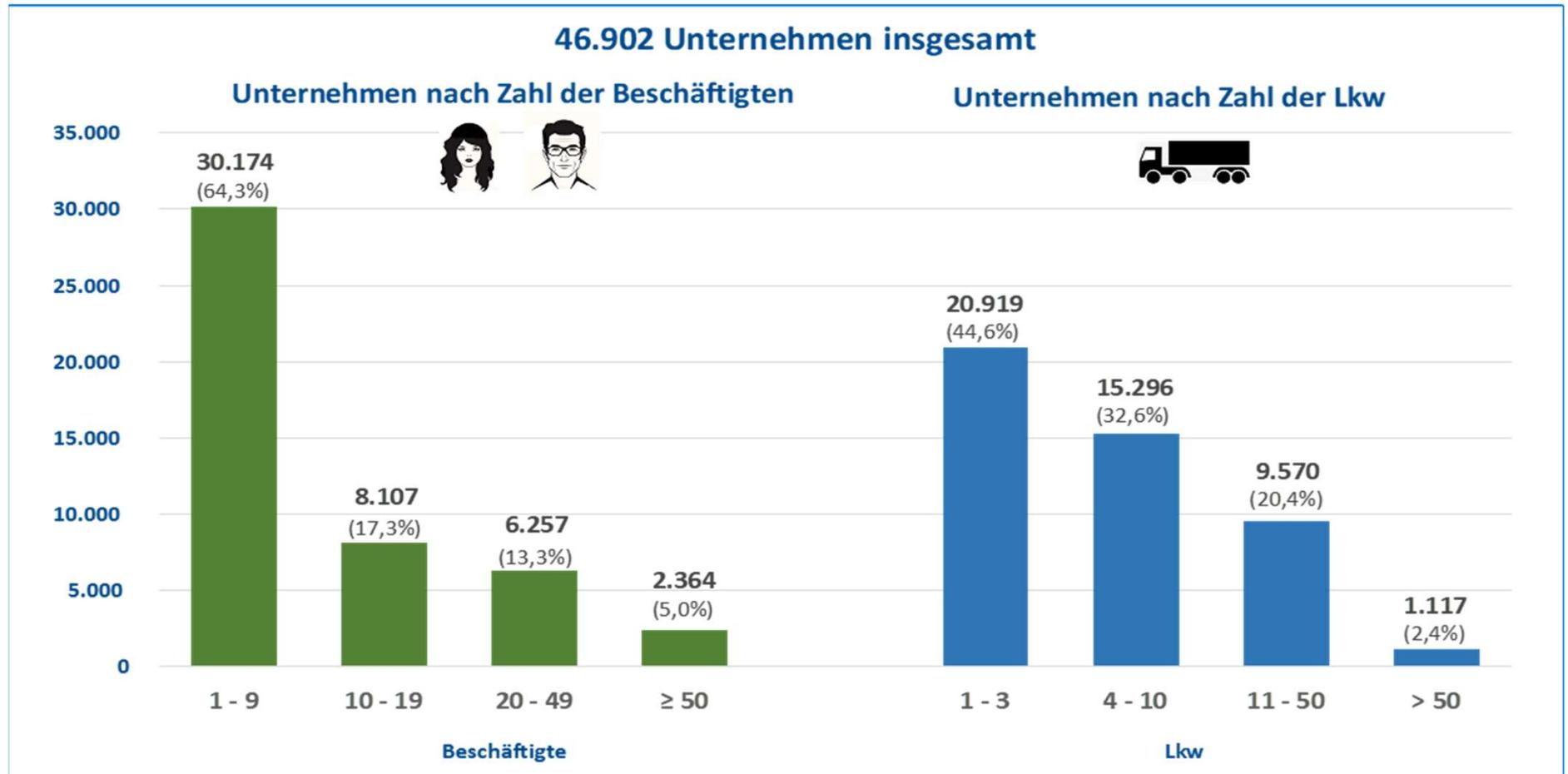
Außerdem:

▶ Zugmaschinen:	2.396.977
▶ Darunter:	
▶ Sattelzugmaschinen:	233.577
▶ Land-/forstw.	
▶ Zugmaschinen:	1.744.052



RAHMENBEDINGUNGEN:

TRANSPORTUNTERNEHMEN IM STRAßENGÜTERVERKEHR IN D



Klimaschutz

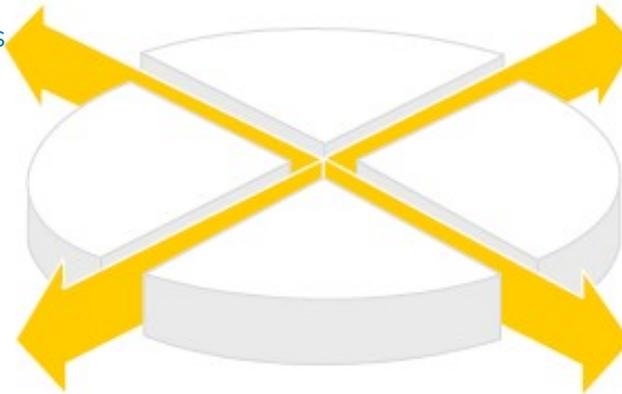
WAS MUSS DER TU BEACHTEN?

▶ Umweltaspekte

- Reduktion CO₂-Emissionen
- Reduktion Schadstoffe
- Nachhaltigkeit (des gesamten Systems über den Lebensdauerzyklus)

▶ Betriebliche Einsatzfähigkeit

- Reichweite
- Nutzlast/ Laderaum
- Bauraum (Zusatz-/Nebenaggregate)
- Routenflexibilität
- Betriebsfestigkeit/Dauerhaltbarkeit
- Kraftstoff- / Serviceinfrastruktur
- Fahrerakzeptanz



▶ Lokale Einflussfaktoren

- Gesetzliche Rahmenbedingungen
- Lokale Marktverfügbarkeit
- Lokale Einsatzbedingungen (Fahrverbote / Maut etc.)
- Besteuerung (Kraftstoff/Fz)
- Kundenanforderungen

▶ Kosten

- Invest
- Operative Einsparungen oder Zusatzaufwand (Service/Reparatur/ Kraftstoff/ zusätzl. Handlingsaufwand, Maut)
- Restwert
- Lebensdauer



EINSATZBEREICHE NUTZFAHRZEUGE

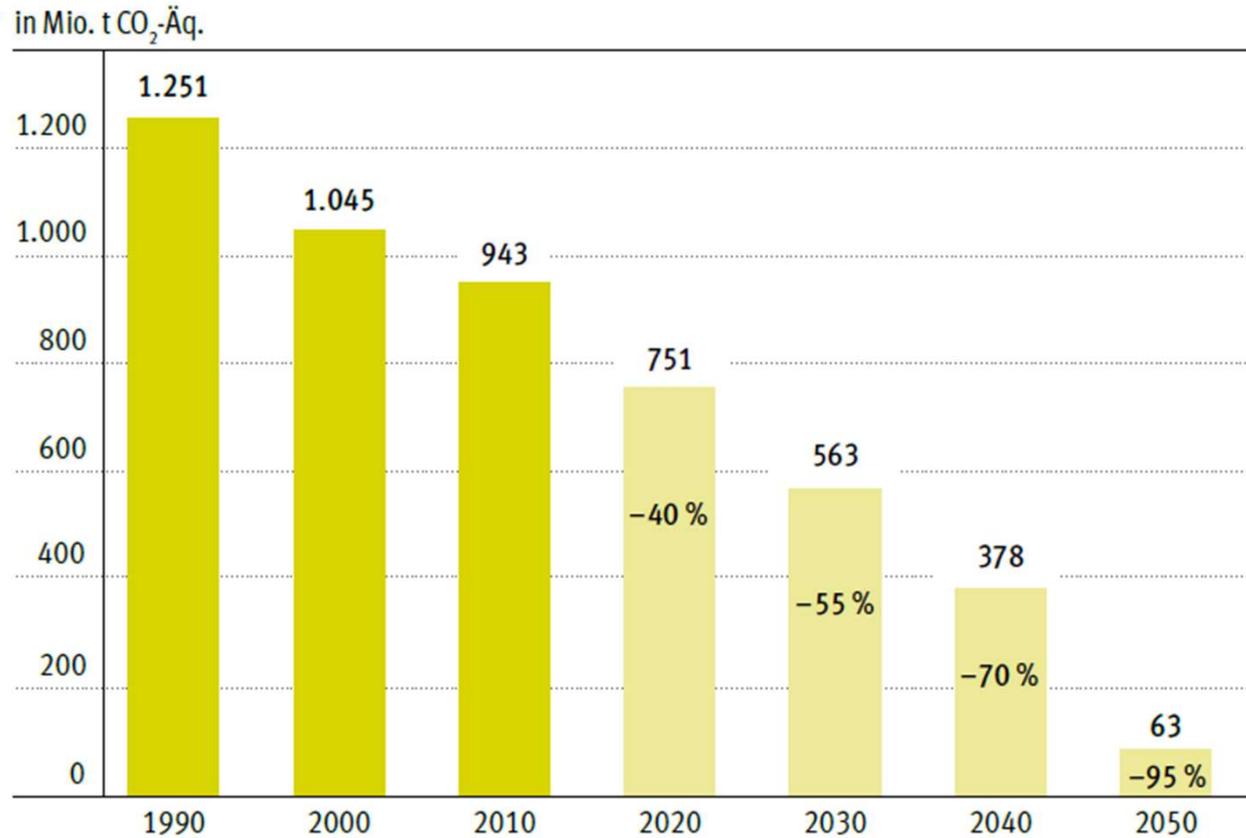
	Reichweite	Nahverkehr	Regionalverkehr	Fernverkehr
Jahresfahrleistung		30.000 bis 50.000 km	50.000 bis 80.000 km	80.000 bis 120.000km
Einsatzgebiet		<50 km Urbaner und ländlicher Verkehr; Citylogistik	50 bis 150 km Regionale Verteilung, Sammelgut	>150 km Fernstrecken, Punkt-zu- Punkt-Verkehre
Tagesfahrleistung (1-Mann-Besatzung; 60 km/h, 8h Lenkzeit)		150 km/Tag	300 km/Tag	480 km/Tag
Diesel	>1.000 km	(+)	(+)	(+)
BEV	~150 km	(+)	(+/-)	(-)
(Bio-)Gas-Lkw (LNG) (CNG)	~1.600 km ~500-600km	(+)	(+)	(+)
H₂-ICE/H₂-FCEV	~500 km	(+)	(+)	(+)
Oberleitung*				

* Gemeinsame Erklärung von BGL, AMÖ, BIEK, BWVL, DSLV und VDA zum Nutzfahrzeuggipfel des BMVI: Die Technologie von Oberleitungs-Lkw wird für den flächendeckenden internationalen Schwerlastverkehr skeptisch betrachtet. Oberleitungs-Lkw sind allenfalls für Linienverkehre auf ausgewählten Destinationen einsetzbar.



TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN DEUTSCHLAND

Treibhausgas-Emissionen Deutschland

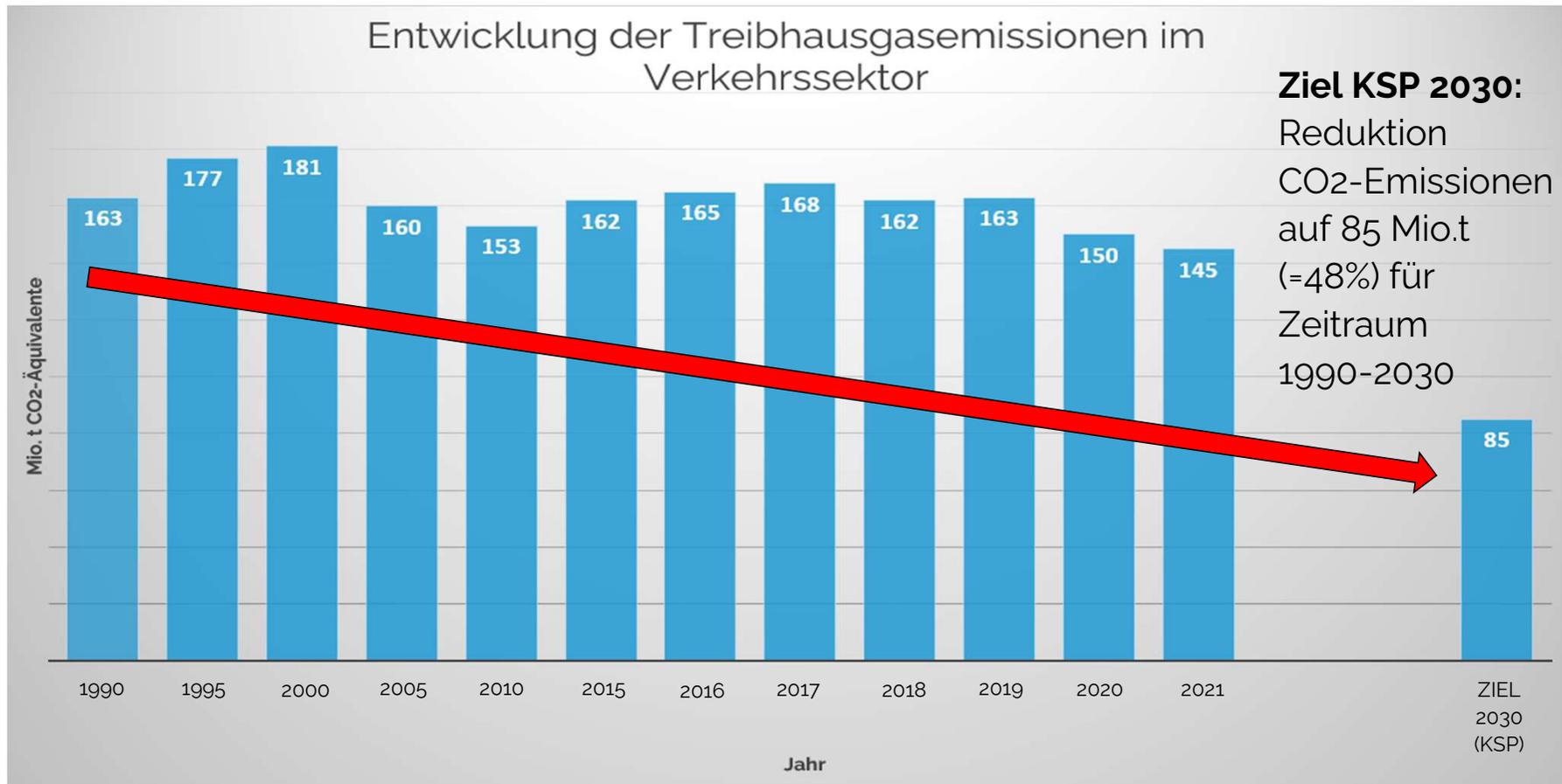


Schätzung 2019: 805 Mio. t CO₂-Äq.; Ziele Treibhausgas-Reduktion (in %) in Bezug auf das Basisjahr 1990

Quelle: UBA (März 2020), Energiekonzept der Bundesregierung 2010

© FNR 2020

CO₂-EMISSIONEN IM VERKEHRSSSEKTOR

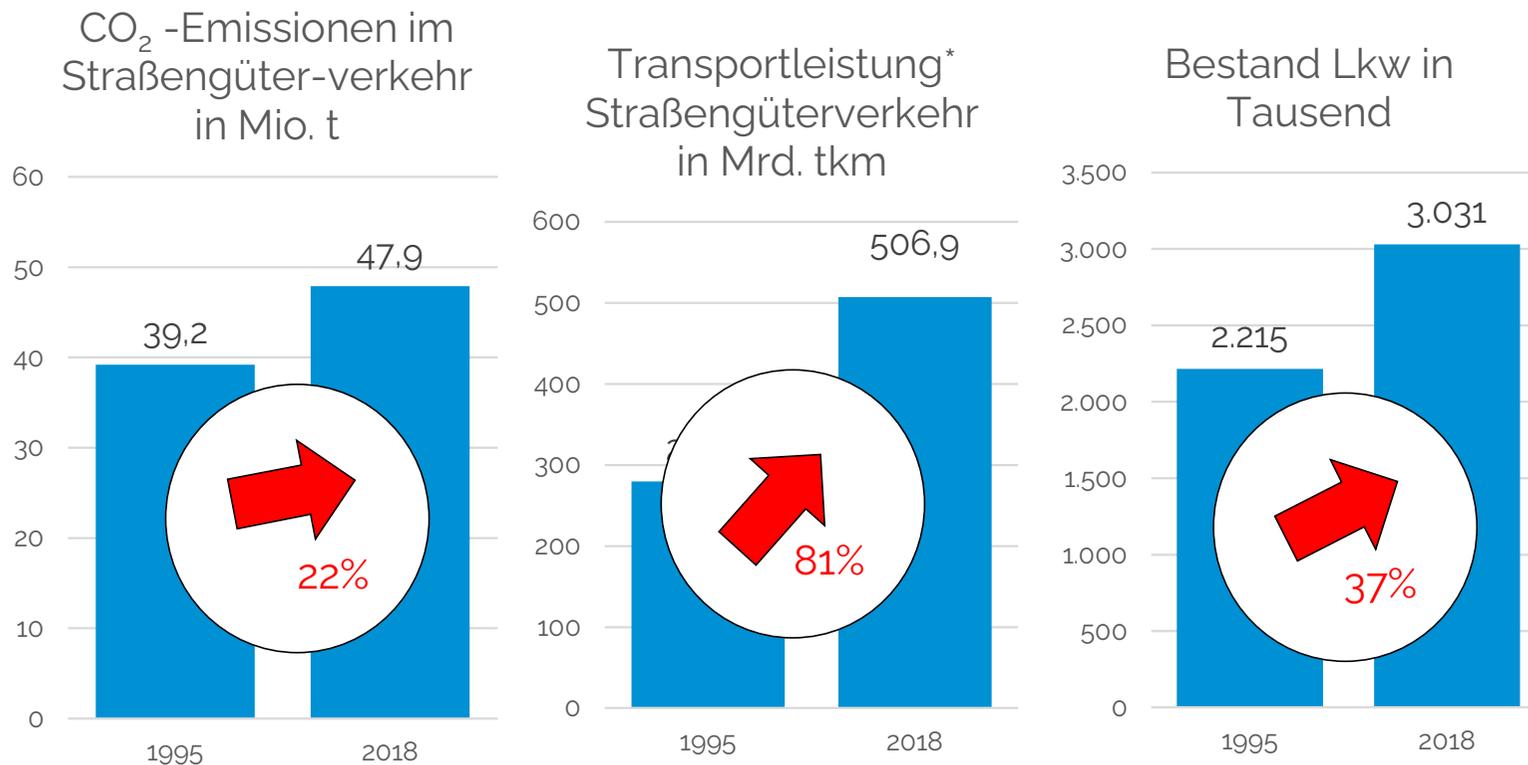


CO₂-Gesamtemissionen 2021: 675 Mio. t (UBA; Stand 15.03.2022) 1990: 1.251 Mio. t; 2030: 563 Mio. t geplant



FAKTENCHECK - STRABENGÜTERVERKEHR

Weltbevölkerung
 1990: 5,31 Mrd.
 1995: 5,74 Mrd.
 2018: 7,68 Mrd.
 2022: 7,98 Mrd.
 2030: 8,50 Mrd.
 2050: 9,75 Mrd.

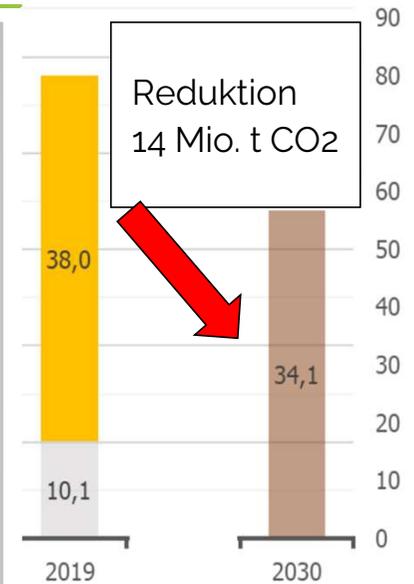
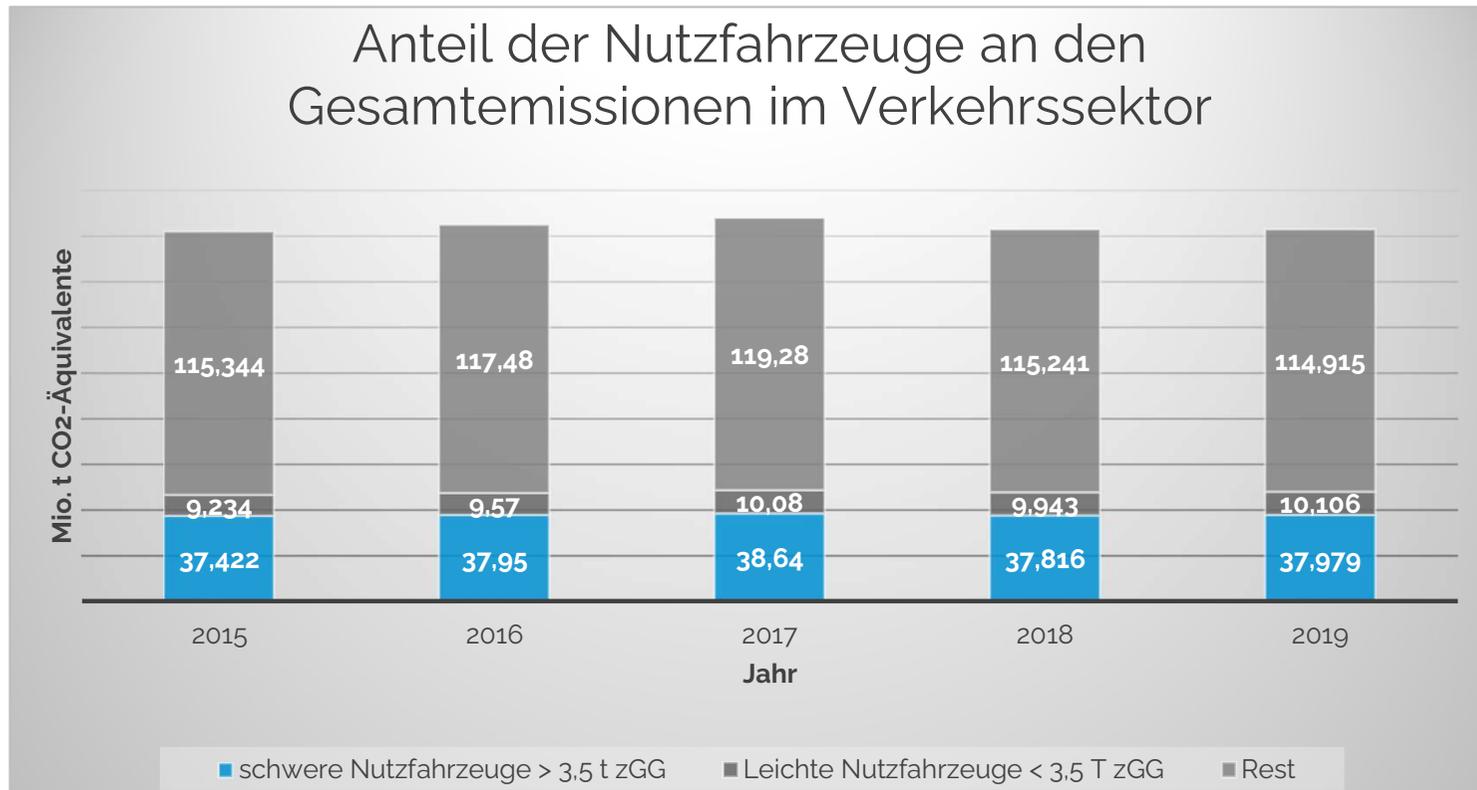


Vorwurf:
 Der Straßen-
 güterverkehr /
 Verkehrssektor
 hat nichts zur
 CO₂-Reduktion
 geleistet

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2018 (Stand 12/2019) und KBA

*Prognose 2030: weiterer Zuwachs auf 573 Mrd. tkm



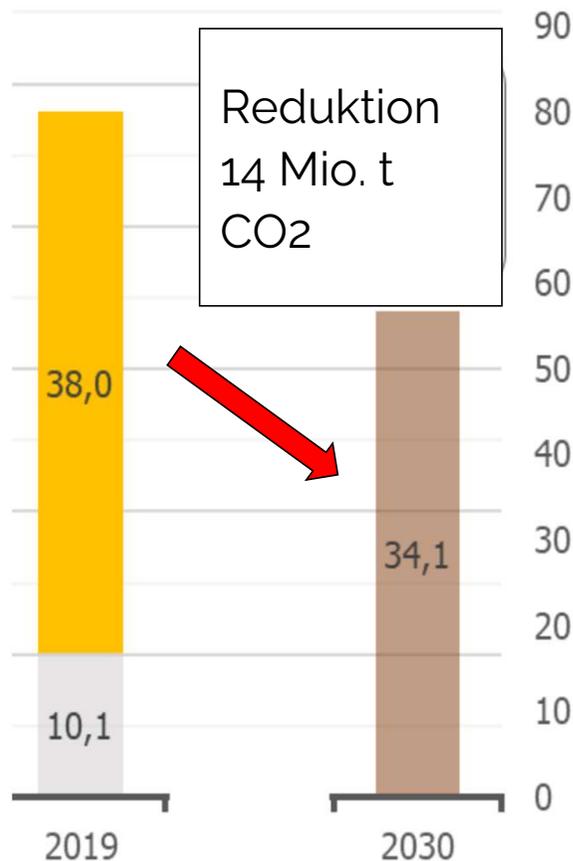


- ▶ Circa 38 Mio. t CO2 werden von schweren Nutzfahrzeugen (Lkw > 3,5t zGM) verursacht.
- ▶ Das sind 23,3% der Verkehrsemissionen und ca. 5% an den deutschen Gesamtemissionen.
- ▶ Alle Nutzfahrzeuge: rd. 48,1 Mio. t CO2 = 29,5% der Verkehrs- und 6,3% an den dt. Gesamtemissionen

Lkw: 1995 – 2018: von 279,7 auf 506,9 Mrd.tkm = Anstieg um 81%



CO₂-EMISSIONEN VON NUTZFAHRZEUGEN



rd. 14 Mio. t CO₂

= 5,32 Mio. m³ Diesel (5,75 Mio. m³ 7% Biodiesel)

= 3,82 Mio. t Methan

= 1,611 Mio. t Wasserstoff

= 80,6 TWh Strom Elektrolyse;

= 96,7 TWh Strom mit Verflüssigung (10 kWh/kg)

(bis 2030 sollen durch Einsatz von 20 TWh Strom
rd. 14 TWh H₂ für Kraftstoffe bereitgestellt werden)

= 53 TWh Strom

Ersatz durch eFuels/synthet. Kraftstoffe

1 l Diesel = 2,67 kg CO₂ / 2,47 kg CO₂ 7% Biodiesel

1 l Diesel = 0,72 kg Methan)

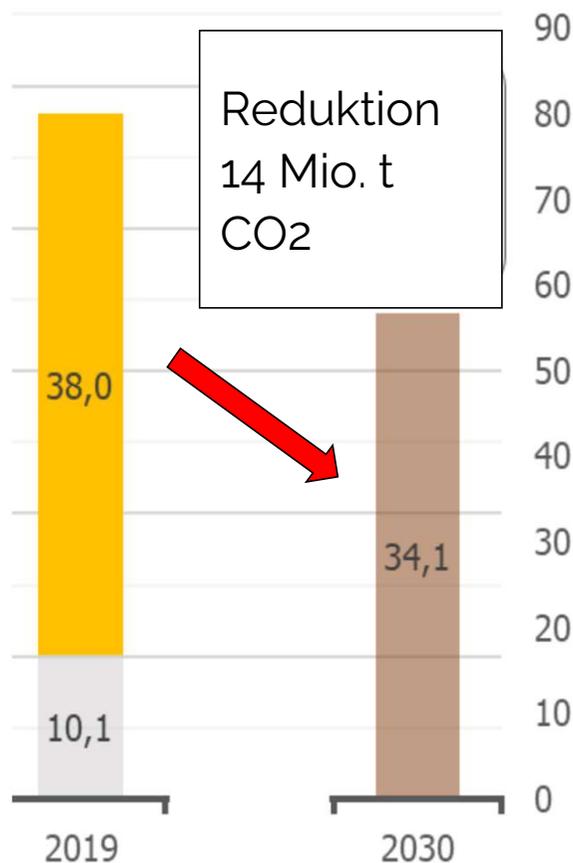
1 l Diesel = 0,303 kg H₂

1 kg H₂ = 50 kWh Elektrolysestrom

Heizwert Diesel: 9,97 kWh/l



CO₂-EMISSIONEN VON NUTZFAHRZEUGEN



Bis 2045: Reduktion von 34,1 Mio. t CO₂

= 12,8 Mio. m³ Diesel

= 9,2 Mio. t Methan (9.200 t Methan)

= 3,870 Mio. t Wasserstoff

=194 TWh Strom Elektrolyse;

=232 TWh Strom mit Verflüssigung (10 kWh/kg)

**(bis 2030 sollen durch Einsatz von 20 TWh Strom
rd. 14 TWh H₂ für Kraftstoffe bereitgestellt werden)**

= 127 TWh Strom

Ersatz durch eFuels/synthet. Kraftstoffe

1 l Diesel = 2,67 kg CO₂ / 2,47 kg CO₂ 7% Biodiesel

1 l Diesel = 0,72 kg Methan)

1 l Diesel = 0,303 kg H₂

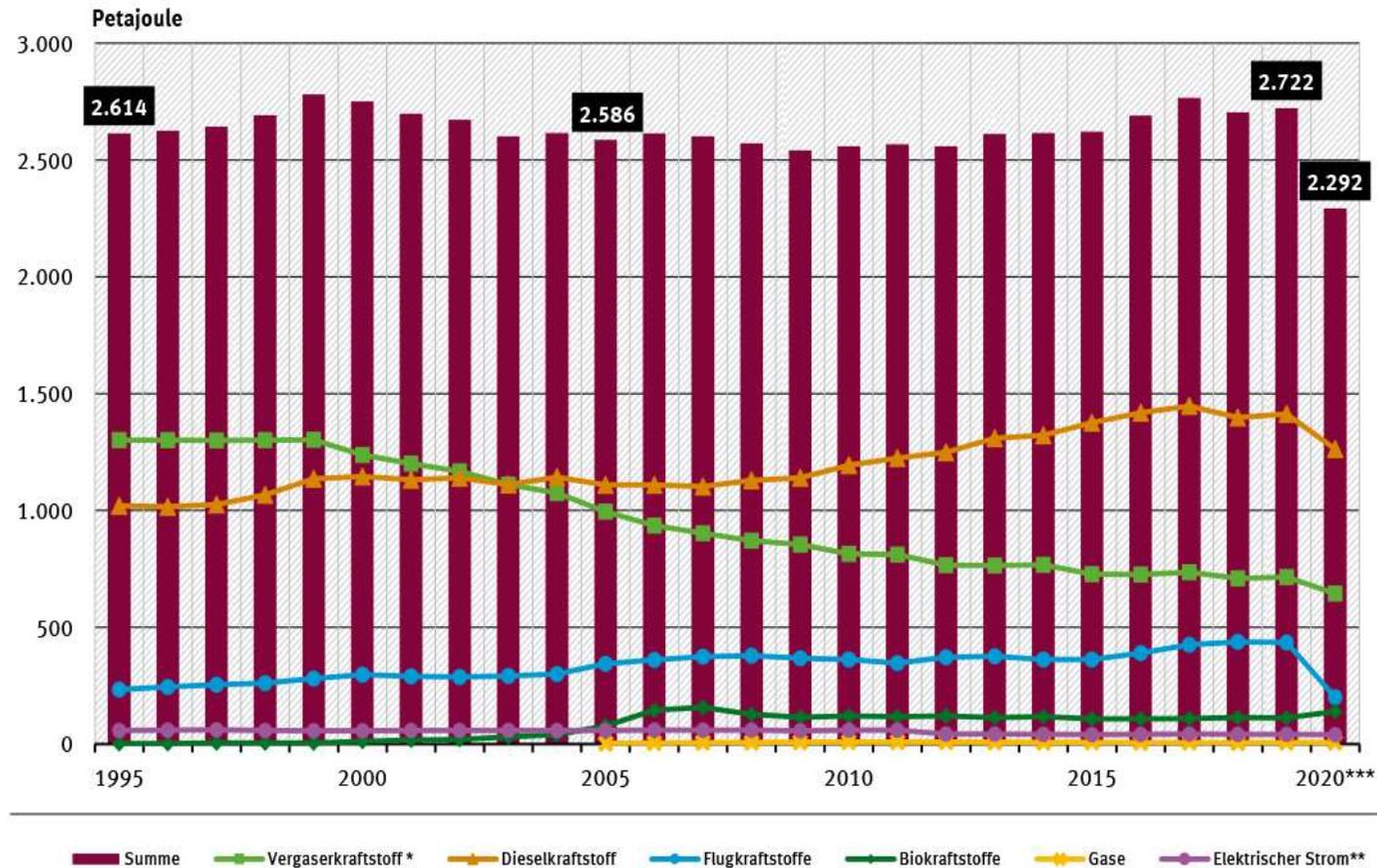
1 kg H₂ = 50 kWh Elektrolysestrom

Heizwert Diesel: 9,97 kWh/l



ENTWICKLUNG ENDENERGIEVERBRAUCH NACH KRAFTSTOFFEN

Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Kraftstoffarten



2.292 PJ = 637 TWh
= rd. 19 Mio. t H₂

1.250 PJ = 347 TWh
= rd. 10,4 Mio. t H₂

* einschließlich Flüssiggas (2016: 19 Petajoule, 2017 und 2018: 14 Petajoule, 2019: 17 Petajoule; 2020: 14 Petajoule)
** Werte für den Stromverbrauch des Schienenverkehrs wurden ab 2012 revidiert
*** vorläufige Angaben

Quelle: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.),
Verkehr in Zahlen 2021/2022, S. 304

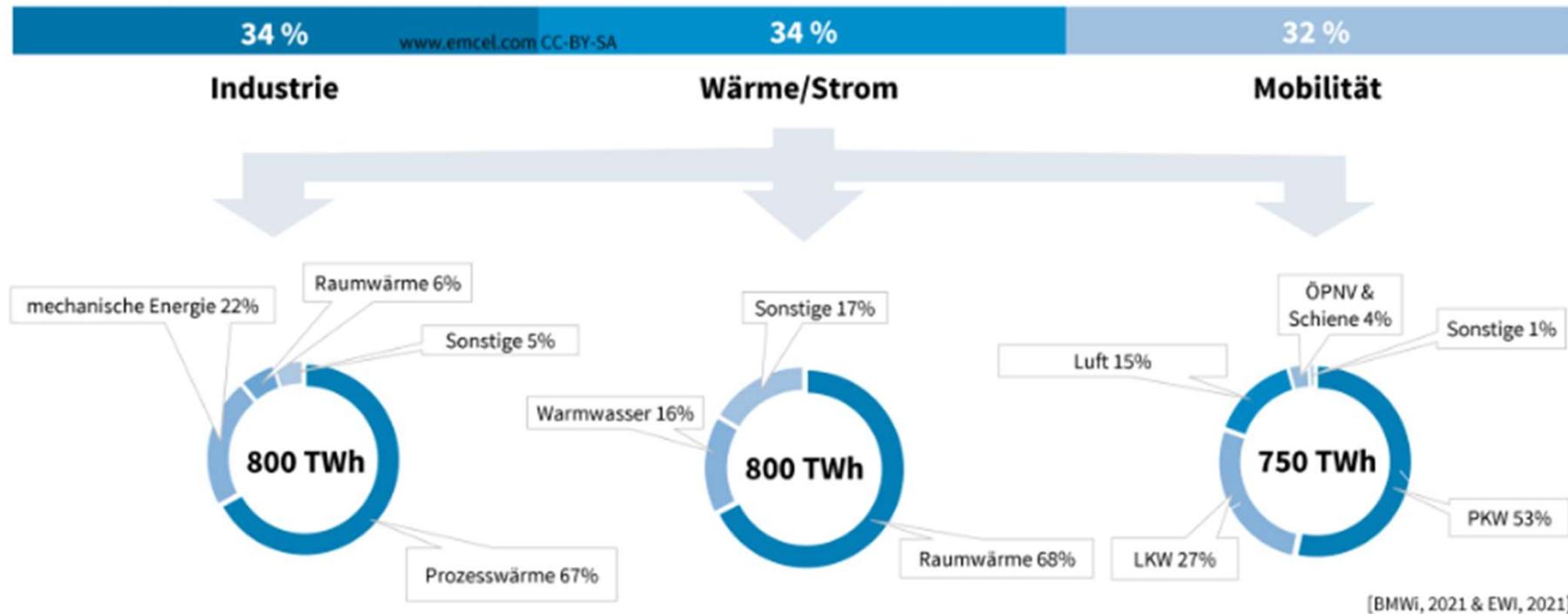
Grundlage: 33,36 kWh/kg H₂



ENERGIETRÄGER UND DEREN VERWENDUNG IN ANTRIEBEN

Aufteilung des Endenergiebedarfs nach Sektoren

Endenergiebedarf= Primärenergie abzgl. Energieaufwendungen bis zur Bereitstellung



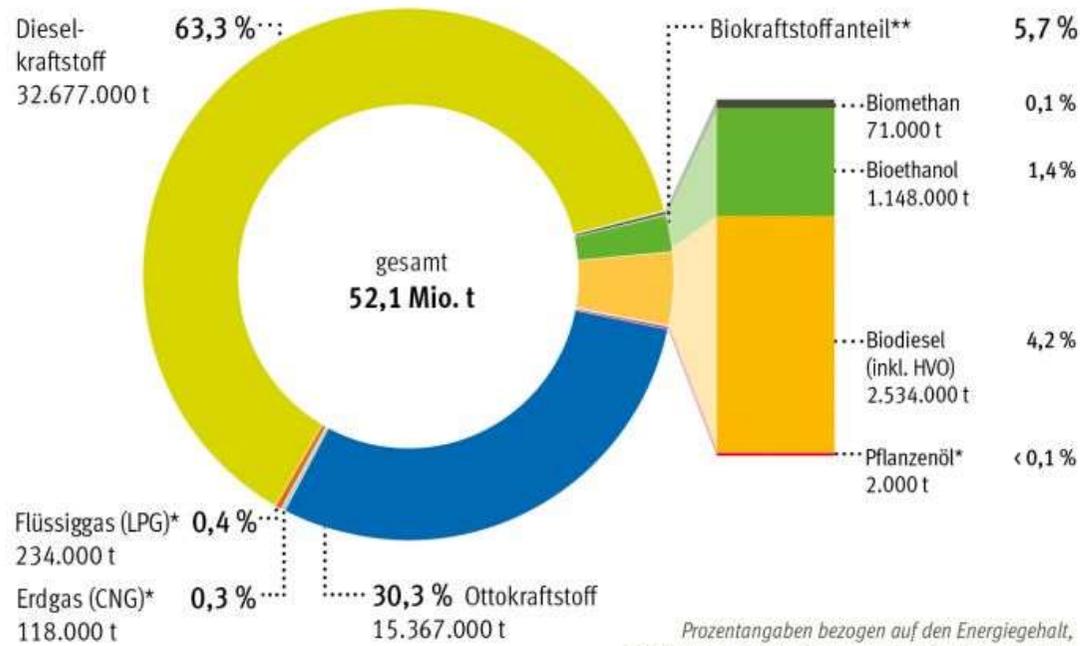
$$\text{Lkw: } 27\% \times 750 \text{ TWh} = 202,5 \text{ TWh} = 6 \text{ Mio. t H}_2$$

Grundlage: 33,36 kWh/kg H₂



KRAFTSTOFFVERBRAUCH DEUTSCHLAND 2021

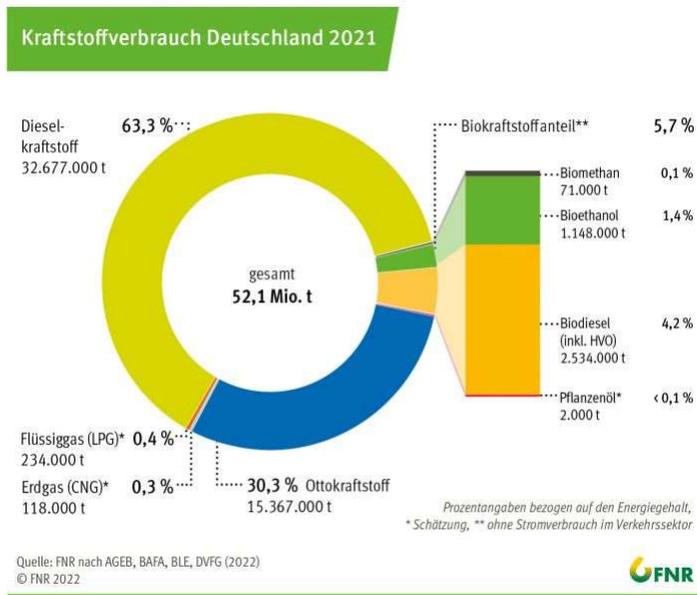
Kraftstoffverbrauch Deutschland 2021



Quelle: FNR nach AGEb, BAFA, BLE, DVFG (2022)
© FNR 2022



CO₂-EMISSIONEN VON NUTZFAHRZEUGEN



32.677.000 t Diesel = 49.369802 m³ Diesel

= 15 Mio. t Wasserstoff

= rd. 747 TWh Strom Elektrolyse;

**= rd. 897 TWh Strom mit Verflüssigung
(bis 2030 sollen durch Einsatz von 20 TWh Strom
rd. 14 TWh H₂ für Kraftstoffe bereitgestellt werden)**

= rd. 492 TWh Strom

Ersatz durch eFuels/synthet. Kraftstoffe

1 l Diesel = 2,67 kg CO₂ / 2,47 kg CO₂ 7% Biodiesel

1 l Diesel = 0,72 kg Methan

1 l Diesel = 0,303 kg H₂

1 kg H₂ = 50 kWh Elektrolysestrom / zzgl. 10 kWh/kg Verflüssigung

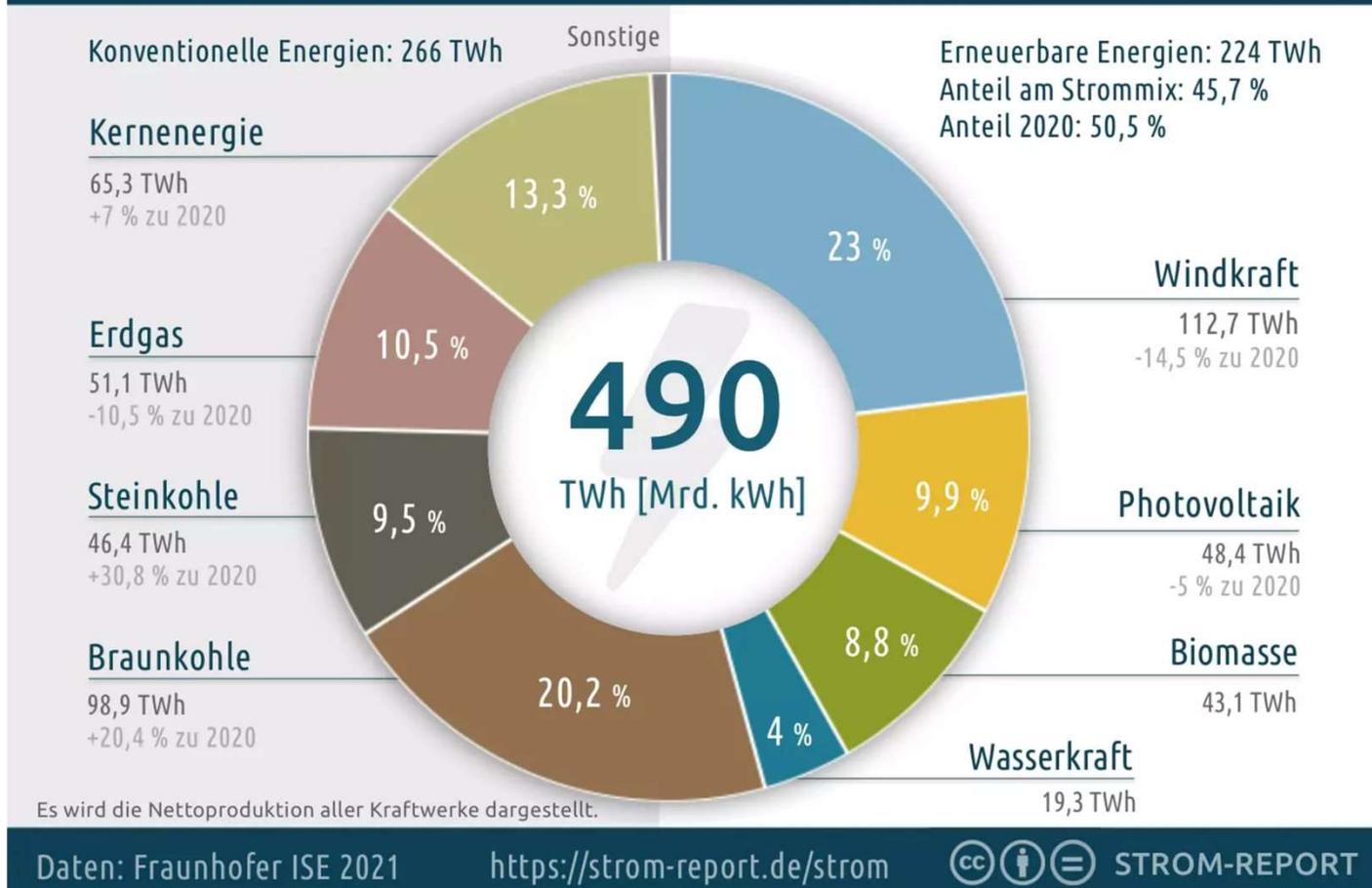
Heizwert Diesel: 9,97 kWh/l

-



STROMMIX IN DEUTSCHLAND 2021

DER STROMMIX IN DEUTSCHLAND 2021 [NETTO] Anteil der Energieträger an der Stromerzeugung

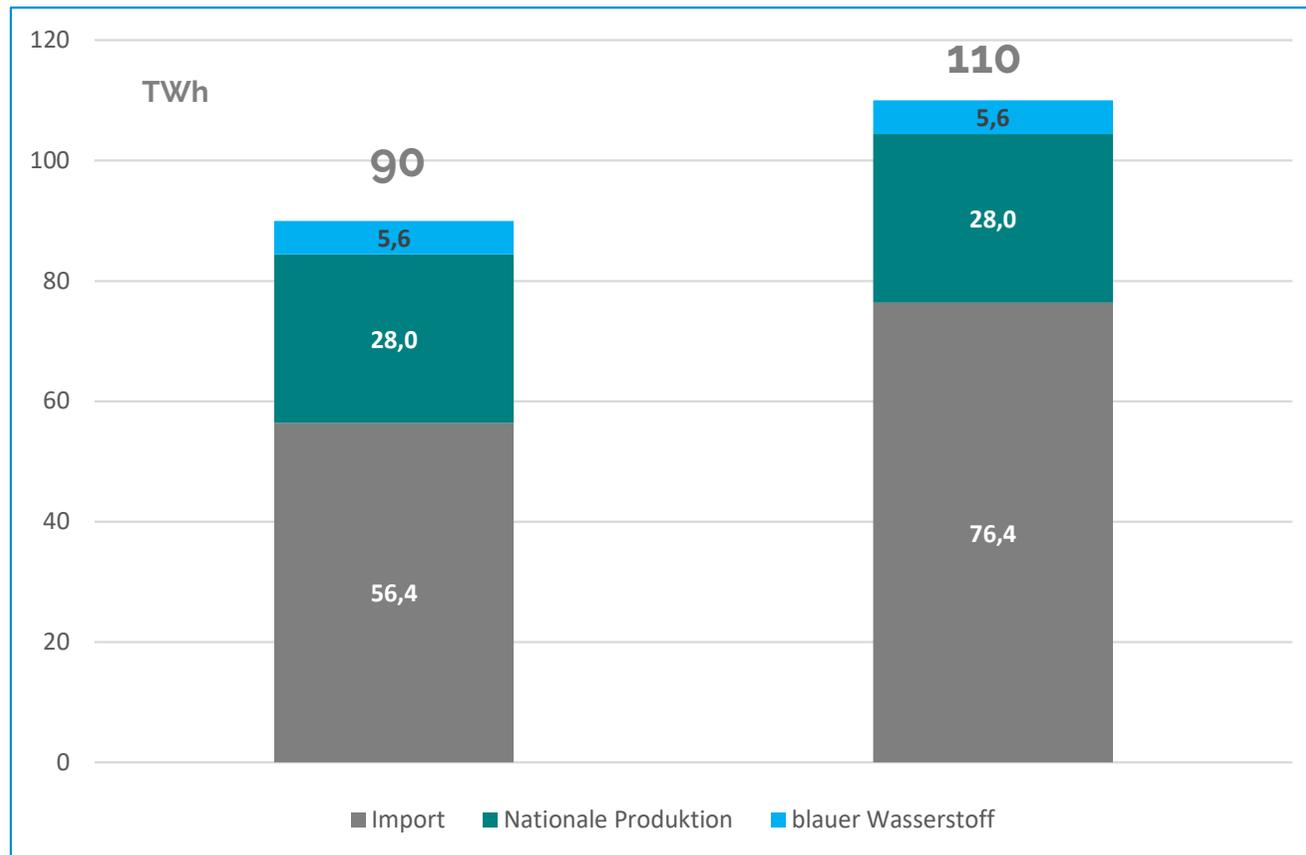


Stromimport:
rd. 52 TWh

Bruttostrombedarf
2030: 698,2 TWh
2045: 909,9 TWh
Quelle: Dena 2021



GESCHÄTZTER WASSERSTOFFBEDARF FÜR DEUTSCHLAND 2030 ZWISCHEN 90 TWH UND 110 TWH



Quelle: Geschätzter Wasserstoffbedarf für Deutschland im Jahr 2030 laut Nationaler Wasserstoffstrategie



DIE ROLLE VON WASSERSTOFF BEI DER VERWIRKLICHUNG DER EU-KLIMA- UND ENERGIEZIELE FÜR 2030 (GREEN DEAL)

ZIELE der EU FÜR 2030

- **Elektrolyseure für erneuerbaren Wasserstoff mit einer Leistung von 40GW**
- **Erzeugung von 10 Mio. t erneuerbarem Wasserstoff**

DIE ROLLE VON WASSERSTOFF BEI DER VERWIRKLICHUNG DER EU-KLIMA- UND ENERGIEZIELE FÜR 2030 (GREEN DEAL)

- Die Nutzung innovativer Energieträger wie Wasserstoff, insbesondere wenn er mit Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird, wird eine Schlüsselrolle im europäischen Grünen Deal spielen.
- Wasserstoff kann als Brennstoff, Energieträger, Energiespeicher oder Einsatzstoff genutzt werden und könnte die Emissionen in Sektoren, in denen eine Emissionsminderung schwer zu erreichen ist, verringern, insbesondere in der Industrie und im Verkehr.
- Die EU-Wasserstoffstrategie zielt darauf ab, die enormen Geschäftsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der Erzeugung von dekarbonisiertem (defossilisiertem) Wasserstoff zu nutzen.
- Kommt Wasserstoff in der Industrie verstärkt zum Einsatz, dann stellt sich die Frage, ob noch genug Wasserstoff für den Mobilitätssektor „übrig“ bleibt und der Einsatz im Vergleich zum Industriesektor wirtschaftlich ist.

(Gibt es genug grünen Wasserstoff für Anwendungen in der Mobilität? – EMCEL GmbH, Köln, 16.Okt.2022; www.emcel.com)





Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur



**Wir brauchen einen
verbindlichen
Fahrplan für mehr
Klimaschutz im
Straßengüterverkehr!**

Prof. Dr. Dirk Engelhardt, BGL-Vorstandssprecher

Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge

Mit alternativen Antrieben auf dem Weg zur Nullemissionslogistik auf der Straße



Klimaschutz

ENERGIE-/VERKEHRSWENDE

Der BGL vertritt Technologieoffenheit

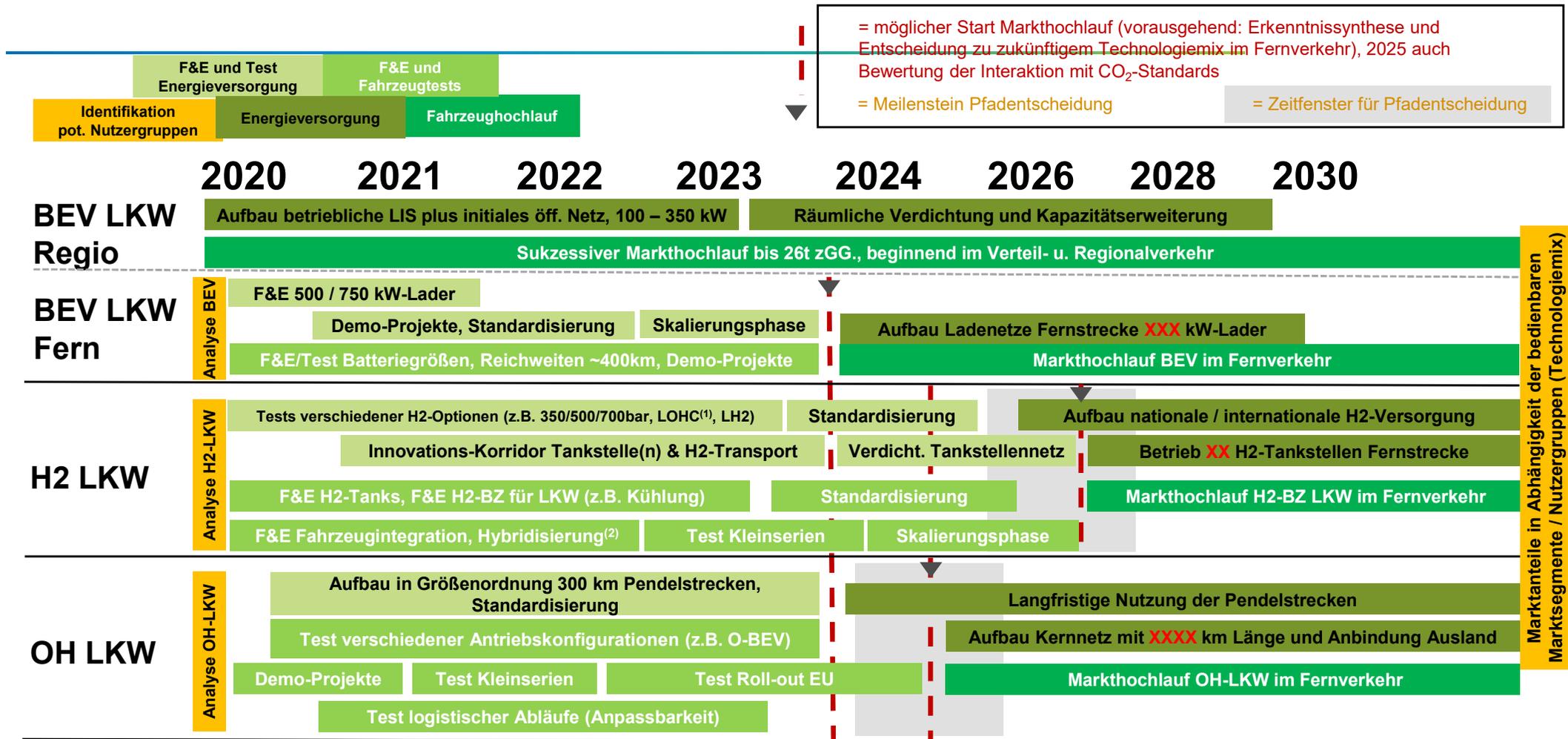
➤ Anforderungen an Innovationen:

- Planungssicherheit
- Investitionssicherheit
- Keine Wettbewerbsnachteile

Schlechte Erfahrungen:

Einführung Biodiesel, Anschaffung LNG-Lkw (Gaspreisexplosion)
Folge: Negative Auswirkungen auf Investitionsbereitschaft

HOCHLAUF ALTERNATIVER ANTRIEBE



(1) LOHC = Liquid Organic Hydrogen Carrier

(2) H2-ICE werden auch getestet sind hier aber nicht aufgeführt, da kein elektrifizierter Antriebsstrang eingesetzt wird.



KLIMASCHUTZ

ENERGIE-/VERKEHRSWENDE

- NPM: Bis 2030 soll etwa ein Drittel der Fahrleistung im schweren Straßen-güterverkehr elektrisch oder auf Basis strombasierter Kraftstoffe erfolgen
- Entwicklung fortschrittlicher Biokraftstoffe und strombasierter Kraftstoffe
- Stärkung der Schiene – Kapazitätsverbesserung und Stärkung des Kombinierten Verkehrs
- Zeit der Umstellungsphase kritisch für Transportlogistiker (Marktentwicklung)
- CO₂-arme Lkw in den Verkehr bringen durch:
 - Kaufprämien (bspw. KsNI-Förderprogramm)
 - Ausbau der Tank- und Ladeinfrastruktur
 - CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut zugunsten klimaschonender Antriebe. Die Bundesregierung wird einen ab 2023 wirksamen CO₂-Aufschlag auf die Lkw-Maut unter Ausnutzung des rechtlichen Spielraums einführen; Abgleich mit Eurovignetten-Richtlinie



VERBRENNERVERBOT

Forderung für Lkw (ab 5 t zGM) und Busse:

- **Emissionsreduzierung am Auspuff um**
 - **45 % bis 2030**
 - **65 Prozent bis 2035**
 - **90 Prozent bis 2040**

- **Für Stadtbusse: 100-prozentige Reduzierung ab 2030**

- **Lkw, die mit Batterie, Wasserstoff-Brennstoffzelle und Wasserstoff-Verbrenner angetrieben werden, gelten als emissionsfrei**

LKW-ANTRIEBSARTEN ALLER GRÖßENKLASSEN IN DEUTSCHLAND

Fz-Klasse	Kfz gesamt	Darunter mit alternativem Antrieb											
		Anzahl gesamt	Anteil in %	davon					Hybrid (ohne Plug-in-Hybrid)	Gas insges.	H2		
				Elektro-Antriebe			Anzahl gesamt	darunter					
				Anzahl gesamt	Anteil in %	davon						Benzin- Hybrid	Diesel- Hybrid
Elektro (BEV)	H2/BZ	Plug-in- Hybrid	Elektro (BEV)	H2/BZ	Plug-in- Hybrid								
	60.139.077	3.538.336	5,9	1.688.820	47,7	941.104	1.961	745.755	1.398.279	998.544	399.294	451.207	30
Lkw	3.634.208	90.556	2,5	53.267	58,8	52.747	28	492	2.188	125	2.010	35.101	-
Zugm. gesamt	2.396.977	4.389	0,2	807	18,4	787	2	18	114	27	56	3.466	2
darunter SZM	233.577	3.414	1,5	41	1,2	31	-	10	17	-	16	3.355	1

► Stand 01.10.2022, KBA



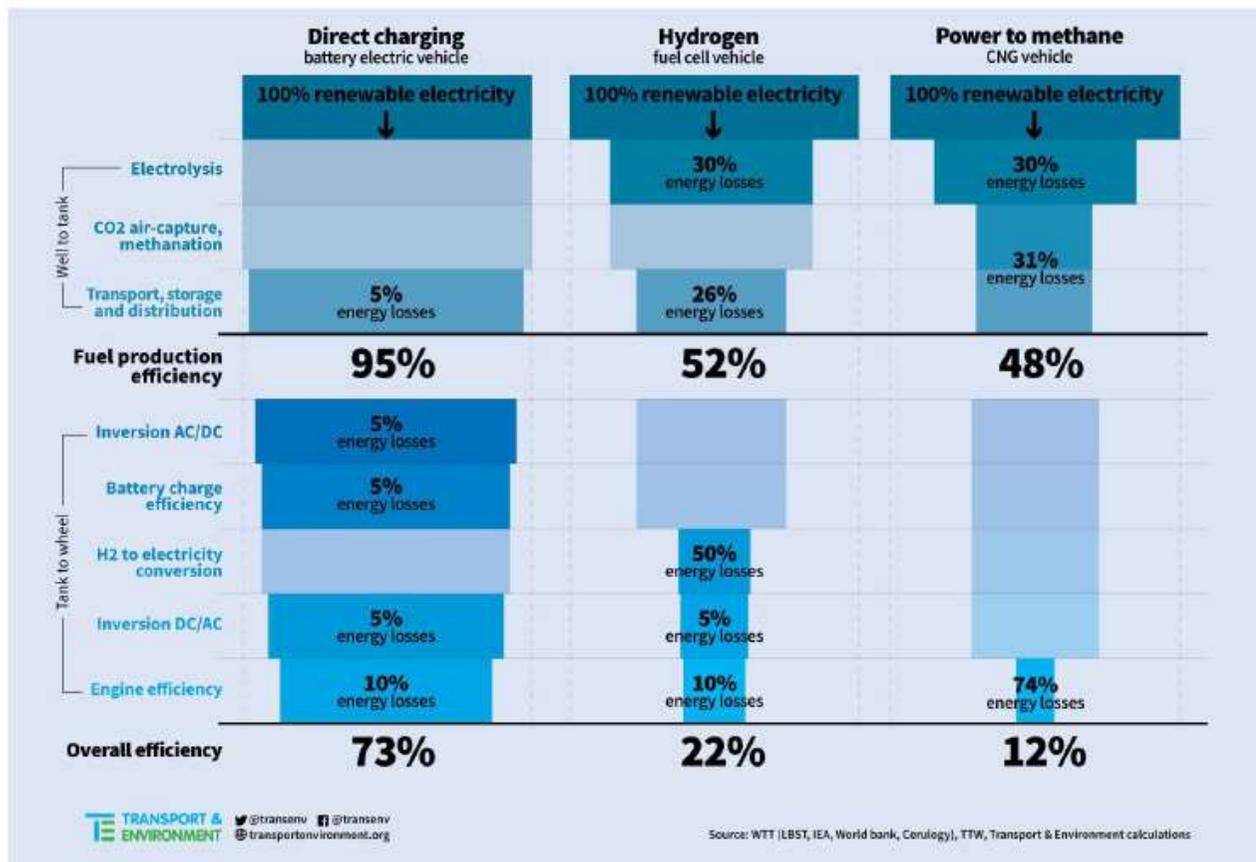
MOMENTAUFNAHME:

TANKSTELLENNETZ IN DEUTSCHLAND

Straßentankstellen:	14.459 (Jan. 2021); 1970: ca. 46.000
Autobahntankstellen:	358
LNG-Tankstellen:	112 öffentliche Tankstellen (02. Mai 2022; Dena-Angabe) (92 rund um die Uhr) bis 2025: ca. 200; geplant.
CNG-Tankstellen:	793, davon 655 Biomethan (vgl. www.statista.de/https://www.gibgas.de/Tankstellen/Europainfos/Deutschland)
Wasserstofftankstellen:	92 (davon 10 für Lkw geeignet (350 bar)) geplant: H ₂ -Betankung alle 150 km im TEN-V-Kernnetz sowie in jedem städt. Verkehrsknoten
Ladestationen Elektro-Kfz: Ladepunkte	rd. 30.630 (> 7,5 kW; 4. Quartal 2022, Statista) ca. 70.751 (01. Okt 2022; 75.000 (Anfang 2023; ADAC, 15.02.2023); bis 2030 sind von der BR 1 Mio. Ladepunkte geplant (2019: 16.100 und 25 für E-Lkw) bis 2030 werden 14.000 Ladepunkte für E-Lkw angestrebt (ACEA) u.a. geplant: alle 60 km Schnellladestation; mind. 1.400 KW bis 2025

Ladesäulen > 7 KW müssen bei Bundesnetzagentur angemeldet werden (Ladeleistung Ladesäule: ca. 22 KW)

DIREKTLADUNG, WASSERSTOFF UND ELEKTRO-METHAN



Die Direktladung von Elektrofahrzeugen ist wesentlich effizienter als Wasserstoffantriebe und Elektro-Methan.

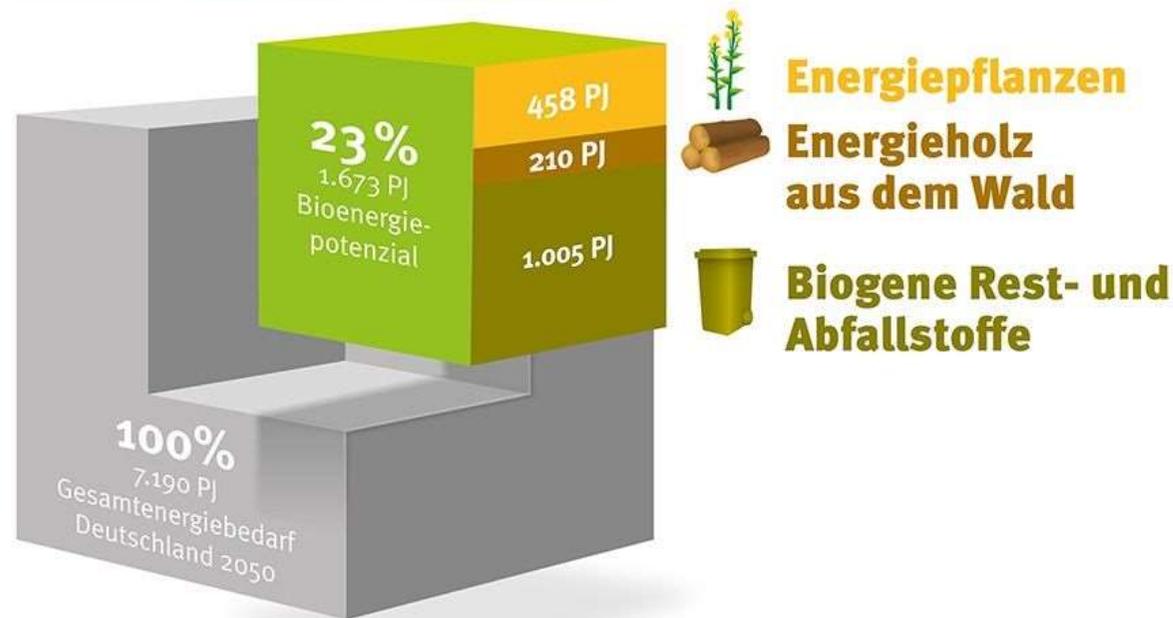
Quelle: thinkstep AG, Leinfelden-Echterdingen



BIOKRAFTSTOFFE

BIOENERGIEPOTENZIAL 2050

Was kann Bioenergie leisten?



Quellen: FNR, TI, DBFZ

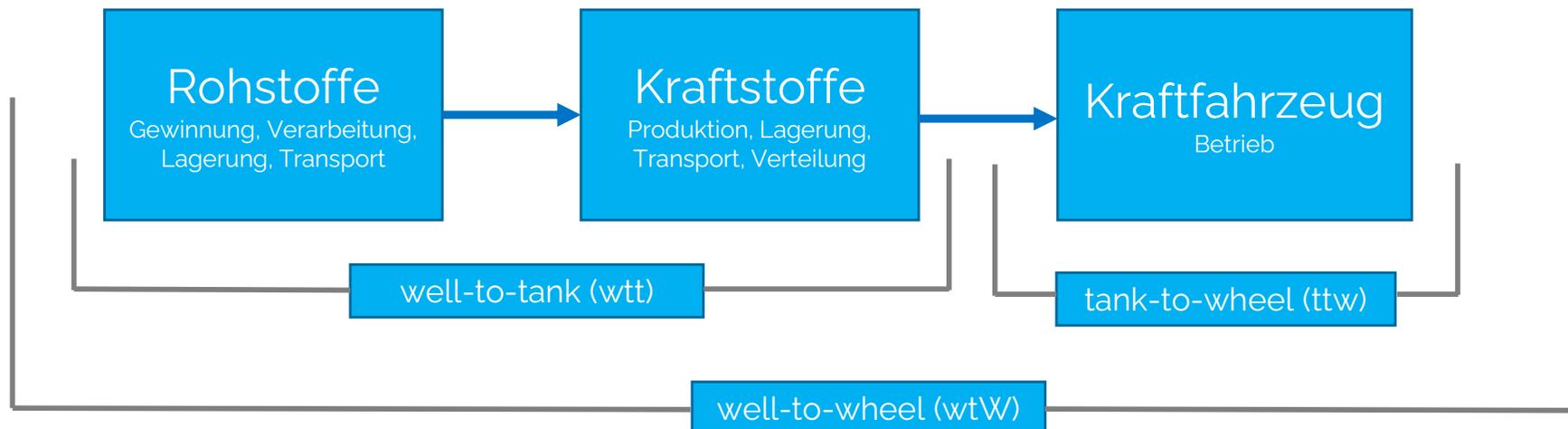
© FNR 2021



Klimaschutz

Die Antriebe müssen umweltverträglich sein:

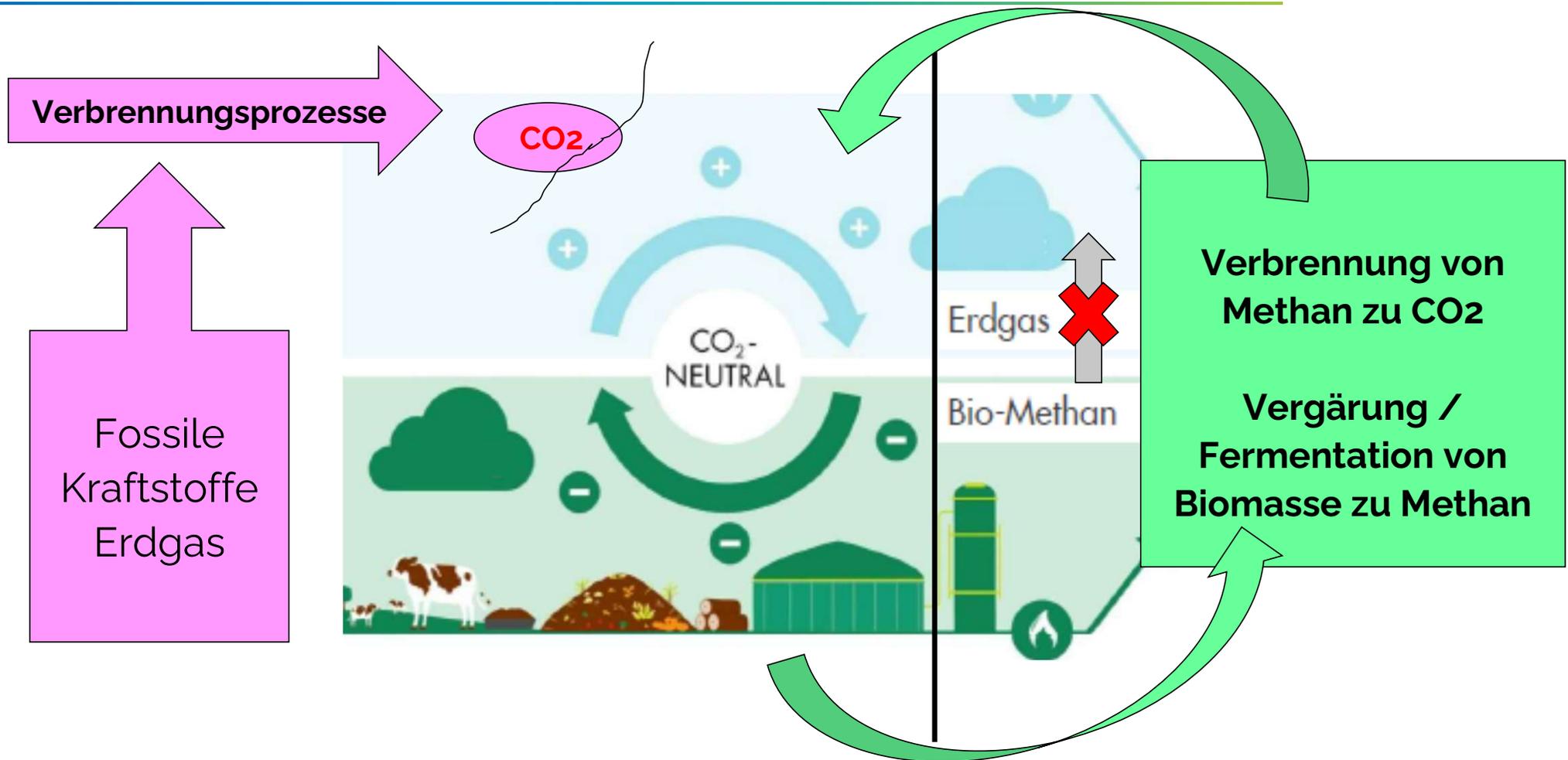
- ▶ **Keine Treibhausgase (CO₂-Emissionen)**
- ▶ **Keine Schadstoffe (NO_x, Feinstaub)**



- ▶ VECTO => betrachtet nur „tank-to-wheel“
- ▶ Will man ganzheitlich vergleichen => „well-to-wheel“

BIOKRAFTSTOFFE

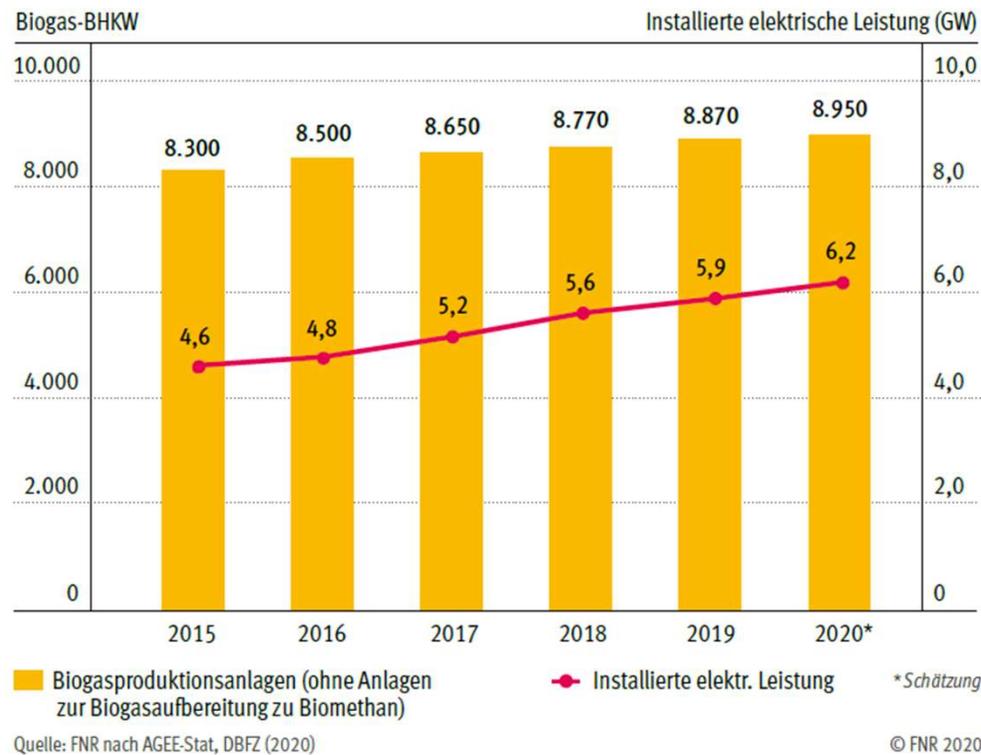
PARADIGMENWECHSEL: FOSSILES METHAN – „KLIMANEUTRALES“ BIOMETHAN



BIOGAS – ANLAGENSTANDORTE BIOGASPRODUKTION

BIOGAS

Anlagenstandorte Biogasproduktion



BIOKRAFTSTOFFE

HYDRIERTE PFLANZENÖLE – HVO

HVO: Hydrotreated Vegetable Oils (hydrierte Pflanzenöle)

- HVO in Reinform als HVO 100 gem. DIN EN 15940 aus biogenen Rest- und Abfallstoffen hergestellt.
Keine Pflanzen aus Nahrungs- und Futtermittelanbau!; kein Palmöl
- In der Well-to-Whell- Betrachtung nahezu klimaneutral.
Mit HVO 100 besteht die Möglichkeit, Nfz-Bestandsflotten mit Verbrennungsmotoren weiterhin weitgehend CO₂-frei zu betreiben.
- Für HVO als Reinkraftstoff (HVO 100):
Inverkehrbringen muss gesetzlich durch eine Ergänzung der 10. BImSchV (Bundes-Immissionsschutz-Verordnung) erfolgen.
- Gegenwärtig: Beimischungsquote (bspw. 26% HVO zzgl. 7 % Biodiesel = 33 %)

AUSBLICK FÜR DEN ZUKÜNFTIGEN EINSATZ VON WASSERSTOFF IM TRANSPORTLOGISTIKGEWERBE

- ▶ **Wasserstoff ist eine realistische, aber keine alleinige Option für den Straßengüterverkehr**
- ▶ **Kommt im Fernverkehr bei schweren Nutzfahrzeugen zum Tragen**
- ▶ **Der Transportlogistikunternehmer trifft seine Entscheidungen aufgrund individueller Bedarfsanalysen (Planungssicherheit; Investitionssicherheit)**
- ▶ **Fahrzeuge und Infrastruktur müssen gleichzeitig zur Verfügung stehen**
- ▶ **Die Antriebsformen müssen (mindestens) wettbewerbsneutral sein**
- ▶ **Das Ausmaß der Marktdurchdringung im Straßengüterverkehr ist noch nicht abschätzbar**



VERLÄSSLICHKEIT VON PROGNOSEN

- ▶ **Die weltweite Nachfrage nach Kraftfahrzeugen wird eine Million nicht überschreiten. Allein schon aus Mangel an Chauffeuren.**
(Gottlieb Daimler, 1834-1900)
- ▶ **Das Wasser ist die Kohle der Zukunft. Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.**
(Jules Verne, 1828-1905)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Werner Andres
BGL e.V.
Breitenbachstr. 1
60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069-7919-298
andres@bgl-ev.de
www.bgl-ev.de