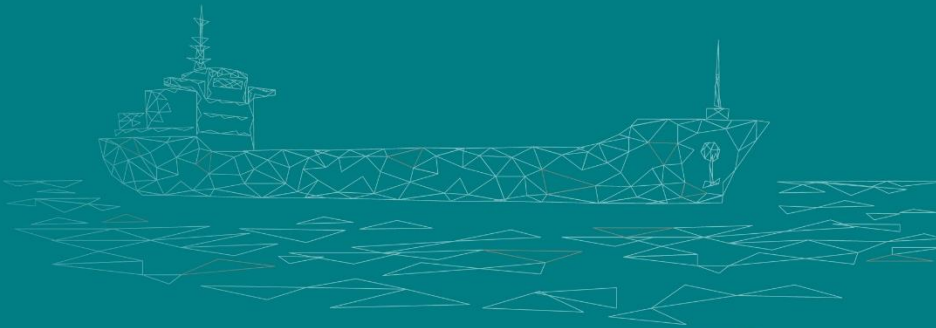
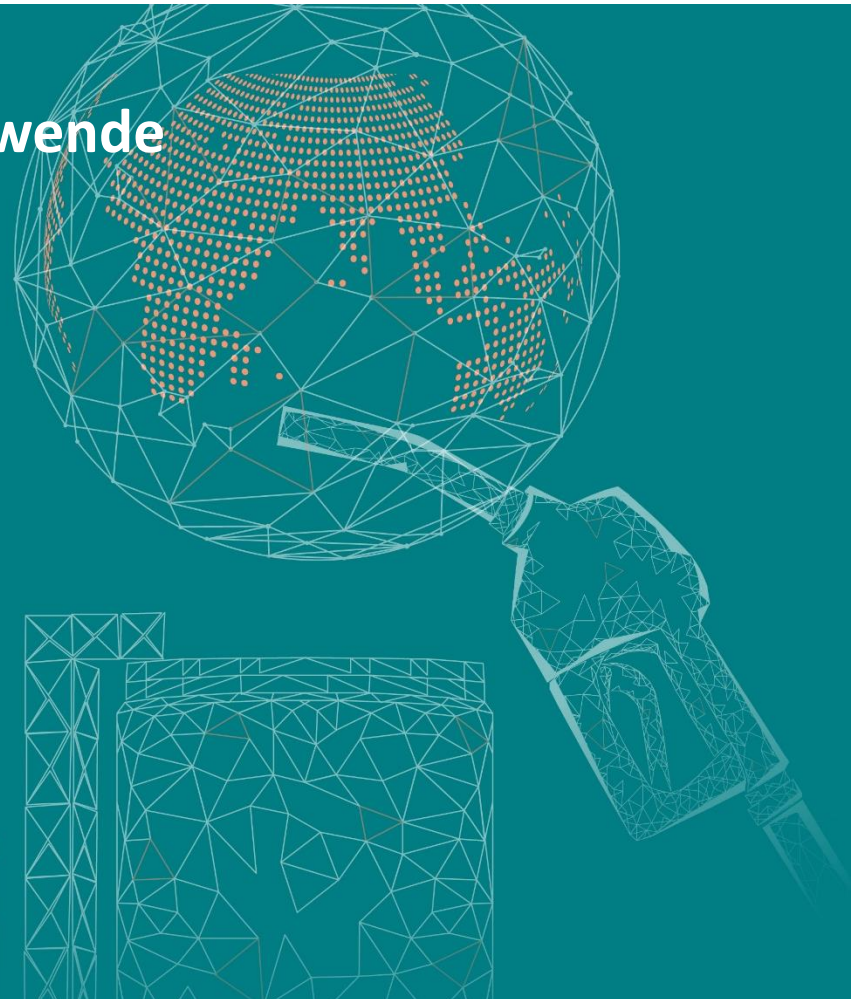


MEW.

Mittelständische Energiewirtschaft
Deutschland e.V.

Die Prämissen der deutschen Energiewende im Realitätscheck



Online-Veranstaltung zur Vorstellung der
Studienergebnisse und deren Einordnung
Berlin, den 07.06.2023



- Zusammenfassung der Studienergebnisse des Wuppertal Instituts *Grüner Wasserstoff und Wasserstoffderivate – Kernelemente einer nachhaltigen und sicheren Energieversorgung Deutschlands*
- Kritische Einordnung der Ergebnisse
- Handlungsempfehlungen
- Diskussion

Titel

Grüner Wasserstoff und Wasserstoffträger

Elemente einer nachhaltigen und sicheren Energieversorgung

Leitfragen

- Könnte Deutschland langfristig (bis 2045) ausreichend erneuerbaren Strom produzieren, um den **Eigenbedarf** (Strom und Wasserstoffprod.) zu decken?
- Falls dies nicht möglich bzw. sinnvoll ist: Auf welche erneuerbaren **Energieimporte** wird Deutschland voraussichtlich angewiesen sein und welche Regionen in Europa und/oder weltweit kommen dafür in Betracht?
- In welcher **Form** (Strom, Wasserstoff, synthetische flüssige Energieträger*) kann erneuerbare Energie am effizientesten bzw. kostengünstigsten nach Deutschland transportiert werden?
- Wie ist die **Infrastruktur** auf die unterschiedlichen Energieträger vorbereitet?
- Welche Zielkonflikte bezogen auf eine nachhaltige Entwicklung und welche Herausforderungen bezüglich **Versorgungssicherheit** sind zu beachten?

Untersuchte Szenario-Studien



Auftraggeber	Bearbeitung	Titel	Veröffentlichung	Untersuchte Szenarien
Dena	EWI	Dena Leitstudie – Aufbruch Klimaneutralität	2021	KN100 inkl. 4 Varianten
BDI	Boston Consulting Group – BCG	Klimapfade 2.0	2021	Zielpfad
Eigenforschung ISE	Fraunhofer ISE	Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem – Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen	2021	Referenz, Beharrung, Inakzeptanz, Suffizienz
BMWi	Consentec, Fraunhofer ISE, ifeu, TU Berlin	Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3	2021	TN-H2, TN-PtG/PtL, TN-trom

Zusammenfassung der Ergebnisse



Bedarfe

- Endenergiebedarf wird sinken (direkte Elektrifizierung, Effizienzsteigerung), Strombedarf wird steigen (v.a. Verkehr und Gebäude)
- Strombedarf kann national gedeckt werden, Absicherung durch europäische Netze
- Wasserstoff & Derivate werden für bestimmte Sektoren von Bedeutung sein, entsprechend wird der Bedarf zunehmen.

Transport

- Wasserstoff: Versorgung v.a. aus Europa und Nordafrika via Pipeline; Importquoten bis 87%
- PtL/PtG: weltweite Importe (kein LOHC), Importquote mind. 95%
- Rückumwandlung von PtL wenig sinnvoll (Energieverluste / Kosten)

Infrastrukturen

- Strom: Fernleitungen müssen um das 1,5- bis 2-fache ausgebaut werden, insbesondere Nord-Süd.
- H2-Infrastruktur: fehlt bzw. muss angepasst werden; Mangel an Verteilnetzen
- PtL-Infrastruktur: wenig Anpassungsaufwand, Rückbau auf Grund sinkender Nachfrage, PtL-Routen noch unklar

Versorgungssicherheit

- Voraussetzungen: Stromnetze, Back-up-Kraftwerke (40 GW; ca. 100 Kraftwerke), steuerbare Lasten, Speicher
- Wesentlicher Energieträger für Speicherung: grüner Wasserstoff

Die Meta-Studie zeigt, dass die Szenarien

1. ...die Themen **Klimaschutz** und **Versorgungssicherheit** nicht gleichrangig behandeln
2. ...die **Stromwende** im Mittelpunkt steht, weniger die **Energiewende** (bspw. leitungsungebundene, flüssige Energieträger finden wenig Beachtung)
3. ...v.a. ideale Wege zur Klimaneutralität mittels Elektrizität darstellen, dabei aber relevante **Pfadabhängigkeiten** und **Nebeneffekte** vernachlässigen.
4. ...Annahmen auf Basis der **technischen Machbarkeit** treffen, andere wichtige Determinanten allerdings vernachlässigen (Realitätsferne).

- 1. Versorgungssicherheit**
2. Strom- statt Energiewende
3. Pfadabhängigkeiten, Nebeneffekte und volkswirtschaftliche Gesamtkosten
4. technische Machbarkeit vs. realistische Umsetzbarkeit

1. Versorgungssicherheit / Resilienz ist unterbewertet MEW.

- In den Studien wurde Versorgungssicherheit insbesondere mit Schutz vor einem **Blackout** (Dunkelflaute) gleichgesetzt. Begrenzte Speicherkapazitäten für Strom und Wasserstoff werden nicht betrachtet (Versorgung im Krisenfall).
- Unsicherheiten durch **Vulnerabilität der Infrastrukturen** leitungsgebundener Energieträger werden nicht betrachtet (z.B. Cyber- und Terroranschläge).
- **Diversifikationskriterien** für eine sichere Energieversorgung sind nicht berücksichtigt.
- Die existierende Infrastruktur wird negativ als „Rückbau-Last“ aufgeführt.

Die Thematisierung von Versorgungssicherheit in den Studien

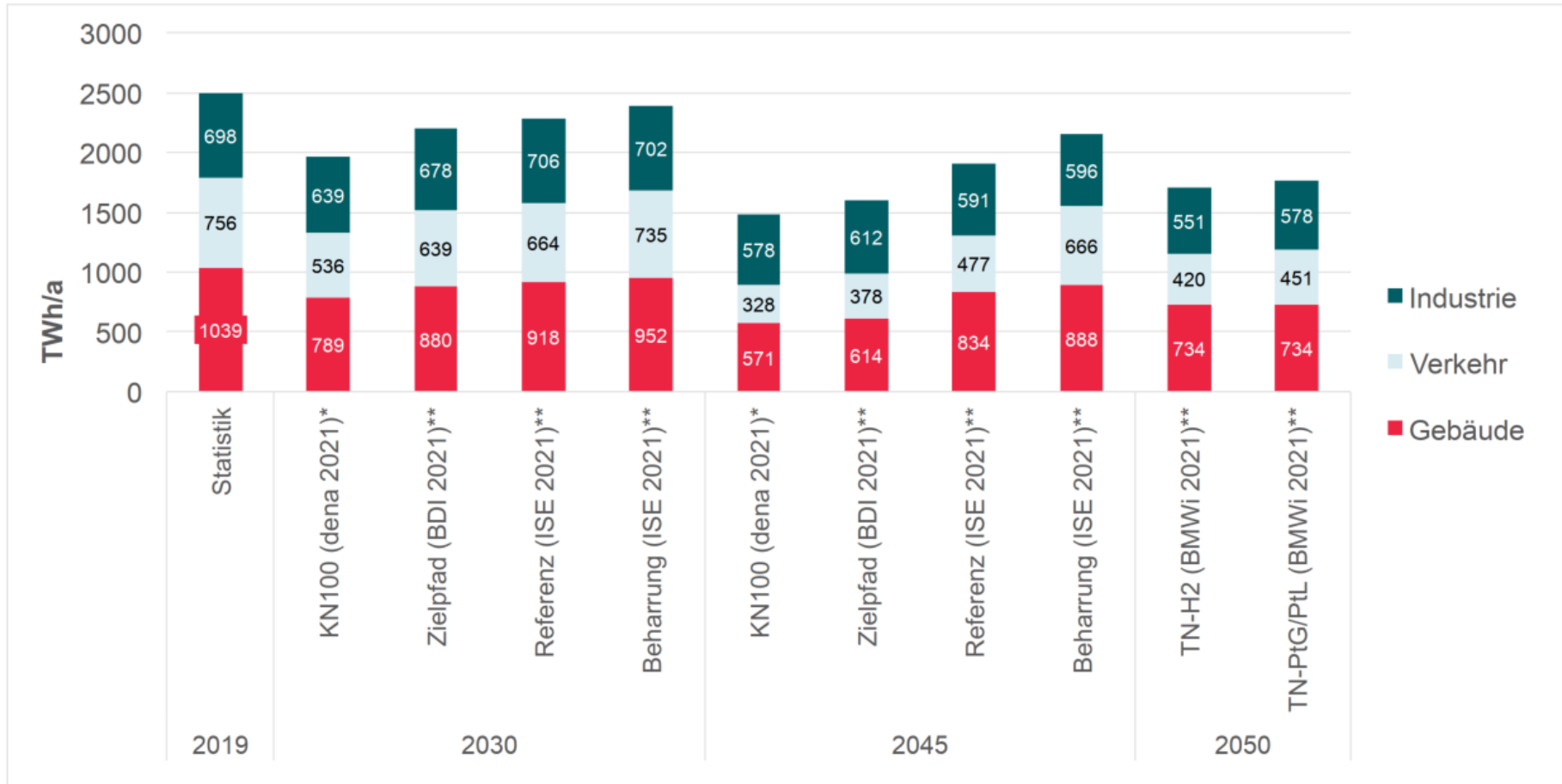
Szenarien	Strom	Wasserstoff	Power-to-Liquids
BDI Zielpfad	H ₂ -ready Gaskraftwerke Batteriespeicher	H ₂ -Importe und Netzaufbau	Keine konkreten Angaben
Dena Leit*	Kapazitäts-/Netzreserve Speicher, Importe	H ₂ -Importe und Netzaufbau	
ISE Wege KND	Regelbare Erzeuger Batteriespeicher	Keine konkreten Angaben	
ISI Langfrist	Backup via Wasserstoff; in geringen Umfang Speicher und Wasserkraft	H ₂ -Speicherbedarf	

1. Versorgungssicherheit
2. Strom- statt Energiewende
3. Pfadabhängigkeiten, Nebeneffekte und volkswirtschaftliche Gesamtkosten
4. technische Machbarkeit vs. realistische Umsetzbarkeit

2. Energiewende wird als Stromwende behandelt

- Vordergründige Fragestellung: Wie kann die Energieversorgung klimaneutral mittels elektrischem Strom realisiert werden?
- Der Fokus der Szenarien liegt daher auf der Produktion und Verteilung elektrischer Energie
→ Szenarien zur „Energiewende“ müssten **ALLE Energieträger** berücksichtigen
- Wasserstoffderivate wie Ammoniak, Methanol oder E-Fuels finden wenig Berücksichtigung.
- Brückentechnologien (z.B. Biokraftstoffe) finden ungenügend Raum
- Die Beimischung von klimaneutralen, flüssigen Energieträgern als kurzfristige Option zur CO₂ Reduktion findet kaum Berücksichtigung.

2. Entwicklung des Endenergiebedarfs

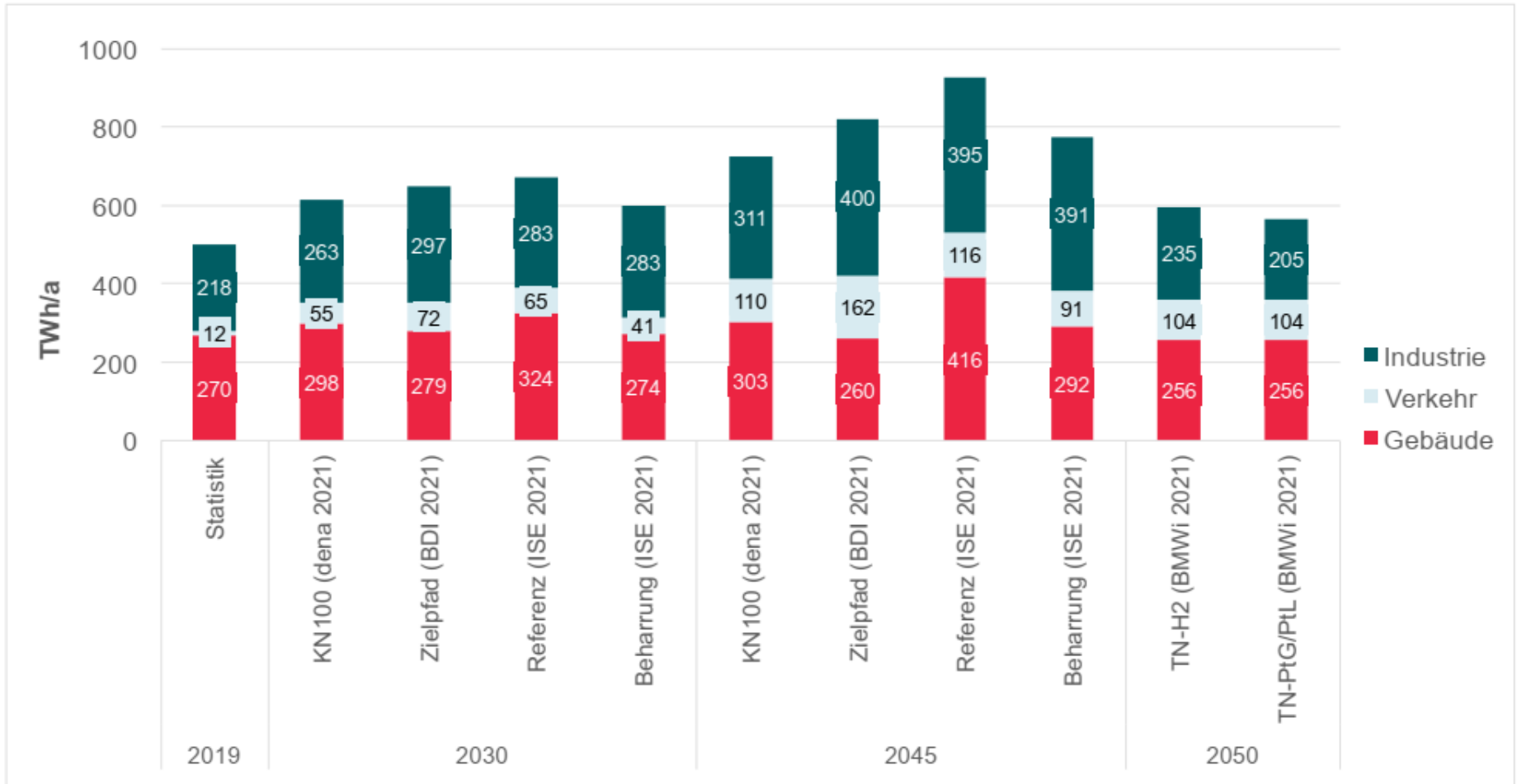


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

* inkl. internationaler Flugverkehr

** inkl. internationaler See- und Flugverkehr

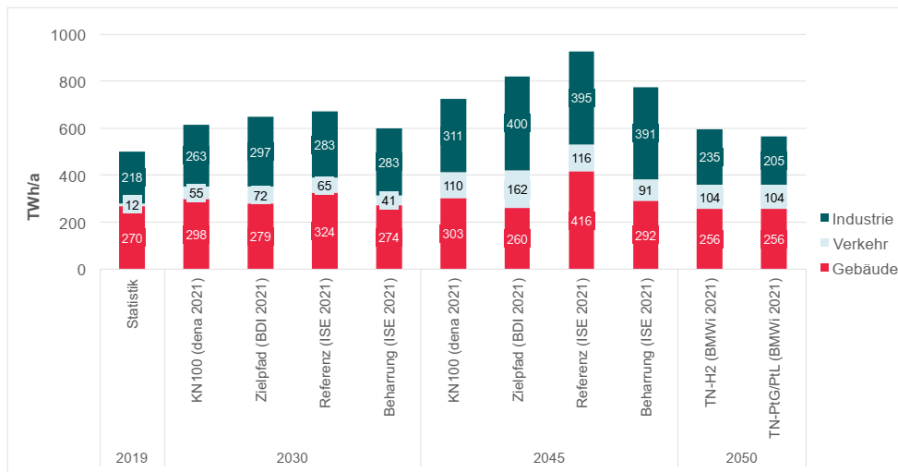
2. Entwicklung des Strombedarfs



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

2. „Zielorientierte“ Einschätzung der Entwicklung des Strombedarfs

Entwicklung Strombedarf



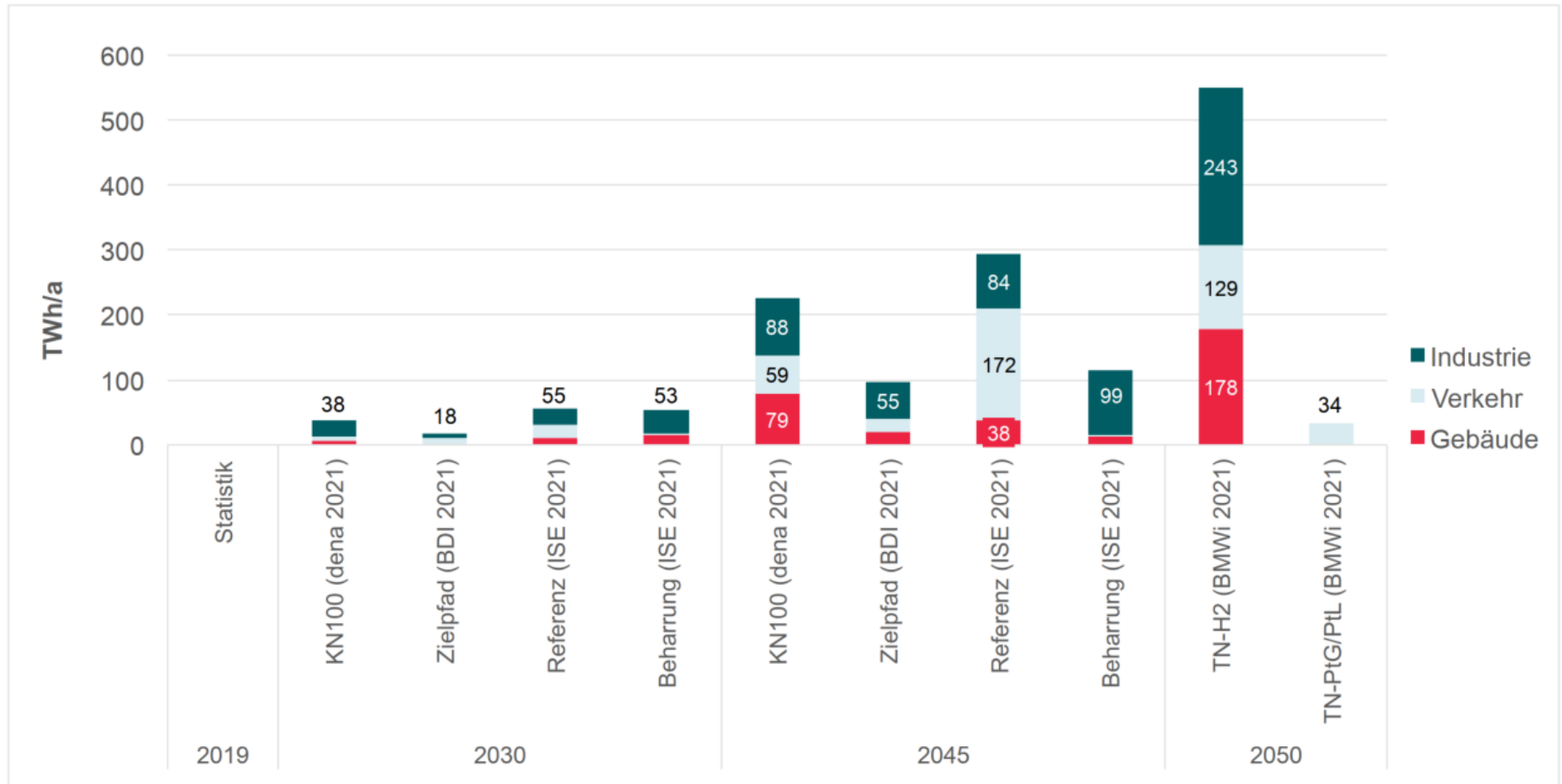
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

Strombedarf 2045/50

Untersuchte Szenarien:

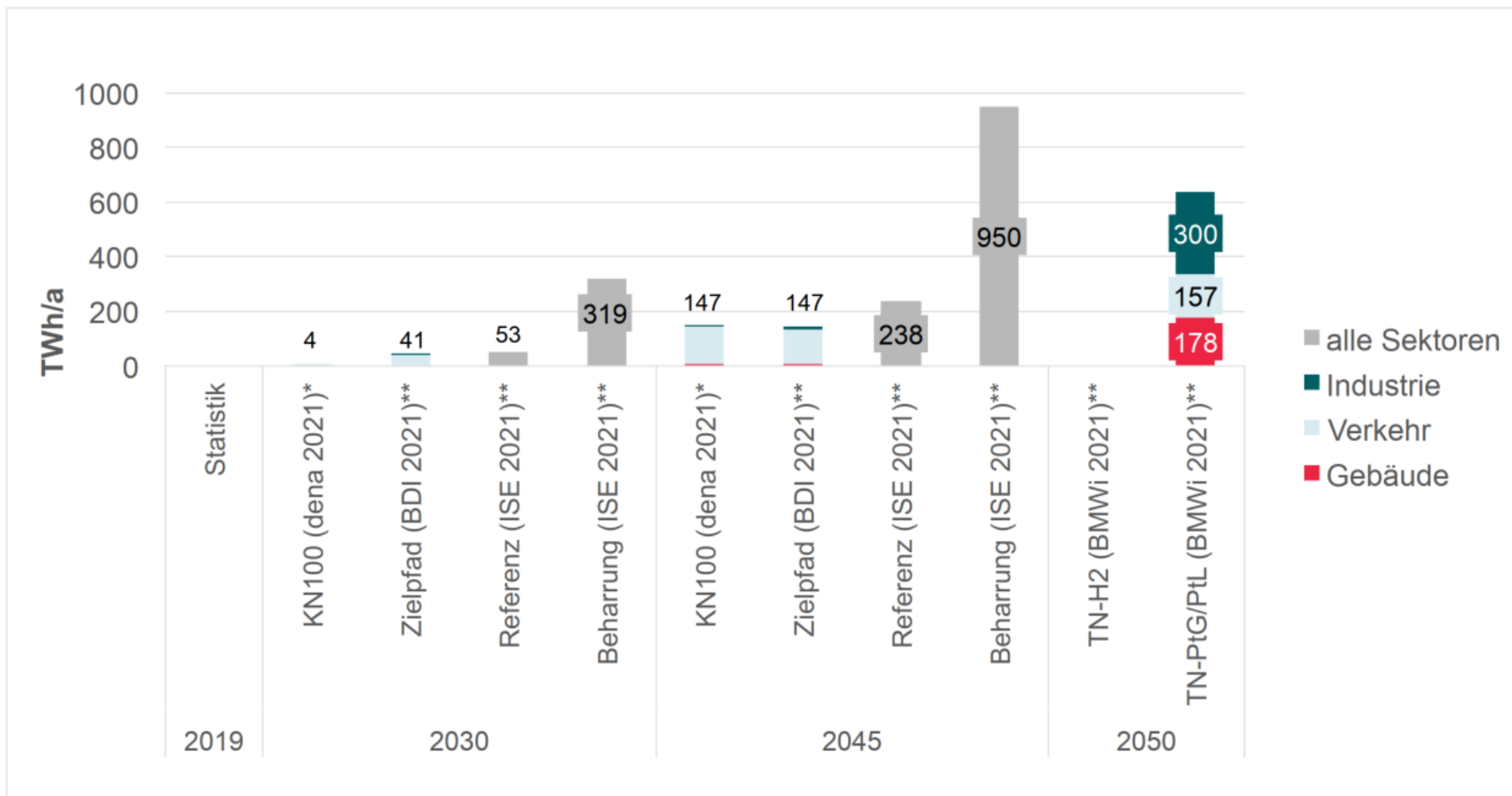
- 600-900 TWh
- Netzentwicklungsplan (Szenario B/C)
- 1128 TWh
- 5-fache installierte Leistung (700 GW) erforderlich
- Ariadne (Mix Szenario)
- ca. 1000 TWh

2. Entwicklung der Nachfrage nach grünem H2



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

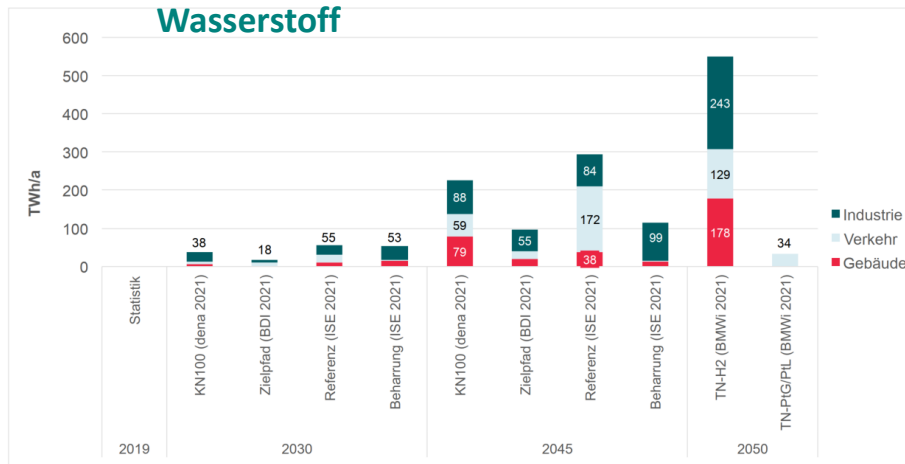
2. Entwicklung der Nachfrage nach grünen H2-Derivaten



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

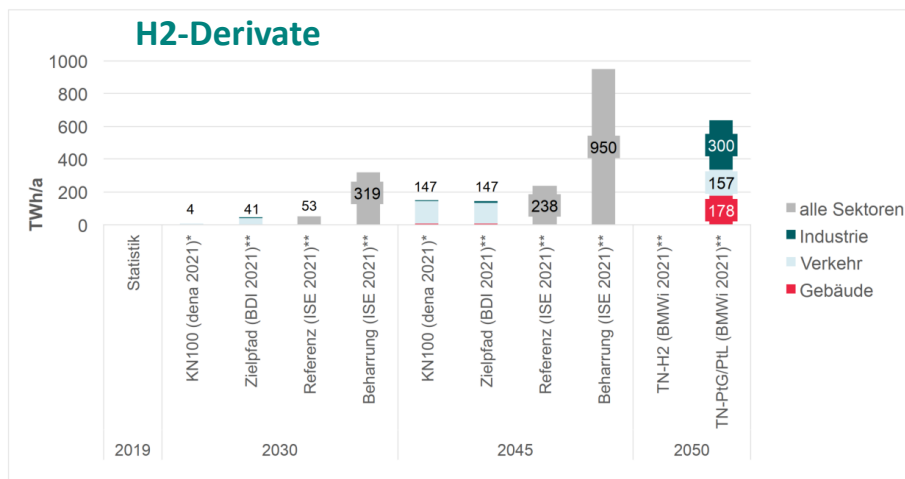
* inkl. internationaler Flugverkehr ** inkl. internationaler See- und Flugverkehr

2. Nachfrage nach grünem H2 und Derivaten wird unterschätzt



Nachfrageentwicklung nach grünem H2 und Derivaten

Jahr	Bsp.: DENA KN100 in TWh	Andere Schätzungen in TWh	
		NOW	Max Planck Gesellschaft
2030	42	80	
2045/2050	373		700-1400



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl
 * inkl. internationaler Flugverkehr ** inkl. internationaler See- und Flugverkehr

1. Versorgungssicherheit
2. Strom- statt Energiewende
3. Pfadabhängigkeiten, Nebeneffekte und volkswirtschaftliche Gesamtkosten
4. technische Machbarkeit vs. realistische Umsetzbarkeit

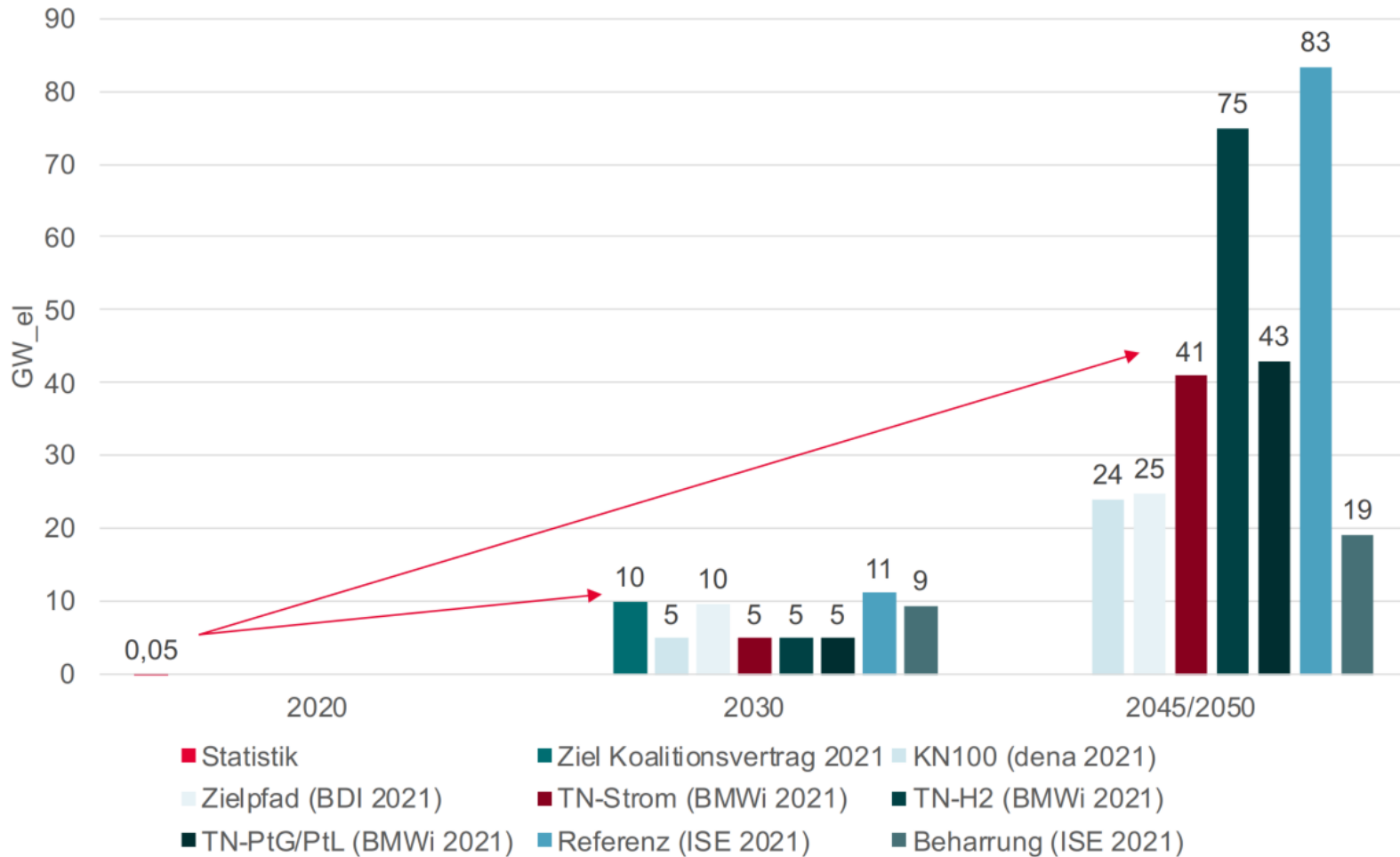
3. Pfadabhängigkeiten und volkswirtschaftliche Folgen (I)

- Internationale Verflechtungen
 - **Importabhängigkeit** Deutschlands (z.B. Metalle für Batterieproduktion)
 - **Arbeitsplätze** im In- und Ausland (z.B. Öl- & Gasindustrie)
 - Verlagerung der **Wertschöpfung** (z.B. E-Mobile)
- Internationale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen
 - z.B. Entwicklung von **Energiepreisen**
 - Umstellung der **Stahlproduktion** auf Wasserstoff
 - Gefahr von **Carbon Leakage** durch Verlagerung in das Ausland
 - Verlust **bestehender Assets** (z.B. Infrastruktur, Know-how) und Wertschöpfungsketten der deutschen Wirtschaft
 - Die deutsche Wirtschaft ist stark mittelständisch geprägt, dementsprechend wären insbesondere **KMU** betroffen.

3. Pfadabhängigkeiten und volkswirtschaftliche Folgen (II)

- Entwicklung neuer **Technologien** und Weiterentwicklung bestehender Technologien wird nicht berücksichtigt
- Unzureichende **Übergangszeiträume**, um volkswirtschaftliche Effekte abzufedern
- Geringere **Akzeptanz** in der Bevölkerung
 - Mobilität
 - GEG (65% Erneuerbare Energien ab 2024)

3. Entwicklung der Elektrolysekapazität in Deutschland

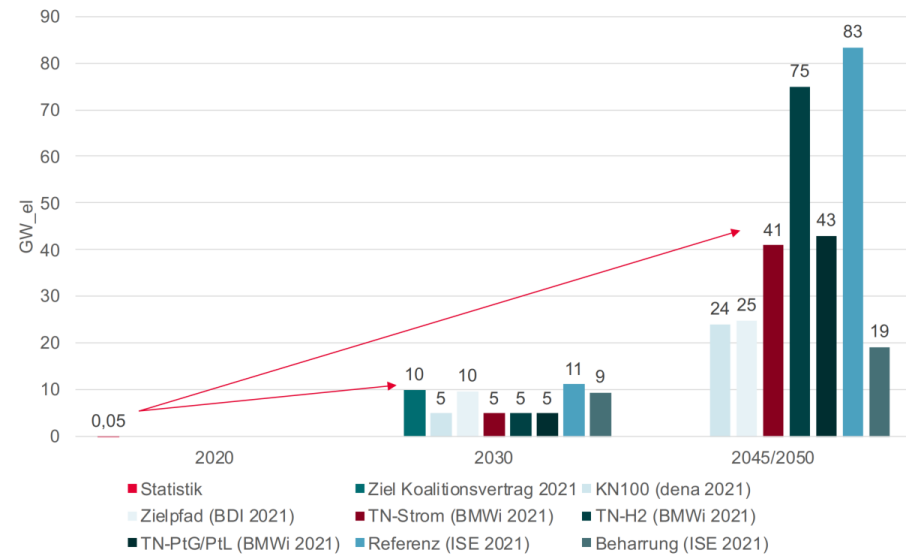


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

* inkl. internationaler Flugverkehr ** inkl. internationaler See- und Flugverkehr

3. Extrem ambitionierter Ausbau der Elektrolysekapazität in Deutschland angenommen

- Importe werden mit 40 bis 90% des Gesamtbedarfs an Wasserstoff und Derivaten angenommen.
- Die Erzeugung von H2 in wind- und sonnenreichen Ländern bietet deutliche Kostenvorteile gegenüber heimischer Produktion.

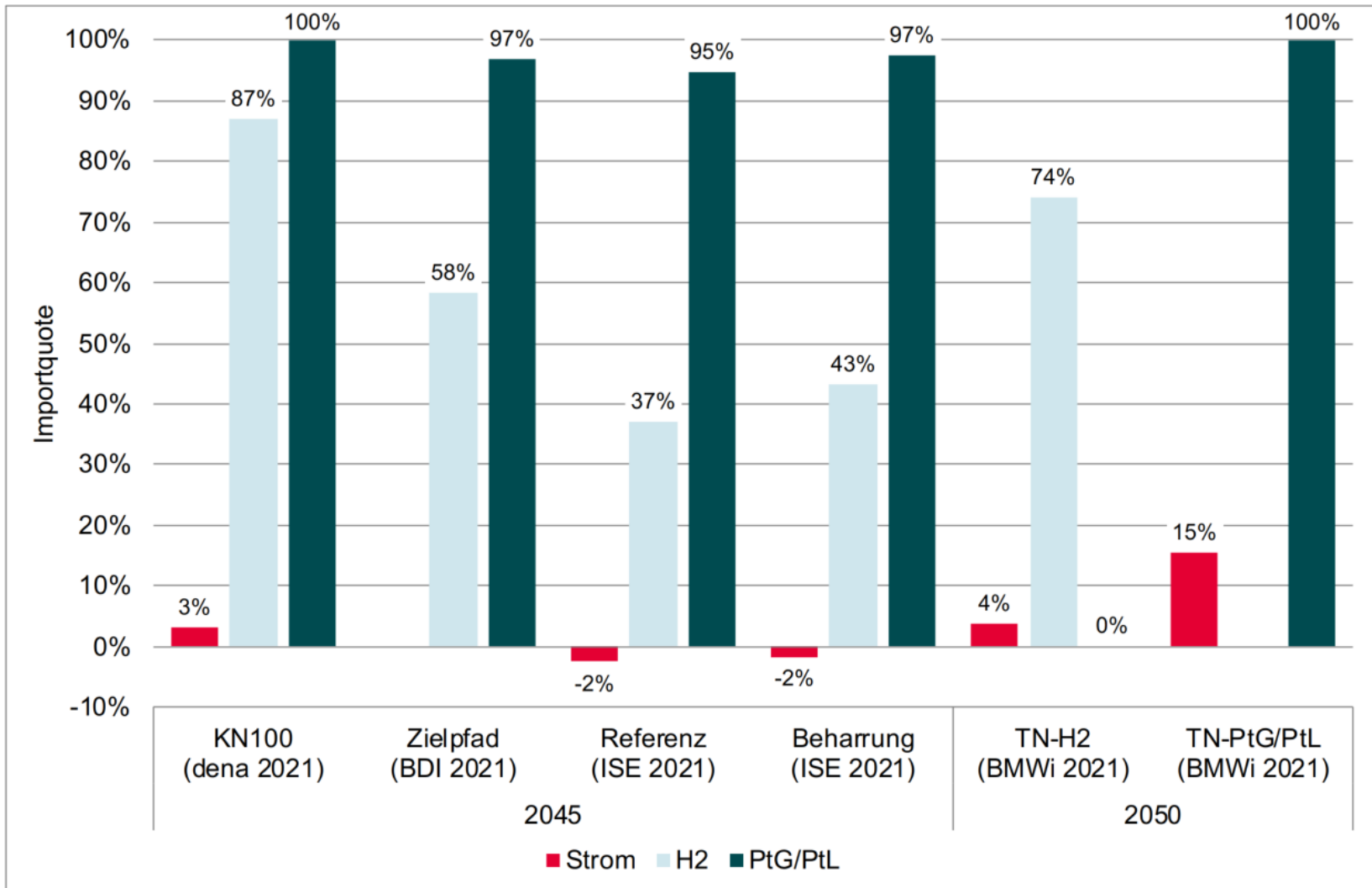


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

* inkl. internationaler Flugverkehr

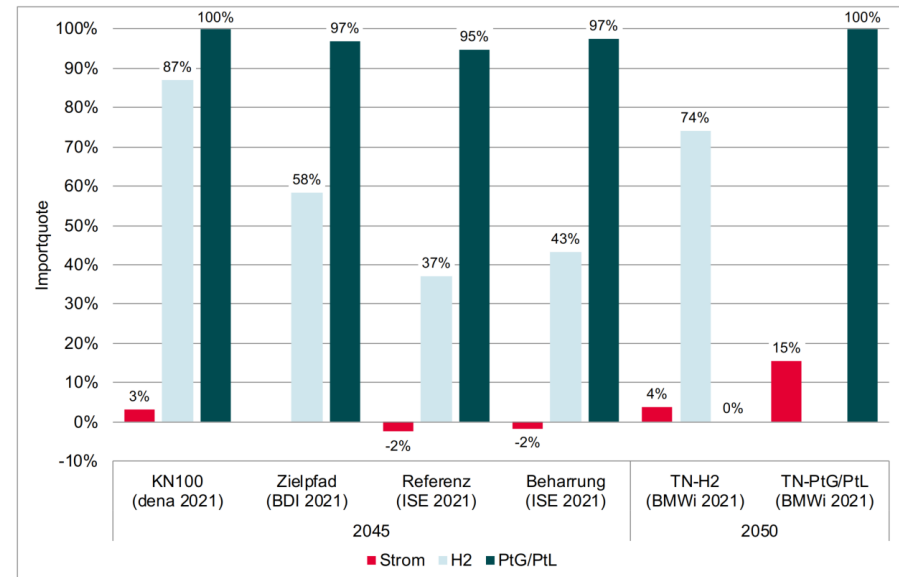
** inkl. internationaler See- und Flugverkehr

3. Importquoten Strom, H2, PtX



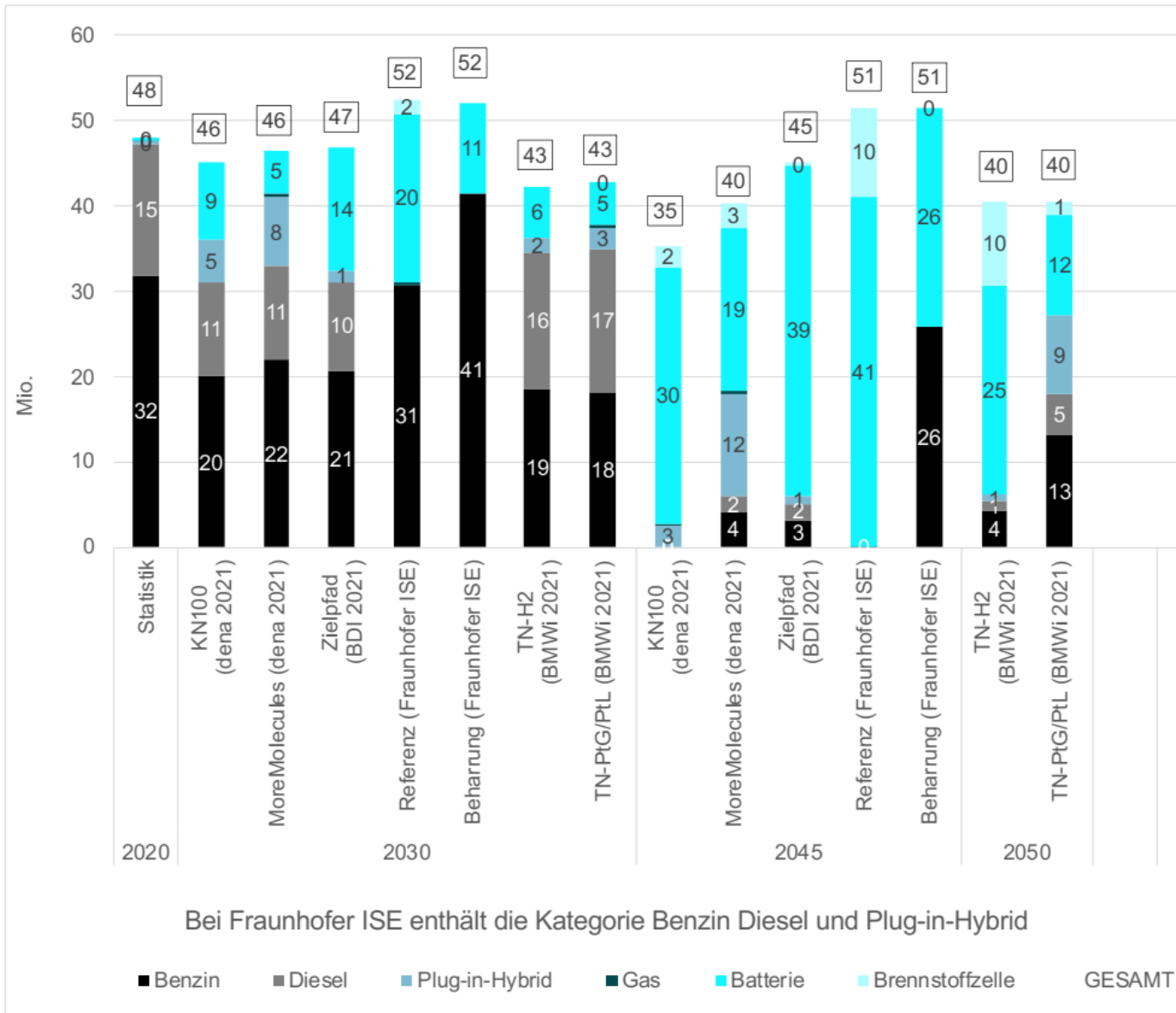
3. Importquoten Strom, H2, PtX

- Die Szenarien beleuchten nicht den **Wasserstofftransport**.
- Der Transport per **Pipeline** wird gemäß anderer Studien deutlich bevorzugt.
- Die Vorteile der chemischen Umwandlung in **synthetische Energieträger** wird in den Studien unterschätzt.



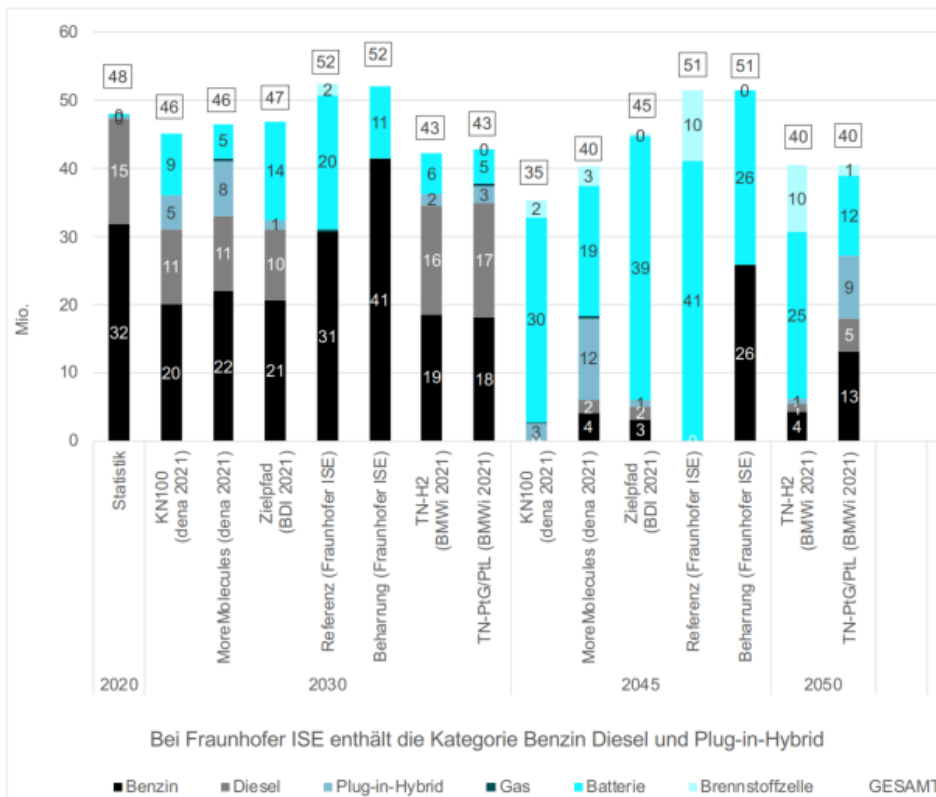
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

3. Entwicklung des Pkw-Bestands in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

3. Die Szenarien würden eine Schwächung der deutschen Automobilindustrie bedeuten

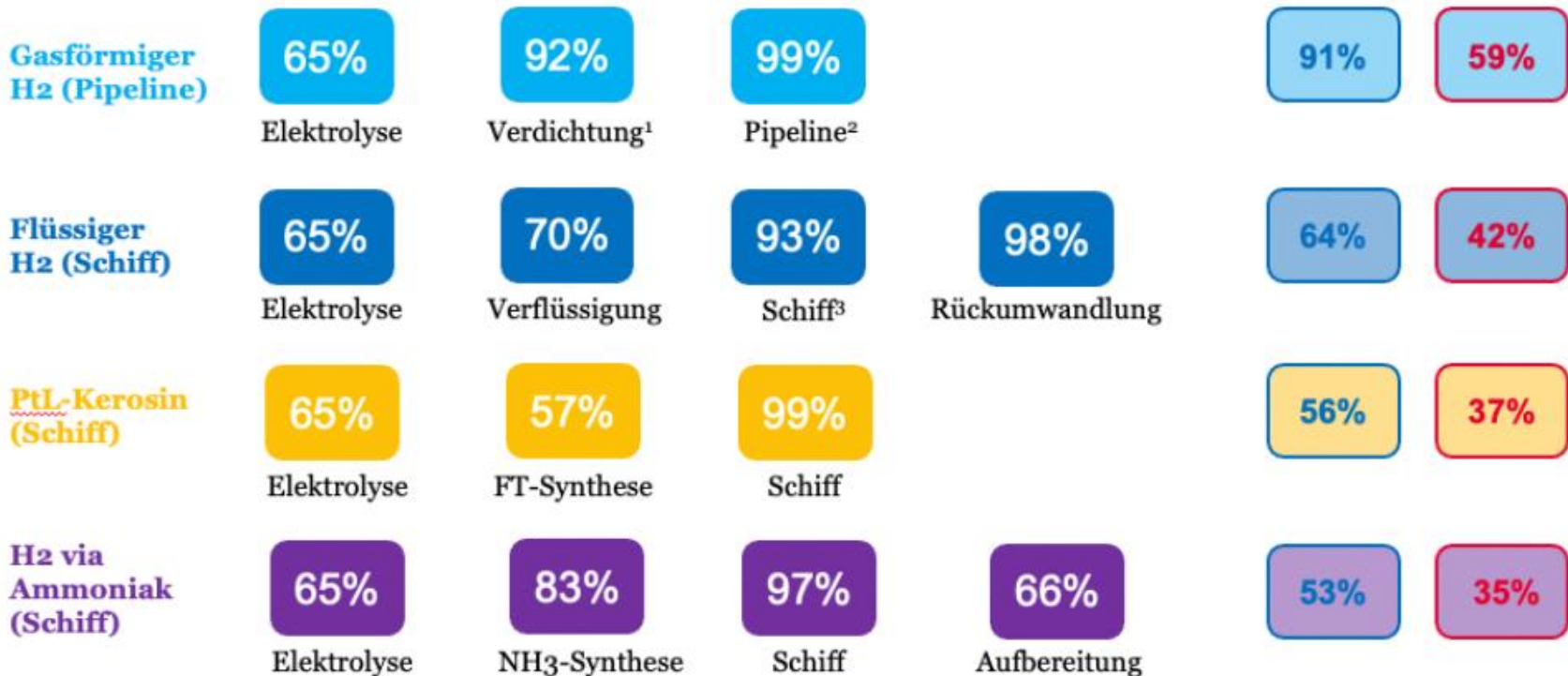


- Die Automobilindustrie ist bisher eine **tragende Säule** der deutschen Wirtschaft
- Die Auto-Industrie ist ein wichtiger **Job-Multiplikator** (Faktor >6)
- Umstieg vom Verbrenner auf Batterie verändert **Wertschöpfungsketten**

3. Transport von Wasserstoff und Derivaten

Gesamtwirkungsgrad

Effizienzen entlang der Transportketten von Wasserstoff und Power-to-Liquids

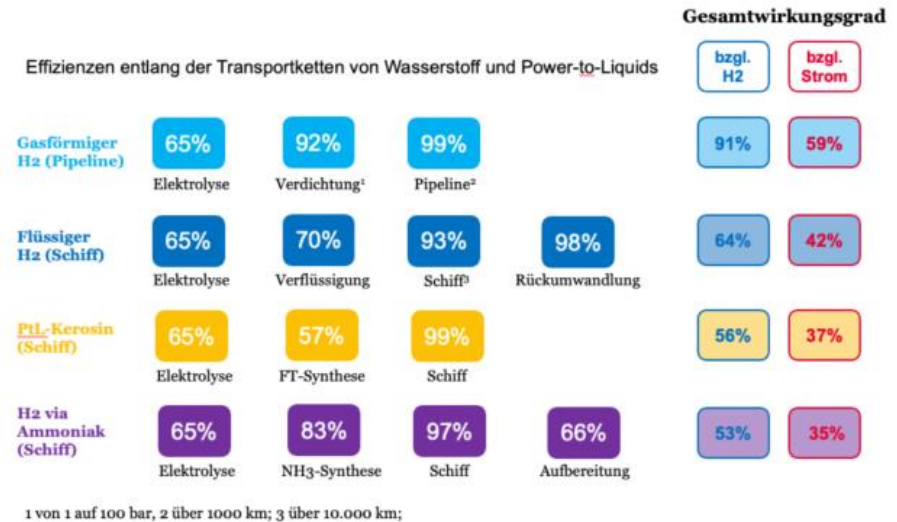


1 von 1 auf 100 bar, 2 über 1000 km; 3 über 10.000 km;

Quelle: Eigene Darstellung nach (Staiß et al., 2022)

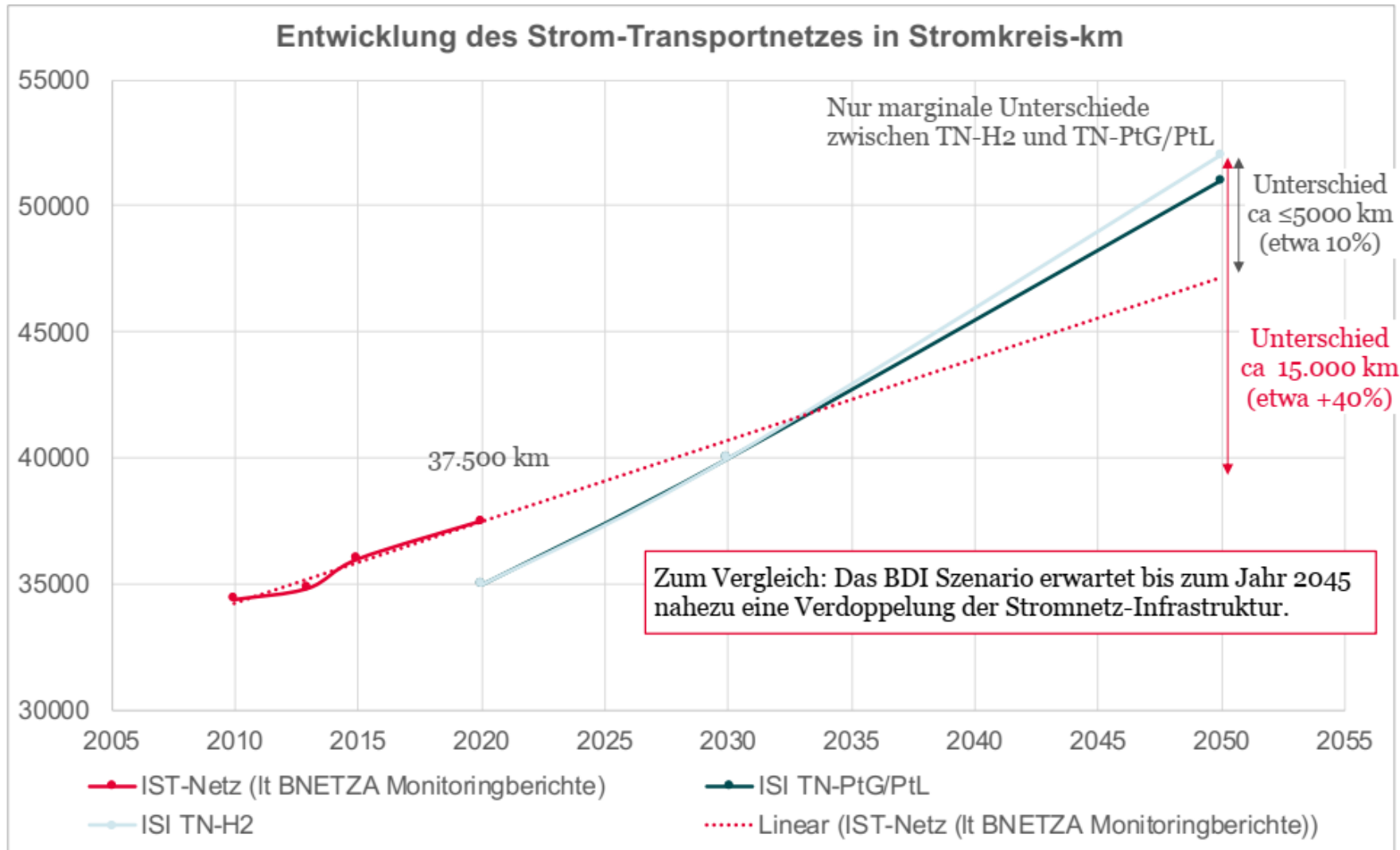
3. Verluste bei der Umwandlung von erneuerbaren Energien in Wasserstoffträger sind sekundär

- Erneuerbare Energien können in sonnen- und windreichen Regionen im Überfluss produziert werden.
- Der Transport in die verbrauchsstarken Länder erfordert die Umwandlung in Moleküle.
- Umwandlungsverluste sind irrelevant, da Energie anderenfalls ungenutzt bleibt.
- Pipeline: niedrige Transportkosten, aber hohe Investitionen erforderlich
- Synthetische Kraftstoffe erlauben volkswirtschaftlich niedrige Gesamtkosten (Nutzung bestehender Infrastruktur)



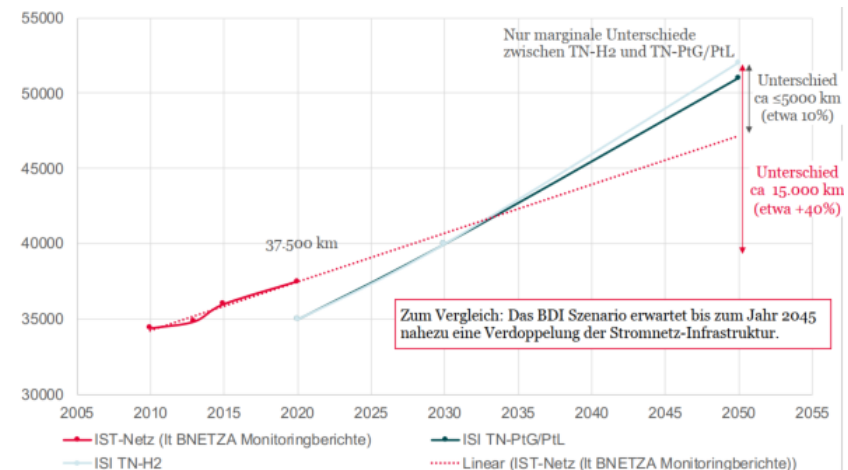
Quelle: Eigene Darstellung nach (Staiß et al., 2022)

3. Entwicklung des deutschen Stromtransportnetzes



3. Ausbau deutscher Stromnetze extrem optimistisch angenommen

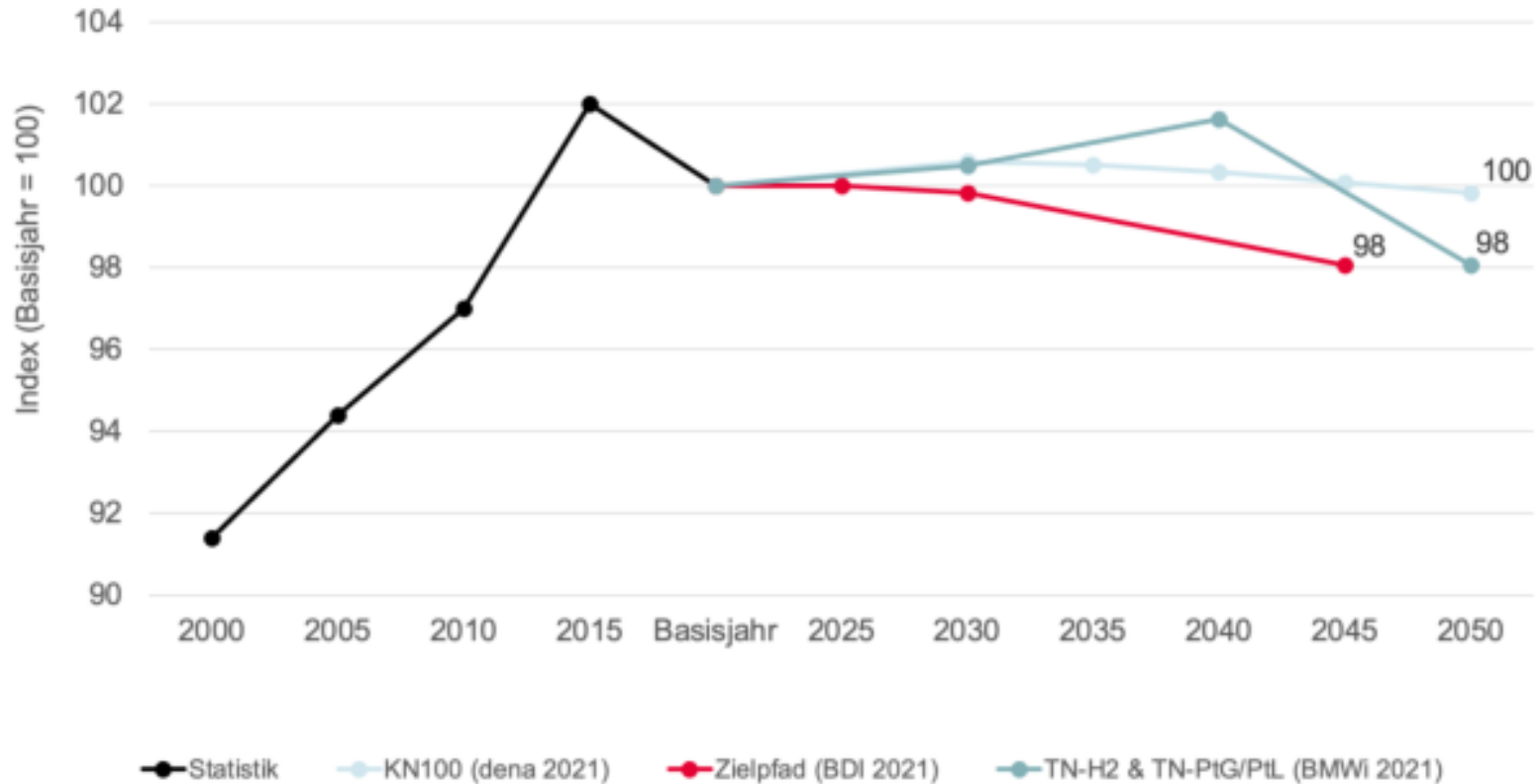
- Stromtransport bildet das **Nadelöhr** der Energiewende
- Herausforderungen:
 - Akzeptanz in der Bevölkerung
 - Bürokratie: Anschlüsse, **Genehmigungen**
 - **Fachkräfte-** und Materialmangel
 - **Umweltverträglichkeit:** z.B. Erdkabel
 - **Kosten**
 - Regionale **Verteilnetze**



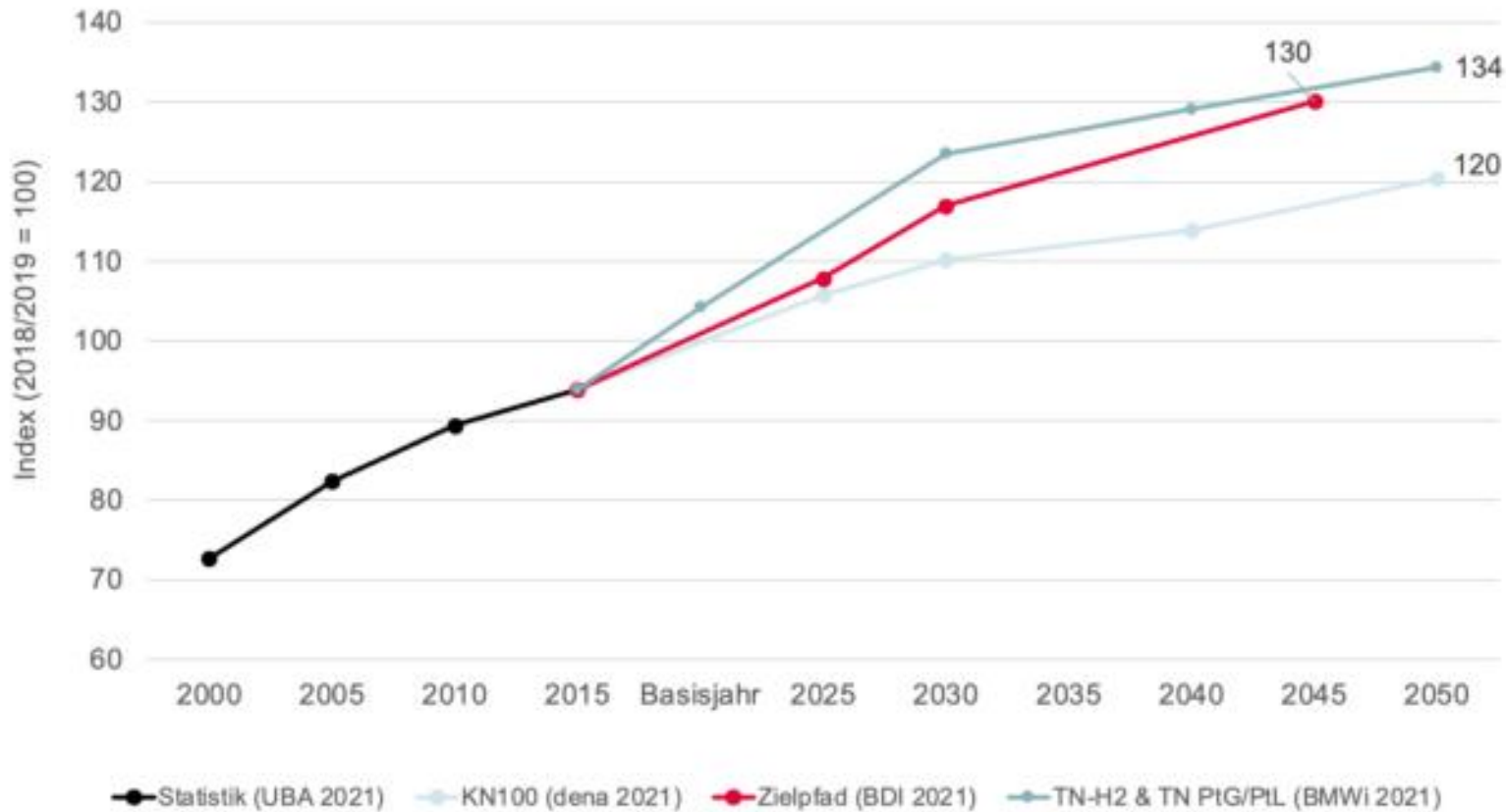
Quelle: Eigene Darstellung nach (BNetzA, 2011, 2014, 2016, 2021) und (BMWK, 2021b)

1. Versorgungssicherheit
2. Strom- statt Energiewende
3. Pfadabhängigkeiten, Nebeneffekte und volkswirtschaftliche Gesamtkosten
4. technische Machbarkeit vs. realistische Umsetzbarkeit

4. Entwicklung der Nachfrage im Personenverkehr

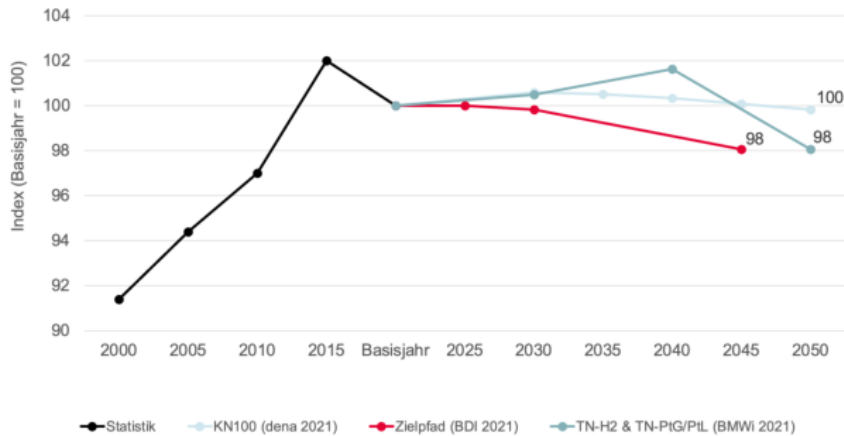


4. Entwicklung der Nachfrage im Güterverkehr



4. Aktuelle Prognose geht von wachsendem Straßenverkehr aus

Entwicklung Personenverkehr

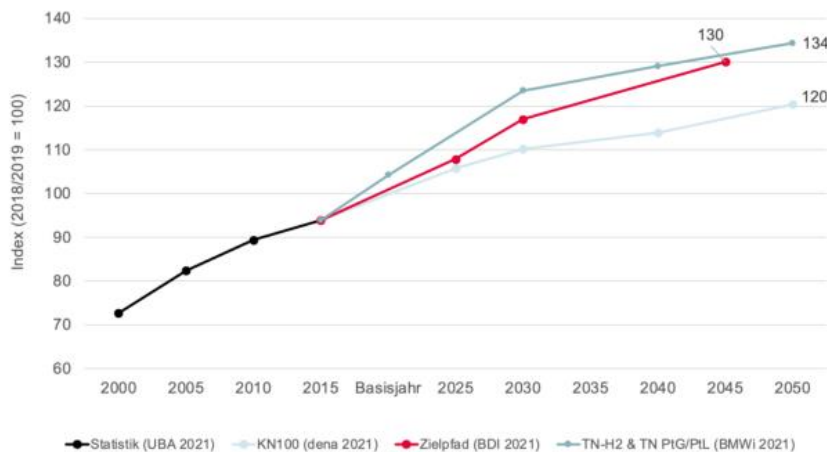


BMDV Prognose 2051
(keine Zielprognose):

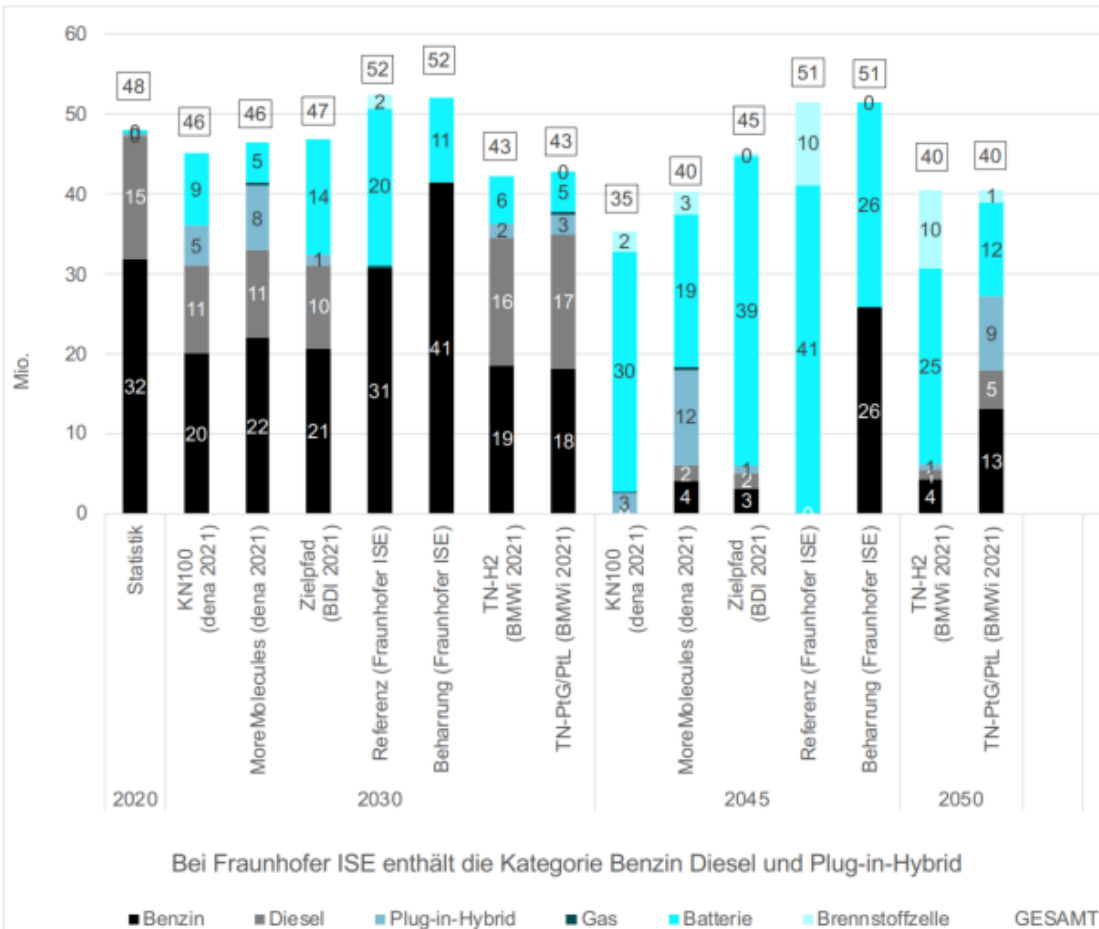
Steigende Verkehrsleistung

- Personen +13 %
- Güter +46 %

Entwicklung Güterverkehr



4. Die Annahmen über die Entwicklung der Pkw-Bestände sind umstritten



BMDV Prognose:

- Motorisierter Individualverkehr bis 2051: **-6%**

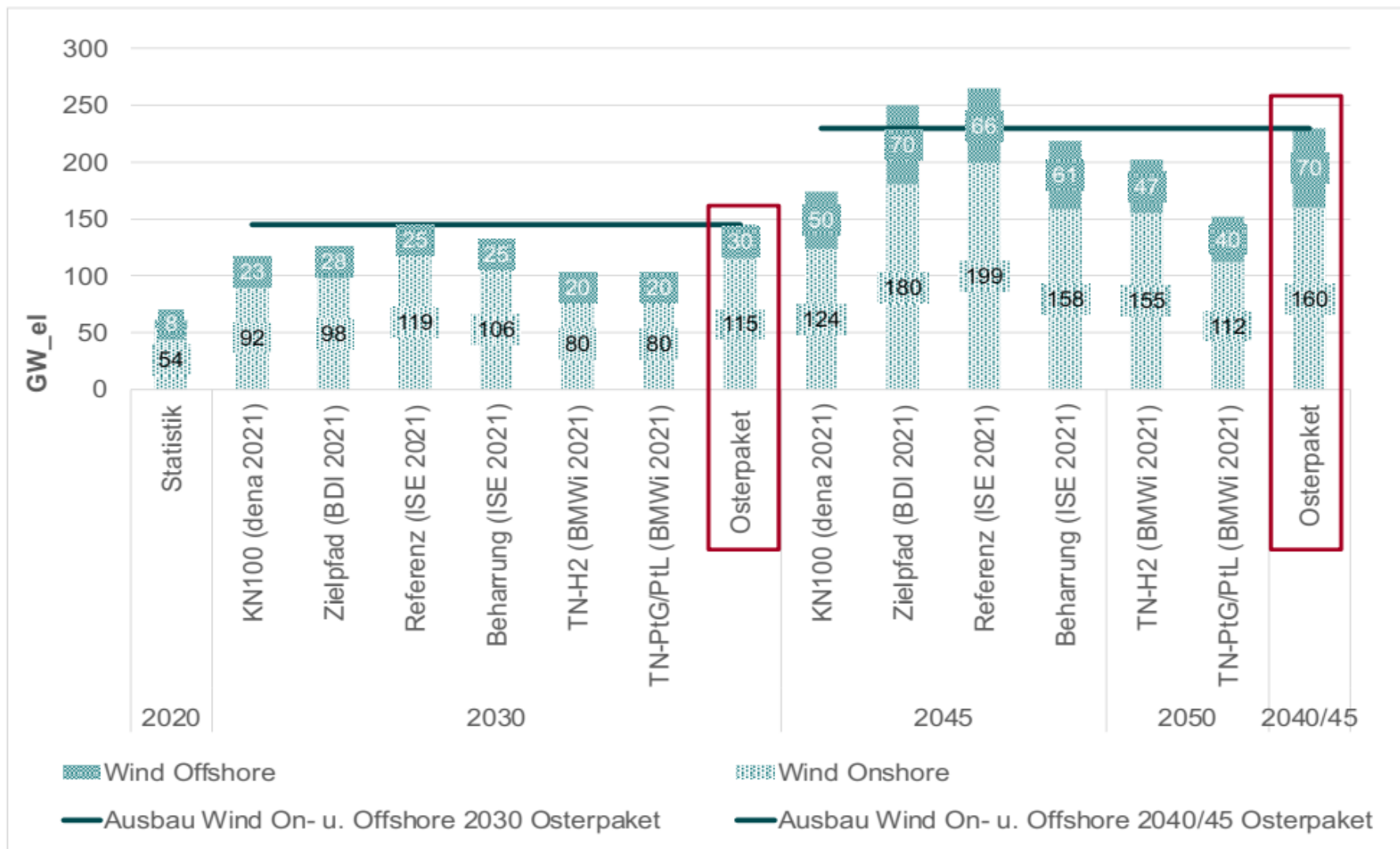
CAR Prognose (Prof. Dudenhöffer):

- Pkw-Bestand 2050: **55,7 Mio.**

Fun-Fact:

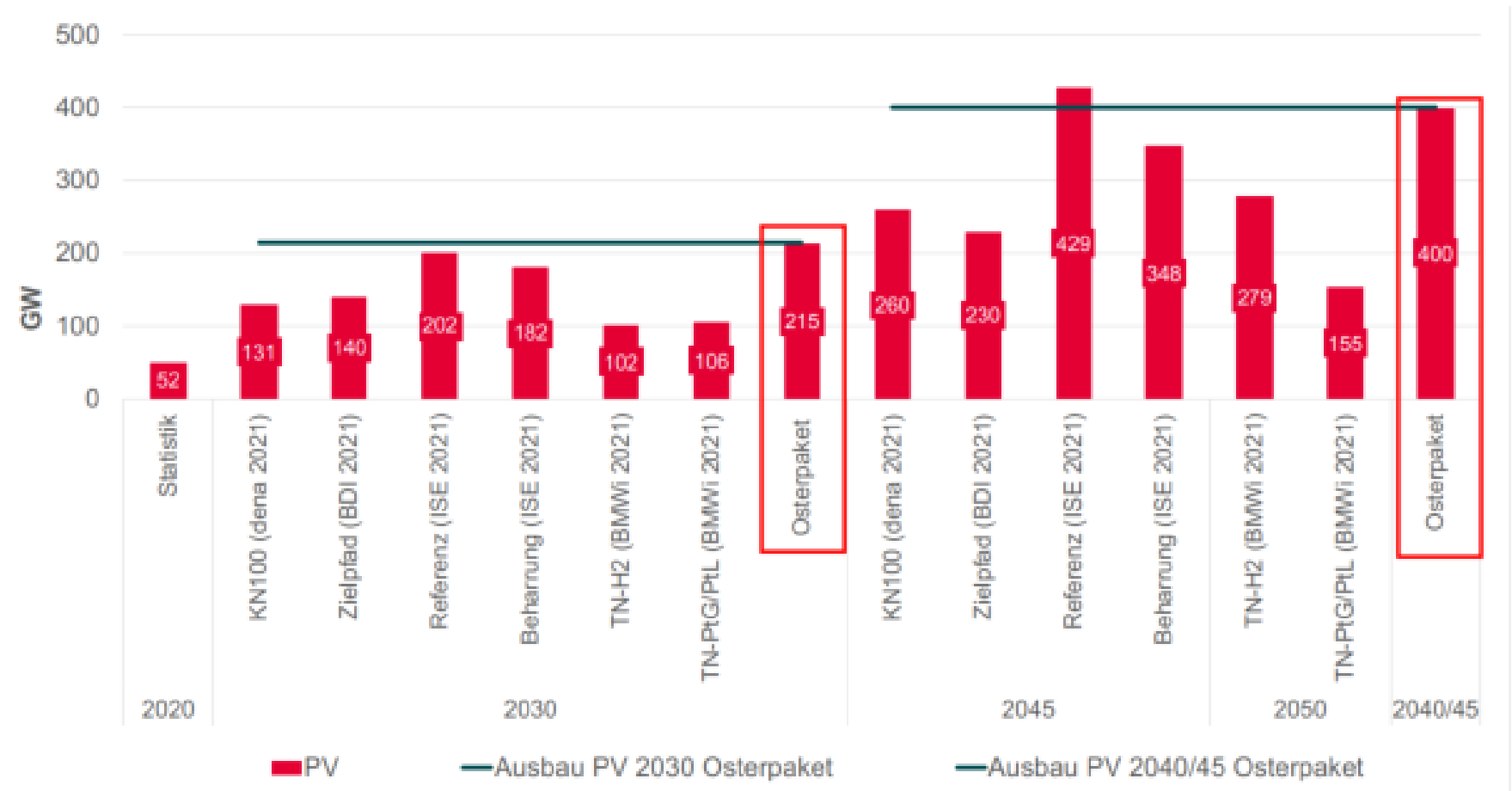
- Die Anzahl der Wohnmobile hat sich seit 2010 verdoppelt

4. Entwicklung Windenergieleistung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

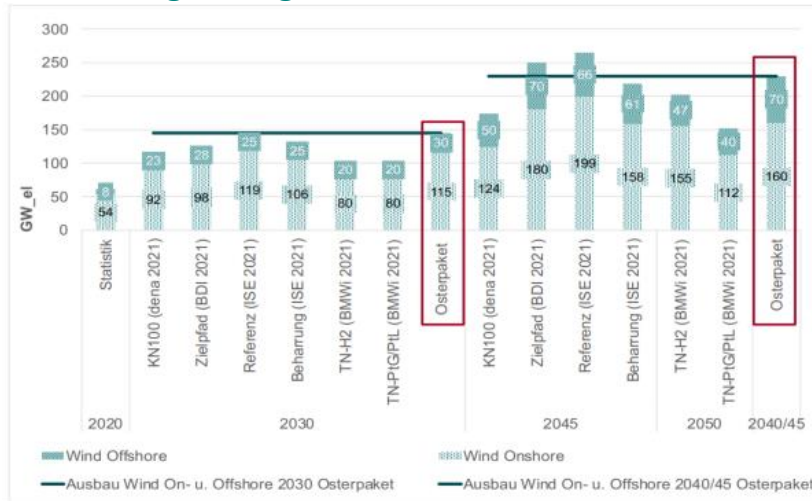
4. Entwicklung der Photovoltaikleistung in Deutschland



4. Ausbau von grünem Strom: Ist/Soll-Vergleich offenbart Realitätsferne



Windenergieanlagen



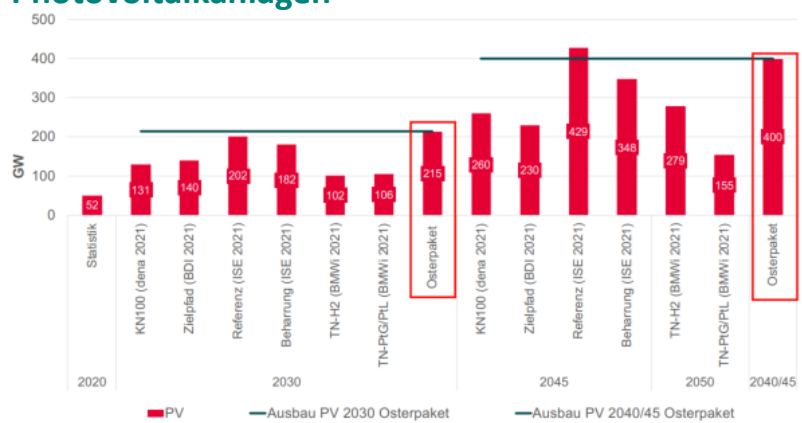
Onshore Wind

- Ist: 54 GW
- Ziel 2030 115 GW
- Ziel 2045 160 GW
- doppelte Ausbaurrate (4-5 GW/a)
- flexible Reserve-Kraftwerke erforderlich

Offshore Wind

- Ist: 8 GW
- Ziel 2030: 30 GW
- Ziel 2045 70 GW
- doppelte Ausbaurrate (2 GW/a)

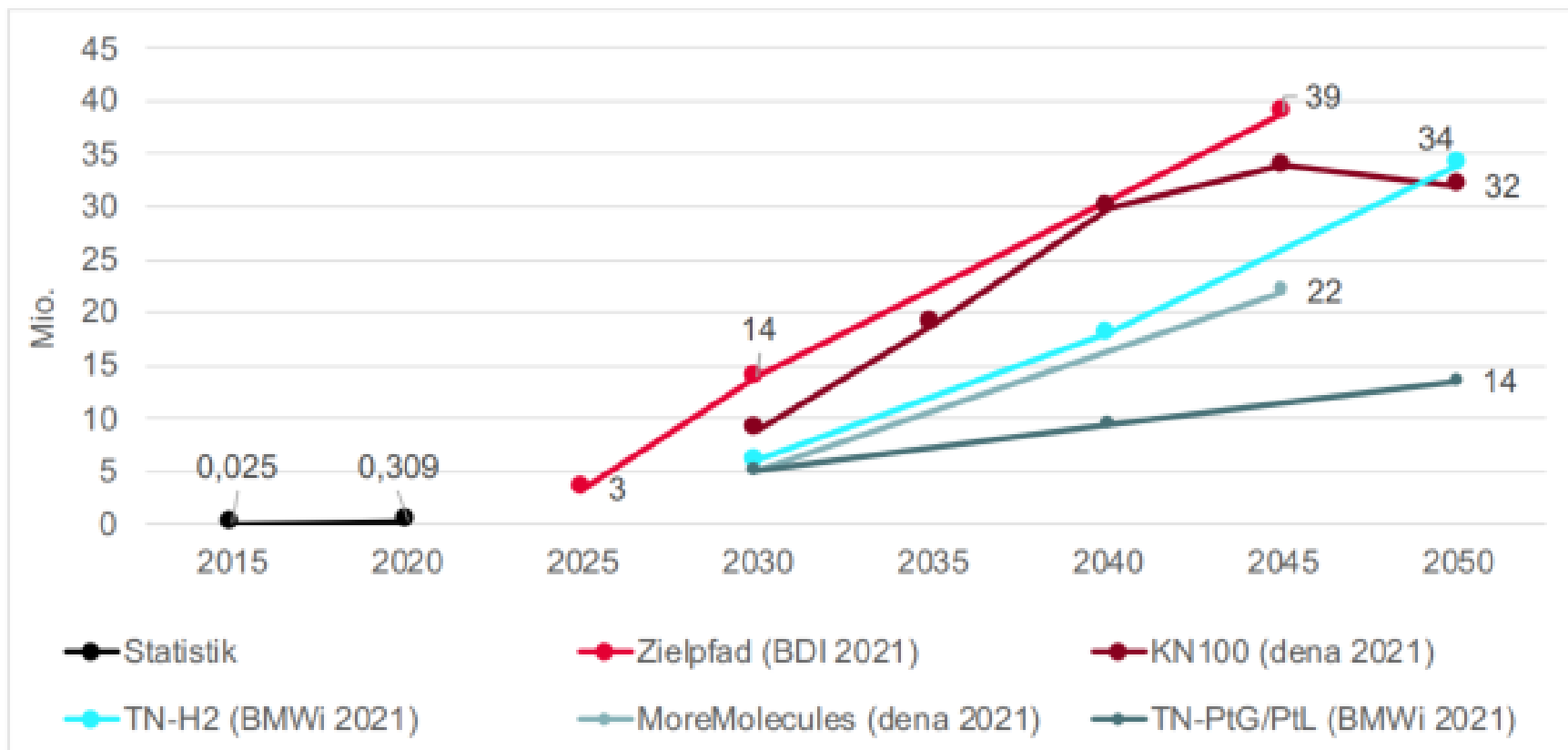
Photovoltaikanlagen



Photovoltaik

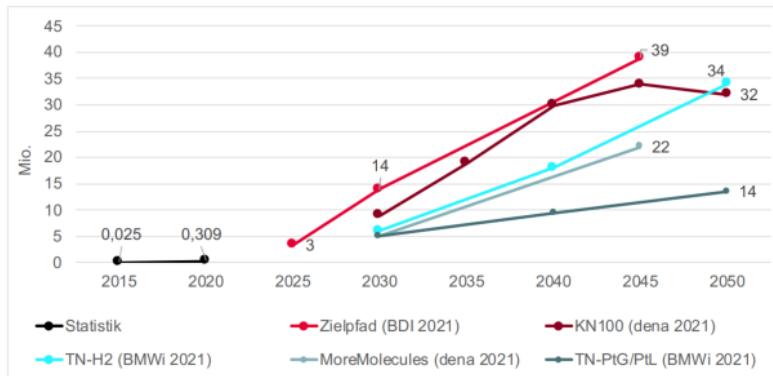
- Ist: 59 GW
- Soll 2020: 100 GW
- Ziel 2030: 215 GW
- Ziel 2045 400 GW
- 4-fach schnellerer Ausbau (15 GW/a)

4. Entwicklung der E-Mobilität (Pkw) in Deutschland



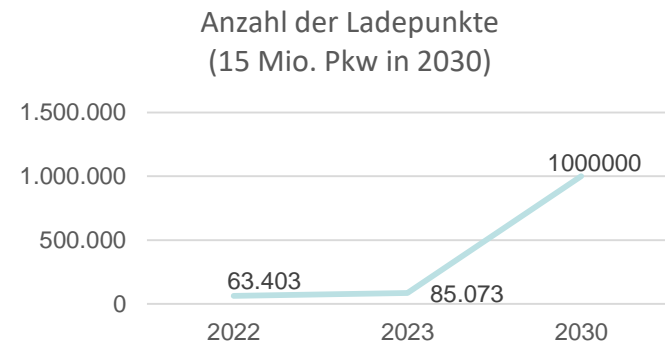
4. Herausforderungen für die Verbreitung der E-Mobilität

Entwicklung E-Fahrzeuge (BEV)



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Studien- und Szenarienauswahl

- Ladeinfrastruktur



- Strombedarf (Pkw): 2030: 50 TWh
- Lkw: alle 60 km wären 30 MW-Anschlüsse erforderlich
- Netzkapazität
- Netzstabilität
- Speicherkapazitäten
- Versorgungssicherheit

- Unbestrittenes Ziel ist die massive Reduktion der Treibhausgasemissionen.
- Die deutsche Energiepolitik orientiert sich stark an Szenarien, die technische Machbarkeiten untersuchen, die Realität, volkswirtschaftliche Kosten und Nebeneffekte jedoch kaum berücksichtigen.
- Die untersuchten Szenarien fokussieren ausschließlich auf das Ziel Klimaneutralität.
- Die Fragestellung für Szenarien zur Untersuchung der Energiewende sollte lauten:

Wie lässt sich eine nachhaltige, klimaneutrale Energieversorgung bis 2045 kostengünstig, mit breiter Akzeptanz der Bevölkerung, wirtschaftsverträglich und mit geringstmöglichen Kollateralschäden bis 2045 realisieren?

Handlungsempfehlungen für die Politik

- Ziele und regulativen Rahmen vorgeben an Stelle von Detailvorgaben
- Den Fähigkeiten und der Innovationskraft der Akteure vertrauen und regulativ technologieoffene Lösungsansätze verfolgen
- Investitionen stimulieren, Umsetzung unbürokratisch unterstützen

MEW.

Mittelständische Energiewirtschaft
Deutschland e.V.

Diskussion



07.06.2023