



BESCHLEUNIGTE ENERGIEWENDE UND GEOPOLITISCHE ASPEKTE

Aktuelle Herausforderungen für die zukünftige deutsche Stromversorgung

Dr. Dirk Stenkamp, Vorstandsvorsitzender TÜV NORD AG

Xenia Gieseler, Hessam Lavasani, Alexander Ohff: TÜV NORD EnSys

Dr. Carsten Gelhard: EE Energy Engineers

TÜV NORD GROUP

Expertise for your Success

AGENDA

1

Stromerzeugung in Deutschland

2

Ausbauziele für Erneuerbare Energien

3

TÜV NORD Services

4

Zukünftige Stromversorgung

5

Wasserstoff

6

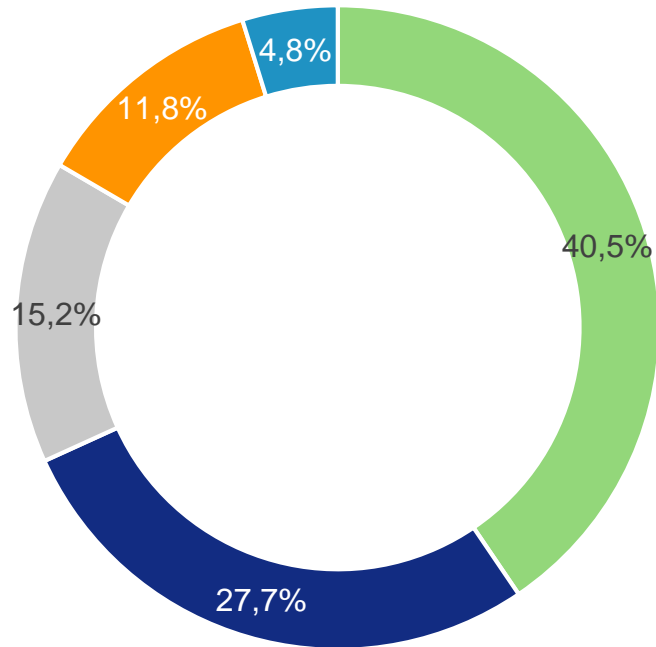
Fazit

STROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND

Status Quo und Ziele aus dem Koalitionsvertrag

STROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND – STATUS QUO

Aktuelle Bruttostromerzeugung
nach Energieträgern (2021)



■ Erneuerbare Energien ■ Kohle ■ Gase ■ Kernenergie ■ Sonstige

- Die Bruttostromerzeugung 2021 lag bei 585 TWh
- Erneuerbare Energien haben mit 237 TWh den größten Einzelanteil an der Stromerzeugung
- Kohle und Kernkraft stellen mit insgesamt 231 TWh knapp 40% der Stromerzeugung
- Seit 2003 produziert Deutschland mehr Strom als verbraucht wird, netto wird Strom exportiert

Quelle: Umweltbundesamt

AMPEL-KOALITIONSVERTRAG – ZIELE FÜR DIE STROMERZEUGUNG

2030

- ▶ 544-600 TWh von 680-750 TWh Bruttostrombedarf sollen aus Erneuerbaren Energien stammen (80%)
- ▶ (idealerweise) Kohleausstieg
- ▶ Solar PV: 200 GW
- ▶ Offshore Wind: 30 GW

2035

- ▶ 40 GW Offshore Wind

2045

- ▶ **Klimaneutralität**
- ▶ 70 GW Offshore Wind

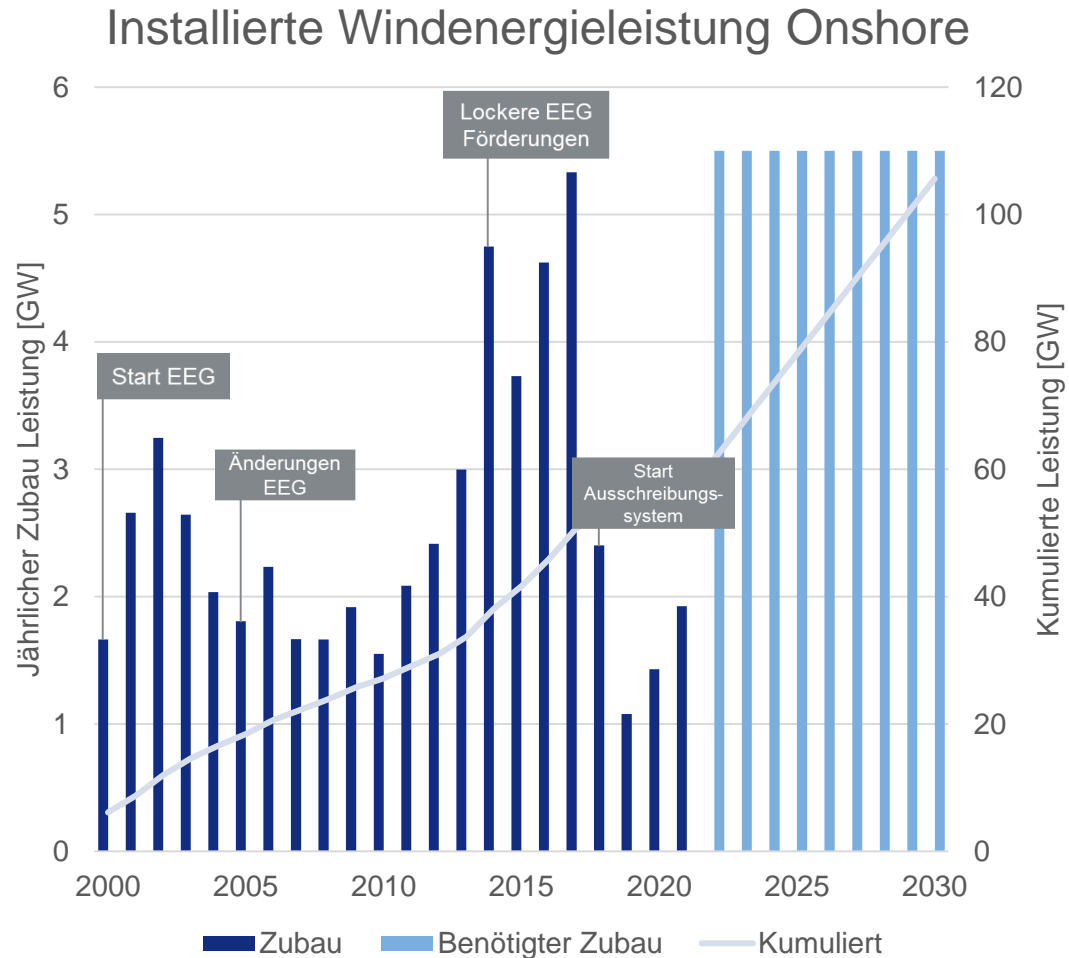
Info: Grundsätzlich gibt es ausreichende Flächen, um die Ausbauziele zu erreichen. Jedoch werden Onshore und Offshore Gutachten vorausgesetzt, um u.a. zu prüfen, ob durch die Windenergieanlagen gefährdete oder seltene Tiere bedroht werden könnten. Typische Beispiele: Schweinswale (Offshore) oder Rotmilane (Onshore).

Quelle: Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und FDP

AUSBAUZIELE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

Einordnung der 2030-Ziele

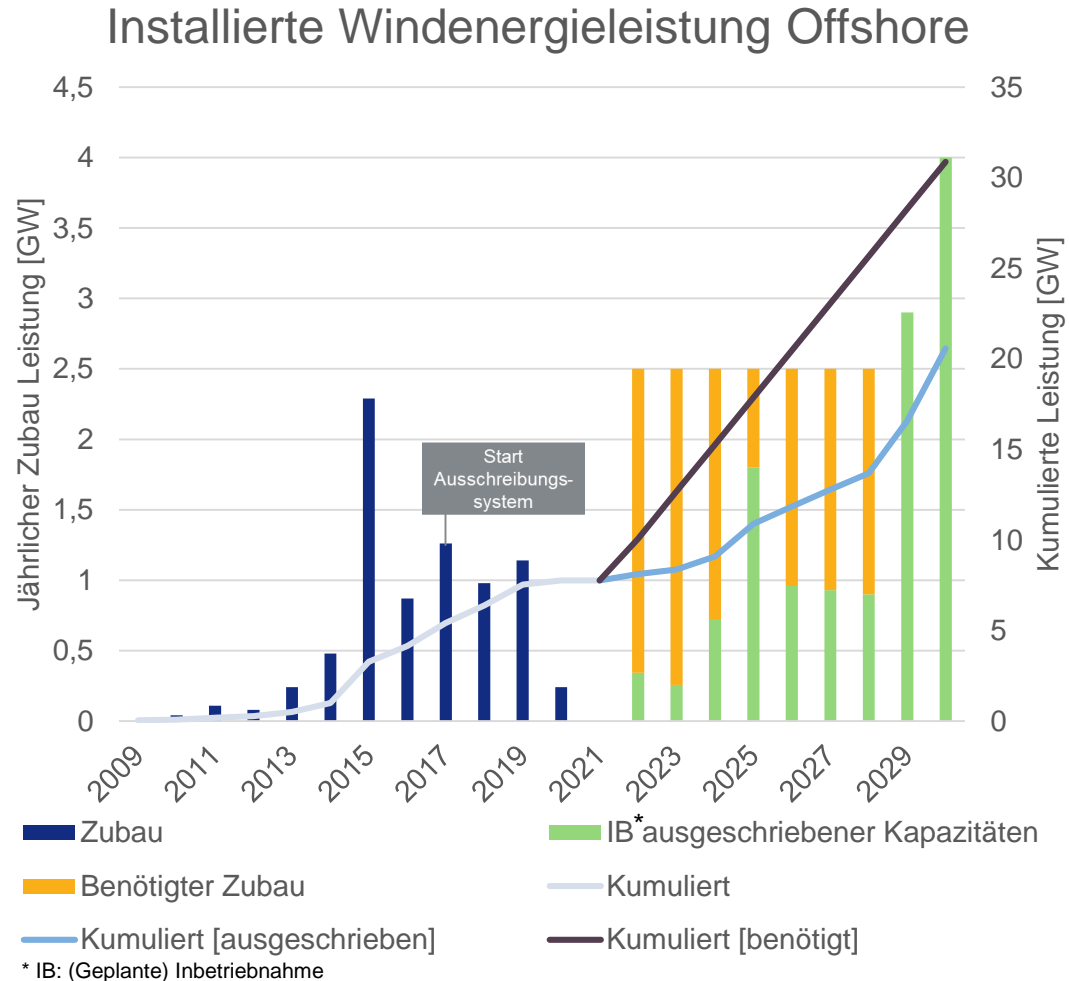
AUSBAUZIELE – ONSHORE WIND



- Eckpunktepapier zur Novelle des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) sieht eine Kapazität von **100 bis 110 GW Onshore Windenergie bis 2030** vor (Ausbauziel)
- Bei einer **aktuellen Kapazität von ca. 56 GW** entspricht dies einem **Zubau von 44 bis 54 GW**
- Zur Erreichung des Ausbauziels ist ein **jährlicher Zubau von 5 bis 6 GW** erforderlich
- Dies erfordert eine **massive Verkürzung von Genehmigungsverfahren** sowie den **Aufbau schnell anfahrbarer Regelsysteme** (Speicher und/oder Gas-Regelkraftwerke)

Quelle: Bundesverband Windenergie

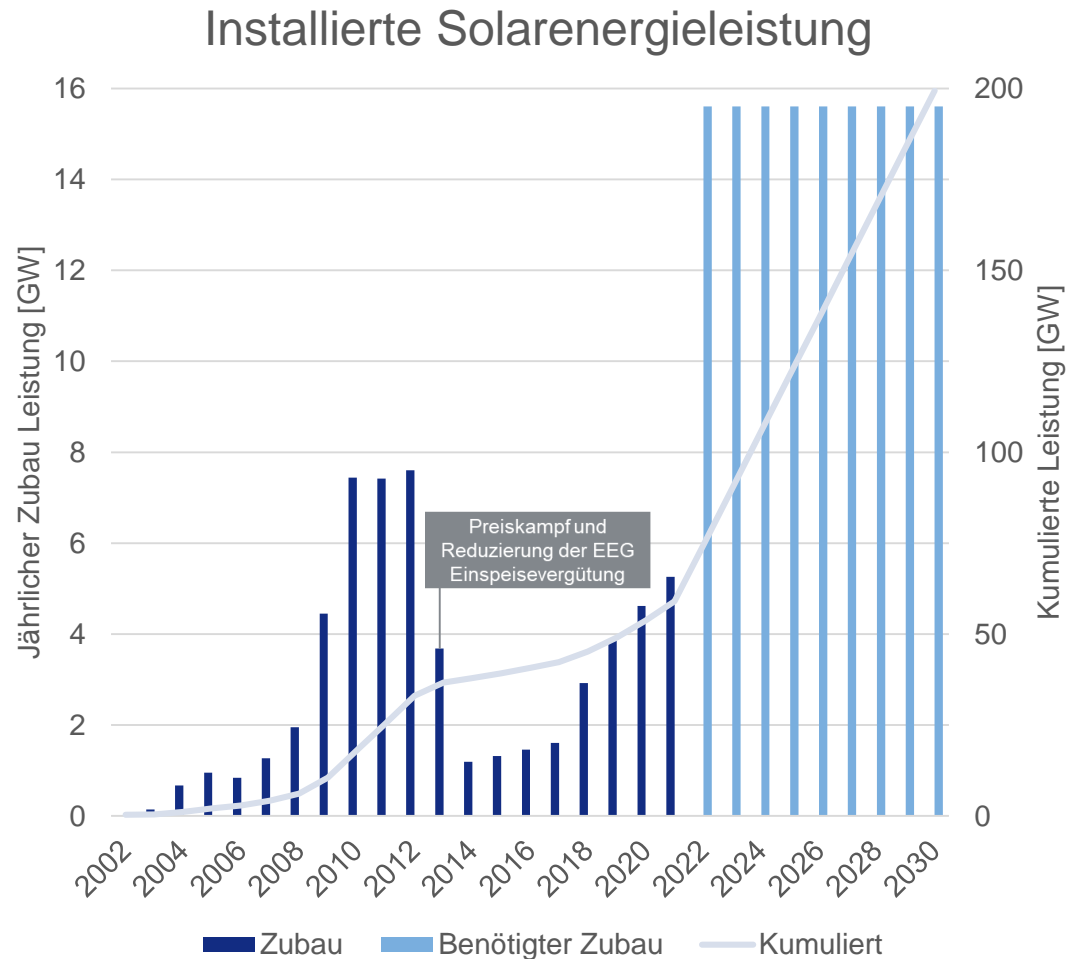
AUSBAUZIELE – OFFSHORE WIND



- Koalitionsvertrag schreibt Ausbauziel von **30 GW Offshore Wind Kapazität in 2030** fest
- Die aktuelle Kapazität beträgt ca. 7,7 GW, somit ist der **Zubau von 22,3 GW** erforderlich
- Die letzte Ausschreibung in 2021 ergab eine Verteilung von knapp **1 GW mit Inbetriebnahme in 2026**

Quelle: Energy-Charts

AUSBAUZIELE – SOLAR PV



- Im Koalitionsvertrag ist eine **Solarkapazität von 200 GW in 2030** vorgesehen
- Ausgehend von der jetzigen Kapazität von ca. **59 GW** ist der **Zubau von 141 GW** notwendig
- Dies entspricht einem **jährlichen Zubau von 15,6 GW** zur Zielerreichung

Quelle: Energy-Charts

ZUSAMMENFASSUNG – EINORDNUNG DER AUSBAUZIELE

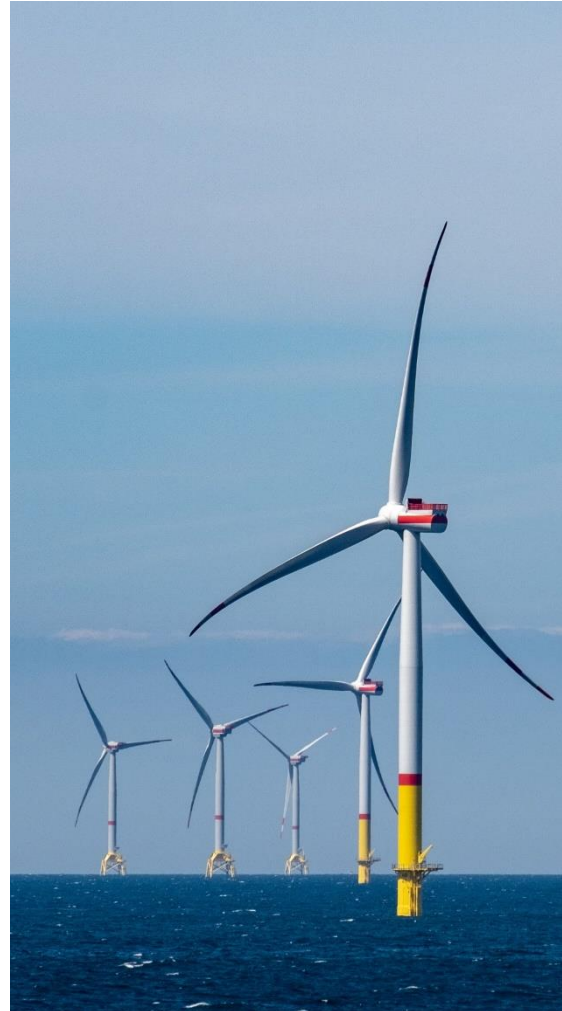
- Mit Einführung des **Ausschreibungssystems** ging die Investitionsbereitschaft von Betreibern, Finanzierern und Projektentwicklern **zurück**
 - **Ausbauziele** der Ampel-Koalition sind aus heutiger Sicht **sehr ambitioniert** und herausfordernd
 - Derzeitige **Ausbaugeschwindigkeit** zu langsam; Ausbauzielerreichung dadurch gefährdet
 - Zur Erreichung der Ausbauziele sind **neue Anreize** zur Förderung von Investitionen in Erneuerbare Energien **notwendig**
- Hersteller, Entwickler und Betreiber stellen **ausgereifte und innovative Technologien** bereit
 - Sämtliche Wertschöpfungsketten der Stromerzeugung müssen durch **anerkannte Prüforganisationen** betreut werden*
 - **TÜV NORD** arbeitet in allen relevanten Gremien an der Weiterentwicklung der Standards und Normen, um den sicheren Betrieb dieser Technologien zu gewährleisten

*z.B. BSH Standard Konstruktion, Baurecht (DIBt)

TÜV NORD SERVICES

Beiträge zur Energieversorgung

TÜV NORD – ENERGIE

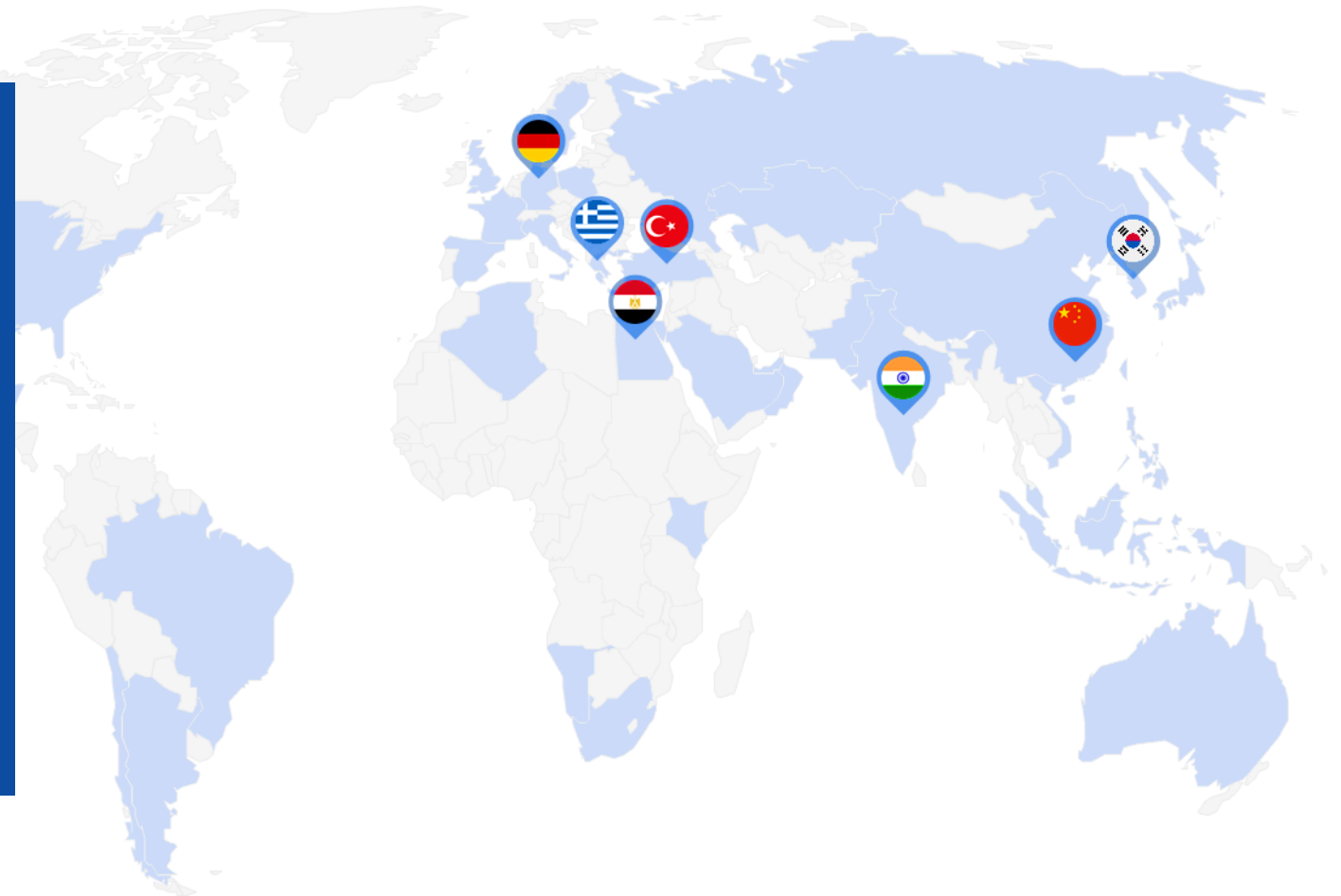


STANDORTE MIT KOMPETENZEN FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

Dedizierte Teams für Erneuerbare Energien,
die spezifische Expertise im Bereich PV sowie
Wind besitzen und lokale sowie internationale
Projekte bearbeiten:

- **Deutschland** – TÜV NORD EnSys, TÜV NORD Systems, TÜ Service AT, TÜV NORD Umweltschutz
- **Griechenland** – TÜV Hellas
- **Türkei** – TÜV Teknik Kontrol
- **Ägypten** – TÜV NORD Egypt
- **China** – TÜV NORD Hangzhou, TÜV NORD Guangzhou, TÜV NORD Hong Kong
- **Indien** – TÜV India
- **Südkorea** – TÜV NORD Korea

● Legaleinheit
■ Projekt



TÜV NORD – SERVICE PORTFOLIO WIND UND SOLAR PV



TÜV NORD ist ein Full Service Anbieter mit mehr als 35 Jahren Erfahrung im Bereich Erneuerbare Energien



Zertifizierung

TÜV NORD ist für alle relevanten Zertifizierungsschemata akkreditiert

- Offshore Wind Projektzertifizierung
- Typenzertifizierung Windenergie
- Zertifizierung von PV Modulen



Inspektion

TÜV NORD überprüft Anlagen über den kompletten Lebenszyklus hinweg

- Wiederkehrende Prüfungen
- Prüfung vor Inbetriebnahme
- Fertigungsüberwachung



Standortbezogene und technische Gutachten

TÜV NORD erstellt standortbezogene und technische Gutachten für alle Projektphasen

- CFD* Kalkulationen
- Gutachten zum Weiterbetrieb
- Bodengutachten



Testing

TÜV NORD verfügt über eigene Testing Standorte und Labore

- Getriebetests
- Schallmessungen
- Lastentest

*CFD: Computational Fluid Dynamics (Numerische Strömungsmechanik)

TÜV NORD – ERNEUERBARE ENERGIEN



Liftinspektion an einer Offshore Windenergieanlage



Mitarbeiter an einer CSP Anlage



Durchführung einer Remote Inspection



Getriebetest einer Windenergieanlage



Prüfung eines Solarmoduls im TÜV NORD Labor Shanghai



Mitarbeiter am LiDAR Gerät



Rotorblattprüfung an einer Onshore Windenergieanlage

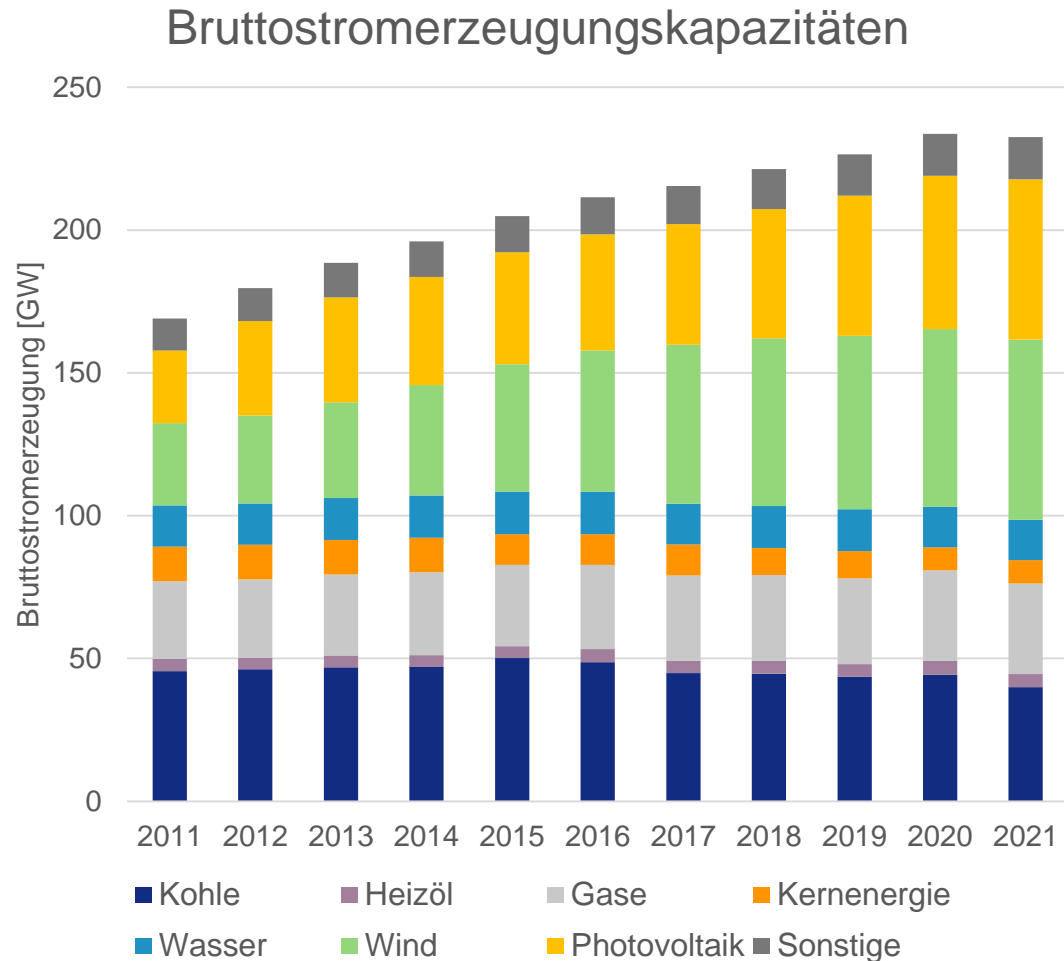


Chinesische Mitarbeitende begutachten Solarmodule

ZUKÜNFTIGE STROMVERSORGUNG

Ausblick und Herausforderungen

ENTWICKLUNG DER DEUTSCHEN STROMVERSORGUNG: RÜCKBLICK



- Der **Anteil der Erneuerbaren Energien** (fluktuierend) **wächst** beständig, während die **konventionelle Stromerzeugung** (weitgehend regelbar) **zurückgeht**
- Aktuell stellen Kohle- und Kernkraftenergie zusammen ca. 48 GW Kapazität
- **Ausstieg** aus der Kohle- und Kernkraftenergie (regelbar) führt zu einem hohem Bedarf an Strom aus **Erneuerbaren Energien** (fluktuierend), **schnell anfahrbaren Regelkraftwerken** (Gas) und **Speicherlösungen** (regelbar; Pumpspeicherkraftwerke, Batteriespeicher, Power-to-Gas)

Quelle: Umweltbundesamt

WEITERBETRIEB DEUTSCHER KERNKRAFTWERKE IM KRISENFALL

Stilllegung 31.12.2021

4,2
GW
brutto

Gundremmingen C (SWR)
Brokdorf
Grohnde

SWR: Siedewasserreaktor

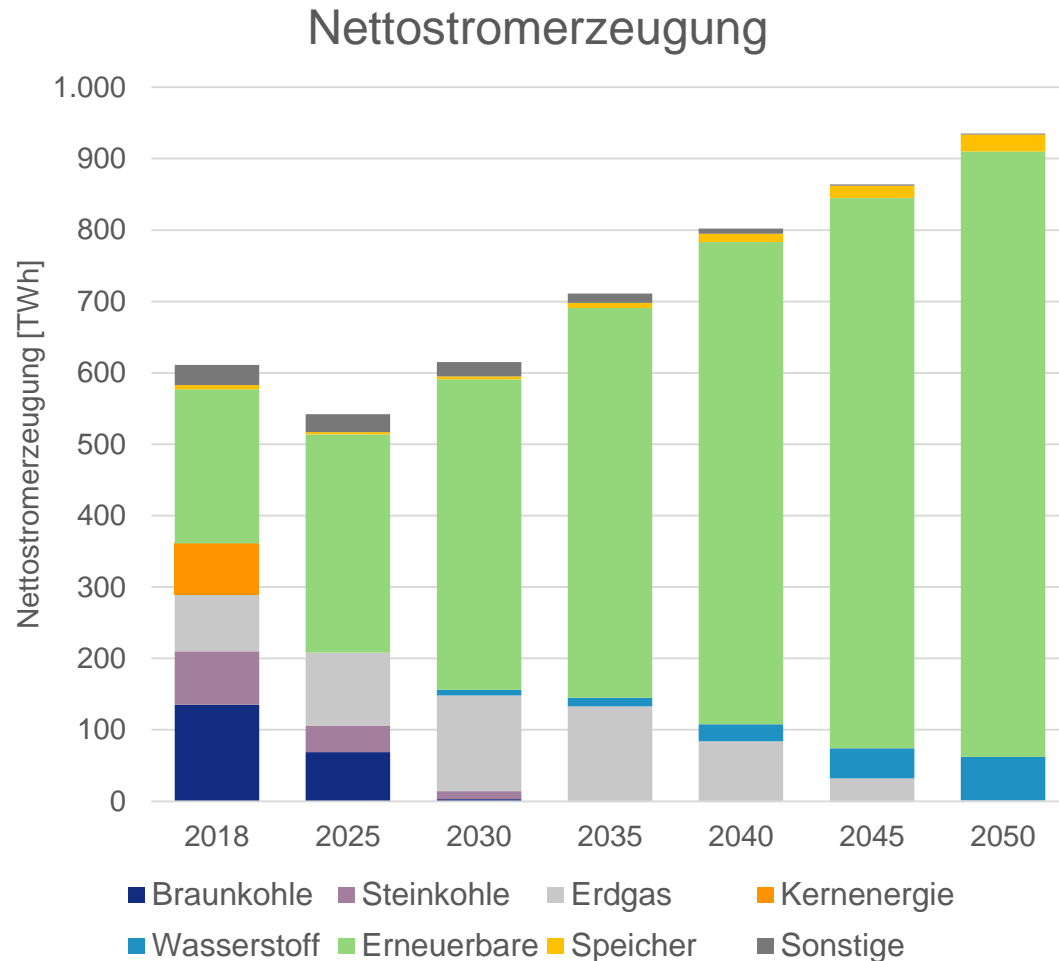
Stilllegung 31.12.2022

4,3
GW
brutto

Isar 2
Neckar 2
Emsland

- Sicherheitstechnischer Zustand der Anlagen erfüllt grundsätzlich die Anforderungen des Regelwerkes (**regulative Anforderungen**)
- Die zum **31.12.2021 abgeschalteten** Kernkraftwerke könnten mit einem gewissen Aufwand in **Wiederanfahrbereitschaft** für einen befristeten Weiterbetrieb versetzt werden
- Der **Weiterbetrieb** der Konvoi-Anlagen (Druckwasserreaktoren) im Betrieb bis **31.12.2022** könnte mit zusätzlichen Maßnahmen weiterbetrieben werden
- **Vorhandene Brennelemente** könnten einen Betrieb für den Winter 2022/2023 und ggf. darüber hinaus ermöglichen. Herstellung **neuer Brennelemente** aus nicht-russischen Quellen möglich.

PERSPEKTIVEN DER STROMERZEUGUNG



- Zubau von **Gas- und Dampfturbinenkraftwerken** bis 2030 sowie **Umbau von Kohlekraftwerken auf Gasfeuerung** zur Beschleunigung des Kohleausstiegs
- Ab 2035 **Umstellung** ausgewählter Gaskraftwerke **auf Wasserstoff** geplant
- **Elektrifizierung (z.B. im Bereich Mobilität) und Produktion von Wasserstoff machen eine steigende Nettostromerzeugung erforderlich**
- **Krisenfall: Weiterbetrieb der Kohlekraftwerke** aus technischer Sicht mit zusätzlichen Maßnahmen grundsätzlich **möglich**
- Vor dem Hintergrund des Ukraine-Krieges, steigender Gaspreise sowie Klimaschutzbewegungen (z.B. Fridays for Future) ist ein **stetiger Ausbau der Erneuerbaren Energien unausweichlich**

Quelle: Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut

ZUSAMMENFASSUNG – AUSBLICK UND HERAUSFORDERUNGEN

- Einem politisch geforderten **Wachstum Erneuerbarer Energien** steht ein **sinkender Anteil Konventioneller Energieerzeugung** gegenüber
- Im Kontext der aktuellen Unsicherheit in Hinblick auf russische Gaslieferungen sind verschiedene Szenarien denkbar (z.B. **LNG Importe, perspektivisch Wasserstoffnutzung**)
- Der **befristete Weiterbetrieb** von Kern- und Kohlekraftwerken ist technisch und regulativ machbar, setzt jedoch politischen Willen voraus

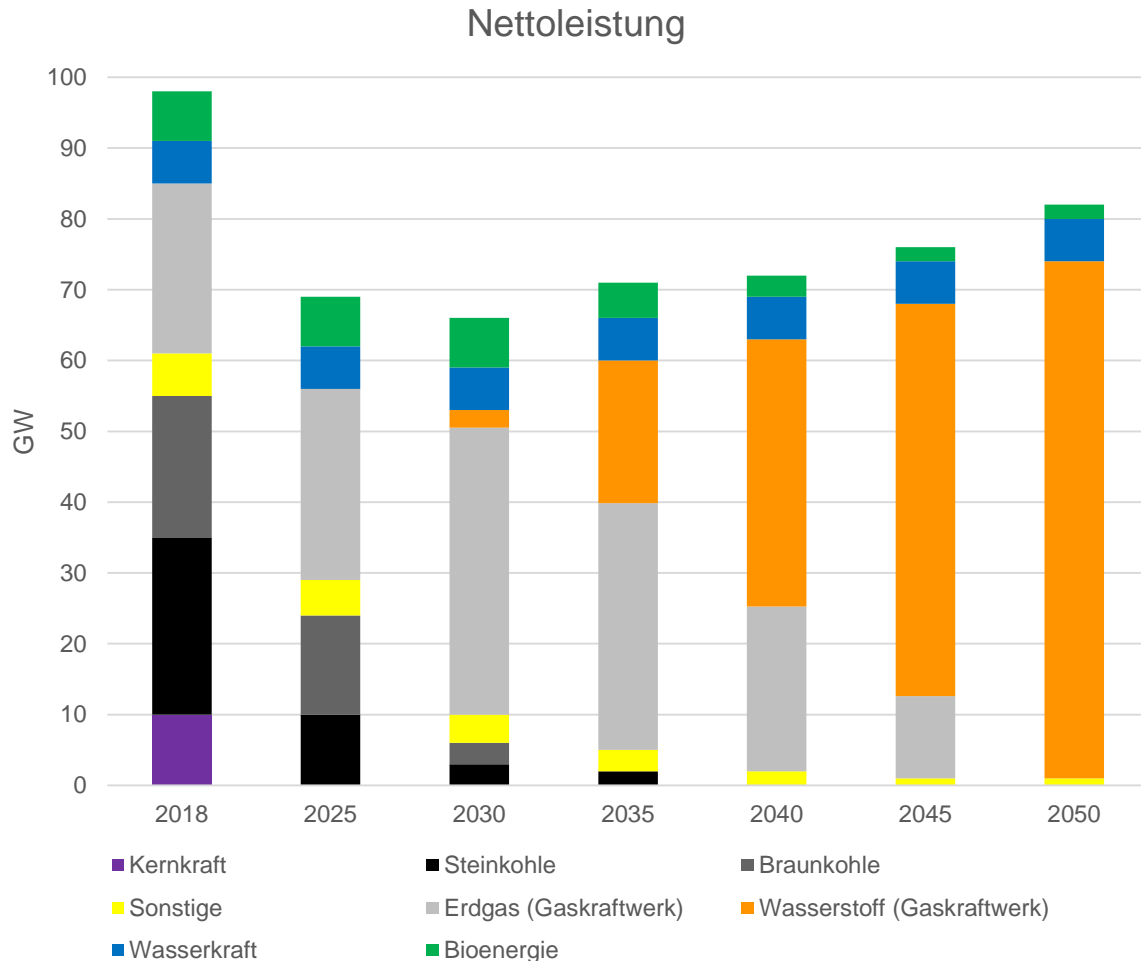
- Unter den aktuellen dynamischen Entwicklungen lässt sich keine verlässliche Aussage treffen, wie sich der Strommix kurz- und mittelfristig verändern wird
- Langfristig werden die Erneuerbaren Energien stark ausgebaut werden, **wodurch der Ausbau von Speichertechnologien befördert wird**



WASSERSTOFF

Wasserstoff als Schlüsselement für die Energiewende

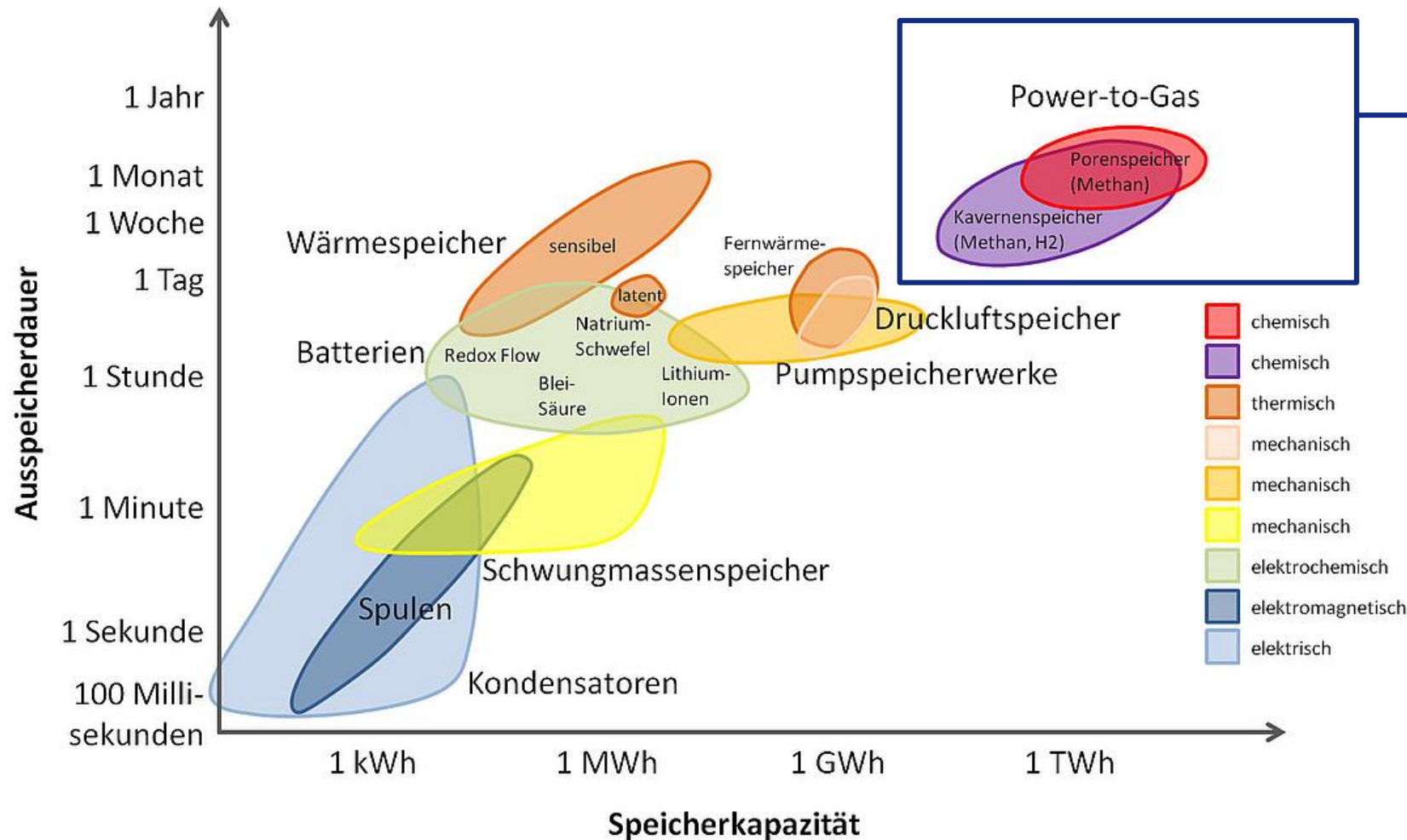
REGELBARE KRAFTWERKSLEISTUNG: ZUKÜNFTIGE BEDARFSDECKUNG



- Erneuerbare Energien wie bspw. Wind und Solar können aufgrund ihrer **Volatilität** zu **hohen Schwankungen** des Energieangebotes führen
- Zu deren Ausgleich wird bereits heute **regelbare Kraftwerksleistung** benötigt, die zu einem wesentlichen Anteil auf fossiler Kraftwerksleistung (z.B. Braun- und Steinkohle) beruht
- Zur Leistungsabsicherung werden langfristig (2050) **ca. 80 GW regelbare Leistung** benötigt
- Aufgrund des Rückgangs fossiler Kraftwerksleistung kommt Wasserstoff hierbei eine zentrale Rolle zu: **ca. 70 GW müssen in 2050 durch Wasserstoff abgedeckt werden**

Quelle: Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut

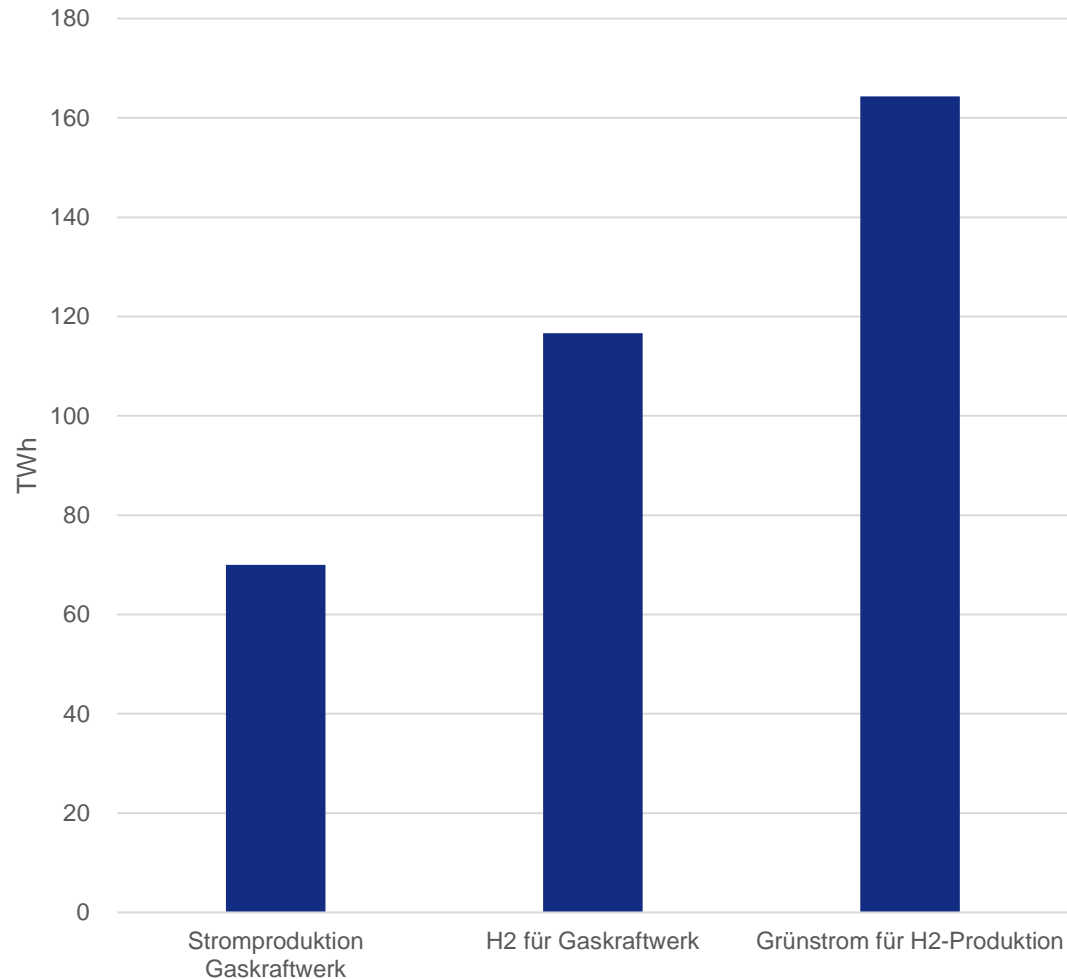
WASSERSTOFF MACHT ERNEUERBARE ENERGIEN GRUNDLASTFÄHIG



Wasserstoff und seine Derivate können Schwankungen im Stromangebot und -verbrauch ausgleichen

Quelle: Energie-Experten (nach Sterner, Stadler)

ENERGIEBEDARF FÜR REGELKRAFTWERKE

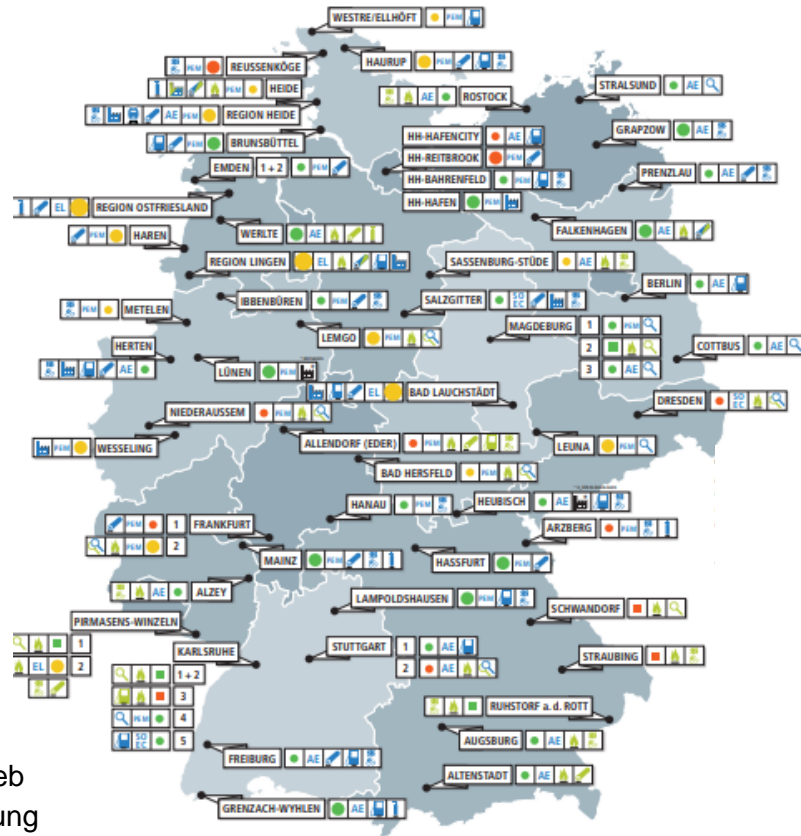


- Die Produktion von ca. 70 GW Wasserstoff durch Elektrolyse (71% Wirkungsgrad) zur Leistungsabsicherung (regelbare Kraftwerksleistung) benötigt 164 TWh Grünstrom
- Die benötigten Strommengen zur Produktion von Wasserstoff zur Leistungsabsicherung sind als Teil der Ausbaumaßnahmen Erneuerbarer Energien mit zu berücksichtigen
- **Der Gesamtwirkungsgrad liegt bei ca. 43%**
- Berechnungsannahmen:
 - 70 GW Gaskraftwerke laufen max. 1.000 Volllaststunden im Jahr
 - Sie produzieren max. 70 TWh Strom und benötigen dazu 117 TWh bzw. 3,5 Mio. t H₂ (60% Wirkungsgrad_{el})

Quelle: EE ENERGY ENGINEERS

ENERGIE IN FORM VON H2: POWER-TO-GAS LEGT IN DEUTSCHLAND SCHNELL ZU

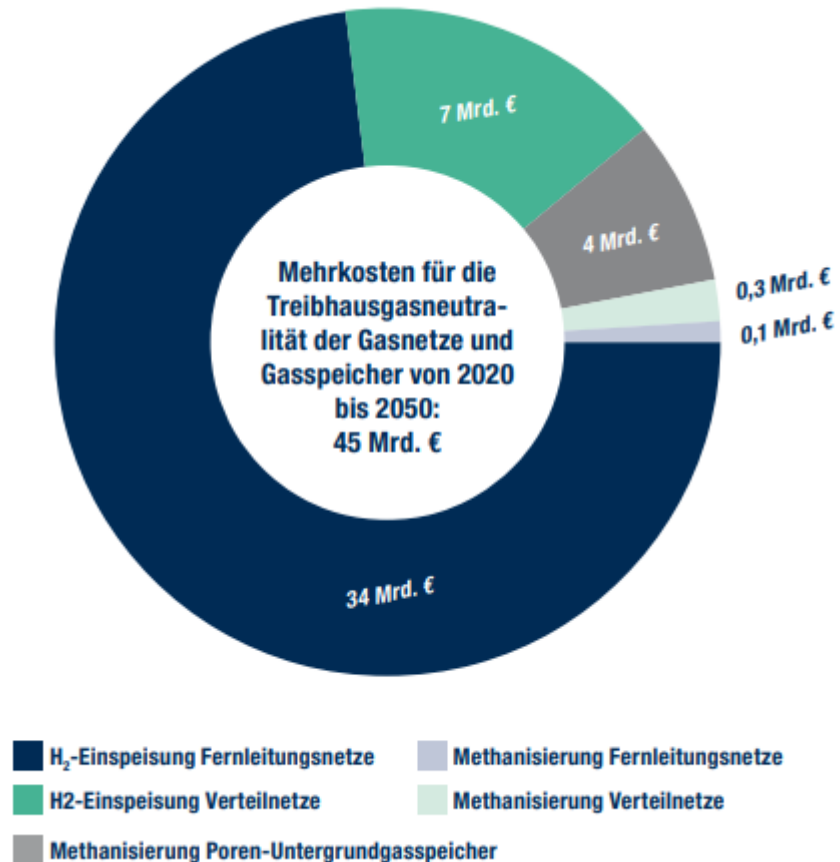
Übersicht der Power-to-Gas Anlagen in Deutschland
(in Betrieb, in Planung, außer Betrieb)



- In fast jedem Bundesland sind mittlerweile **Power-to-Gas Anlagen** in Betrieb oder Planung
- Die heutige elektrische Gesamtleistung wird auf > 70 MW geschätzt. Perspektivisch wird die Gesamtleistung im GW-Bereich liegen
- **Bei der Umwandlung von Strom in Wasserstoff (gasförmig) bleiben pro eingesetzter Kilowattstunde Strom ca. 71% der Energie im neu hergestellten Wasserstoff verfügbar**

Quelle: DVGW

GASTRANSPORT UND –ANWENDUNGEN WERDEN H2-READY



- Der Bestand an Gasturbinen und Gasmotoren kann – **ohne Modifikationen** und je nach Anlagentyp – mit **bis zu 5% Wasserstoffbeimischung** betrieben werden
- Herausforderungen von Wasserstoff/Erdgas Gemischen aufgrund unterschiedlicher thermochemischer Eigenschaften, z.B. höhere Risiken der Selbstentzündung, höhere NOx Emissionen aufgrund höherer Flammentemperatur
- **Selbstverpflichtung aller europäischen Turbinenhersteller bis 2030 eine Verträglichkeit für 100% Wasserstoff zu ermöglichen**
- **Um das Gasnetz in einem Zeitraum von 30 Jahren H2-ready (inkl. Berücksichtigung einer Methanisierung) zu machen, werden Mehrkosten von ca. 45 Milliarden Euro entstehen**

Quelle: DVGW

ZUSAMMENFASSUNG – WASSERSTOFF ALS SCHLÜSSELELEMENT FÜR DIE ENERGIEWENDE

- Als geeigneter Langzeitspeicher wird Wasserstoff langfristig (2050) den Hauptbeitrag zur **Leistungsabsicherung** – benötigt aufgrund der Volatilität Erneuerbarer Energien – leisten
- Wasserstoff ermöglicht zudem den Einsatz von Erneuerbarer Energien in der **Industrie**, in der **Mobilität** und im **Gebäudesektor** und ist das Schlüsselement für die Energiewende
- Der **Markthochlauf** für eine sichere, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung mit Wasserstoff wird von zentralen **Marktentwicklungen** gestaltet, z.B. Fragen zum Import des Energieträgers Wasserstoff, Umwidmung bestehender Infrastruktur, Ausbau von H2-Ready Anwendungen, Einsatz neuer Technologien (z.B. Carbon Capture Storage), Etablierung von Nachhaltigkeitsstandards, u.v.m.
- **Sicherheit** und **Nachhaltigkeit** sind hierbei integrale Bestandteile entlang der Wertschöpfungskette. Die TÜV NORD GROUP unterstützt Wasserstoffprojekte entsprechend ganzheitlich in den Phasen Konzept/Planung, Herstellung, Betrieb sowie Stilllegung/Entsorgung

FAZIT

Beschleunigte Energiewende und geopolitische Aspekte

FAZIT – BESCHLEUNIGTE ENERGIEWENDE UND GEOPOLITISCHE ASPEKTE

- Zur Bewältigung der Energiewende und Erreichung der Ausbauziele aus dem Ampel-Koalitionsvertrag ist ein **schnellerer Zubau** von Erneuerbaren Energien als bisher **erforderlich**, welches die Beschleunigung der Genehmigungsverfahren, des Netzausbaus und des Regel- und Speichersystemausbaus bedingt
- Vor dem Hintergrund **geopolitischer Veränderungen**, u.a. infolge des Ukraine-Krieges, erhöht sich der Druck, die Abhängigkeit von russischen Energieimporten zu reduzieren
- **Kurz- bis mittelfristig können konventionelle Kraftwerke und Kernkraftwerke zur Versorgungssicherheit beitragen**, langfristig jedoch werden Erneuerbare Energien den mit Abstand größten Teil der Stromversorgung stellen
- Mit dem Rückgang fossiler Kraftwerksleistung wird **Wasserstoff langfristig** den Hauptbeitrag zur Leistungsabsicherung leisten und somit die **Volatilität Erneuerbarer Energien ausgleichen**

TÜV NORD GROUP

Expertise for your Success