



# Szenarien der zukünftigen Netzentwicklung im Strombereich

Wissenschaftstag der Europäischen Metropolregion Nürnberg  
Dr. Peter Hoffmann – Direktor Energie System Planung

# Vom Netzentwicklungsplan bis zum Netzausbau



# Entwurf, Konsultation und Genehmigung des Szenariorahmens

- Szenariorahmen als Grundlage für die Erarbeitung des Netzentwicklungsplans
- Angemessene Annahmen zu Erzeugung, Versorgung, Verbrauch und Handel von Strom
- Abbildung der Bandbreite wahrscheinlicher Entwicklungen im Rahmen der mittel- und langfristigen energiepolitischen Ziele der Bundesregierung
- ▶ **Erstmals drei Szenarien für 2037 und 2045**

## Szenariorahmenentwurf NEP 2037 (2023)

durch die vier ÜNB 50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW

## Übergabe an BNetzA

am 10.01.2022

## Konsultation des Szenariorahmens

durch die BNetzA  
ab Januar 2022

## Genehmigung des Szenariorahmens

durch die BNetzA am 08.07.2022

Inkl. Anpassungen  
durch Ukraine  
Krise

# Szenariorahmen als Grundlage eines Klimaneutralitätsnetzes

## Szenariorahmen berücksichtigt aktuelle Gesetzgebung (EnWG / EEG2023 / WindBG)

- **Treibhausgasneutralität bis 2045** (auch Klimaschutzgesetz) und nahezu treibhausgasneutrale Stromerzeugung bis 2035 in Deutschland (EEG 2023)
- Deutliche Anhebung der Ausbaupfade Photovoltaik und Windenergie (EEG 2023 / WindSeeG)
  - **Photovoltaik: 309 GW (2035), 400 GW (2040)**
  - **Onshore-Wind: 157 GW (2035), 160 GW (2040)**
  - **Offshore-Wind: 40 GW (2035), 70 GW (2045)**

## Der Szenariorahmen...

- greift aktuelle Bestrebungen zu größerer **Unabhängigkeit von Rohstoffimporten** auf
- verweist vielfach auf eine mögliche **Systementwicklungsstrategie**
- referenziert auf „**Big 5**“ der Gesamtenergiesystemstudien und legt diese vielfach den Annahmen zum Stromsektor zugrunde, insbesondere „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ (Fraunhofer ISI, Consentec, TU Berlin, ifeu, im Auftrag des BMWK)

# Leitgedanken zur Ausgestaltung der Szenarien

## In allen Szenarien erreicht Deutschland bis 2045 Treibhausgasneutralität

- Erdgas als Brennstoff wird bis 2045 vollständig durch Wasserstoff abgelöst.

## Der Bruttostromverbrauch steigt in allen Szenarien deutlich

- Nutzung von Strom in allen Sektoren, um fossile Energieträger zu ersetzen.

## Erneuerbar erzeugter Wasserstoff ist fester Bestandteil eines klimaneutralen Energiesystems

- Inländische Erzeugung erfolgt per Wasserstoffelektrolyse
- Deutschland importiert die Hälfte seines Wasserstoffbedarfes aus dem Ausland

## Photovoltaik sowie Onshore- und Offshore-Windenergie sind die zentralen Stromerzeugungstechnologien

- Erheblicher Anstieg der Zubauraten bereits in den nächsten Jahren notwendig

## Zunehmender Bedarf an großräumigem Ausgleich von Stromerzeugung und –verbrauch

- Voranschreitende Integration Deutschlands in den europäischen Binnenmarkt

## Zunehmende Flexibilisierung der Stromerzeugungs- und Stromnachfrageseite

- Zusätzliche Flexibilität durch neue Stromanwendungen in Haushalten – Einsatz aller Flexibilitäten erfolgt marktorientiert

# Szenariokennzahlen

## Stromerzeugung

Max. Energieeffizienz

Installierte Leistung [GW]

Energieträger	Referenz 2020*/2021	Szenario A 2037	Szenario B 2037	Szenario C 2037	Szenario A 2045	Szenario B 2045	Szenario C 2045
Kernenergie	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Braunkohle	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Steinkohle	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gaskraftwerke (zzgl. endogenem Zubau)	32,1	> 38,4	> 38,4	> 38,4	> 34,6	> 34,6	> 34,6
Öl	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pumpspeicher	9,8	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
sonstige konv. Erzeugung	4,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Summe konventionelle Erzeugung</b>	<b>92,9</b>	<b>&gt; 50,5</b>	<b>&gt; 50,5</b>	<b>&gt; 50,5</b>	<b>&gt; 46,7</b>	<b>&gt; 46,7</b>	<b>&gt; 46,7</b>
Wind Onshore	56,1	158,2	158,2	161,6	160,0	160,0	180,0
Wind Offshore	7,8	50,5	58,5	58,5	70,0	70,0	70,0
Photovoltaik	59,3	345,4	345,4	345,4	400,0	400,0	445,0
Biomasse	9,5	4,5	4,5	4,5	2,0	2,0	2,0
Wasserkraft	4,9	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
sonstige regenerative Erzeugung	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Summe regenerative Erzeugung</b>	<b>138,7</b>	<b>564,9</b>	<b>572,9</b>	<b>576,3</b>	<b>638,3</b>	<b>638,3</b>	<b>703,3</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>231,6</b>	<b>615,7</b>	<b>623,7</b>	<b>627,1</b>	<b>685,3</b>	<b>685,3</b>	<b>750,3</b>

# Szenariokennzahlen

## Stromverbrauch

Max. Energieeffizienz

Stromverbrauch [TWh]							
Nettostromverbrauch	478*	828	891	982	999	1025	1222
Bruttostromverbrauch	533*	899	961	1053	1079	1106	1303
Treiber Sektorenkopplung							
Elektromobilität [Anzahl in Mio.]	1,2	25,2	31,7	31,7	34,8	37,3	37,3
Power-to-Heat [GW]	0,8*	12,6	16,1	22,0	14,9	20,4	27,0
Wärmepumpen (HH und GHD) [Anzahl in Mio.]	1,2	14,3	14,3	14,3	16,3	16,3	16,3
Elektrolyse [GW]	<0,1*	40,0	26,0	28,0	80,0	50,0	55,0
Weitere Speicher und nachfrageseitige Flexibilitäten [GW]							
PV-Batteriespeicher	1,3*	67,4	67,4	67,4	97,7	97,7	113,4
Großbatteriespeicher	0,5*	23,7	23,7	24,2	43,3	43,3	54,5
DSM (Industrie und GHD)	1,2*	5,0	7,2	7,2	8,9	12,0	12,0

# Stromverbrauch

## Übersicht

### Haushalte und GHD

- Dekarbonisierung der Sektoren über Effizienzsteigerung, Einbau neuer Heiztechnologien und Sanierung
- Deckung des Wärmebedarfs überwiegend durch Wärmepumpen und Fernwärme
- Wärmepumpen: **13,3 Mio.** (2037) und **16,3 Mio.** (2045)
- Steigender Stromverbrauch durch neue Rechenzentren

### Verkehr

- Elektrifizierung des Schienenverkehrs
- Hochlauf der Elektromobilität
- Kaum Wasserstoffeinsatz im PKW-Bereich
- E-Fahrzeuge: **25,15-31,7 Mio.** (2037) und **34,75 - 37,3 Mio.** (2045)



### Industrie

- Dekarbonisierung über Effizienzsteigerung und Prozessumstellungen bei Einsatz neuer alternativer Energieträger (stofflich und energetisch), u.a. Strom
- Unterschiedlich starke Nutzung von Wasserstoff und synthetischen Folgeprodukten in den Szenarien
- Berücksichtigung **neuer Stromgroßverbraucher** aus Abfrage bei Netzbetreibern (ÜNB und VNB)

### Wasserstoff und Elektrolyse

- Wasserstoffbedarf in Szenario A höher (höherer Anteil bei Endenergieanwendungen)
- Wasserstoff-Infrastruktur in allen Szenarien ausgebaut
- Inländische Erzeugung per Elektrolyse macht 50% des Wasserstoff-Bedarfes in den Szenarien aus
- Regionalisierung auf Basis bekannter Vorhaben und/oder stromerzeugungsnah, z.B. in Küstenregionen
- Elektrolyseure: **28-40 GW** (2037) und **50-80 GW** (2045)

# Erneuerbare Energien

		Bestand	2037	2045
	<b>Photovoltaik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Starker Zuwachs, Verdopplung des Ausbauziels nach Koalitionsvertrag</li> <li>▪ Gleiche Anteile Freiflächen-/Gebäude-PV beim Zubau</li> </ul>	54 GW	345 GW	400 GW - 445 GW
	<b>Offshore-Windenergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anhebung des Ausbaupfads unter Berücksichtigung des Koalitionsvertrags</li> <li>▪ Schwerpunkt auf Nordsee, Anlagen auch außerhalb der dt. AWZ</li> </ul>	8 GW	50,5GW - 58,5GW	70 GW
	<b>Onshore-Windenergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anhebung des Ausbaupfads im Vergleich zum vorherigen Szenariorahmen</li> <li>▪ Orientierung des regionalen Zubaus überwiegend an Flächenpotentialen</li> </ul>	54 GW	158 GW - 162 GW	160 GW - 180 GW
	<b>Biomasse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rückgang der Erzeugungsleistung Strom</li> <li>▪ Nutzung der Biomasse vorzugsweise im Gassektor</li> </ul>	9 GW	4,5 GW	2 GW

# Was muss passieren, damit es auch so kommt?

## Energietechnik ist verfügbar im globalen Wettbewerb

- Wer baut das alles ? (Fachkräftemangel)
- Wer liefert das alles? (ausreichende Produktionskapazitäten, funktionierende Logistikketten)
- Wer finanziert das alles? (Infrastrukturinvestoren, Energiedienstleister, Hausbesitzer)

## Akzeptanz von notwendigen Veränderungen für die klimaneutrale Zukunft

- Gesellschaftlichen Konsens für Klimapolitik herstellen
- Politiker denken global und handeln entsprechend vor Ort (statt NIMBY zu unterstützen)
- Balanceakt zwischen Kostensteigerungen und sozialem Frieden / Erhalt des Industriestandortes Deutschland

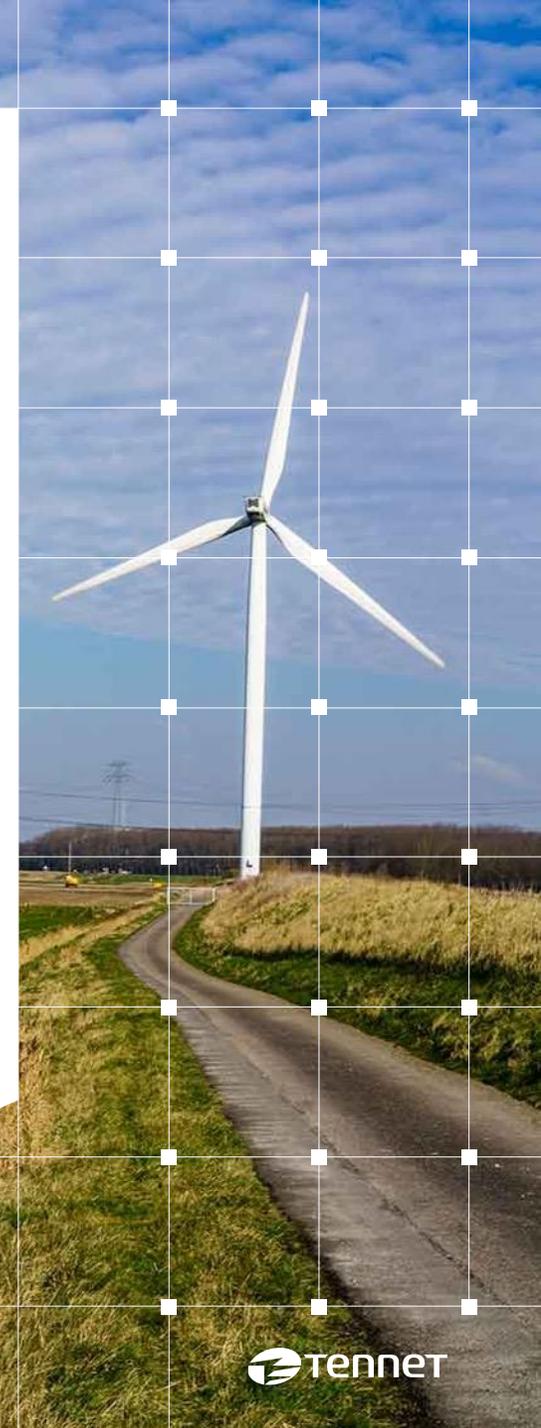
## Genehmigungsverfahren vereinfachen und beschleunigen

- Umweltschutzziel Erderwärmung höheren Stellenwert als lokalem Artenschutz beimessen
- Flaschenhals Behörden für zügige Bearbeitung personell ausstatten und Prozesse entschlacken
- Rahmenbedingungen für EE Ausbau verbessern (10H Regel .....

## Verhaltensänderung der Menschen monetär anreizen und kommunikativ motivieren

- weniger Fleischkonsum / langsamer Auto fahren
- Trendumkehr beim Wohnraum pro Person
- weniger und flexiblerer Energieverbrauch beim Endkunden

TenneT ist ein führender europäischer Netzbetreiber. Wir setzen uns für eine sichere und zuverlässige Stromversorgung ein – 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr. Wir gestalten die Energiewende mit – für eine nachhaltige, zuverlässige und bezahlbare Energiezukunft. Als erster grenzüberschreitender Übertragungsnetzbetreiber planen, bauen und betreiben wir ein fast 24.000 km langes Hoch- und Höchstspannungsnetz in den Niederlanden und großen Teilen Deutschlands und ermöglichen mit unseren 16 Interkonnektoren zu Nachbarländern den europäischen Energiemarkt. Mit einem Umsatz von 4,5 Mrd. Euro und einer Bilanzsumme von 27 Mrd. Euro sind wir einer der größten Investoren in nationale und internationale Stromnetze, an Land und auf See. Jeden Tag geben unsere 5.700 Mitarbeiter ihr Bestes und sorgen im Sinne unserer Werte Verantwortung, Mut und Vernetzung dafür, dass sich mehr als 42 Millionen Endverbraucher auf eine stabile Stromversorgung verlassen können. Lighting the way ahead together.



# Disclaimer

Diese PowerPoint-Präsentation wird Ihnen von der TenneT TSO GmbH („TenneT“) angeboten. Ihr Inhalt, d.h. sämtliche Texte, Bilder und Töne, sind urheberrechtlich geschützt. Sofern TenneT nicht ausdrücklich entsprechende Möglichkeiten bietet, darf nichts aus dem Inhalt dieser PowerPoint-Präsentation kopiert werden, und nichts am Inhalt darf geändert werden. TenneT bemüht sich um die Bereitstellung korrekter und aktueller Informationen, gewährt jedoch keine Garantie für ihre Korrektheit, Genauigkeit und Vollständigkeit.

TenneT übernimmt keinerlei Haftung für (vermeintliche) Schäden, die sich aus dieser PowerPoint-Präsentation ergeben, beziehungsweise für Auswirkungen von Aktivitäten, die auf der Grundlage der Angaben und Informationen in dieser PowerPoint-Präsentation entfaltet werden.