

Sicherheit der Elektroenergieversorgung im Zeichen der Energiewende

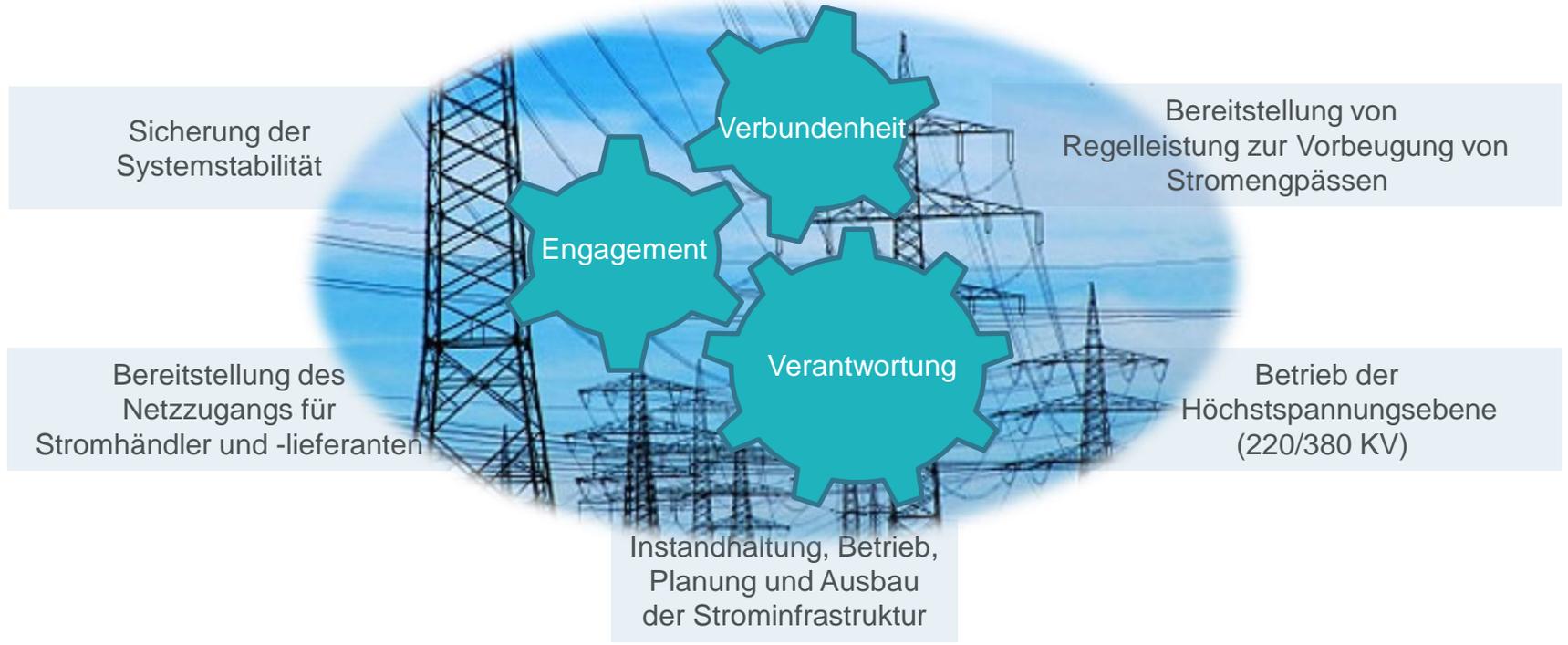
17.02.2016

Volker Weinreich

Agenda

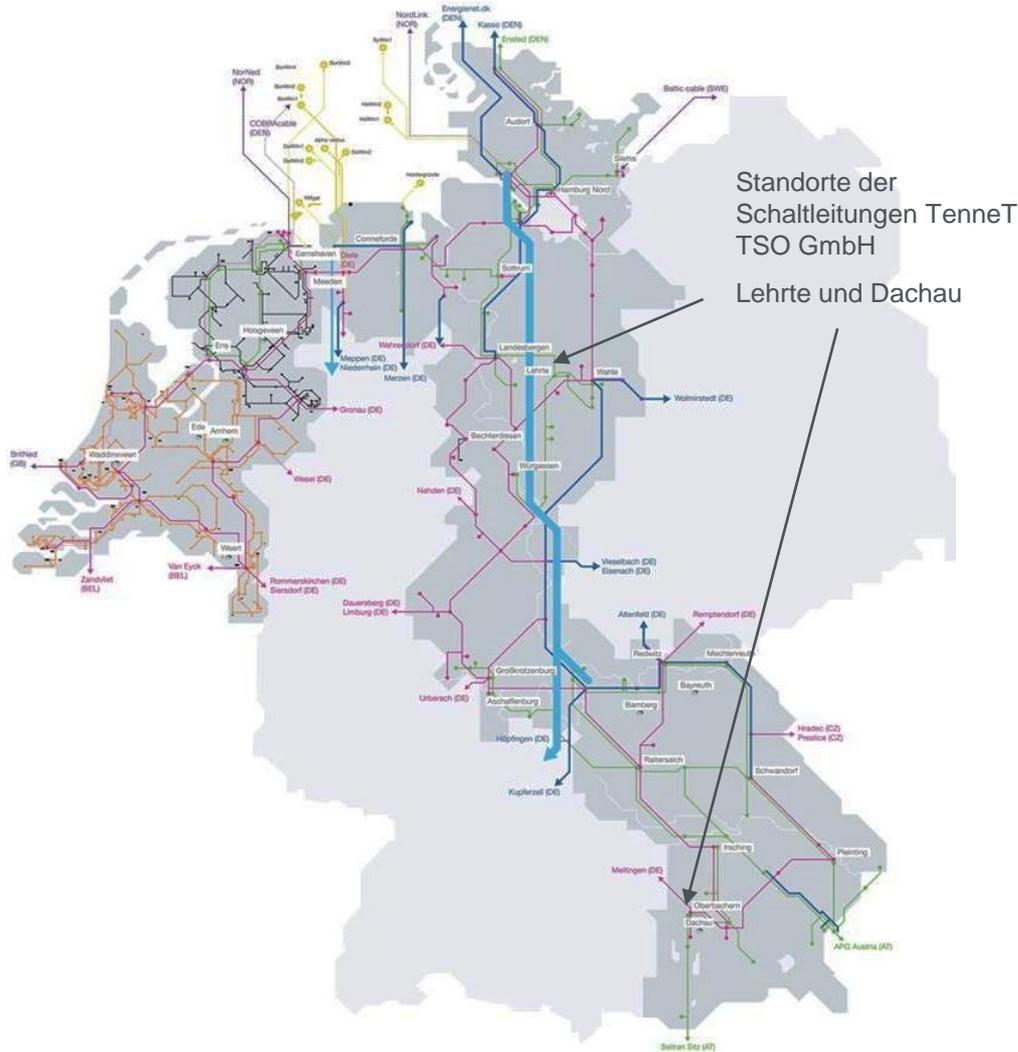
- Aufgaben eines Übertragungsnetzbetreibers
- Entstehung und Eigenschaften des Stromnetzes
- Einfluss von Erneuerbaren Energien
- Folgen der veränderten Erzeugungslandschaft

Aufgaben eines Übertragungs- netzbetreibers (ÜNB)



Ein Übertragungsnetzbetreiber ist verpflichtet ein "sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energienetz diskriminierungsfrei zu betreiben, zu warten und bedarfsgerecht zu optimieren, zu verstärken und auszubauen" (EnWG, § 11).

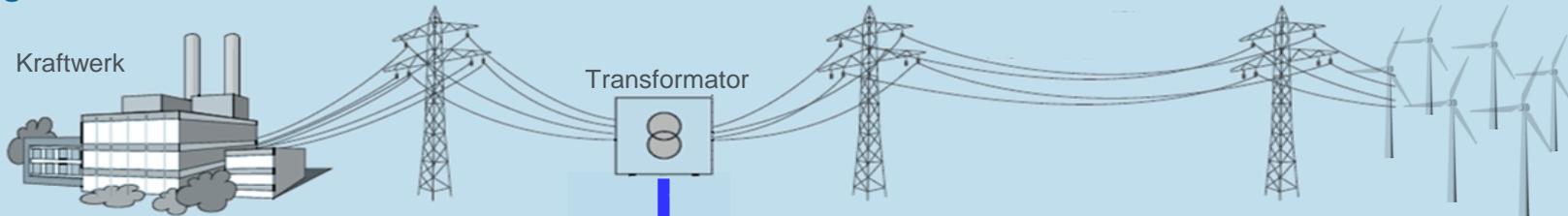
Versorgungsgebiet TenneT



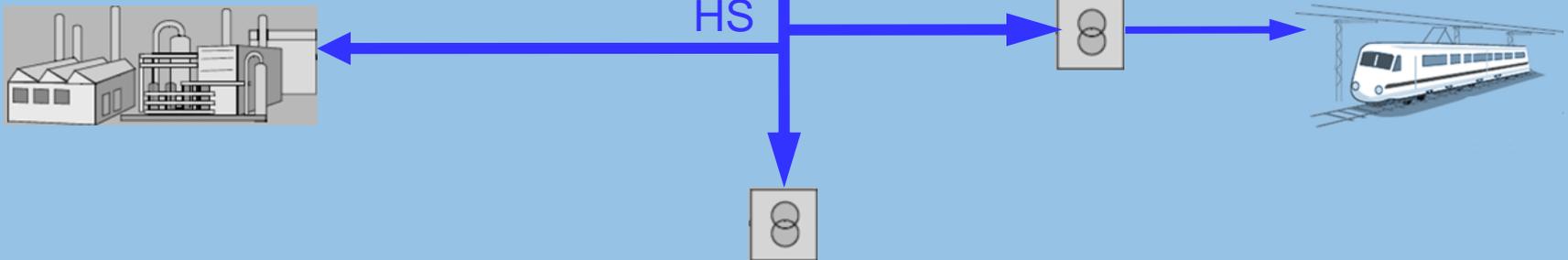
Struktur der Energieversorgung



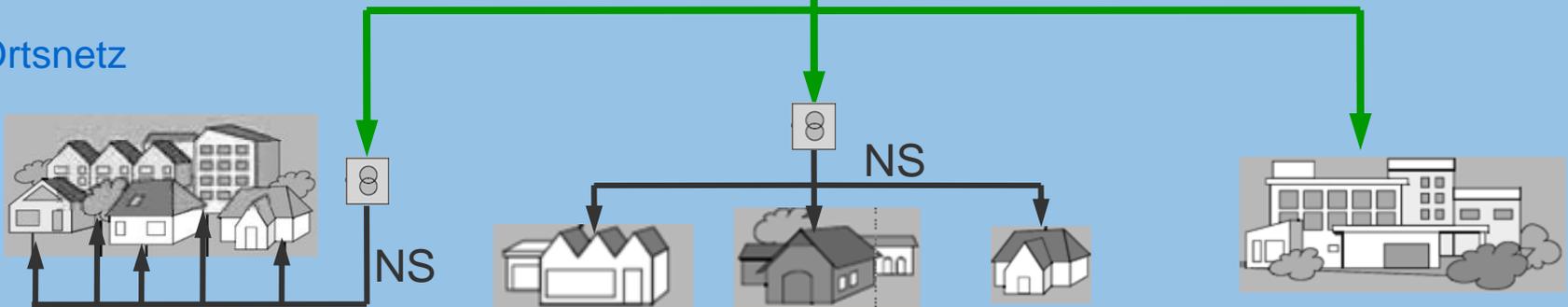
Übertragungsnetz



Verteilnetz



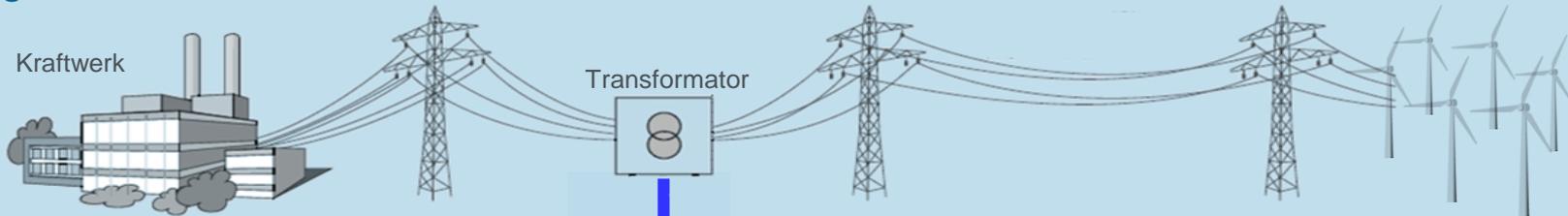
Ortsnetz



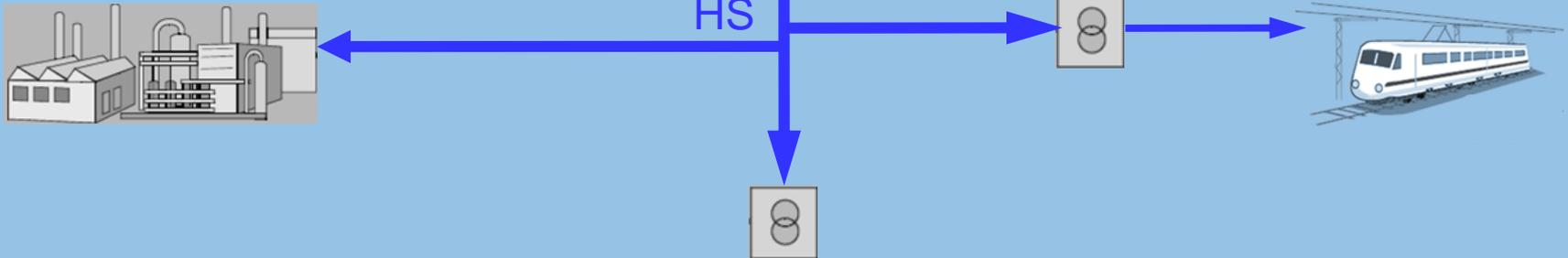
Struktur der Energieversorgung



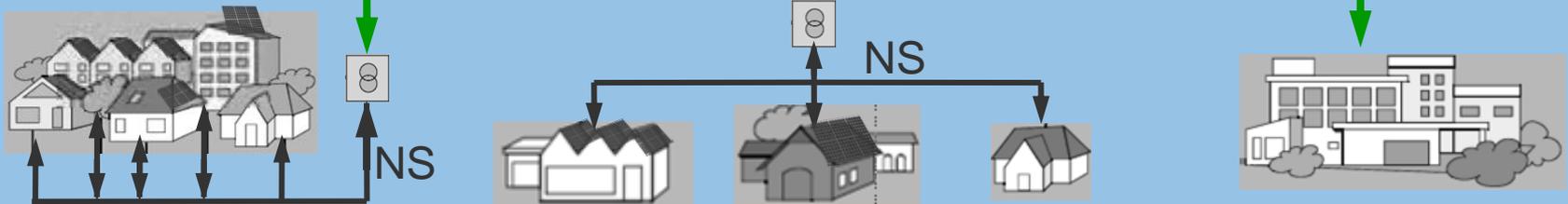
Übertragungsnetz



Verteilnetz



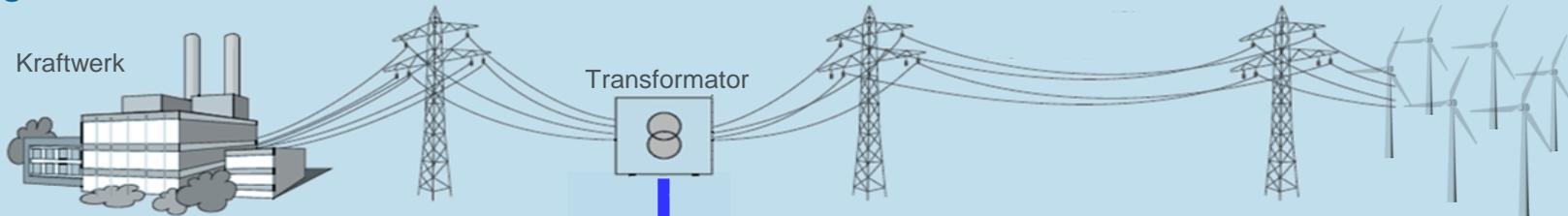
Ortsnetz



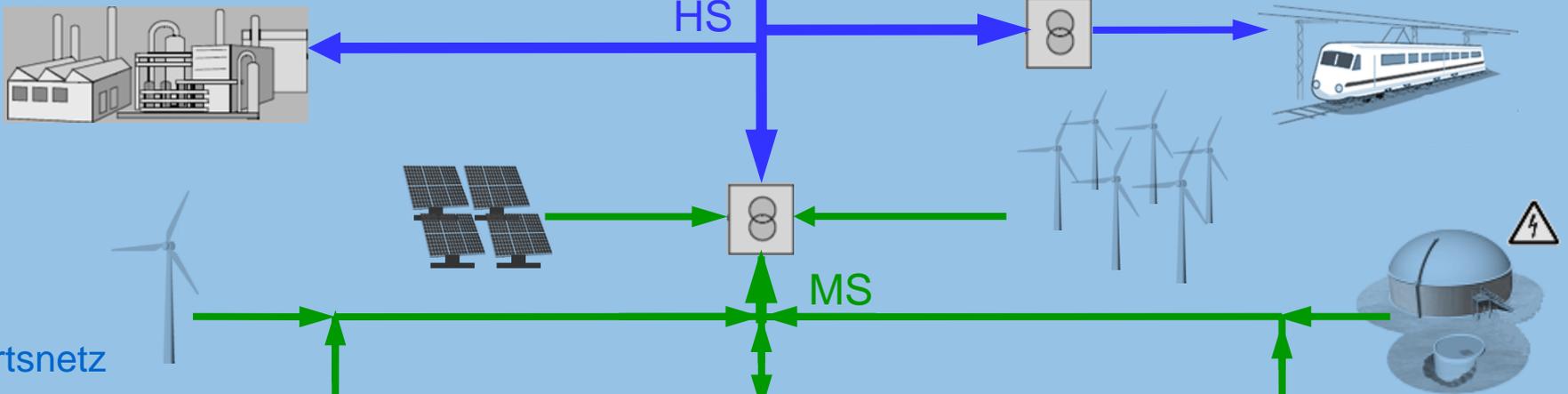
Struktur der Energieversorgung



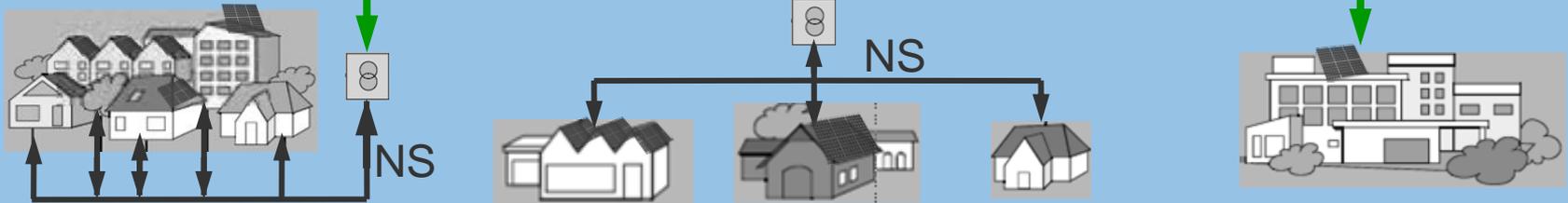
Übertragungsnetz



Verteilnetz



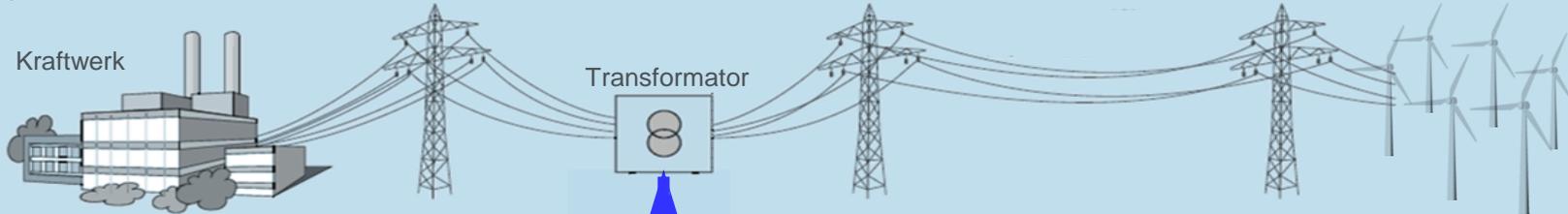
Ortsnetz



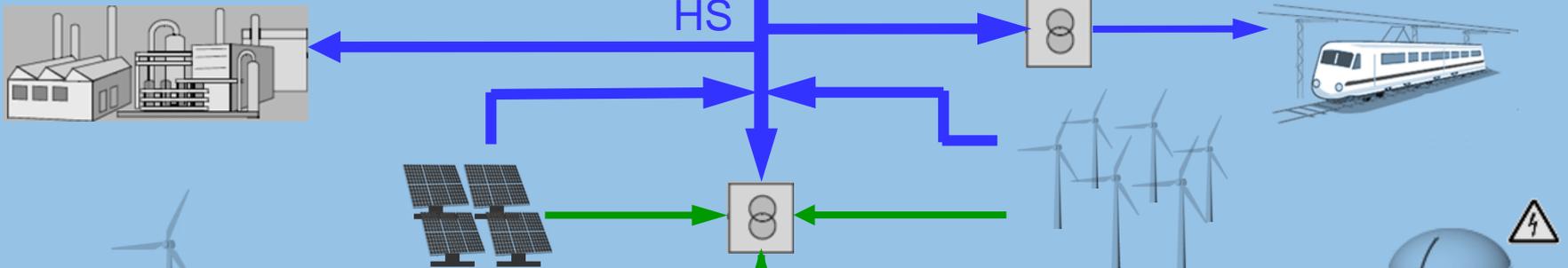
Struktur der Energieversorgung



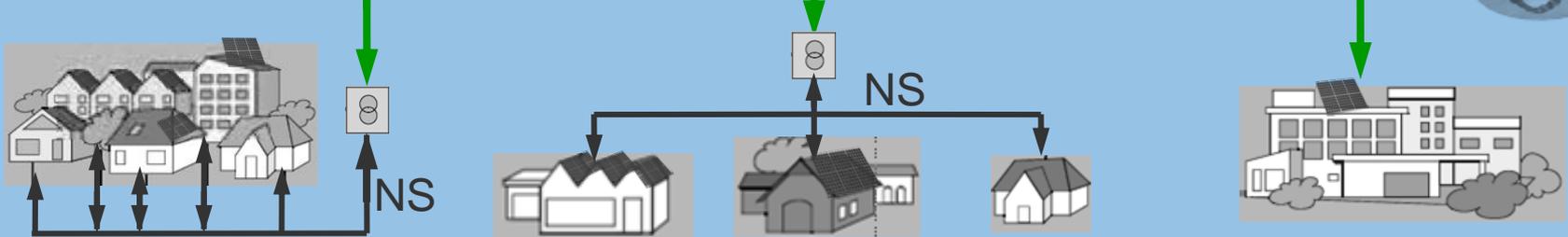
Übertragungsnetz



Verteilnetz

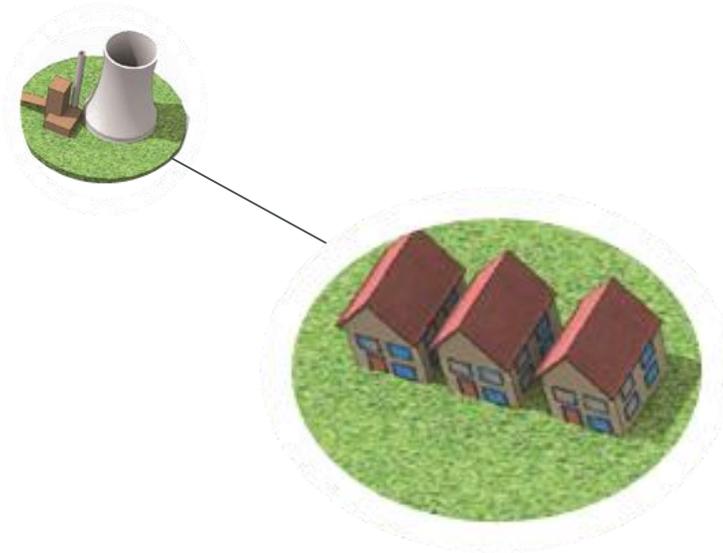


Ortsnetz



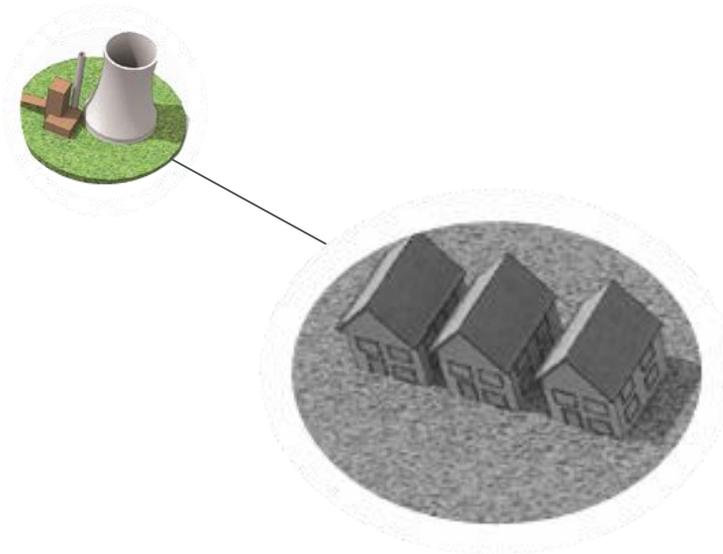
Strukturwandel „Erzeugung folgt Verbrauch“ zu „Transport und Verbrauch folgt Erzeugung“

Entstehung des Übertragungsnetzes



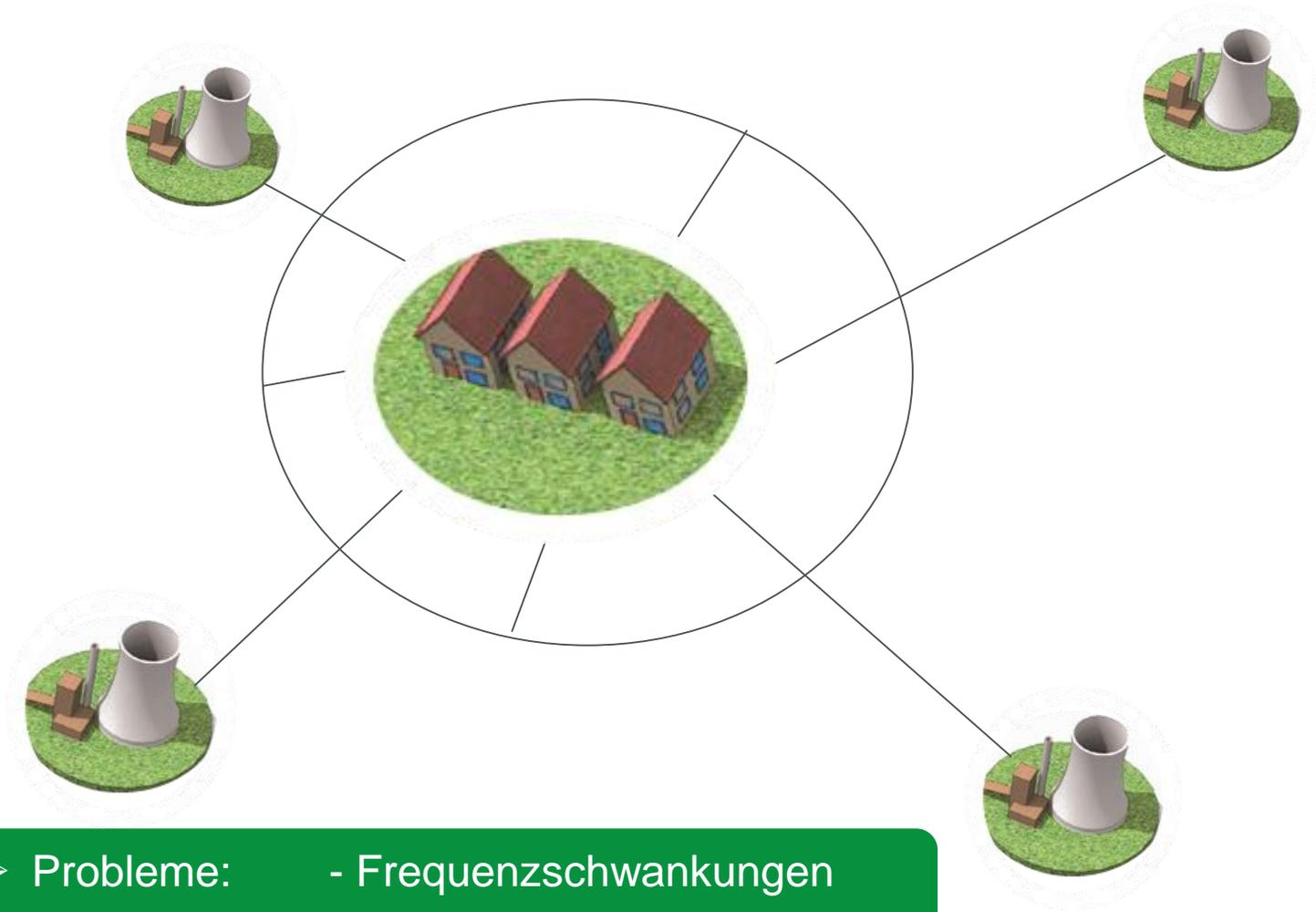
- Probleme:
 - Frequenzschwankungen
 - Spannungshaltung

Entstehung des Übertragungsnetzes



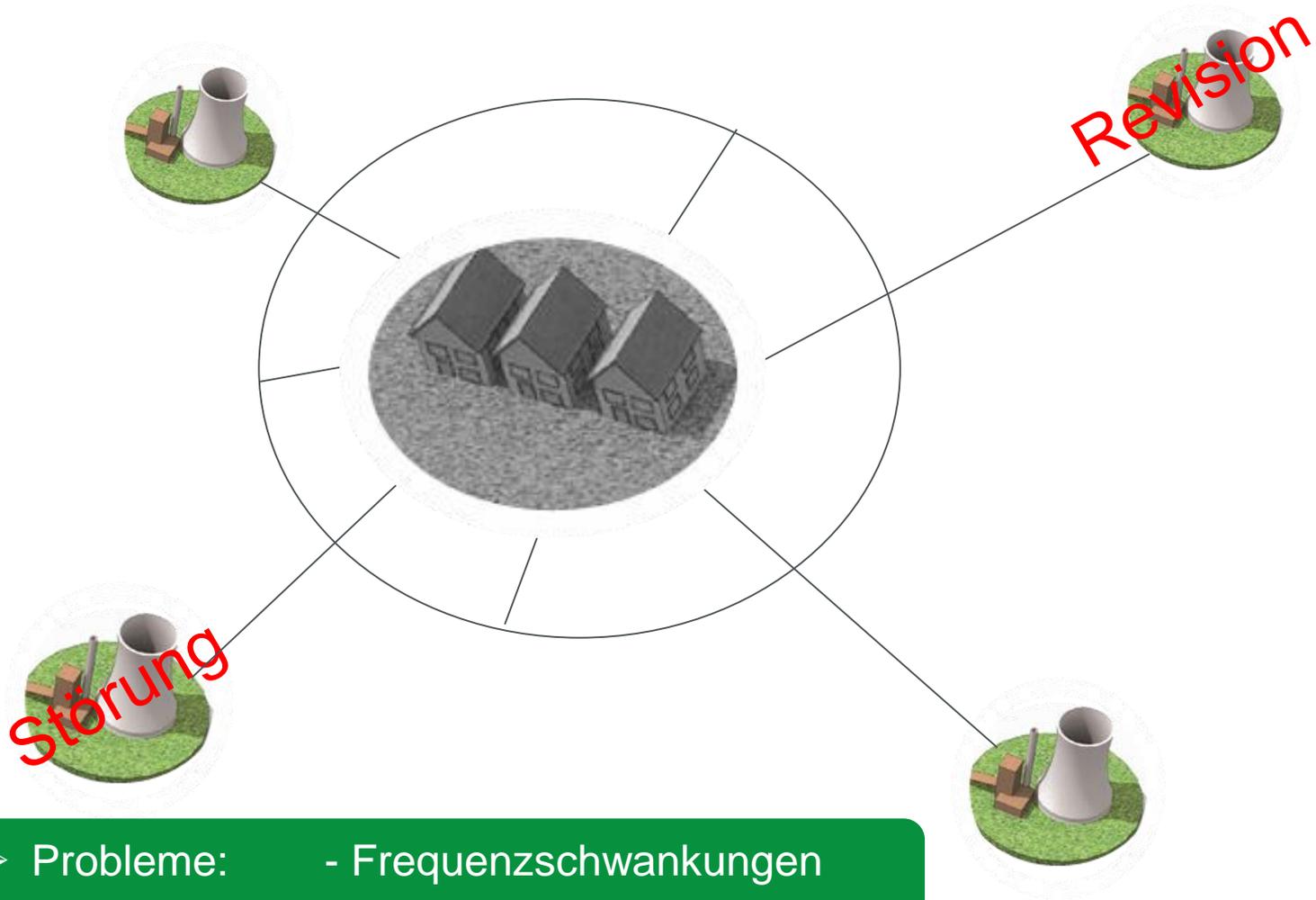
- Probleme:
 - Frequenzschwankungen
 - Spannungshaltung
- Idee:
 - n-1 Sicherheit

Entstehung des Übertragungsnetzes



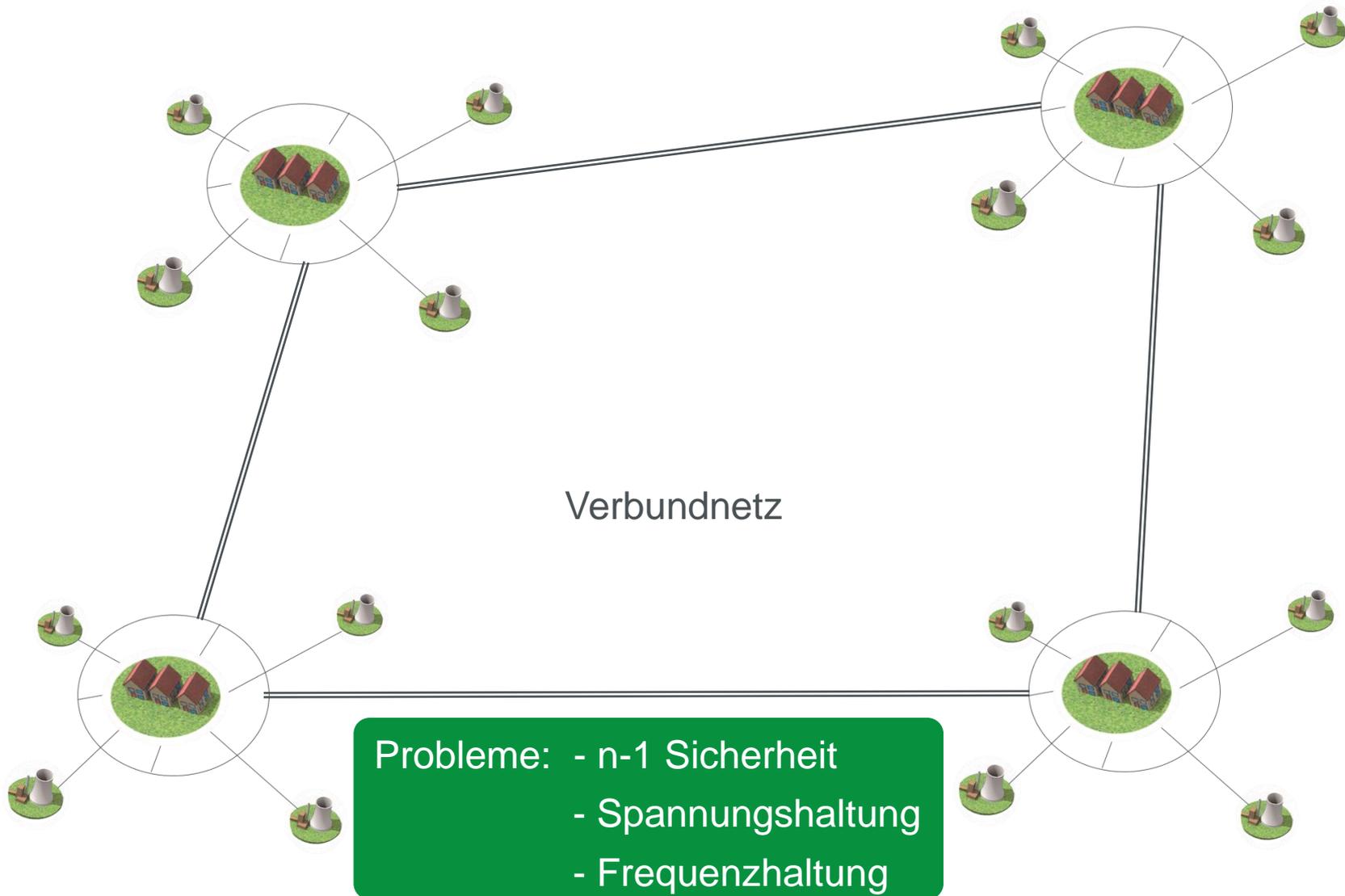
- Probleme:
 - Frequenzschwankungen
 - Spannungshaltung

Entstehung des Übertragungsnetzes

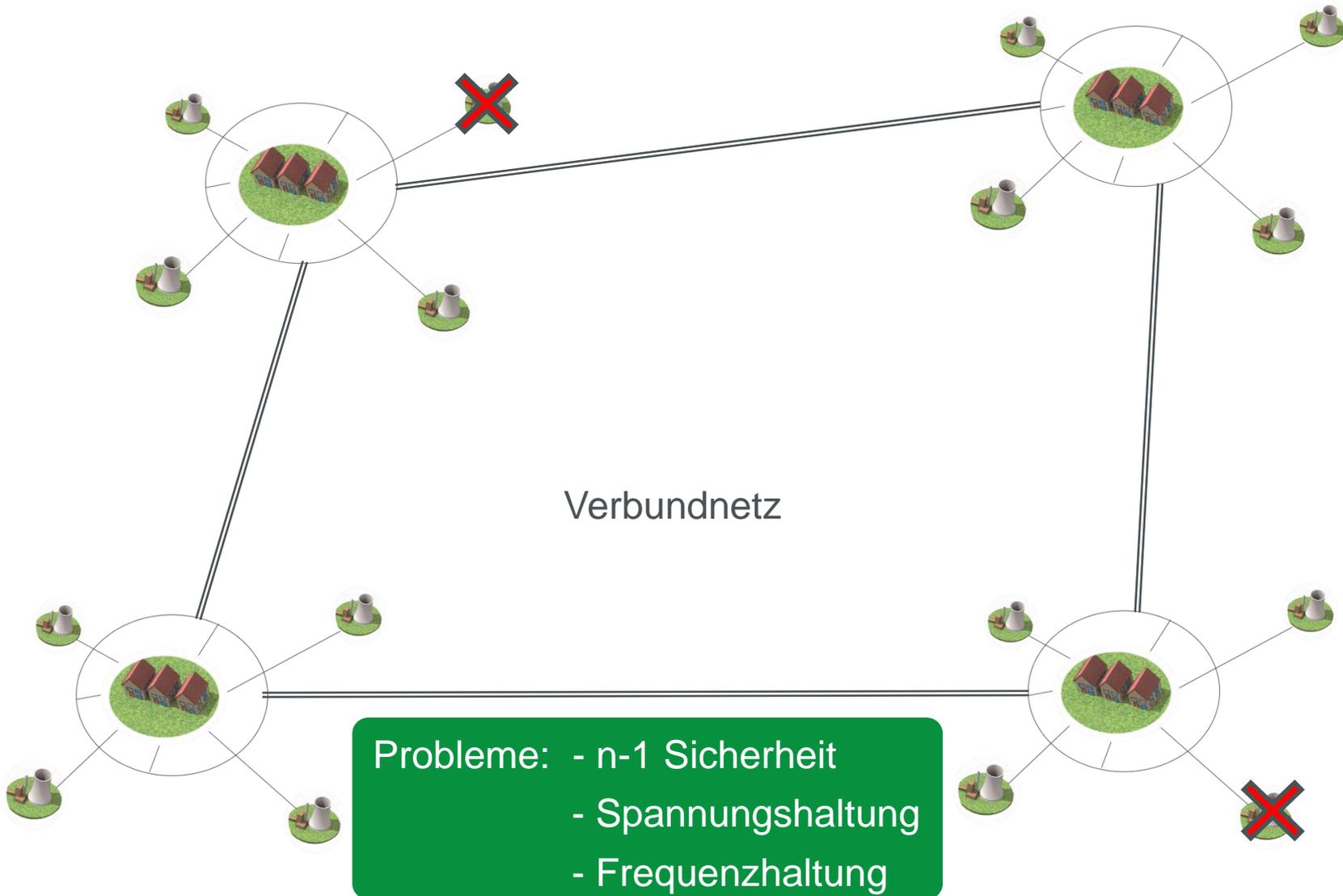


- Probleme:
 - Frequenzschwankungen
 - Spannungshaltung
- Idee:
 - n-1 Sicherheit

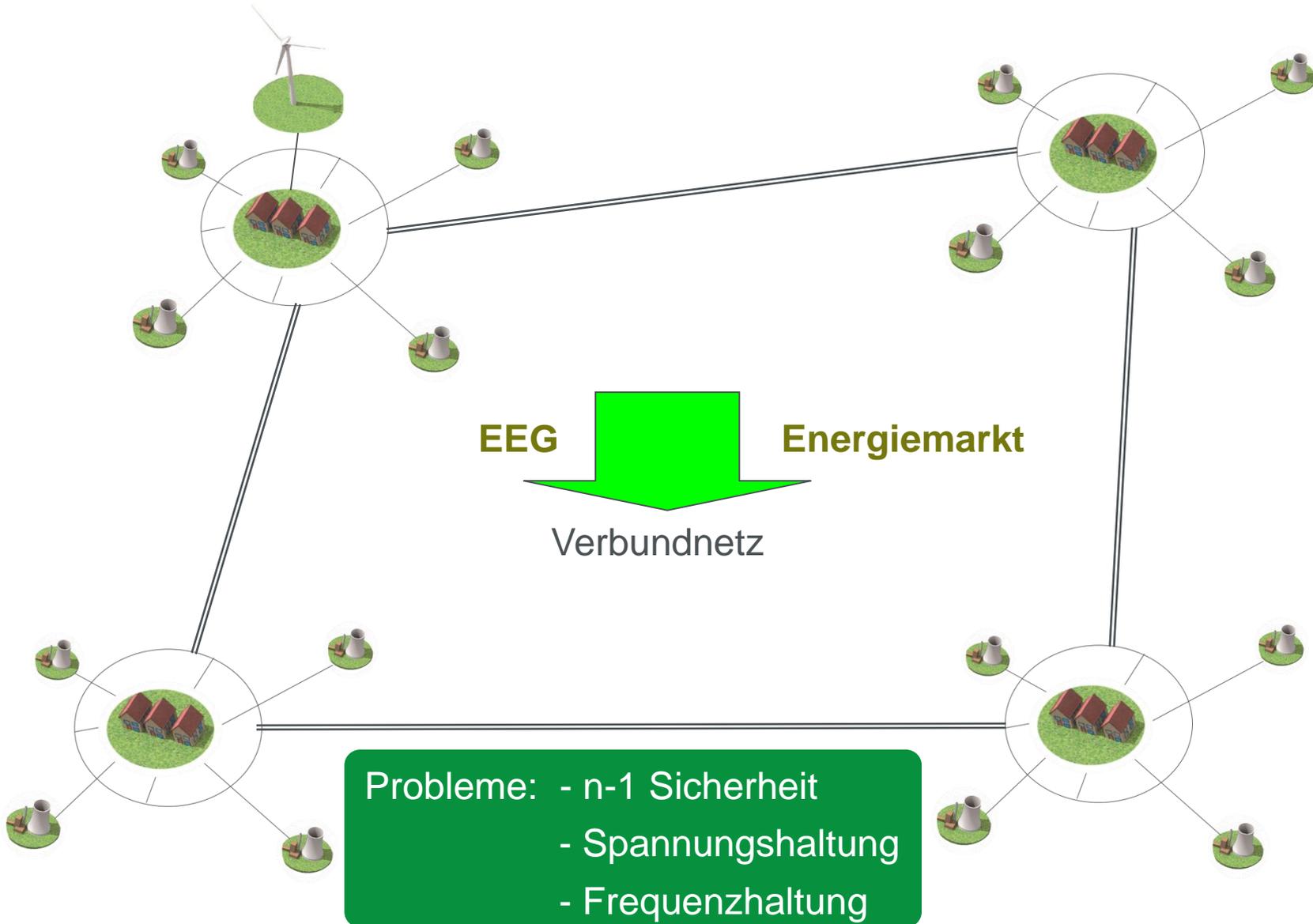
Entstehung des Übertragungsnetzes



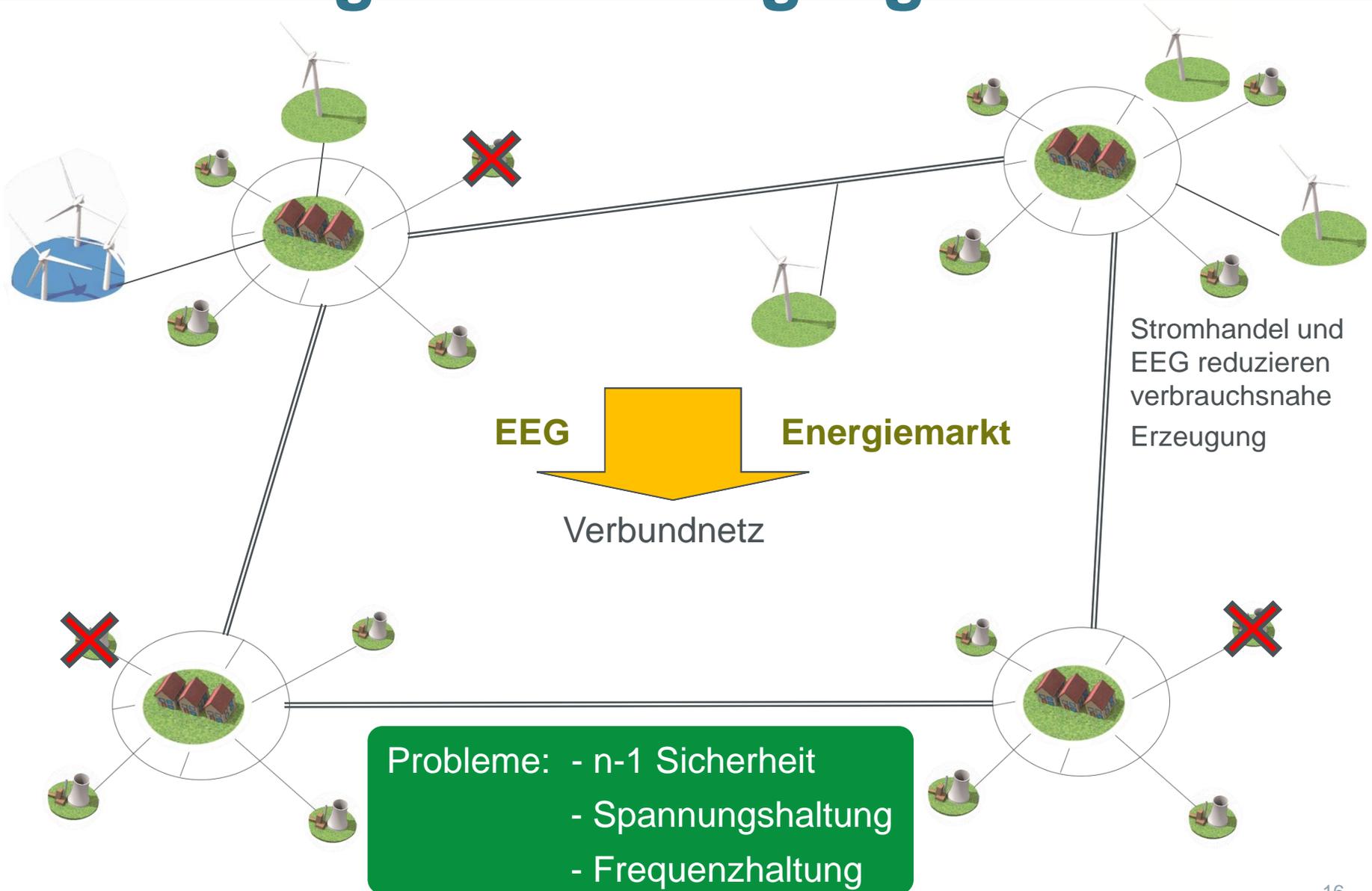
Entstehung des Übertragungsnetzes



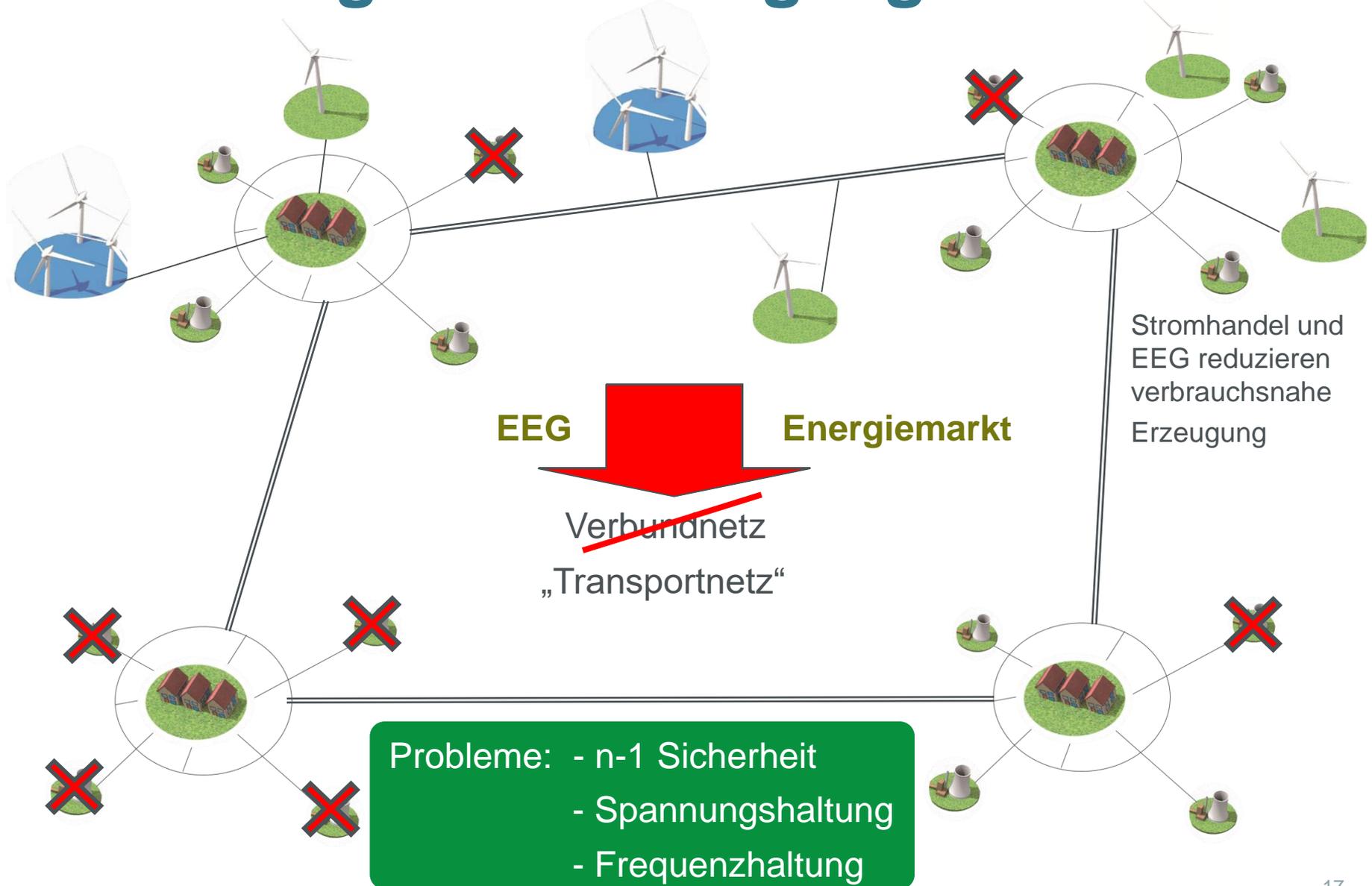
Entstehung des Übertragungsnetzes



Entstehung des Übertragungsnetzes



Entstehung des Übertragungsnetzes

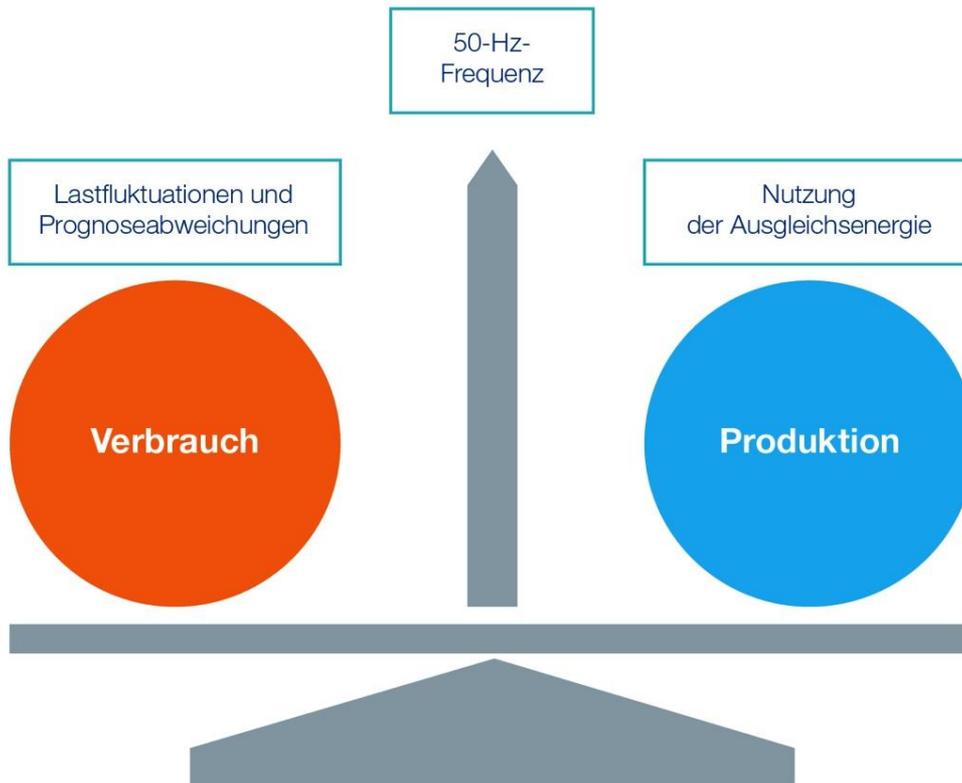




Speichermöglichkeit der Stromnetze

- Ein Stromnetz selbst kann keine Energie speichern.
- In Deutschland ist eine Pumpspeicherleistung von etwa 7 GW (Gigawatt) installiert mit einer Gesamtspeicherkapazität von etwa 40 GWh.
- Damit kann 10% der deutschen Last über 10 Stunden gedeckt werden.
- Auf der Erzeugungsseite ist es theoretisch und praktisch möglich, dass Wind und Sonne über Tage nahezu keinen Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs leisten.

Sicherstellung der Frequenz und Energiebilanz

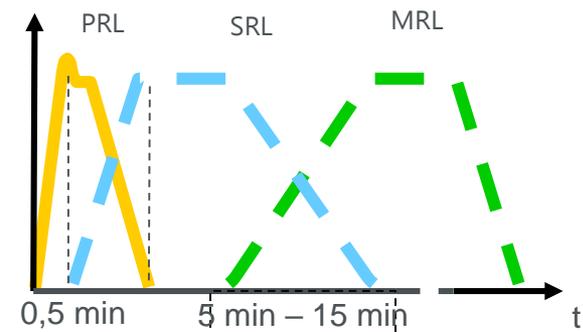


Prognoseabweichungen:

- EEG Einspeisung
- Lastentwicklung
- Netzverlusten
- KW-Fahrplänen

Systemsicherheit erfordert ausreichende Regelleistungsreserven um auf Bilanzungleichgewichte reagieren zu können.

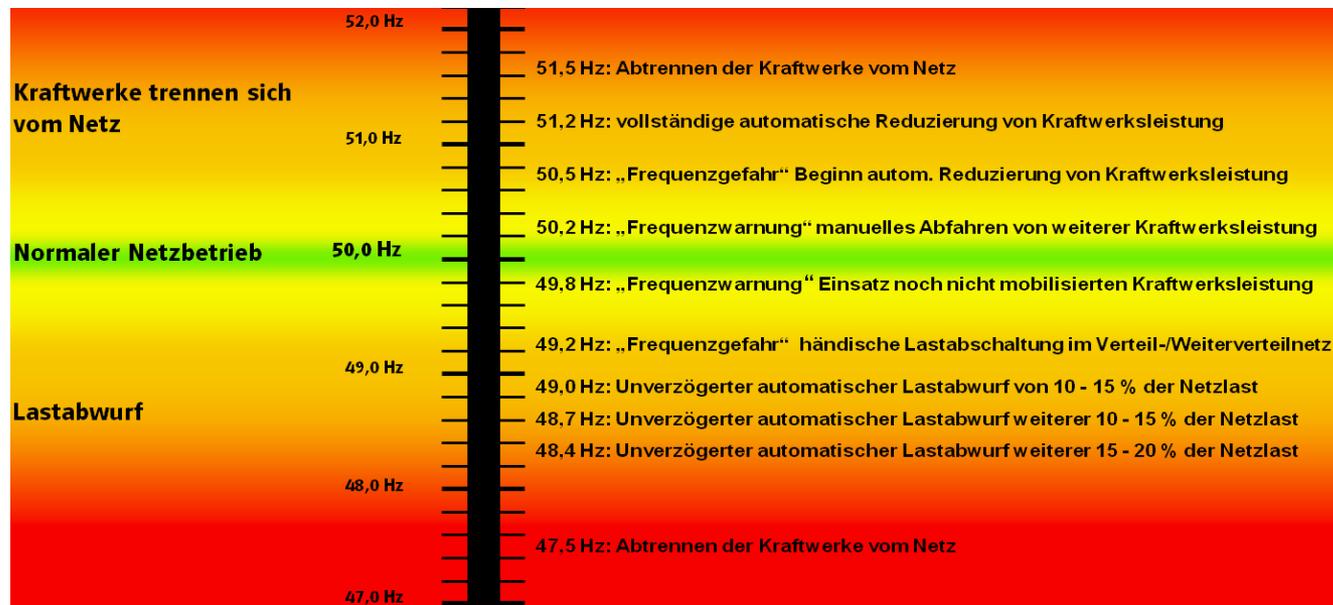
Regelleistungsarten:





Folge von Frequenzabweichungen

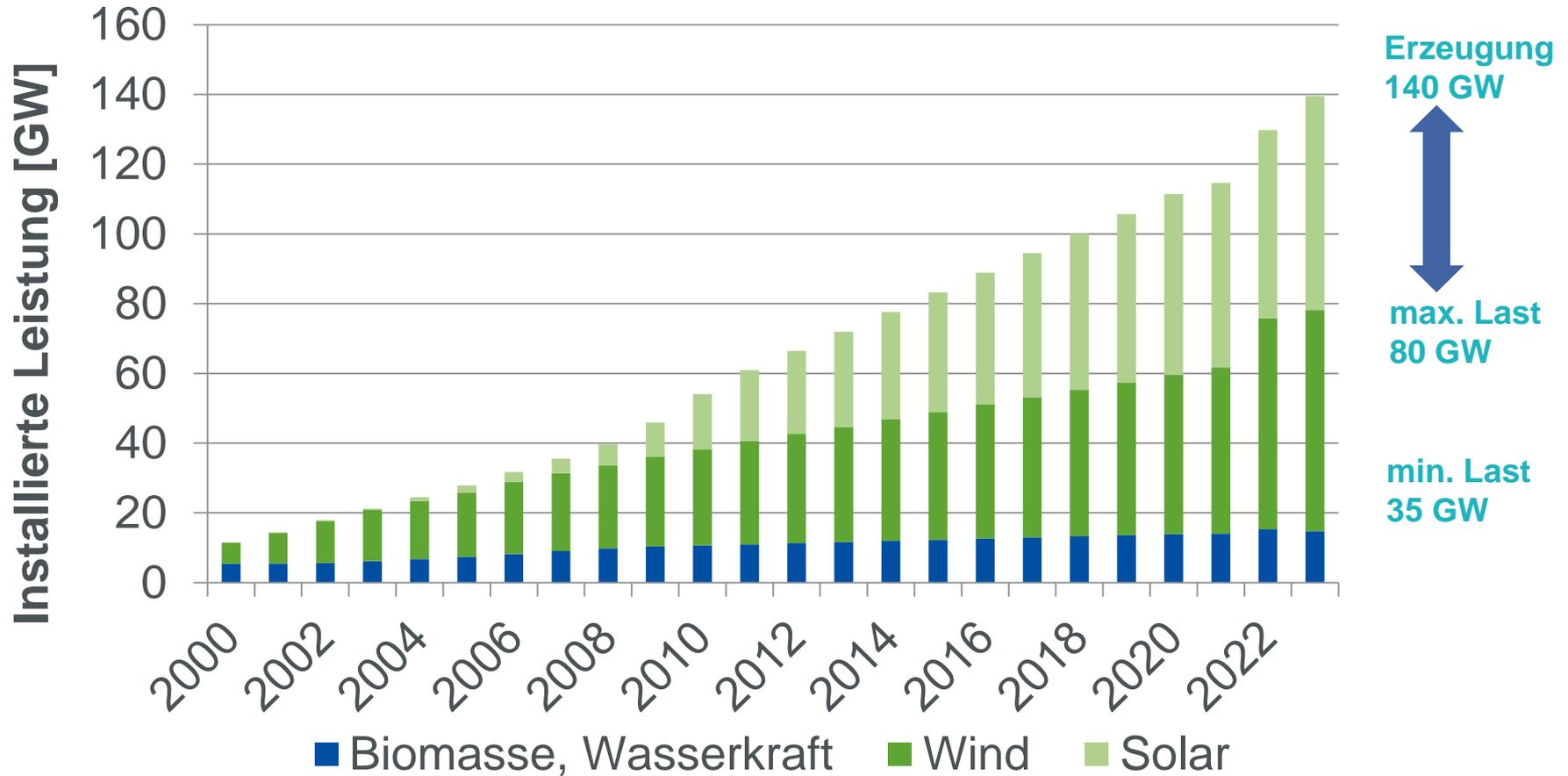
- Ein Ungleichgewicht von 1500-2000 MW führt zu einer Frequenzveränderung von 100 mHz
- ± 3000 MW PRL stabilisieren die Frequenz zwischen 49,8 und 50,2 Hz
- In Deutschland halten die ÜNB im NRV ca. ± 4000 MW SRL/MRL vor
- Maßnahmen bei Frequenzabweichungen:



Erneuerbare Energien



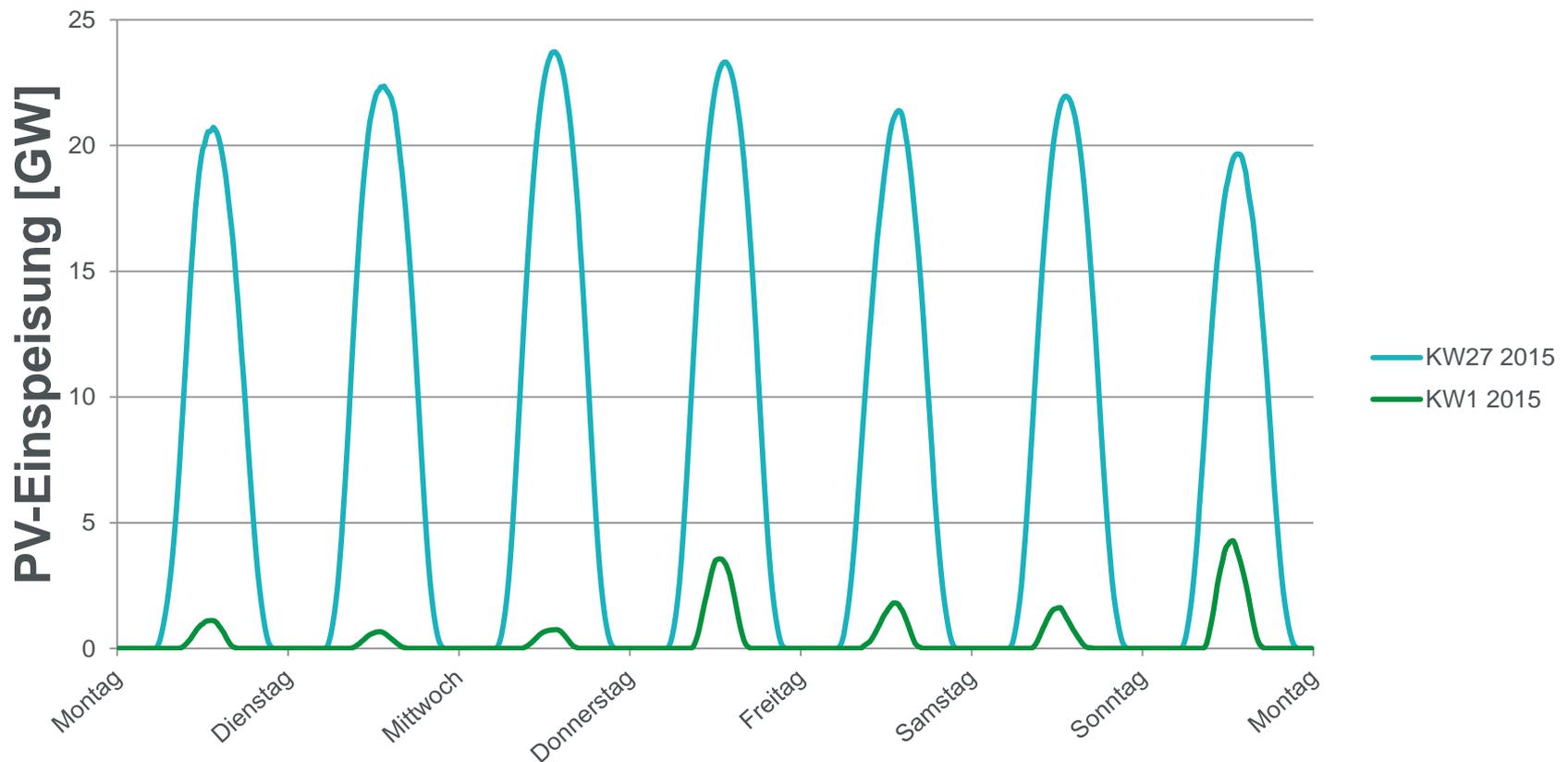
Prognostizierte Erzeugungsleistung der Erneuerbaren Energien



Auswirkungen erneuerbarer Energie



Volatilität der PV-Einspeisung in Deutschland

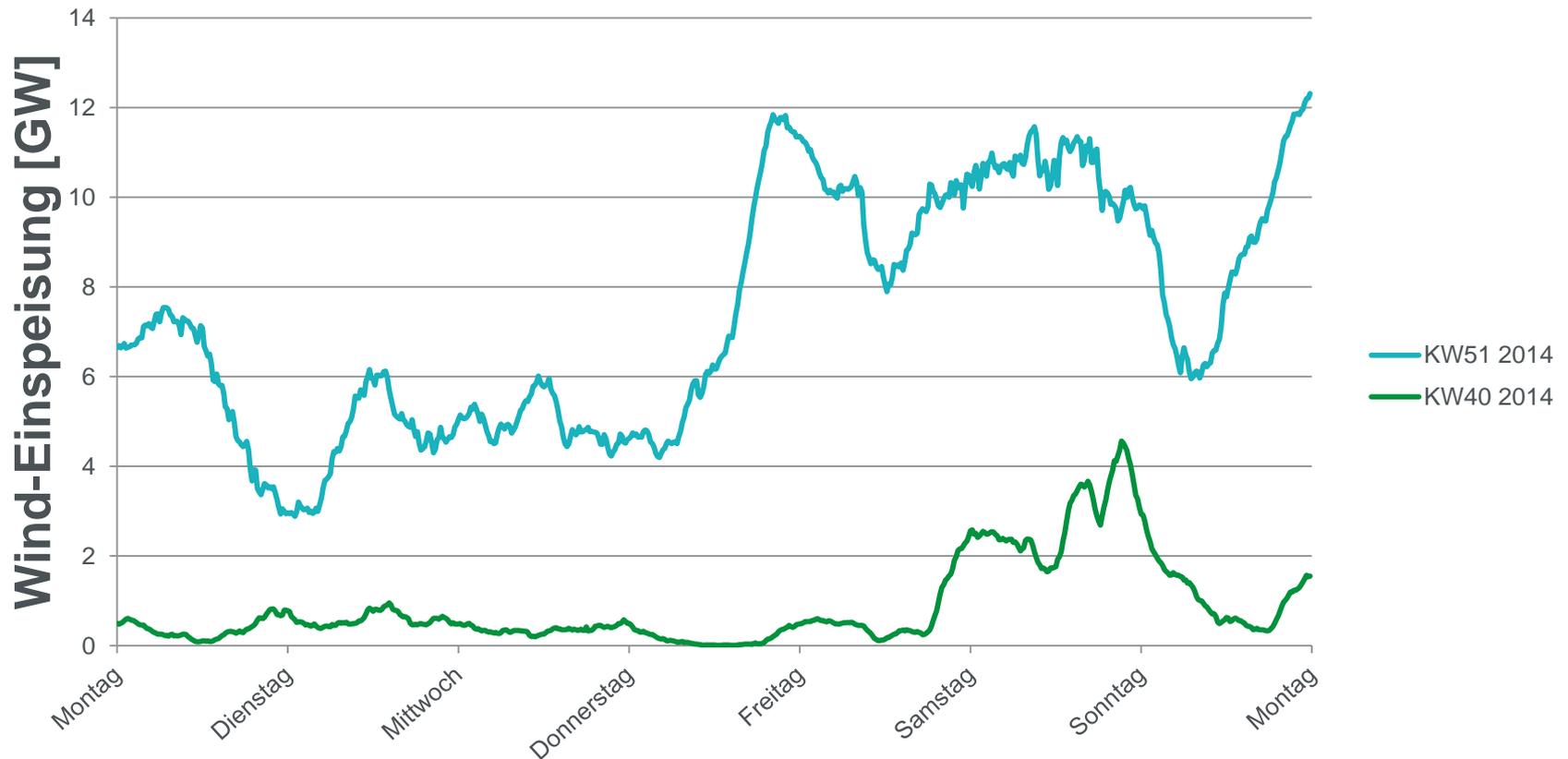




Auswirkungen erneuerbarer Energie

Energie

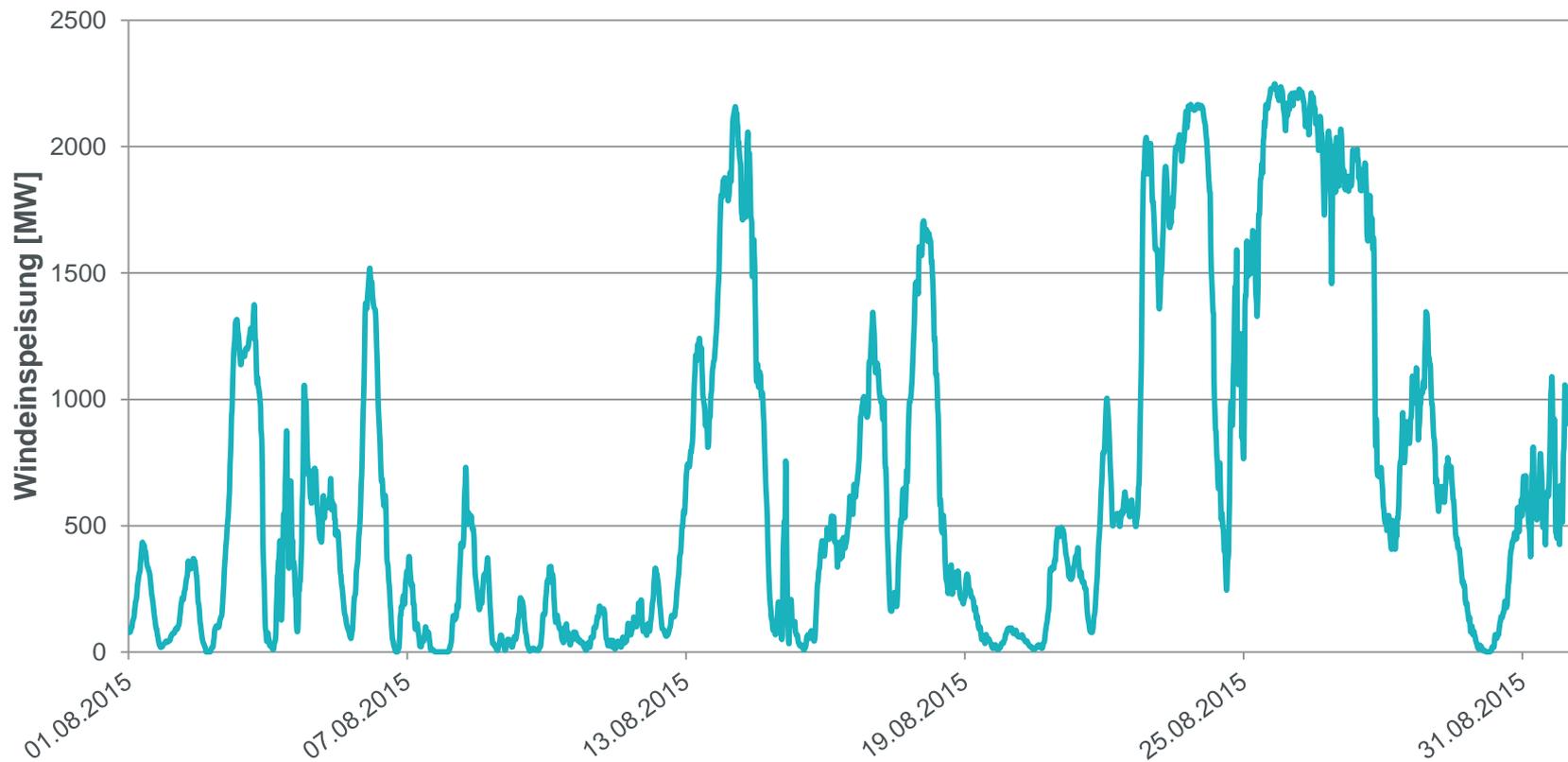
Volatilität der Wind-Einspeisung in der TenneT-Regelzone



Auswirkungen erneuerbarer Energie



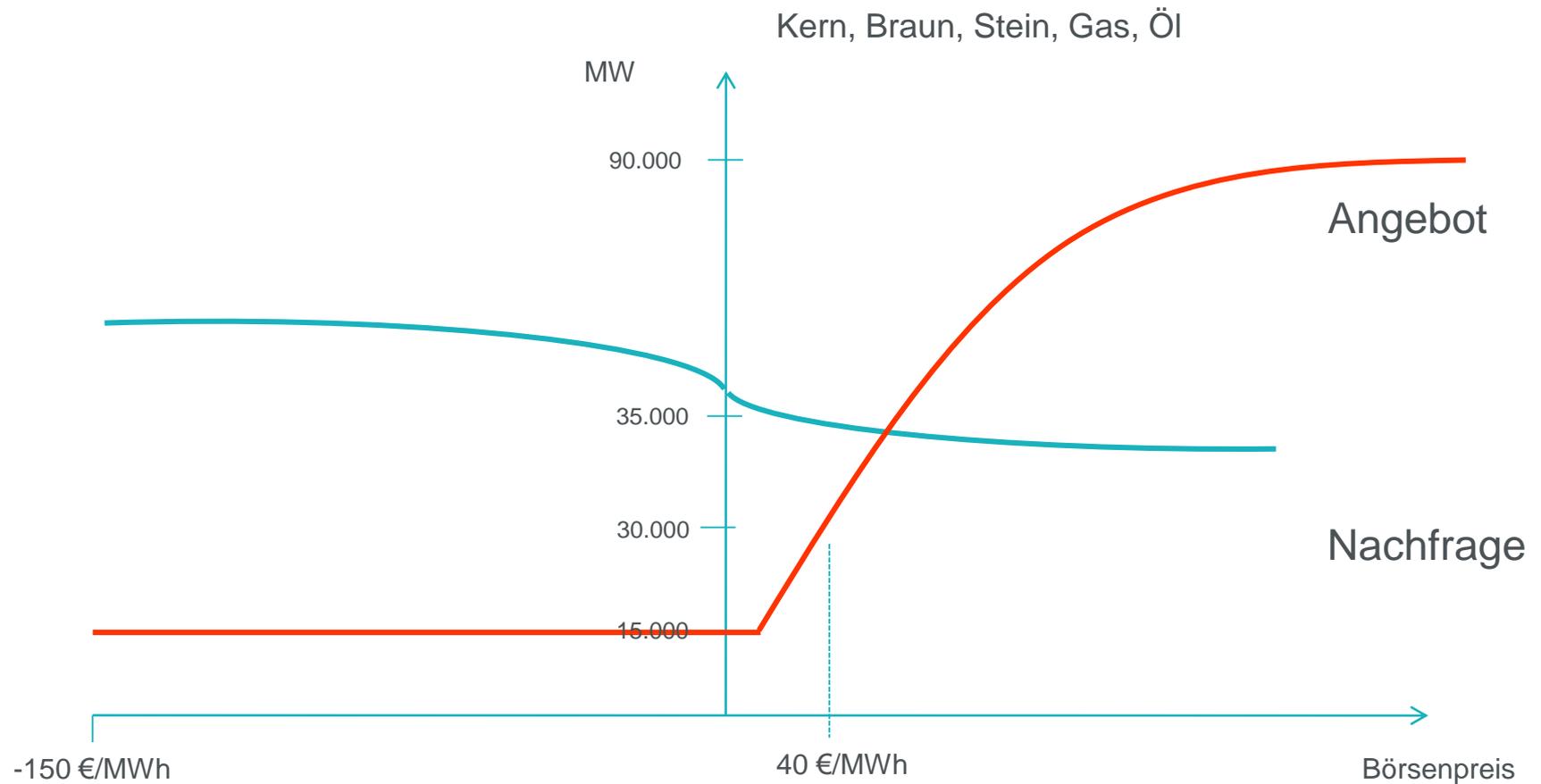
Volatilität der Offshore-Wind-Einspeisung (Nordsee)



Rentabilität von Kraftwerken



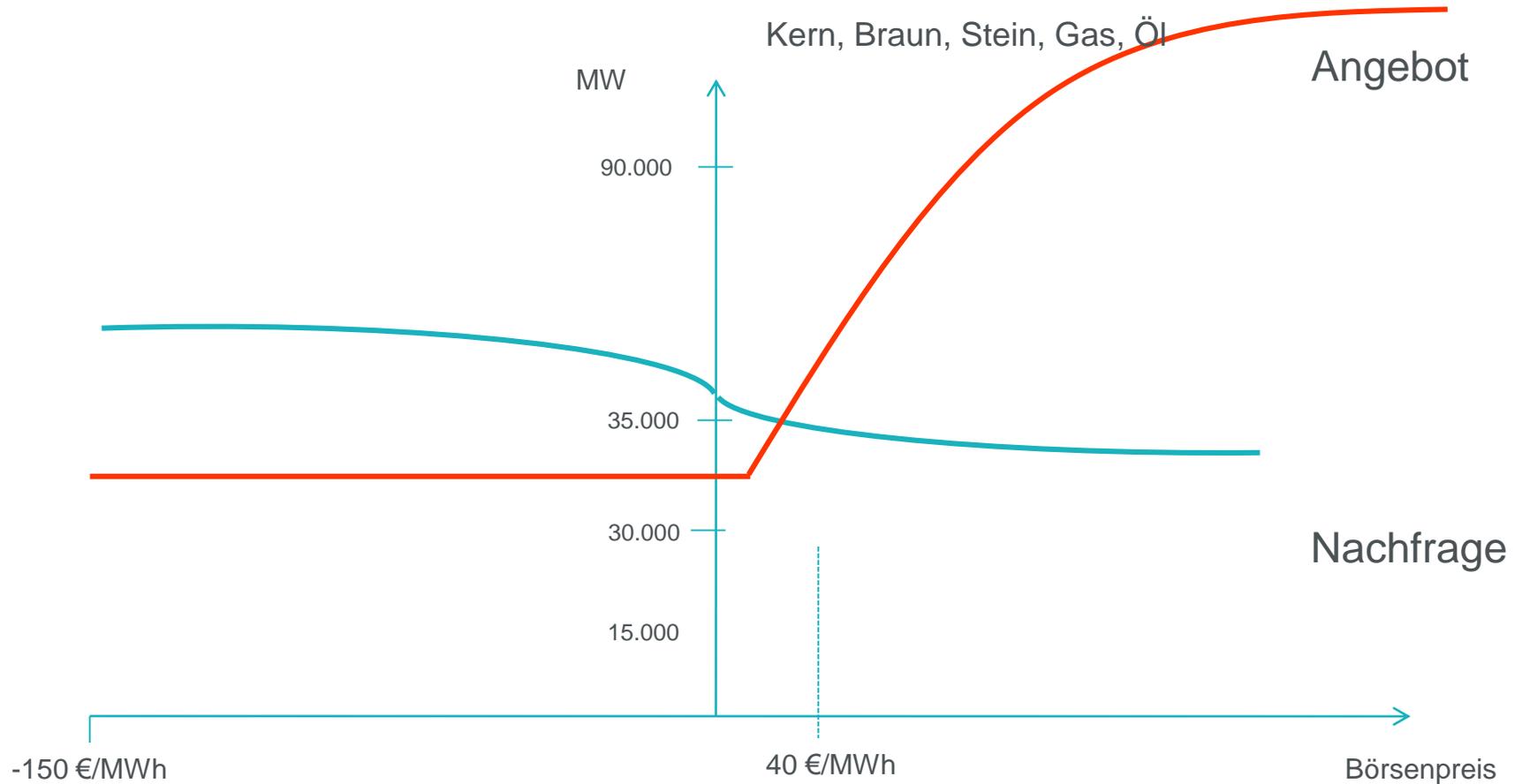
Folge der EEG-Vermarktung auf den Marktpreis



Rentabilität von Kraftwerken



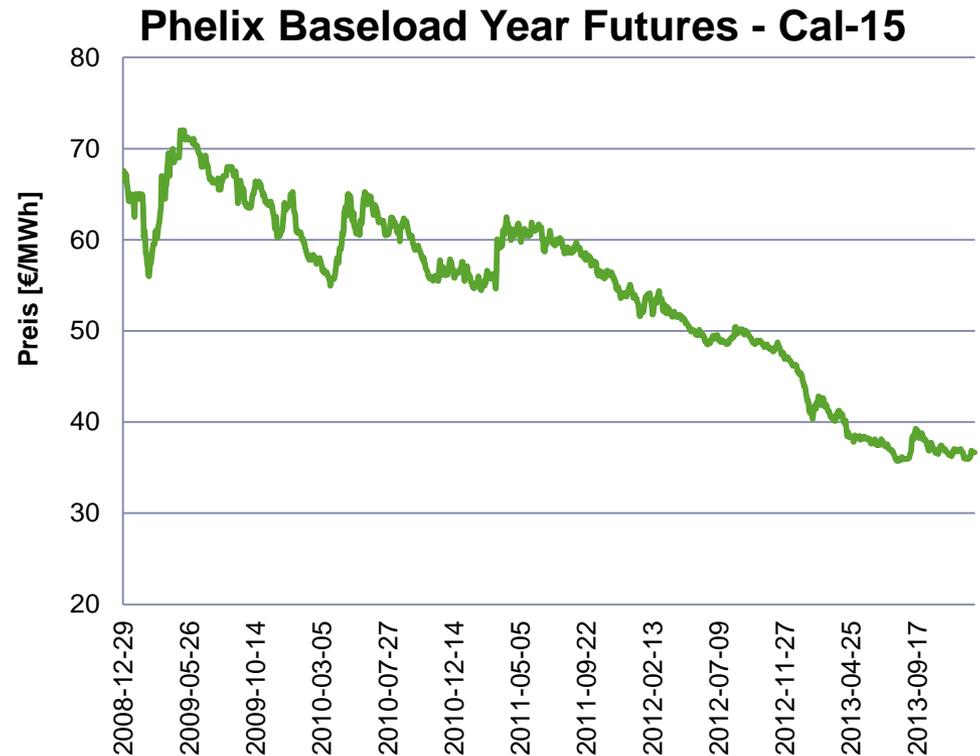
Folge der EEG-Vermarktung auf den Marktpreis



Steigende EE Leistung drängt konventionelle Kraftwerke aus dem Markt

Energy Only Market (EOM)

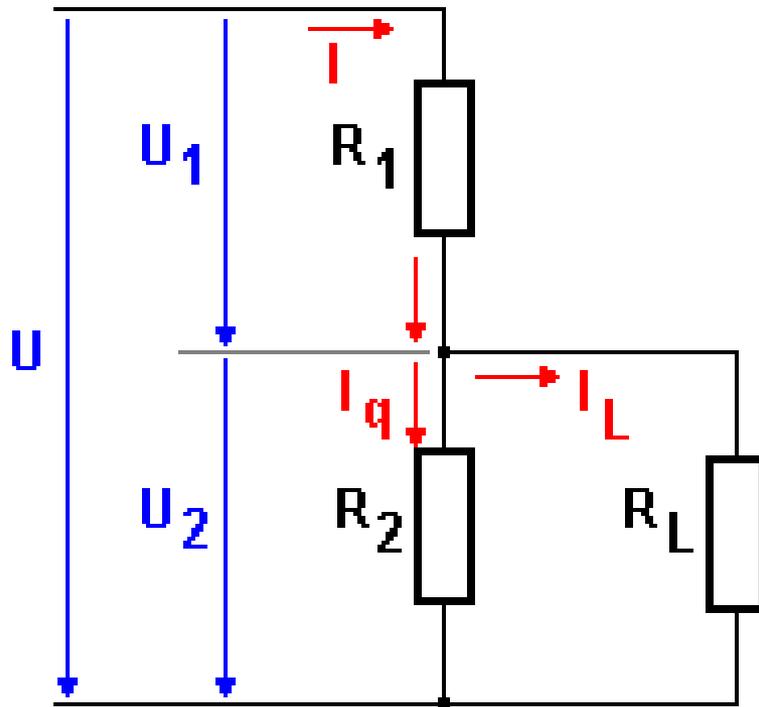
- Durch sinkende Preise am Markt lassen sich derzeit keine ausreichenden Deckungsbeiträge erwirtschaften
- Hiervon sind auch mittel- und langfristige Investitionsentscheidungen für den Zubau von Kraftwerkskapazitäten betroffen
- Da ein Teil der Marktteilnehmer keine Regelleistung bereitstellen muss, nimmt die Volatilität und Kurzfristigkeit des EOM zu und konventionelle Kraftwerke werden defizitär.



Folgen der Energiewende



Exkurs: Physikalische Grundlagen



$$U = U_1 + U_2$$

$$I = I_q + I_L$$

$$U_1 = I \cdot R_1$$

$$R_{ers} = \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L}$$

$$U_2 = I \cdot \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L}$$

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_{ers}}{R_1 + R_{ers}}$$

$$I_q = \frac{U_2}{R_2}$$

$$I_L = \frac{U_2}{R_L}$$

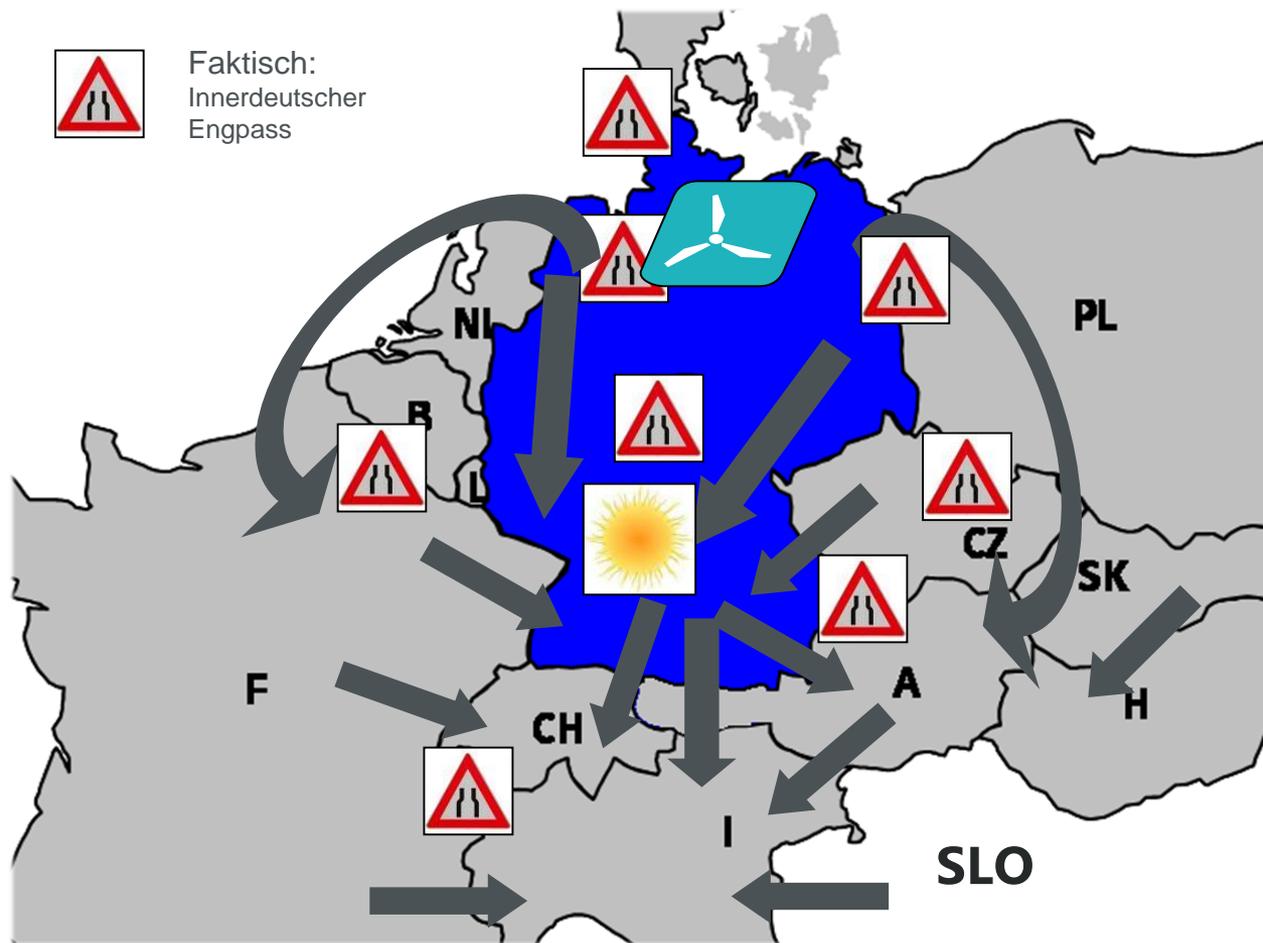
Folgen der Energiewende



Steigende Lastflüsse

Mögliches Ergebnis:

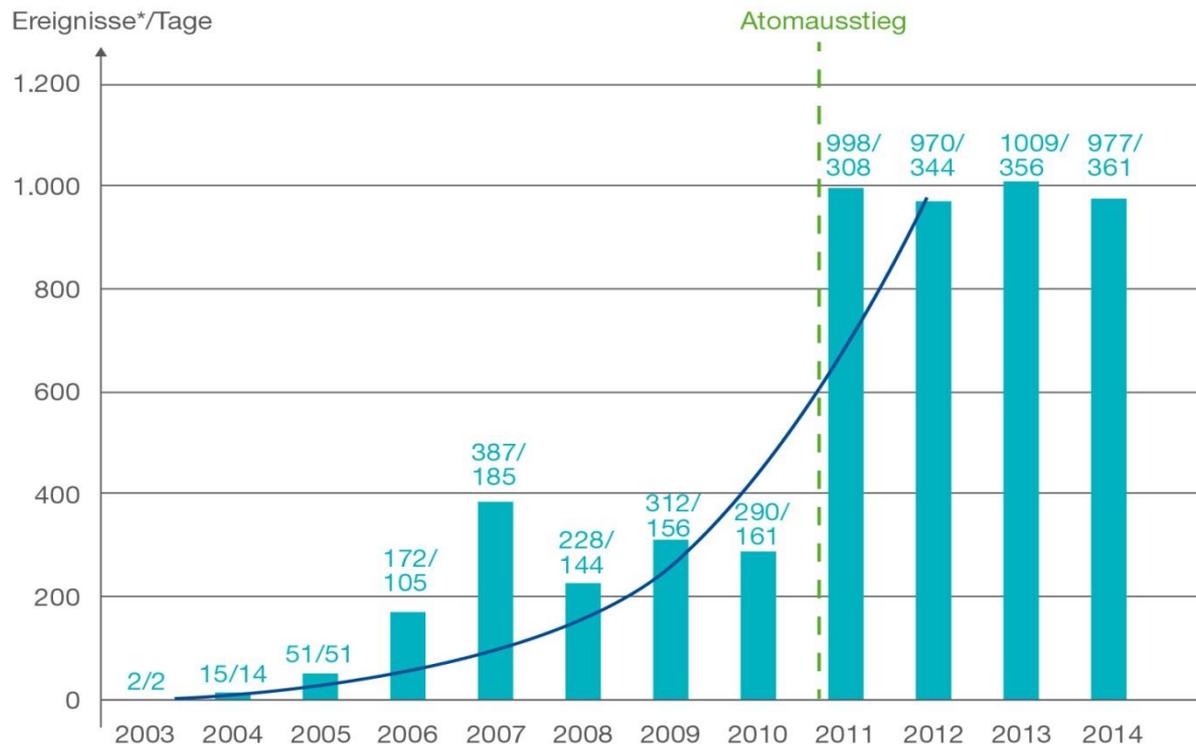
- **Einschränkung Auktionierter Grenzen**
- **Vorbereitung Redispatch, Counter-Trading, Cross-Border-Redispatch**
- **Vorgaben an Kraftwerke (Anfahrverbot, Abschaltverbot)**





Versorgungssicherheit gewährleisten

Entwicklung der Netzeingriffe in der TenneT-Regelzone seit 2003



Wachsende Anzahl an Systemeingriffen

- durch lastferne Erzeugungseinheiten
- zunehmende Lastflüsse
- Zunahme von volatilen Erzeugungseinheiten
- Abnahme von konventionellen Erzeugungseinheiten

Daraus resultiert

- Steigender Bedarf von Nord-Süd-Verbindungen
- Steigende Anzahl von Netzeingriffen

*Ereignisse, in deren Folge in der TenneT-Regelzone Maßnahmen nach § 13 EnWG und § 11 EEG ergriffen wurden.

Ausbau des Stromnetzes



Der Bundesbedarfsplan für 2022

Ausarbeitung durch die **Bundesregierung**, basierend auf dem durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) **bestätigten NEP** (Onshore/Offshore)

Maßnahme	Länge
Optimierung in bestehenden Trassen	
AC-Neubau: AC-Umbeseilung:	2.100 km 1.100 km
DC-Stromkreisauflage:	300 km
Netzausbau in neuen Trassen	
AC-Trassenausbau: <u>3 DC-Korridore</u> Übertragungsleistung: 6,6 GW Trassenlänge:	1.300 km 1.600 km
Geschätzte Investitionen: 16 Mrd. Euro	

- AC-Netzverstärkung NEP 2013
- |||| AC-Neubau NEP 2013
- |||| DC-Neubau NEP 2013
- Netzverstärkung im Startnetz
- |||| Neubau im Startnetz

- 1 Emden/Ost - Osterath (1 x 2 GW)
- 2 Osterath - Philippsburg (1 x 2 GW)
- 4 Wehrendorf - Urberach (1 x 2 GW)
- 5 Brunsbüttel - Großgartach (1 x 1,3 GW)
- 6 Kreis Segeberg - Goldshöhe (1 x 1,3 GW)
- 6 mod Wilster - Grafenrheinfeld (1 x 1,3 GW)
- 9 16 Lauchstädt - Mettingen (2 x 2 GW)

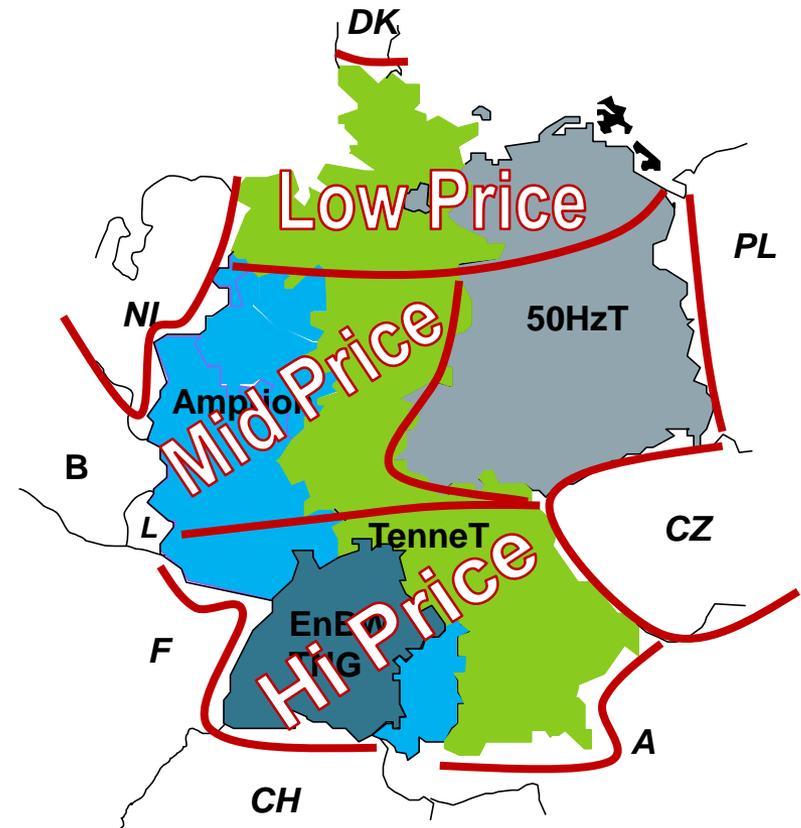
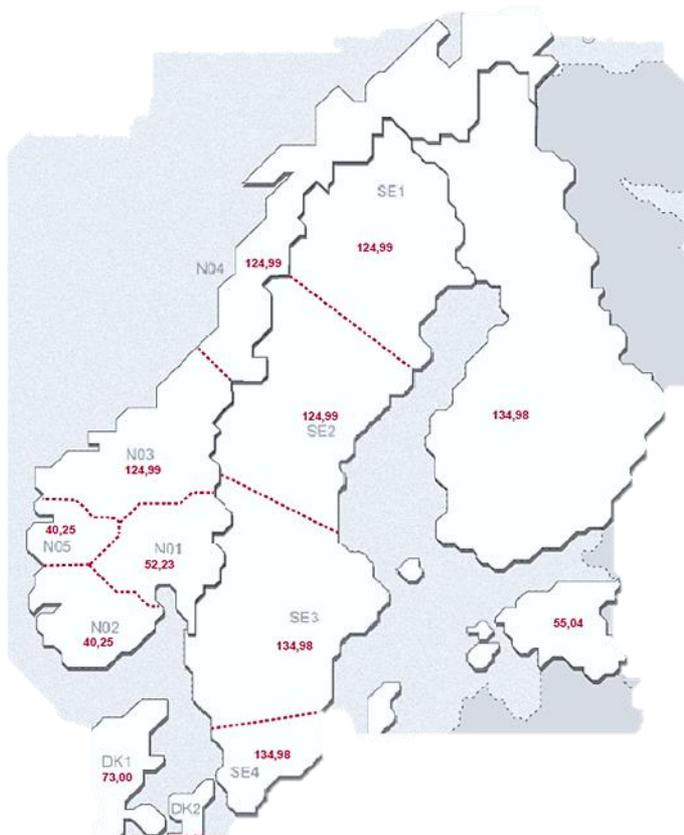


Lösungsansatz Preiszonen

- Der Transportbedarf wird für das Jahr 2020 auf über 20 GW steigen
- Netzengpässe lassen sich über Preiszonen verhindern

Beispiel Norwegen / Schweden

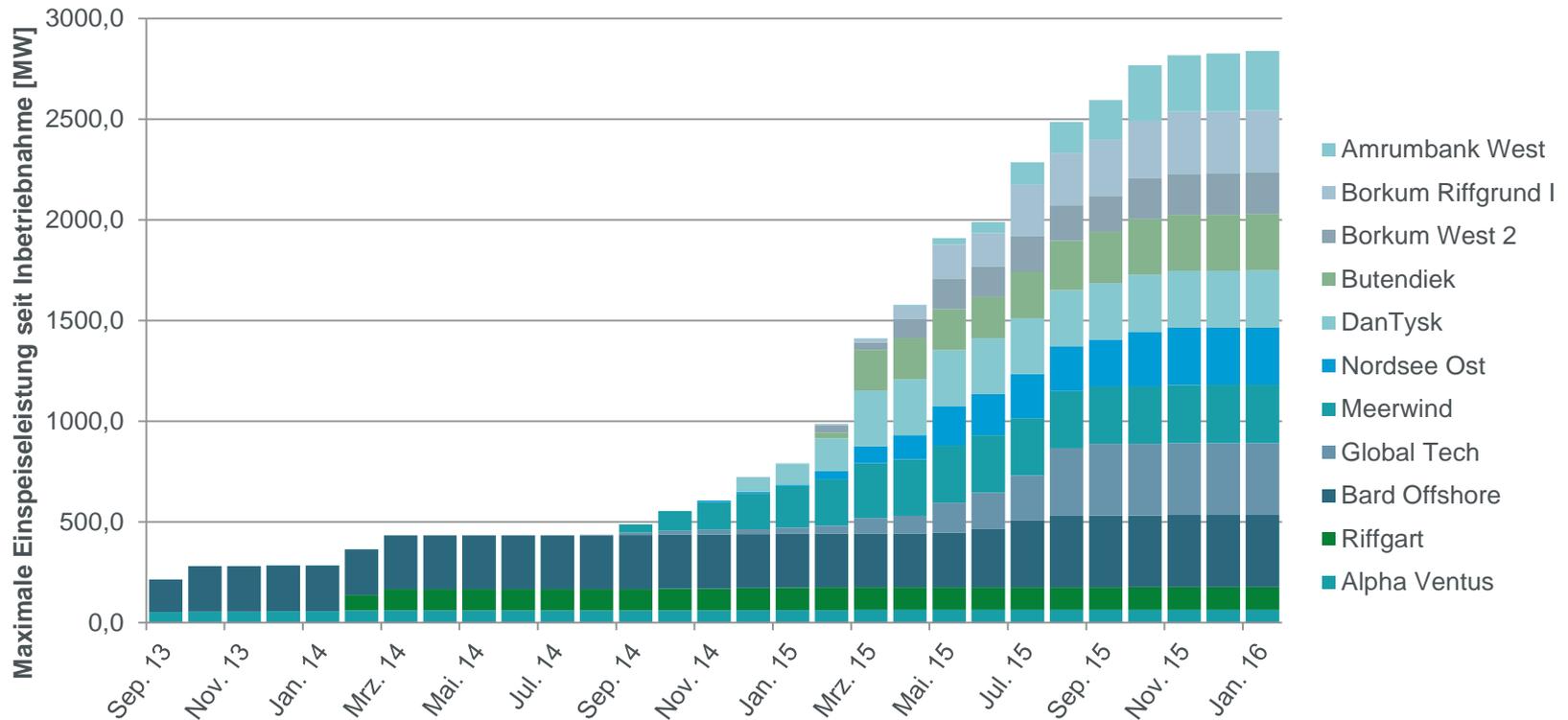
mögliche Umsetzung in Deutschland



Einspeiseleistung der OWP



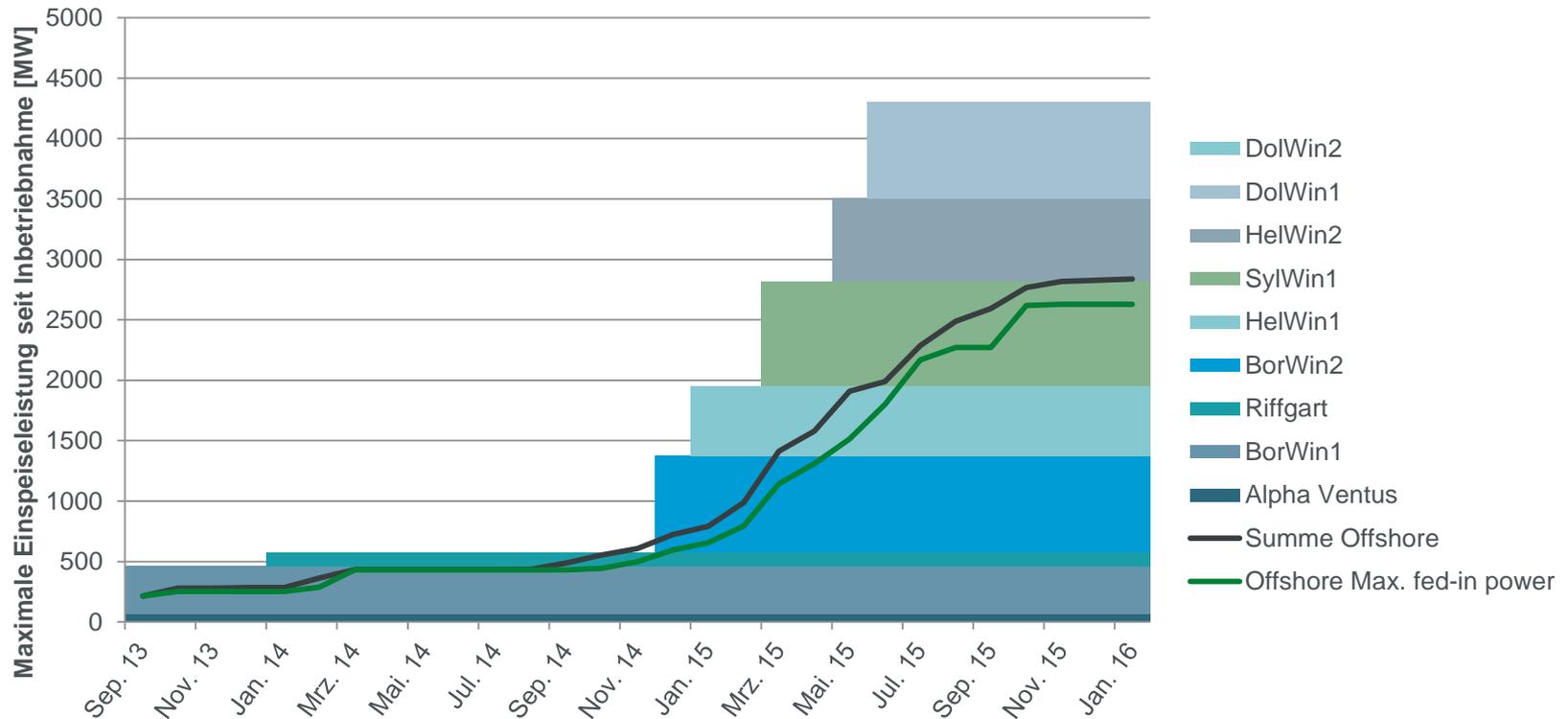
Entwicklung der maximalen Einspeiseleistung der Offshore-Windparks





Entwicklung der Offshore-Übertragungskapazität

Entwicklung der maximalen Einspeiseleistung Offshore gesamt



Inbetriebnahme NAS



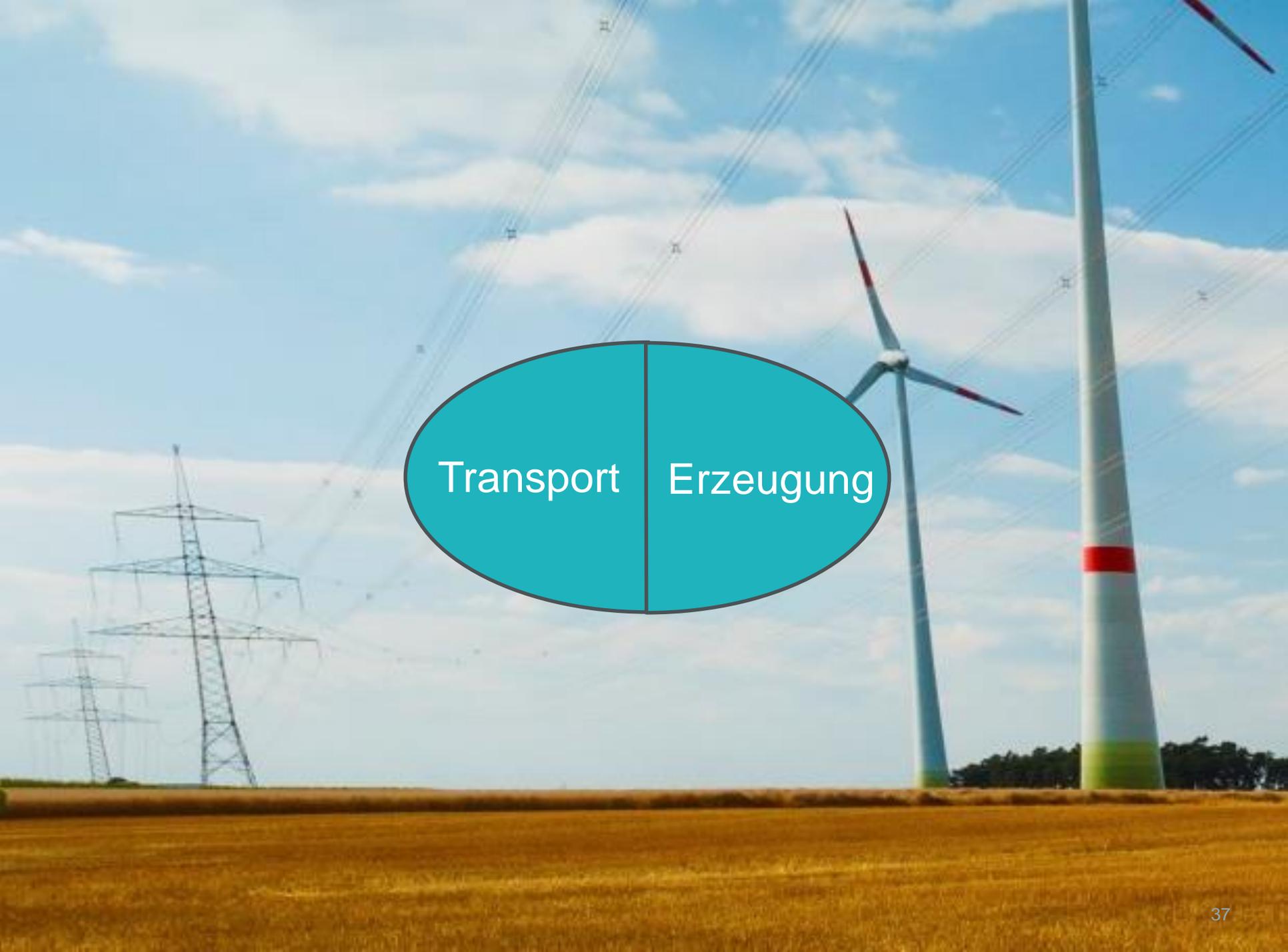
NAS	IBN	Pmax
alpha ventus	Mai 09	62
Riffgat	Feb 14	113
BorWin1	Apr 10	400
BorWin2	Jan 15	800
HelWin1	Feb 15	576
HelWin2	Jun 15	690
SylWin1	Apr 15	864
DolWin1	Jul 15	800
DolWin2	Q1 16	900





Transport

Erzeugung



Transport

Erzeugung

