



# **Nadelöhr Netzausbau**

## **Die Rolle der Flächen**

**Referentin: Dipl.-Ing. Rebecca Hofmann**

# Agenda

01

**Netzanschluss**

02

**Herausforderung  
Netzausbauplanung**

03

**Herausforderung  
Flächenverfügbarkeit**

04

**Den Herausforderungen  
begegnen**

05

**Fragen**

01

# Netzanschluss



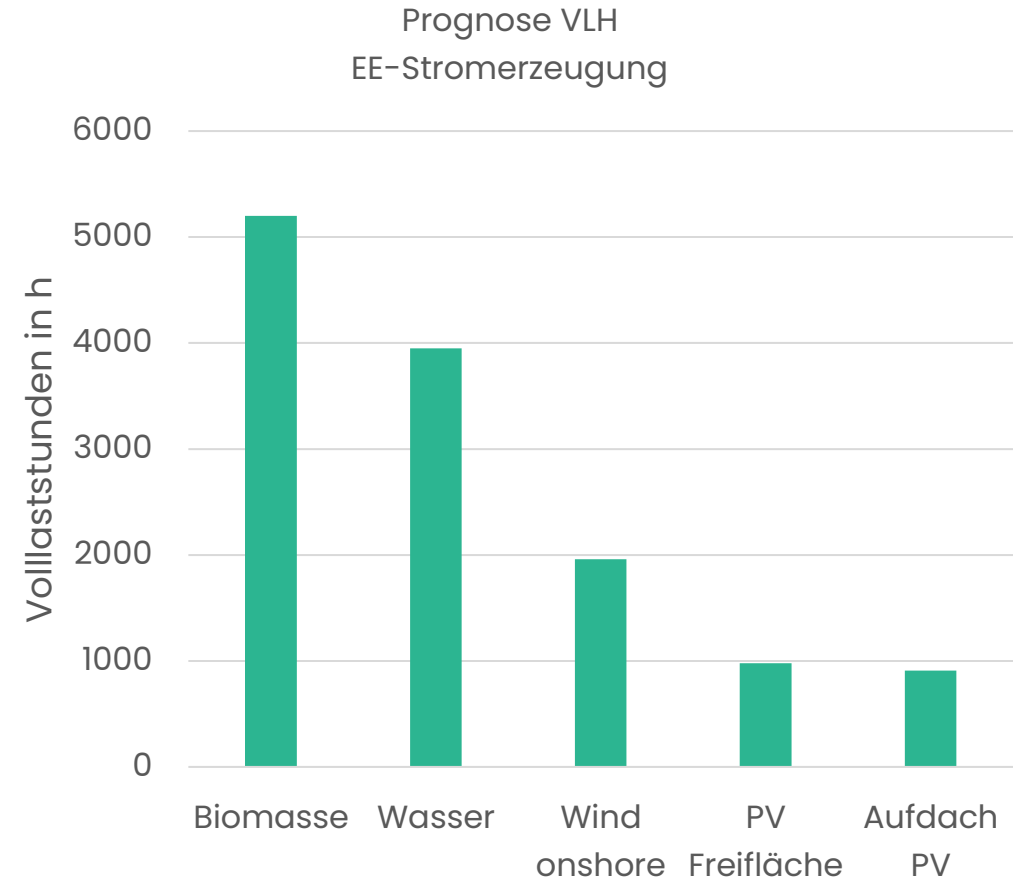
# Die Aufgabe: Energiewende

- **Treibhausgasneutrale Energieversorgung**  
keine fossile Verbrennung
  - **Elektrifizierung**  
Erneuerbare Energien (EE) stellen vor allem elektrische Energie bereit (Wind, PV, Wasser)
- Strom wird in allen Sektoren eingesetzt



# Volatile Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien

- **Geringere Vollaststundenzahl (VLH) als fossile Kraftwerke**
  - 1 Jahr: 8.760 h
- **Mehr installierte EE-Leistung notwendig, um den Energiebedarf zu decken**
  - Bilanzielle Rechnung:  
Installierte Leistung ( $W$ ) x VLH ( $h$ ) = bereitgestellte Energie ( $Wh$ )



Quelle: Fraunhofer ISE, Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland (03.04.2024)



# Energiewende: Elektrifizierung

## Dezentrale Einspeisung

- Neue Einspeisestandorte
- Mehr installierte Leistung
- Energieflüsse kehren sich um – auch in das Verteilnetz wird jetzt eingespeist

→ *Fehlende Infrastruktur*

- neue Leitungen
- neue (Einspeise-)Umspannwerke



## Erhöhter Strombezug

- Durch Elektrifizierung

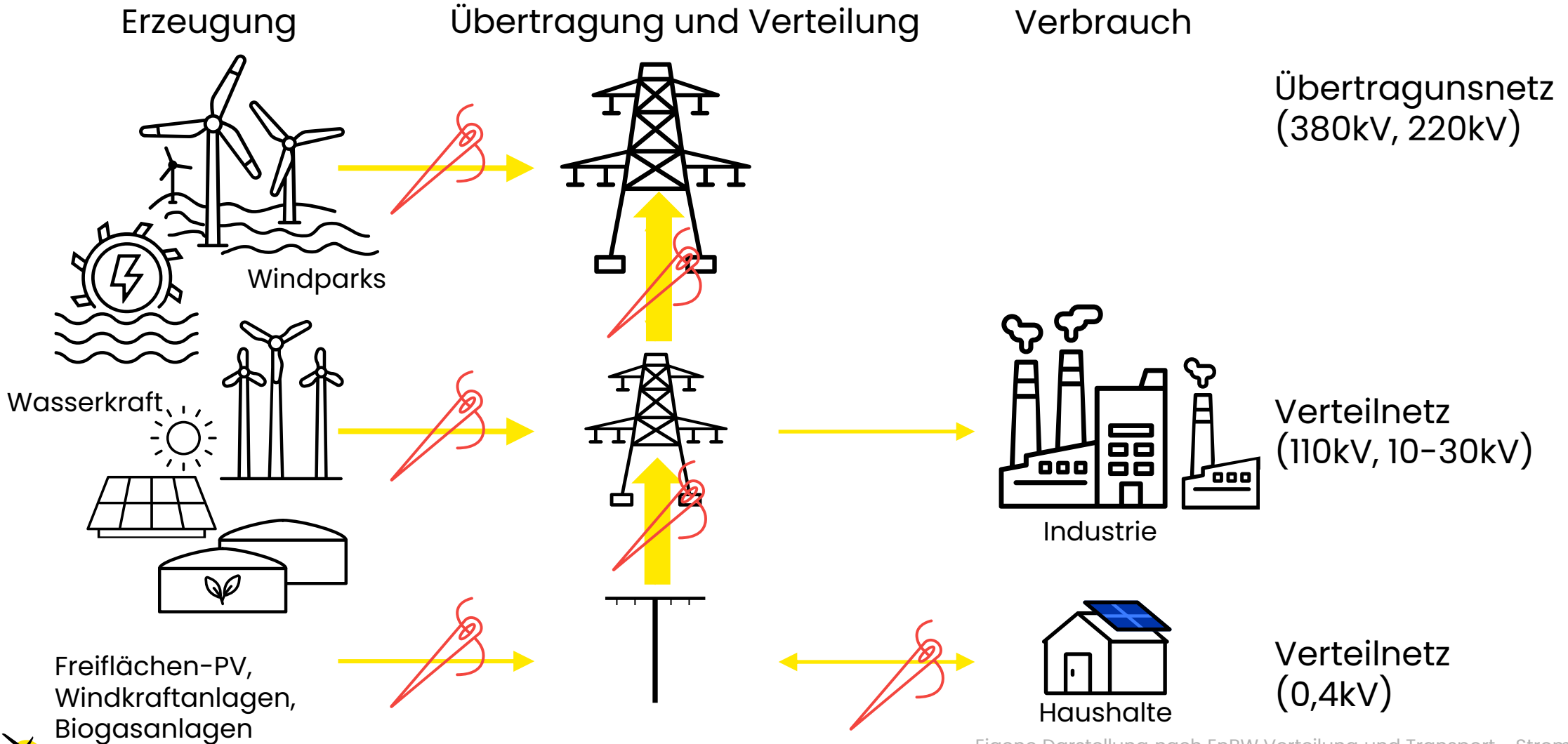
→ *Fehlende Kapazität im Bestand*

- Leitungen
- Ortsnetztransformatoren
- Umspannwerke





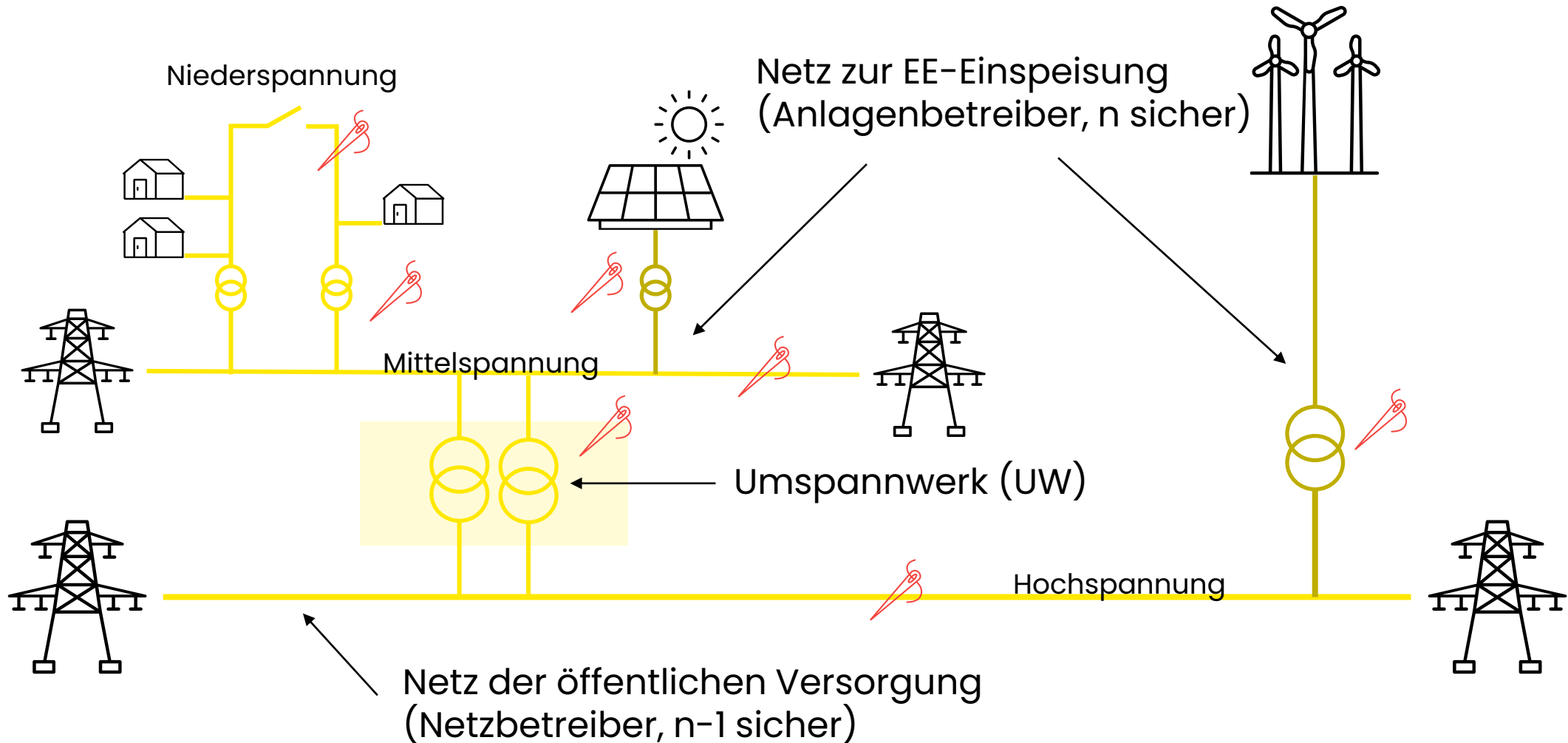
# Das zukünftige Stromnetz



Eigene Darstellung nach EnBW Verteilung und Transport - Stromnetz



# Netzanschluss von EE-Anlagen im Verteilnetz



# Wahl der Spannungsebene

## Warum kann nicht in eine beliebige Spannungsebene eingespeist werden?

- **Verluste bei der Übertragung**

- Höhere Spannungen für größere Distanzen
- Unterschiedliche Betriebsmittel für verschiedene Spannungen
- Unterschiedliche Übertragungskapazität der Betriebsmittel

Hinweis: Angabe Scheinleistung, nicht Wirkleistung

Netzebene	Übertragungsfähigkeit von typischen Betriebsmitteln
Niederspannung	170 kVA
Umspannung MS/NS	400 kVA
Mittelspannung 10kV	6.200 kVA
Mittelspannung 20kV	11.000 kVA
Mittelspannung 30kV	22.000 kVA
Umspannung HS/MS	40.000 kVA
Hochspannung 110 kV	130.000 kVA

Quelle: VDE | FNN Hinweispapier Ermittlung Netzanschlusspunkt für Anlagen nach EEG/KWKG



# Netzanschlussprozess

Prozess unterscheidet sich von Netzbetreiber zu Netzbetreiber

• **Bestimmen des zuständigen Netzbetreibers (VNBdigital)**

• **Antrag Netzanschlussbegehren**

Enthält stets:

- Geoinformation (Lageplan)
- Anlagenleistung
- Anlagentyp (Wind, PV,...)



# Netzanschlussprozess

Prozess unterscheidet sich von Netzbetreiber zu Netzbetreiber

- **Bestimmen des zuständigen Netzbetreibers (VNBdigital)**
- **Antrag Netzanschlussbegehren**
- **Ermittlung des gesamtwirtschaftlich günstigen Netzanschlusspunktes**
- **Mitteilung des ermittelten Netzanschlusspunktes**
- **Annahme (oder ggf. Ablehnung) des Netzanschlusspunktes**
- **Reservierung der Netzkapazität**
- **ggf. Erbringen von Ernsthaftigkeitsnachweisen zum Erhalt der Reservierung**

Zum Beispiel:

- Flächensicherungsnachweis
- Gutachten im Genehmigungsverfahren, Genehmigungen
- Nachweise aus dem Bauplanverfahren



# Netzanschlussprozess

Prozess unterscheidet sich von Netzbetreiber zu Netzbetreiber

- **Bestimmen des zuständigen Netzbetreibers (VNBdigital)**
- **Antrag Netzanschlussbegehren**
- **Ermittlung des gesamtwirtschaftlich günstigen Netzanschlusspunktes**
- **Mitteilung des ermittelten Netzanschlusspunktes**
- **Annahme (oder ggf. Ablehnung) des Netzanschlusspunktes**
- **Reservierung der Netzkapazität**
- **ggf. Erbringen von Ernsthaftigkeitsnachweisen zum Erhalt der Reservierung**
- **ggf. Einleiten von Netzausbaumaßnahmen**
- **Anschluss an das Netz und Inbetriebnahme**



# Netzanschluss von EE-Anlagen

- **Einzelbetrachtung von Netzanschlussbegehren**



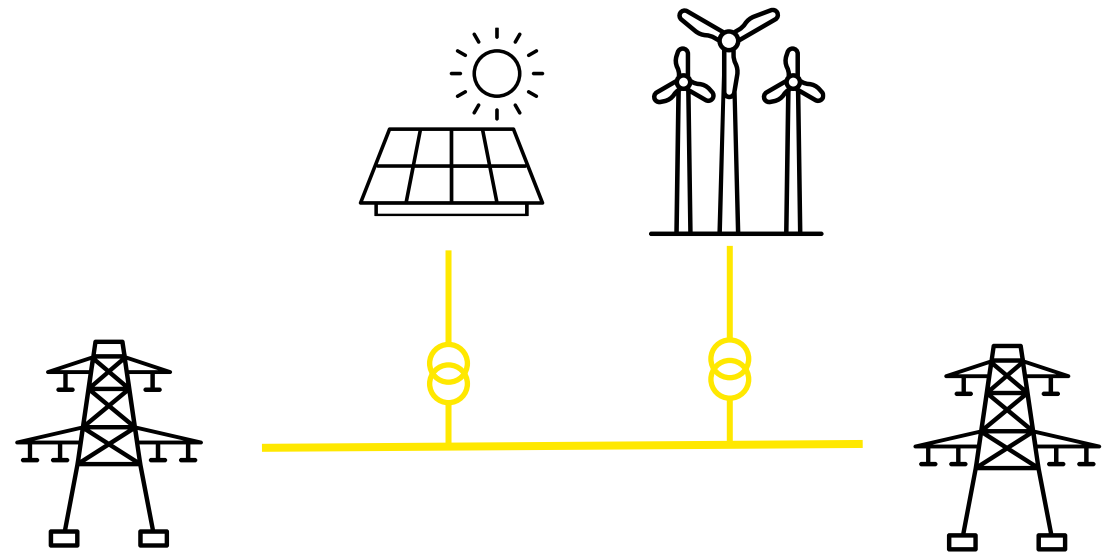
- §8 EEG: unverzüglicher und vorrangiger Anschluss an nächste wirtschaftliche Stelle im Netz

- **Keine Bündelung von EE-Anlagen durch den Netzbetreiber**

- **Geringe Überbauung von Netzverknüpfungspunkten**



- Gleichzeitigkeit von Wind und PV gering
- Einspeisung in gleiche Infrastruktur erhöht Ausnutzungsgrad



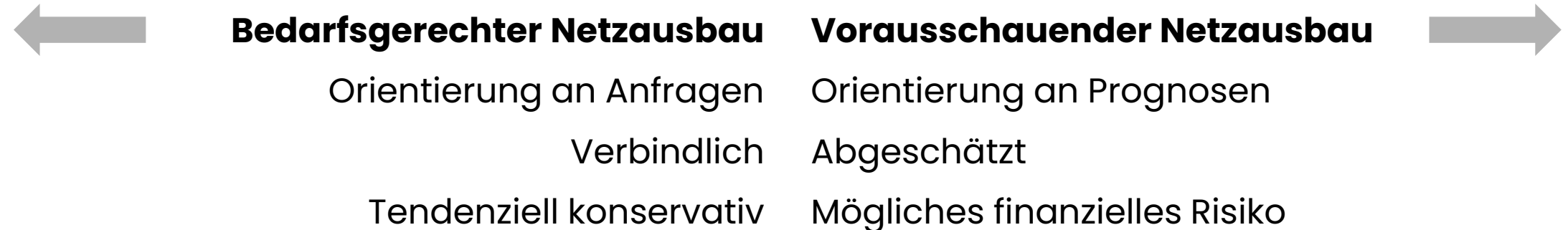
Quelle: Bundesverband Erneuerbare Energien, Netzverknüpfungspunkte-Studie – Gemeinsame Nutzung von Netzverknüpfungspunkten durch Erneuerbare Energien, Speicher und Anlagen zur Sektorenkopplung



# Henne-Ei-Problem: Netzanschlussbegehren EE-Einspeisung

## Kostenstruktur:

- Refinanzierung von Investitionen in den Netzausbau über Netzentgelte
- Kosten werden von der Regulierungsbehörde anerkannt



→ Möglichst *frühzeitige*, aber *verbindliche* Information über Anschlussbegehren an den Netzbetreiber



02

# Herausforderung Netzausbauplanung

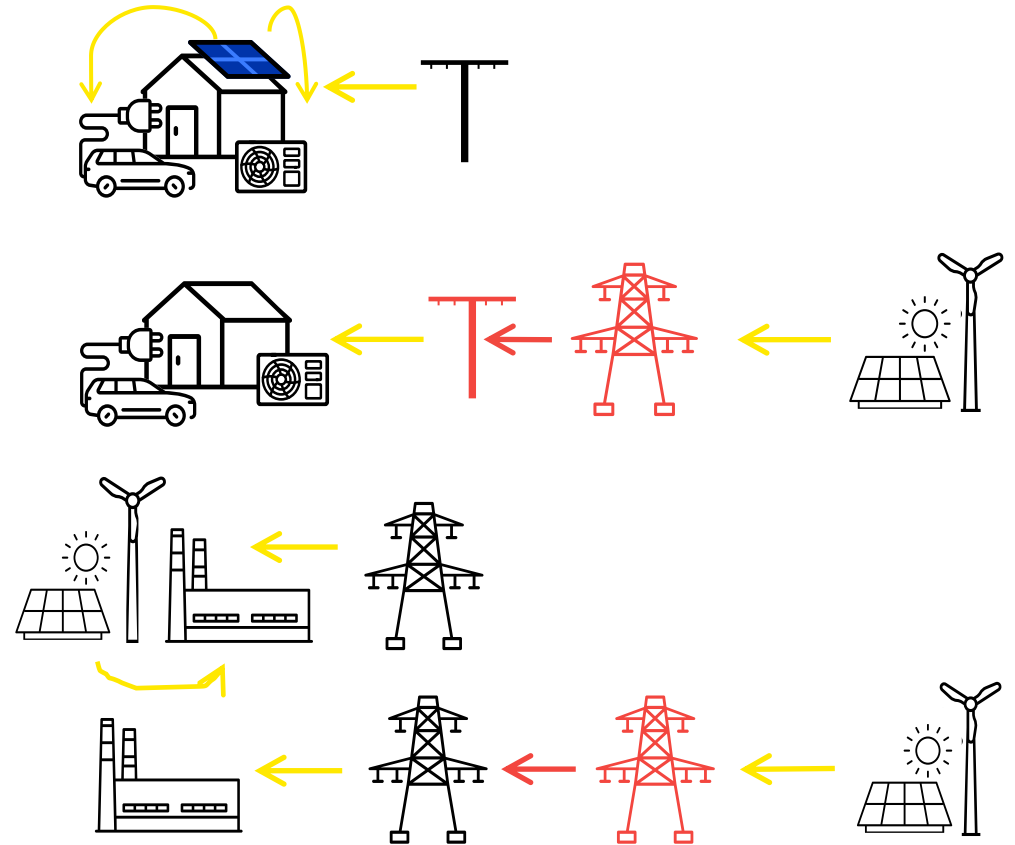




# Räumliche und zeitliche Verschiebung von Erzeugung und Verbrauch

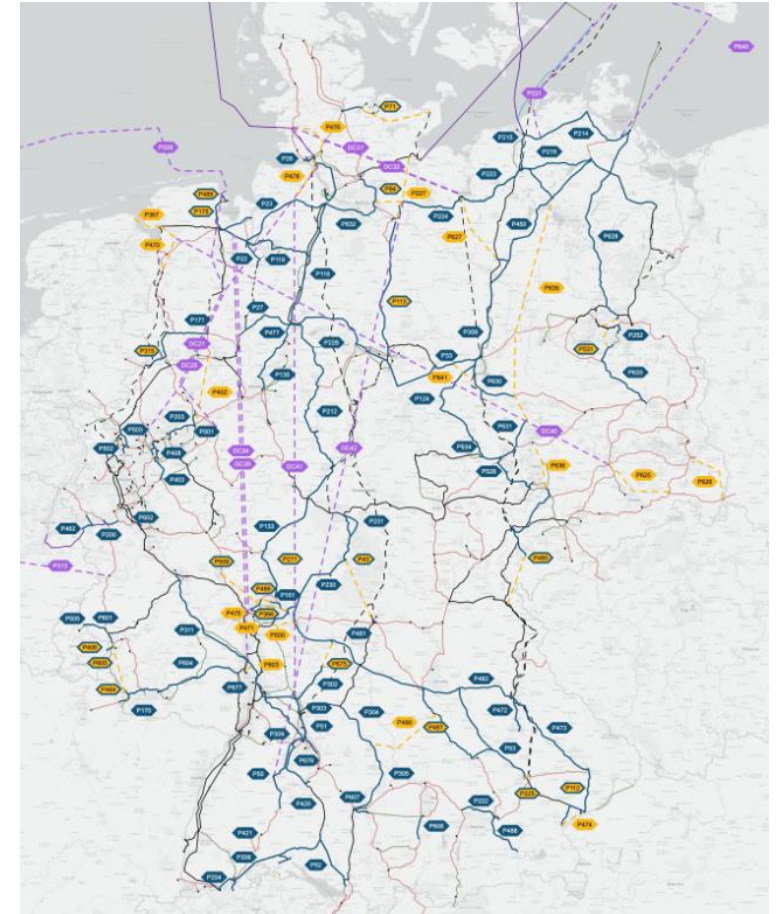
- **Das Verteilnetz als Kupferplatte**

- Regulatorischer Rahmen: Netzanschluss garantiert Abnahme der gemeldeten Leistung
- Unproblematisch, solange am Netzverknüpfungspunkt gilt: Erzeugungsleistung  $\approx$  Verbrauchsleistung (Energiezelle, auch Sektorenübergreifend)
- Liegen Erzeugung und Verbrauch räumlich auseinander, steigt der Ausbaubedarf



# Feststellen des Netzausbaubedarfs

- **Übertragungsnetz**
  - Netzentwicklungsplan der Übertragungsnetzbetreiber (NEP, §12b EnWG)
  - Orientierung an Prognosen und Szenarien
- **Verteilnetz**
  - Netzausbaupläne der Verteilnetzbetreiber (NAP, §14d EnWG)
  - Orientierung am NEP und an Netzanschlussbegehren (§8 EEG)
  - Einsehbar auf VNBdigital
- **Werden alle zwei Jahre alternierend überarbeitet**



Quelle: NEP 2037/2045 2. Entwurf



# Beispiel Netzausbauplan NetzeBW

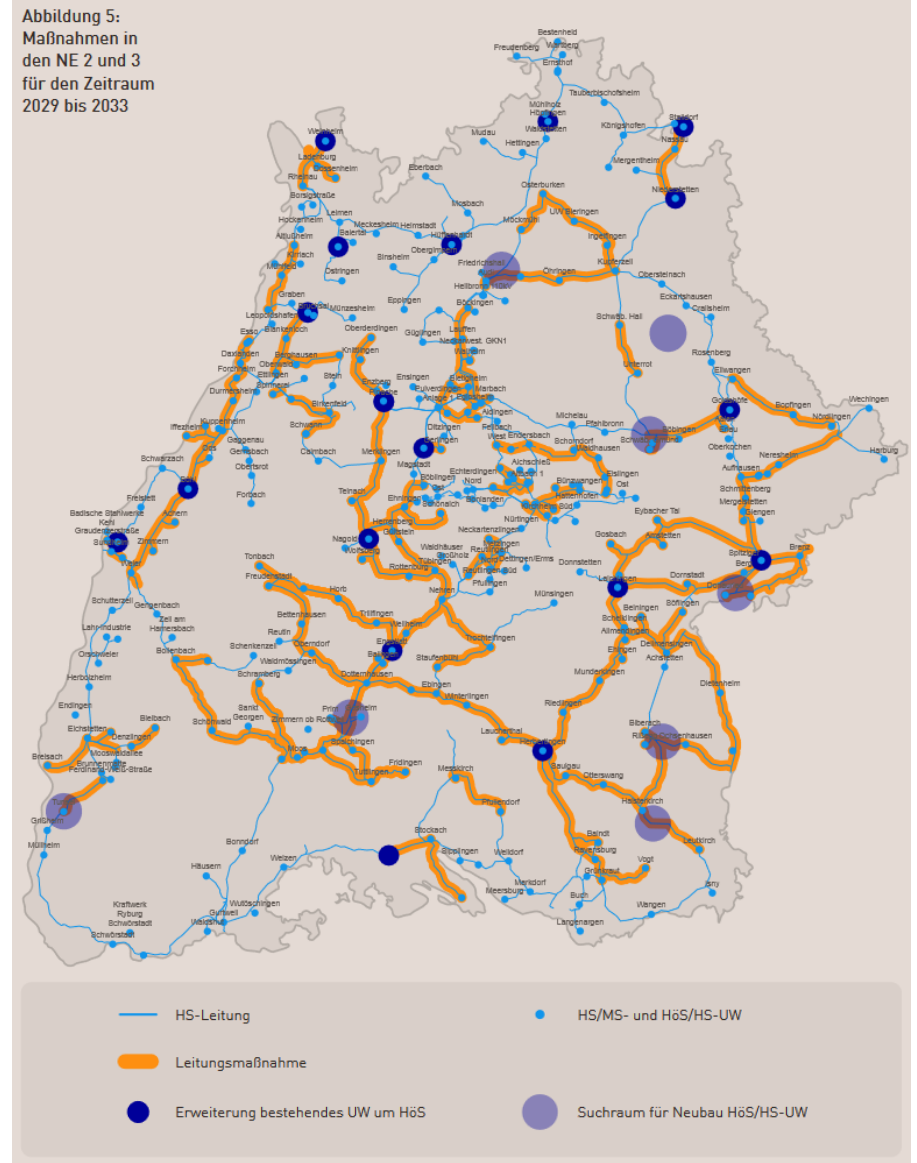
- **Netzebene 2: Umspannebene Hös/HS**

- Geschätzte Mengen:
  - 22 UW bis 2028
  - 27 UW bis 2033

- **Netzebene 3: Hochspannung**

- Geschätzte Mengen:
  - 700km bis 2028
  - 2.300km bis 2033

Abbildung 5:  
Maßnahmen in  
den NE 2 und 3  
für den Zeitraum  
2029 bis 2033



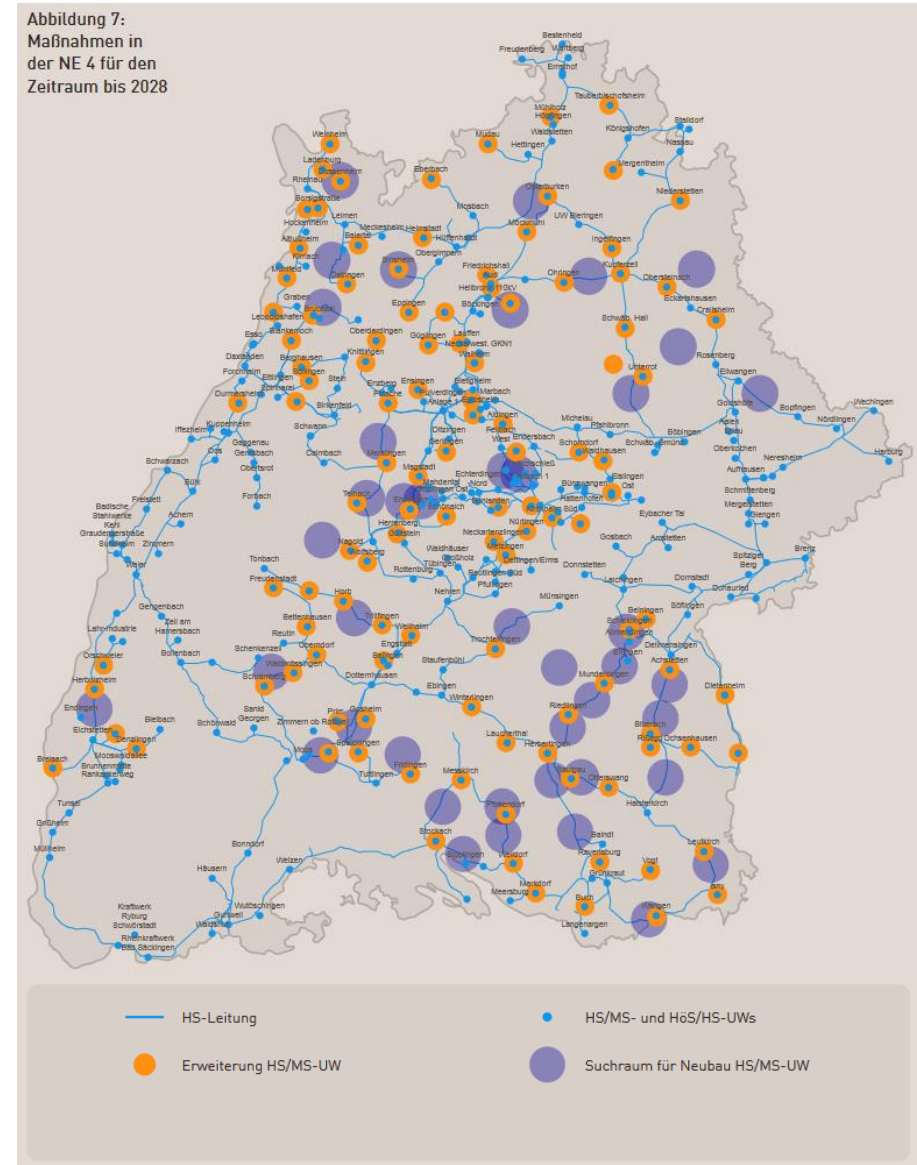
Quelle: NetzeBW Netzausbauplan 2024



# Beispiel Netzausbauplan NetzeBW

- **Netzebene 4: Umspannebene HS/MS**
  - Geschätzte Mengen:
    - 219 UW bis 2028
    - 61 UW bis 2033
    - 40 UW bis 2045

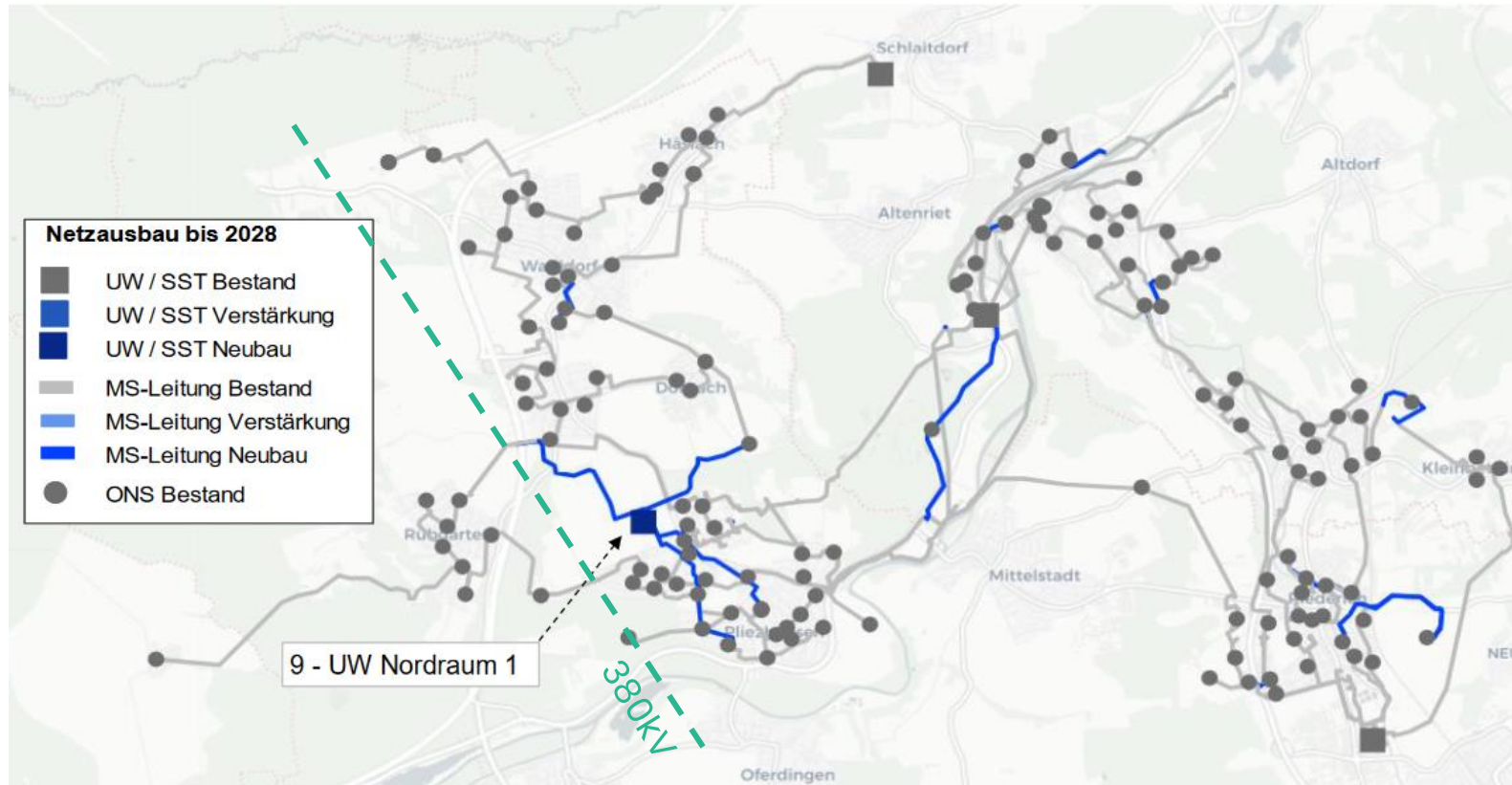
Abbildung 7:  
Maßnahmen in  
der NE 4 für den  
Zeitraum bis 2028



Quelle: NetzeBW Netzausbauplan 2024



# Beispiel Netzausbauplan FairNetz

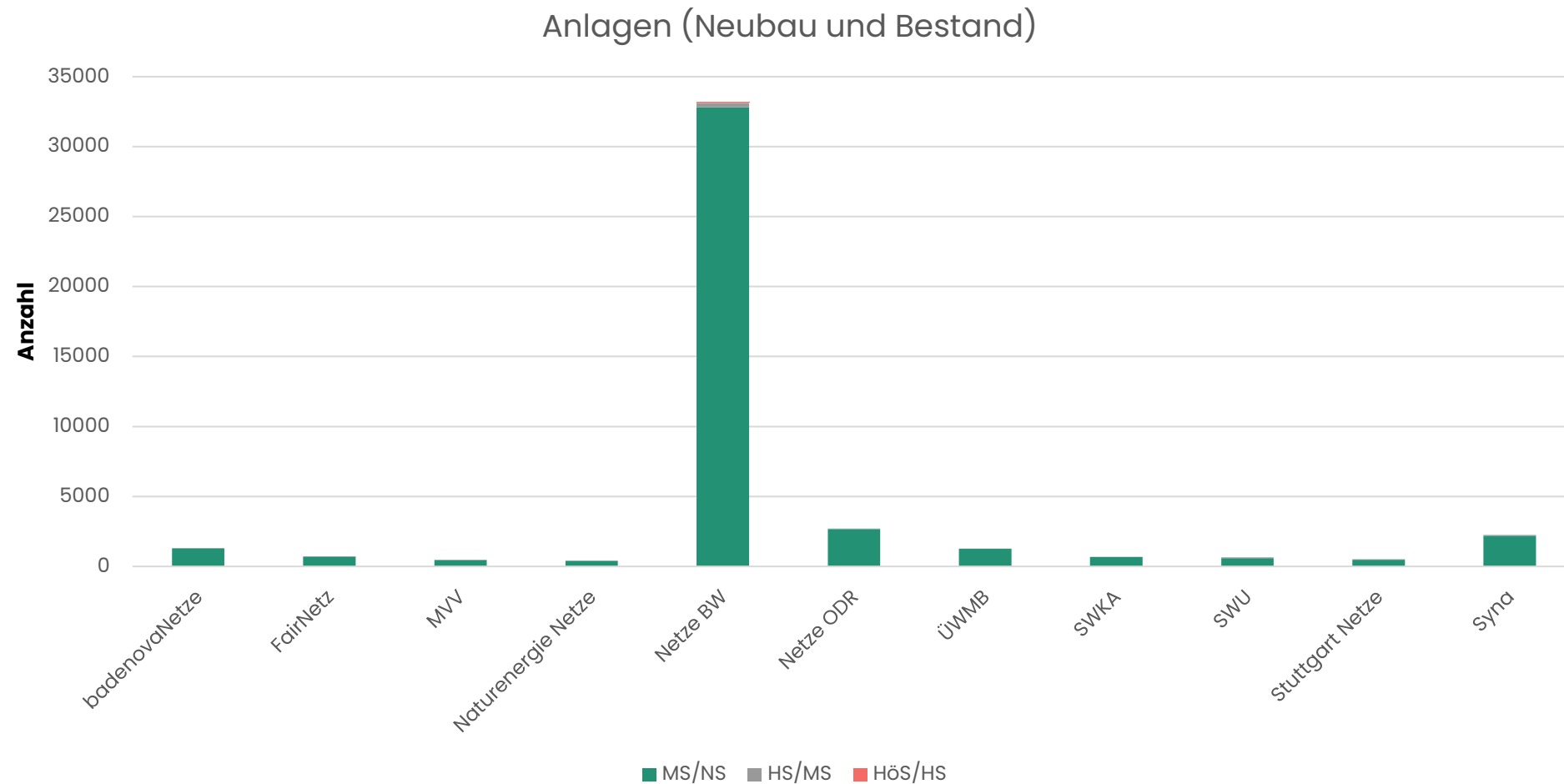


- **Neubau MS – Leitung**
  - Entlang der MS-Leitungen z.T. auch Bedarf an MS/NS Umspannung
- **Neubau HS/MS – UW**
  - Suchraum

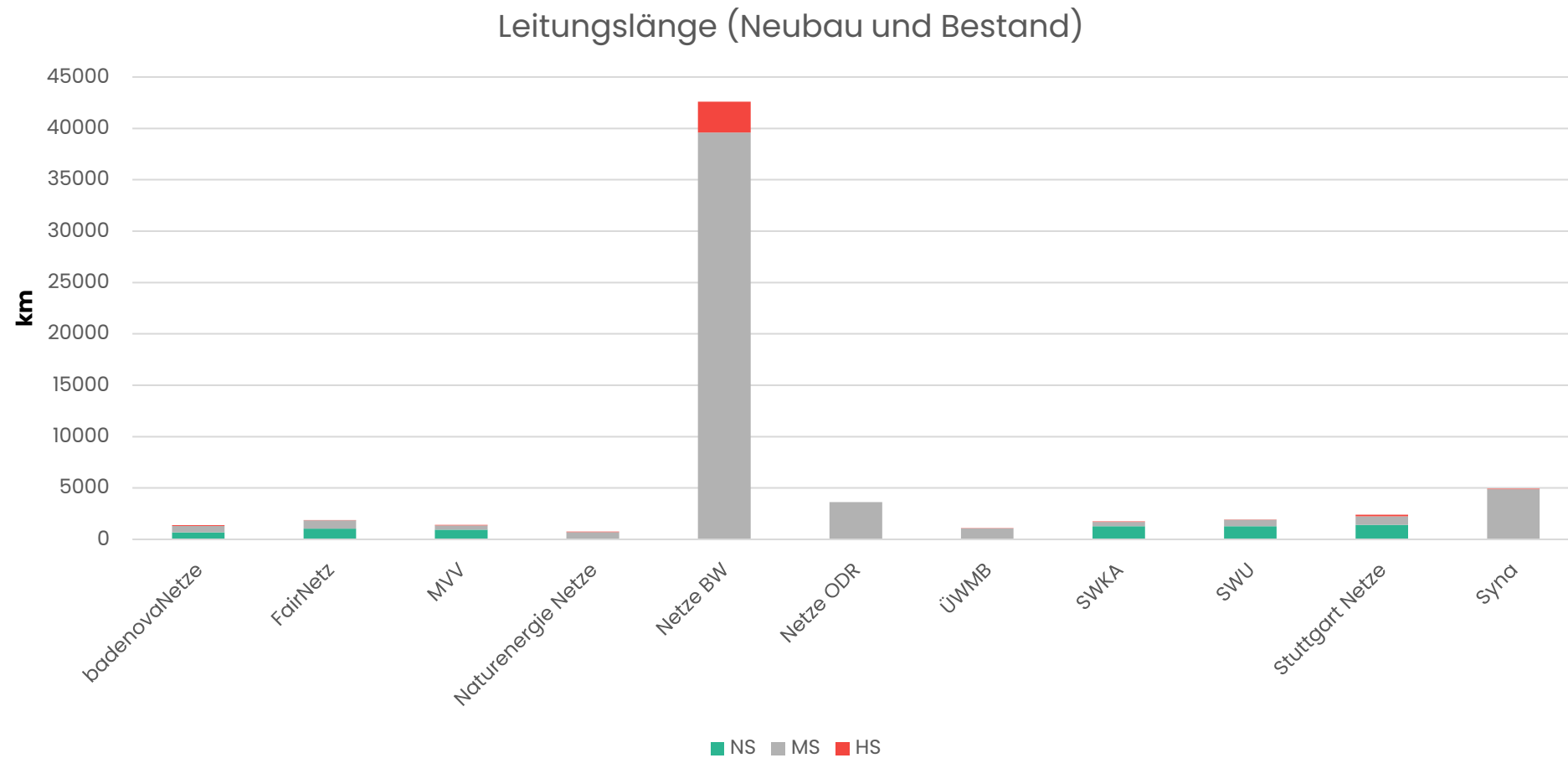
Quelle: FairNetz Netzausbauplan 2024



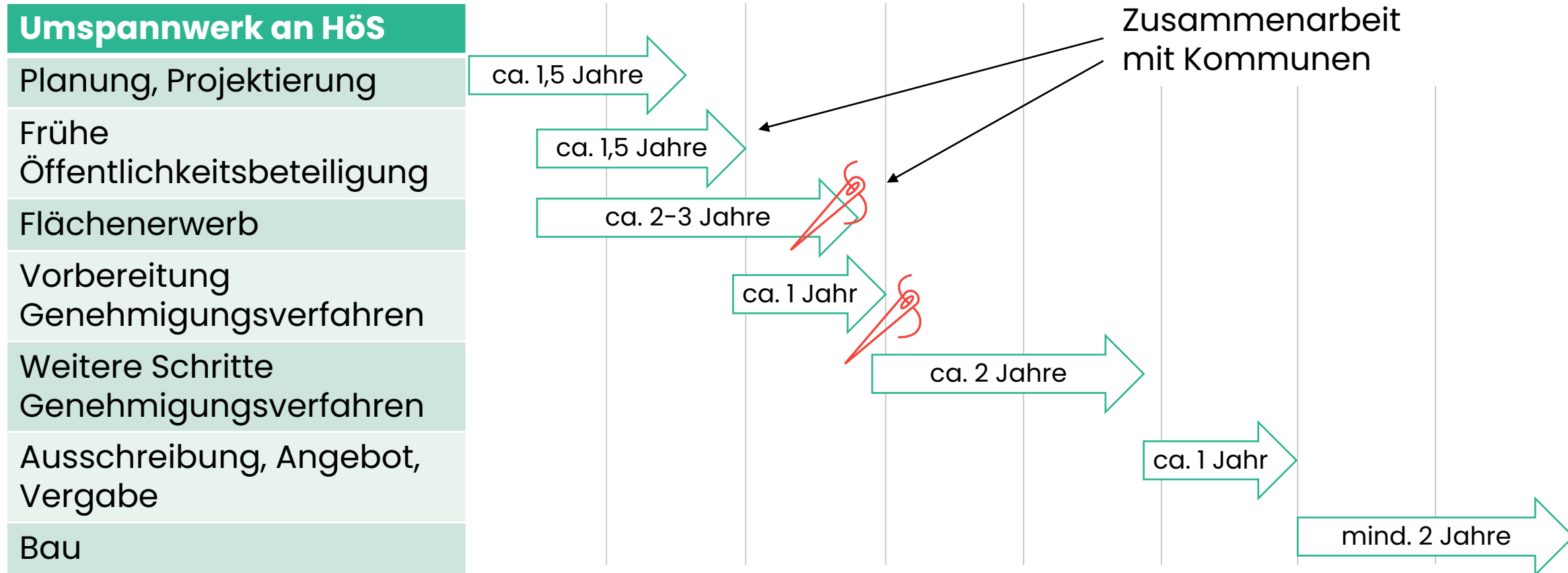
# Maßnahmen bis 2045 BW-weit



# Maßnahmen bis 2045 BW-weit



# Netzausbauprozess





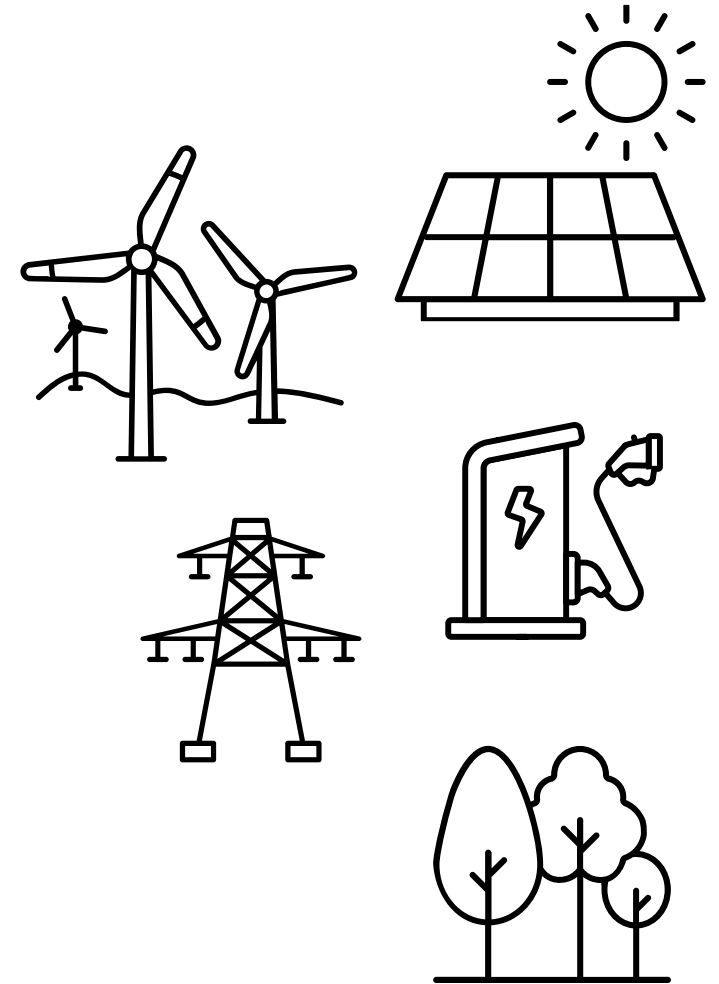
03

# Herausforderung Flächenverfügbarkeit



# Flächenbedarf Energiewende

- **Einspeiseanlagen**
  - Neu: Freiflächen-PV, Windenergieanlagen
  - Bereits bebaut: Aufdach-PV und Parkplatz-PV
- **Infrastruktur**
  - Innerorts: Transformatorstationen
  - Außerorts: Umspannwerke/Einspeiseanlagen und Leitungen
  - Ladeinfrastruktur E-Fahrzeuge
- **Ausgleichsflächen**



# Bau von Umspannwerken

## Unterschiedliche Typen

1. Umspannwerke an HÖS/HS
2. Umspannwerk HS/MS
3. Einspeisenumspannwerk („Windsteckdose“)
4. Ortsnetzstation

## Kriterien der Planung und Projektierung

- **Lage**
  - Im Lastschwerpunkt
  - Anbindung an vorgelagertes Netz
  - Strecke in der nachgelagerten Spannungsebene
  - Sichtbarkeit
- **Größe und Bauweise**
- **Suchraum**
  - Siedlungsabstand
  - Wald, Gewässer



# 1. Umspannwerk Hös/HS

- **Betreiber in Baden-Württemberg: TransnetBW**
- **Flächenbedarf**  $>3ha$
- n-1-sicher: zwei Transformatoren
- Blindleistungskompensation
- Schalten zwischen den Transformatoren und den Leitungsabgängen möglich
- Angrenzend: UW HS/MS



## 2. Umspannwerk HS/MS

- **Betreiber in Baden-Württemberg: Verteilnetzbetreiber (mit HS bzw. HS/MS)**
- **Flächenbedarf** ca. *1ha* mit Reserve
- n-1-sicher: zwei Transformatoren
- Schalten zwischen den Transformatoren und den Leitungsabgängen möglich



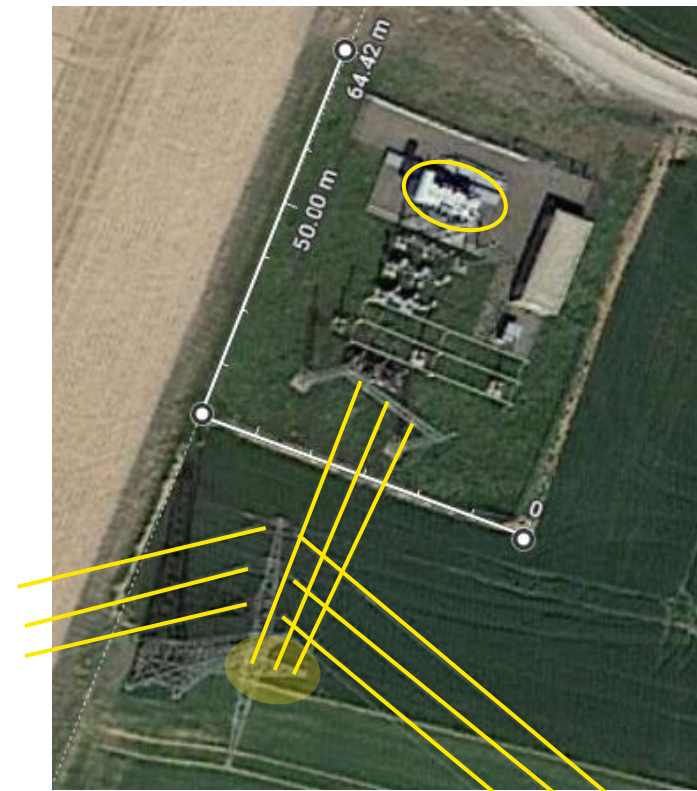
Google Maps

Herausforderung  
Flächenverfügbarkeit



# 3. Einspeisumspannwerk „Windsteckdose“

- **Betreiber in Baden-Württemberg:  
Verteilnetzbetreiber (mit HS bzw. HS/MS)**
- **Flächenbedarf** ca. 0,1ha
- n-sicher: ein Transformator
- Anbindung an Hochspannungsmast



Google Maps

Herausforderung  
Flächenverfügbarkeit



# 4. Ortsnetzstation

- Versorgung von Haushalten
- Enthält
  - Transformator
  - Mittelspannungsschaltanlage
  - Niederspannungsverteilung



Kompaktstation



- Ausführung häufig als Kompaktstation
  - Fläche  $\approx$  Autoparkplatz
  - Nicht erweiterbar
  - Abstände für Arbeitssicherheit sind zu berücksichtigen
- Alternative Ausführung: begehbar
  - Fläche  $\approx$  Garage
  - erweiterbar



04

Den

Herausforderungen

begegnen



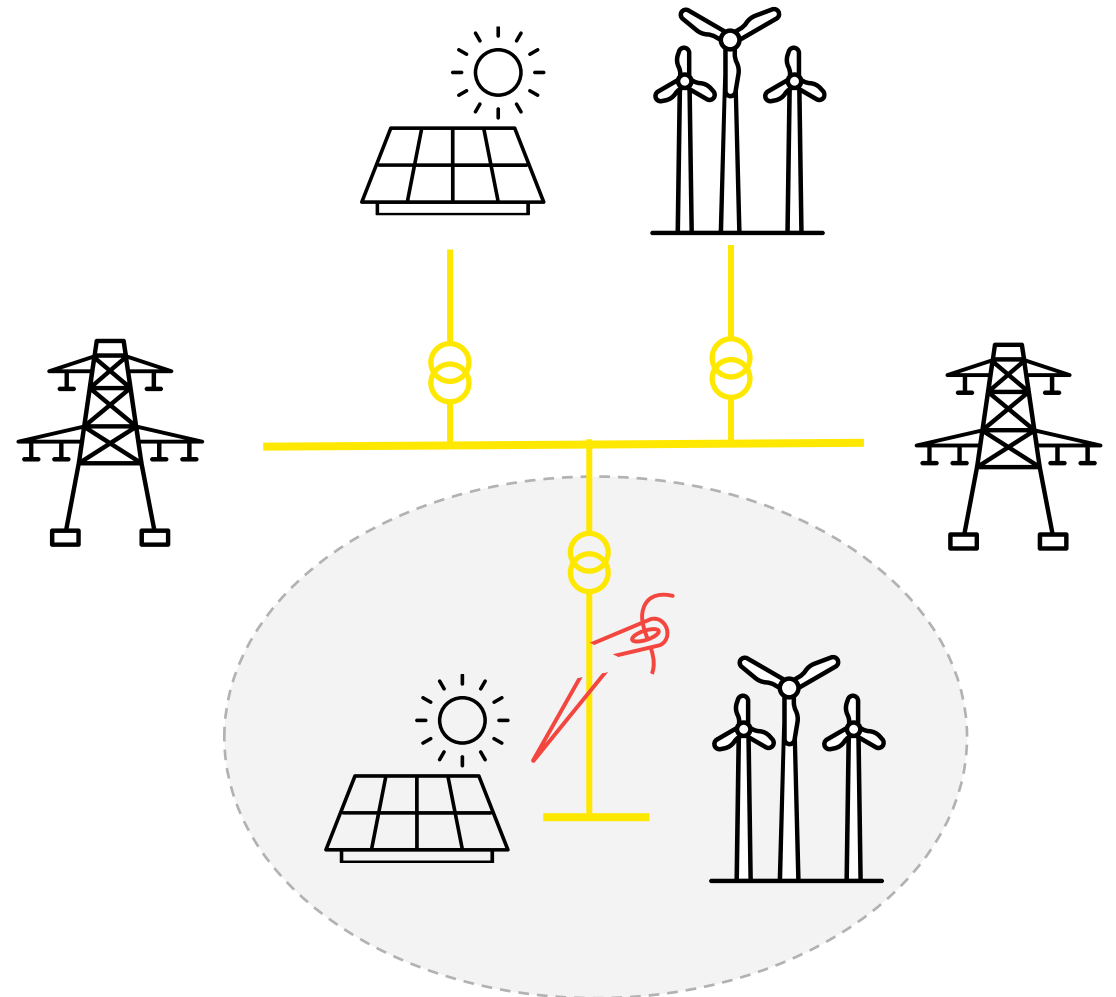


# Netzanschlussgemeinschaften

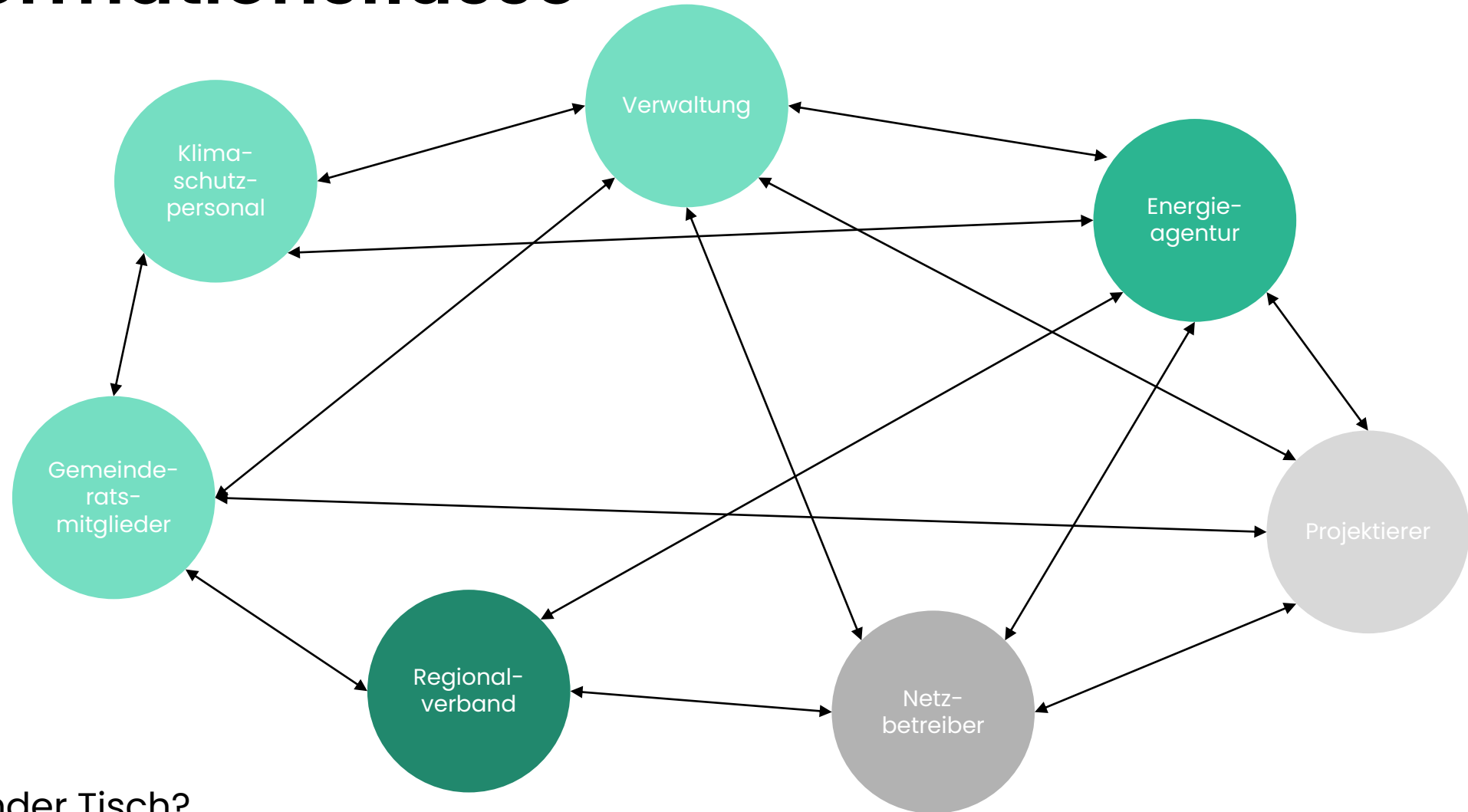


Bündelung von EE-Anlagen

- Koordination von Projekten in einer Region
- Vertragspartner an einen Tisch bringen
- Rechtliche Hilfe vermitteln
- Ermöglicht gemeinsame Einspeisung der einzelnen Projekte



# Informationsflüsse



→ Runder Tisch?



05

**Fragen**



# Linksammlung

## **Aufbau Stromnetz**

<https://www.enbw.com/energie-entdecken/verteilung-und-transport/stromnetz/>

<https://www.bdew.de/media/documents/Profile.zip>

## **Statistiken Stromerzeugung**

<https://www.statistik-bw.de/Energie/ErzeugVerwend/EN-BS-LR.jsp>

<https://www.statistik-bw.de/Energie/Energiebilanz/LRt1002.jsp>

<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf> (03.04.2024)



# Linksammlung

## **Netzentwicklungsplan**

[https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/2023-07/NEP\\_2037\\_2045\\_V2023\\_2\\_Entwurf\\_Teill\\_1.pdf](https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/2023-07/NEP_2037_2045_V2023_2_Entwurf_Teill_1.pdf)

Weitere Informationen: <https://www.netzentwicklungsplan.de/nep-aktuell/netzentwicklungsplan-20372045-2023>

## **Netzanschluss**

[https://www.bee-ev.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Meldungen/Studien/2024/20240310\\_BEE\\_Studie\\_NVP.pdf](https://www.bee-ev.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Meldungen/Studien/2024/20240310_BEE_Studie_NVP.pdf)

<https://www.vde.com/resource/blob/2243824/d6839169827fe6e93527a9a7188bfc14/fnn-hinweis-ermittlung-netzanschlusspunkte-fuer-anlangen-nach-eeg-kwkg-data.pdf>



# Linksammlung

## **Erdkabel vs. Freileitung**

[https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infomaterial/BroschuereFreileitung.n.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infomaterial/BroschuereFreileitung.n.pdf?__blob=publicationFile)

[https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infomaterial/BroschuereErdkabel.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infomaterial/BroschuereErdkabel.pdf?__blob=publicationFile)

[https://assets.ctfassets.net/xytfb1vrn7of/6FWpmXXnRRp4Xl1q1ysxH6/31258fca5820c84ac29c2d9be6945152/Freileitung\\_und\\_Erdkabel\\_im\\_Vergleich.pdf](https://assets.ctfassets.net/xytfb1vrn7of/6FWpmXXnRRp4Xl1q1ysxH6/31258fca5820c84ac29c2d9be6945152/Freileitung_und_Erdkabel_im_Vergleich.pdf)

[https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt\\_US/4\\_RK\\_2018128\\_Praesentation%20Ooe%20Ergebnisse.pdf](https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_US/4_RK_2018128_Praesentation%20Ooe%20Ergebnisse.pdf)



# Linksammlung

## **Erdkabel vs. Freileitung**

[https://netztransparenz.tennet.eu/fileadmin/user\\_upload/Company/Publications/AC-Cable/Brosch%C3%BCre\\_Drehstrom.pdf](https://netztransparenz.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/AC-Cable/Brosch%C3%BCre_Drehstrom.pdf)

[https://www.dialogforum-energie-natur.de/wp-content/uploads/2019/01/webversion\\_nabu\\_bund\\_verteilnetzaufbau\\_und\\_infografik\\_1802\\_rz\\_final\\_einzelseiten.pdf](https://www.dialogforum-energie-natur.de/wp-content/uploads/2019/01/webversion_nabu_bund_verteilnetzaufbau_und_infografik_1802_rz_final_einzelseiten.pdf)

## **Erdkabel vs. Freileitung - Kosten**

<https://energeiaplus.com/2020/06/17/freileitung-oder-erdverkabelung-nicht-nur-eine-kostenfrage/>

<https://www.50hertz.com/Portals/1/Dokumente/Netz/Freileitung%20und%20Kabel/Brosch%C3%BCre%20Freileitung%20oder%20Erdkabel.pdf>

[https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/NEP\\_2030\\_2019\\_2\\_Entwurf\\_Kostenschaetzungen.pdf](https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/NEP_2030_2019_2_Entwurf_Kostenschaetzungen.pdf)



# Henne-Ei-Problem: Netzanschlussbegehren EE-Einspeisung

1. Flächensicherung
2. Netzanschlussbegehren beim Netzbetreiber
3. Bis zu acht Wochen Bearbeitung
4. Antwort des Netzbetreibers
5. Reservierung der Netzkapazität (i.d.R. 6 Monate)
6. Erbringen von Ernsthaftigkeitsnachweisen

## **Inhalt des Netzanschlussbegehren**

- Lageplan
- Antragsformular des Netzbetreibers
- Datenblatt (z.B. Typ der Anlage)
- Einheitenzertifikat
- Netzverträglichkeitsprüfung

## **Inhalt der Antwort des Netzbetreibers**

- Netzanschlusspunkt (Koordinaten)
- Ausgestaltung Netzanschluss
- Zeitplanung
- Kostenvoranschlag

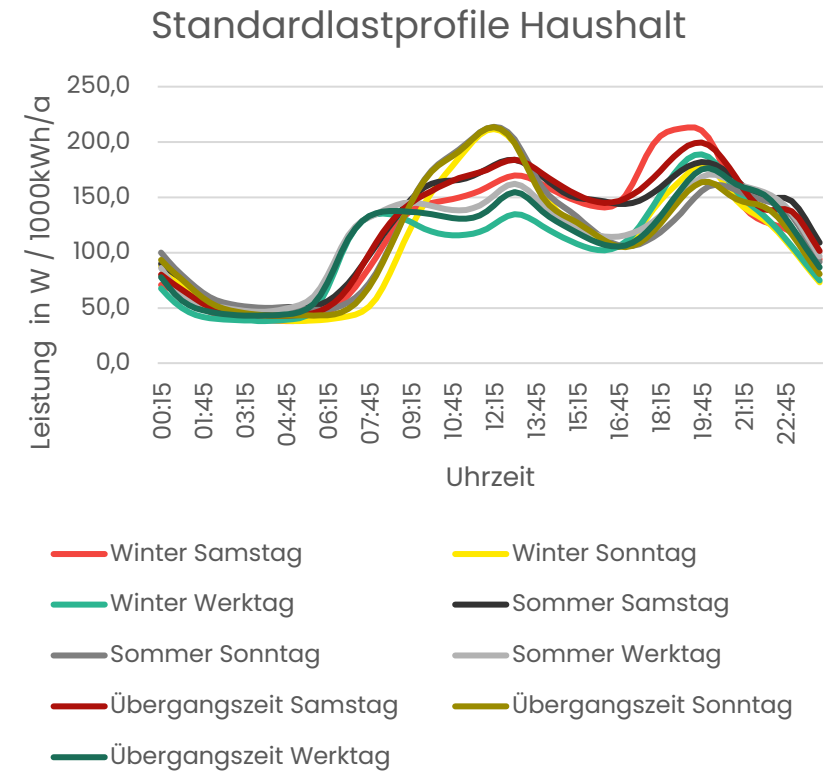
Quelle: VDE | FNN Hinweispapier Ermittlung Netzanschlusspunkt für Anlagen nach EEG/KWKG  
Diese Folie ist nicht rechtlich bindend





# Historische Energieversorgung

- **Energiebereitstellung in Großkraftwerken**
- **Unidirektionale Energieversorgung - Strom**
  - Übertragung: 220kV und 380kV (Hochspannung (HS))
  - Verteilung: 110kV (HS), 10-30kV (Mittelspannung (MS)), 0,4kV (Niederspannung (NS))
- **Gut prognostizierbar**
  - planbare Industrie
  - Standardlastprofile für Gewerbe und Haushalte



Quelle: BDEW-Datensatz representative Lastprofile



04

# Unterstützung durch Erneuerbare BW

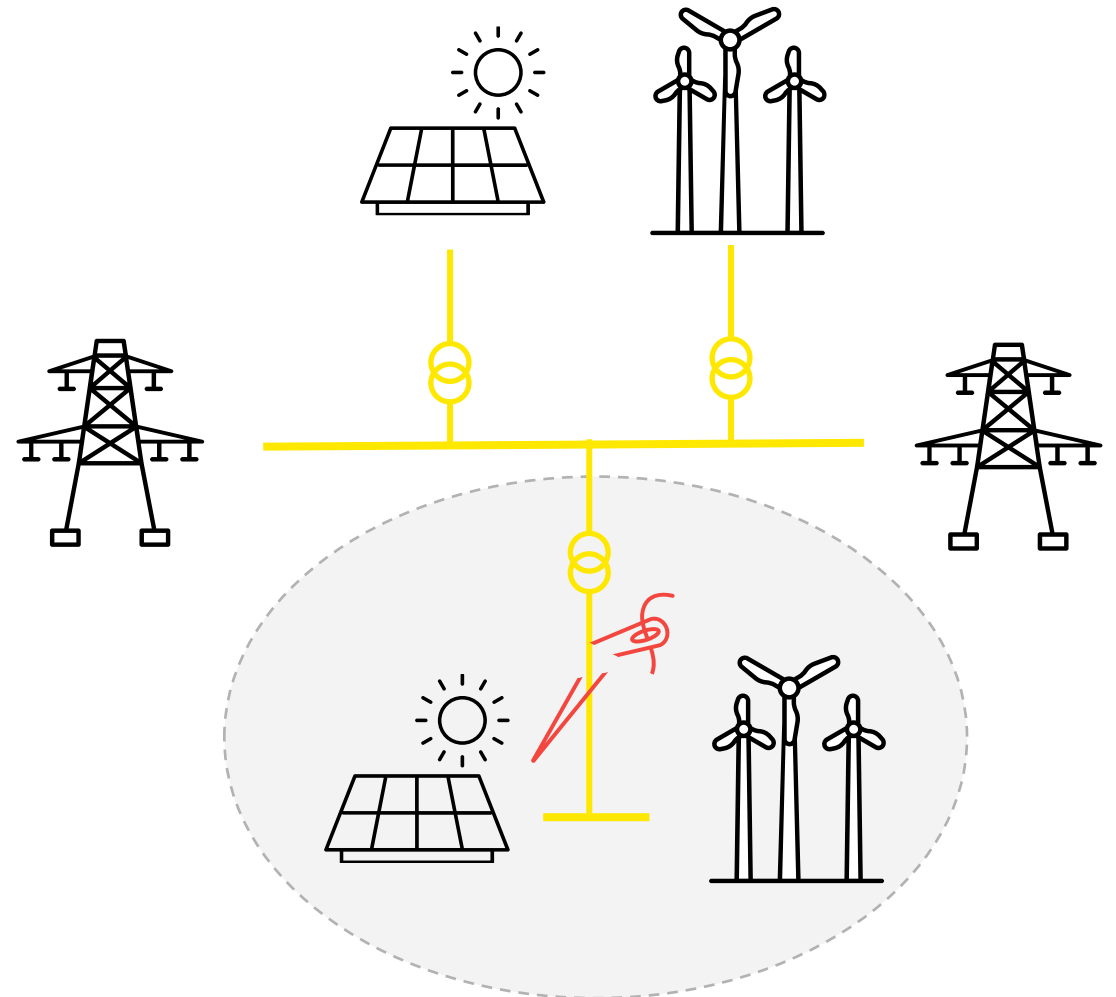


# Netzanschlussgemeinschaften



Bündelung von EE-Anlagen

- Koordination von Projekten in einer Region
- Vertragspartner an einen Tisch bringen
- Rechtliche Hilfe vermitteln
- Ermöglicht gemeinsame Einspeisung der einzelnen Projekte



# Beraten und Konflikte auflösen



Informationsfluss zwischen Projektieren und Netzbetreibern erhöhen

- Mehr Transparenz ermöglichen
- Konsensfindung beschleunigen



Bereitstellen von Informationen zu den Themen  
Netzanschluss und Stromnetzausbau

- Schulungen zu diversen Themen der Energiewende
- Verständnis für die Herausforderungen erzeugen
- Auf Chancen der Energiewende hinweisen



# Sektorenkopplung

## Gemeinsamen Infrastrukturbau fördern

- Verschneiden von Wärme- und Strombedarfsplanung (+ Breitbandausbau)
- Nutzen von Synergieeffekten der Energieversorgung
- Reduktion der Anzahl an Baumaßnahmen
- Reduktion der Kosten
- Entlastung der Netze



# Naturschutz – frühe & förmliche Öffentlichkeitsbeteiligung

## Infrastrukturbau ist immer ein Eingriff in die Natur

- **Einbezug der lokalen Naturschutzverbände**

- Orts- und Artenkenntnis



- **Biotopverbunde**

- Zerschneidung von Lebensräumen kann in der Planung vermindert oder vermieden werden

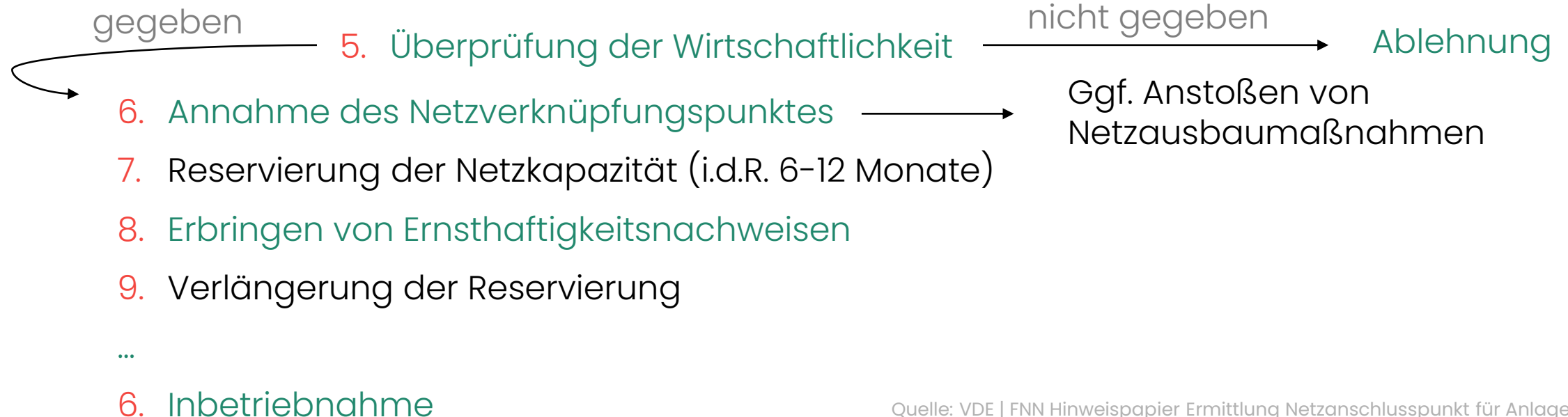
- **Ökologisches Trassenmanagement**

- Nutzen von Schutzstreifen unter Freileitungen oder über Erdkabeln



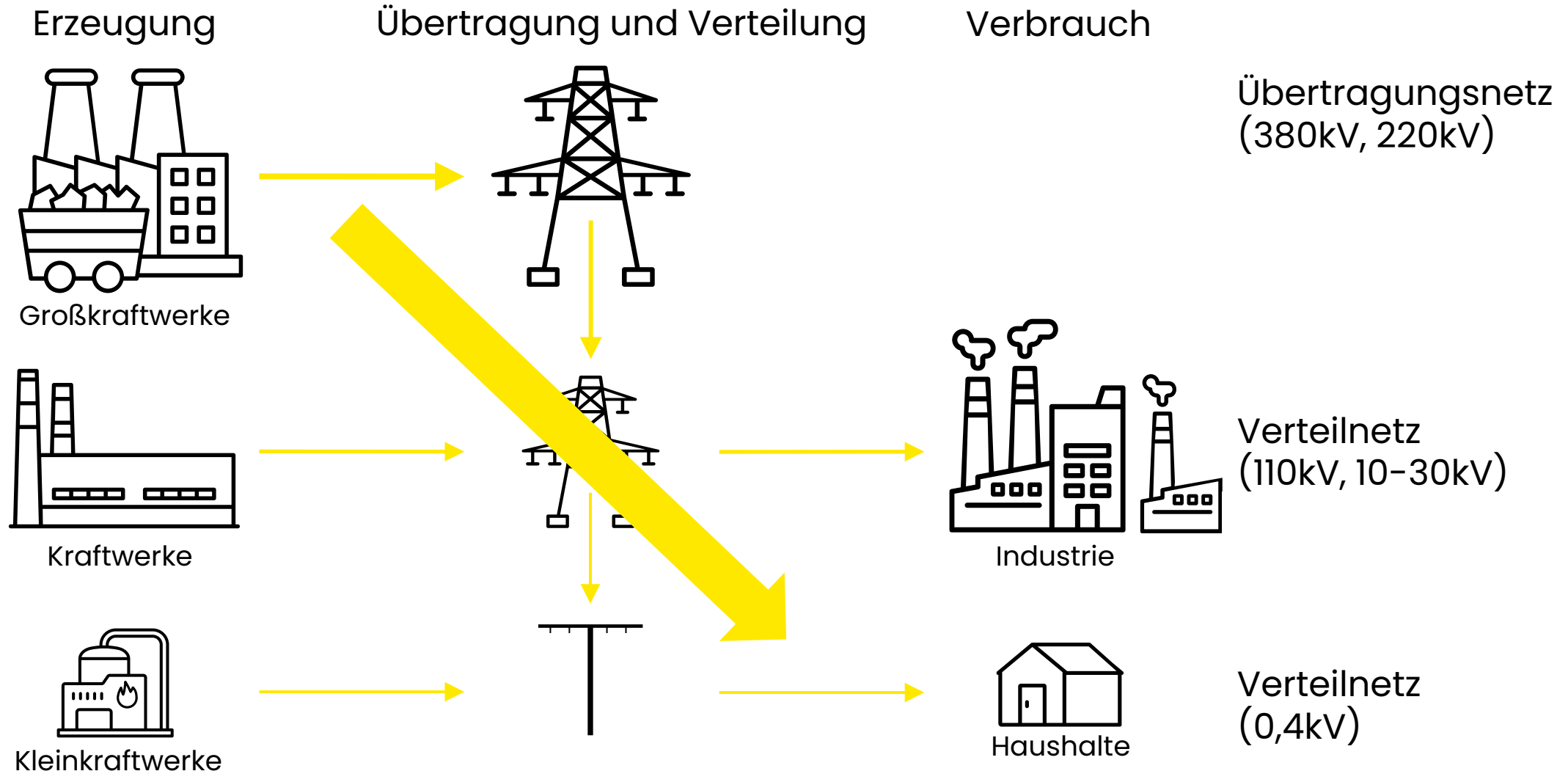
# Henne-Ei-Problem: Netzanschlussbegehren EE-Einspeisung

1. Flächensicherung
2. Netzanschlussbegehren beim Netzbetreiber
3. Bis zu acht Wochen Bearbeitung
4. Antwort des Netzbetreibers



Quelle: VDE | FNN Hinweispapier Ermittlung Netzanschlusspunkt für Anlagen nach EEG/KWKG

# Stromnetz - historisch



Eigene Darstellung nach EnBW Verteilung und Transport - Stromnetz

Entstehung des Nadelöhhrs