

# Gesamtstrategie für den Energie- und Netzausbau im Landkreis Görlitz

Ergebnispräsentation  
3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO), Görlitz

27. Juni 2023

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.



### 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO)

#### Nachmittagsblock

#### Studienergebnisse, Chancen und Potenziale für den Landkreis Görlitz

13:00 Uhr	<b>Begrüßung</b> <i>Dezernent Thomas Rublack (Dezernat 3, Landkreis Görlitz)</i>
13:15 Uhr	<b>Hintergrund und Umfang des Energiegesamtkonzepts (20 Minuten)</b> <i>Lisa Bergmann (ENO mbH), Ella Middelhoff (BBHC)</i>
13:35 Uhr	<b>Ausbau Erneuerbarer Energien und der Stromnetze (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Dr. Elena Timofeeva (Fraunhofer IEG)</i>
13:55 Uhr	<b>Transformation der Wärmeversorgung (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Prof. Dr.-Ing. Matthias Kunick (HSZG)</i>
14:15 Uhr	<i>Pause (20 Minuten)</i>
14:35 Uhr	<b>Potenziale zur Erzeugung und Nachfrage von grünem Wasserstoff (20 Minuten)</b> <i>Martin Herling (HSZG), Dr. Clemens Schneider (Fraunhofer IEG)</i>
14:55 Uhr	<b>Chancen für mehr regionale Wertschöpfung im Landkreis Görlitz (20 Minuten)</b> <i>Björn Drechsler (Fraunhofer IEG)</i>
15:15 Uhr	<b>Fragen und Diskussion</b>

# Hintergrund und Umfang des Energiegesamtkonzepts

—  
Lisa Bergmann (ENO mbH), Ella Middelhoff (BBHC)

Ergebnispräsentation zum 3. Wasserstoffforum Oberlausitz  
(WFO), Görlitz

27. Juni 2023

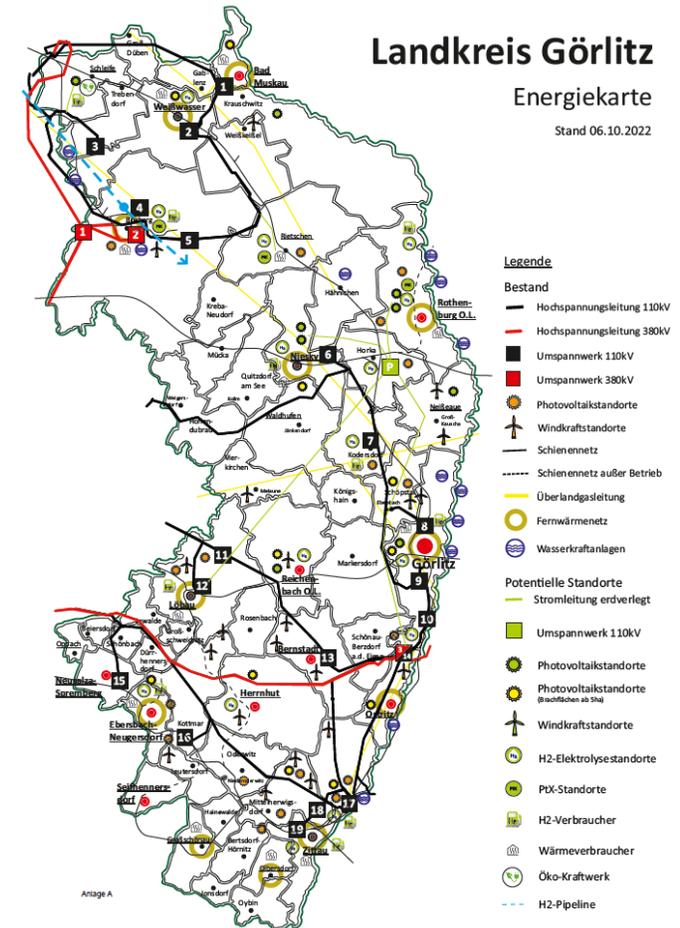


# Klimaschutz erfordert eine nachhaltige Transformation der Energieversorgung

... und eine integrierte Gesamtversorgungsstrategie für den Energie- und Netzausbau im Landkreis Görlitz.

## Hintergrund und Ausgangslage

- Energiewende & Strukturwandel in der Oberlausitz = Chance und Herausforderung
- Zahlreiche EE-Ausbauprojekte aktuell in Planung
- Verschiedene Investorenanfragen
- EE-Ausbau erfordert beschleunigten Netzausbau sowie Energiespeicher zur Netzstabilisierung in der Region
- Generelle Trends der Energiewende (z.B. Elektrifizierung) und Wärmetransformation sollen berücksichtigt werden



# Umfang der Studie

## Einordnung, Arbeitspakete und Zielstellungen aus der Ausschreibung



### Arbeitspakete laut Ausschreibung

#### 4 Arbeitspakete:

- AP 1: Status Quo
- AP 2: Standortanalyse und Konzeptentwicklung
- AP 3: Umsetzungsplan Netzausbau
- AP 4: Strategieempfehlung

#### Zeitraum:

- 12/22 – 06/23

Gefördert durch das Bundesprogramm STARK (Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Zielstellung

- Entwicklung einer (privatwirtschaftlichen) Lösung zum **Netzausbau** im Landkreis Görlitz (Betreiber- und Ausbaukonzept) und Kostenschätzungen
- Konkrete Empfehlungen und **Umsetzungsschritte** für die zukünftige Ausrichtung, zu:
  - Erneuerbare Energien
  - Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur
  - Integration von Energiespeichern
  - Gas- und Wärmeversorgung
- **Standortindikation** für die Ansiedlung von Energie-Unternehmen im Landkreis
- Schaffung eines **Grundlagenpapier** für weiterführende (politische) Diskussionen



# Projektkonzeptionierung

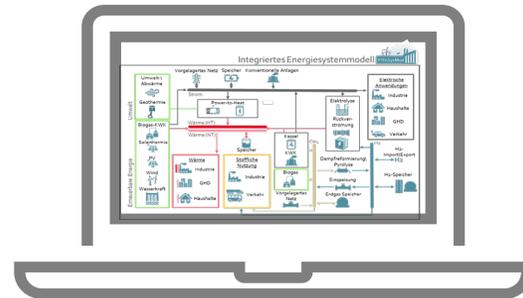
## Vereinfachte Projektdurchführung

Erstellung der Gesamtstrategie für Energie- und Netzausbau im Landkreis Görlitz in drei Schritten:

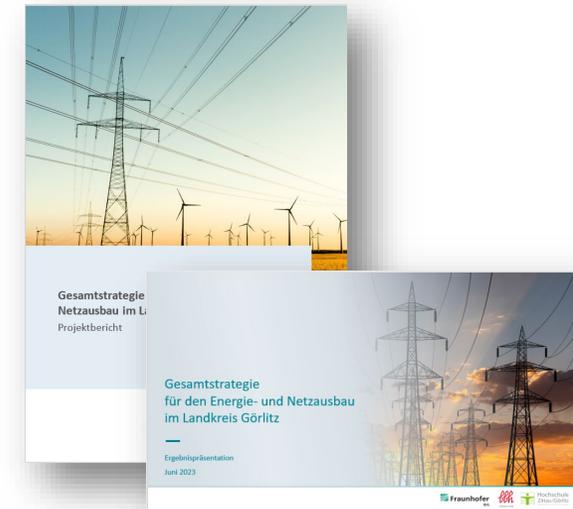
Erstellung eines digitalen  
Zwillings der  
„Energielandschaft“



Simulation der zukünftigen  
Versorgungsaufgabe mit Computer  
Modellen

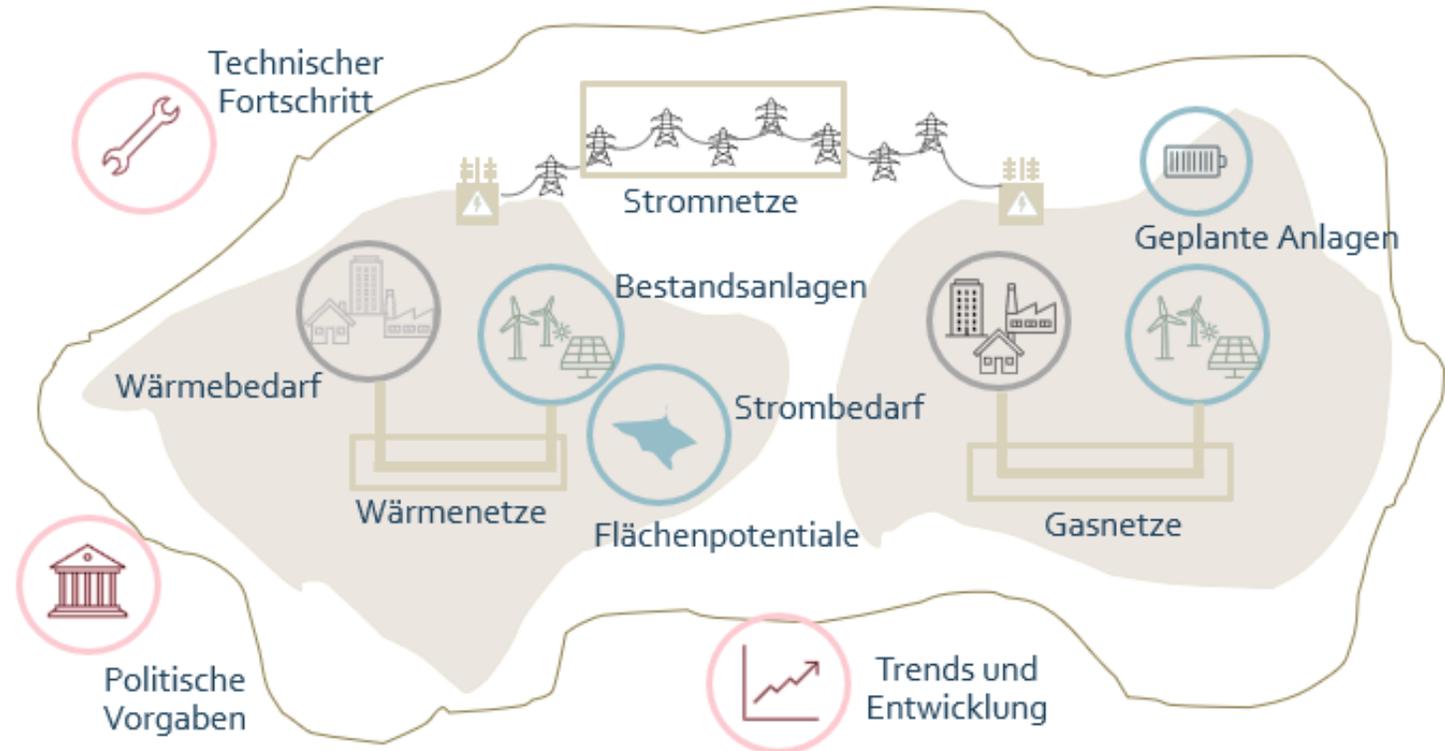


Grundlagenpapier



# Projektkonzeptionierung

Erstellung eines digitalen Zwillings der „Energielandschaft“ im Landkreis Görlitz



# Projektkonzeptionierung

## Inhalte der Gesamtstrategie

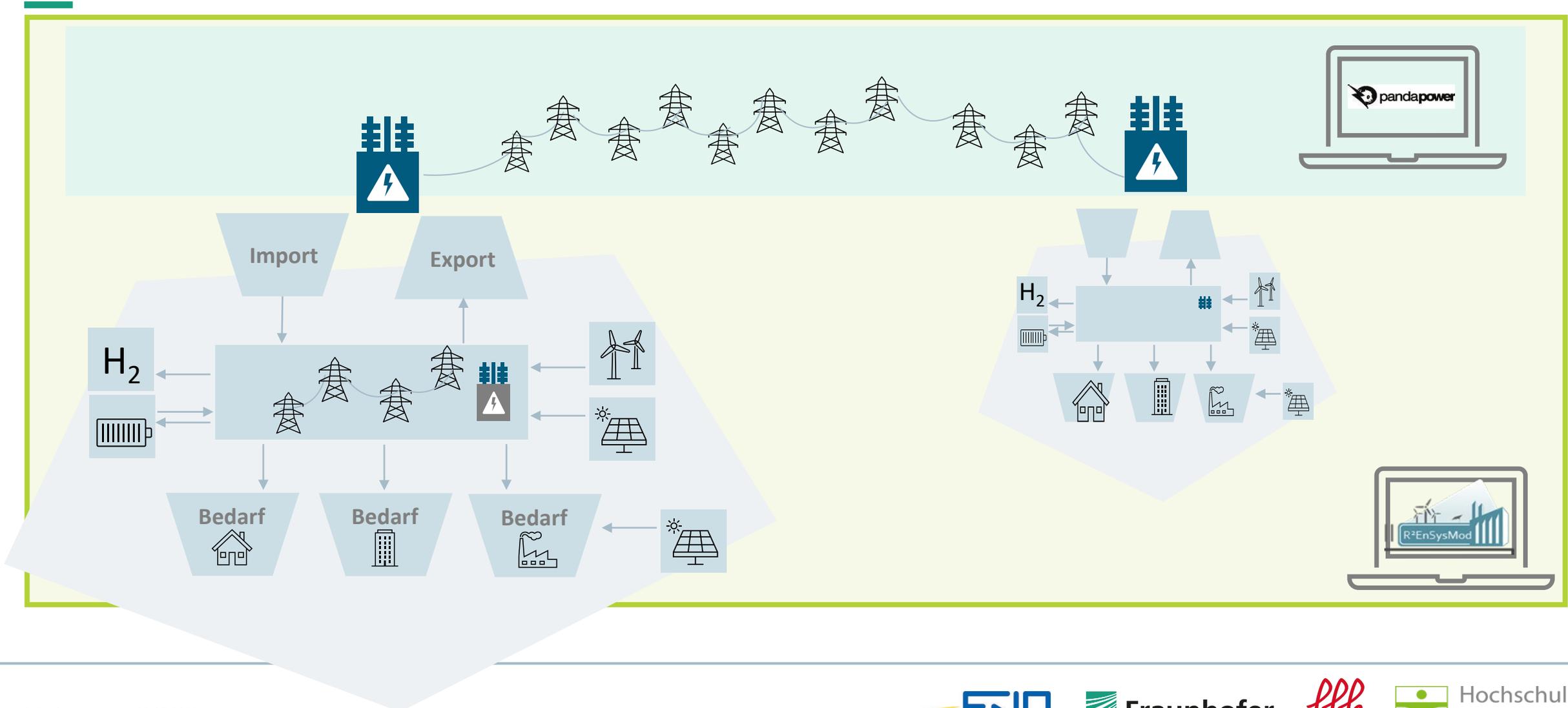


### Datensammlung unter Einbeziehung der lokalen Stakeholder

- **Stromnetze:** Systemgrenzen bilden der Landkreis Görlitz (und Teile von Bautzen), Entwicklungen in anderen Bereichen wurden kaum berücksichtigt, Netzbetreiber wurden angefragt, Daten wurden nicht übermittelt,
  - > Abschätzungen über öffentliche Daten
  - > Netzanalysen der Netzbetreiber genauer, dieses Projekt eher zum Aufzeigen der größeren Trends und Entwicklungen
- **Wärme, Gas und Stromabsatz:** Netzbetreiber und Stadtwerke wurden angefragt, Daten konnten nicht übermittelt werden
  - > Abschätzungen über nationale Annahmen, Projektergebnisse eher auf hoher Flugebene zu verstehen

# Projektkonzeptionierung

Simulation der zukünftigen Versorgungsaufgabe mit Computer Modellen



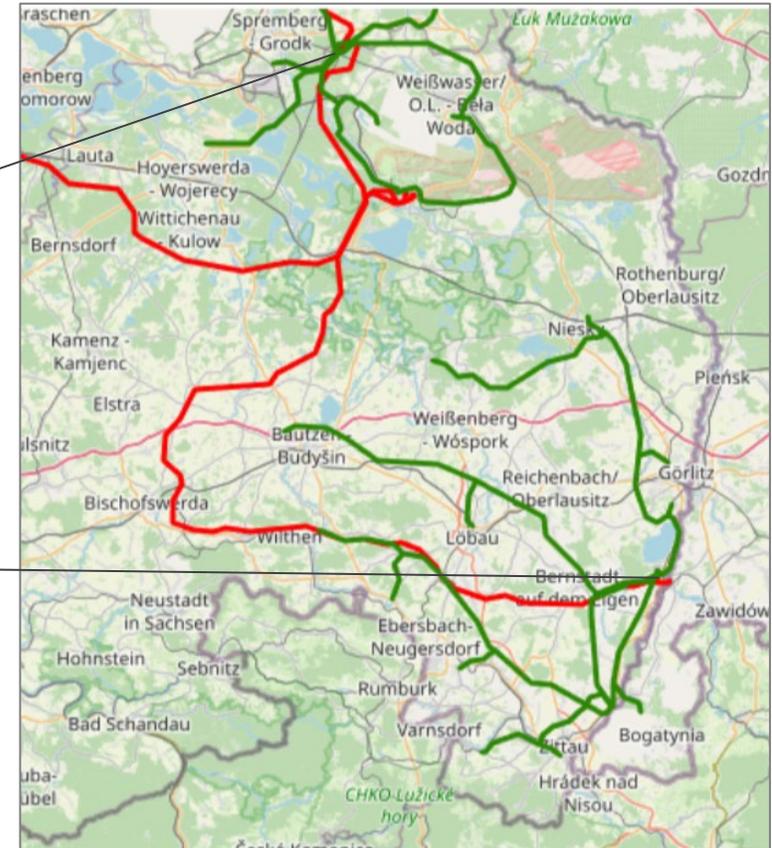
# Projektkonzeptionierung

## Abbildung des Stromnetzes im Modell

- Projekt betrachtet die Hoch- und Höchstspannungsebene der Stromnetze
- Netzstruktur entstammt öffentlich zugänglichen Quellen und wurde z.T. mit den Netzbetreibern evaluiert
- Landkreis Görlitz wird über zwei Übergabepunkte zwischen Höchst- und Hochspannungsebene versorgt

Übergabepunkt Höchst- zu Hochspannungsebene am Umspannwerk Schleife

Übergabepunkt Höchst- zu Hochspannungsebene am Umspannwerk Hagenwerder



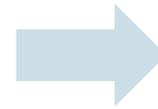
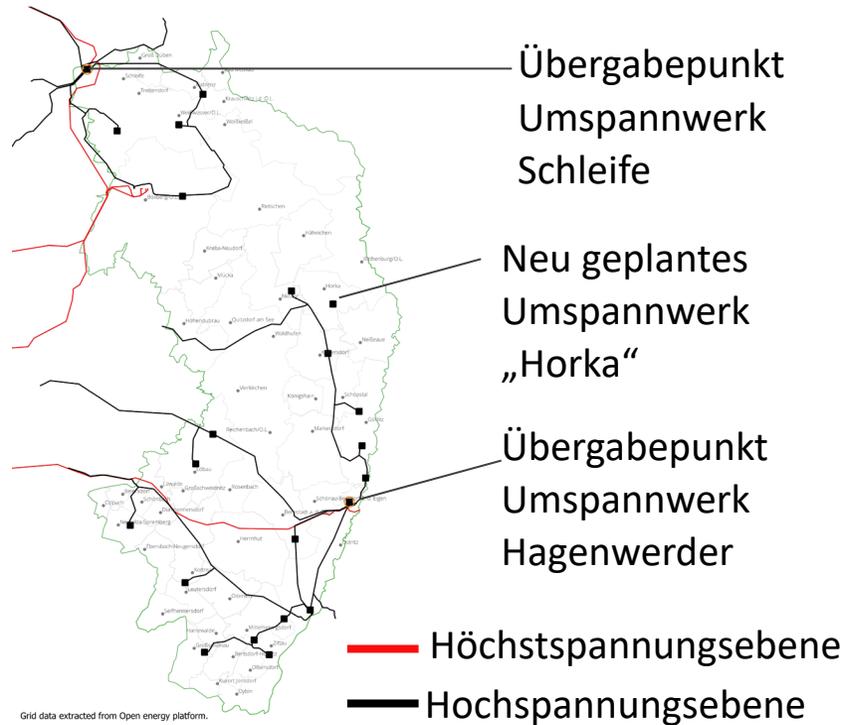
— Höchstspannungsebene

— Hochspannungsebene

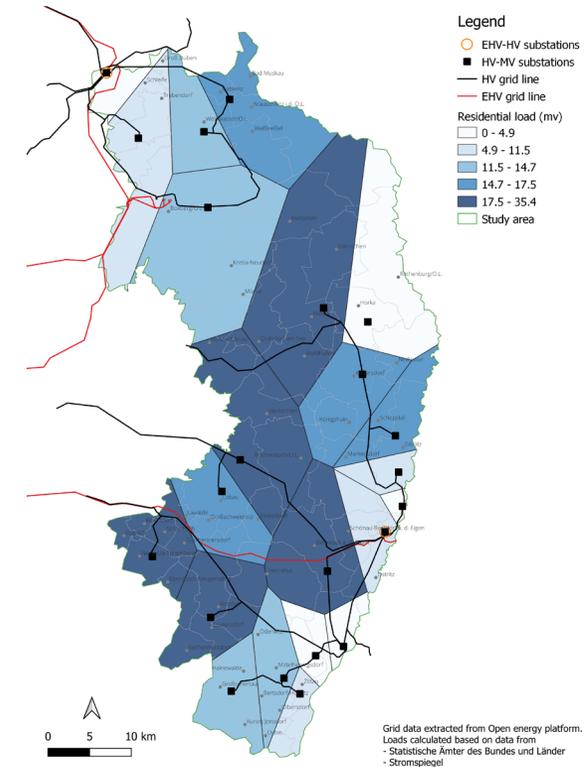
# Projektkonzeptionierung

## Abbildung des Stromnetzes im Modell

- Versorgung des Landkreises über 21 Umspannwerke und Netzknoten auf Hochspannungsebene



- 21 Umspannwerke u. Netzknoten auf Hochspannungsebene bilden Grundlage der Clusterbildung für die Modellierung



# Projektkonzeptionierung

Simulation der zukünftigen Versorgungsaufgabe mit Computer Modellen

## Basisjahr 2021-23

Abbildung der derzeitigen Versorgungssituation im Landkreis Görlitz

## Modelljahr 2030



**Basisszenario:** Betrachtung aller geplanten EE-Anlagen und konkreten Wasserstoffvorhaben, sowie weiterer EE-Anlagen, um die nationalen Ausbaupläne zu erfüllen

**Ziel:** *möglichst wahrscheinliche Abschätzung zur zukünftigen Versorgungssituation und des benötigten Netzausbaus zum Erreichen der nationalen Ausbaupläne*



**Progressive Betrachtung:** Maximaler EE-Ausbau sowie sensitive Preisbetrachtung für Wasserstoff Im- und Export, um den Landkreis Görlitz als Wasserstoff-Exportregion darzustellen

**Ziel:** *Verständnisgewinnung über die Möglichkeiten Wasserstoff lokal zu generieren und zu exportieren*

## Transformationsjahr 2045

Transformierte Versorgungssituation im Landkreis Görlitz

# Projektkonzeptionierung

## Strategieempfehlung für den Landkreis Görlitz

Gesamtstrategie für Energie- und Netzausbau im Landkreis Görlitz ist nach drei Ergebnisteilen gegliedert:

### Ergebnisteil 1 Stromnetzanalyse



### Ergebnisteil 2 Wärmetransformation



### Ergebnisteil 3 Wasserstoff im LK Görlitz



### Chancen für mehr regionale Wertschöpfung und Zusammenfassung



### 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO)

#### Nachmittagsblock

#### Studienergebnisse, Chancen und Potenziale für den Landkreis Görlitz

13:00 Uhr	<b>Begrüßung</b> <i>Dezernent Thomas Rublack (Dezernat 3, Landkreis Görlitz)</i>
13:15 Uhr	<b>Hintergrund und Umfang des Energiegesamtkonzepts (20 Minuten)</b> <i>Lisa Bergmann (ENO mbH), Ella Middelhoff (BBHC)</i>
13:35 Uhr	<b>Ausbau Erneuerbarer Energien und der Stromnetze (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Dr. Elena Timofeeva (Fraunhofer IEG)</i>
13:55 Uhr	<b>Transformation der Wärmeversorgung (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Prof. Dr.-Ing. Matthias Kunick (HSZG)</i>
14:15 Uhr	<i>Pause (20 Minuten)</i>
14:35 Uhr	<b>Potenziale zur Erzeugung und Nachfrage von grünem Wasserstoff (20 Minuten)</b> <i>Martin Herling (HSZG), Dr. Clemens Schneider (Fraunhofer IEG)</i>
14:55 Uhr	<b>Chancen für mehr regionale Wertschöpfung im Landkreis Görlitz (20 Minuten)</b> <i>Björn Drechsler (Fraunhofer IEG)</i>
15:15 Uhr	<b>Fragen und Diskussion</b>

# Ausbau Erneuerbarer Energien und der Stromnetze

—  
Ella Middelhoff (BBHC), Dr. Elena Timofeeva (Fraunhofer IEG)

Ergebnispräsentation zum 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO), Görlitz

27. Juni 2023

# Stromnetzanalyse

## Hintergrund

---

- Energiewende und Strukturwandel in der Oberlausitz ist Chance und Herausforderung
- Die Nationale Energiewende und Ausbauziele erfordern einen beschleunigten Netzausbau, um EE-Projekte zu integrieren

### Projektfragestellungen:

- Erneuerbare Energien Ausbau im Landkreis Görlitz bis 2030?
- Probleme bei der Umsetzung der geplanten Projekte?
- Konkrete Netzausbaumaßnahmen?
- Privatwirtschaftlicher Stromnetzausbau als sinnvolle Option (inkl. Kostenschätzungen)?

# Stromnetzanalyse

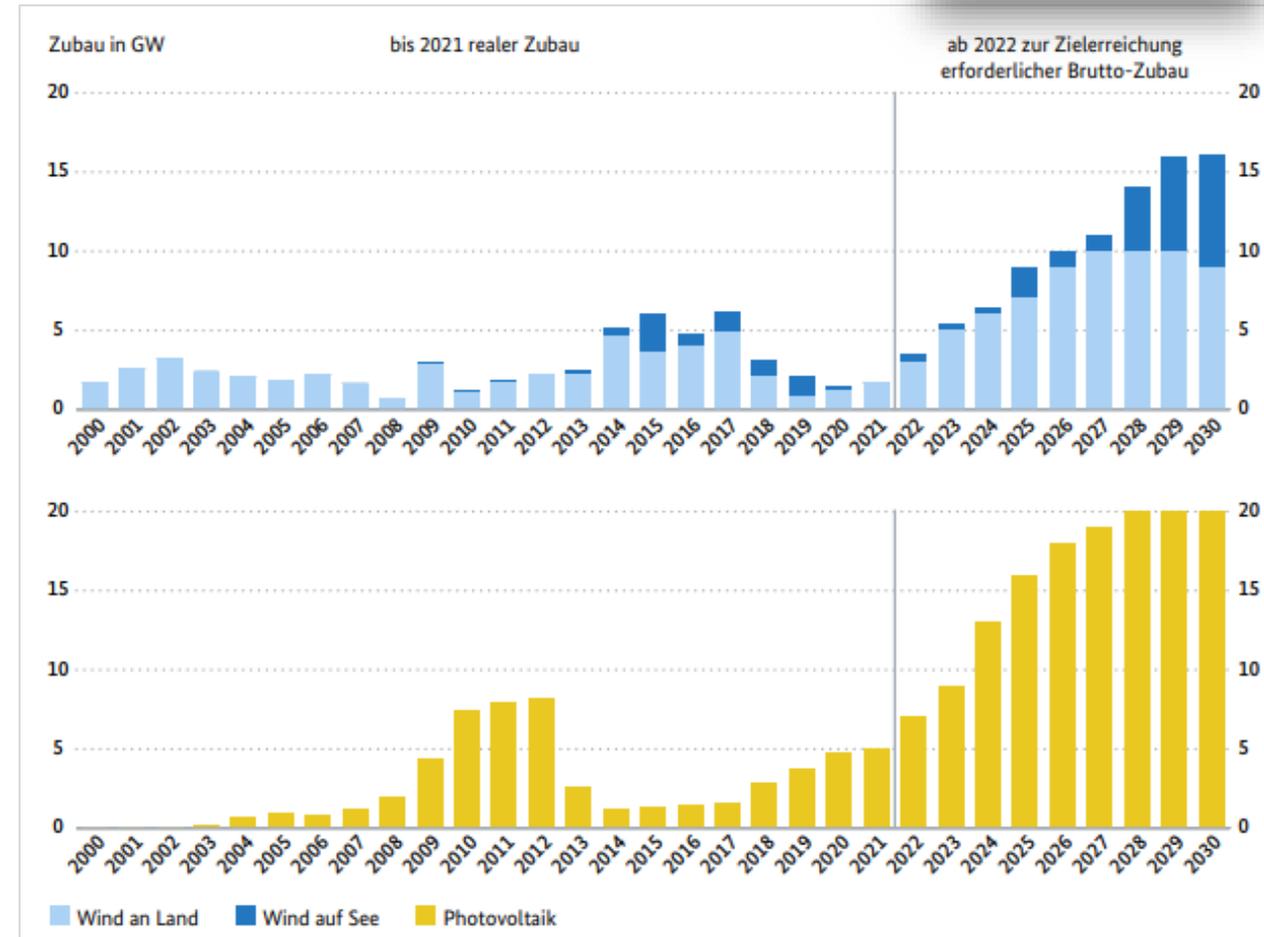
## EE-Ausbau (nationale Ziele)

- Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 den Strom aus erneuerbaren Energien zu verdoppeln
- Bis 2030 sollen mindestens 80 % des Stromverbrauchs in Deutschland aus erneuerbaren Energien stammen, das entspricht etwa 220 GW installierter Leistung
- Hierzu gibt es eine Reihe an weiteren Gesetzen, wie:
  - Das „Wind-an-Land-Gesetz“ der Bundesregierung verpflichtet bis 2032 2 % der Bundesfläche für Windenergie auszuweisen
  - Für den PV-Ausbau gibt es die Ziele insgesamt 215 GW im Jahr 2030 und 400 GW im Jahr 2040 zu erreichen



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Quelle: Twitter.com



# Stromnetzanalyse

## EE-Ausbau (nationale Ziele)



### Nationaler EE-Ausbau im Landkreis Görlitz

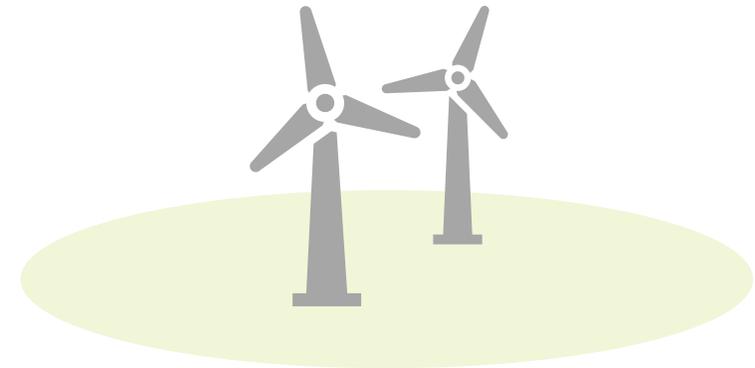
#### Windenergieanlagen:

- Bis 2032 müssen 2 % der Landesfläche in Sachsen für Windkraft genutzt werden
- Davon entfallen 42,3 km<sup>2</sup> auf den Landkreis Görlitz, für etwa 845 MW installierte Leistung (Annahme zur Ausbauleistung pro Fläche: 20 MW/km<sup>2</sup>)

#### PV-Anlagen:

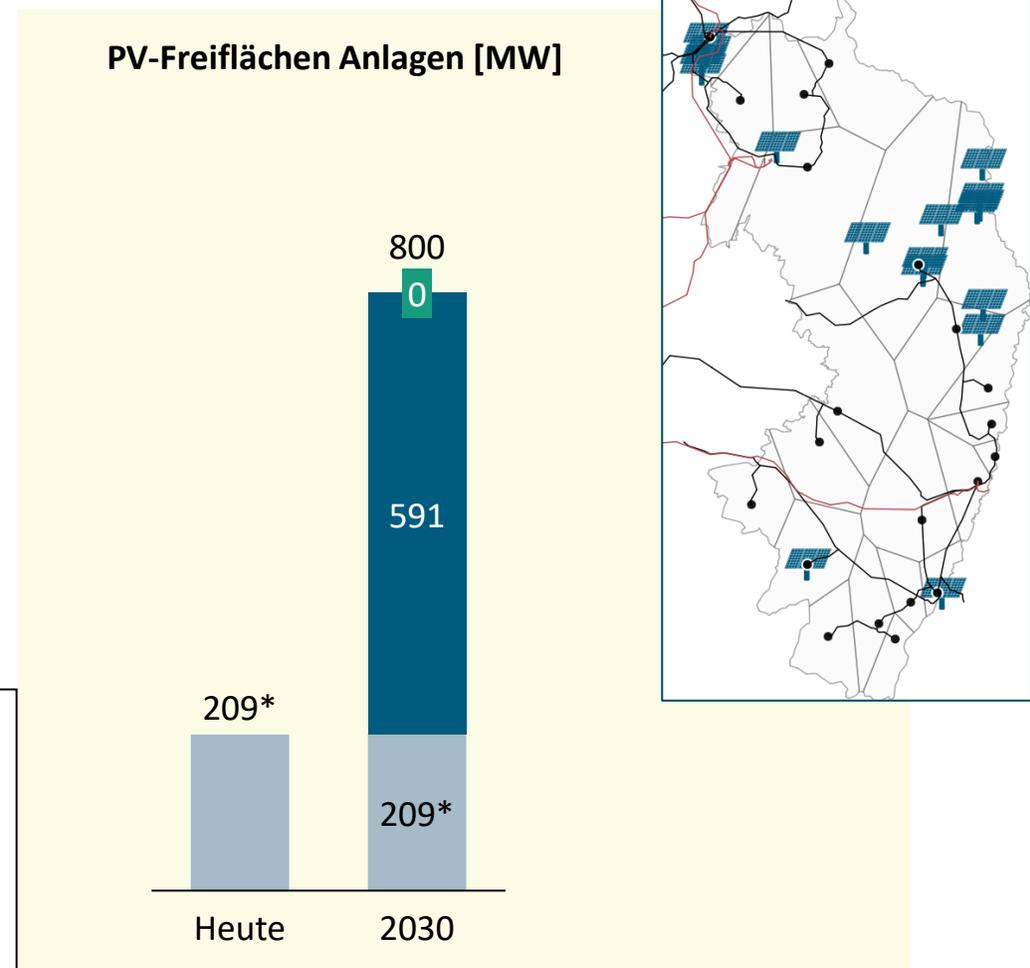
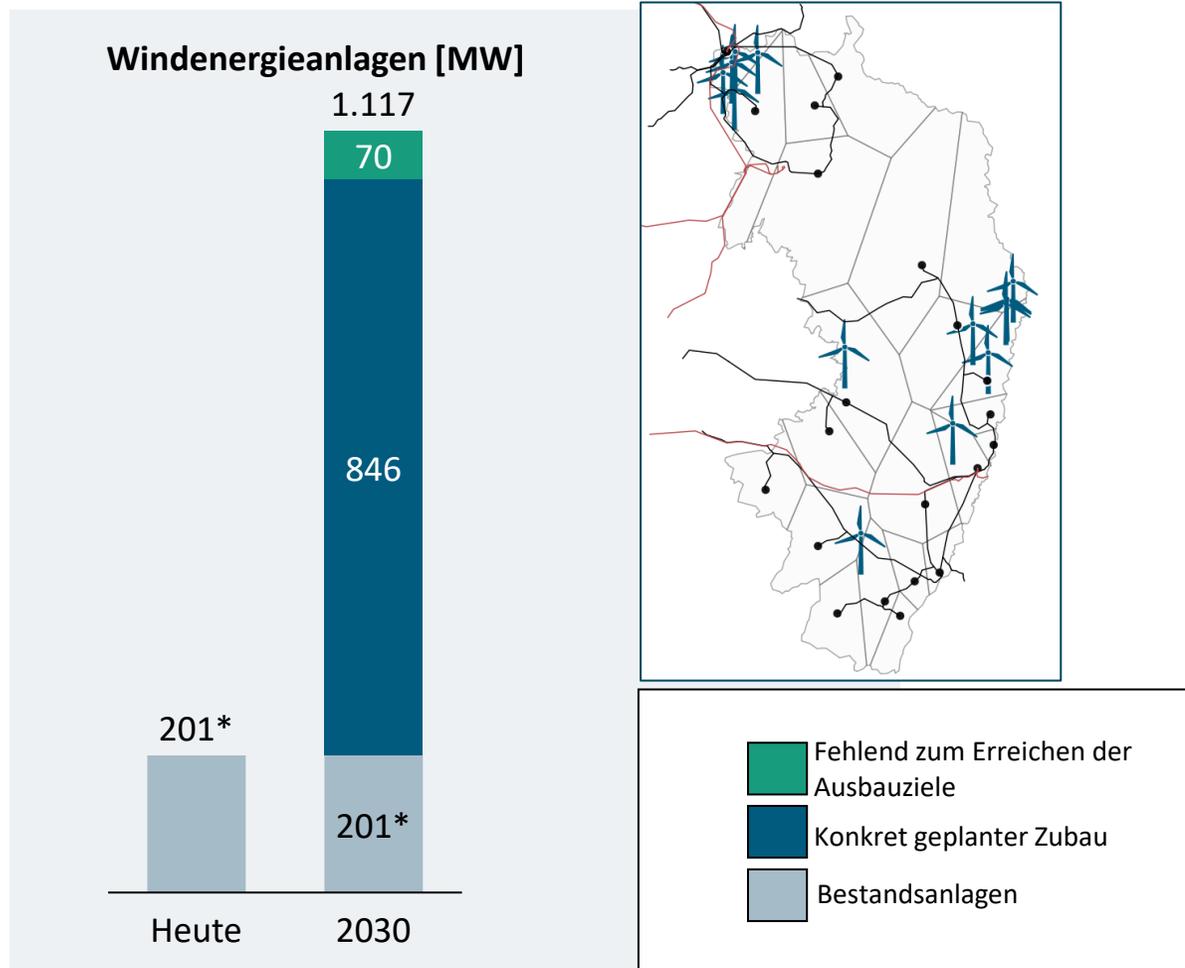
- Entsprechend der Fläche des Landkreis Görlitz müsste eine insgesamt installierte Leistung von etwa 1.270 MW im Jahr 2030 und 2.362 MW im Jahr 2040 erreicht werden

Durchschnittliche Leistung  
neuer Windenergieanlagen:  
3,5 - 7,0 MW



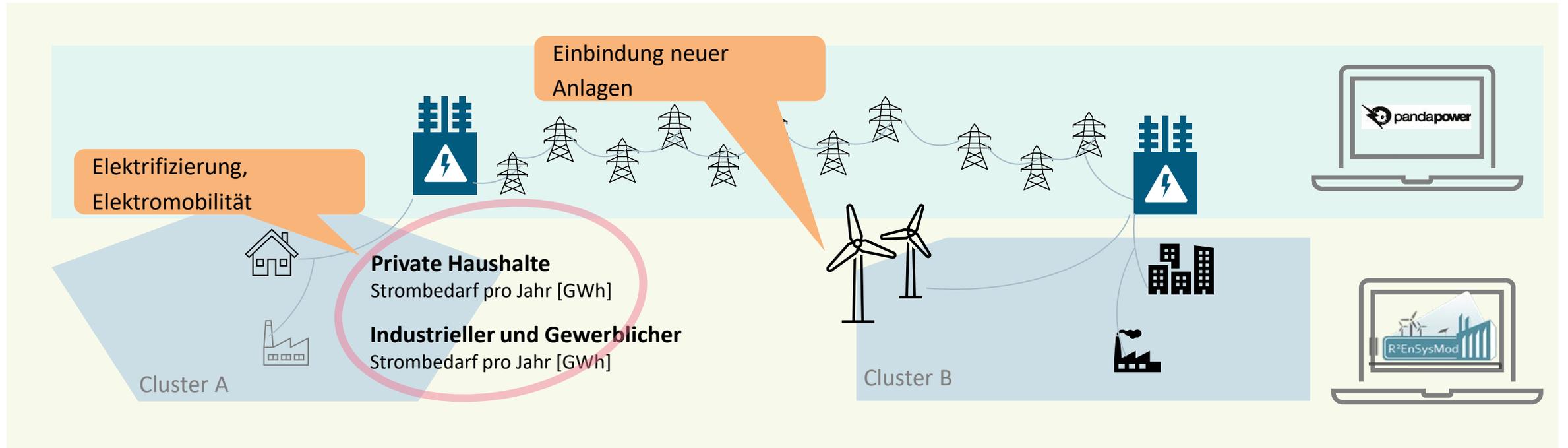
# Stromnetzanalyse

## Geplante Wind- und PV-Anlagen im Landkreis Görlitz bis 2030



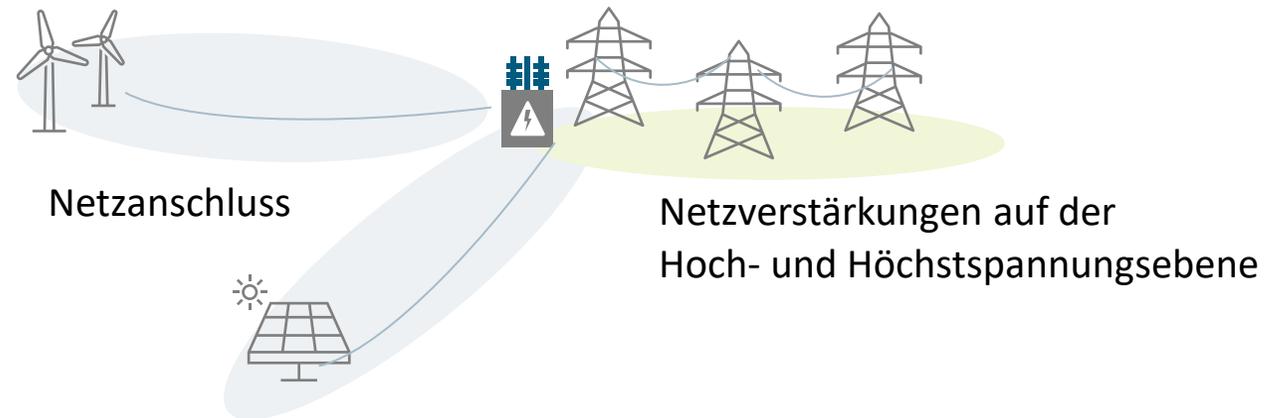
# Stromnetzanalyse

## Strombedarfsprognose 2030



# Stromnetzanalyse

## Benötigte Energieinfrastrukturen



- EE-Anlagen brauchen kostenoptimalen und zeitnahen Anschluss an das Hochspannungsnetz (Anschlussleitung als Erdkabel)
- Auch auf der Hoch- und Höchstspannungsebene ist Netzausbau notwendig, um die neuen Strommengen zu transportieren

# Stromnetzanalyse

## Ergebnisse der Stromnetzsimulation



Darstellung rechts:

- Netzsimulation mit *pandapower* (stdl. Auflösung) in 2030 (mit EE-Zubau, Zuwachs an Elektromobilität und Wärmepumpen)

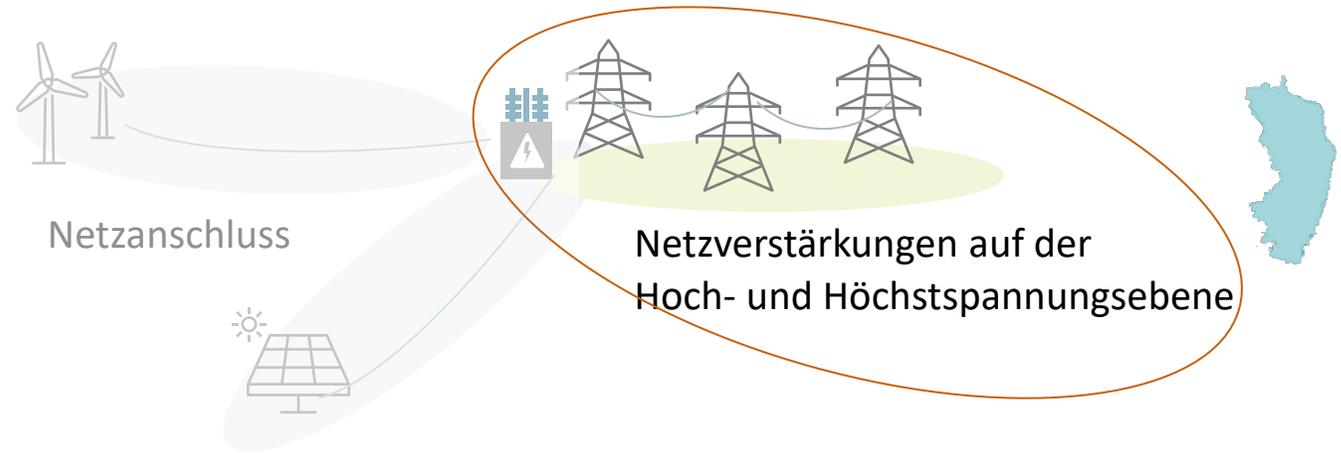
### Welcher Ausbau ist benötigt?

- Streckenüberlastung der Trassen Niesky – Hagenwerder (110 kV)
- Überlastung des Umspannwerkes in Hagenwerder (380/110 kV)



# Stromnetzanalyse

## Pläne der Netzbetreiber



## Welcher Ausbau ist geplant?

### Verteilnetz nach NAP2019 (Hochspannungsebene)

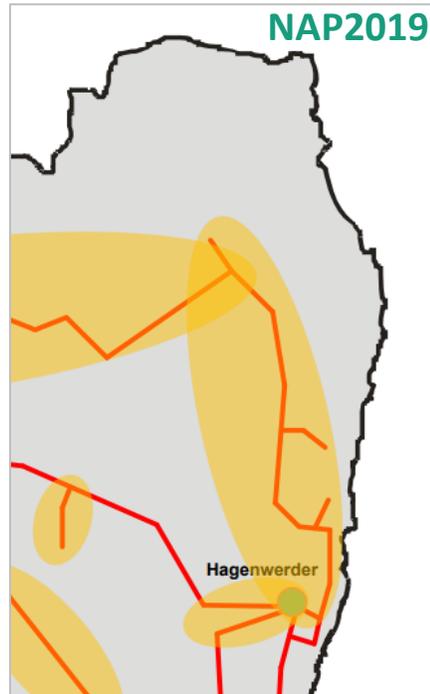
- Netzknoten Horka (110 kV), inkl. Netzausbau (NAP2019)
- Netzausbau Hagenwerder – Niesky (110 kV), Erweiterung um 400 MW
- Hagenwerder HÖS/HS-Übergabeumspannwerk

### Transportnetzausbau nach NEP2023 (Höchstspannungsebene)

- Einspeisepunkt Hagenwerder (380 kV), zusätzliche Platzierung und größerer Umbau (NEP2023)
- Netzausbau Bärwalde – Hagenwerder mit Knoten in der Region Horka/Niesky/Rothenburg (380 kV) (NEP2023)

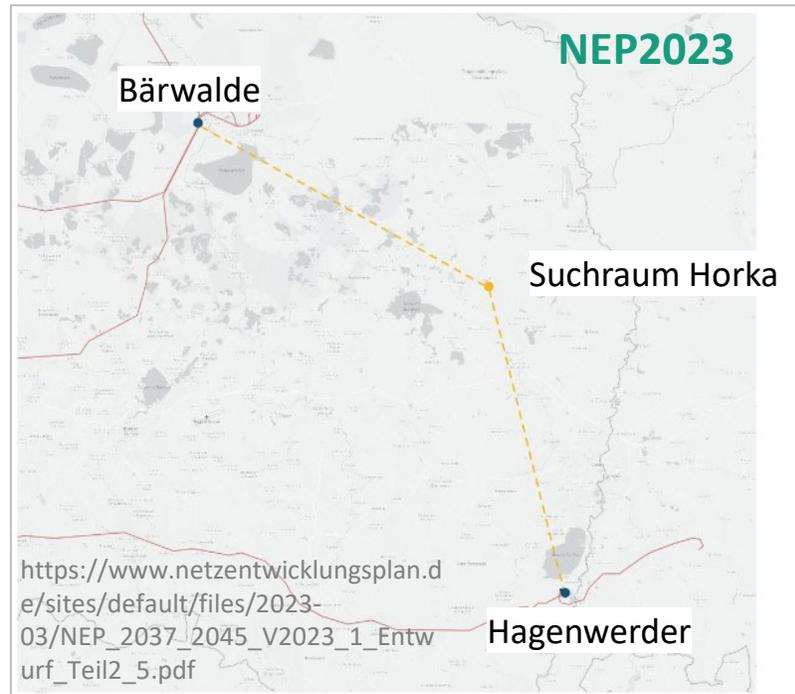
→ Die meisten dieser Maßnahmen sind erst für den Zeitraum nach 2030 geplant. Dies ist zu spät.

### Verteilnetzbetreiber



NAP2019 ueberarbeitetes Abschlussdokument (1).pdf

### Übertragungsnetzbetreiber



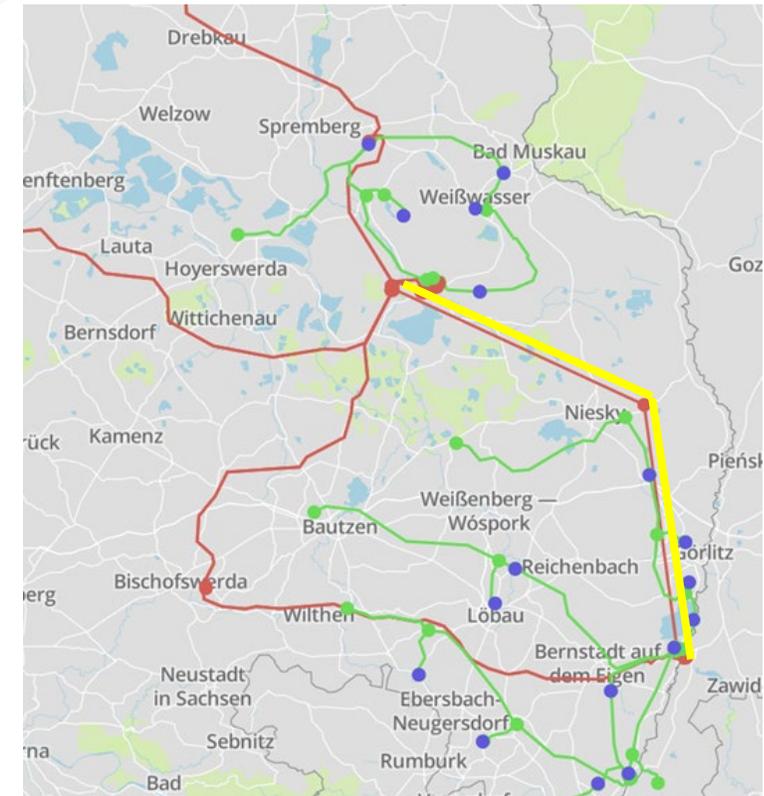
# Stromnetzanalyse

## Netzverstärkung auf Hochspannungsebene



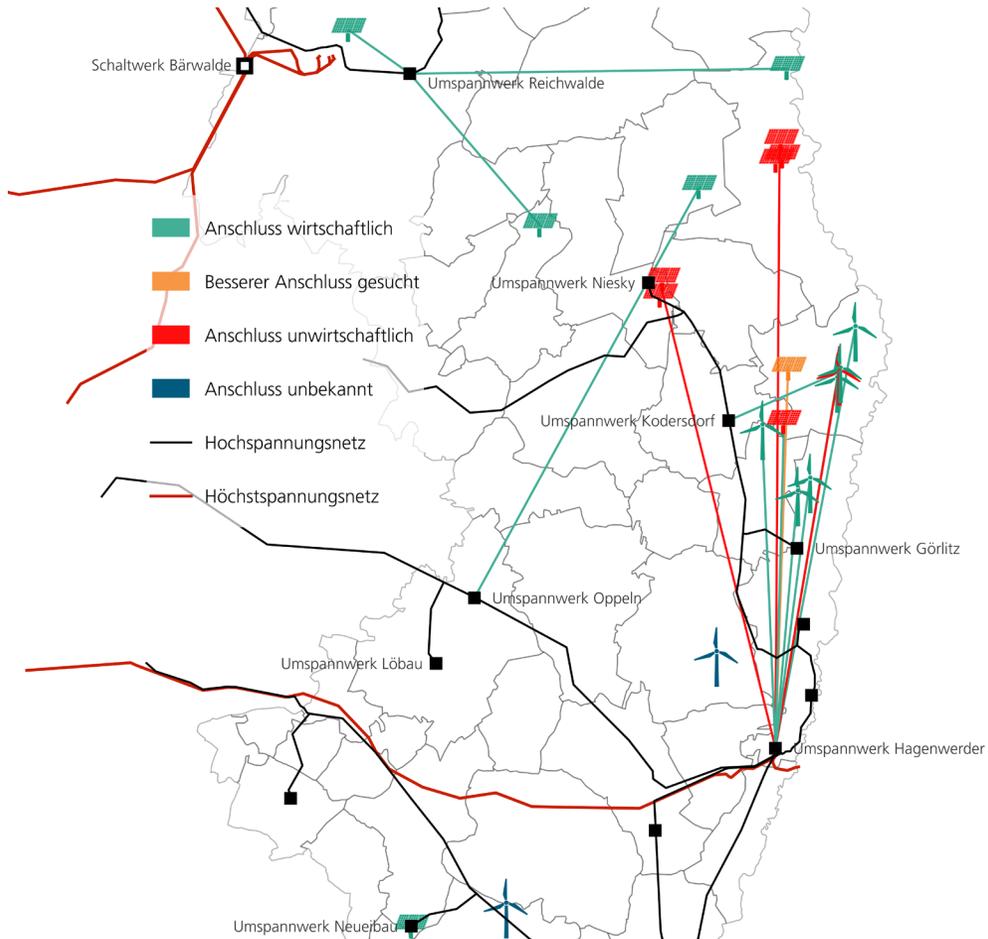
## Netzausbaulösungen

- Ausbau der Strecken
  - Bärwalde – Horka
  - Horka – Hagenwerder
- 110 kV Leitung löst Netzprobleme -> nicht möglich, da Verteilnetze im Norden und Süden des LK Görlitz getrennt bleiben
- 380 kV Leitung löst Netzprobleme -> Umsetzung nicht vor 2037
- Weitere Lösung bis 2037 -> 110 kV Leitung mit Anschlussleitungen als Einspeisenetz mit Anschluss an Bärwalde oder Hagenwerder



# EE-Betreiberperspektive

## Aktuelle Anschlusssituation für EE-Projekte



- 41 % (7 von 17 neuen EE-Projekten) haben noch keinen gesicherten Netzanschlusspunkt
- > die Grafik zeigt den Anschluss zum derzeitigen Netz (ohne Ausbau)
- Aktuell sind bis zu 300 km Anschlussleitungen geplant, die die finanzielle Machbarkeit der Projekte einschränken
- > der dargestellte Anschluss ist technisch nicht möglich, da die Netze die Strommengen nicht aufnehmen können

# Gesetzliche Anschlusspflicht für EE-Anlagen

Regelungen nach §8ff. EEG

- Unverzögerlicher vorrangiger Netzanschluss auf geeigneter Spannungsebene mit kürzester Entfernung
- Alternativ: ein technisch und wirtschaftlich günstigerer Netzverknüpfungspunkt
- Anlagenbetreiber dürfen einen anderen Verknüpfungspunkt wählen, außer bei nicht unerheblichen resultierenden Mehrkosten des Netzbetreibers.
- Anschlusspflicht auch dann, wenn Netzausbau erforderlich

→ Anlagenbetreiber kann den Netzverknüpfungspunkt / Eigentumsgrenze zu seinem Ungunsten vorverlegen.

→ Weitergabe der resultierenden Mehrkosten des Anlagenbetreibers ist nicht ohne Weiteres gesichert.

# Einspeisenetz als Alternative für EE-Netzintegration

Beispiele ausgewählter Vorreiter in Deutschland



## Eckdaten zur ARGE-Netz GmbH & Co. KG

- Gründung 2009, Sitz in Husum
- **Gegenstand des Unternehmens:** „Betreuung von regenerativen Energieprojekten sowie zugehöriger **Infrastrukturmaßnahmen**. Vorrangiges Ziel ist die Beratung, Planung, Errichtung und Verwaltung von Stromnetzen und das Betreiben dieser Anlagen sowie der An- und Verkauf von Erneuerbarer Energie, [...]“
- **29 Gesellschafter** (v.a. Bürgerenergiegesellschaften)

## Eckdaten zur ENERTRAG Netz GmbH

- Gründung 2006 in der Uckermark
- **Gegenstand des Unternehmens:** Erzeugung und Verteilung von Energie sowie alle dazugehörigen Dienstleistungen, die Planung, der Aufbau und der **Betrieb elektrischer Netze und Umspannwerke**, Ingenieurleistungen für Entwicklung, Planung und Bau von Energieanlagen und Kraftwerken sowie der Handel mit Energieanlagen und elektrischem Strom.

## Eckdaten zur Energiequelle GmbH

- Gründung 1997, Sitz in Bremen und Kallinchen bei Berlin
- **Gegenstand des Unternehmens:** Die Planung, der Bau, der Erwerb, die Finanzierung, die Eigenkapitalbeschaffung, die Verwaltung und der Betrieb von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien für die Gesellschaft oder für Dritte sowie der Verkauf oder die Vermietung bzw. Verpachtung der betriebsbereiten Anlagen und/oder die Veräußerung der erzeugten Energien

# Rahmenbedingungen für Einspeisenetze

## Vergleich zu Netzen der allgemeinen Versorgung

---

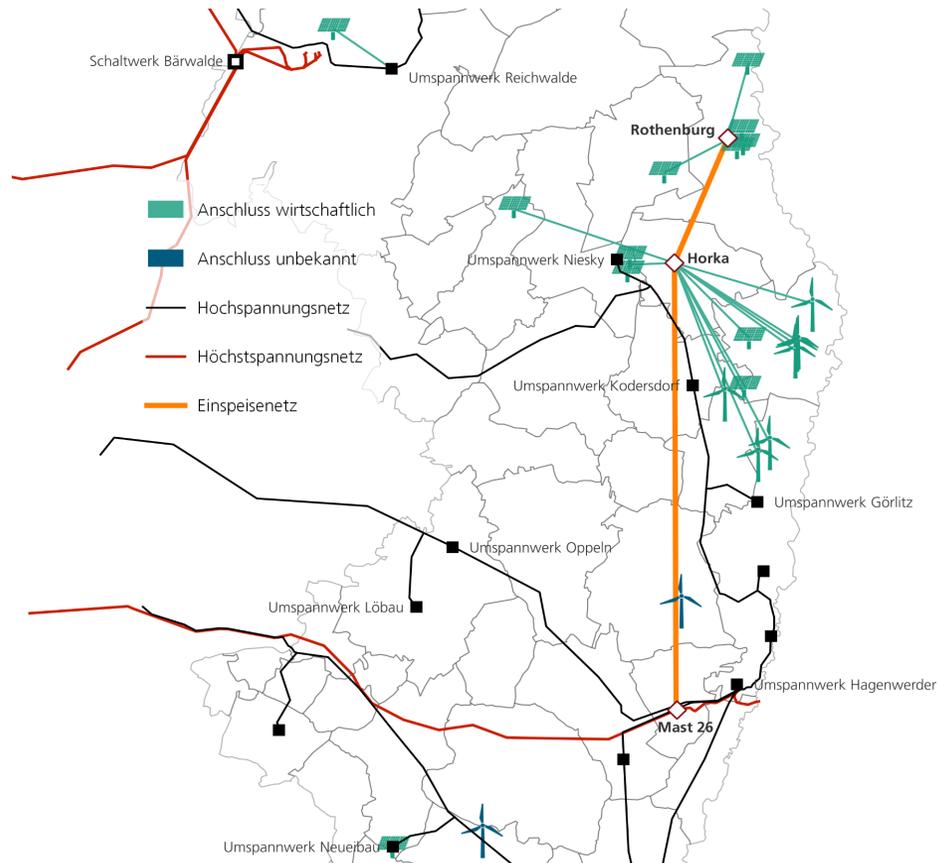
- Zulässiger Verzicht auf n-1-Sicherheit ermöglicht eine kostengünstigere Lösung
- Kostenvorteil ist normalerweise bei “schwacher Netzinfrastruktur mit geringer Netzlast” gegeben
- Genehmigungsrecht unterscheidet nicht zwischen Einspeisenetzen und Netzen der allg. Versorgung
- Auch VNB können Einspeisenetze betreiben, allerdings bestehen dabei rechtliche Unsicherheiten

# Möglicher Trassenverlauf eines Einspeisenetzes (Luftlinie)

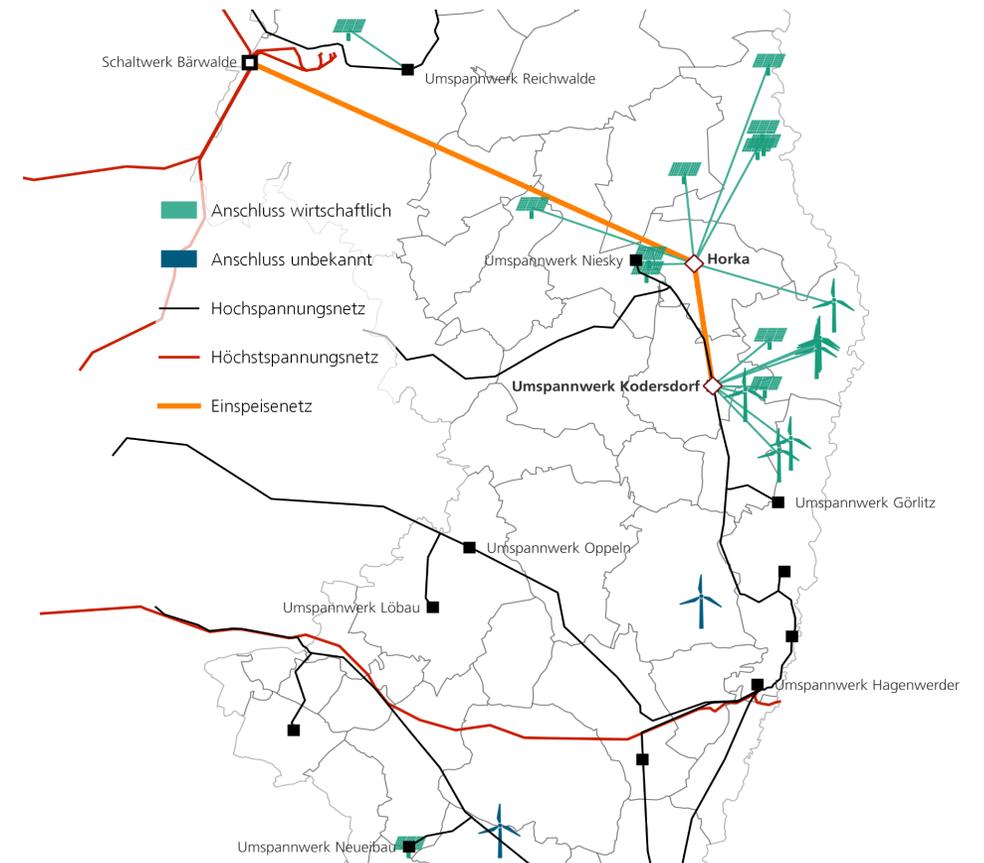
Privatwirtschaftliche Errichtung mit direktem Anschluss an Übertragungsnetz



## Option 1: 380/110-kV nahe UW Hagenwerder



## Option 2: 380/110-kV Schaltwerk Bärwalde



# Investition in ein Einspeisenetz

Grobschätzung auf Basis von Literaturrecherche – technische Netzplanung erforderlich



	<b>Option 1</b>	<b>Option 2</b>
	380/110-kV Hagenwerder	380/110-kV Bärwalde
a) Investition Kabel 110 kV	95 Mio. Euro	98 Mio. Euro
110 kV-Leitung (Luftlinie)	37 km	38 km
110 kV-Leitung (mit Umwegen)	47 km	49 km
Kabel HS, 1-er, Land	2 Mio. Euro/km	2 Mio. Euro/km
b) 110/30-kV Sammel-Umspannwerke	45 Mio. Euro	45 Mio. Euro
c) 380/110-kV Verknüpfungspunkt	60 Euro	60 Euro
Gesamtinvestition	200 Mio. Euro	203 Mio. Euro

## Vergleich mit Gesamtinvestition für Anschlussleitungen von EE-Anlagen

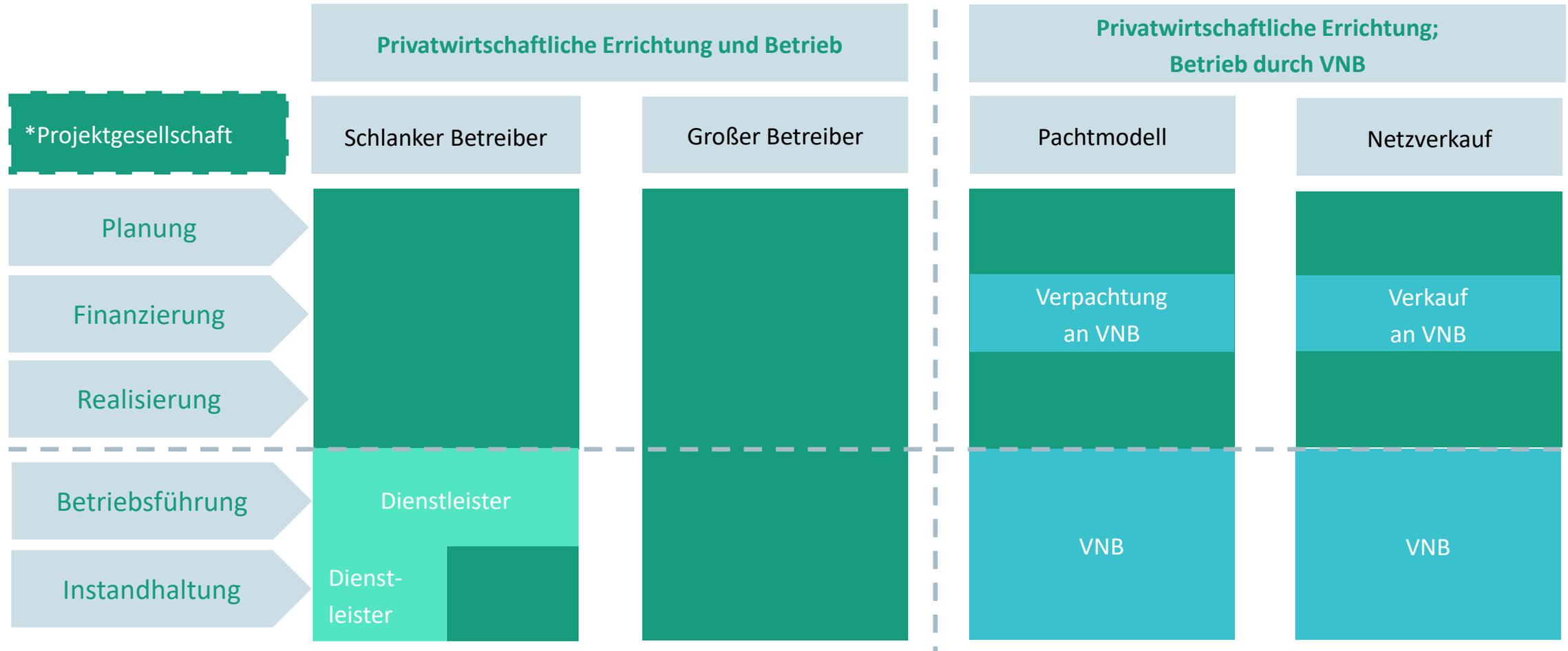
	<b>Aktuell</b>	<b>Option 1</b>	<b>Option 2</b>
	ohne Netzausbau	Hagenwerder	Bärwalde
Anschlussleitungen (Luftlinie, km)	300	109	74
Anschlussleitungen (mit Umwegen, km)	390	141	96
Kabel MS (Euro/km)	200.000	200.000	200.000
Gesamtinvestition (Mio. Euro)	78	28	19

Quellen:

NEP 2035/2045, 2023, 2. Entw.  
 Verteilnetzstudie Hessen  
 (Bearing Point & FhIEE), 2018  
 Fuchs & Pfeiffer (BTU), 2013

# Mögliche Betreiberkonzepte für ein Einspeisenetz

Privatwirtschaftliche Projektgesellschaft kann verschiedene Aufgaben übernehmen



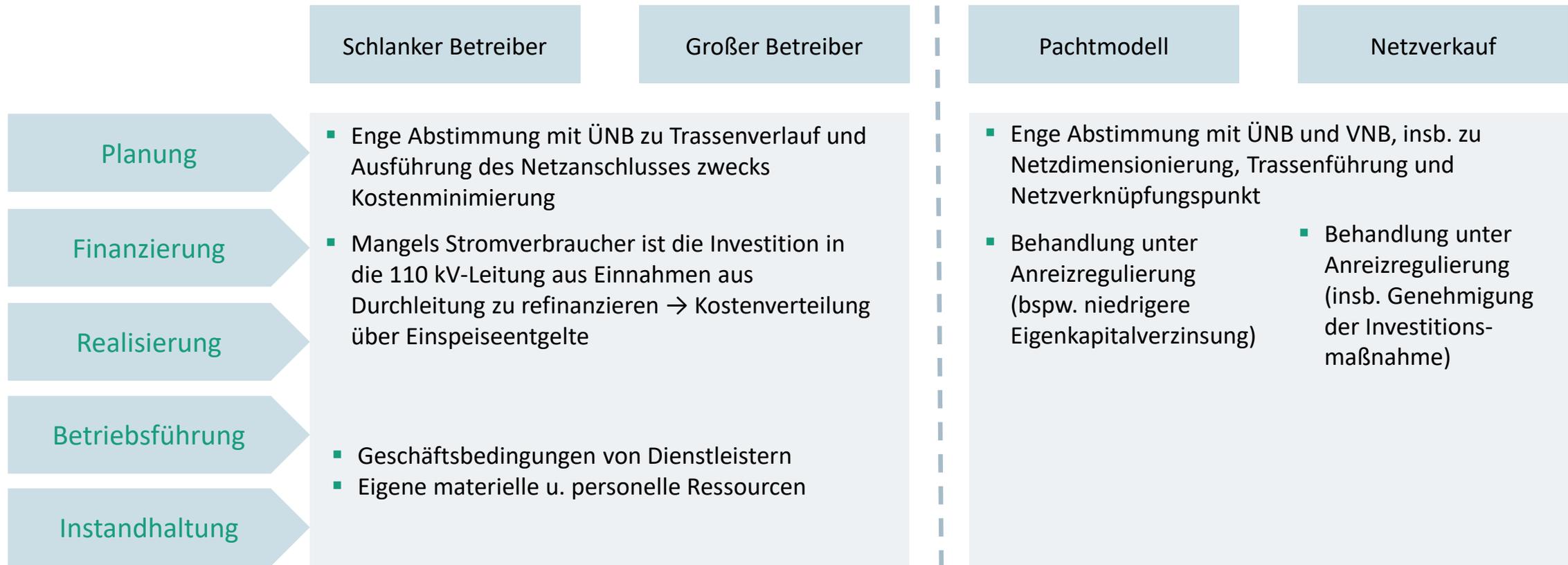
# Chancen und Risiken eines privatwirtschaftlichen Netzausbaus

Aufgabenumfang bestimmt Risiken bzw. Ansätze zur Risikominderung

	Planung	Finanzierung	Realisierung	Betriebsführung	Wartung u. Instandhaltung
Chancen	Koordinierte Kommunikation mit NB zu Anschlusskapazität; Flächensicherung	Ggf. niedrigere Finanzierungskosten bei kommunaler Beteiligung	Ggf. zusätzliche Wertschöpfung (soweit Ressourcen vorhanden)		
Risiken	Begrenzte Leitungskapazität; Drittzugang, insb. für neue EE-Anlagen	Amortisationsrisiko (bspw. Wegfall von EE-Projekten)	Hoher Auftragsbestand, Material- und Personalmangel	Haftung bei Netzausfällen wg. fehlender n-1-Sicherheit	
Ansatz	Abgleich mit Modellierungsergebnissen; Abstimmung mit NB	Verkauf an VNB; Langfristige vertragl. Bindung der Einspeiser; Regelung zu Einspeiseentgelten	Ggf. teilweise eigene Ausführung	Ggf. Betrieb durch VNB	

# Nächste Schritte aus EE-Betreiberperspektive

Machbarkeitsstudie soll Folgefragen beleuchten und Handlungsempfehlung ableiten



Trassenführung und Kostenschätzung auf Basis detaillierter Netzplanung

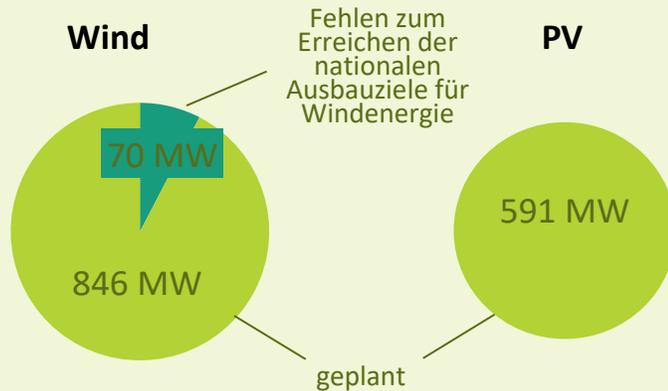
# Strategieempfehlung Stromnetzausbau

## Ergebnisse und Empfehlungen auf einen Blick



Erneuerbare Energien Ausbau im Landkreis Görlitz bis 2030? **EE-Ausbauplanung weitestgehend konform mit den nationalen Ausbauzielen.**

EE-Ausbau im LK Görlitz bis 2030



Konkreten Netzausbaumaßnahmen?

**Geplante Netzausbaumaßnahmen der Netzbetreiber lösen die Probleme.**

**ABER: Realisierung derzeit erst bis 2037 geplant**

**Dies ist zu spät, um die nationalen Erneuerbare Energien-Ziele zu erreichen.**

*Privatwirtschaftlicher Stromnetzausbau als sinnvolle Option (inkl. Kostenschätzungen)?*

→ Kosten von etwa 200 Millionen Euro für das Errichten von Einsammelnetzen

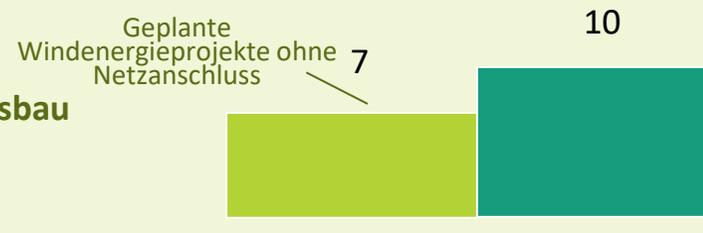
→ Enge Abstimmung mit ÜNB und VNB erforderlich:

- optimale Trassenführung und Dimensionierung für Synergie mit Netzausbau
- Übergabe privat errichteten Einspeisenetzes oder einzelner Netzbetriebsmittel an ÜNB bzw. VNB kann ggf. die Kosten mindern
- rechtlicher Rahmen für die Übergabe ist genauer zu bewerten

→ weiterführende Machbarkeitsstudie inkl. Detailplanung

Probleme bei der Umsetzung der geplanten Projekte?

**Viele geplante Anlagen finden keinen Netzanschluss. Der Stromnetzausbau geht schleppend voran und kann die geplanten Erneuerbare Energien-Projekte nicht rechtzeitig in das Stromnetz integrieren.**



### 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO)

#### Nachmittagsblock

#### Studienergebnisse, Chancen und Potenziale für den Landkreis Görlitz

13:00 Uhr	<b>Begrüßung</b> <i>Dezernent Thomas Rublack (Dezernat 3, Landkreis Görlitz)</i>
13:15 Uhr	<b>Hintergrund und Umfang des Energiegesamtkonzepts (20 Minuten)</b> <i>Lisa Bergmann (ENO mbH), Ella Middelhoff (BBHC)</i>
13:35 Uhr	<b>Ausbau Erneuerbarer Energien und der Stromnetze (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Dr. Elena Timofeeva (Fraunhofer IEG)</i>
13:55 Uhr	<b>Transformation der Wärmeversorgung (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Prof. Dr.-Ing. Matthias Kunick (HSZG)</i>
14:15 Uhr	<i>Pause (20 Minuten)</i>
14:35 Uhr	<b>Potenziale zur Erzeugung und Nachfrage von grünem Wasserstoff (20 Minuten)</b> <i>Martin Herling (HSZG), Dr. Clemens Schneider (Fraunhofer IEG)</i>
14:55 Uhr	<b>Chancen für mehr regionale Wertschöpfung im Landkreis Görlitz (20 Minuten)</b> <i>Björn Drechsler (Fraunhofer IEG)</i>
15:15 Uhr	<b>Fragen und Diskussion</b>

# Transformation der Wärmeversorgung

---

Ella Middelhoff (BBHC), Prof. Dr.-Ing. Matthias Kunick (HSZG)

Ergebnispräsentation zum 3. Wasserstoffforum Oberlausitz  
(WFO), Görlitz

27. Juni 2023



# Wärmetransformation

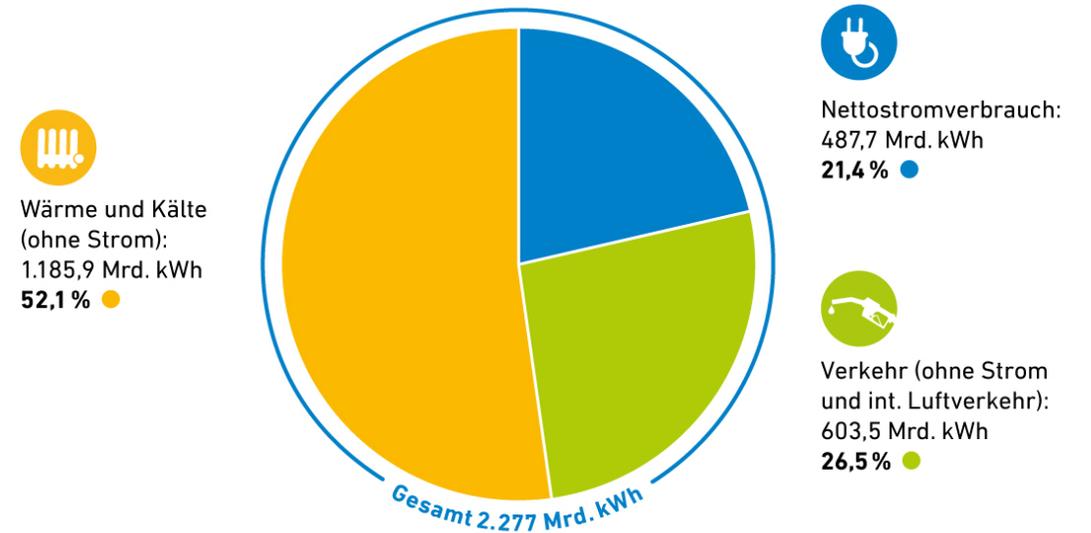
## Hintergrund

### Erfolgreiche Energiewende nur mit Transformation des Wärmesektors

#### Projektfragestellungen:

- Veränderung der Wärmeversorgung für Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD) und Industrie bis 2030?
  - Wärmebedarfe: Raumheizung, Trinkwarmwasser, Prozesswärme
  - Endenergiebedarfe: Erdgas, Strom (Wärmepumpen), Biomasse, Fernwärme ...?
- Einfluss auf die Entwicklung von Energieinfrastrukturen (z.B. Gasnetze)?

#### Endenergieverbrauch BRD (2020)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von AGEB, AGEE-Stat; Stand: 3/2021

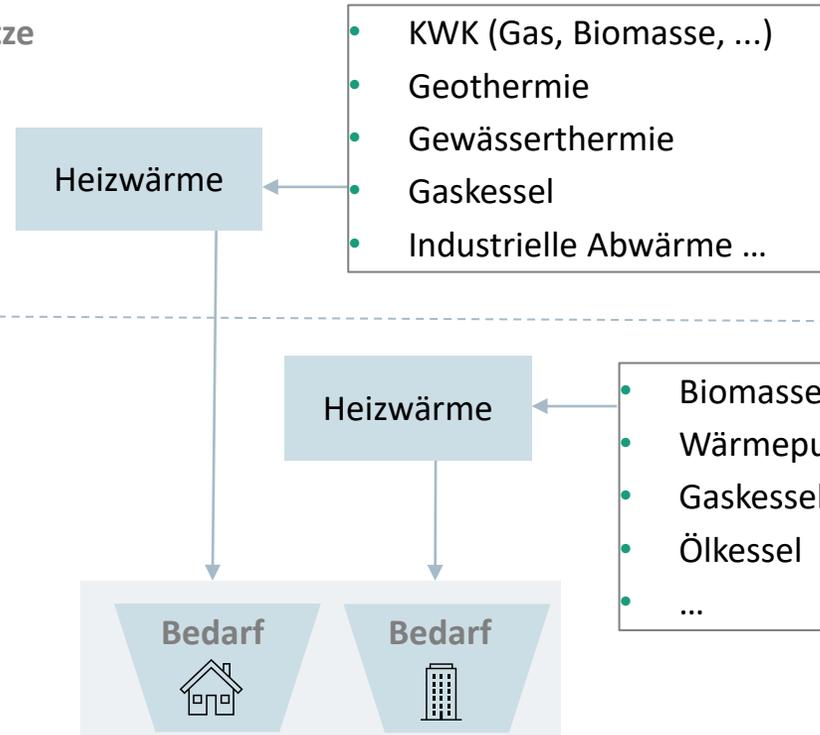
© 2021 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

AGENTUR FÜR  
ERNEUERBARE  
ENERGIEN

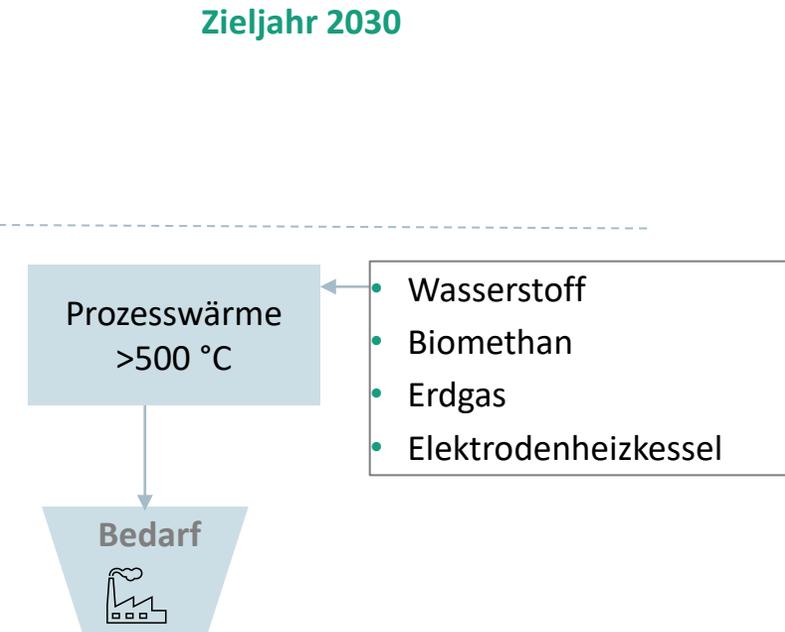
# Wärmetransformation

## Vereinfachte Betrachtungsebenen für die Wärmeversorgung

**Zentrale Versorgungsebene = Wärmenetze**  
(BRD ~ 14 % der Wohnungen)



**Dezentrale Versorgungsebene**  
Heizungsanlagen in Häusern,  
Thermische Industrieprozesse



### Modellierung nach Top-Down Ansatz:

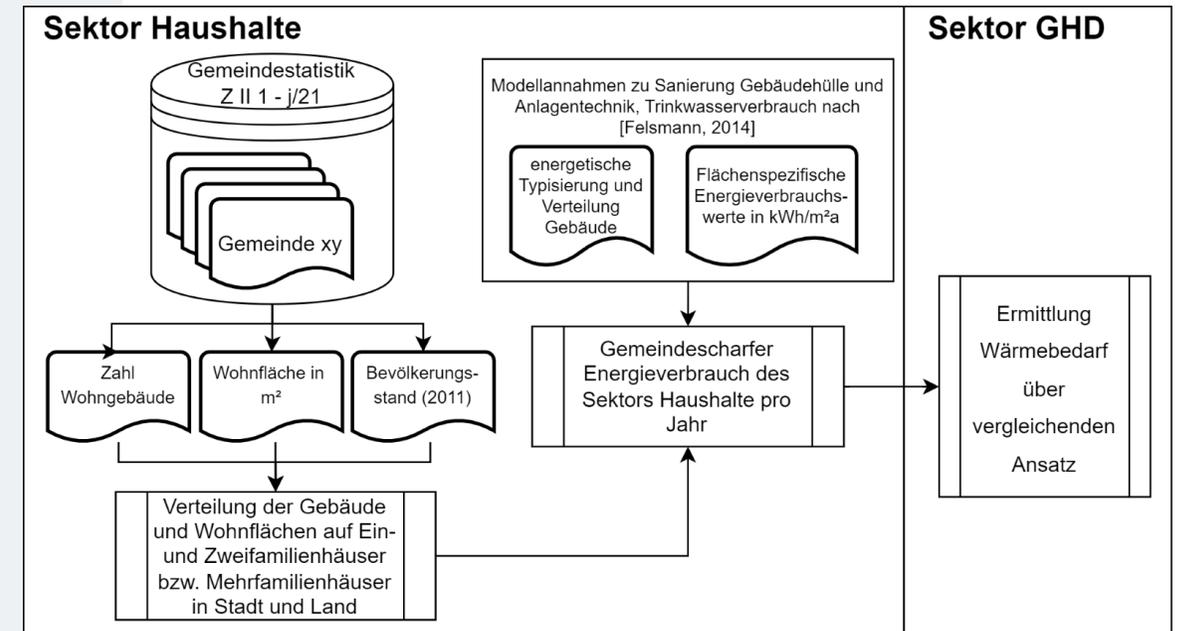
- keine detaillierte Betrachtung von Gebäuden und Infrastrukturen
- keine individuelle Überprüfung der Prozesse in den Industrien

# Wärmetransformation

## Eingangsdaten zur Abschätzung der Wärmebedarfe & Heizungstechnologien

### Schritt 1: Ermittlung der derzeitigen Bedarfe/Technologien

- Gemeindescharfe Betrachtung
- Dezentrale Wärmeversorgung:
  - Sächsische Gemeindestatistik<sup>a)</sup>: Wohnflächen/Gebäudetypen
  - Felsmann-Studie<sup>b)</sup>:  
Flächenspez. Wärmeverbräuche, Anteile der Heizsysteme
- Zentrale Wärmeversorgung:
  - Informationen von Energieversorgern im LK Görlitz zu Nah-/Fernwärmenetzen
- Gewerbe-Handel-Dienstleistungen:
  - vergleichender Ansatz (Bezug: Haushalte)
- Industrie:
  - Disaggregation von für den LK bekannten Verbrauchsdaten anhand gemeindescharfer Umsatzzahlen



a) C. Felsmann, E. Eckstädt, und D. K. Rühling, „Wärmeversorgung für Sachsen aus erneuerbaren Energien“, 2014

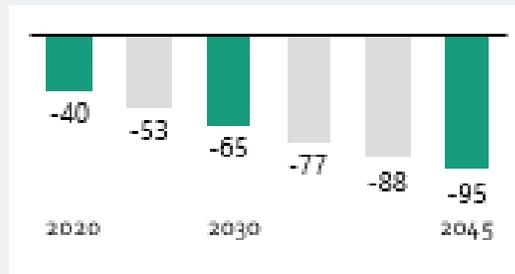
b) Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Sächsische Gemeindestatistik 2021

# Wärmetransformation

## Eingangsdaten zur Abschätzung der Wärmebedarfe & Heizungstechnologien

### Schritt 2: Prognosen und Annahmen (2030) zur Entwicklung von Wärmebedarfen und Energiepreisen

- Wärmebedarf im Gebäudebestand sinkt um 15 %
- Ausbau erneuerbarer Energien, Reduktion der THG Emissionen nach Zielen der Bundesregierung



Reduktion der THG Emissionen (Bezug: 1990)

- Entwicklung von Energiepreisen nach Fraunhofer ISE (2020)
- Potentiale für unterschiedliche EE-Technologien (Wärmepumpen, Biomasse, Geothermie, etc.)

### Annahmen zur Modellierung:

	Einheit	2020	2030
Biomasse, fest	EUR/MWh <sub>th</sub>	30	30
Biomethan	EUR/MWh <sub>gas</sub>	130	130
H <sub>2</sub> -Import	EUR/MWh <sub>gas</sub>	275	213
CH <sub>4</sub> -Import	EUR/MWh <sub>gas</sub>	423	328
Synth. Fuel	EUR/MWh <sub>gas</sub>	498	390
Strom	EUR/MWh <sub>el</sub>	48	61

Quellen: Eigene Analyse auf Basis Montel ; Philip Sterchele, Julian Brandes, Judith Heilig, Daniel Wrede, Christoph Kost, Thomas Schlegl, Andreas Bett, Hans-Martin Henning (2020): Anhang der Studie WEGE ZU EINEM KLIMANEUTRALEN ENERGIESYSTEM, Fraunhofer ISE.

# Wärmetransformation

## Modellierung der Entwicklung der Wärmeversorgung

### Schritt 3: Modellierung der Wärmeversorgung - Prognose zur Wärmetransformation über das lineare Optimierungsmodell R<sup>2</sup>EnSysMod

- Basierend auf den getroffenen Annahmen wird das Gesamtsystem ökonomisch optimiert (günstigste Lösung wird vorgeschlagen)
- Unterschiedliche Technologien zur Deckung der Energiebedarfe in Basis und Zieljahr werden simuliert.

#### Eingangsdaten:

- Ist-Stand 2020
- Entwicklung von Bedarfen und Endenergiepreisen



#### Prognose von:

- Wärmebedarfe in den unterschiedlichen Sektoren
- Veränderung der Erzeugertechnologien



#### Ableitung von:

- Entwicklung des Strombedarfes
- Entwicklung des Gasbedarfes und weitere Endenergieträger

**Veränderung der Energieinfrastruktur  
(Strom-, Gas- und Wärmenetze)**

# Wärmetransformation

## Modellierung der Wärmeversorgung

### Ergebnisdarstellung in drei Bereichen



Dezentrale Wärmeversorgung



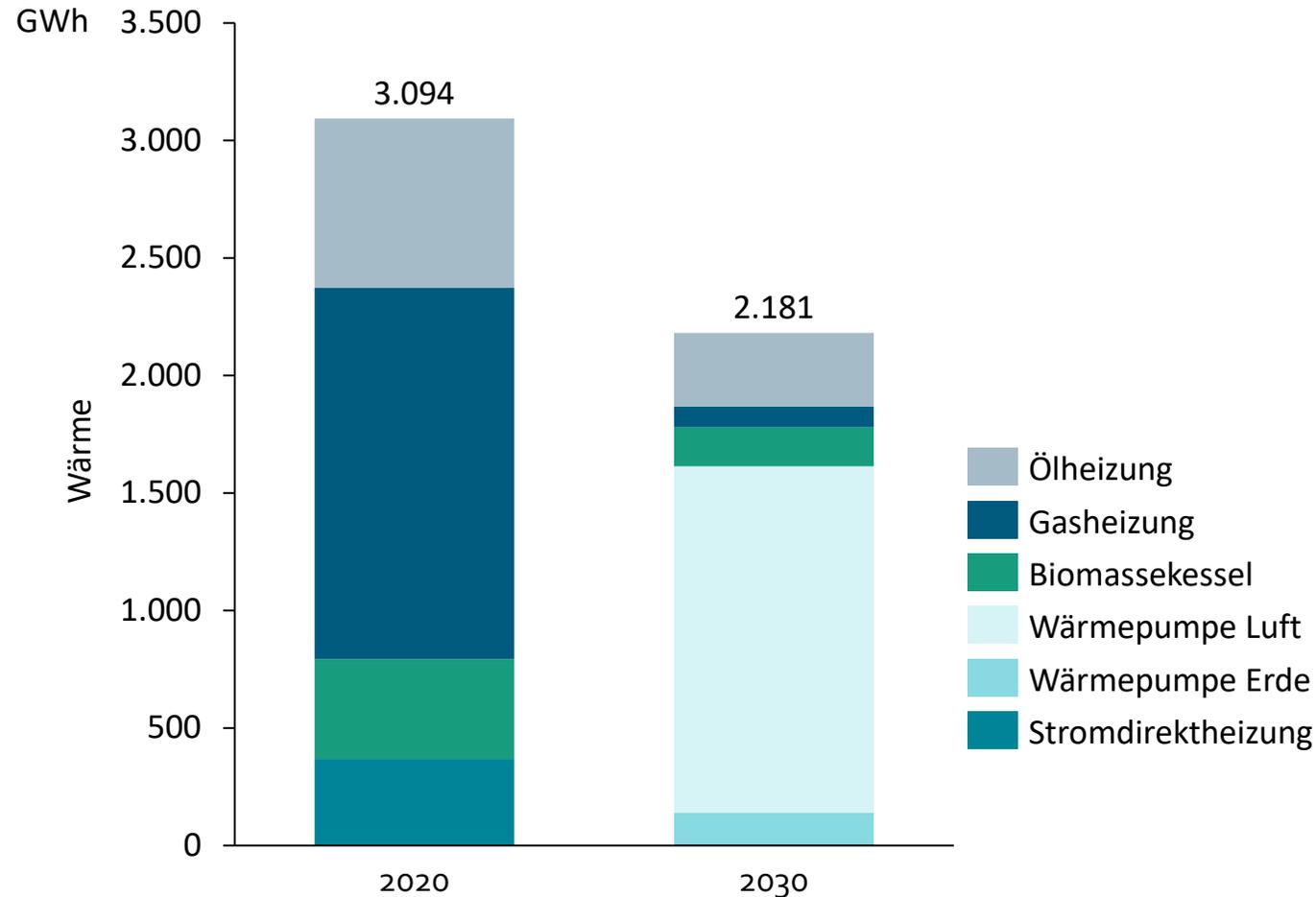
Zentrale Wärmeversorgung



Dezentrale Prozesswärme

# Wärmetransformation

## Modellergebnisse Entwicklung der dezentralen Wärmeversorgung



### Die Wärmeversorgung der einzelnen Haushalte & GHD:

#### Annahmen:

- Verminderung der Heizwärme um 15 % durch Sanierung von Häusern

#### Ergebnisse:

- Steigerung der Elektrifizierung um 83 %
- Verminderung der fossilen Brennstoffe Erdgas und Heizöl um 78 %
- Verminderung der Nutzung von Biomasse um 53% für dezentrale Versorgung

\*Darstellung der Endenergie im Diagramm.

# Wärmetransformation

## Modellierung der Wärmeversorgung

### Ergebnisdarstellung in drei Bereichen



Dezentrale Wärmeversorgung



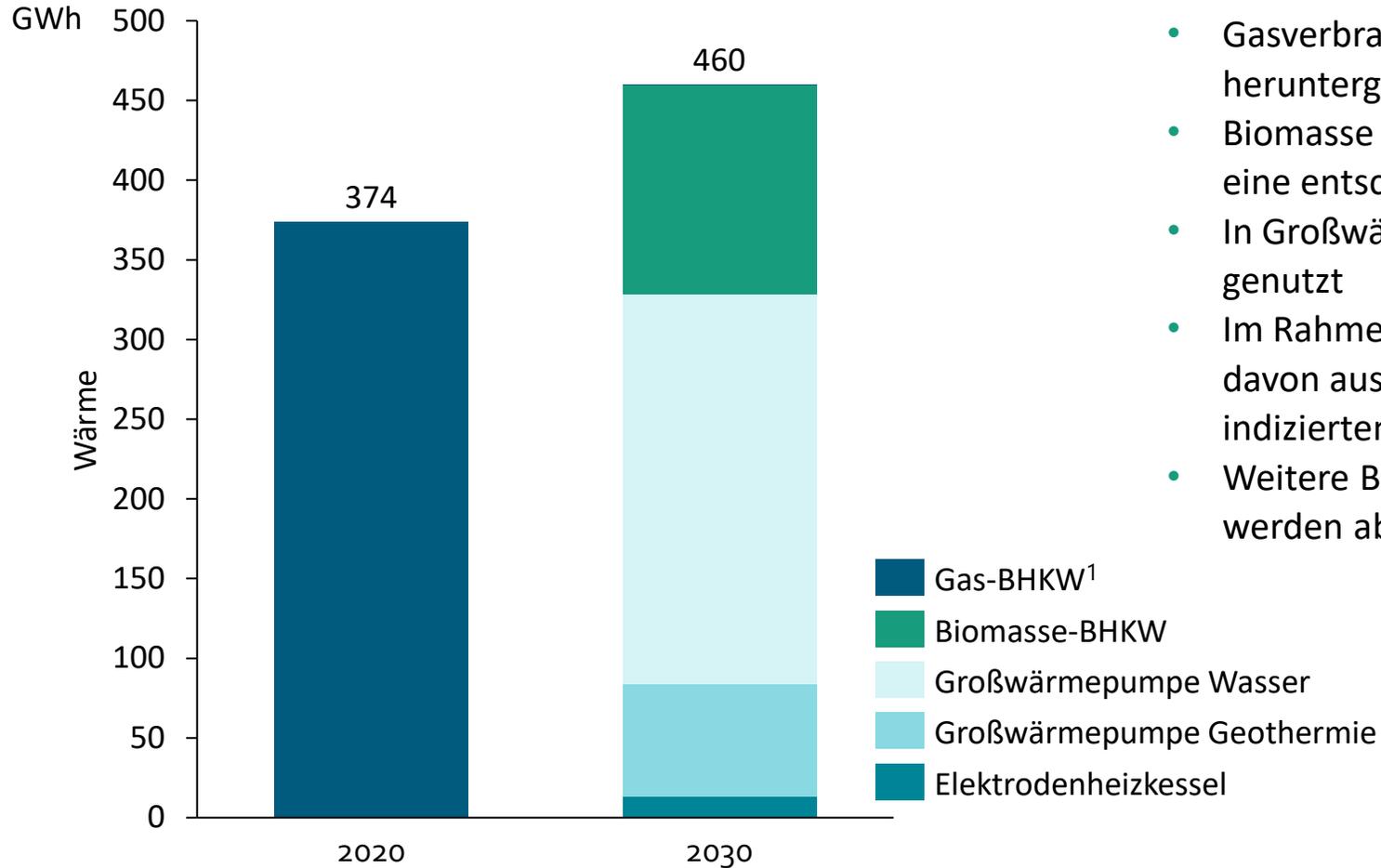
Zentrale Wärmeversorgung



Dezentrale Prozesswärme

# Wärmetransformation

## Modellergebnisse zukünftige Versorgung Zentrale Niedertemperatur (Wärmenetze)



- Gasverbrauch wird im Modell bis 2030 fast komplett heruntergefahren
- Biomasse spielt in der zentralen Wärmeversorgung eine entscheidende Rolle
- In Großwärmepumpen wird die Umweltabwärme genutzt
- Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist davon auszugehen, dass Ausbau über den hier indizierten stattfindet
- Weitere Bausteine der Versorgung sind erwartbar, werden aber vom Modell nicht gezogen

<sup>1</sup>Vereinfachend wird eine derzeitige Versorgung über 100% Erdgas angenommen.

*\*Darstellung der Endenergie im Diagramm.*

# Wärmetransformation

## Modellierung der Wärmeversorgung

### Ergebnisdarstellung in drei Bereichen



Dezentrale Wärmeversorgung



Zentrale Wärmeversorgung

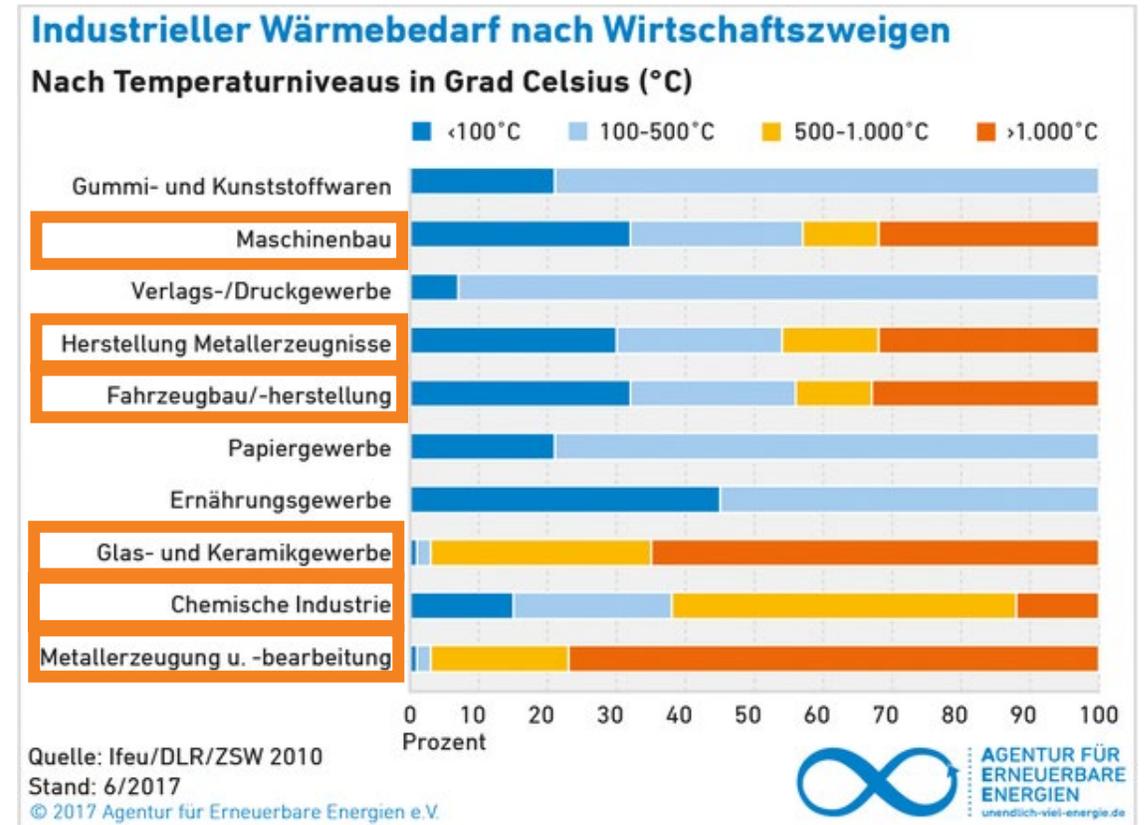


Dezentrale Prozesswärme

# Wärmetransformation

## Wärmeversorgung Prozesswärme (> 500 °C)

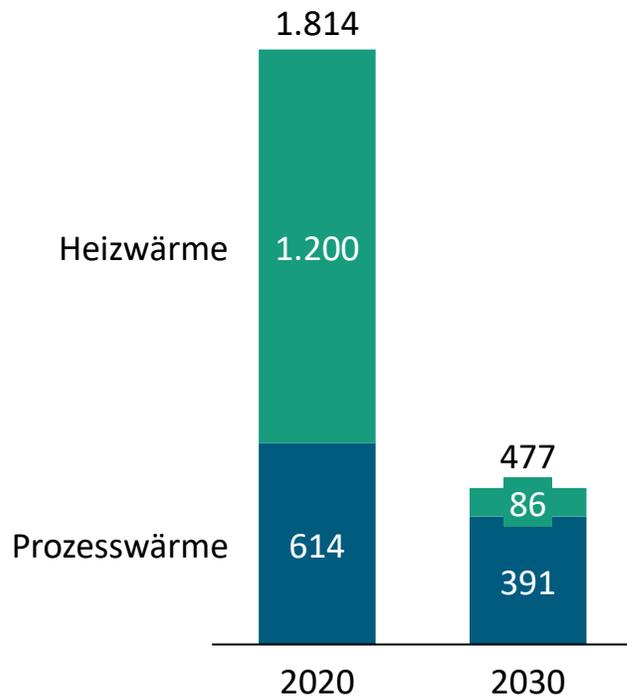
- Erneuerbare Technologien für den Hochtemperaturbereich > 500 °C sind limitiert (geringe Reife, Teuer, etc.)
- Betreffender Sektor im Landkreis Görlitz hat derzeit einen Wärmebedarf von > 403 GWh
- Derzeitige Versorgung fast zu 100 % über Erdgas
- Die wesentlichen Energieträger für Prozesswärme sind Biomethan, grüner Wasserstoff und ein paar strombasierte Technologien
- Im Modell wurde für 2030 (neben Erdgas) die Versorgung über Biomethan und grünen Wasserstoff ermöglicht



# Wärmetransformation

## Auswirkungen auf den Gasverbrauch

### Rückgang der Gasnachfrage im Modell

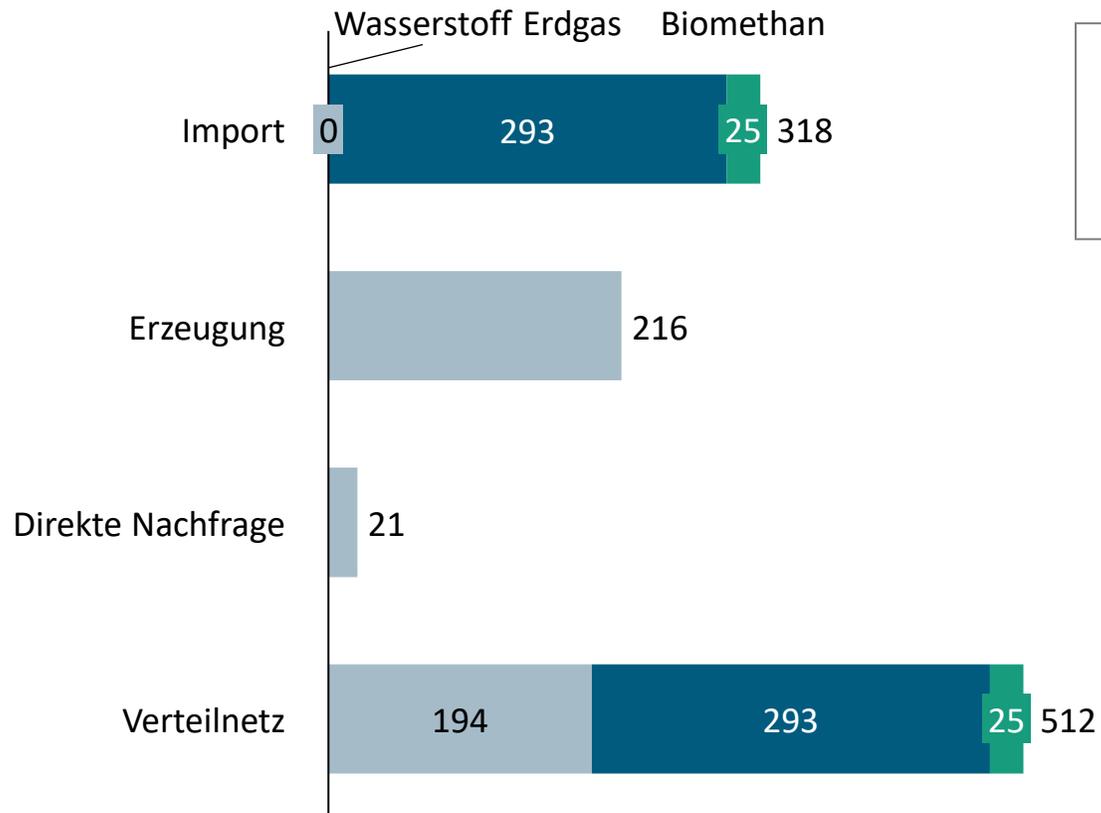


- Gasimporte gehen bis 2030 stark zurück (um etwa 74%)
- Bei der Heizwärme für private Haushalte geht der Gasverbrauch bis 2030 um bis zu 93 % zurück  
-> Ableitung: Großteile der Gasverteilnetze werden ebenfalls nicht mehr benötigt (genauere Aussagen bedürfen Analysen von detaillierten Netzkarten)
- Der Großteil des 2030 verwendeten Erdgases wird für den industriellen Prozesswärmebereich benötigt

# Wärmetransformation

## Gasförmige Energieträger

### Gasförmige Versorgung [GWh] in 2030

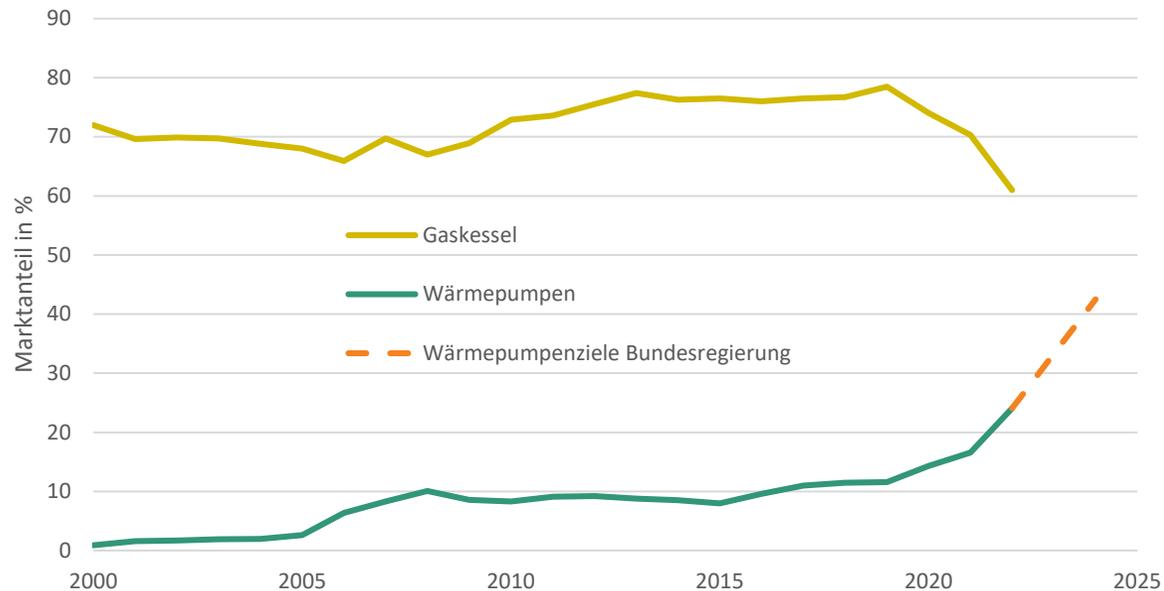


- 21 GWh H2 wird bis 2030 konkret nachgefragt, der Rest in das Gasnetz eingespeist und übernimmt dort einen Anteil von etwa 47% (technische Realisierbarkeit muss geklärt werden)
- Die Hochtemperatur Prozesswärme kann durch H2 Einspeisung zum Teil dekarbonisiert werden
- Biomethan übernimmt etwa 6% der gasförmigen Versorgung bis 2030

# Wärmetransformation

## Wärmeversorgung der privaten Haushalte

Marktanteile (Neuanlagen) Gaskessel und Wärmepumpen 2000-2022 BDH vs. Wärmepumpenziele der Bundesregierung



Quellen: BBHC Analyse auf Basis Bundesverbandes der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) 2023



Bereits im Jahr 2022 gab es eine deutliche Marktverschiebung in Richtung Wärmepumpen. Mit den klimapolitischen Zielen der EU und des Bundes wird sich dieser Trend fortsetzen.

### Modellergebnisse im Kontext

- Modellergebnisse spiegeln den Trend für Neuanlagen wider
- Tatsächliche Umrüstung des Bestandes hängt von sozio-ökonomischen Aspekten und Fördermaßnahmen ab

# Wärmetransformation

## Wärmeversorgung der privaten Haushalte

### Eckpunkte der GEG-Reform

- ▶ Ziel: Klimaneutraler Gebäudebestand bis 2045
  - ▶ 65 % EE-Vorgabe für neue Heizungen ab 2024
  - ▶ Eingeschränkte Erfüllungsoptionen für 65% EE-Vorgabe, insbesondere für Neubau
  - ▶ Keine fossil betriebenen Heizungsanlagen ab 2045
  - ▶ Umfassendes Betriebsverbot für Heizkessel, die älter als 30 Jahre sind
  - ▶ Effizienter Betrieb von Heizungsanlagen
- Diese Regelungen werden im Modell nur implizit (Gaskessel können nicht neu gebaut werden) und nicht explizit betrachtet (hohe Flugebene)
  - Der Bestand von fossil betriebenen Heizungstechnologien nimmt bis 2030 im Modell um über 25 % ab

### Preisentwicklungen im Modell

Erdgas	↗
Biomasse, fest	↗
Biomethan	→
H2-Import	↓
CH4-Import (synth.)	↓
Synth. Fuel	↘
Strom	↗

# Wärmetransformation

## Kommunale Wärmeplanung

### Im vorgestellten Projekt:

#### Prognose ausgehend von *Top-Down* Betrachtung:

- Auflösung auf Gemeindeebene - Betrachtung größerer Gebiete möglich (z. B. ganzer Landkreis)
- Optimierungsmodell mit Annahmen und Limitierungen
- Beschreibung der großen Trends (Zielerreichung und Dauer von vielen weiteren Einflüssen abhängig)

### Ergebnisse:

- ▶ Bestandsanalyse, Treibhausgasbilanz
- ▶ Potenzialanalyse Einsparung und Erzeugung EE/Abwärme
- ▶ Entwicklung Strategie und Maßnahmenkatalog (Fokusgebiete)
- ▶ Beteiligung relevanter Akteure
- ▶ Verstetigung, Controlling, Kommunikation

### Ausblick:

#### Umsetzung mit *Bottom-Up* Ansatz:

- Planung der zukünftigen Versorgung für gesamte Kommune
- Gebäudescharfe/Quartierscharfe Betrachtung notwendig
- Tatsächliche Gegebenheiten müssen analysiert werden

### Ergebnis: Konkrete Handlungsempfehlungen für Netzausbau und dezentrale Heizungen



# Wärmetransformation

## Förderung Wärmenetze

- Modell liefert mögliches und nach ökonomischen Aspekten optimiertes Szenario
- Wirkliche Transformationsmöglichkeiten müssen in Fallstudien untersucht werden
- Derzeit diverse Fördermöglichkeiten, um solche Studien zu unterstützen

### Kommunalrichtlinie (KRL)

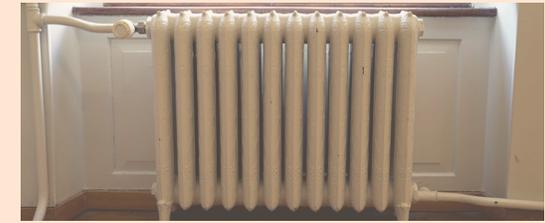
- **Ziel: Wärmeversorgung (zentral & dezentral)**
- Vollfinanzierung bis 12/23 möglich, BMWK
- ▶ Strategische Klimaschutzmaßnahmen
  - **Kommunale Wärmeplanung**
  - Energie- und Umweltmanagement
  - Machbarkeitsstudien, Fokus-, Klimaschutz-, Vorreiterkonzepte
- ▶ Investive Maßnahmen
  - Klimatechnik, Beleuchtung, Mobilität, Abfall, Abwasser und Trinkwasser

### Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

- **Ziel: Netzausbau und Umbau definieren**
- Vorgängerrichtlinie Wärmenetzsysteme 4.0, BAFA
- ▶ Transformationspläne und Machbarkeitsstudien (max. 50%, bis € 2 Mio.)
- ▶ Systemische Förderung f. Neubau u. Bestandsnetze, Einzelmaßnahmen (Transformationsplan bzw. Zielbild Voraussetzung) (je max. 40%, bis € 100 Mio.)
- ▶ Betriebskostenförderung (Solarthermie/Großwärmepumpen)

# Strategieempfehlung Wärmetransformation

## Ergebnisse und Empfehlungen auf einen Blick



Veränderung der Wärmeversorgung für Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD) und Industrie bis 2030?



- Dezentrale Wärmeversorgung der Haushalte über Wärmepumpen, Holzpellets, Solarthermie etc.
- Ausbau von regenerativen Wärmenetzen (u.a. Quartierslösung) zunehmend wichtig
- Kombination mehrerer Wärmequellen wird zukünftig immer wichtiger (z. B. mehrere Quellen von Umweltabwärme)
- Gasverteilnetze verlieren ihre Wichtigkeit

*Einfluss auf die Entwicklung von Energieinfrastrukturen (z.B. Gasnetze)?*

Steigerung der Elektrifizierung um 83% (Wärmepumpen)

-> **Stromnetzausbau wichtig**

Steigerung der Nutzung von Wärmenetzen um 19%  
(Görlitz und Krauschwitz)

-> **Wärmenetzausbau zu bewerten und zu fördern**



Verminderung des Wärmebedarfs (durch Sanierung)

Verminderung der fossilen Brennstoffe (Heizöl und Erdgas)

-> **Gasnetze verlieren an Bedeutung für dezentrale Versorgung**

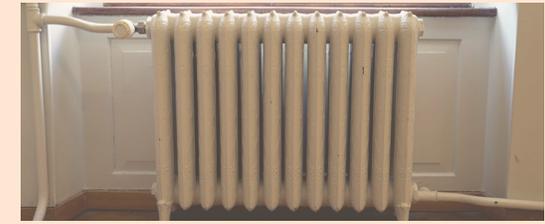


- Dekarbonisierung der Hochtemperaturprozesswärme wird eine Herausforderung (aber auch eine Chance)
- Vorhandensein von lokal erzeugten regenerativen Energien kann ein Grund für neue Industrieansiedlung sein
- Gasförmige Energieträger wie Biomethan und Wasserstoff vor allem auch nach 2030 immer wichtiger

-> **Aufbau eines lokalen Wasserstofftransportnetzes zur Versorgung der Industrie wichtig**

# Strategieempfehlung Wärmetransformation

Ergebnisse und Empfehlungen auf einen Blick



## Konkrete Handlungsempfehlungen



**Ergebnisse konkretisieren**, Daten in diesem Projekt wurden auf Gemeindeebene betrachtet



**Anträge zur kommunalen Wärmeplanung stellen:**

**Zusammenschuss von Kommunen wichtig (für günstige und schnelle Durchführung)**

-> gemeinsame, zentrale Datensammlung

ENO und Landkreis können dies vermittelnd unterstützen

-> Hilfe bei Fördermittelbeantragung

-> Informationsbereitstellung

-> Auswahl und Kontaktmanagement mit externen Einrichtungen zur Durchführung der kommunalen Planung

### 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO)

#### Nachmittagsblock

#### Studienergebnisse, Chancen und Potenziale für den Landkreis Görlitz

13:00 Uhr	<b>Begrüßung</b> <i>Dezernent Thomas Rublack (Dezernat 3, Landkreis Görlitz)</i>
13:15 Uhr	<b>Hintergrund und Umfang des Energiegesamtkonzepts (20 Minuten)</b> <i>Lisa Bergmann (ENO mbH), Ella Middelhoff (BBHC)</i>
13:35 Uhr	<b>Ausbau Erneuerbarer Energien und der Stromnetze (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Dr. Elena Timofeeva (Fraunhofer IEG)</i>
13:55 Uhr	<b>Transformation der Wärmeversorgung (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Prof. Dr.-Ing. Matthias Kunick (HSZG)</i>
14:15 Uhr	<i>Pause (20 Minuten)</i>
14:35 Uhr	<b>Potenziale zur Erzeugung und Nachfrage von grünem Wasserstoff (20 Minuten)</b> <i>Martin Herling (HSZG), Dr. Clemens Schneider (Fraunhofer IEG)</i>
14:55 Uhr	<b>Chancen für mehr regionale Wertschöpfung im Landkreis Görlitz (20 Minuten)</b> <i>Björn Drechsler (Fraunhofer IEG)</i>
15:15 Uhr	<b>Fragen und Diskussion</b>



# Potenziale zur Erzeugung und Nachfrage von grünem Wasserstoff

—  
Martin Herling (HSZG), Dr. Clemens Schneider (Fraunhofer IEG)

Ergebnispräsentation zum 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO), Görlitz

27. Juni 2023

# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Hintergrund



- Klima- und Energiekrise fordert auch eine Dekarbonisierung der Industrie (Transformation von Wertschöpfungsketten und individueller Produktionsverfahren)
- Besonders im Bereich der Prozesswärme (Hochtemperatur) spielt Wasserstoff zukünftig eine wichtige Rolle
- Um den Einsatz von Wasserstoff für die lokale Industrie zu bewerten, müssen der techno-ökonomischen Rahmen, sowie der Zweck der Nutzung (energetisch oder stofflich), Transport, Temperaturniveaus und Technologiealternativen berücksichtigt werden
- Für Deutschland prognostiziert die HyPAT Studie\* einen Wasserstoffbedarf von 250 TWh für die Industrie (stoffliche Nutzung und Industrieöfen), weitere Bedarfe entstehen im Bereich des internationalen Flug- und Schiffsverkehrs

### Projektfragestellungen:

- Wasserstoffbedarf und -herstellungspotential besteht im Landkreis Görlitz bis 2030?
- Wasserstoffbedarf für die Dekarbonisierung von Hochtemperaturprozessen?
- Erzeugungspotential Wasserstoff im Landkreis Görlitz? (theoretische Abschätzung der Wasserstofferzeugungskapazitäten nach Nutzung aller verfügbaren Freiflächen)

\* Riemer, M.; Zheng, L.; Eckstein, J.; Wietschel, M.; Pieton, N.; Kunze R. (2022): [Future hydrogen demand: A cross-sectoral, global meta-analysis](#). HYPAT Working Paper 04/2022. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.).

# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Wasserstoff für die Industrielle Dekarbonisierung im Landkreis Görlitz

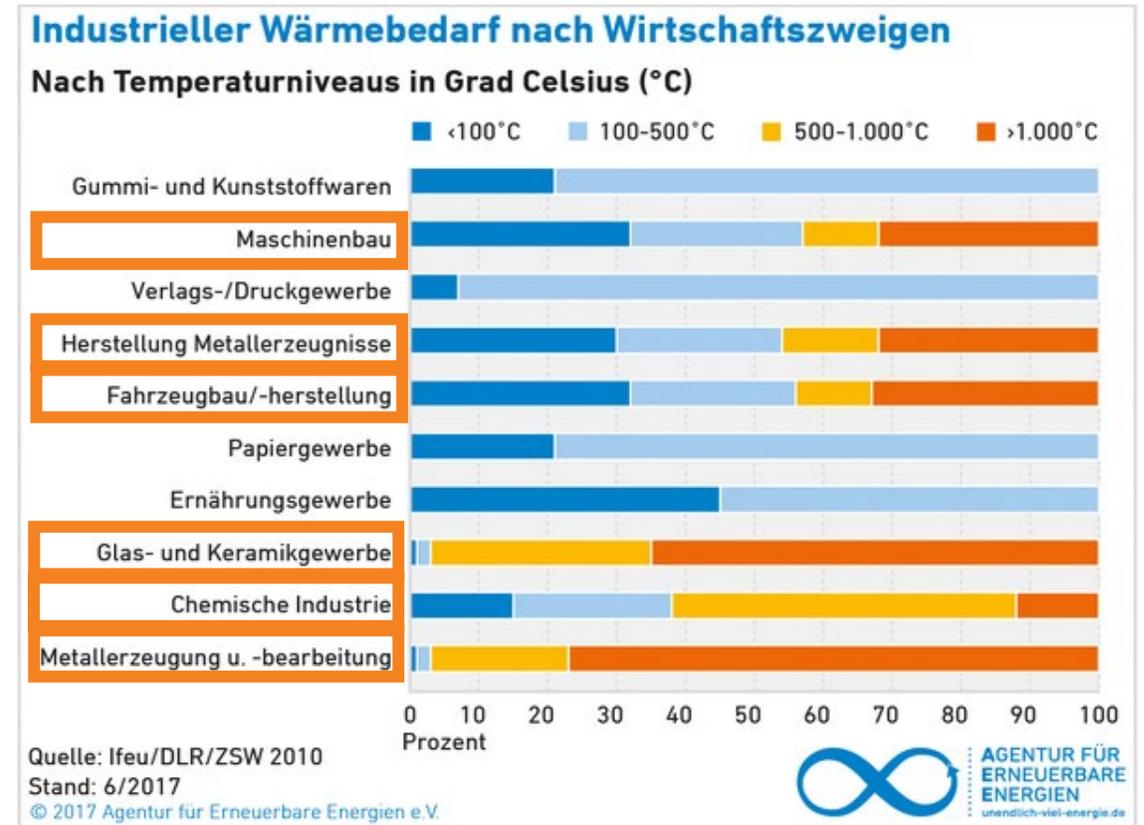


### Wie viel Wasserstoff wird lokal benötigt?

- Besonders wichtig ist der Einsatz von Wasserstoff in den Industrien mit Prozesswärme (Hochtemperatur)
- Diese Prozesse werden bisher i.d.R. über Gaskessel versorgt
- Wasserstoff könnte als Alternative in den gleichen Technologien eingesetzt werden (Vorteil: keine/geringe Veränderungen der lokalen Prozesse)

### Derzeitige Prozesswärme (> 500°C) im Landkreis Görlitz

- Gasverbrauch für die gesamte Industrie: 735,7 GWh/Jahr
- Derzeitiger **abgeschätzter** Gasverbrauch für Hochtemperatur Prozesswärme: 364,7 GWh/Jahr
- Möglicher Wasserstoffbedarf: 335 GWh/Jahr (6.500 t)

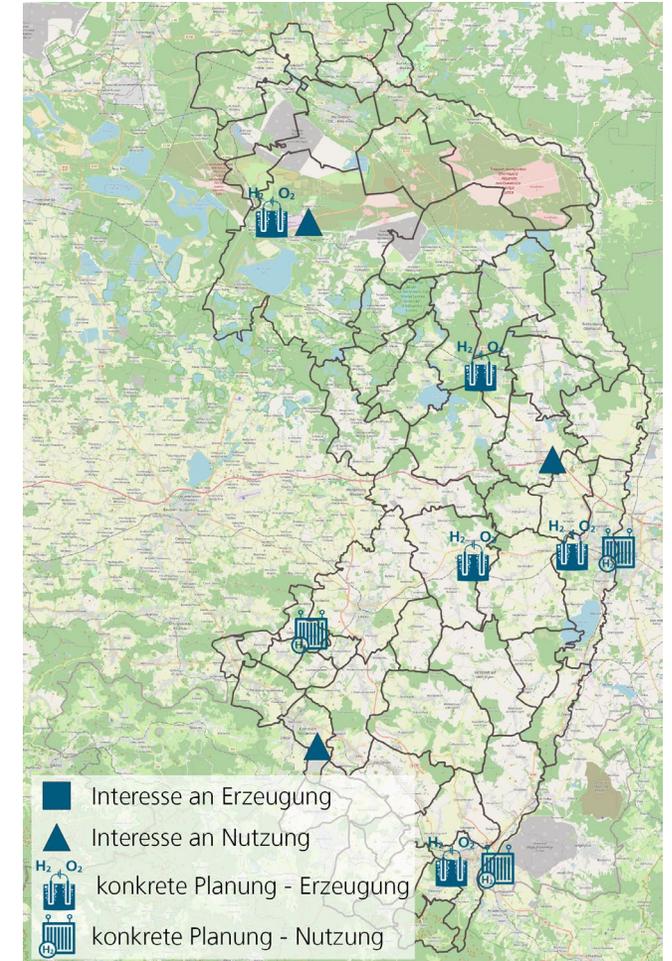


# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Wasserstoffvorhaben im Landkreis Görlitz bis 2030

- Bis 2030 sind nur wenige konkrete Wasserstoffvorhaben im Landkreis Görlitz geplant
- Geplant wird bis 2030 Elektrolyseure mit einer Leistung von ca. 35 MW an 5 Standorten zu installieren
- Geplant wird an 4 Standorten bis 2030 ca. 120 Tonnen Wasserstoff pro Jahr zu nutzen
- Weitere Vorhaben kommuniziert, allerdings frühe Konzeptphase (angedacht)

Kategorie	Standorte	Kapazität bis 2030	Umsetzungsjahr
Produktion, geplant	Boxberg, Görlitz, Niesky, Reichenbach, Zittau	35 MW	2023 - 2030
Produktion, angedacht	-	100 MW	-
Nachfrage, geplant	Görlitz, Löbau, Zittau	120 t/a	2025 - 2030
Nachfrage, angedacht	-	5400 t/a	-



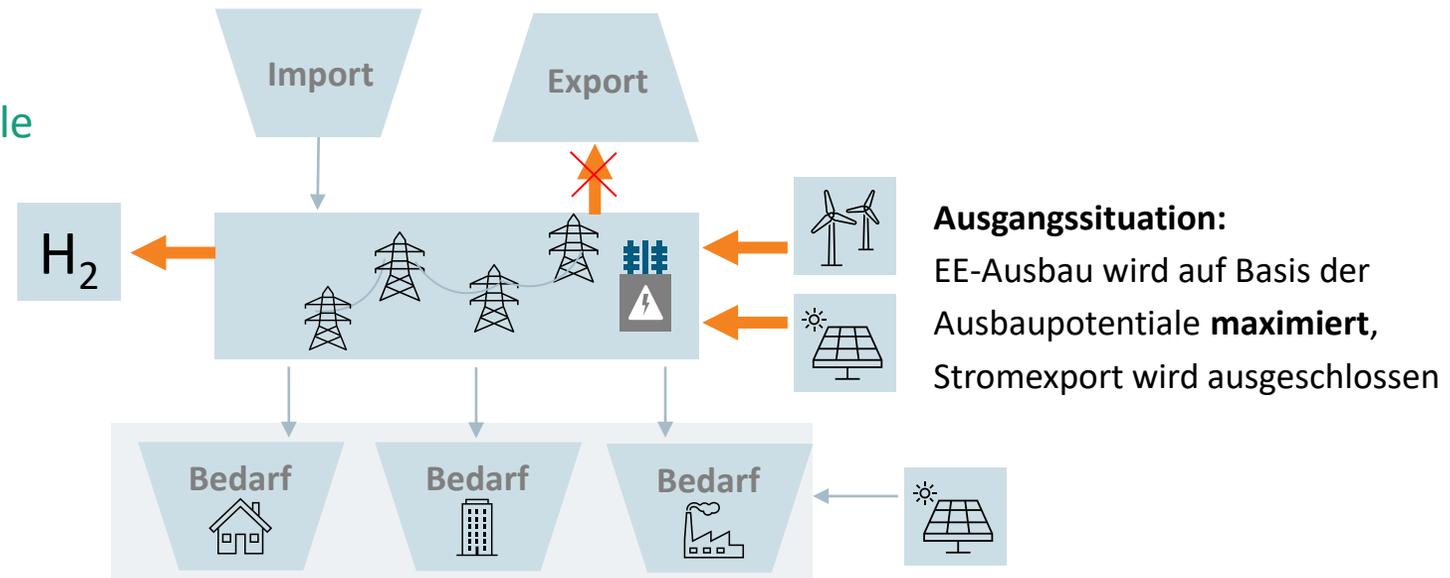
# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Wasserstoffherzeugungspotentiale

- Wasserstoff kann importiert werden oder unter Einsatz von Elektrolyseuren lokal erzeugt werden
- Transport von Wasserstoff kann über Trailer-Systeme oder ein Gasnetz erfolgen, um Kosten zu minimieren, sollten Entfernungen minimiert werden
- Ökonomischer Bau von Elektrolyseuren wird vor allem durch den Kapazitätsfaktor (Einsatz in Anzahl der Stunden pro Jahr) sowie Investitionskosten pro Einheit installierter Leistung beeinflusst
- Strom-Import-, Export- und Erzeugungskapazitäten in den einzelnen Clustern im Landkreis Görlitz sind entscheidend für den möglichen Kapazitätsfaktor

## Progressive Betrachtung Wasserstoffherzeugungspotentiale

Ungenutzter Strom wird für die lokale Erzeugung von Wasserstoff genutzt



# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Methodisches Vorgehen



1) Alle EE-Ausbau Möglichkeiten (PV und Wind) werden genutzt und komplett ausgebaut (im Unterschied zum Basisszenario, bei welchem nur konkrete Projekte umgesetzt werden)



2) Stündliche Stromerzeugungskapazitäten werden errechnet und der stündliche Strombedarf in den Clustern abgezogen



3) Gesamte Strommenge, die nicht genutzt wird, wird zur Erzeugung von Wasserstoff angesetzt



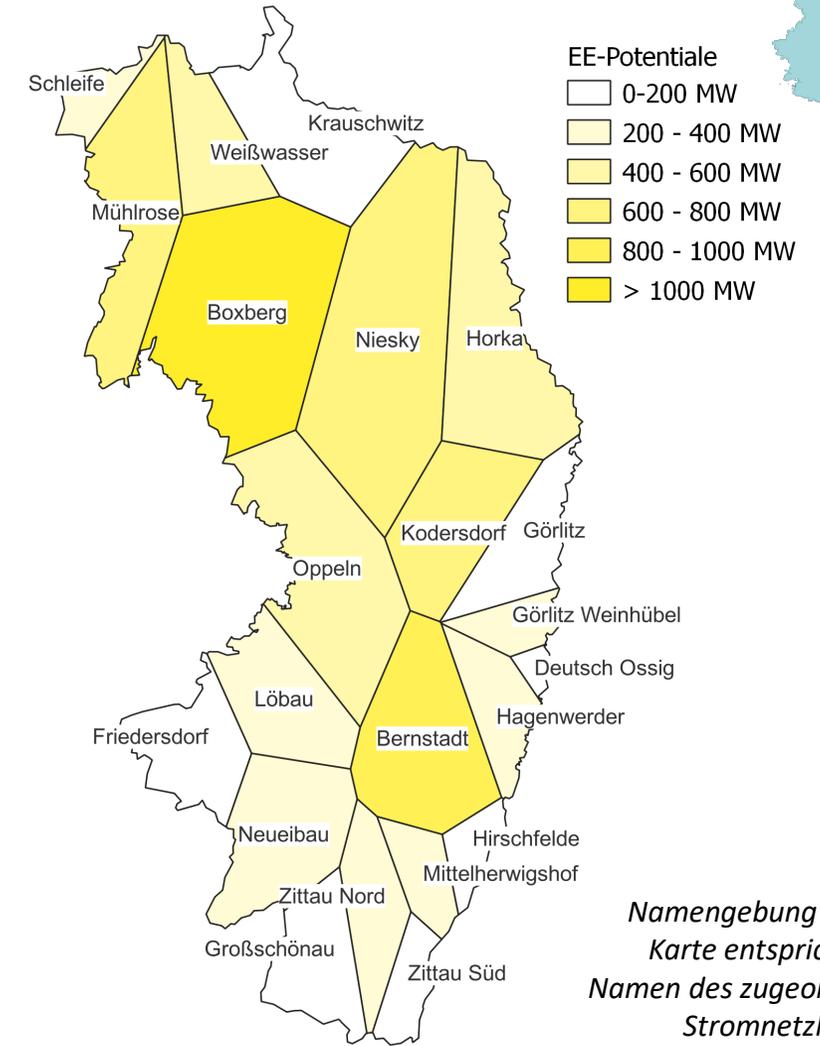
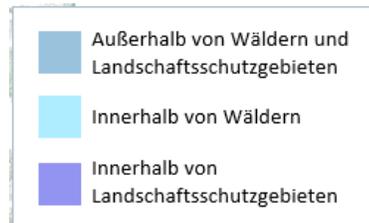
4) Erzeugbare Wasserstoffmenge wird dann durch verschiedene limitierende Annahmen reduziert

# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## EE-Potentiale

### Maximaler EE-Ausbau

- Möglicher EE-Ausbau von 8,4 GW (1,8 GW PV und 6,6 GW Wind)
- konkrete Projekte umfassen bisher aber nur 1,5 GW (0,6 GW PV und 0,9 GW Wind) bis 2030

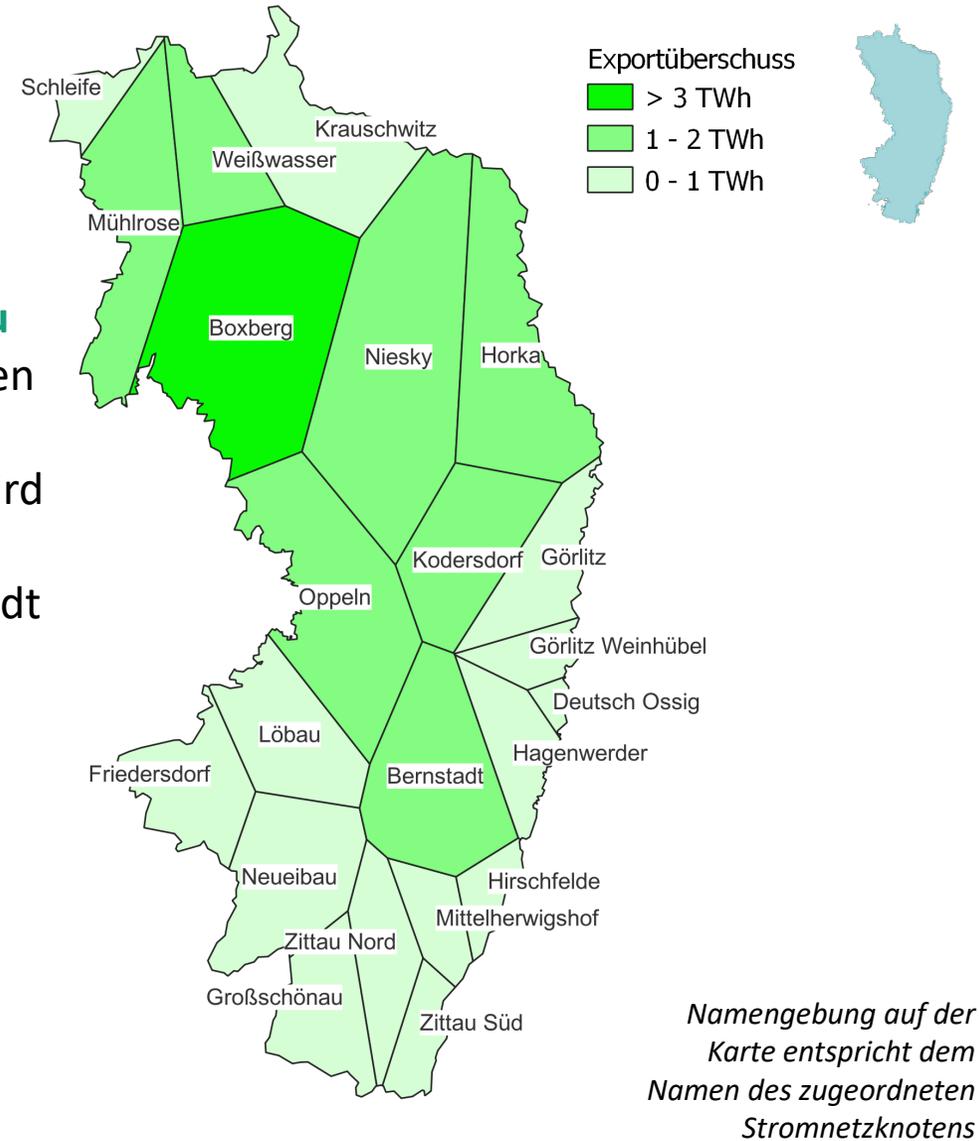


# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Wasserstoffherzeugungspotentiale

### Stromerzeugungsüberschuss je Umspannwerk bei maximalem EE-Ausbau

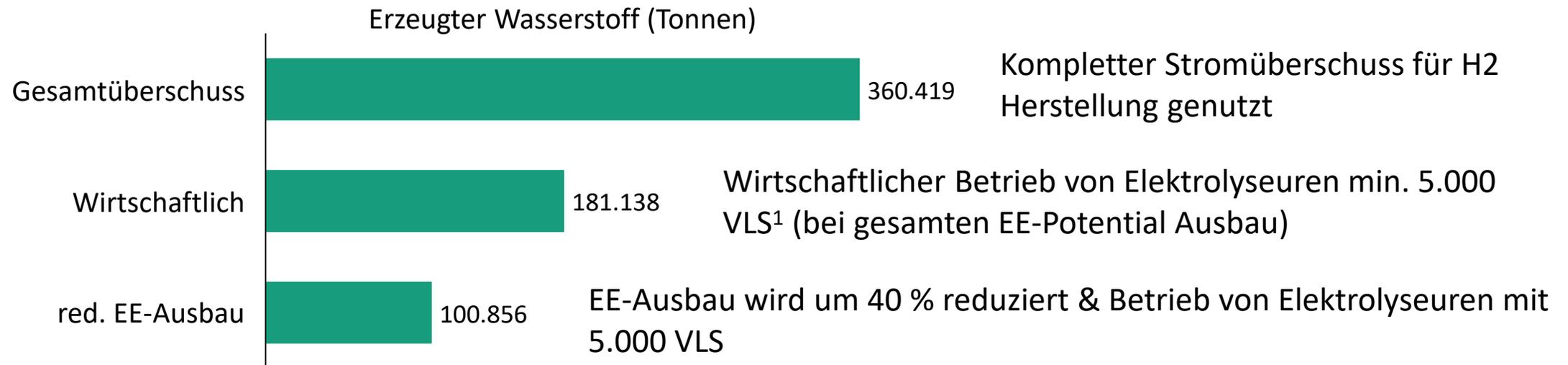
- Elektrolyseursstandorte werden über die Stromexporte an den einzelnen Umspannwerken ermittelt
- An allen Umspannwerken wird mehr EE-Strom generiert, als genutzt wird (gesamte Exportmenge an Strom von 18,3 TWh)
- Besonders stechen die Umspannwerke Boxberg, Mühlrose und Bernstadt hervor, die zusammen ca. 40 % der Stromexporte ermöglichen -  
> besonders hervorzuheben als mögliche Elektrolyseurs-Standorte bei entsprechendem EE-Ausbau



# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Wasserstofferzeugungspotentiale

### Wasserstofferzeugungspotentiale mit erhöhtem EE-Ausbau



# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

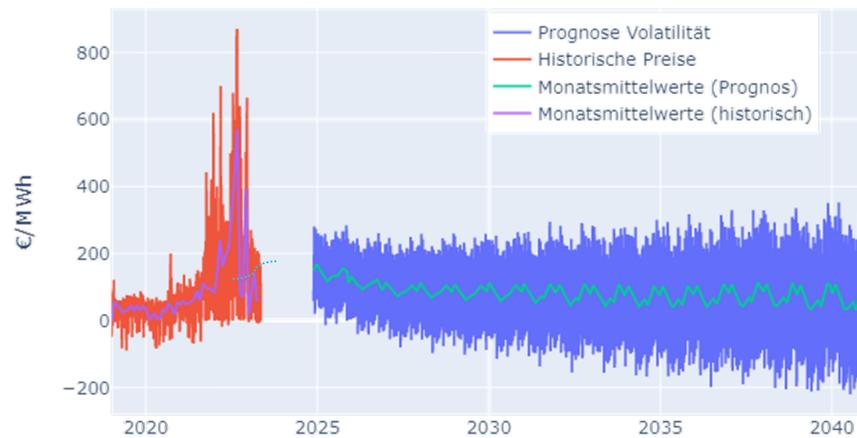
## Wasserstofferzeugungspotentiale

### Exkurs Kapazitätsfaktor / Volllaststunden

#### Abhängigkeit Betrieb vom Strompreis:

- Prognose Strompreis (Brutto): Preisniveau, Volatilität
- Je nach Grenzpreis eher intermittierender Betrieb zu erwarten

Prognose Strompreise inkl. Volatilität



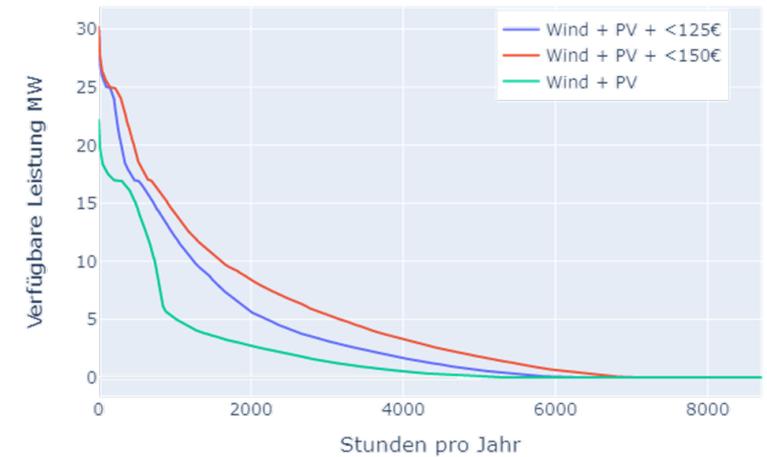
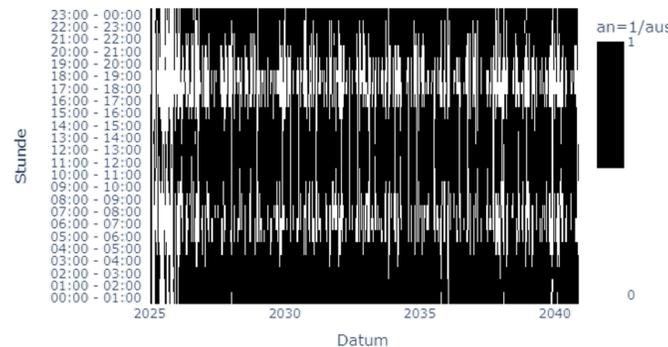
\* auf Basis Prognos i.A. VBW

#### Abhängigkeit erneuerbare Erzeugung:

- Beispiel mit 25MWp Wind (Abregelung bis 8MW), 6MWp PV (Komplettnutzung)
- Leistungsspitzen nur an wenigen Stunden im Jahr
- Nennleistung bei hoher Volllaststundenzahl trotz Vermarktungsoportunität gering

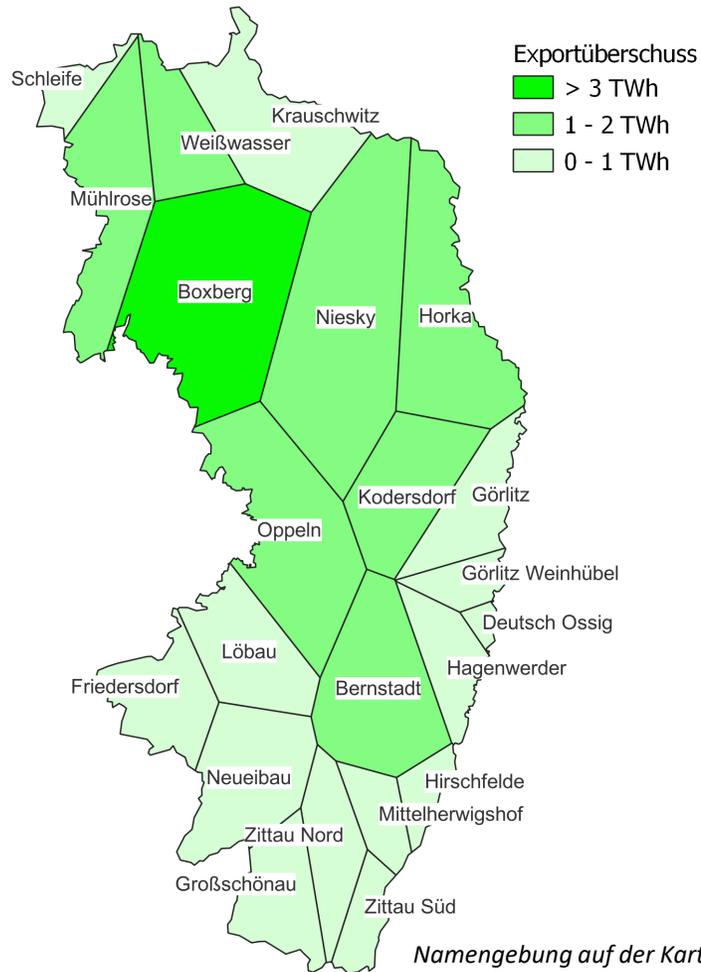
Jahresdauerlinie Windspitzen + PV + Vermarktungsoportunität

Betriebsstatus Elektrolyseur, Beispiel Grenzpreis 125€

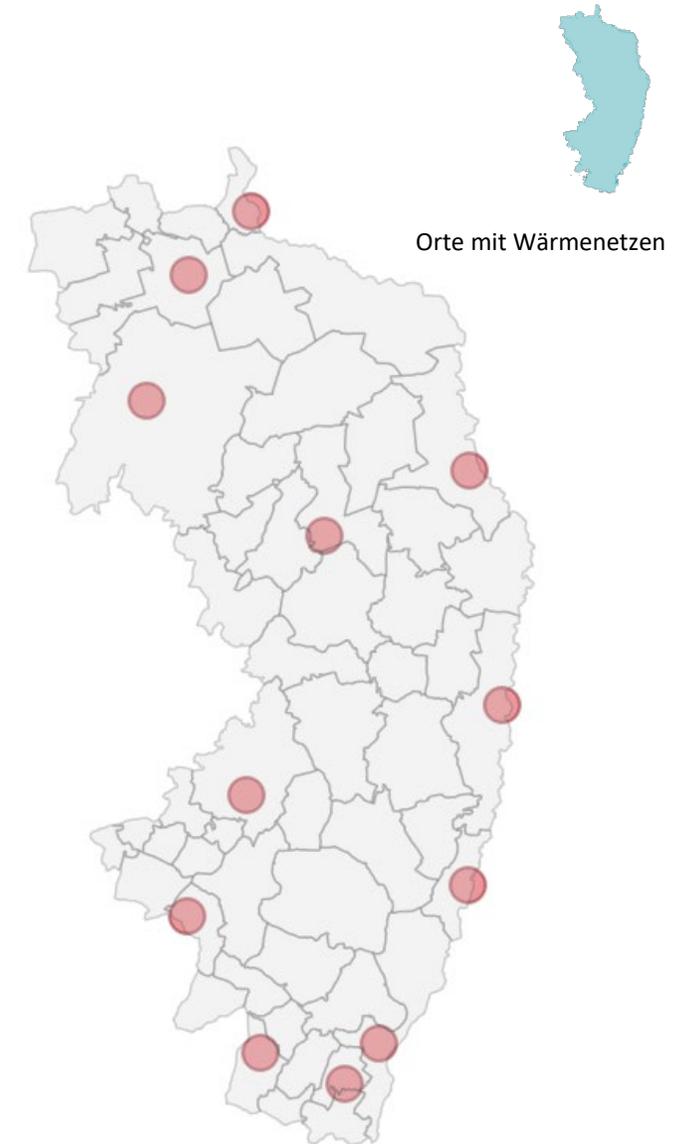
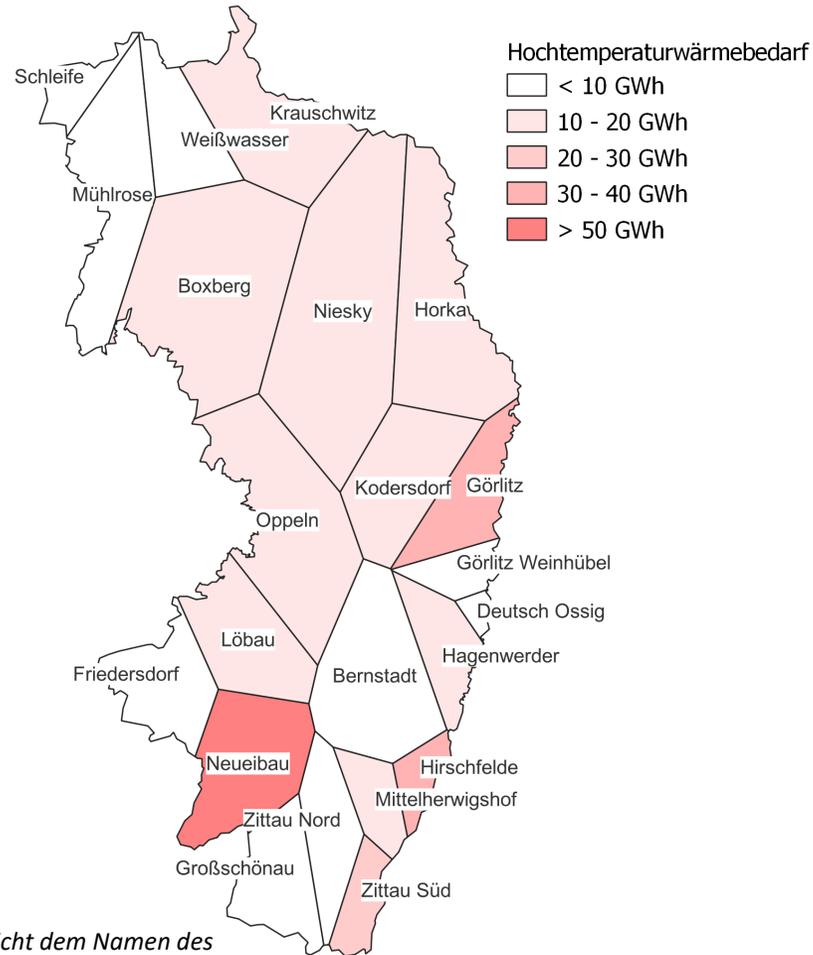


# Wasserstoff im Landkreis Görlitz

## Standortindikation



Namengebung auf der Karte entspricht dem Namen des zugeordneten Stromnetzknottens



# Strategieempfehlung Wasserstoff

## Ergebnisse und Empfehlungen auf einen Blick

Wasserstoffbedarf und -herstellungspotential besteht im Landkreis Görlitz bis 2030?

**5** konkrete Wasserstoffvorhaben im Landkreis Görlitz bis 2030 mit einer Gesamtleistung von 35 MW

in Görlitz, Reichenbach, Zittau, Boxberg und Niesky

**4** konkrete Wasserstoffnachfrager im Landkreis Görlitz bis 2030 mit einer Gesamtnachfrage von 120 Tonnen

Wasserstofferzeugungskosten sind bis 2030 zu hoch, um vom Modell ausgebaut zu werden.

Erzeugungspotential Wasserstoff im Landkreis Görlitz?

Bis zu 18,3 TWh an Stromexporten im Landkreis Görlitz bei Nutzung der kompletten EE-Potentiale im Landkreis zur theoretischen Erzeugung von Wasserstoff



Wasserstoffbedarf für die Dekarbonisierung von Hochtemperaturprozessen?



Für eine erfolgreiche Energiewende ist vor allem die Erstellung eines Gesamtkonzepts für die Versorgung der Industrie mit Prozesswärme im Hochtemperaturbereich wichtig  
Bis 2045 könnten etwa 335 GWh (6.500 Tonnen) Wasserstoff benötigt werden

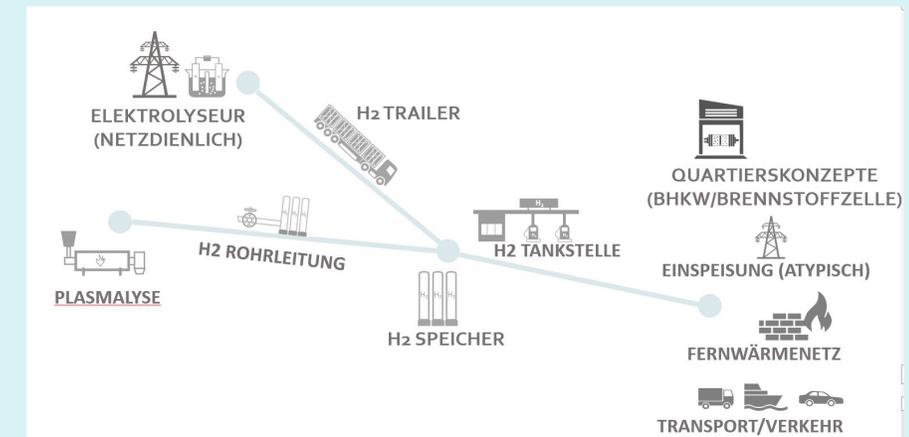


Um den Prozess zu beschleunigen, sollten vor allem Elektrolyseure in Regionen mit vielen Industrien im Hochtemperaturbereich realisiert werden

Besonders hervorzuheben sind hierbei die Regionen um Ebersdorf-Neugersdorf, Görlitz, Zittau und Weißwasser



Besonders wichtig ist auch die Entwicklung einer integrierten Wasserstoffstrategie zur Versorgung dieser Standorte, bei denen verschiedene Transport- und Speichermöglichkeiten verglichen werden



# Strategieempfehlung Wasserstoff

Ergebnisse und Empfehlungen auf einen Blick



## Konkrete Handlungsempfehlungen:

**Standortfrage** gezielt adressieren



Identifizieren & Ausweisen besonders geeigneter Standorte, Erzeuger, Versorger, Abnehmer an einen Tisch

**"Ei-Henne-Hahn"-Problem** aufbrechen: Angebot, Transport, Nachfrage



Standortbezogene Entwicklung des Geschäftsmodells mit den Akteuren vor Ort um im ersten Schritt lokale Demonstratoren umzusetzen

**Politik in die Pflicht** nehmen



Kommunikation von Genehmigungsverfahren und Voraussetzungen (z. B. Genehmigungsleitlinie)  
Förderung für Pilotprojekte einfordern

### 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO)

#### Nachmittagsblock

##### Studienergebnisse, Chancen und Potenziale für den Landkreis Görlitz

13:00 Uhr	<b>Begrüßung</b> <i>Dezernent Thomas Rublack (Dezernat 3, Landkreis Görlitz)</i>
13:15 Uhr	<b>Hintergrund und Umfang des Energiegesamtkonzepts (20 Minuten)</b> <i>Lisa Bergmann (ENO mbH), Ella Middelhoff (BBHC)</i>
13:35 Uhr	<b>Ausbau Erneuerbarer Energien und der Stromnetze (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Dr. Elena Timofeeva (Fraunhofer IEG)</i>
13:55 Uhr	<b>Transformation der Wärmeversorgung (20 Minuten)</b> <i>Ella Middelhoff (BBHC), Prof. Dr.-Ing. Matthias Kunick (HSZG)</i>
14:15 Uhr	<i>Pause (20 Minuten)</i>
14:35 Uhr	<b>Potenziale zur Erzeugung und Nachfrage von grünem Wasserstoff (20 Minuten)</b> <i>Martin Herling (HSZG), Dr. Clemens Schneider (Fraunhofer IEG)</i>
14:55 Uhr	<b>Chancen für mehr regionale Wertschöpfung im Landkreis Görlitz (20 Minuten)</b> <i>Björn Drechsler (Fraunhofer IEG)</i>
15:15 Uhr	<b>Fragen und Diskussion</b>

# Chancen für mehr regionale Wertschöpfung im Landkreis Görlitz

—  
Björn Drechsler (Fraunhofer IEG)

Ergebnispräsentation zum 3. Wasserstoffforum Oberlausitz (WFO), Görlitz

27. Juni 2023



# Günstige Energie mit hoher Verfügbarkeit als wichtiger Standortfaktor

Wohlfaktoren früher, heute und in Zukunft



Vierradenmühle  
Görlitz



Neumann Windmühle  
Oderwitz



Braunkohlekraftwerk  
Boxberg



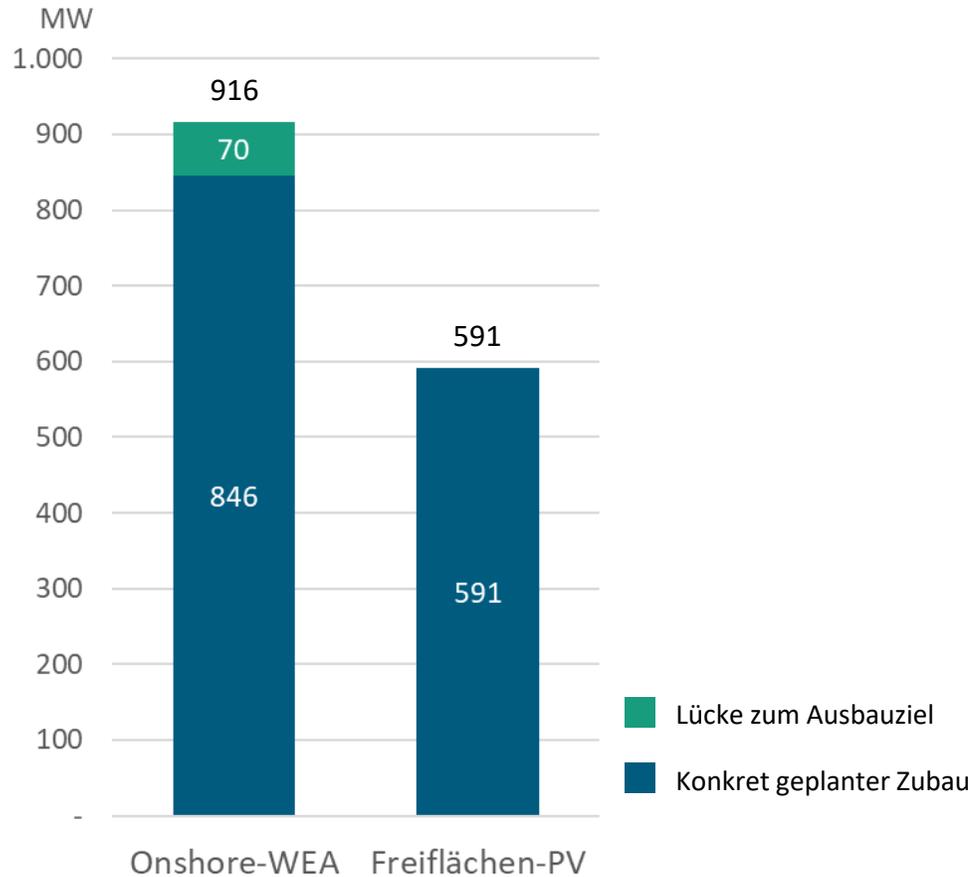
Windpark und Stromleitungen

# Direkte Wertschöpfung aus dem EE-Zubau im Landkreis bis 2030

Investition, laufender Betrieb (inkl. Pacht) sowie Wind-/PV-Gemeindeabgaben



## EE-Zubau bis 2030 im Landkreis Görlitz



## Wertschöpfung aus Errichtung & Betrieb der EE-Anlagen

(\*Schätzwerte auf Basis Fraunhofer ISE, 2021, gerundet)

	Einheit	WEA	PVA	Gesamt
<b>Investitionsvolumen*</b>	Mio. Euro	1.557	393	<b>1.950</b>
<b>Jährl. Betriebskosten*</b> (fix & variabel, inkl. Pacht)	Mio. Euro/a	32	8	<b>40</b>
<b>Gemeindeabgabe</b> (0,2 Cent/kWh gem. § 6 EEG 2023)	Mio. Euro/a	3,3	1,3	<b>4,6</b>

**2 Mrd. Euro Investitionen & rd. 45 Mio. Euro jährliche Wertschöpfung zzgl.:**

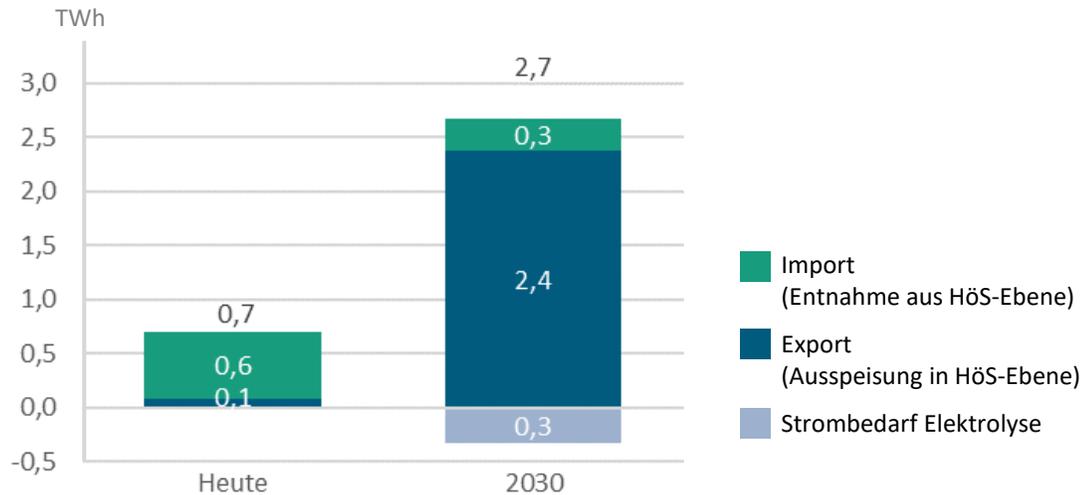
- + Investition in Stromeinspeisernetz (ca. 200 Mio. Euro) zzgl. Netzbetrieb
- + Energievermarktung (regional, national)
- + Wertschöpfung aus dem Betrieb bestehender EE-Anlagen
- + Aufbau & Betrieb Wasserstoffinfrastruktur
- + Kommunale Wärmewende, Ausbau Wärmenetze
- + Transformation / Erweiterung / Ansiedlung von Unternehmen

# EE-Ausbau im LK GR kann überproportional zur Energiewende beitragen

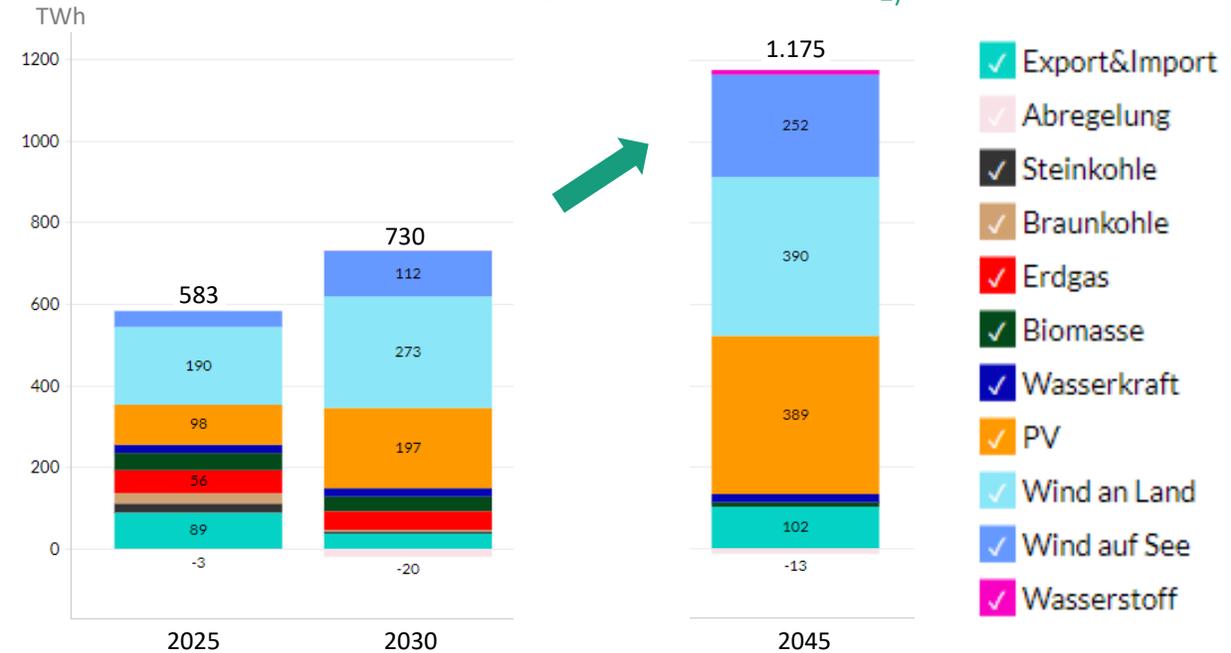
Wirtschaftliche Chance für die Region, wenn mehr Strom vor Ort genutzt wird



### Stromim- & -exporte auf Verteilnetzebene im Landkreis Görlitz (Basiszenario für 2030)



### Stromerzeugung 2045 in Deutschland (BMWK-Langfristszenario T45-H<sub>2</sub>)



- Stromproduktion im Landkreis Görlitz wird 2030 deutlich über heimischen Bedarf liegen. Und 2030 ist erst der Anfang.
- Ggü. heute werden sich Stromerzeugung & -bedarf in Deutschland bis 2045 mehr als verdoppeln. Je nach Szenario werden von der gesamten Stromerzeugung dann rund 1/5 bis 1/3 zur H<sub>2</sub>-Produktion benötigt.

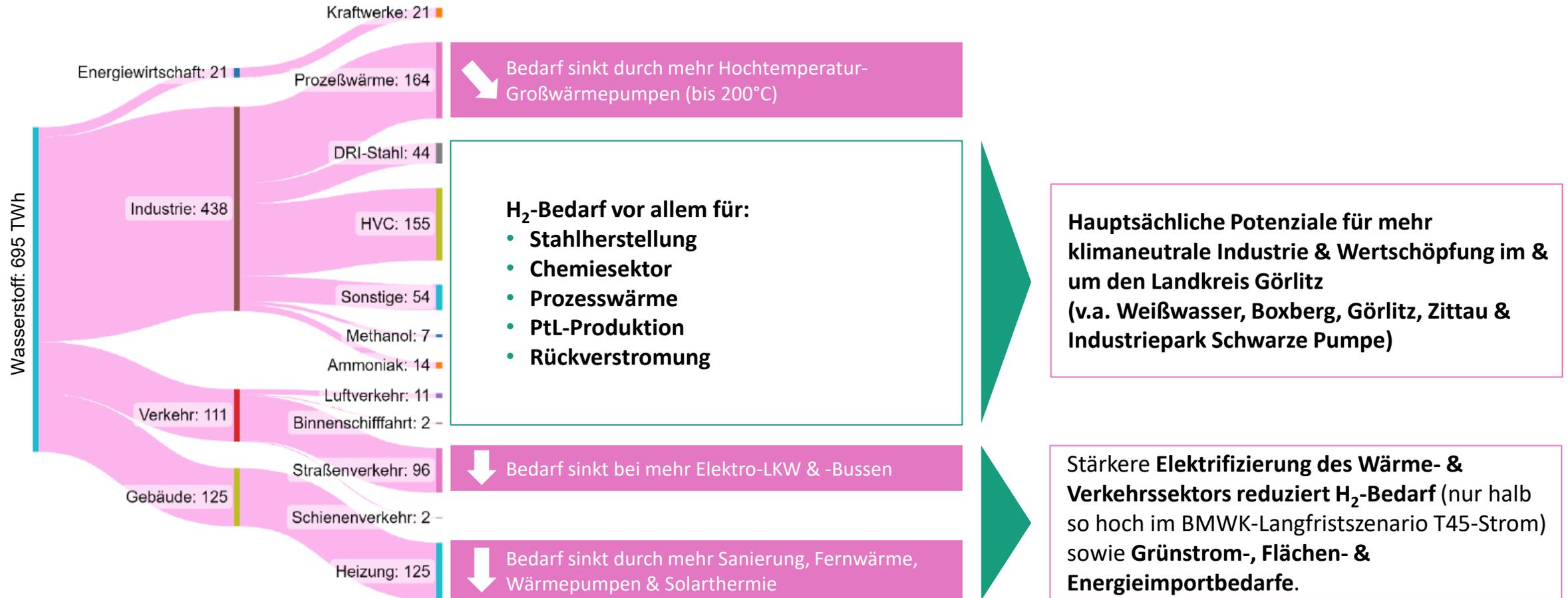
Quelle: Darstellung auf Basis von [www.langfristszenarien.de](http://www.langfristszenarien.de) von Fraunhofer ISI et. al (2022)

# Grünen Strom & grünen Wasserstoff so effizient wie möglich nutzen.

Relevante H<sub>2</sub>-Potenziale im Landkreis Görlitz: v.a. Industriesektor, Prozesswärme & Rückverstromung



## H<sub>2</sub>-Verwendung in Deutschland 2045 (BMWK-Langfristszenario T45-H<sub>2</sub>, Werte in TWh)



HVC = High Value Chemicals, Quelle: [www.langfristszenarien.de](http://www.langfristszenarien.de) von Fraunhofer ISI et. al (2022)

# Klimaneutralität 2045 erfordert viel mehr viel schneller.

Wertschöpfung für die Energiewende sichert Akzeptanz, neues Wachstum & künftigen Wohlstand.



## Automobilland Deutschland („Alte Welt“)



PKW-Foto: © Ingo Wagner (Quelle: www.merkur.de)

### Automobilindustrie in Deutschland 2022

(VDA / destatis, 05/2023)

- 774.339 Beschäftigte  
(im Jahresmittel)
- 506 Mrd. Euro Umsatz (davon  
30% im Inland)
- 13 Mrd. Euro Brutto-  
anlageinvestitionen
- 26 Mrd. Euro interne  
FuE-Aufwendungen



## Cleantech-Land Deutschland („Neue Welt“)

Mehr

- EE-Anlagen, Wärmepumpen
  - H<sub>2</sub>-Elektrolyseure,  
H<sub>2</sub>-Kraftwerke
  - Netze & Speicher  
(Strom, Wärme, H<sub>2</sub>)
  - Solar- & Geothermie
  - Gebäudesanierung
- Klimaneutrale Industrie
  - Kreislaufwirtschaft



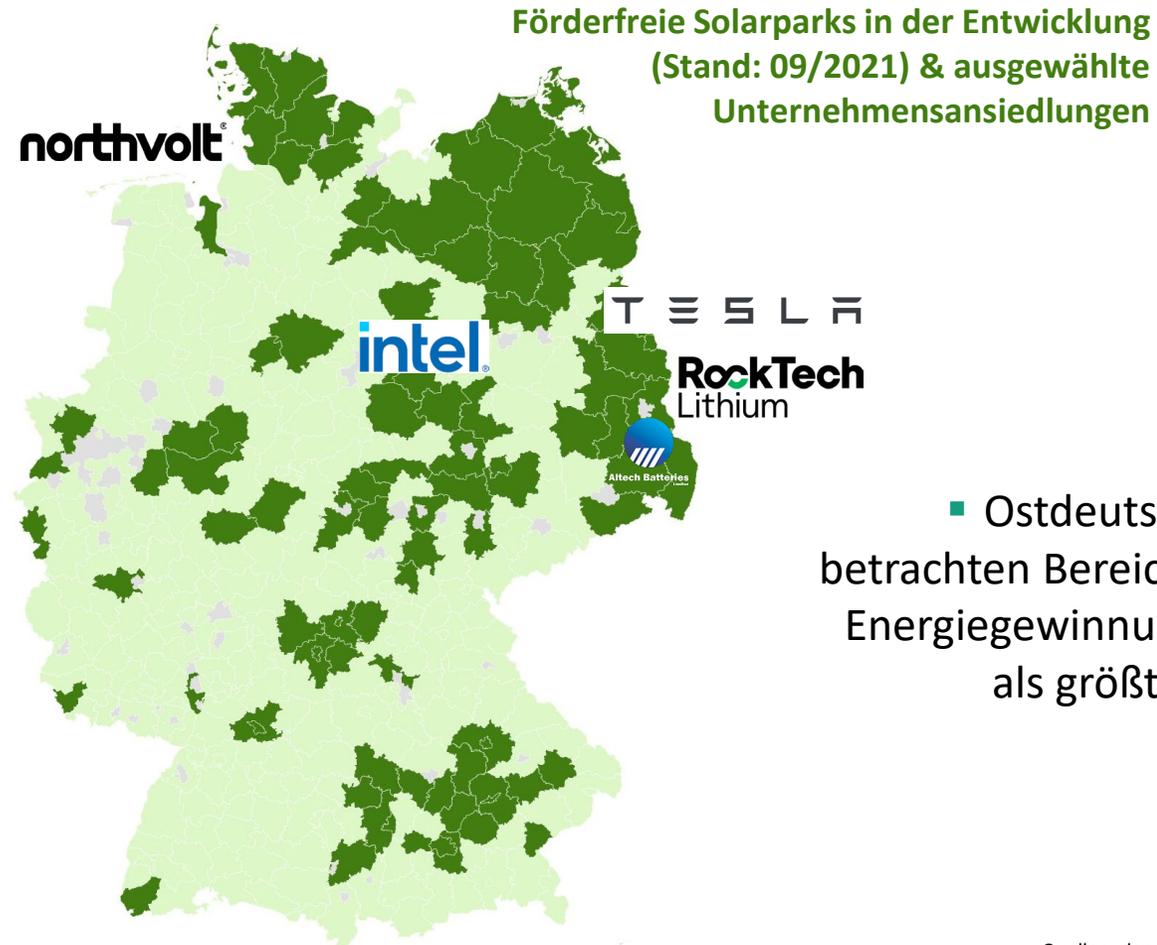
▶ Energiewende & Transformation verursachen nicht nur Aufwand & Kosten, sondern v.a. Umsätze, Beschäftigung, Löhne & Gehälter sowie Steuereinnahmen! → Große Chance für mehr regionale Wertschöpfung!

# Grüner Strom als wichtiger Standortfaktor

CO<sub>2</sub>-freie Lieferketten & stabile Strombezugskosten für die Wirtschaft immer wichtiger



- „Marktmonitor Green PPAs 2021“ (dena, 10/2021):
  - 203 Umfrageteilnehmer, davon 20% Energieabnehmer
  - PPAs künftig „wichtig“ oder „sehr wichtig“ für 90% der Befragten
  - Über die Hälfte der Abnehmer wünschte sich einen PPA-Anteil  $\geq 50\%$ .
  - Für 27% war wichtig, dass der Grünstrom aus der Region kommt.



- Ostdeutsche Unternehmen betrachten Bereich der alternativen Energiegewinnung & -speicherung als größtes Wachstumsfeld (OWF, 06/2023)

Quellen: dena, enervis, pv-magazine (Stand: 01/2022)

PPA = Power Purchase Agreement

# Bezahlbare Grünstromerzeugung aus der Region für die Region

... 24/7 verfügbar & bezahlbar



- Große Industrieunternehmen, Energiekonzerne & Netzbetreiber arbeiten an Konzepten & Projekten für eine sichere & bezahlbare „24/7 Grüne Grundlastversorgung“ für Industrie & Gewerbe, auch in der Lausitz.
- Strommarktdesign & NNE im Verteilnetz reizen lokalen/regionalen Stromverbrauch bisher kaum an, aber:
  - Günstigere Grünstromversorgung mit Direktleitung oder über Regionalstromtarife möglich
  - BMWK-Überlegungen bzgl. Industriestrompreis & Strompreiszonen
  - Nord- & ostdeutsche Länder fordern geringere NNE bei hohen EE-Anteilen.
  - BMWK strebt NNE-Reform an. (rbb24, 12.06.2023)

**Google und Engie unterzeichnen PPA über mehr als 140 Megawatt Photovoltaik und Wind für deutsche Standorte**

31. AUGUST 2021 PETRA HANNEN

pv magazine

Stromversorgung für riesiges Werk

## Sachsen-Anhalt erwägt eigenen Windpark für Intel-Chipfabrik

In Magdeburg soll eine »Megafab« des US-Konzerns Intel entstehen. Um den Industriepark mit günstiger Energie zu versorgen, ist nach SPIEGEL-Informationen nun ein weiteres Großprojekt im Gespräch.

Von Peter Maxwill

03.02.2023, 14.13 Uhr • aus DER SPIEGEL 6/2023



## Presse-Information

02.12.2021

**BASF und enviaM errichten Solarpark in Schwarzheide**

- Anlage mit 24 Megawatt installierter Leistung geplant
- Partner investieren rund 13 Mio. Euro
- Projekt wird ohne EEG-Förderung umgesetzt

# EE-Ausbau & H<sub>2</sub>-Produktion im Landkreis weiter vorantreiben

Forcierung Stromnetzausbau als Voraussetzung für Kohleausstieg & Strukturwandelprojekte



- Riesiger Ausbaubedarf im Stromnetz (deutschlandweit)
  - Bundesnetzagentur möchte Investitionen in neue Anlagen von Netzbetreibern künftig stärker fördern (durch Erhöhung der Eigenkapitalverzinsung; Quelle: BNetzA, 07.06.2023)
- Gründung Projektgesellschaft für Planung, Finanzierung, Errichtung & Betrieb eines Einspeisenetzes für Strom aus EE-Anlagen sinnvoll, wenn
  - Beschleunigung Netzausbau & -anschluss (ggü. bisherigen Planungen)
  - Bekenntnis der EE-Investoren zur Region, langfristige Bindung / Verwurzelung für mehr Akzeptanz vor Ort
  - Nukleus für weitere Energiewendeaktivitäten & neue Wertschöpfungspotenziale, z.B.:

Regionale Grünstrom-  
vermarktung an Industrie,  
Gewerbe, Haushalte

Kooperationen mit Kommunen, Stadtwerken &  
Netzbetreibern der Region zur Schließung von  
Lücken bei der Daseinsvorsorge im ländlichen  
Raum

Entwicklung von PtX-  
Projekten in den Bereichen  
Wärme, Wasserstoff &  
Mobilität

# Die Energiewende in Kommunen

Zusammenhänge von regionaler Wertschöpfung, lokaler Akzeptanz & finanzieller Beteiligung



- Forschungsprojekt „Regionale Wertschöpfung, Beteiligung und Akzeptanz in der Energiewende“ (ReWA, 03/2023) von Agentur für Erneuerbare Energien (AEE), IÖW & IZES → 6 zentrale Erkenntnisse:

1) **Beteiligung von Kommunen & Bürger:innen** an EE-Anlagen sichert lokale Wertschöpfung.

2) **Eigener Flächenbesitz** für EE-Anlagen dient Kommunen als Grundlage gezielter Steuerung.

3) **(Mit-)Eigentum & Kombination mehrerer Beteiligungs-instrumente** sind wichtig.

4) **Kommunikation d. Wertschöpfungseffekte** durch EE-Anlagen an Bürger:innen ist essenziell.

5) **Niedrigschwelliger Zugang zu finanziellen Beteiligungsangeboten** als Voraussetzung

6) **Kommunen müssen** in ihrer zentralen Rolle in lokalen Energiewendeprozessen **gefördert & befähigt werden.**

- Energy Sharing-Modelle als spezielle Beteiligungsform für Bürgerenergiegesellschaften ermöglichen (seit 2019 auf EU-Ebene in RED II verankert, aber noch nicht in deutsches Recht umgesetzt)
- Sektorenkopplung stets mitdenken, Kommunale Wärmepläne erstellen (vgl. SKL-Studie für SPB, HOY, WSW)

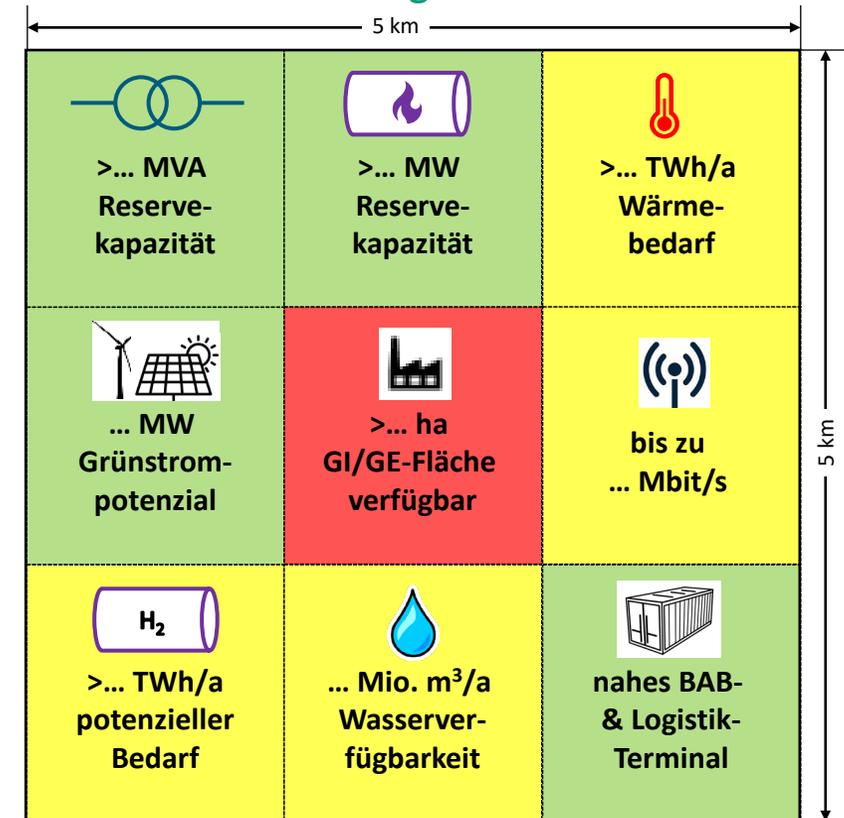
# Wirtschaftsförderung & Energiesystementwicklung zusammendenken

Energieinfrastrukturen sind zentral für wirtschaftliche Transformation & Daseinsvorsorge



- Neues Selbstverständnis der ÜNB & VNB:
  - Proaktiver & transparenter werden
  - Vorhandene Netzreserven aufzeigen, neue Reserven schaffen
  - Datenschätze nutzen, Orientierung geben, Prozesse beschleunigen
  - Maßnahmen sowie optimale Standorte für netzdienlichen EE-Ausbau & klimaneutrale Industrie aufzeigen
- To-Dos im Landkreis Görlitz & in Sachsen:
  - Kooperationen von Wirtschaftsförderern, Kommunen, Behörden & Energieversorgern intensivieren & digitalisieren
  - Gewerbeflächendatenbanken, Energieportale & Netzbetreiberdaten digital zusammenführen, bestehende GIS-Tools/-Webportale weiterentwickeln

## Ampelsystem für kartenbasierte Darstellung wichtigster Standortfaktoren



# Wirtschaftsförderung & Energiesystementwicklung harmonisieren

Investoren, Kommunen & Behörden informieren

The screenshot shows the 'saena' website interface. At the top, it says 'SACHSEN! Ein Standort in Bestform'. Below this is a navigation menu with 'STANDORT SACHSEN', 'BRANCHEN', 'UNSER SERVICE', 'INFO-CENTER', and 'PRESSE'. A breadcrumb trail indicates the current location: 'Home > Standort Sachsen > Lage und Infrastruktur > Rohstoffe / Energie'. The main heading is 'Rohstoffe / Energie', with sub-sections for 'Verkehrsinfrastruktur', 'Logistik', 'Digitale Infrastruktur', and 'Rohstoffe / Energie'. A large banner below reads 'Die Lausitz - hier zahlt sich Ihre Investition aus' with the subtext 'Vorteile für Ihre Investition →'. At the bottom, three blue boxes highlight 'STANDORTE FÜR IHRE INVESTITION', 'VORTEILE FÜR IHRE INVESTITION', and 'SERVICE FÜR IHRE INVESTITION'.

saena  Willkommen im Energieportal Sachsen

Themen Suche

## Alle Themen

alle Themen ausschalten

- Bauen und Sanieren ...
- Energie im Unternehmen ...
- Energie-Experten Sachsen ...
- Erneuerbare Energien (EE) ...
- European Energy Award (EEA) ...
- Kommunales Energiemanagement (KEM) ...
- Kompetenzträger Energieinnovationen /-forschung ...
- Weiterbildung ...
- Zukunftsfähige Mobilität ...
- Sachsen Bundeslandgrenze ...
- Sachsen Landkreisgrenzen ...
- Sachsens Gemeindegrenzen ...

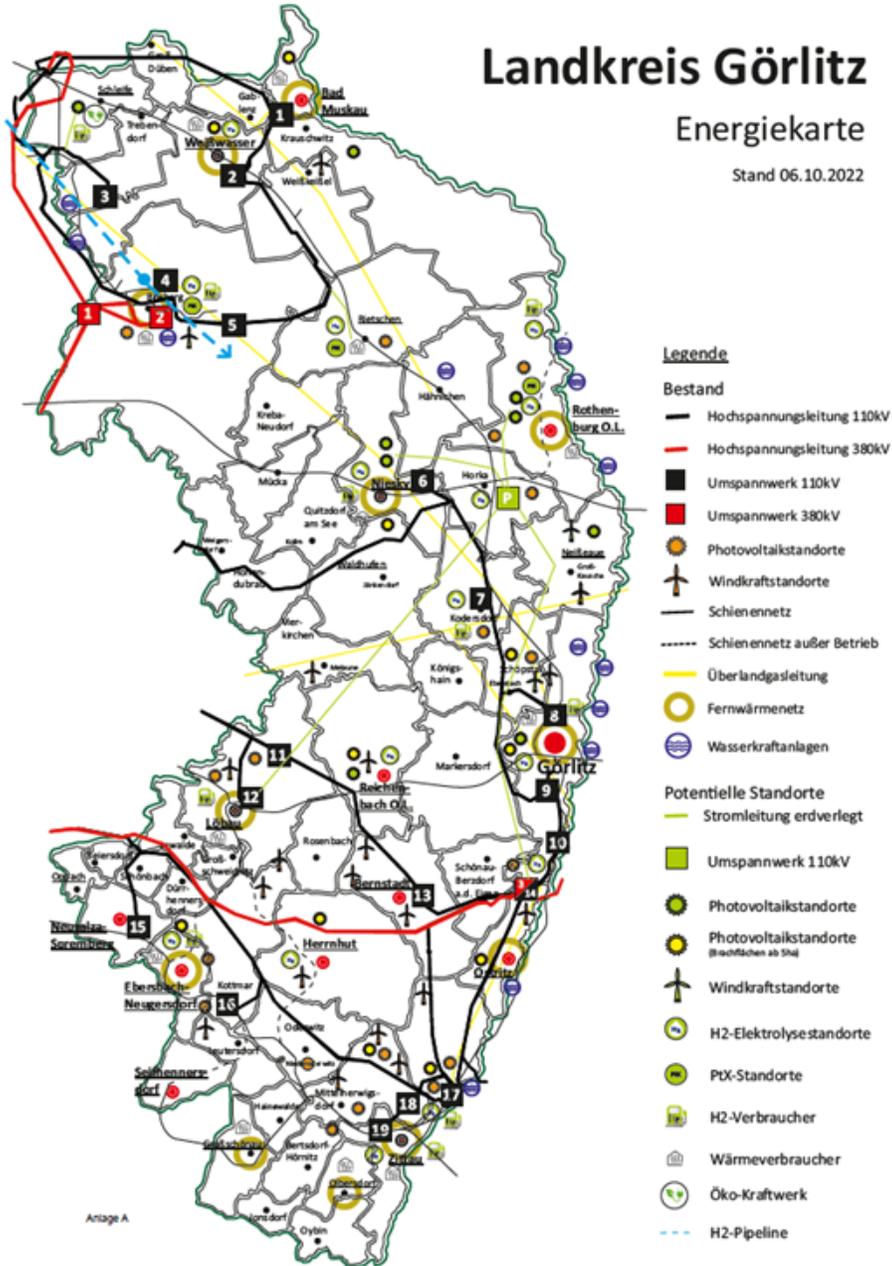


▶ Wo finde ich was? Und wie aufwendig ist das? Reicht das aus?

# Landkreis Görlitz

## Energiekarte

Stand 06.10.2022



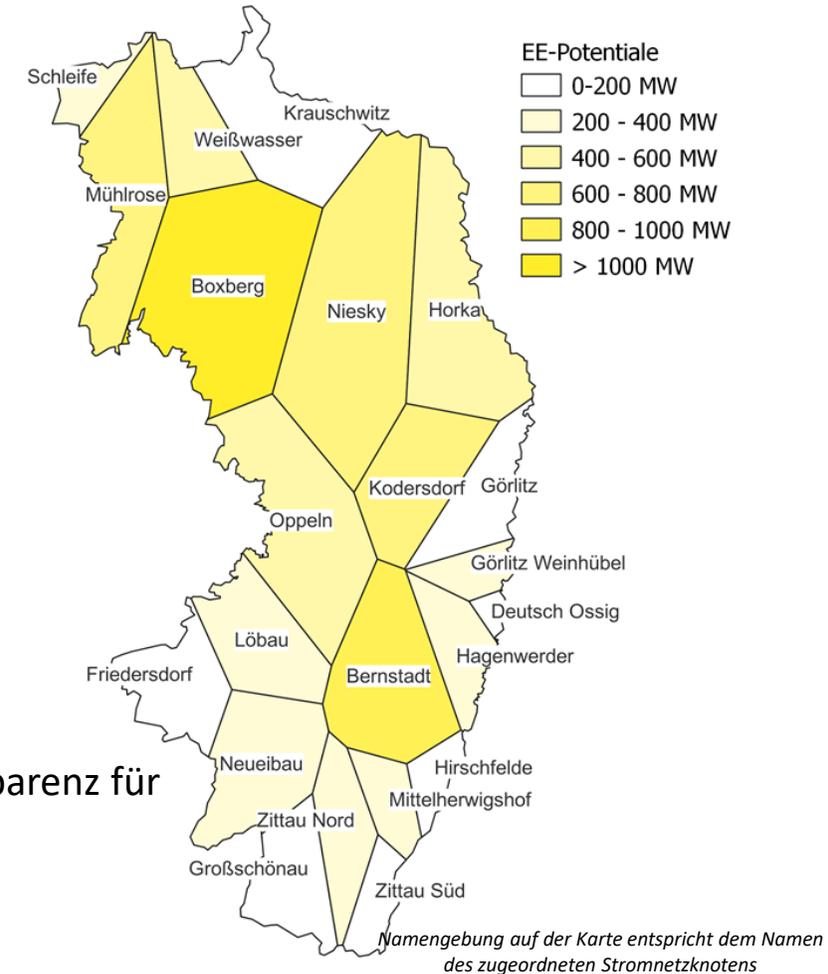
# Zusammenfassung, Strategieempfehlungen & nächste Schritte

# Zusammenfassung & Strategieempfehlungen/nächste Schritte

Fokus Ausbau der Erneuerbaren Energien & Stromnetze (Voraussetzung für künftigen Wohlstand)



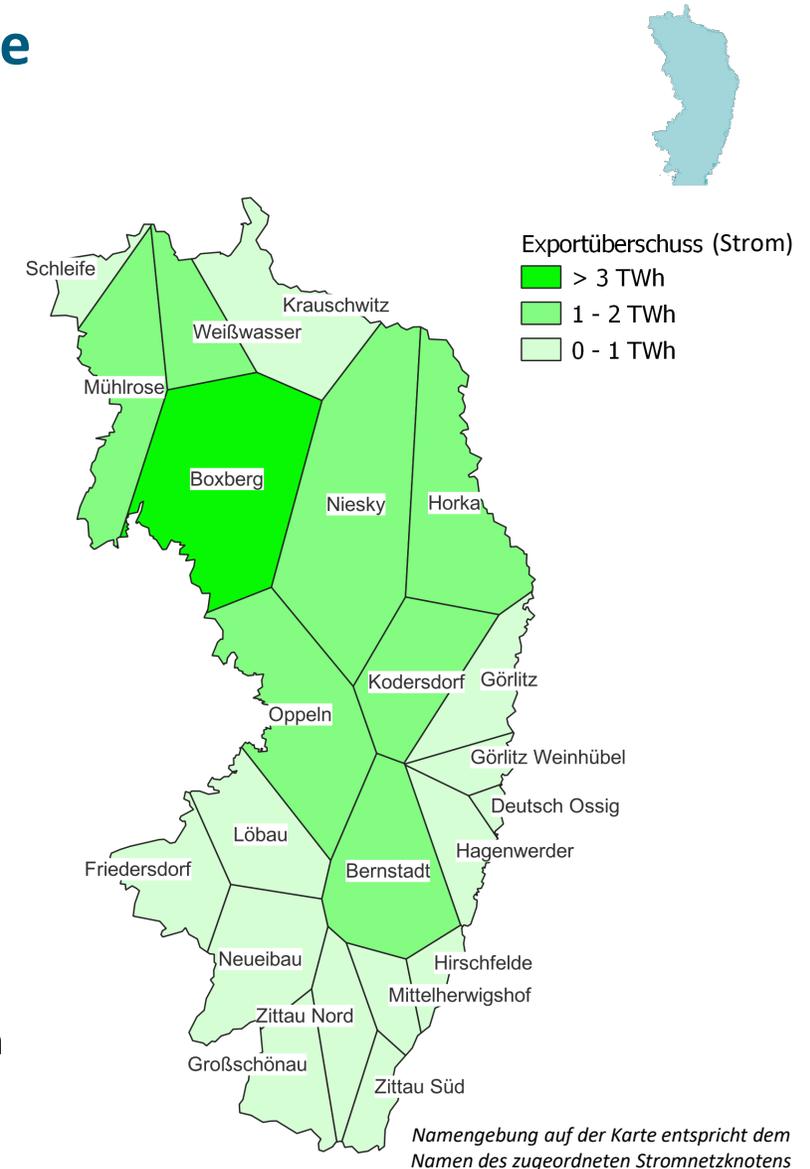
- Ländlicher Raum als idealer Partner für Energieverbrauchscentren  
→ LK Görlitz bleibt bedeutender Energieexporteur
- Künftige EE-Stromproduktion im LK Görlitz sowohl für den steigenden Bedarf vor Ort als auch für den Industriepark Schwarze Pumpe nutzen (Sektorenkopplung)
- Voraussetzung ist schneller & vorausschauender Stromnetzausbau, ggf. durch EE-Projektentwickler (Einspeisenetz bis UW Hagenwerder oder UW Bärwalde)
- Nächste Schritte:
  - Techno-ökonomische Machbarkeit & mögliche Trassenverläufe für Einspeisenetz genauer untersuchen → EE-Projektentwickler, ENO
  - Dialog zw. ENO, EE-Projektentwicklern, ÜNB & VNB weiterführen
  - „Datenschätze“ der Netzbetreiber & Wirtschaftsförderer digital zusammenführen, Transparenz für Kommunen & Investoren schaffen, Orientierung geben
  - Bürgerbeteiligung: kommunikativ sowie insb. finanziell & über günstige Strompreise



# Zusammenfassung & Strategieempfehlungen/nächste Schritte

## Fokus Wasserstoff & Industrieansiedlungen (Neue Wertschöpfung, zukunftssicher)

- Intelligente Standortwahl für Elektrolyseure mit der Nähe zu
  - Wärmesenken (Abwärmenutzung),
  - Industrie- & Gewerbeparks (Hochtemperatur-Prozesswärme, Chemie, PtX),
  - bestehenden Kraftwerksstandorten (H<sub>2</sub>-Rückverstromung) sowie
  - ausreichend Wasser.
- Mehr energieintensive Industrien & energiewendekritische Branchen ansiedeln, um Grüne Energien so weit wie möglich regional zu verbrauchen & NNE zu senken
- Nächste Schritte:
  - Anschluss des LK Görlitz an H<sub>2</sub>-Netz prüfen (→ Machbarkeitsuntersuchung)
  - Kooperation von Wirtschaftsförderern, EVU/Netzbetreibern, Kommunen & Behörden intensivieren (auch landkreis- & länderübergreifend)
  - Grüner Energieüberschuss als prominenter Teil der künftigen Standortvermarktung (auch international), digitale Transparenz herstellen

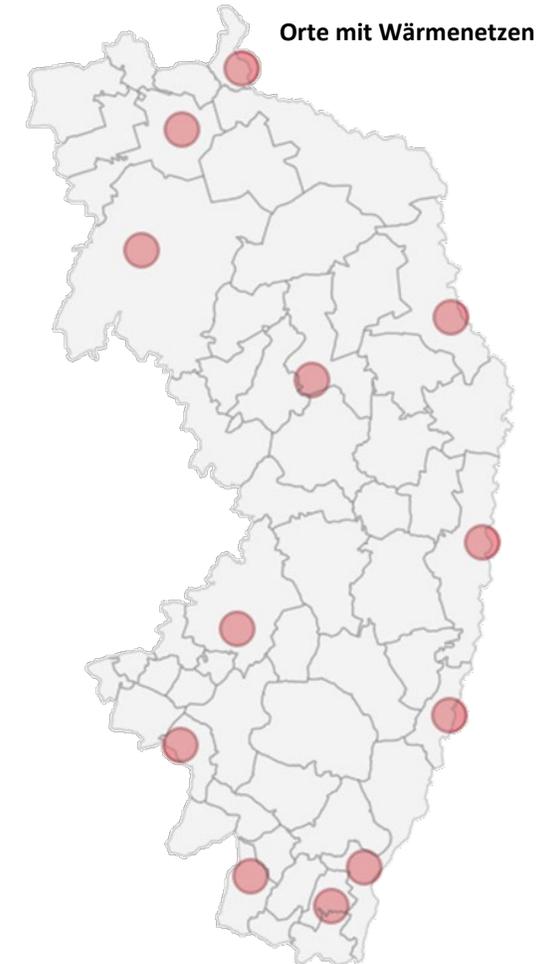


# Zusammenfassung & Strategieempfehlungen/nächste Schritte

Fokus kommunale Wärmewende (Kern der Daseinsvorsorge = der Staat kümmert sich)



- Klimaneutrale Fern- & Nahwärmenetze stark ausbauen (Verdreifachung bis 2045)
- Kommunale Wärmepläne & integrierte Energiesystementwicklung als DIE Zukunftsaufgabe der nächsten Jahre verstehen
  - Kommunalen Einfluss auf Energiesystementwicklung (wieder) stärken
  - Stadtwerke müssen zentrale Akteure der regionalen Energiewende sein/werden
  - Akzeptanz & gesellschaftlichen Zusammenhalt wiederherstellen bzw. stärken
- Nächste Schritte:
  - Erstellung Wärmetransformationspläne durch Stadtwerke/Fernwärmeversorger (BEW-Richtlinie) & Unternehmen der Region (EEW-Richtlinie)
  - Kommunale Wärmepläne (KWP) erstellen:
    - Kommunalrichtlinie der NKI (100% Förderquote bis Ende 2023 für Kommunen aus Braunkohlerevieren, danach 80% Förderquote)
    - Geplantes Wärmeplanungsgesetz (WPG, Pflicht für alle Kommunen >10.000 EW bis spätestens 31.12.2028)



# Ansprechpartner\*innen

---



# Ansprechpartner\*innen im Projekt

## Kontaktdaten



### Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG

Geschäftsbereich Integrierte Planung von Infrastrukturen, Quartieren & Gebäuden

Gulbener Str. 23  
03046 Cottbus  
[www.ieg.fraunhofer.de](http://www.ieg.fraunhofer.de)  
Tel.: +49 355 355400 40

---

Dr. Elena Timofeeva & Björn Drechsler  
E-Mail: [elena.timofeeva@ieg.fraunhofer.de](mailto:elena.timofeeva@ieg.fraunhofer.de),  
[bjorn.drechsler@ieg.fraunhofer.de](mailto:bjorn.drechsler@ieg.fraunhofer.de)



### BBH Consulting AG

Energiesystemmodellierung und Infrastrukturplanung

Magazinstraße 15-16  
10179 Berlin  
[www.bbh-beratung.de](http://www.bbh-beratung.de)  
Tel.: +49 30 611 28 40-927

---

Ella Middelhoff  
E-Mail: [ella.middelhoff@bbh-beratung.de](mailto:ella.middelhoff@bbh-beratung.de)



### Hochschule Zittau/Görlitz – University of Applied Sciences

FG Energiesystemtechnik,  
Fakultät Maschinenwesen

Schwenninger Weg 1  
02763 Zittau  
[www.hszg.de](http://www.hszg.de)  
Tel.: 03583-612-4858

---

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kunick & Martin Herling  
E-Mail: [m.kunick@hszg.de](mailto:m.kunick@hszg.de),  
[martin.herling@hszg.de](mailto:martin.herling@hszg.de)