



Netzdienliche Elektrolyseure und Batteriespeicher

Angela Brandes Avacon Netz GmbH

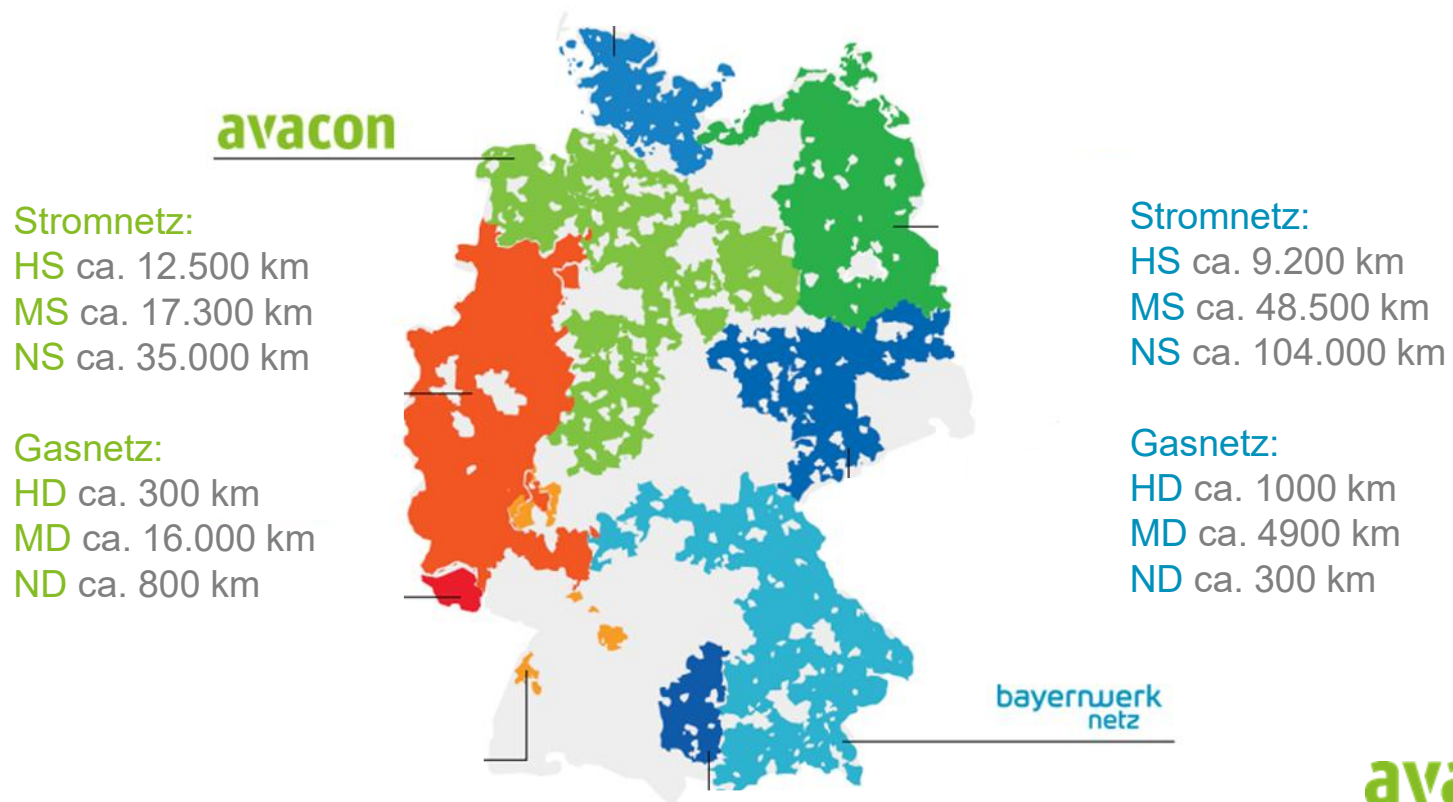
Elisabeth Feldhoff Bayernwerk Netz GmbH

Fachforum 2: Effizienzbooster in Energienetzen

02. Dezember 2025, 17. Niedersächsische Energietage Hannover

avacon
bayernwerk
netz

Einordnung ins E.ON-Netzgebiet



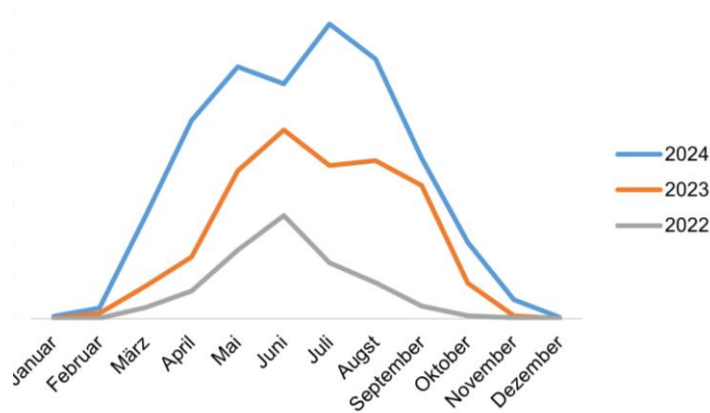
Netzdienlichkeit neuer Flexibilitätsanlagen - §11a EnWG



→ Detaillierte Beschreibung der Betriebsweisen in der e|m|w 01-2025 im Kontext des Fachartikels „Flexibilität im Stromnetz: Ganzheitliche Netzintegration von Speichern“

Systemdienliche Flexibilitätsanlagen - §13k „Nutzen statt Abregeln“

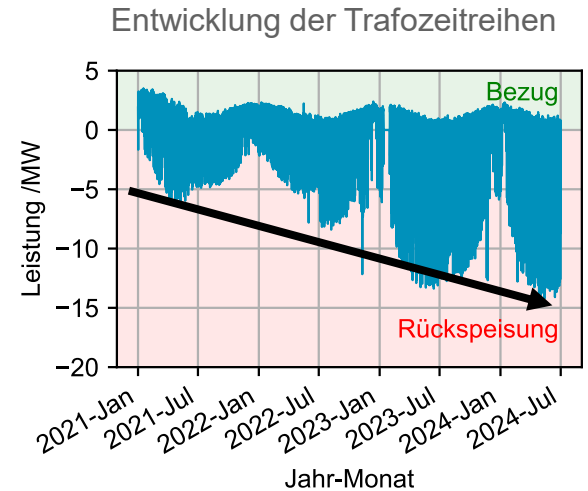
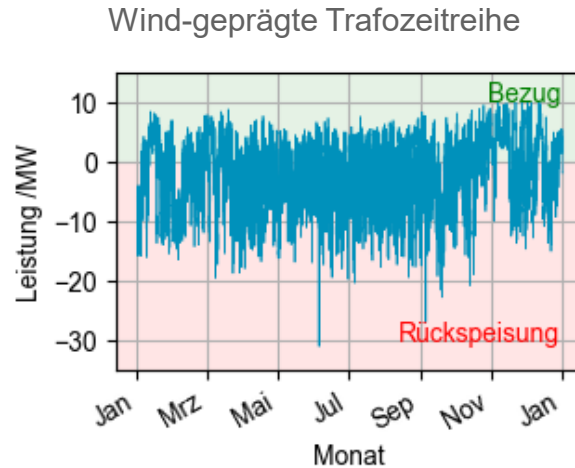
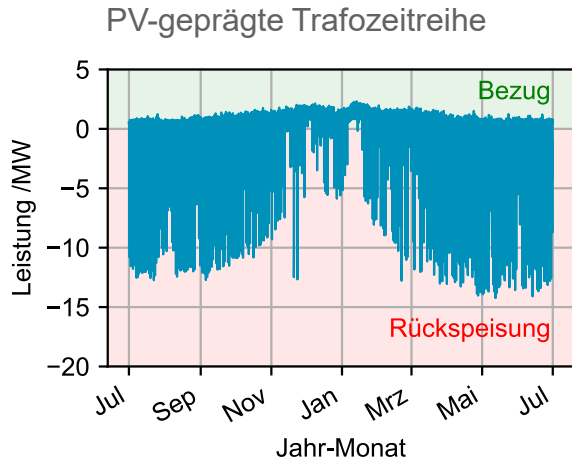
Entwicklung der abgeregelten Energiemenge BAGE



- Einführung einer neuen Systemdienstleistung
 - Neues Instrument kann Anreize in Entlastungsregionen zur **Aktivierung „zusätzlichen“ Stromverbrauchs** schaffen
- Entgegenwirken von sich abzeichnenden Netzengpässen
- Erwartung an das Konzept: „...**weniger Abregelungen von EE-Anlagen** durch Stärkung der Sektorenkopplung“

→ Detaillierte Beschreibung des Umsetzungskonzept auf Netztransparenz unter *Systemdienstleistungen>Betriebsführung>Nutzen statt Abregeln*

Potenzialabschätzung zur Standortidentifikation von netzdienlichen Flexibilitäten



- Rückspeise-Energie in höhere Netzebene als Indikator, Redispatch-Energie, freie Netzkapazitäten in HS, Installierte EE, freie Schaltfelder, geplanter Netzausbau,...
- Ableitung von Kennzahlen zur Standortbewertung
- Fahrplanberechnung zur notwendigen Einschränkung der Betriebsweise

Kennzahlen am Beispiel Elektrolyseur

Kennzahl FLEX

Bewertung Flex-Potenzial

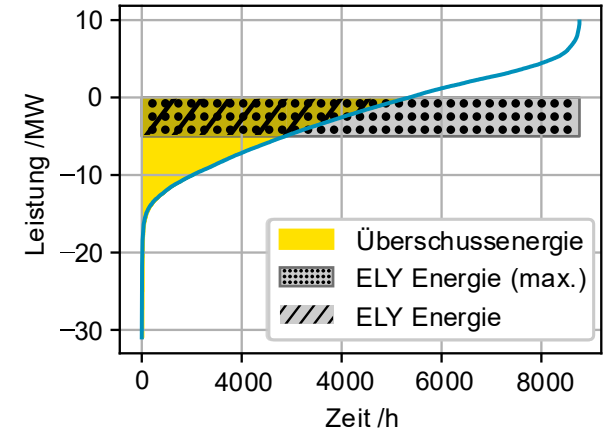
- Normierte Überschussenergie
- Normierte Stunden an Überschussleistung
- Normierte Redispatchenergie
- Anteil install. PV und Windleistung
- Freier Bezug/Einspeisung je UW
- Freie Netzkapazitäten HS
- Geodaten
- Netzausbauplanung

Kennzahl ELY

Bewertung ELY-Potenzial

- Normierte Volllaststunden
- Auslastung Elektrolyseur
- Anteil nutzbarer Flex-Energie durch Elektrolyseur

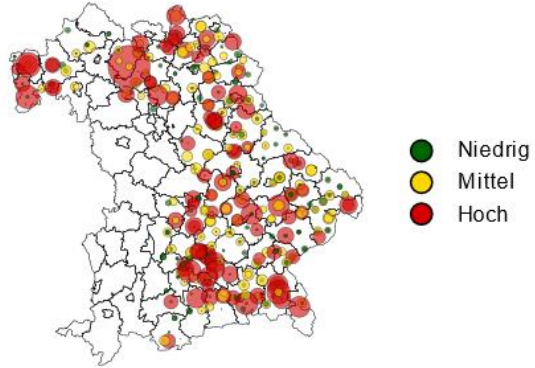
Geordnete Jahresdauerlinie einer Transformatorleistungszeitreihe



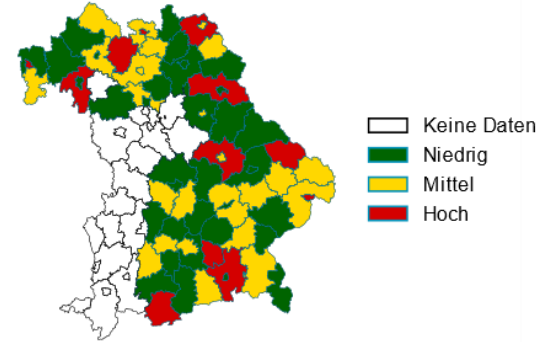
- /// Anteil nutzbarer Flex-Energie
- /// Auslastung Elektrolyseur

Exemplarische Ergebnisse – keine realen Daten

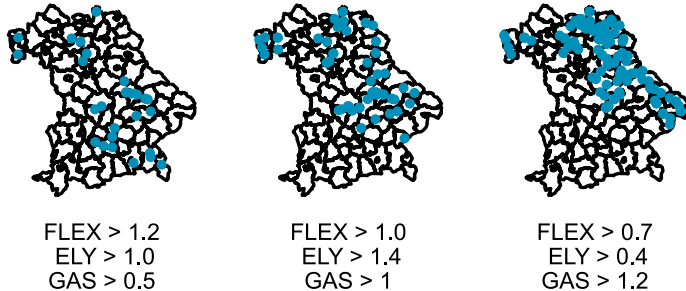
Rückspeiseenergie aller Trafos im Netzgebiet



Redispatch-Energie je UW und Landkreis



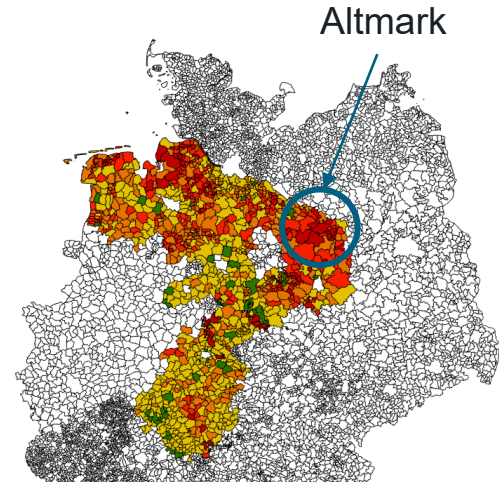
Verschneidung von Kennzahlen zur Filterung von Standorten



→ Potentialabschätzung von Standorten durch Kennzahlen
→ Priorisierungslisten zur Bewertung der Standorte

Hellbrisen können die Netzstabilität gefährden

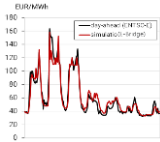
- **Hohe Leistungen an EE-Anlagen** im Netz der Avacon: **77 GW bis 2033**, mehr als **107 GW bis 2045**. In vielen Regionen wird dadurch viel **mehr Strom erzeugt als verbraucht!**
- Allein in der **Altmark** steigt die **Leistung an EE-Anlagen bis 2033** um **350 %**, und die **Rückspeisung in das Übertragungsnetz** aus der Region um **230 %**.
- **Kurzfristig** fallen **hohe Redispatchkosten** an, weil der **Netzausbau dem Ausbautempo der EE-Anlagen** aufgrund fehlender Synchronisierung nicht folgen kann.
- **Langfristig** ist ein **Stromnetzausbau** für die Integration dieser hohen Leistungen mit **hohen Kosten** und **langen Bauzeiten** verbunden.



EE-Leistungen im Verhältnis zur maximalen Verbrauchslast für 2035

Marktbedingter Einsatz von Flexibilitäten

Leistung je Gemeinde je Stunde mit E-Bridge-Energiemodell



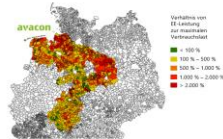
Lastfluss- und Ausfallsimulationen

Modellierung HS-Netz mit Lastfluss- und Ausfallsimulation



Europäische Marktsimulation

Strompreise für 8760 h im Jahr (Szenario 2033, 2045)



Marktbedingter Einsatz von Elektrolyseuren

Optimierter Einsatz von Elektrolyseuren mit Methodik von HydexPLUS

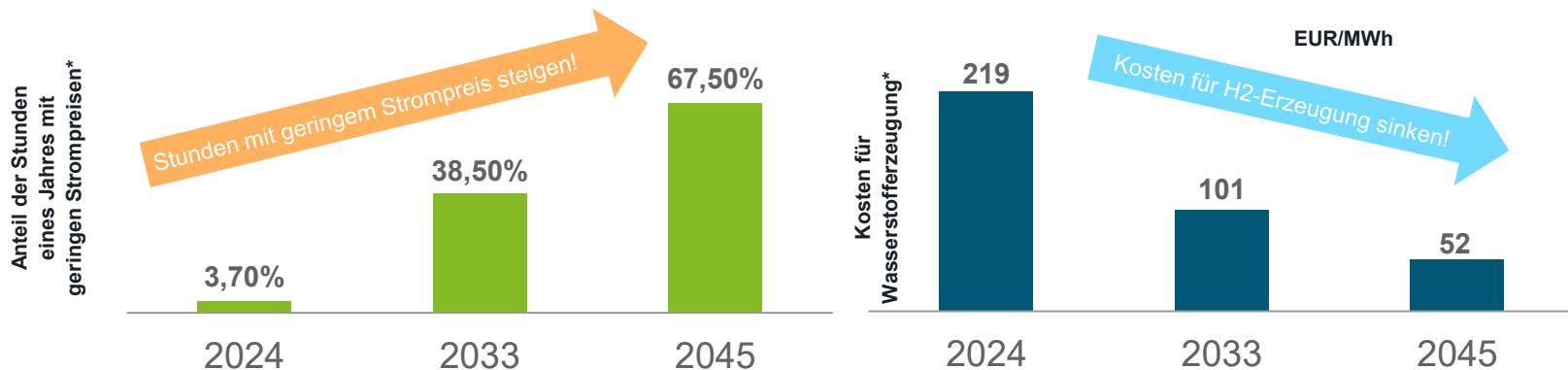


Redispatchsimulationen

mit netzdienlichem Einsatz der Elektrolyseure

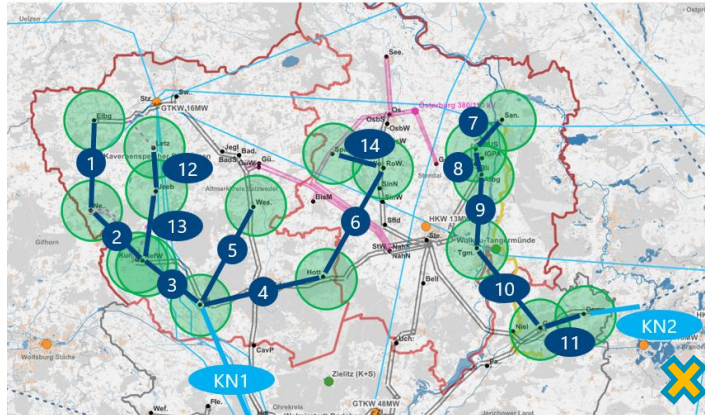
Marktsimulationen zeigen: Bedingungen für die Erzeugung von H2 werden besser

- Durch die hohen Einspeisungen an EE-Anlagen steigt die Anzahl von Stunden mit sehr geringen Strompreisen deutlich an.
- Der durchschnittliche Strompreis bleibt gleich, da Stunden bei EE-Mangellage teuer werden.
- Die Produktionskosten von grünem Wasserstoff, der zu 4000-5000h bezieht, sinken deutlich*



*E-Bridge Berechnung auf Basis des Strompreis-Fundamentalmodells und der HydexPLUS-Methodik

Avacon-Regionen bieten gute Möglichkeiten für Erzeugung und Transport von H2



- UW-Standorte
- Ersatz-/Neubau (Kabel gestrichelt)
- 110 kV Stromkreise
- ◆ Kavernenspeicher
- RLM-Standorte
- Gaskraftwerke
- FNB-Leitung
- Pipeline Wulkau-Genthin
- H2-Kernnetz (best. Gaspipeline)
- H2-Kernnetz (neue Leitungen)
- Altmark Region



KN = Kernnetz
Anschluss KN2 entfällt nach Genehmigung des Kernnetzes vom 22.10.2024
Anbindung erfolgt über KN1

Analyseergebnisse



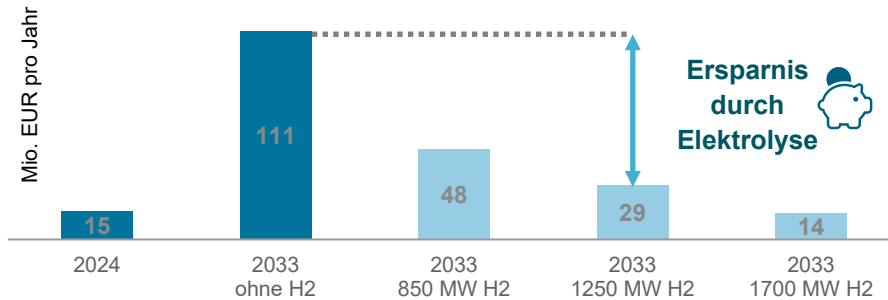
- Drei Ausbauszenarien (850/1.250/1.700 MW) betrachtet mit 17 Elektrolyseuren à 50 MW an 14 Standorten
- Für einen optimalen Betrieb eines belasteten Netzbereichs sollten möglichst mittelgroße (50-100 MW) Elektrolyseure entsprechend den vorhandenen EE-Einspeisungen allokiert werden
- Bei einer zu hohen Dimensionierung der Standorte kommt es zu lastbedingtem Redispatch
- Die ersten Elektrolyseur-Standorte sind dabei besonders effizient aus Sicht der Netzbetreiber

Durch marktorientierte Wasserstofferzeugung in der Altmark wird das Stromnetz entlastet

Durch Wasserstofferzeugung an allen 17 potenziellen Standorten in der Altmark würde der marktorientierte Einsatz der Elektrolyseure die Anzahl an Netzüberlastungen und Redispatchkosten reduzieren - allerdings würde es auch Situationen geben, in denen der Strombezug der Elektrolyseure neue Engpässe verursacht.

Ein besonders positiver Effekt für das Stromnetz kann erreicht werden, wenn sich die **Leistung und Standorte der Elektrolyseure an der Stromnetzsituation orientieren**.

1 Redispatchkosten



2 Lastbedingte Engpässe steigen



Kernbotschaften

- » Der Zubau von Elektrolyseuren muss mit Blick auf Systemdienlichkeit und Redispatchmaßnahmen durch Netzengpässe gesteuert werden.
- » Regulatorischer Rahmen notwendig, um Netz-, System- und Marktdienlichkeit zusammenzubringen
- » Standorte für netzdienliche Flexibilitäten sollten durch Netzbetreiber vorgegeben werden (Batteriespeicher, Elektrolyseure, Power-to-Heat-Anlagen,...)
- » Marktbedingtes Verhalten durch Batteriespeicher und Elektrolyseure haben signifikante Auswirkungen auf das Netz
- » Vorhandene Netzkapazitäten können zudem durch Überbauung und FCA (Flexible Connection Agreement) besser genutzt werden

Danke! Fragen?

Elisabeth Feldhoff
Projektentwicklung Sektorenkopplung

Bayernwerk Netz GmbH
Lilienthalstraße 7
93049 Regensburg
elisabeth.feldhoff@bayernwerk.de

Angela Brandes
Assetstrategie & Innovation

Avacon Netz GmbH
Joachim-Campe-Straße 14
38226 Salzgitter
angela.brandes@avacon.de