

Regionale Inselnetze: Potenziale und Trassenoptionen für Nordwestbrandenburg

Marcus Schober
Josephine Nehring
Maren Murjahn

Januar 2026

Im Auftrag von:



gefördert durch:

Interreg
CENTRAL EUROPE



Co-funded by
the European Union

H2CE

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Problemdefinition	6
2	Zielsetzung und Leitfragen	7
3	Technische Grundlagen: Inselnetze	10
4	Untersuchungsraum und Ausgangsbedingungen	13
5	Räumlichen Analyse	16
5.1	Methodik	16
5.2	Ergebnisse	19
6	Wirtschaftlichkeitsanalyse und Simulation	30
6.1	Methodik	30
6.1.1	<i>Szenarioentwicklung</i>	31
6.1.2	<i>Simulation des Energiesystems</i>	34
6.1.3	<i>Annahmen</i>	36
6.2	Ergebnisse	37
7	Aktive Beteiligungsmöglichkeiten	42
8	Handlungsempfehlungen	45
	Quellen	48
	Anhang	52
	Langfassung Cluster Falkenhagen	56
	Langfassung Cluster Pritzwalk	58
	Langfassung Cluster Kyritz	60
	Langfassung Cluster Neustadt (Dosse)	61
	Langfassung Cluster Neuruppin	62

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie untersucht, ob und unter welchen Bedingungen ein stromgeführtes Inselnetz entlang bestehender Bahntrassen, in der Planungsregion Prignitz-Oberhavel einen wirksamen Beitrag zur Nutzung erneuerbarer Energien, zur Entlastung der Stromnetze und zur schrittweisen Integration von Wasserstoff leisten kann. Das Netz setzt sich aus mehreren Trassenabschnitten zusammen, die schrittweise realisiert und perspektivisch zu einem Gesamtsystem verbunden werden. Prignitz-Oberhavel hat ein hohes Potenzial für erneuerbare Energien. Der Ausbau von Wind- und Photovoltaikanlagen seit den 1990er-Jahren hat zu hohen Stromüberschüssen geführt, die aufgrund begrenzter Netzkapazitäten regelmäßig abgeregelt werden. Durch die fehlende Anbindung Nordwestbrandenburgs an das Wasserstoff-Kernnetz drohen weitere Abregelungen, Investitionshemmnisse und der Verlust regionaler Wertschöpfung.

Durch das Inselnetz sollen Gebiete mit hoher erneuerbarer Stromerzeugung mit Verbrauchsschwerpunkten sowie ergänzenden Flexibilitäts- und Speicheroption miteinander verknüpft werden. Als räumliche Leitlinien dienen die von der Deutschen Eisenbahn Service und Anlagen GmbH (DESAG) betriebenen Bahntrassen, die aufgrund ihrer Flächenverfügbarkeit und linearen Struktur günstige Voraussetzungen bieten. Auf Basis einer GIS-gestützten Analyse wurden fünf Erzeugungs- und Nachfragecluster identifiziert und anschließend bewertet. Daraus ergeben sich drei konzeptionelle Trassenverbindungen. Die anschließende Wirtschaftlichkeitsanalyse untersucht vier Szenarien, die schrittweise von einer rein stromgeführten Versorgung bis zur kombinierten Betrachtung von Strom, Wärme und Wasserstoff reichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Inselnetze mit direkter Nutzung erneuerbarer Überschüsse wirtschaftlich darstellbar sind, insbesondere in Kombination mit industrieller Stromabnahme und Wärmeanwendungen. Szenarien mit starker Wasserstoffnutzung ausschließlich als saisonalem Stromspeicher erweisen sich hingegen als ökonomisch nicht tragfähig.

Es werden Handlungsempfehlungen abgeleitet: Inselnetze sollten stromgeführt, modular und nachfrageorientiert entwickelt werden. Die Nordtrasse zwischen Falkenhagen und Pritzwalk weist die besten Voraussetzungen für eine kurzfristige Umsetzung auf, gefolgt von der Südtrasse Richtung Neuruppin. Darüber hinaus können Inselnetze strategisch genutzt werden, um reale Energieflüsse und Abnahmemengen sichtbar zu machen und damit die Grundlage für eine spätere Berücksichtigung der Region in zukünftigen Netzentwicklungsplänen zu schaffen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kartografische Darstellung des Untersuchungsraums (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)	9
Abbildung 2: Das Streckennetz der DESAG	15
Abbildung 3: Übersicht über ausgewählte Erzeugungskcluster und Trassen (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)	19
Abbildung 4: Das Cluster Falkenhagen (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)	22
Abbildung 5: Das Cluster Pritzwalk (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)	24
Abbildung 6: Das Cluster Kyritz (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)	26
Abbildung 7 Das Cluster Neustadt (Dosse) (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)	27
Abbildung 8 Das Cluster Neuruppin (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)	28
Abbildung 9: Schematische Darstellung von Szenario 1.	31
Abbildung 10: Schematische Darstellung von Szenario 2.....	32
Abbildung 11: Schematische Darstellung von Szenario 3.....	32
Abbildung 12: Schematische Darstellung von Szenario 4.....	33
Abbildung 13: Vorgehen bei der Simulation und Bewertung der Wirtschaftlichkeit.....	35
Abbildung 14: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 1	37
Abbildung 15: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 2	38
Abbildung 16: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 3	39
Abbildung 17: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 4	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erzeugungskapazitäten in den jeweiligen Clustern.....	20
Tabelle 2: Bewertung & Kurzbeschreibung der Cluster	21
Tabelle 3: KWK-Anlagen Falkenhagen	52
Tabelle 4: KWK-Anlagen Pritzwalk	52
Tabelle 5: Industrie- und Gewerbegebiete Pritzwalk.....	53
Tabelle 6: KWK-Anlagen Kyritz.....	53
Tabelle 7: Gewerbegebiete Kyritz.....	54
Tabelle 8: KWK-Anlagen Neustadt (Dosse)	54
Tabelle 9: KWK-Anlagen Neuruppin	55
Tabelle 10: Industrie- und Gewerbegebiete Neuruppin.....	55

1 Ausgangslage und Problemdefinition

Der **Klimawandel** ist eine der größten globalen Herausforderungen unserer Zeit. Um die internationalen Klimaziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen, braucht es einen grundlegenden **Wandel** der Industrieprozesse und des **Energiesystems**, auch auf regionaler Ebene. Der Klimaplan Brandenburg, die erste klimapolitische Gesamtstrategie der Landesregierung, hat das erklärte Ziel der **Klimaneutralität** bis spätestens 2045.¹ **Grüner Wasserstoff** gilt in Anwendungsbereichen, in denen direkte Elektrifizierung nicht möglich oder ineffizient ist, als Schlüsselement der Energiewende. Besonders die sogenannten **No-Regret-Lösungen** sind ökonomisch wie ökologisch langfristig sinnvoll. Dazu zählen der Einsatz von grünem Wasserstoff als Rohstoff in der Ammoniak- und Methanolproduktion, als Reduktionsmittel in der Stahlherstellung sowie die gezielte Nutzung in industriellen Chemieprozessen und im chemischen Recycling.²

Eine zentrale Herausforderung beim Einsatz von grünem Wasserstoff ist das **Henne-Ei-Problem**, welches sich auf die Koordination eines neuen Energiemarktes bezieht. Es beschreibt die wechselseitige Abhängigkeit zwischen Wasserstofferzeugung, Infrastruktur und Nachfrage sowie die daraus resultierende **Unsicherheit** für Investitionen. Wasserstoffproduzenten investieren nur, wenn es verlässliche Abnehmer gibt. Gleichzeitig stellen potenzielle Abnehmer ihre Prozesse nur dann um, wenn eine gesicherte und bezahlbare Versorgung gewährleistet ist. Infrastruktur ermöglicht eine Teilnahme einzelner Regionen am nationalen und internationalen Markt. Doch auch der Ausbau von Infrastruktur wie Pipelines oder Speichern hängt von nachgewiesenen Einspeise- und Entnahmemengen ab. Da alle Akteure aufeinander warten, droht ohne koordinierende Infrastrukturprojekte ein Stillstand.

Um den Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur und Planungssicherheit sicherzustellen, wurde im Oktober 2024 das **Wasserstoff-Kernnetz** genehmigt. Das Wasserstoff-Kernnetz ist das erste überregionale **Leitungsnetz** für Wasserstoff in Deutschland, soll zentrale Erzeugungs- und Verbrauchsstandorte verbinden und somit den Zugang zu einem nationalen und perspektivisch auch europäischen Wasserstoffmarkt ermöglichen. Für **Regionen** eröffnet sich dadurch die Chance, sich frühzeitig als Produktions-, Speicher- oder Verbrauchsstandort zu positionieren. Doch nicht alle Regionen profitieren gleichermaßen. Im finalen Genehmigungsbeschluss wurden Teile der ursprünglich geplanten **Doing-Hydrogen-Pipeline** gestrichen, darunter auch die Neubauleitung durch Nordwest-Brandenburg. Die Bundesnetzagentur führte dies auf fehlende Nachweise eines konkreten Wasserstoffbedarfs sowie ein nicht benanntes Inbetriebnahmedatum zurück.³ Regional bedeutet das erstmal keine Marktanbindung, kein Investitionssignal und ein strukturelles Risiko für Projektentwicklung. In der Folge müssen Projekte in betroffenen Regionen alternative Anbindungsstrategien entwickeln und sich aktiv in künftige Planungsprozesse einbringen.

¹ Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (2024)

² Agora Energiewende; AFRY Management Consulting (2021)

³ Bundesnetzagentur (2024a)

Die Region Prignitz-Oberhavel verfügt über ein vergleichsweise hohes **Potenzial** für erneuerbare Energien, die seit den 1990er Jahren kontinuierlich ausgebaut werden. Die jährliche Stromproduktion übersteigt den regionalen Strombedarf. Infolgedessen produzieren Wind- und Photovoltaikanlagen signifikante **Stromüberschüsse**. Der zügige Ausbau der erneuerbaren Energien stellt das lokale Stromnetz vor große Herausforderungen. 2020 wurden 200 GWh Strommengen aus erneuerbaren Energien abgeregelt, da die Nachfrage zu dem Zeitpunkt entweder nicht hoch genug oder die Netzinfrastruktur nicht ausreichend war.⁴ Der verzögerte Netzausbau und die Entscheidung der Bundesnetzagentur, die Region nicht ans Wasserstoff-Kernnetz anzubinden, kann in Zukunft zu weiteren **Abregelungen**, Investitionsstau und Verlust regionaler Wertschöpfung führen. Ohne alternative infrastrukturelle Lösungen droht Nordwestbrandenburg trotz hoher erneuerbarer Potenziale dauerhaft vom entstehenden Wasserstoff- und Flexibilitätsmarkt abgekoppelt zu werden.

Wasserstoffprojekte dürfen nicht isoliert geplant werden. Stattdessen müssen sie integrativ in das **regionale Energiesystem** eingebettet werden. Eine erfolgreiche Umsetzung setzt voraus, dass Erzeugung, Transport, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff in **Wechselwirkung** mit bestehenden Infrastrukturen, Energieströmen und Verbrauchsstrukturen betrachtet werden. Hier müssen Strom- und Wärmenetze, industrielle Lastprofile sowie regionale Potenziale erneuerbarer Energien in die Planung mit einbezogen werden.

Die Studie untersucht daher alternative, regional integrierte Infrastrukturansätze jenseits des nationalen Wasserstoff-Kernnetzes.

2 Zielsetzung und Leitfragen

Ziel dieser Studie ist es, zu untersuchen, ob und unter welchen Bedingungen ein regionales, stromgeführtes **Inselnetz** entlang bestehender Bahntrassen in Nordwestbrandenburg einen Beitrag zur besseren Nutzung erneuerbarer Energien, zur Entlastung der Stromnetze und zur schrittweisen Integration von Wasserstoff leisten kann. Im **Mittelpunkt** steht die Frage, inwieweit erneuerbare Stromerzeugung, lokale Verbrauchsschwerpunkte, Speicher sowie ausgewählte Umwandlungstechnologien räumlich und systemisch miteinander verbunden werden können, um bestehende Netzengpässe zu reduzieren und erneuerbare Stromüberschüsse regional nutzbar zu machen. Die Studie schafft eine belastbare **Entscheidungshilfe** für Kommunen, Landkreise und regionale Energieakteure. Sie soll aufzeigen, welche Standorte, Trassen und Systemkonfigurationen technisch sinnvoll, wirtschaftlich tragfähig und schrittweise skalierbar sind, insbesondere vor dem Hintergrund der fehlenden Anbindung Nordwestbrandenburgs an das nationale Wasserstoff-Kernnetz.

⁴ Schalling et al. (2022)

Vor diesem Hintergrund untersucht die Studie folgende zentrale **Leitfragen**:

1. **Technische Grundlagen:** Welche technischen Komponenten und betrieblichen Anforderungen sind für den Betrieb regionaler Inselnetze relevant, und in welchen Anwendungsfällen kommen sie zum Einsatz?
2. **Räumliche Analyse:** Wo befinden sich im Untersuchungsraum relevante Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkte, und welche Trassenverläufe entlang bestehender Bahnstrecken sind grundsätzlich geeignet?
3. **Wirtschaftlichkeit und Beteiligung:** Unter welchen Bedingungen kann ein solches Inselnetz wirtschaftlich betrieben werden, welche Energiepreise sind realistisch, und wie können regionale Akteure und Bürger:innen eingebunden werden?

Der **Untersuchungsansatz** basiert auf der Erkenntnis, dass regionale Energiesysteme zunehmend durch dezentrale Erzeugung⁵ und begrenzte Netzkapazitäten sowie daraus resultierende Abregelungen⁶ geprägt sind. In solchen Strukturen gewinnen ergänzende Infrastrukturen an Bedeutung, die eine lokale Nutzung erneuerbarer Stromerzeugung ermöglichen. Ein stromgeführtes Inselnetz wird in dieser Studie als eine solche ergänzende Infrastruktur betrachtet. Es dient der Verbindung lokaler Erzeugungsanlagen mit Verbrauchern, Speichern und Umwandlungstechnologien außerhalb des regulären Verteilnetzbetriebs. Wasserstoff wird dabei nicht als eigenständiges Infrastruktursystem betrachtet, sondern als eine mögliche Umwandlungs- und Speicheroption innerhalb eines überwiegend stromorientierten Energiesystems. Die Untersuchung konzentriert sich insbesondere auf Anwendungen, bei denen Wasserstoff eine ergänzende Funktion übernimmt.

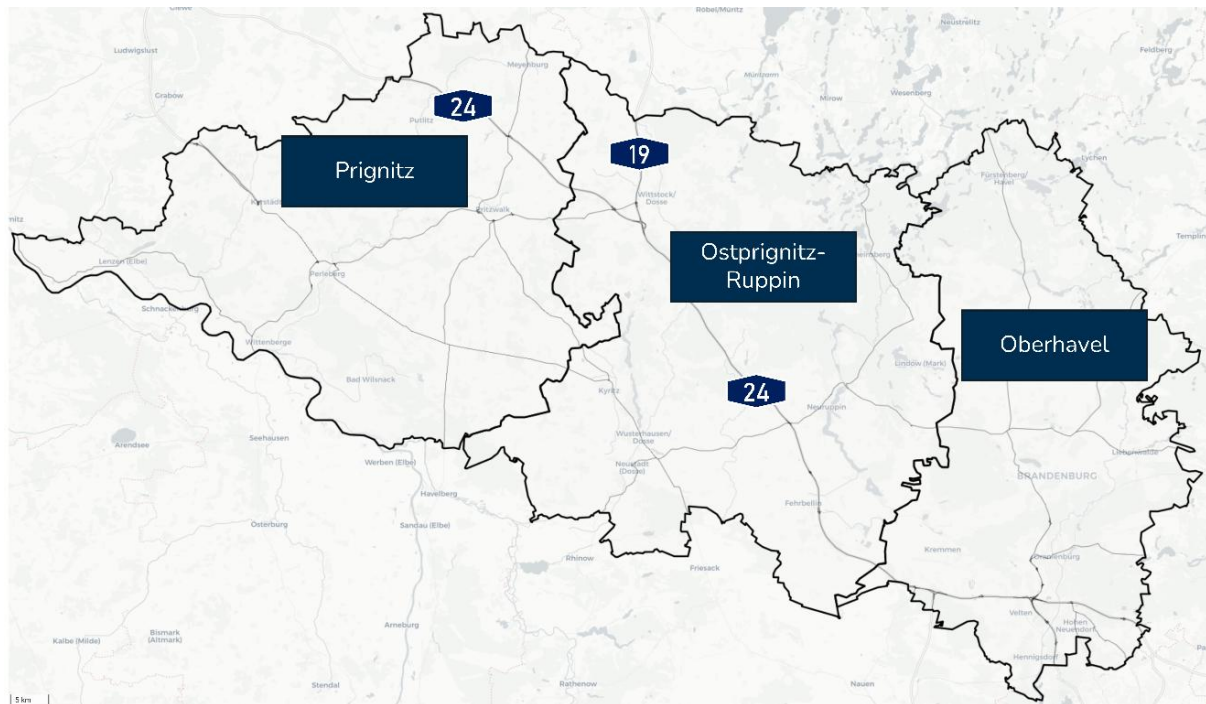
Das regionale Inselnetz muss nicht zwingend als geschlossenes Gesamtsystem realisiert werden, sondern kann aus einzelnen, räumlich begrenzten Netzabschnitten bestehen. Ein großer Vorteil ist die **Skalierbarkeit**: Flexible Konzepte, die in mehreren Stufen umgesetzt oder bei Bedarf erweitert werden können, bieten die Möglichkeit, zunächst kleinere Projekte umzusetzen und diese bei entsprechender Infrastrukturentwicklung zu erweitern, was die Investitionssicherheit erhöht. Mehr Flexibilität führt sowohl zu mehr Unabhängigkeit von politischen Entscheidungen auf Bundesebene als auch zu besseren Chancen auf Förderzugänge und die Integration in zukünftige Infrastrukturpläne, zum Beispiel durch die Aufnahme in den Netzentwicklungsplan Gas und Wasserstoff. Aussagen zur tatsächlichen Umsetzung, zum zeitlichen Ablauf oder zur Priorisierung einzelner Ausbauschritte sind nicht Gegenstand der Studie und obliegen politischen und administrativen Entscheidungsprozessen.

Im Fokus stehen die Landkreise Prignitz, Ostprignitz-Ruppin und Oberhavel, die gemeinsam die **Planungsregion Prignitz-Oberhavel** bilden. Diese Region zählt zu den energieerzeugungstärksten,

⁵ Uddin u.a. (2023)

⁶ Bundesnetzagentur (2024a)

aber zugleich netzschwächsten Räumen Brandenburgs.⁷ Der Untersuchungsraum ist in Abbildung 1 kartografisch dargestellt.



**Abbildung 1: Kartografische Darstellung des Untersuchungsraums
(Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)**

Als räumliche **Bezugsachsen** für die Untersuchung dienen die von der DESAG betriebenen **Bahnstrecken**. Diese werden im Rahmen der Studie als potenzielle Korridore für ergänzende Energieinfrastruktur betrachtet. Diese Trassen bieten durch ihre Flächenverfügbarkeit im Eigentum der Bahngesellschaft eine besonders günstige Voraussetzung für den Aufbau von Leitungsinfrastruktur. Dieser Umstand vereinfacht und beschleunigt Genehmigungsverfahren sowie Planungsprozesse erheblich. Zudem sind Konflikte mit Anwohnern oder Nutzern angrenzender Flächen meist geringer, was die Umsetzung der Leitungsinfrastruktur sicherer und wirtschaftlicher macht. Durch diese rechtliche und administrative Klarheit sinken sowohl Investitionskosten als auch Risiken bei der Trassenerschließung. Durch eine Verlegung von Stromkabeln entlang der Trassen werden Erzeugungsstandorte erneuerbarer Energien, industrielle und kommunale Verbraucher sowie Speicher- und Umwandlungstechnologien (z. B. Elektrolyseure, Power-to-Heat-Systeme) räumlich effizient gekoppelt.

⁷ Schalling u.a. (2022)

Bei der Betrachtung der Wasserstoffherzeugung ist zu berücksichtigen, dass gemäß der Erneuerbare-Energien-Richtlinie RED III grüner Wasserstoff nur dann als erneuerbar gilt, wenn das sogenannte Zusätzlichkeitsprinzip erfüllt ist. Dieses besagt, dass der für die Elektrolyse eingesetzte Strom aus zusätzlichen erneuerbaren Erzeugungsanlagen stammen muss, die über den bestehenden Ausbaupfad hinaus errichtet werden. Bestehende EEG-Anlagen können daher grundsätzlich nicht ohne Weiteres für die Erzeugung von als „grün“ zertifiziertem Wasserstoff herangezogen werden.

In der vorliegenden Potenzialstudie wird zwischen der technischen Nutzung regionaler erneuerbarer Stromüberschüsse und der regulatorischen Einordnung der Wasserstoffproduktion unterschieden. Die Analyse der Inselnetzpotenziale und der Wirtschaftlichkeit betrachtet primär die systemische Integration von Elektrolyseuren in ein regionales Energiesystem und dient der Abschätzung technischer und ökonomischer Größenordnungen. Eine explizite RED-III-konforme Auslegung der Wasserstoffherzeugung, etwa durch den Zubau zusätzlicher erneuerbarer Erzeugungskapazitäten oder den Abschluss entsprechender Power-Purchase-Agreements, wird im Rahmen der Studie nicht detailliert dimensioniert, kann jedoch in einer nachgelagerten Projektentwicklungsphase berücksichtigt werden. Die Ergebnisse sind daher als potenzialbezogene und konzeptionelle Bewertung zu verstehen und stellen keine Aussage über die Zertifizierbarkeit des erzeugten Wasserstoffs dar.

Die folgenden Kapitel stellen zunächst die technischen Grundlagen von Inselnetzen dar und erläutern anschließend die Methodik und Ergebnisse der räumlichen Analyse.

3 Technische Grundlagen: Inselnetze

Dieses Kapitel legt die technischen **Grundlagen** für die nachfolgenden räumlichen und wirtschaftlichen Analysen dar. Es dient der begrifflichen Klärung und der Einordnung von Inselnetzen (*Microgrids*) als mögliche ergänzende Infrastruktur im regionalen Energiesystem. Eine detaillierte technische Auslegung einzelner Komponenten erfolgt nicht.

Grundsätzlich lassen sich zwei Betriebsformen unterscheiden:

- **netzgekoppelte** Inselnetze, die dauerhaft mit dem übergeordneten Stromnetz verbunden sind, sich jedoch bei Bedarf abkoppeln können,
- **isolierte** Inselnetze, die dauerhaft ohne Verbindung zum Verbundnetz betrieben werden, beispielsweise in abgelegenen Regionen.⁸

Im **Kontext** dieser Studie stehen netzgekoppelte Inselnetze im Vordergrund, die als ergänzende Infrastruktur zum bestehenden Stromnetz fungieren und im Regelbetrieb parallel zum Verteilnetz arbeiten.

⁸ VDE (2023)

Ein Inselnetz setzt sich aus mehreren funktionalen Komponenten zusammen:

- **Erzeugungsanlagen:** Typischerweise handelt es sich um erneuerbare Energiequellen wie Photovoltaik- und Windenergieanlagen. Ergänzend können steuerbare Erzeuger (z. B. KWK-Anlagen oder Notstromaggregate) eingesetzt werden, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten.⁹
- **Energiespeicher:** Batteriespeicher übernehmen die kurzfristige Stabilisierung des Systems und gleichen Schwankungen zwischen Erzeugung und Last aus.¹⁰ Für längerfristige Speicherzeiträume kann Wasserstoff als chemischer Speicher eingesetzt werden.¹¹
- **Verbraucher (Lasten):** Dazu zählen industrielle und gewerbliche Abnehmer¹² sowie flexible oder steuerbare Verbraucher¹³, wie z. B. Wärmepumpen und Ladeinfrastruktur.
- **Netzinfrastuktur und Kopplungspunkt:** Die interne Verteilung erfolgt über eigene Leitungen, Transformatoren und Schutztechnik. Bei netzgekoppelten Inselnetzen bildet der sogenannte Point of Common Coupling (PCC) die Schnittstelle zum übergeordneten Stromnetz.¹⁴

Für den stabilen Betrieb eines Inselnetzes sind bestimmte Betriebsanforderungen zu erfüllen. Dazu zählen:

- **Regelbarkeit** von Erzeugung und Lasten, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen
- **Speicherkapazitäten** zur Frequenz- und Spannungsstabilisierung,¹⁵
- **Schwarzstartfähigkeit**, um das System nach einem vollständigen Spannungsausfall eigenständig wieder hochfahren zu können,¹⁶
- **Schutz- und Leittechnik**, die einen sicheren Übergang zwischen Netzparallel- und Inselbetrieb ermöglicht. Im Netzparallelbetrieb muss sich das Inselnetz bei Störungen in Sekundenbruchteilen sicher trennen (*Anti-Islanding-Schutz*). Dafür dienen Koppelschalter oder Leistungselektronik am PCC, die Frequenz, Spannung und Phasenlage überwachen und nur bei stabilen Bedingungen wieder zuschalten.¹⁷

Im Inselbetrieb stellt eine Grid-Forming-Einheit, etwa ein Speicher- oder Batteriewechselrichter, die **Referenzfrequenz** bereit, da die Trägheit des Verbundnetzes fehlt.¹⁸ Moderne Wechselrichter übernehmen zunehmend diese Funktion, erfordern jedoch schnelle Regelalgorithmen und

⁹ Uddin u.a. (2023)

¹⁰ VDE (2023)

¹¹ Sharma u.a. (2024)

¹² Uddin u.a. (2023)

¹³ Marchand u.a. (2021)

¹⁴ Uddin u.a. (2023)

¹⁵ Ebd.

¹⁶ Sharma u.a. (2024)

¹⁷ Marchand u.a. (2021)

¹⁸ Kostovny (2024)

ausreichende Reserven, um Frequenz- und Spannungsabweichungen zu begrenzen. Obligatorisch sind kontinuierliche Spannungs- und Frequenzüberwachung, automatische Last- und Einspeiseregulierung sowie Einhaltung der Power-Quality-Anforderungen (z. B. DIN EN 50160), unterstützt durch Filter und saubere Spannungsführung.¹⁹

In erweiterten Inselnetzkonzepten können neben dem Stromsektor auch Wärme- und Wasserstoffanwendungen integriert werden:

- **Wärme:** Überschüssiger Strom kann über Power-to-Heat-Anlagen in Wärme umgewandelt und in thermischen Speichern zwischengespeichert werden. Mit KWK-Systemen, die gleichzeitig Strom und Wärme bereitstellen, kann die Effizienz verbessert werden. Auf diese Weise erhöht sich die Flexibilität des Gesamtsystems, und saisonale Schwankungen können besser ausgeglichen werden.
- **Wasserstoff:** Elektrolyseure können als flexible Stromverbraucher eingesetzt werden, um erneuerbare Stromüberschüsse aufzunehmen.²⁰ Der erzeugte Wasserstoff kann gespeichert werden.²¹ In dieser Studie wird Wasserstoff als ergänzende Option innerhalb eines überwiegend stromgeführten Systems betrachtet.

Für die vorliegende Untersuchung sind Inselnetze insbesondere deshalb relevant, weil sich aus Ihnen folgende **Vorteile** ergeben:

- **Resilienz:** Microgrids können sich im Störfall vom Verbundnetz abkoppeln und autonom weiter betrieben werden. Das stärkt die allgemeine Krisenfestigkeit des Energiesystems.²²
- **Flexibilität:** Strom wird lokal erzeugt, gespeichert und sektorenübergreifend genutzt, was grundsätzlich zur Systemstabilität im Inselnetz beiträgt.²³ Speicher und flexible Verbraucher wie Elektrolyseure können dazu beitragen, Schwankungen lokal auszugleichen.²⁴
- **Entlastung übergeordneter Verteilnetze:** Strom muss nicht über weite Distanzen transportiert werden. Inselnetze können netzdienlich genutzt werden, indem sie überschüssige Energie aus umliegenden Netzen aufnehmen, speichern und bei Bedarf zurückspeisen.²⁵

¹⁹ Marchand u.a. (2021)

²⁰ Kostovny (2024)

²¹ Sharma u.a. (2024)

²² Uddin u.a. (2023)

²³ Marchand u.a. (2021)

²⁴ Kostovny (2024)

²⁵ VDE (2023)

- **Effizienz durch Sektorkopplung:** Zur Nutzung von Stromüberschüssen kann die Integration von Technologien wie Power-to-Heat oder flexiblen Elektrolyseure die Gesamteffizienz steigern. Lokaler Strom kann eingesetzt werden, um Wärmebedarfe oder Ladesäuleninfrastruktur zu versorgen.
- **Wirtschaftliche Impulse:** Durch Investitionen in Erzeugungs- und Speichereinrichtungen, Kosteneinsparungen im laufenden Betrieb sowie Beschäftigungseffekte bei Betrieb und Wartung entstehen wirtschaftliche Vorteile.²⁶
- **Unabhängigkeit:** Das Inselnetz ermöglicht eine lokale Nutzung der Energieüberschüsse ohne eine Anbindung an überregionale Wasserstoffinfrastruktur.

Die technische Einführung bildet die Grundlage für die nachfolgenden Kapitel zur räumlichen Analyse, zur Szenarienentwicklung und zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Im nachfolgenden Kapitel ist der Untersuchungsraum beschrieben und begründet. Anschließend werden die methodischen Schritte zur Identifikation geeigneter Standorte und Trassen für ein regionales Inselnetz erläutert.

4 Untersuchungsraum und Ausgangsbedingungen

Der Untersuchungsraum umfasst die **Planungsregion Prignitz-Oberhavel** mit den Landkreisen Prignitz, Ostprignitz-Ruppin und Oberhavel im Nordwesten des Landes Brandenburg. Die Region ist überwiegend ländlich geprägt, weist eine geringe Bevölkerungsdichte sowie große verfügbare Flächen auf.

Bei der **Stromerzeugung** zeichnet sich folgendes Bild: Windenergie- und Photovoltaikanlagen sind in der Region in hoher Dichte installiert, während gleichzeitig nur eine begrenzte Anzahl industrieller Großverbraucher vorhanden ist. Diese Struktur führt dazu, dass lokal erzeugter erneuerbarer Strom nicht vollständig aufgenommen werden kann und es regelmäßig zu Einspeisebegrenzungen kommt.²⁷ Die bestehende Strominfrastruktur ist in weiten Teilen als Verteilnetz mit begrenzter Aufnahmekapazität ausgelegt. Der notwendige Ausbau der Netze konnte bislang nicht im gleichen Tempo erfolgen wie der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung.²⁸ In Kombination mit der fehlenden kurzfristigen Perspektive einer Anbindung an das nationale Wasserstoff-Kernnetz entsteht für die Region eine strukturelle Ausgangslage, in der hohe Erzeugungspotenziale auf begrenzte Abnahme- und Transportmöglichkeiten treffen. Diese Konstellation bildet den zentralen Ausgangspunkt der Untersuchung.

²⁶ Sharma u.a. (2024)

²⁷ Schalling u.a. (2022)

²⁸ Ebd.

Auf der **Verbrauchsseite** sind die Laststrukturen heterogen ausgeprägt. Neben Haushalten und kleineren Gewerbebetrieben bestehen punktuell relevante Energieabnehmer, etwa durch kommunale und industrielle KWK-Anlagen, bestehende oder geplante Fernwärmenetze, Industrie- und Gewerbegebiete sowie Verkehrsinfrastrukturen mit Ladebedarf. Diese Verbrauchsschwerpunkte sind räumlich konzentriert und bieten potenzielle Ansatzpunkte für eine stärkere regionale Nutzung erneuerbarer Stromerzeugung, insbesondere wenn Erzeugung, Speicherung und Abnahme systemisch miteinander verknüpft werden.

Als räumliche **Bezugsachsen** für die Untersuchung dienen die von der **DESAG** betriebenen Bahnstrecken im Untersuchungsraum, die in Abbildung 2 dargestellt sind. Diese durchqueren große Teile der Planungsregion und verbinden sowohl ländlich geprägte als auch städtische Räume. Die Bahntrassen verlaufen überwiegend auf Flächen im Eigentum der Bahngesellschaft und weisen einen linearen, klar strukturierten Verlauf auf. Dadurch ergeben sich günstige Voraussetzungen für die Betrachtung als potenzielle Korridore für ergänzende Energieinfrastruktur, ohne dass eine tatsächliche Nutzung der Bahninfrastruktur selbst unterstellt wird.

Entlang der Bahnstrecken befinden sich sowohl zahlreiche Erzeugungsstandorte erneuerbarer Energien als auch relevante Verbrauchsschwerpunkte in Industrie-, Gewerbe- und Siedlungsgebieten. Die räumliche Nähe dieser Strukturen ermöglicht es, Erzeugung und Abnahme in einem begrenzten Korridor zu betrachten und potenzielle Inselnetzstrukturen entlang dieser Achsen zu analysieren. Die Bahntrassen werden im Rahmen der Studie somit als planerische Leitlinien genutzt, entlang derer eine Bündelung regionaler Energieinfrastruktur grundsätzlich denkbar ist.

Die Kombination aus hoher erneuerbarer Stromerzeugung, begrenzter Netzaufnahmefähigkeit, punktuellen Verbrauchsschwerpunkten und vorhandenen linearen Infrastrukturen macht die Planungsregion Prignitz-Oberhavel zu einem geeigneten Untersuchungsraum für die Analyse regionaler Inselnetze. Ziel ist es, auf dieser Grundlage systematisch zu untersuchen, wo räumlich geeignete Verknüpfungen von Erzeugung und Abnahme bestehen und wie diese im weiteren Verlauf der Studie methodisch erfasst und bewertet werden können.

STRECKENNETZ

Betrieb durch Regio Infra Nord-Ost GmbH & Co. KG (RIN)



- Strecken der Regio Infra Nord-Ost GmbH & Co. KG
- - - stillgelegte Strecken
- andere Strecken
- Betriebsstelle, Betrieb durch RIN
- Betriebsstelle, Betrieb durch DB Netz AG
- 6936 Strecken-Nummer



Abbildung 2: Das Streckennetz der DESAG²⁹

²⁹ Otto (2025)

5 Räumlichen Analyse

5.1 Methodik

Zur Identifikation und Auswahl geeigneter Trassen wird ein **zweistufiges Vorgehen** gewählt, das Erzeugungs- und Abnahmepotenziale zusammenführt und Knotenpunkte entlang der Bahnstrecke identifiziert. Im ersten Schritt werden die Daten aufbereitet und klassifiziert. Im zweiten Schritt wurden die einzelnen Erzeugungsanlagen in Cluster eingeteilt und die kumulierte Leistung der PV- und Windkraftanlagen quantifiziert. Für die Abnahme wurde die Energienachfrage anhand verschiedener Faktoren ermittelt. Daraus ergeben sich Vorschläge für geeignete Trassen, die im nächsten Schritt auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

1. Datenaufbereitung und Klassifizierung

Die von der **DESAG betriebenen Bahnstrecken** wurden der Streckenkarte³⁰ entnommen und mit einem Geodatenatz aller durch das Untersuchungsgebiet verlaufenden Bahnstrecken abgeglichen. Anschließend wurden alle Bahnstrecken, die nicht von der DESAG betrieben werden, entfernt. Für die Analyse des Inselnetzes wurden weiterhin die verfügbaren Daten zu Erzeugungs- und Nachfragepotenzialen aufbereitet und klassifiziert.

Auf der **Erzeugungsseite** werden **Windkraft-** und **Photovoltaikanlagen** berücksichtigt, die Produktionsstandorte der Erneuerbaren Energien sind. Dabei wird zwischen **bestehenden und geplanten Anlagen** unterschieden, um sowohl das aktuelle als auch das zukünftig verfügbare Potenzial abzubilden. Die **Geodaten** wurden dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur entnommen. Alle Standorte werden mit ihrer installierten Leistung (kW/MW) erfasst, sodass eine quantitative Bewertung möglich ist. Der Datensatz mit den Photovoltaikanlagen wurde nach dem Download in zwei Dateien aufgeteilt: Der erste Datensatz enthält Anlagen mit dem Betriebs-Status *In Planung*, der zweite Datensatz beinhaltet Anlagen mit dem Betriebs-Status *In Betrieb*. Nicht berücksichtigt wurden Anlagen mit einem Betriebs-Status *Endgültig stillgelegt* und *vorübergehend stillgelegt*. Zusätzlich wurden die **Windvorranggebiete** hinzugefügt, um potenzielle zukünftige Erzeugungsstandorte systematisch berücksichtigen und deren Nähe zu den geplanten Stromnetzachsen bewerten zu können. Der Datensatz wurde von der Regionalen Planungsgemeinschaft Prignitz-Oberhavel bereitgestellt³¹.

Auf der **Abnahmeseite** werden verschiedene Kategorien von Energiesenken berücksichtigt, um die Nachfrage umfassend darzustellen: Betrachtet werden die Stromnachfrage, die Wärmebedarfe und der Energiebedarf im Mobilitätssektor. **Fossile Stromerzeuger** (meist KWK-Anlagen) wurden dem Marktstammdatenregister entnommen. Sie dienen als Indikatoren für relevante industrielle oder institutionelle Energiesenken (z. B. Kliniken, Papierfabriken, Pharmaindustrie, Gebäudewärme). Die im

³⁰ Ebd.

³¹ Regionale Planungsgemeinschaft Prignitz-Oberhavel (2024)

Register aufgeführten fossilen Anlagen werden als potenzielle zukünftige Stromverbraucher (Energiesenken) berücksichtigt, da sie perspektivisch durch klimaneutrale Technologien ersetzt werden. Die meisten Anlagen dienen primär der **Wärmeversorgung**. Nur in wenigen, speziellen Fällen liegt der Schwerpunkt auf der **Stromerzeugung**, etwa bei Notstromaggregaten, Reservekraftwerken oder Anlagen zur Volleinspeisung ohne Wärmenutzung. **Kommunale Fernwärmenetze** wurden über die zentralen Ortskoordinaten und Angaben aus dem Energiekonzept 2021 – Prignitz-Oberhavel³² lokalisiert, da detaillierte technische Netzverläufe öffentlich nicht verfügbar sind. **Industrie- und Gewerbegebiete** wurden auf Grundlage der Gewerbeflächenerhebung des Landesamtes für Bauen und Verkehr Brandenburg (LBV)³³ digitalisiert. Für den Standort Neustadt (Dosse) wurden ergänzend Flächenangaben aus der Veröffentlichung des Landrats OPR (2015)³⁴ verwendet. **Wohn-, Industrie- und Gewerbenutzungen** wurden zusätzlich durch Abfragen in der freien Geodatenbank OpenStreetMap (OSM)³⁵ ergänzt. Die OSM-Daten wurden im GIS über das Attribut *landuse=* ausgewertet. Für die Analyse wurden die Datensätze mit den Attributen *landuse=industrial*, *landuse=commercial*, *landuse=residential* verwendet und für die Karten und den Ergebnistext mit *Industriegebiete*, *Gewerbegebiete* und *Wohngebiete* übersetzt. OSM-Daten bieten gute räumliche Orientierung, sind jedoch in ihrer Vollständigkeit und Aktualität nicht flächendeckend verlässlich. **Öffentliche Ladeinfrastruktur** wurde auf Basis des Ladesäulenregisters der Bundesnetzagentur (Stand 2025)³⁶ ausgewertet. Berücksichtigt werden dabei die Anzahl und Leistung der Ladepunkte, sodass sich die potenzielle Stromnachfrage der Ladeinfrastruktur räumlich verorten und in die Netzanalyse einbeziehen lässt. **Verkehrsinfrastrukturen** (Autobahnanschlussstellen, Fährhäfen, Flugplätze) wurden über OSM-Daten abgebildet und im Hinblick auf mögliche Mobilitätsenergiesenken (z. B. H₂-Tankstellen, Schnellladeinfrastruktur) bewertet.

Die räumliche Nähe zur **Bahntrasse der DESAG** wurde über eine 2-km-Pufferanalyse erfasst, um die Eignung für Direktleitungen und mögliche Inselnetzstrukturen zu identifizieren. Die Ergebnisse flossen in die Clusterbewertung ein und bilden die Grundlage für die Ableitung kommunaler und regionaler Handlungsoptionen.

Die Analyse basiert überwiegend auf öffentlich zugänglichen Sekundärdaten. Die Genauigkeit der Ergebnisse hängt von der Aktualität und räumlichen Auflösung der zugrunde liegenden Daten ab. Insbesondere bei OSM-Abfragen besteht keine Gewähr auf Vollständigkeit. Angaben zu Flächennutzungen und Wärmenetzen sind teilweise nur auf aggregierter Ebene verfügbar. Die Ergebnisse bieten somit eine solide Grundlage für strategische Überlegungen, sollten bei konkreten Planungen jedoch durch Detailanalysen und technische Gutachten ergänzt werden.

³² Berger u.a. (2021)

³³ Landesamt für Bauen und Verkehr (2022)

³⁴ Landrat von Ostprignitz-Ruppin (2015)

³⁵ OpenStreetMap contributors

³⁶ Bundesnetzagentur (2025a)

2. Clusterbildung

Im zweiten Schritt werden die Erzeugungsschwerpunkte in unterschiedlichen Entfernungszonen zur Bahntrasse identifiziert.

Mit Hilfe eines **Python-Skripts** wurden die **Geodaten** zu Windenergie- und Photovoltaikanlagen sowie Bahnstrecken eingelesen und zunächst in ein metrisches Koordinatensystem (EPSG 25833) überführt, um Entfernungen korrekt in Metern berechnen zu können. Anschließend wurden alle **Erzeugerstandorte** mithilfe des **Clustering-Algorithmus DBSCAN** (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) räumlich gruppiert. Dabei wurden **Punkte**, die **höchstens einen Kilometer** voneinander entfernt liegen, zu einem **gemeinsamen Cluster** zusammengefasst. Jeder Punkt erhielt eine eigene `cluster_id`, sodass Punkte derselben Kennung derselben Gruppe zugeordnet werden konnten. Auf diese Weise entstehen zusammenhängende Flächen anstelle vieler einzelner Punkte.

Für jedes Cluster wurde im nächsten Schritt ein **Polygon** gebildet, das **alle Punkte** des Clusters **umschließt**. Wenn mindestens drei Punkte vorhanden waren, wurde eine **Konkavhülle** berechnet, die die tatsächliche Form der Punktverteilung möglichst realistisch wiedergibt. Falls dies nicht möglich war, wurde stattdessen eine **Konvexhülle** erzeugt, also die kleinste Fläche, die alle Punkte umschließt. Cluster mit nur einem oder zwei Punkten wurden durch einen kleinen Puffer (100 m Radius) dargestellt, um eine sichtbare Fläche zu erzeugen. Das Ergebnis sind zusammenhängende Polygonflächen, die **räumliche Agglomerationen** von Erzeugungsanlagen abbilden. Anschließend wurden alle Polygone, die nicht auf den Bahnstrecken oder in ihrer unmittelbaren Nähe liegen, entfernt. Danach wurden die **Erzeugungskapazitäten** innerhalb der Cluster **quantifiziert**. Bei Wind- und PV-Anlagen unterscheiden sich die Bezugsgrößen der Leistungsangaben. Für die Analyse wurde die Bruttoleistung der Anlagen laut Marktstammdatenregister verwendet. Bei Wind beschreibt die Bruttoleistung die installierte Generatorleistung der gesamten Anlage, bei PV die Modulleistung der einzelnen Einheiten.

5.2 Ergebnisse

Die räumliche Analyse identifiziert entlang der betrachteten Bahntrassen **fünf Erzeugungscluster** mit deutlich unterschiedlichen strukturellen Eigenschaften. Diese unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der installierten Erzeugungsleistung als auch in Bezug auf die vorhandenen Verbrauchsstrukturen und ihre potenzielle Rolle innerhalb eines regionalen Inselnetzes. Abbildung 2 zeigt eine **Übersicht** der identifizierten **Cluster** sowie der daraus abgeleiteten **Trassenverbindungen** und dient der räumlichen Einordnung der nachfolgenden Ergebnisse.

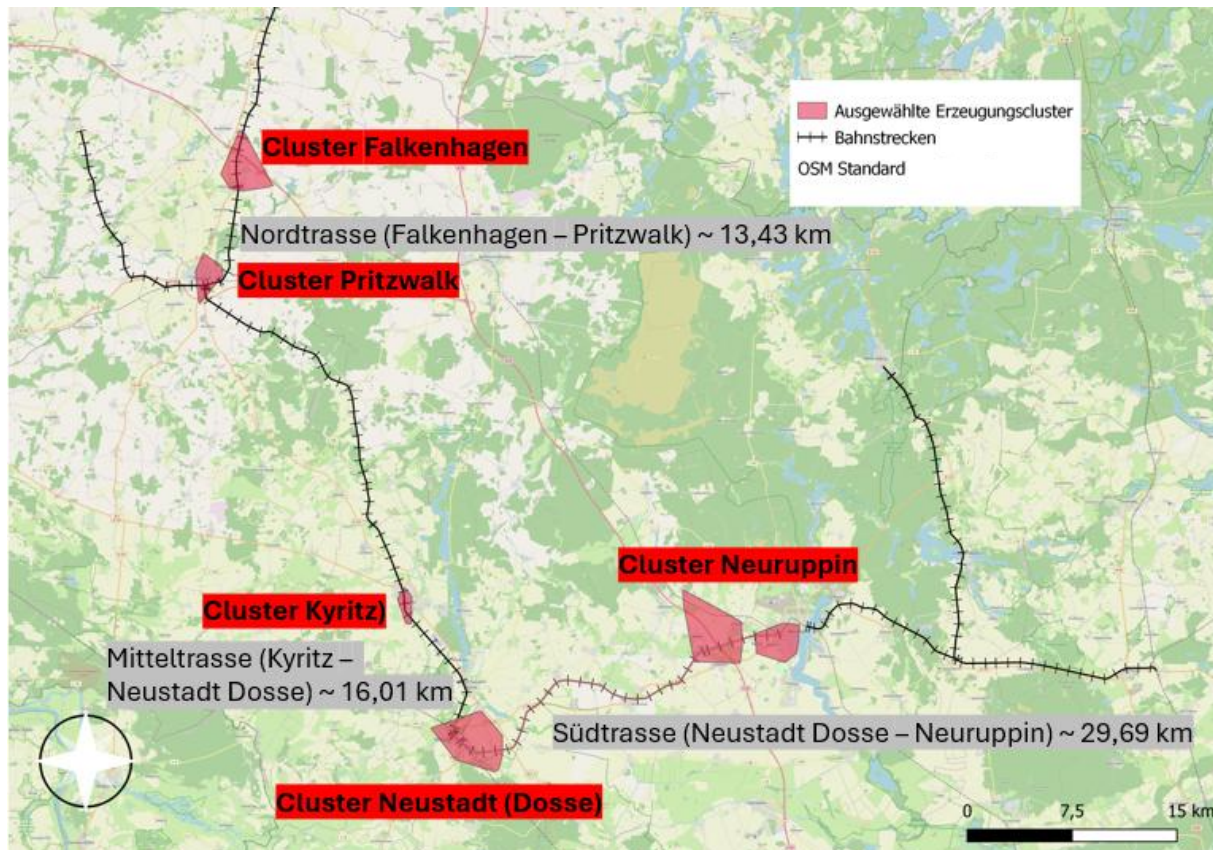


Abbildung 3: Übersicht über ausgewählte Erzeugungscluster und Trassen
(Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)

Die Cluster liegen auf den Bahnstrecken und setzen sich aus stark erzeugungsgeprägten, verbrauchsorientierten sowie gemischt strukturierten Standorten zusammen. Diese räumliche **Struktur** ist die **Grundlage** für die Ableitung potenzieller Verknüpfungen zwischen Erzeugung und Abnahme.

Die in Tabelle 1 dargestellten installierten Leistungen verdeutlichen die **Heterogenität** der **Erzeugungsstrukturen** zwischen den Clustern. Während Falkenhagen und Neustadt (Dosse) durch hohe installierte Leistungen aus Wind- und Photovoltaikanlagen geprägt sind, weisen Pritzwalk und Kyritz ausschließlich Photovoltaikerzeugung in deutlich geringerem Umfang auf. Neuruppin nimmt eine Zwischenstellung ein mit relevanten Wind- und PV-Kapazitäten bei gleichzeitig hoher Verbrauchsdichte. Die Unterscheidung zwischen in Betrieb befindlichen und geplanten Anlagen erlaubt zudem eine Einschätzung der kurzfristig verfügbaren sowie perspektivisch zu erwartenden Erzeugungskapazitäten.

Tabelle 1: Erzeugungskapazitäten in den jeweiligen Clustern

Clustername	Windkraftanlagen		Photovoltaikanlagen		Summe	
	(in kW)		(in kW)		(in kW)	
	In Betrieb	In Planung	In Betrieb	In Planung	In Betrieb	In Planung
Falkenhagen	83.100	11.300	34.600	-	117.700	11.300
Pritzwalk	-	-	9.505	-	9.505	-
Kyritz	-	-	8.300	-	8.300	-
Neustadt (Dosse)	79.800	13.600	19.100	-	98.900	13.600
Neuruppin	67.650	-	13.700	149	81.350	149

Neben der Erzeugungsleistung unterscheiden sich die Cluster deutlich in ihrer Verbrauchsstruktur. Tabelle 2 gibt einen Überblick über zentrale Merkmale wie Industrie- und Gewerbeflächen, vorhandene Wärmenetze, KWK-Leistungen sowie verkehrsbezogene Energiesenken. Dabei zeigen Neuruppin und Pritzwalk eine hohe Dichte an Verbrauchsstrukturen und bestehender Energieinfrastruktur. Falkenhagen und Kyritz weisen sowohl relevante Erzeugungs- als auch Verbrauchsmerkmale auf, allerdings mit Einschränkungen bei der Wärmeinfrastruktur oder der Flexibilität der Nachfrage. Neustadt (Dosse) ist hingegen vor allem durch eine hohe erneuerbare Erzeugung bei gleichzeitig geringer lokaler Nachfrage geprägt. Die Farbkennzeichnung dient der Einordnung der Cluster nach ihrer Verbrauchsstruktur: Grün steht für Cluster mit hoher Nachfrage, Gelb für mittlere Nachfrage und Rot für geringe lokale Nachfrage.

Tabelle 2: Bewertung & Kurzbeschreibung der Cluster

Cluster	Bewertung & Kurzbeschreibung
Neuruppin ●	Ca. 82 ha Gewerbeflächen entlang der Bahnstrecke, dichtes Fernwärmenetz (75 km). Tiefe Geothermie im Bau (9,7 MW + 3,3 MW WP). Hohe KWK-Dichte (17 MW el / 22 MW th). Gut ausgebaute Ladeinfrastruktur, H₂-Tankstelle an der A24 derzeit rückgebaut. Hohe Energieverbrauchsichte, ausgeprägtes Potenzial für Strom-/Wärme-Kopplung und Direktanbindung an Erzeugungscluster.
Pritzwalk ●	Mehrere Industrie- und Gewerbegebiete in Gleisnähe (ca. 90 ha). Wärmenetz vorhanden, Ausbau mit tiefer Geothermie und saisonalem Speicher geplant. Mehrere KWK-Anlagen (Stadtwerke + Industrie). Gute sektorübergreifende Kopplung zwischen Strom und Wärme möglich. Gut geeigneter Standort als Verbrauchscluster.
Falkenhagen ●	Großes Industriegebiet (374 ha) mit Flächenpotenzial (155 ha), PtG-Anlage und Biomethananlage gekoppelt mit BHKW vorhanden. Nähe zur A24 und Bahn, geeignet für Energie- und Mobilitätshub (Rastplatz mit Schnellladepark, H₂-Tankstelle). Drei erdgasbetriebene industrielle KWK-Anlagen (Eigenversorgung, Prozesswärme). Kein Wärmenetz. Gewisses Potential industriellen Verbrauchs zu flexibilisieren und zu steigern. Momentan überwiegen Erzeugung und Abregelung im Cluster.
Kyritz ●	Mehrere Industriegebiete (80 ha), kleines Wärmenetz vorhanden (kommunale Wärmeplanung in Arbeit). Industrie mit hohem Prozesswärmebedarf, derzeit fossil über KWK (Emsland-Stärke GmbH) gedeckt. Mittlere Verbrauchsdichte und flexibles Elektrifizierungspotential.
Neustadt (Dosse) ●	Erzeugungsstarkes Cluster (Wind + PV) mit geringer Last und wenig Industrie. Geringe Wärmelast, keine nennenswerten KWK oder Wärmenetze. Eher Energiequelle als -senke.

Cluster Falkenhagen

Das **Cluster Falkenhagen** weist hohe bereits installierte Erzeugungsleistung aus Wind- und Photovoltaikanlagen auf. Es sind weitere Windkraftanlagen geplant Innerhalb des Clusters befinden sich zwei Windvorranggebiete, in denen zwei weitere Windkraftanlagen geplant sind.

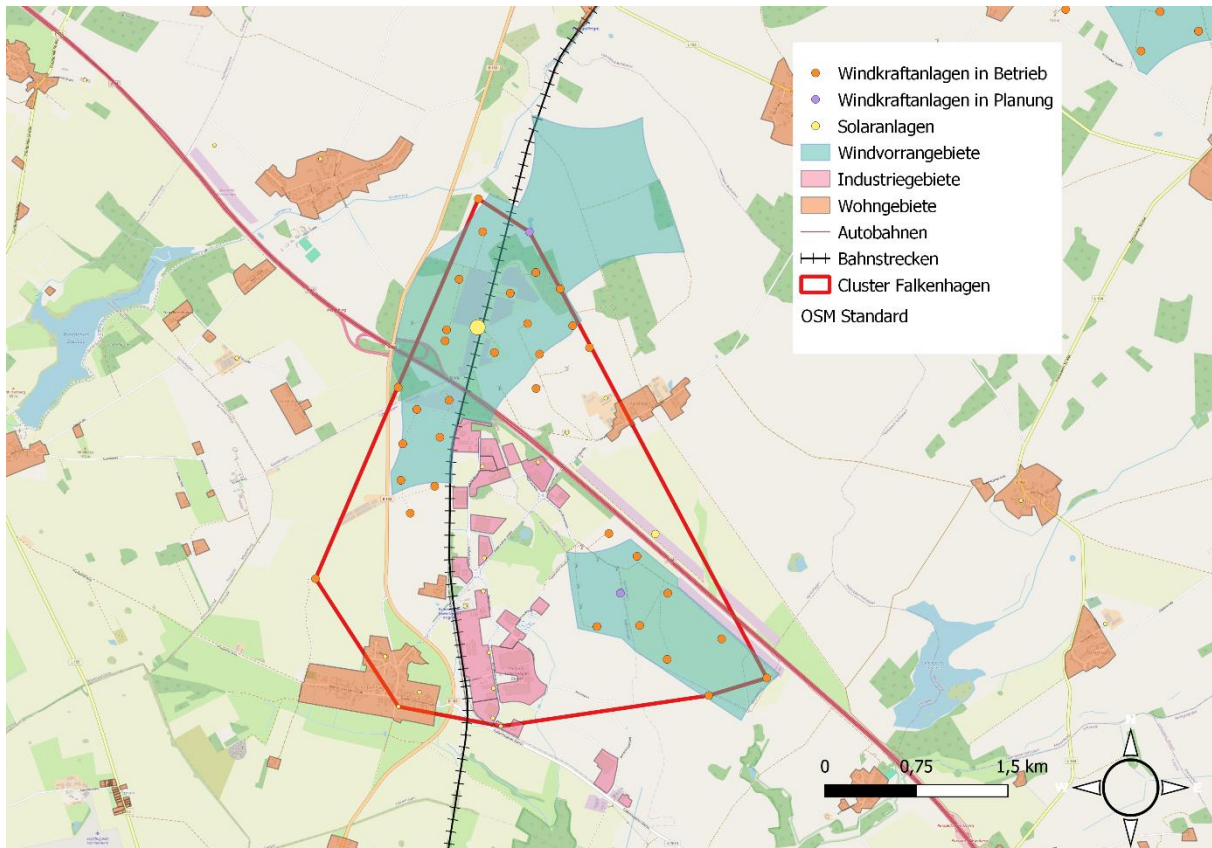


Abbildung 4: Das Cluster Falkenhagen (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)

Das Cluster umfasst zugleich eines der größten Industriegebiete Brandenburgs mit erheblichen Flächenreserven: Der Gewerbepark „Prignitz“, der direkt an das Schienennetz grenzt und einen direkten Gleisanschluss hat. Im Gewerbepark sind Unternehmen aus den Bereichen Logistik, Metallverarbeitung, Groß- und Baustoffhandel, Umwelttechnik, Holzverarbeitung, Papierindustrie, Nahrungsmittel- und Nahrungsergänzungsmittelproduktion angesiedelt.³⁷

Am Standort sind drei industrielle KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von rund 1,1 MW und einer thermischen Leistung von etwa 1,3 MW. Der **Autobahnanschluss der A24** ist in unmittelbarer Nähe des Industriegebiets. Im Cluster besteht derzeit keine öffentliche Ladeinfrastruktur, obwohl die Lage grundsätzlich einen geeigneten Standort dafür bietet. Durch die Nähe zur Autobahn und die bereits vorhandene Elektrolyseanlage bietet das Cluster zudem Potenzial für eine **Wasserstofftankstelle**. Die Anschlussstelle Meyenburg ist zentral auf der A24 zwischen Hamburg und Berlin gelegen. Entlang der ca. 300 km langen Strecke besteht derzeit keine Möglichkeit, Wasserstoff

³⁷ Wirtschaftsfördergesellschaft Prignitz (2025)

zu tanken.³⁸ Die EU-Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) schreibt vor, dass entlang der transeuropäischen Verkehrsrouten (TEN-V) alle 200 km eine Wasserstofftankstelle gebaut werden soll. Die AFIR sieht außerdem den Aufbau einer Schnellladeinfrastruktur für E-Lkw entlang der Hauptverkehrsachsen vor, mit Ladepunkten mindestens alle 60 Kilometer sowie zusätzlichen Schnellladehubs in Industrie- und Logistikzentren.³⁹ Die A24 ist Teil der TEN-V North Sea Baltic Route⁴⁰. Die Wärmenutzung erfolgt derzeit überwiegend dezentral, da ein kommunales Wärmenetz fehlt. Falkenhagen ist daher als gemischt strukturiertes Cluster einzuordnen, in dem hohe Erzeugung auf relevante, jedoch begrenzt flexible Verbrauchsstrukturen trifft.

³⁸ H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG (2025)

³⁹ Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union (2023), Bd. 234/1

⁴⁰ European Commission (2025)

Cluster Pritzwalk

Das Cluster **Pritzwalk** liegt im urbanen Umfeld der Stadt Pritzwalk und erstreckt sich über die Gabelung des gleichnamigen Bahnhofs. Es umfasst Bereiche entlang der Bahnstrecke sowie der Bundesstraße B103 und ist durch mehrere Industrie- und Gewerbegebiete in unmittelbarer Nähe zur Bahnstrecke geprägt.

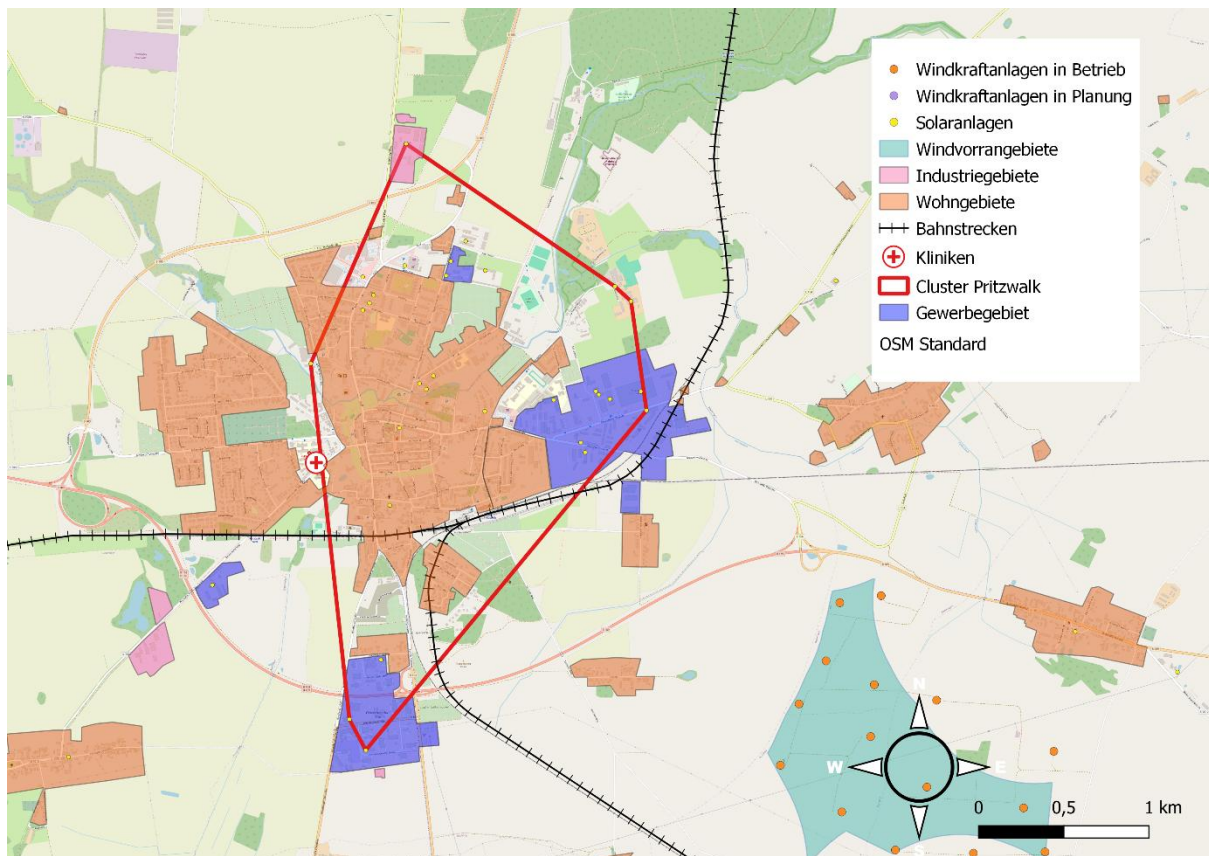


Abbildung 5: Das Cluster Pritzwalk (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)

Ein kommunales **Wärmenetz** ist vorhanden und wird von den Stadtwerken Pritzwalk GmbH betrieben. Es versorgt derzeit 133 Entnahmestellen und erreichte im Jahr 2023 einen Wärmeabsatz von 14,9 GWh. Laut Untersuchungen der kommunalen Wärmeplanung entstehen durch einen weitreichenden Ausbau des Fernwärmenetzes im Stadtkern kombiniert mit der Installation tiefer Geothermie die geringsten Wärmegestehungskosten.⁴¹ Die Stadtwerke betreiben zudem das **Stromnetz** für die Stadt Pritzwalk.⁴² Um sich an eine zunehmend flexible Stromerzeugung anzupassen, bieten die Stadtwerke Pritzwalk einen dynamischen Stromtarif an. Im Stadtgebiet Pritzwalk sind mehrere **KWK-Anlagen** in Betrieb, die sowohl elektrische Energie als auch Wärme bereitstellen. Diese Anlagen stellen basierend auf fossilen Energieträgern insgesamt rund 2 094 kW elektrische Leistung und 3 018,7 kW thermische Leistung bereit und versorgen öffentliche, gewerbliche und industrielle Abnehmer. Im Stadtgebiet Pritzwalks befinden sich mehrere **Gewerbegebiete**, die weniger als zwei Kilometer von den DESAG-

⁴¹ Malte Schümann (2025)

⁴² Stadtwerke Pritzwalk GmbH (2025)

Bahnstrecken entfernt liegen. Im Stadtgebiet Pritzwalk stehen aktuell acht **öffentliche Ladeeinrichtungen** mit insgesamt 17 Ladepunkten zur Verfügung und umfassen sowohl Normalladestationen als auch Schnellladeeinrichtungen. Pritzwalk verfügt auch über einen Sonderlandeplatz: den **Flugplatz** Pritzwalk-Sommersberg.

Im Südosten von Pritzwalk befindet sich diverse Windkraftanlagen (u.a. von Green Wind Energy GmbH). Das Umspannwerk in Kuhdorf an dem diese Anlagen angeschlossen sind ist **regelmäßig von Abregelungen betroffen**. Die hier abgeregelte Energie könnte mithilfe eines Inselnetzes zu anderen Anwendern transportiert werden, oder direkt vor Ort genutzt werden.

Cluster Kyritz

Das Cluster **Kyritz** liegt entlang der Bahnstrecke und umfasst zentrale Bereiche der Stadt sowie angrenzende Gewerbe- und Industriegebiete. Es ist überwiegend städtisch geprägt, mit dichter Bebauung im Zentrum und industriellen Nutzungen im Süden.

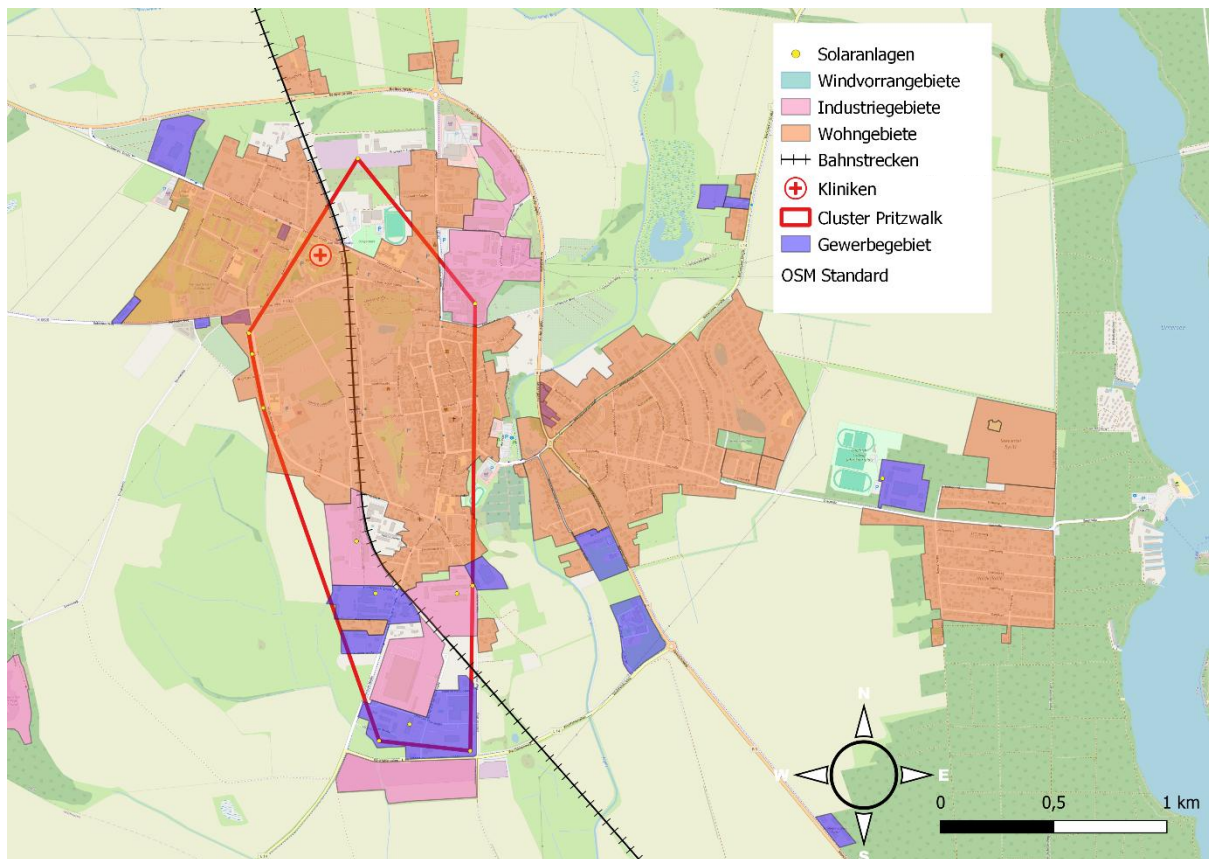


Abbildung 6: Das Cluster Kyritz (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)

Im Stadtgebiet Kyritz befinden sich drei erdgasbetriebene **KWK-Anlagen**, die der kombinierten Strom- und Wärmeversorgung dienen. Sie versorgen sowohl industrielle als auch landwirtschaftliche und öffentliche Verbraucher und zeigen einen ausgeprägten lokalen **Energiebedarf**, insbesondere im Bereich der Prozesswärme. Laut dem Regionalen Energiekonzept 2021 – Prignitz-Oberhavel⁴³ verfügt Kyritz über ein **Wärmenetz**; die kommunale Wärmeplanung der Stadt soll im Oktober 2025 abgeschlossen werden⁴⁴. Im Rahmen der Sektorenkopplung stellt sie einen wichtigen Bestandteil für die Auslegung eines Inselnetzes dar, dessen Ergebnisse in ein Inselnetzkonzept aufgenommen werden müssen. Kyritz verfügt acht **öffentliche Ladepunkte**. Zudem befindet sich in Kyritz ein **Flughafen**.

Die erneuerbare **Stromerzeugung** beschränkt sich auf **Photovoltaik** in moderatem Umfang. Kyritz ist damit als verbrauchsorientierter Standort mit begrenzter eigener Stromerzeugung einzuordnen, der insbesondere für die Integration externer erneuerbarer Erzeugung relevant sein kann.

⁴³ Berger u.a. (2021)

⁴⁴ Holtz (2025)

Cluster Neustadt (Dosse)

Das Cluster **Neustadt (Dosse)** liegt entlang der Bahnstrecke und der Bundesstraße B 102 und umfasst das Stadtgebiet sowie angrenzende Gewerbe- und Agrarflächen. Der Bereich ist durch eine Mischung aus städtischen und ländlichen Strukturen geprägt.

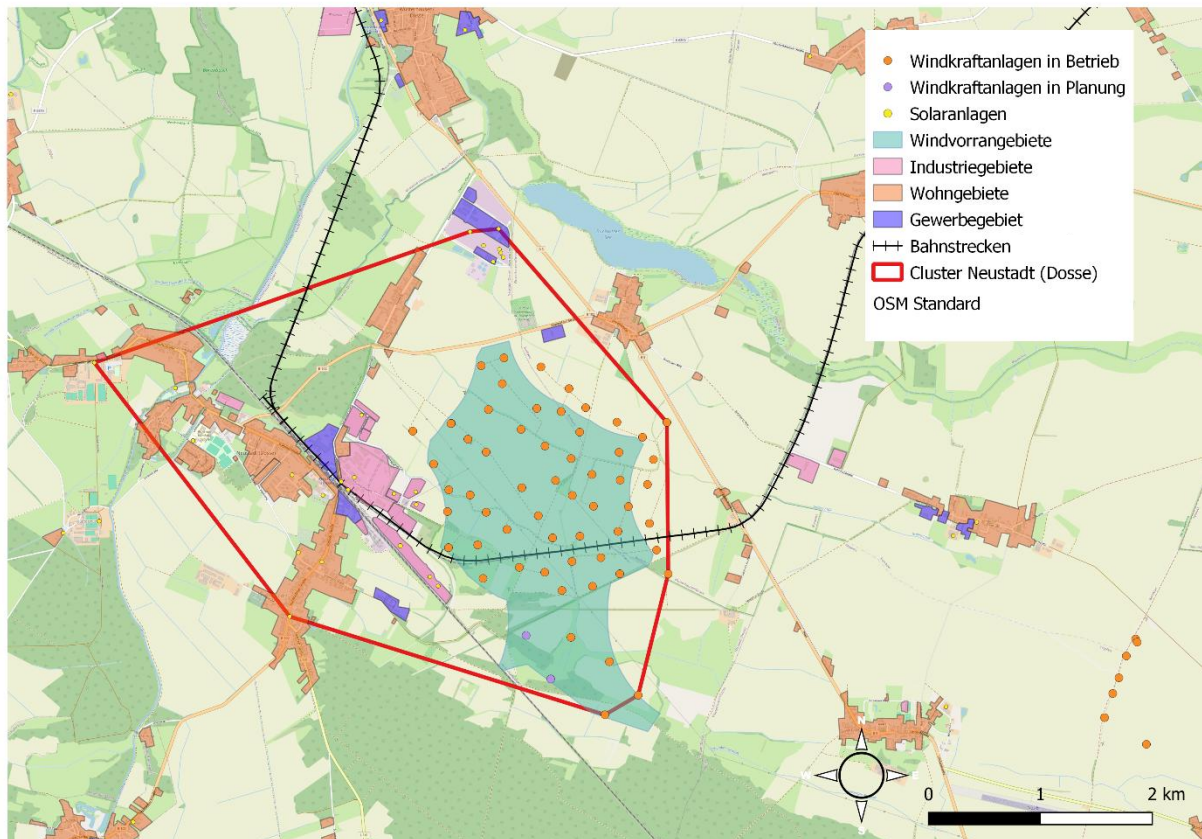


Abbildung 7 Das Cluster Neustadt (Dosse) (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)

Das Cluster weist eine hohe installierte **Erzeugungsleistung** aus Wind- und Photovoltaikanlagen auf. Neben den bereits errichteten 58 **Windkraftanlagen** sind zwei weitere in Planung. Sowohl die geplanten als auch die bereits installierten befinden sich innerhalb des **Windvorranggebiets**. Neben den **Photovoltaikanlagen** in Betrieb sind keine weiteren Anlagen in Planung. Die lokale Verbrauchsdichte ist gering. Hier befinden sich zwei kleinere erdgasbetriebene **KWK-Anlagen** mit einer elektrischen Gesamtleistung von 84 kW und einer thermischen Leistung von 178,7 kW.

Die **Gewerbegebiete** Ost und Nord. Umfassen vor allem produzierendes Gewerbe, Handels-, Dienstleistungs- und Logistikunternehmen⁴⁵, sind aber nur in einem vergleichsweise geringen Umfang vorhanden. In Neustadt (Dosse) befindet sich ein Standort mit vier **Ladepunkten** zum Normalladen.

Neustadt (Dosse) ist daher primär als Erzeugungsschwerpunkt einzuordnen, der potenziell Strom in benachbarte Verbrauchscluster einspeisen kann.

⁴⁵ Landrat von Ostprignitz-Ruppin (2015)

Cluster Neuruppin

Das Cluster **Neuruppin** erstreckt sich **beidseitig** der **Bahnstrecke** im Bereich der Stadt Neuruppin. Es gliedert sich in **zwei Teilräume**: westlich und östlich des Stadtgebiets, die sich durch unterschiedliche Strukturen und Nutzungsschwerpunkte auszeichnen.

Das **Teilcluster Neuruppin West** liegt zwischen Neuruppin und der Autobahn A24 und umfasst den Bereich entlang der Bahnstrecke. Es befindet sich westlich des Stadtgebiets und schließt Teile der Ortschaften Nietwerder und Bechlin ein. Das **Teilcluster Neuruppin Ost** liegt im östlichen Stadtgebiet von Neuruppin, südlich des Ruppiner Sees, und erstreckt sich entlang der Bahnstrecke in Richtung Herzberg.

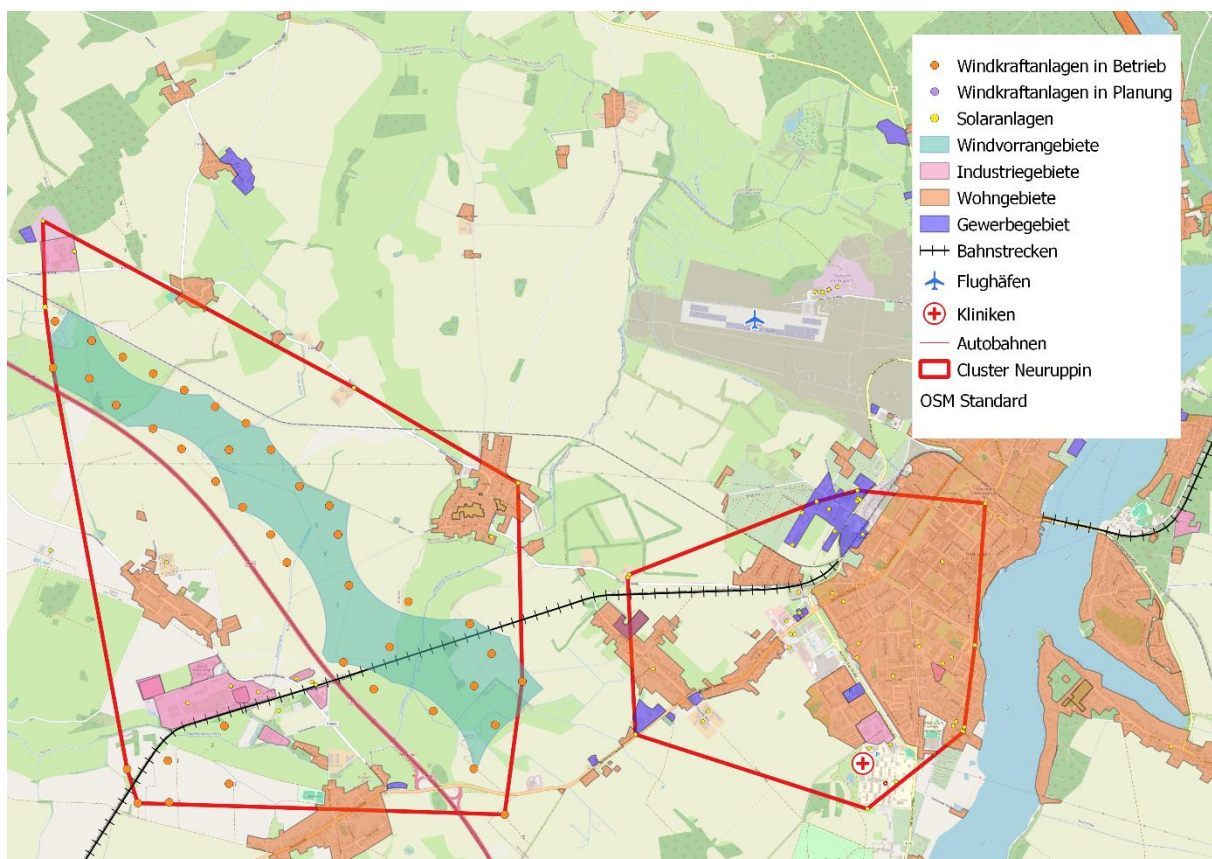


Abbildung 8 Das Cluster Neuruppin (Eigene kartografische Darstellung, Daten von OSM)

Das Cluster Neuruppin kumulierte Leistung aus Wind- und Photovoltaikanlagen befindet sich, verglichen mit den anderen Clustern, im oberen Mittelfeld. Im Teilcluster Neuruppin West befindet sich **ein Windvorranggebiet**. Weitere Windkraftanlagen sind nicht in Planung.

Entlang der Bahntrasse durch Neuruppin befinden sich mehrere **Gewerbe-** und **Industriegebiete**, die gemeinsam eine Gesamtfläche von rund 82 ha abdecken. Diese Flächen stellen aufgrund ihres hohen Strom- und Wärmebedarfs relevante Energiesenken dar und sind aufgrund der Nähe zur Bahnlinie besonders geeignet für die Anbindung an ein lokales Inselnetz oder eine Direktleitung entlang der Gleistrasse. In Neuruppin befinden sich zahlreiche erdgasbetriebene **KWK-Anlagen**, die Strom und

Wärme für das Stadtgebiet bereitstellen. Zusammen verfügen sie über eine installierte elektrische Leistung von rund 17 MW und eine thermische Nutzleistung von etwa 22 MW. Der Großteil dieser Anlagen wird von der Stadtwerke Neuruppin GmbH betrieben, die zugleich das örtliche Strom- und Fernwärmenetz verantwortet. Die Anlagen leisten einen bedeutenden Beitrag zur lokalen Wärmeversorgung. Im industriellen Bereich besteht kein kontinuierlich hoher Wärmebedarf, der dezentral durch eigene KWK-Anlagen gedeckt wird. Die größeren KWK-Einheiten speisen direkt in das städtische **Fernwärmenetz** ein, was eine Gesamtlänge von rund 75 km hat. Derzeit befindet sich eine Geothermieanlage im Bau, durch die das Netz ab 2027 verstärkt mit Wind- und Solarenergie gekoppelt werden soll. Ziel ist es, das Fernwärmenetz bis dahin zu rund 80 % CO₂-neutral zu betreiben.⁴⁶ In Neuruppin besteht eine gut ausgebaute **öffentliche Ladeinfrastruktur** mit insgesamt 34 Ladepunkten, verteilt auf 17 Normallade- und 7 Schnellladestandorte. Mehrere Schnellladeeinrichtungen befinden sich in unmittelbarer Nähe der Autobahnanschlussstelle Neuruppin (A24), was die überregionale Anbindung begünstigt. An derselben Anschlussstelle befand sich bis Anfang 2025 eine Wasserstofftankstelle, die inzwischen zurückgebaut wurde⁴⁷. Darüber hinaus verfügt Neuruppin über ein **Segelfluggelände** sowie einen **Hafen** mit Fährverbindung, die derzeit nur geringe Energiesenken darstellen, perspektivisch jedoch als Standorte für Lade- oder Betankungsinfrastruktur im Zuge der Elektrifizierung und Wasserstoffnutzung im Verkehrssektor relevant werden könnten.⁴⁸ Die Kombination aus relevanter erneuerbarer Erzeugung, hoher Verbrauchsdichte und bestehender Wärmeinfrastruktur kennzeichnet Neuruppin als ausgeprägten Verbrauchsschwerpunkt innerhalb des Untersuchungsraums.

Trassen

Aus der räumlichen Anordnung der Cluster ergeben sich drei konzeptionelle **Trassenverbindungen** entlang der Bahnstrecken. Die **Nordtrasse** verbindet Falkenhagen und Pritzwalk über eine Strecke von rund 13,43 km und stellt eine direkte Verbindung zwischen einem erzeugungsstarken und einem verbrauchsorientierten Cluster her. Die **Mitteltrasse** verbindet Kyritz und Neustadt (Dosse) über etwa 16,01 km und koppelt einen verbrauchsgeprägten Standort mit einem Erzeugungsschwerpunkt. Die **Südtrasse** zwischen Neustadt (Dosse) und Neuruppin weist mit rund 29,69 km die größte Länge auf und verbindet zwei Cluster mit komplementären Erzeugungs- und Verbrauchsstrukturen.

Die dargestellten Trassen sind als **konzeptionelle** Verbindungskorridore zu verstehen. Sie zeigen mögliche Verknüpfungen zwischen Erzeugungs- und Verbrauchsstandorten auf, stellen jedoch keine konkrete Leitungsplanung dar. Die Trassen dienen als Grundlage für die spätere wirtschaftliche und strukturelle Bewertung eines möglichen Inselnetzes.

⁴⁶ Retzlaff (2024)

⁴⁷ Noffke (2025)

⁴⁸ Tran (2024)

6 Wirtschaftlichkeitsanalyse und Simulation

Im folgenden Kapitel wird die **Wirtschaftlichkeit** des Vorhabens betrachtet. Zur Bewertung werden die **Energiepreise** in den Sektoren Wärme, Elektrizität und Wasserstoff untersucht. Darüber hinaus werden auch die **Kosten** für den Aufbau eines Inselnetzes betrachtet, um zu untersuchen, wie viel Energieabnahme benötigt wird, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Abschließend werden Möglichkeiten für die **Beteiligung** von Bürger:innen aufgezeigt.

6.1 Methodik

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dient der vergleichenden **Bewertung** verschiedener Ausprägungen eines regionalen Inselnetzes im Untersuchungsraum. **Ziel** ist es, aufzuzeigen, unter welchen Annahmen und in welchen Konstellationen erneuerbare Energie in den Sektoren Strom, Wärme und Wasserstoff bereitgestellt werden kann und welche Kosten sich daraus für die jeweiligen Endanwendungen ergeben. Die Analyse ist so angelegt, dass sie eine strukturierte **Einordnung** unterschiedlicher Systemkonfigurationen ermöglicht, ohne eine konkrete Investitionsentscheidung vorwegzunehmen.

Zentrale **Herausforderung** der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die gleichzeitige Betrachtung mehrerer Sektoren und Energieträger. Die Kopplung von Strom, Wärme und Wasserstoff erhöht die Komplexität des Energiesystems und erschwert die Auslegung der technischen Komponenten. Unter Dimensionierung wird dabei die Festlegung der erforderlichen Leistungs- und Kapazitätsgrößen einzelner Systembestandteile wie Erzeugungsanlagen, Speicher und Energiewandler verstanden. Da zum aktuellen Zeitpunkt (Stand Dezember 2025) nicht belastbar abgeschätzt werden kann, welche Sektoren künftig in welchem Umfang relevant sein werden, erfolgt die Analyse szenariobasiert.

6.1.1 Szenarioentwicklung

Das Inselnetz im Untersuchungsgebiet dient der Verbindung von erneuerbarer Energieerzeugung und Energieabnahme. Weil die Abnahme in verschiedenen **Sektoren** stattfinden kann und diese Sektoren unterschiedliche **Endprodukte** haben (Strom, Wärme, Wasserstoff), bauen die Szenarien aufeinander auf.

Szenario 1 – Strom: Im ersten Szenario verbindet das Inselnetz Stromerzeugung mit direkter Stromnutzung in der Industrie. Es werden Batteriespeicher eingesetzt, um die fluktuierende Produktion den erneuerbaren Energien auszugleichen. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist ein Schaubild des Szenarios dargestellt. Es bildet das Grundszenario, auf dem die nachfolgenden Szenarien aufbauen.

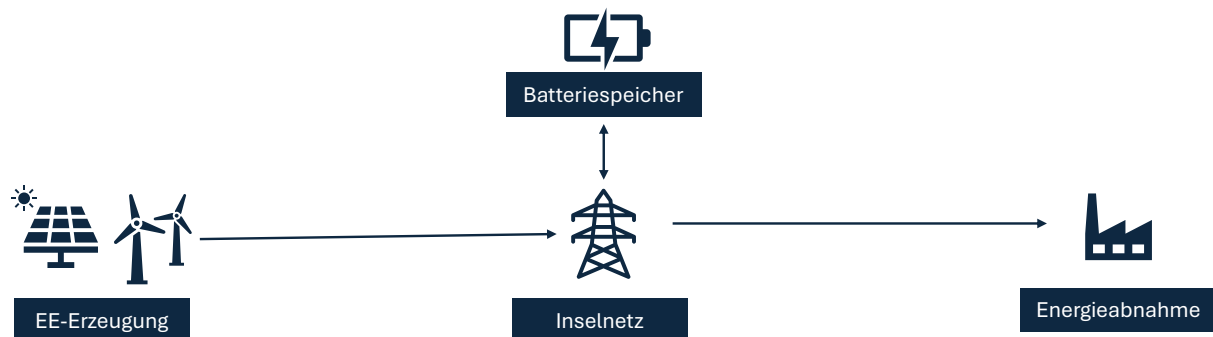


Abbildung 9: Schematische Darstellung von Szenario 1.

Szenario 2 – Rückverstromung von Wasserstoff: Im zweiten Szenario wird das Grundszenario um die Produktion von Wasserstoff erweitert. Der erzeugte Wasserstoff kann gespeichert und in Dunkelflauten mithilfe von Brennstoffzellen rückverstromt werden. Die schematische Darstellung des Szenarioaufbaus ist in Abbildung 10 dargestellt.

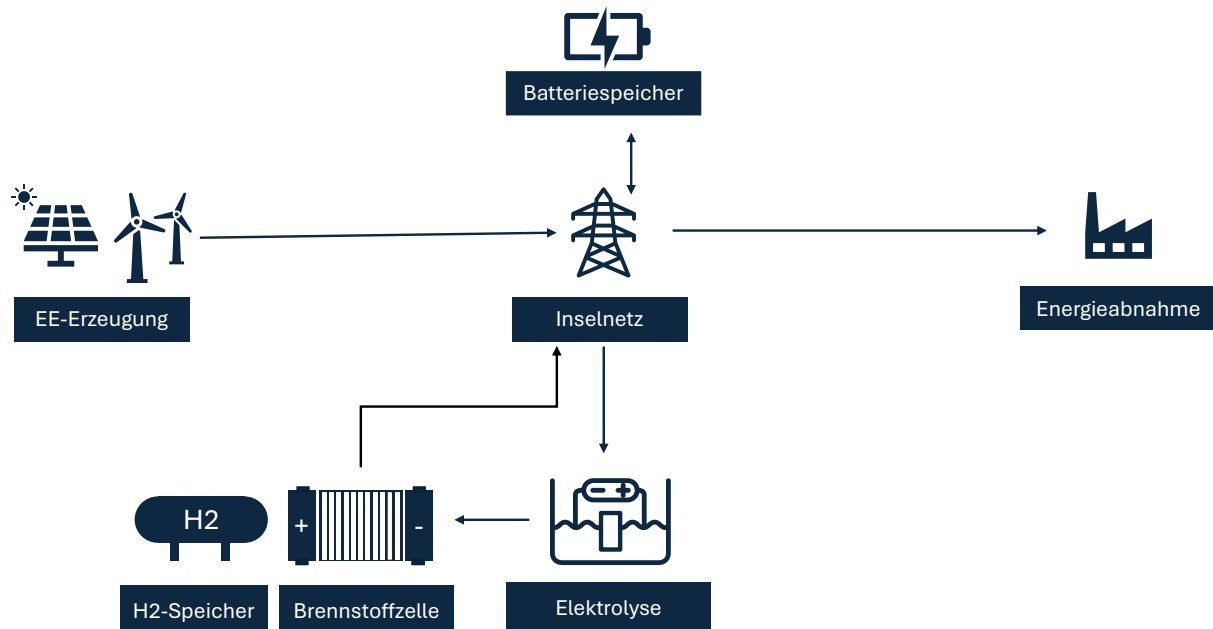


Abbildung 10: Schematische Darstellung von Szenario 2.

Szenario 3 – Wärmeerzeugung: Das Grundszenario wird hier um Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen und Wärmespeicher erweitert. Somit erfolgt die Sektorenkopplung zwischen dem Wärme und dem Elektrizitätssektor. Die schematische Darstellung ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu sehen.

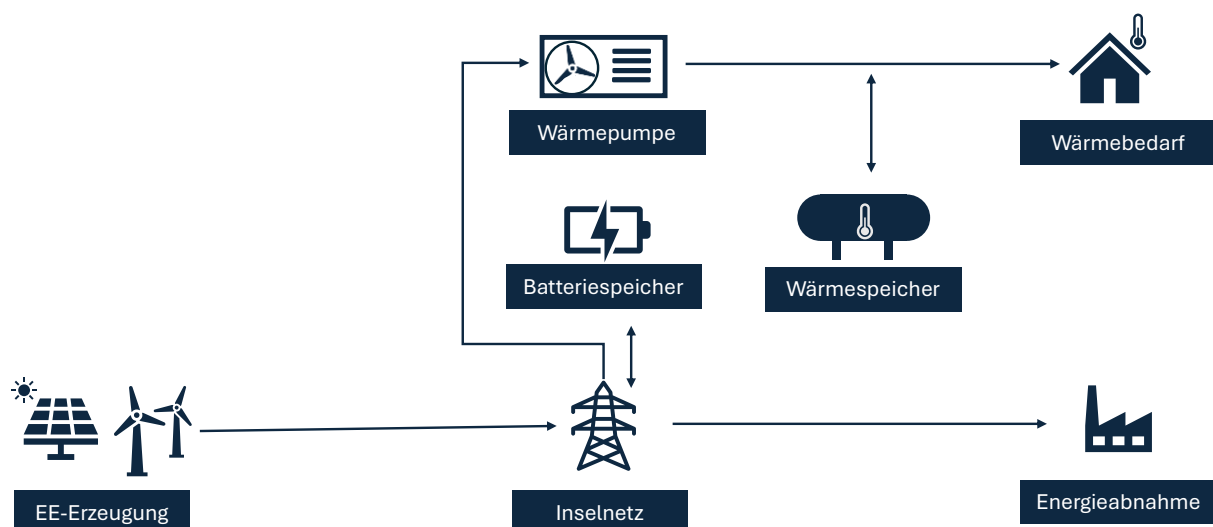


Abbildung 11: Schematische Darstellung von Szenario 3

Szenario 4 – Strom, Wärme und Wasserstoff: Im letzten Schritt werden die vorherigen Szenarien zusammengeführt und erweitert. Dadurch werden sowohl die Versorgung des Wärmesektors als auch die Produktion von Wasserstoff zur Rückverstromung abgebildet. Zusätzlich wird auch die Produktion von Wasserstoff berücksichtigt (s. Abb. 12).

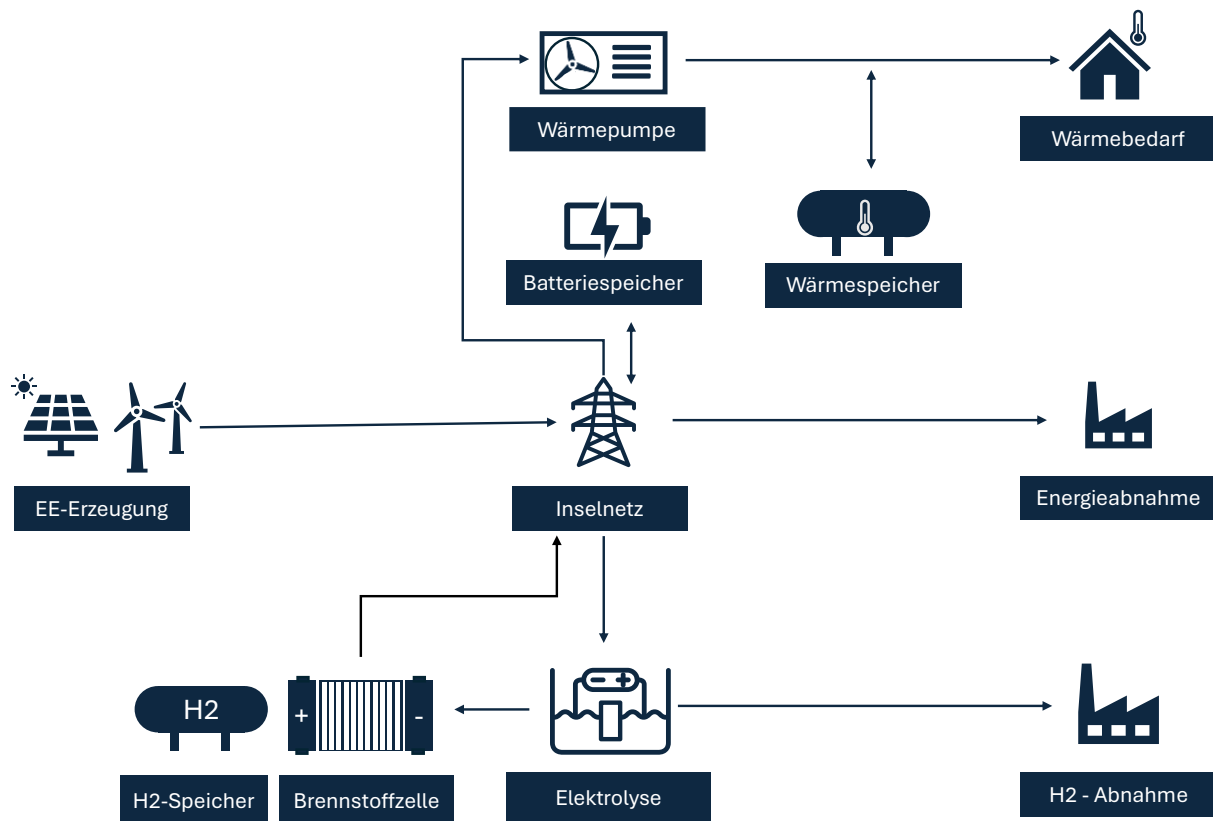


Abbildung 12: Schematische Darstellung von Szenario 4

6.1.2 Simulation des Energiesystems

Um die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Szenarien zu bewerten, ist die **Auslegung** der technischen Anlagen von zentraler Bedeutung, da sie maßgeblich die Investitions- und Betriebskosten bestimmt. Das Energiesystem basiert auf fluktuierenden Erneuerbaren Energien und versorgt mehrere **Sektoren** mit unterschiedlichen **Lastprofilen**. Daher ist die optimale **Größe** von Energiespeichern und Energiewandlern nicht eindeutig vorgegeben und muss gezielt bestimmt werden. Eine Überdimensionierung führt zu hohen Investitionskosten, geringer Auslastung und steigenden Energiekosten. Eine Unterdimensionierung kann die Versorgungssicherheit gefährden und zusätzliche Systemkosten verursachen.

Die Auslegung des Energiesystems in den verschiedenen Szenarien erfolgt anhand **Simulationen**.

Die grundlegende **Fragen** sind:

- Wie **groß** müsse die Komponenten des Energiesystems sein, um die Abnahme zu decken?
- Wie viel **kostet** die Energie in den verschiedenen Sektoren?
- Wie viel **Abnahme** wird benötigt, um ein Inselnetz wirtschaftlich zu betreiben?

Die Szenarien werden im open-source Simulationstool *open_plan*⁴⁹ modelliert. *Open_plan* ermöglicht die Darstellung von Energiesystemen und Berechnung von Energieströmen. Dafür werden die Komponenten des Energiesystems mit wirtschaftlichen und technischen **Parametern** versehen. Mithilfe einer linearen **Multi-Vektor-Simulation** können dann verschiedene Simulationen und Optimierungen durchgeführt werden.

Da die genaue Menge der Abnehmer und auch der Energieerzeugung nicht detailliert abschätzbar ist, ist die genaue Auslegung eines potenziellen Inselnetzes aktuell nicht möglich. Um dennoch wirtschaftliche Kennwerte untersuchen zu können, wird die **Energieabnahme** normiert festgelegt. In Stromnetzen wird Abnehmern normalerweise eine maximale Anschlussleistung zur Verfügung gestellt. Als eine Eingangsgröße für die Simulation wird daher eine maximale **Anschlussleistung** von 1 kW je Anschluss angenommen. Der zeitliche Verlauf eines solchen Anschlusses wird mithilfe von Standardprofilen abgebildet. Auf dieser Grundlage kann mithilfe der Simulation und Optimierung die erforderliche Dimensionierung von Energieerzeugung, -wandlern und -speichern relativ zur Abnahmeleistung bestimmt werden. So lässt sich beispielsweise berechnen, dass für eine industrielle Anschlussleistung von 1 kW eine installierte Leistung von 1,1 kW and Solar- und Windenergie sowie ein Batteriespeicher von 2 kWh erforderlich sind. Auf Basis dieser vereinfachten, normierten Betrachtung können im zweiten Schritt spezifischen **Energiekosten** beim Abnehmer abgeschätzt werden, indem die Kosten für Energieerzeugung, Transport und Wandlung auf die jeweilige Anschlussleistung bezogen werden.

⁴⁹ <https://open-plan.rli-institut.de/de/>

Im dritten Schritt wird die benötigte **Abnahmeleistung** bestimmt. Die Errichtung eines Inselnetzes ist mit erheblichen Investitionskosten verbunden. In der Betrachtung wird von einem Netz im Mittelspannungsbereich ausgegangen, wie es auch für Bahninfrastruktur oder mittlere Industrieabnehmer genutzt wird. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Netzes stellt sich erst ab einer bestimmten Abnahmemenge ein, die erreicht werden muss, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten.

Das methodische Vorgehen der drei Schritte ist zusammen mit den Leitfragen in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst.



Abbildung 13: Vorgehen bei der Simulation und Bewertung der Wirtschaftlichkeit

6.1.3 Annahmen

Die Berechnungen und Simulationen basieren auf verschiedenen **Annahmen**.

Für die Komponenten des Energiesystems werden verschiedene Parameter angenommen, die in die Simulation und Optimierung eingehen. Eine genaue Übersicht über die Parameter ist in Anhang ?? dargestellt.

Zeitreihen: Die Energieabnahme und auch die Energieerzeugung unterliegen zeitlichen Schwankungen. Die Abnahme den Standardlastprofilen für Industriebetriebe (G25 nach BDEW)⁵⁰ zugrunde. Die Profile wurden mithilfe der *oemof.demand-lib*⁵¹ erzeugt. Die Energieerzeugung aus Wind und PV wurde basierend auf Wetterdaten für das Jahr 2019 (Merra-2)⁵² simuliert.

Den Berechnung liegen verschiedene **Randbedingungen** zugrunde:

Randbedingungen der **Simulation:** Das Energiesystem wird auf einen vollständig autarken Betrieb ausgelegt. Sämtliche Erzeugungsanlagen und Speicher werden so dimensioniert, dass auch längere Phasen geringer erneuerbarer Einspeisung (Dunkelflauten) ohne Rückgriff auf das übergeordnete Stromnetz überbrückt werden können. Gleichzeitig wird eine Überdimensionierung der Anlagen vermieden. Der potenzielle Verkauf überschüssiger Energie am Markt wird in der Betrachtung nicht berücksichtigt.

Dimensionierung von Speichern: Speichergrößen werden zu 20 % überdimensioniert und zu Beginn der Simulation mit einem Ladezustand von 20 % angesetzt. Diese Annahmen dienen der Abbildung realistischer Betriebsbedingungen, der Berücksichtigung von Anfangs- und Randbedingungen der Simulation sowie der Vermeidung modellbedingter Verzerrungen der Auslegung.

Skalierbarkeit: Die Berechnung und Simulation auf Basis relativer Größen setzt eine lineare Skalierbarkeit der wirtschaftlichen und technischen Parameter voraus, da nichtlineare Effekte wie Skalenvorteile in der normierten Betrachtung nicht abgebildet werden können. Kosten, Leistungen und Energiemengen werden proportional zur betrachteten Anschlussleistung skaliert. Die Ergebnisse sind daher ausschließlich auf den betrachteten Anwendungsfall übertragbar und nicht allgemein gültig. Zudem handelt es sich bei der Untersuchung um eine Potenzialanalyse. Für eine abschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind eine konkreter Projektstand und deutlich detailliertere Eingangsdaten nötig.

Zinssatz: Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt auf Basis der Annuitätenmethode. Für die Investition in die betrachteten Komponenten wird ein Zinssatz von 6 % angenommen. Der angenommene Zinssatz spiegelt einen konservativen, projektnahen Finanzierungssatz wider. entspricht einem konservativen projektbezogenen Finanzierungssatz. Bei einer genossenschaftlichen

⁵⁰ BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2025a)

⁵¹ <https://github.com/oemof/demandlib>

⁵² Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) (2019)

Finanzierung könnte dieser Zinssatz zugleich als Rendite für regionale Anteilseigner dienen und damit direkt zur regionalen Wertschöpfung beitragen.

6.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Dimensionierung, sowie der Energiekosten und der Netzkosten für die einzelnen Szenarien dargestellt.

Szenario 1 bildet die Grundlage der Betrachtung, auf der auch die folgenden Szenarien aufbauen.

Dimensionierung: Die Ergebnisse der Optimierung zeigen, dass für jede Kilowattstunde Anschlussleistung im industriellen Bereich eine installierte Leistung von jeweils 1,1 kW aus Wind- und PV-Anlagen erforderlich ist. Zusätzlich müssen 2 kWh Batteriespeicherkapazität installiert werden, um die Fluktuation der erneuerbaren Energien auszugleichen. Die relative Dimensionierung der Komponenten ist in Abbildung 14 dargestellt.

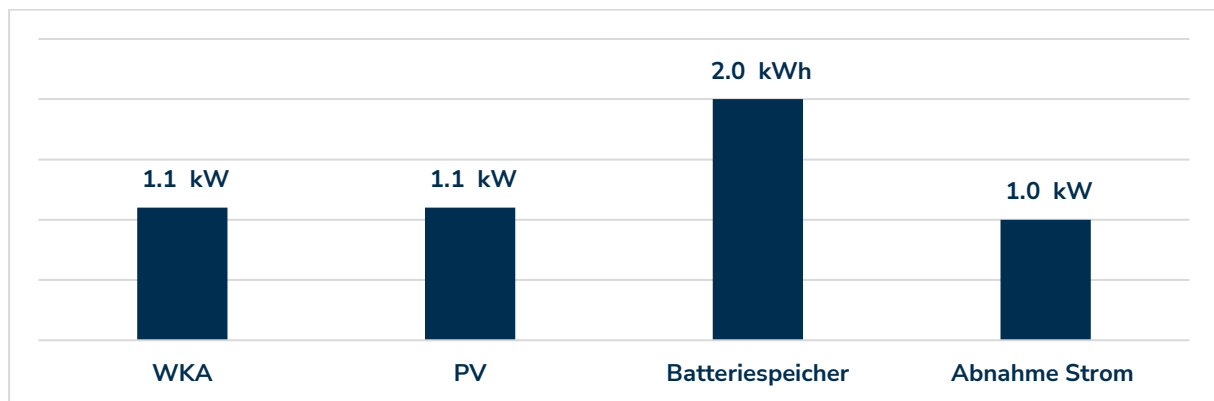


Abbildung 14: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 1

Energiepreise: Die Stromgestehungskosten liegen bei ca. 4,5 bis 6 ct/kWh. Unter Berücksichtigung der Kosten für Energiespeicher und für den Aufbau des Inselnetzes ist ein Endpreis von 16,5 ct/kWh realistisch.

Szenario 2 ergänzt Wasserstoff. Dieser wird produziert, wodurch Überschüsse aus erneuerbaren Energien saisonal gespeichert werden. Dadurch lassen sich auch längere Zeiträume mit geringer erneuerbarer Erzeugung überbrücken.

Dimensionierung: Neben dem im Grundszenario vorhandenen Batteriespeicher wird ein zusätzlicher Wasserstoffspeicher angelegt. Die Beladung des Wasserstoffspeicher erfolgt überwiegend in den Monaten Mai bis August, wenn Überschüsse aus erneuerbarer Stromerzeugung verfügbar sind. Während einer Dunkelflaute im November wird die gespeicherte Energie über eine Brennstoffzelle rückverstromt. Insgesamt werden in diesem Szenario lediglich 2,4 % des Strombedarfs durch Wasserstoff gedeckt. Das nachfolgende Diagramm zeigt die relative Dimensionierung der Komponenten. Es ist darauf hinzuweisen, dass in diesem Szenario Wasserstoff lediglich zur Rückverstromung eingesetzt wird.

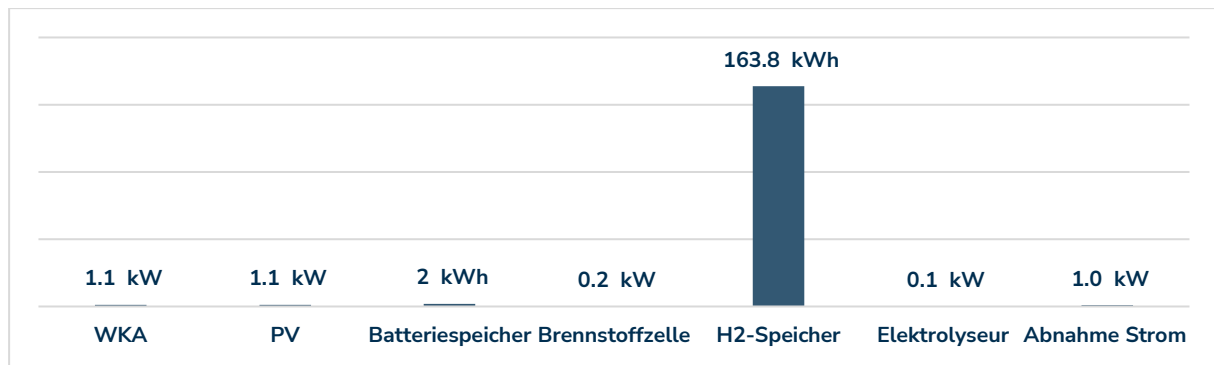


Abbildung 15: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 2

Energiekosten: Aufgrund der geringen Auslastung des Elektrolyseurs sowie der hohen benötigten Speicherkapazitäten für eine saisonale Anwendung steigen die Stromkosten für Endverbraucher auf 33 ct/kWh. Vergleichbare Strompreise für Privathaushalte sind für das Jahr 2025 ebenfalls zu beobachten. Für Industriekunden liegen die durchschnittlichen Strompreise hingegen bei etwa 17,8 ct/kWh.⁵³

Die **Nutzung** von Wasserstoff als saisonale Energiespeicher ist in diesem Szenario daher nicht wirtschaftlich abbildbar. Aus Gründen der Diversifizierung und Resilienz der Stromversorgung kann der Einsatz jedoch grundsätzlich sinnvoll sein. In diesem Fall ist eine zusätzliche Abnahme von Wasserstoff erforderlich, um die Vollbenutzungsstunden des Elektrolyseurs zu erhöhen (siehe Szenario 4).

⁵³ BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2025b)

Szenario 3 ergänzt Wärme sowohl als Erzeugung durch Wärmepumpen als auch als Abnahme.

Dimensionierung: Die Bereitstellung von Wärme wird in diesem Szenario durch Wärmepumpen abgebildet. Da von einem Wärmenetz ausgegangen wird, wird zusätzlich ein Wärmespeicher berücksichtigt. Dieser dient der saisonalen Speicherung von Wärme und vor allem in den Sommermonaten beladen, während die Entladung größtenteils im November erfolgt. Im Vergleich zum Grundszenario weist der Batteriespeicher eine größere Kapazität auf, um die zusätzliche elektrische Last der Wärmepumpen auszugleichen. Die relative Dimensionierung der Anlagen ist in Abbildung 16 dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde die Kapazität des Wärmespeichers nicht abgebildet.

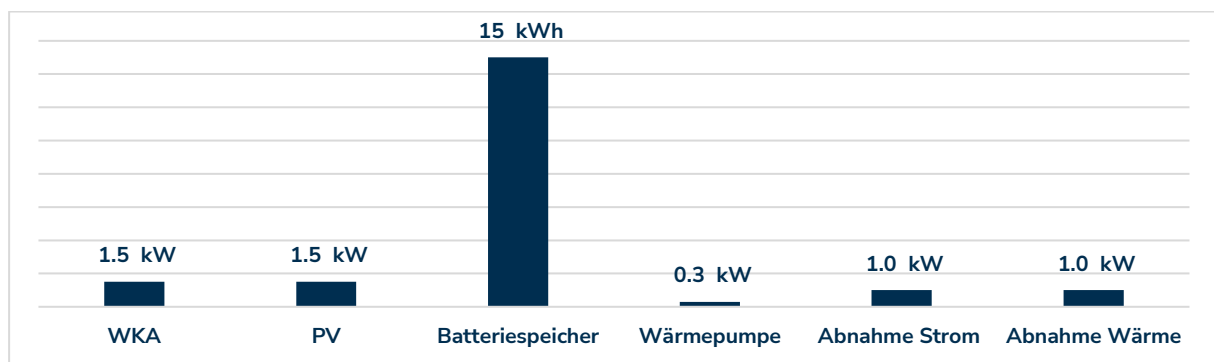


Abbildung 16: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 3

Energiekosten: Ähnlich zum Grundszenario kann Strom zu einem marktüblichen Preis von 16,5 ct/kWh zur Verfügung gestellt werden. Ebenso kann auch Wärme zu marktüblichen Kosten produziert werden. Diese liegen - ohne Kosten für das Wärmenetz - etwa bei 13 ct/kWh.

Szenario 4 ist eine Kombination der vorangegangenen Szenarien und betrachtet Strom, Wärme und Wasserstoff. In diesem Szenario ist sowohl die Produktion von Wärme als auch Wasserstoff möglich. Der erzeugte Wasserstoff kann einerseits zur Rückverstromung eingesetzt und andererseits weiteren Abnehmern zur Verfügung gestellt werden.

Die **Dimensionierung** der Komponenten unterscheidet sich in diesem Szenario von den vorangegangenen Szenarien. Die im System vorgesehenen Speicher fallen insgesamt kleiner aus. Die Kapazität des Wärmespeichers beträgt 27,2 kWh und die des Wasserstoffspeichers 14 kWh. Grund dafür ist die vergleichsweise hohe installierte Leistung an erneuerbaren Energien. In den vorherigen Szenarien sind größere Speicher erforderlich, um die fluktuierende Erzeugung auszugleichen. Im vorliegenden Szenario wird die Elektrolyse in Phasen geringer erneuerbarer Erzeugung gezielt reduziert, wodurch der Bedarf an Speicherkapazität sinkt. Der Wasserstoffspeicher wird in diesem Szenario ausschließlich für die Rückverstromung genutzt. Für andere Abnahmepfade wurde kein Speicher dimensioniert. Die Dimensionierung der Komponenten in Szenario 4 ist in Abbildung 17 aufgeführt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden Wasserstoff- und Wärmespeicher nicht aufgeführt.

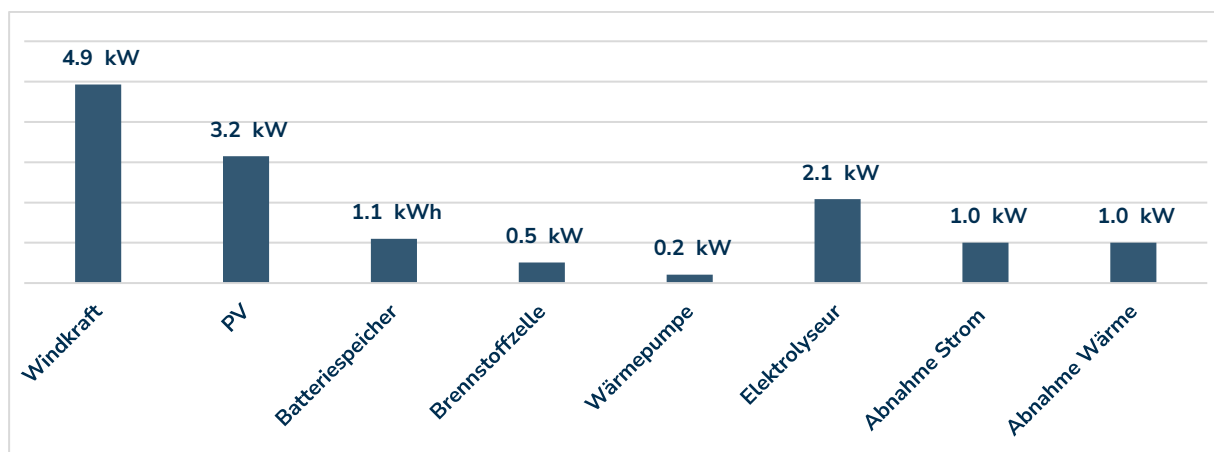


Abbildung 17: Dimensionierung der Komponenten in Szenario 4

Energiepreise: Die Strom- und Wärmepreise entsprechen den Erzeugungskosten aus Szenario 3. Die Produktionspreise von Wasserstoff liegen in diesem Szenario bei 6 €/kg. Zusätzlich fallen noch Transport und Speicherkosten von ca. 1,50 €/kg bei einem Transport per LKW über Distanzen von bis zu 100 km an. Der Berechnung liegen Einkaufspreise für Strom von 10 ct/kWh zugrunde. Aktuell sind Elektrolyseure von Netzentgelten befreit (§ 118 Abs. 6 EnWG). Diese Befreiung wurde auch im Szenario 4 angenommen. Andernfalls ist eine wirtschaftliche Produktion nicht möglich.

Netzkosten

Die Kosten für den Aufbau des Netzes sind abhängig von der Technologie. Häufig werden Inselnetze im Nieder- bis Mittelspannungsbereich aufgebaut. Aufgrund der Größe der Trassen und auch der installierten EE-Leistung in der Region ist auch ein Überregionales Verteilnetz in der oberen Mittelspannung, oder Hochspannung möglich. Die genauen Kosten des Netzes sind auch abhängig von der Anzahl der Übergabestationen, die errichtet werden müssen.

Da die genaue Abnahmestruktur und auch die angestrebte Spannungsebene für das Netz noch nicht feststeht, können die Gesamtkosten derzeit nur näherungsweise abgeschätzt werden. Bei geschätzten Kosten von 1,5 bis 4 Mio. € je Kilometer Stromnetz ist beispielsweise eine Anschlussleistung von 4,5 bis 14 MW in der Industrie nötig, um die Kosten der Nordtrasse (13,43 km) zu decken. In den Landkreise Prignitz und Ostprignitz-Ruppin besteht insgesamt elektrische Anschlussleistung von ca. 120 bis 130 MW⁵⁴.

⁵⁴ Eigene Berechnung basierend auf statischen Daten zum Energieverbrauch in der Industrie:
<https://www.statistikportal.de/de/energieverbrauch-karte>

7 Aktive Beteiligungsmöglichkeiten

Im Folgenden werden verschiedene **aktive Beteiligungsmodelle** betrachtet, die es Bürger:innen ermöglichen, sich unmittelbar am Aufbau und Betrieb eines regionalen Inselnetzes zu beteiligen. Im Zentrum stehen Formen der finanziellen und strukturellen **Mitwirkung**, bei denen Bürger:innen entweder individuell in technische Komponenten investieren oder sich gemeinschaftlich an Infrastrukturprojekten beteiligen.

Ergänzend existieren **passive Beteiligungsformen**, etwa über Bürgerstromtarife oder variable Energiepreise, die sich an lokalen Energieüberschüssen orientieren. Diese stehen jedoch nicht im Fokus dieses Kapitels.

Aktive Beteiligungsmodelle können neben ihrer Finanzierungsfunktion auch systemische **Mehrwerte** schaffen, etwa durch zusätzliche Flexibilitätspotenziale auf Haushaltsebene oder durch eine stärkere regionale Verankerung von Infrastrukturprojekten. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden zunächst individuelle Beteiligungsformen auf Haushaltsebene (7.1) und anschließend kollektive Beteiligungsmodelle in Form von Bürgerenergie- und Genossenschaftsstrukturen (7.2) dargestellt.

7.1 Individuelle Beteiligung auf Haushaltsebene

Ein zentrales Beispiel hierfür ist die **Investition** in private Stromspeicher und perspektivisch auch in bidirektional ladende Elektrofahrzeuge in Kombination mit dynamischen Strompreisen, die lokale Energieüberschüsse abbilden. So können Bürger:innen regionale Überschüsse erneuerbarer Energien aufnehmen und zu Zeiten hoher Nachfrage und/oder geringer Erzeugung wieder in das Stromnetz einspeisen.⁵⁵

Die regulatorischen **Rahmenbedingungen** für eine solche marktaktive Nutzung von Stromspeichern werden aktuell durch die von der **Bundesnetzagentur** veröffentlichten Entwürfe zur Festlegung „Marktintegration von Speichern und Ladepunkten“ (MiSpeL) erweitert. **Ziel** dieser Festlegung ist es, neue Optionen für die gleichzeitige Nutzung von Stromspeichern zur Eigenverbrauchsoptimierung und zur aktiven Teilnahme am Strommarkt zu eröffnen. Bisher war in vielen Fällen nur eine dieser Nutzungsformen möglich. Die MiSpeL-Festlegung schafft insbesondere Klarheit für sogenannte Mischspeicher, die sowohl mit lokal erzeugtem erneuerbarem Strom als auch mit Netzstrom betrieben werden. Durch neue Abgrenzungs- und Pauschaloptionen wird es möglich, förderfähige erneuerbare Stromanteile rechnerisch von Netzstromanteilen zu trennen. Dadurch können Anlagenbetreiber:innen weiterhin von EEG-Förderungen für erneuerbare Einspeisung profitieren und gleichzeitig Umlageprivilegien für rückgespeiste Netzstrommengen in Anspruch nehmen, was nach bisherigen Regelungen nur eingeschränkt möglich war. Auch für das bidirektionale Laden von Elektrofahrzeugen stellt die Festlegung einen wichtigen Schritt dar. Ladepunkte können künftig im Home-Energy-Management-System wie stationäre Speicher behandelt werden und unter vergleichbaren

⁵⁵ Bundesnetzagentur (2025b)

Bedingungen am Strommarkt teilnehmen. Damit eröffnen sich zusätzliche Flexibilitätspotenziale auf Haushaltsebene, ohne dass zwingend separate Batteriespeicher erforderlich sind.⁵⁶

Die MiSpeL besteht aus drei zentralen **Dokumenten**, die gemeinsam den regulatorischen Rahmen für eine marktaktive Nutzung von Stromspeichern und bidirektionalen Ladepunkten konkretisieren. Der sogenannte **Tenor**⁵⁷ legt die grundsätzlichen Regeln fest, unter welchen Bedingungen Marktprämienzahlungen nach dem EEG sowie Umlageprivilegien nach dem EnFG in Anspruch genommen werden können. Ergänzt wird dieser durch **zwei Anlagen**, die die Umsetzungswege beschreiben: die Abgrenzungsoption (Anlage 1)⁵⁸ und die Pauschaloption (Anlage 2)⁵⁹.

Während sich die **Abgrenzungsoption** an komplexere Anlagenkonstellationen richtet und eine viertelstundengenaue rechnerische Zuordnung von erneuerbaren und netzbezogenen Strommengen erfordert, zielt die **Pauschaloption** bewusst auf eine vereinfachte Anwendung ab. Sie richtet sich insbesondere an kleinere Anlagen, wie sie typischerweise in Einfamilienhäusern oder kleinen Gewerbebetrieben anzutreffen sind, etwa Photovoltaikanlagen mit Batteriespeicher und ggf. einem bidirektional nutzbaren Ladepunkt für Elektrofahrzeuge.

Kern der Pauschaloption ist eine gesetzlich definierte **Pauschalannahme**, nach der ein bestimmter Anteil der eingespeisten Strommenge als förderfähiger erneuerbarer Strom gilt, ohne dass eine aufwendige messtechnische oder rechnerische Trennung einzelner Stromflüsse erforderlich ist. Dadurch können Betreiber kleiner Anlagen weiterhin von der EEG-Förderung für erneuerbare Einspeisung profitieren und zugleich Stromspeicher flexibel einsetzen, etwa zur Eigenverbrauchsoptimierung, zur Nutzung dynamischer Strompreise oder zur Rückspeisung von Strom ins Netz in Zeiten hoher Nachfrage.

Eine regionale **Förderung** von Balkonsolaranlagen und Kleinspeichern würde auch Haushalten in Mietwohnungen und mit geringeren Einkommen die Möglichkeit eröffnen, sich aktiv an der Energiewende zu beteiligen und unmittelbar davon zu profitieren. Sie gelten als niedrigschwelliger Einstieg, da sie ohne Eigentum an Gebäuden realisierbar sind und vergleichsweise geringe Investitionskosten aufweisen. Sie sind primär auf den Eigenverbrauch ausgerichtet und leisten aufgrund ihrer geringen installierten Leistung nur einen begrenzten direkten Beitrag zur Stromerzeugung auf Systemebene. Ihr zentraler Mehrwert liegt jedoch in der Demokratisierung der Energiewende und der Einbindung bislang unterrepräsentierter Akteursgruppen.⁶⁰ Balkonsolaranlagen und Kleinspeichern können perspektivisch mit dynamischen Stromtarifen über den reinen Eigenverbrauch hinaus zusätzliche Flexibilitätspotenziale erschließen. Dazu gehören Lastverschiebung und eine Verringerung der Residuallast.⁶¹ Auch wenn Batteriespeicher bei

⁵⁶ Ebd.

⁵⁷ Bundesnetzagentur (2025c)

⁵⁸ Bundesnetzagentur (2025d)

⁵⁹ Bundesnetzagentur (2025e)

⁶⁰ Umweltbundesamt (2025)

⁶¹ Lange (2025)

Steckersolargeräten aus heutiger Sicht häufig weder ökonomisch noch ökologisch vorteilhaft sind, verdeutlichen sie grundsätzlich das Potenzial einer zeitlichen Verschiebung von Stromerzeugung und -verbrauch auf Haushaltsebene.⁶²

Insgesamt eröffnet die **Kombination** aus vereinfachter Regulierung, wie sie durch die Pauschaloption der MiSpeL-Festlegung geschaffen wird, und niedrighschwelligen Technologien wie Steckersolargeräten neue Möglichkeiten für eine breite gesellschaftliche **Beteiligung** an der Energiewende. Damit können nicht nur individuelle Stromkosten gesenkt, sondern auch Akzeptanz und Bewusstsein für die Funktionsweise des Energiesystems gestärkt werden. Die aktive Einbindung von Bürger:innen wird so zu einem ergänzenden Baustein der Energiewende, der soziale Teilhabe mit systemischen Anforderungen verbindet.

7.2 Kollektive Beteiligung durch Bürgerenergie- und Genossenschaftsmodelle

Neben individuellen Beteiligungsformen auf Haushaltsebene bieten insbesondere genossenschaftliche Modelle ein erhebliches Potenzial für die Finanzierung und gesellschaftliche Verankerung eines regionalen Inselnetzes.

Energiegenossenschaften ermöglichen es Bürger:innen, Kommunen und regionalen Unternehmen, sich gemeinschaftlich an Infrastrukturprojekten zu beteiligen. Die Finanzierung erfolgt dabei über Eigenkapitalanteile der Mitglieder, wodurch die Wertschöpfung in der Region verbleibt und gleichzeitig Akzeptanz für neue Energieinfrastruktur gestärkt wird.

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde ein **Zinssatz** von 6 % angenommen. Dieser Zinssatz kann bei genossenschaftlicher Finanzierung direkt als **Rendite** an die beteiligten Mitglieder weitergegeben werden. Im Unterschied zu rein institutionellen Finanzierungsmodellen verbleiben die Kapitalerträge somit nicht bei externen Investoren, sondern fließen an regionale Akteur:innen zurück. Dadurch entsteht ein doppelter Effekt:

- Finanzierungssicherheit durch breitere Kapitalbasis
- Akzeptanzsteigerung durch direkte wirtschaftliche Teilhabe

Genossenschaftliche Modelle eignen sich insbesondere für:

- die Finanzierung von Teilabschnitten einzelner Trassen,
- den Betrieb von Batteriespeichern oder Elektrolyseuren,
- Beteiligungen an Erzeugungsanlagen entlang der Bahntrassen.

Darüber hinaus kann eine **Kombination** aus kommunaler Beteiligung, Stadtwerken und Bürgerenergiegenossenschaften eine stabile Eigentümerstruktur schaffen, die langfristige Planungssicherheit ermöglicht.

⁶² Umweltbundesamt (2025)

Vor dem Hintergrund der hohen erneuerbaren Potenziale in der Region Prignitz-Oberhavel könnten genossenschaftliche Modelle einen zentralen **Baustein** darstellen, um Infrastrukturprojekte nicht nur technisch und wirtschaftlich, sondern auch gesellschaftlich tragfähig umzusetzen.

8 Handlungsempfehlungen

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Planungsregion Prignitz-Oberhavel trotz fehlender Anbindung an das Wasserstoff-Kernnetz über erhebliche systemische **Handlungsspielräume** verfügt. Diese ergeben sich nicht aus einzelnen Projekten, sondern aus der spezifischen räumlichen Konstellation von hoher erneuerbarer Stromerzeugung, begrenzter Netzaufnahmefähigkeit, punktuellen Verbrauchsschwerpunkten und vorhandenen linearen Infrastrukturen. Die folgenden Handlungsempfehlungen leiten sich unmittelbar aus den Ergebnissen der räumlichen Analyse, der Szenarien und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ab und richten sich an die Landkreise sowie die Regionale Planungsgemeinschaft als strategische Planungsebene. Die konkrete Ausgestaltung einzelner Maßnahmen ist in H2CE-Studie 3 (Aktionsplan) als umsetzungsorientierter Fahrplan dargestellt.

1. Inselnetze gezielt als Instrument zur Nutzung erneuerbarer Überschüsse einsetzen

Die Szenarienanalyse zeigt, dass stromgeführte Inselnetze insbesondere dann wirtschaftlich tragfähig sind, wenn sie auf die direkte Nutzung erneuerbarer Stromüberschüsse ausgerichtet sind und Wasserstoff sowie Wärme ergänzend und gezielt integriert werden. Szenario 1 und Szenario 3 weisen marktnahe Energiepreise auf, während eine alleinige Nutzung von **Wasserstoff** als saisonalem Speicher (Szenario 2) wirtschaftlich nicht darstellbar ist. Daraus folgt, dass Inselnetze in der Region nicht als autarke Gesamtsysteme mit maximaler Sektorkopplung konzipiert werden sollten, sondern als stromgeführte Infrastrukturen, die Abregelungen reduzieren, lokale Lasten bedienen und nur dort zusätzliche Umwandlungstechnologien integrieren, wo sie systemisch sinnvoll sind.

Daraus lässt sich ableiten, dass zukünftige Projektentwicklungen entlang der Bahntrassen primär auf strombasierte Anwendungen (Industrie, Gewerbe, Ladeinfrastruktur, Wärmepumpen) fokussieren sollten. Wasserstoff sollte dabei als optionale Flexibilitäts- und Übergangstechnologie betrachtet werden, nicht als zwingender Bestandteil jedes Inselnetzabschnitts. Diese Differenzierung ist entscheidend, um Fehlinvestitionen zu vermeiden und die Wirtschaftlichkeit regionaler Lösungen sicherzustellen.

2. Klare Trassenpriorisierung: Nordtrasse vor Südtrasse vor Mitteltrasse

Die Analyse ergibt eine eindeutige Reihenfolge für die Weiterverfolgung der identifizierten Korridore. Diese Priorisierung ergibt sich aus der Kombination von Erzeugungsstruktur, Verbrauchsdichte, Trassenlänge und erwartbarem Nutzen sowie der Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Die **Nordtrasse** (Falkenhagen - Pritzwalk) sollte vorrangig betrachtet werden. Sie verbindet das stark erzeugungsgeprägte Cluster Falkenhagen mit einem klaren Verbrauchsschwerpunkt Pritzwalk, der über Wärmenetz, KWK-Strukturen und kommunale Energieakteure verfügt. Gleichzeitig ist die Trasse vergleichsweise kurz. Damit bietet sie die besten Voraussetzungen, um mit überschaubarem infrastrukturellem Aufwand einen messbaren Beitrag zur regionalen Nutzung erneuerbarer Stromüberschüsse zu leisten.

Die **Südtrasse** (Neustadt Dosse – Neuruppin) ist als zweiter Schritt sinnvoll. Sie koppelt den ausgeprägten Erzeugungsschwerpunkt Neustadt mit geringer lokaler Nachfrage an das hoch verdichtete Verbrauchscluster Neuruppin mit bestehender Wärme- und Energieinfrastruktur. Der systemische Nutzen ist hoch, insbesondere für Strom-Wärme-Kopplung, allerdings geht die größere Trassenlänge mit höheren Netzkosten einher. Eine Priorisierung nach der Nordtrasse erlaubt es, Erfahrungen aus einem kürzeren Korridor auf diesen aufwendigeren Anwendungsfall zu übertragen.

Die **Mitteltrasse** (Kyritz - Neustadt Dosse) weist im Vergleich den geringsten kurzfristigen Hebel auf. Zwar besteht auch hier eine Kopplung von Verbrauch und Erzeugung, jedoch ist die Verbrauchsdichte in Kyritz moderat, und zusätzliche Flexibilitäten müssten erst entwickelt werden. Die Mitteltrasse eignet sich daher eher als Erweiterungsoption, sobald erste Inselnetzabschnitte etabliert sind und zusätzliche Abnehmer konkret benannt werden können.

3. Inselnetze strategisch für zukünftige Netzentwicklungsprozesse nutzen

Ein zentrales Ergebnis der Studie ist, dass fehlende Wasserstoff-Kernnetzanbindung nicht mit fehlendem **Bedarf** gleichzusetzen ist. Die räumliche Analyse zeigt bestehende und potenzielle Abnehmerstrukturen, die heute jedoch aufgrund mangelnder Infrastruktur nicht wirksam werden können. Inselnetze entlang der Bahntrassen bieten die Möglichkeit, tatsächliche Energieflüsse, Abnahmemengen und Nutzungsprofile sichtbar zu machen.

Für die Landkreise und die REG ergibt sich daraus die Handlungsempfehlung, Inselnetzprojekte nicht nur als regionale Lösungen zu betrachten, sondern gezielt als Vorlauf- und Nachweisstrukturen für zukünftige Netzanbindungen. Belastbare Daten zu Stromabnahme, Wärmenutzung und perspektivisch Wasserstoffproduktion können in die Netzentwicklungspläne eingebracht werden. Inselnetze werden damit zu einem Instrument, um regionale Bedarfe konkret zu belegen, anstatt sie nur planerisch zu postulieren.

4. Schrittweise Umsetzung entlang realer Nachfrage

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt, dass die **Tragfähigkeit** regionaler Inselnetze maßgeblich von der tatsächlich angeschlossenen Abnahme abhängt. Gleichzeitig ist die künftige Entwicklung von Industrie, Wärmeversorgung und Wasserstoffnutzung mit Unsicherheiten verbunden. Daraus folgt, dass für die Region kein statisches Zielbild sinnvoll ist, sondern ein schrittweiser, nachfragegetriebener Ausbau.

Landkreise und REG sollten daher darauf verzichten, Inselnetze als vollständig definierte Endsysteme zu planen. Stattdessen sollten modulare Ausbaustufen verfolgt werden, die an reale Projekte, konkrete Abnehmer und belastbare Investitionsentscheidungen gekoppelt sind. Die in dieser Studie identifizierten Cluster und Trassen dienen dabei als räumlicher Rahmen, nicht als Ausbauverpflichtung. Die detaillierten Maßnahmenfelder, Umsetzungslogiken und Prioritäten sind in Studie 3 ausgearbeitet und bilden die Grundlage für eine solche schrittweise Vorgehensweise.

Quellen

Agora Energiewende; AFRY Management Consulting (2021): No-regret hydrogen: Charting early steps for H2 infrastructure in Europe. Berlin

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2025a): Anwendungshilfe - Hinweise zu den aktualisierten Standardlastprofilen Strom. Berlin, URL: https://www.bdew.de/media/documents/2025-03-17_AWH_Aktualisierte_SLP_Strom_2025_Ver%C3%B6ffentlichung.pdf

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2025b): BDEW-Strompreisanalyse Oktober 2025. 2025, URL: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>

Berger, Corinna; Flintrop, Annika; Idler, Alexandra; Heinz, Katrin; Hellwig, Lukas; Perch-Nielsen, Sabine; Müller, Michel (2021): Regionales Energiekonzept Prignitz-Oberhavel – 1. Fortschreibung 2021. Berlin, Deutschland: EBP Deutschland GmbH, URL: https://www.prignitz-oberhavel.de/fileadmin/dateien/dokumente/REM/FREK_2021/2.Ergebnispr%C3%A4sentation/FREK_2021_AP4_5.pdf, Published: Teilentwurf, Arbeitspaket 5 und 6

Bundesnetzagentur (2024a): Genehmigung eines Wasserstoff-Kernnetzes. Bonn, URL: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Wasserstoff/Genehmigung.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Bundesnetzagentur (2024b): Quartalsbericht: Netzengpassmanagement Viertes Quartal 2024. Bonn, [Zugriff: 26.3.2025]

Bundesnetzagentur (2025a): Elek-tro-mo-bi-li-tät Öffentliche Ladeinfrastruktur, URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/start.html> [Zugriff: 27.10.2025]

Bundesnetzagentur (2025b): Bundesnetzagentur er-mög-licht fle-xi-ble Spei-cher-nut-zung und bi-di-rek-tio-na-les La-den von Au-tos. 2025, URL: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2025/20250919_MiSpeL.html

Bundesnetzagentur (2025c): Eckpunkte zur Konsultation - Tenor. Bonn, URL: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergie/n/EEG_Aufsicht/MiSpeL/DL/Anlage1.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Bundesnetzagentur (2025d): Eckpunkte zur Konsultation - Anlage 1: Abgrenzungsoption. Bonn, URL: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergie/n/EEG_Aufsicht/MiSpeL/DL/Anlage1.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Bundesnetzagentur (2025e): Eckpunkte zur Konsultation - Anlage 2: Pauschaloption. Bonn, URL: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergie/n/EEG_Aufsicht/MiSpeL/DL/Anlage2.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union (2023): Verordnung (eu) 2023/1804 des europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/eu, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1804>

European Commission (2025): Trans-European Transport Network (TEN-T) - Mobility and Transport. 23.10.2025, URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en [Zugriff: 23.10.2025]

Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) (2019): Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2. In: *MERRA-2*, 2019, URL: https://gmao.gsfc.nasa.gov/gmao-products/merra-2/data-access_merra-2/

H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG (2025): H2.LIVE: Wasserstofftankstellen in Deutschland & Europa. 23.10.2025, URL: <https://h2.live/> [Zugriff: 23.10.2025]

Holtz, Dorian (2025): Kommunaler Wärmeplan Kyritz | Theta Concepts. 24.9.2025, URL: <https://theta-concepts.de/post/waermeplan-kyritz/> [Zugriff: 23.10.2025]

Kostovny, Alec (2024): Optimizing green hydrogen: How microgrids enhance resilience. 13.8.2024, URL: <https://logic2020.com/insight/optimizing-green-hydrogen-how-microgrids-enhance-energy-resilience/> [Zugriff: 18.8.2025]

Landesamt für Bauen und Verkehr (2022): Gewerbeflächenerfassung. 2022, URL: <https://lbv.brandenburg.de/gewerbeflachenerfassung-24774.html>

Landrat von Ostprignitz-Ruppin (2015): Wirtschaft in Ostprignitz-Ruppin/ Der richtige Standort, URL: https://www.reg-nordwestbrandenburg.de/wp-content/uploads/reg_brosch-re_2018_ansicht-1.pdf

Lange, Jörg (2025): Was muss sich ändern für netz- und systemdienliche Speicher? Batteriespeicher vom Problem zum Teil der Lösung 2025, URL: https://balkon.solar/wp-content/uploads/2024/12/Netz_Systemdienliche_Kleinspeicher_2025_02_04.pdf, Gefördert mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (Projekt AZ 91024/61, Förderzeitraum 11.12.2024 - 11.06.2025)

Malte Schumann (2025): Kommunaler Wärmeplan Pritzwalk | Theta Concepts. 9.10.2025, URL: <https://theta-concepts.de/post/waermeplan-pritzwalk/> [Zugriff: 23.10.2025]

Marchand, Sophie; Monsalve, Cristian; Reimann, Thorsten; Heckmann, Wolfram; Ungerland, Jakob; Lauer, Hagen; Ruhe, Stephan; Krauß, Christoph (2021): Microgrid Systems: Towards a Technical Performance Assessment Frame. In: *Energies*, Band 14, Ausgabe 8, 2021, S. 2161

Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (2024): Klimaplan Brandenburg. 2024, URL: <https://mleuv.brandenburg.de/mleuv/de/klimaschutz/klimaschutz/klimaplan/#>

Noffke, Oliver (2025): Wasserstoff-Zapfsäulen in Potsdam und Neuruppin werden stillgelegt. 31.3.2025, URL: <https://www.rbb24.de/wirtschaft/beitrag/2025/03/brandenburg-potsdam-neuruppin-wasserstoff-tankstellen-schliessen.html> [Zugriff: 23.10.2025]

OpenStreetMap contributors: OpenStreetMap, URL: <https://www.openstreetmap.org/> [Zugriff: 27.10.2025]

Otto, Jens (2025): Streckennetz - Betrieb durch Regio Infra Nord-Ost GmbH & Co. KG (RIN). Putlitz, URL: <https://www.regioinfra.de/impressum.html>

Regionale Planungsgemeinschaft Prignitz-Oberhavel (2024): Regionalpläne. 2024, URL: <https://www.prignitz-oberhavel.de/regionalplaene/windenergienutzung-2024.html>

Retzlaff, Marian (2024): Wärmeplanung und Transformation der Fernwärme. *Praxisbezug: Fontanestadt Neuruppin / Tiefengeothermie Stadtwerke Neuruppin GmbH*, URL: https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Tagungen/2024_12_03-Tagung_waermeplanung/2024_12_03-ew-k2-tagung---vortrag_Retzlaff---Waermeplanung_und_Transformation_v01_02_12_2024.pdf

Schalling, Anne; Christidis, Andreas; Arriens, Juliane; Schober, Marcus; Yilmaz, Yasin; Seemann, Irene; Schloßmacher, Malte (2022): Potenzialstudie für eine regionale Wasserstoffwirtschaft. Berlin: Reiner Lemoine Institut, URL: <https://www.prignitz-oberhavel.de/fileadmin/dateien/dokumente/REM/Wasserstoffpotenzialstudie/Endbericht.pdf>

Schümann, Malte; Gierow, Conrad (2025): KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG DER STADT PRITZWALK 2. INFORMATIONSVERANSTALTUNG ZUR WÄRMEPLANUNG -| Theta Concepts GmbH. 9.10.2025, Zugriff: 27.10.2025, URL: https://daten2.verwaltungsportal.de/dateien/seitengenerator/d460aaa21fa4ee6d0723bfd18200639743341/2025-10-09_KWP_Pritzwalk_zweite_Oeffentlichkeitsve.pdf [Zugriff: 27.10.2025]

Sharma, Smriti; O'Donnell, John; Su, Wencong; Mueller, Richard; Roald, Line; Rehman, Khurram; Bernstein, Andrey (2024): Engineering Microgrids Amid the Evolving Electrical Distribution System. In: *Energies*, Band 17, Ausgabe 19, 9.2024, URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/19/4764>

Stadtwerke Pritzwalk GmbH (2025): Stadtwerke Pritzwalk: Zahlen und Fakten. 2025, URL: <https://www.sw-pritzwalk.de/ueber-uns/unternehmen/geschaeftsbereiche/zahlen-und-fakten/> [Zugriff: 23.10.2025]

Tran, Linh (2024): Emissionsfreie Boote kommen nicht in Fahrt. 2024, URL: <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2024/08/mobililaetswende-wassersport-elektro-boot-berlin-brandenburg.html> [Zugriff: 27.10.2025]

Uddin, Moslem; Mo, Huadong; Dong, Daoyi; Elsayah, Sondoss; Zhu, Jianguo; Guerrero, Josep M (2023): Microgrids: A review, outstanding issues and future trends. In: *Energy Strategy Reviews*, Band 49, 2023, S. 101127

Umweltbundesamt (2025): Steckersolargeräte (Balkonkraftwerke). 2025, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik/steckersolargeräte-balkonkraftwerke#Funktion>

VDE, Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (2023): Microgrids: Wichtiger Beitrag für mehr Resilienz und Versorgungssicherheit in Energiesystemen. 27.2.2023, URL: <https://www.dke.de/microgrids> [Zugriff: 6.8.2025]

Wirtschaftsfördergesellschaft Prignitz (2025): Gewerbepark Prignitz, Falkenhagen. 2025, URL:
<https://www.wfg-prignitz.de/gewerbegebiete/gewerbepark-prignitz-falkenhagen/>

Anhang

Tabelle 3: KWK-Anlagen Falkenhagen

Unternehmen	Technologie / Brennstoff	Elektrische Leistung [kW]	Thermische Leistung [kW]	Bemerkung / Bedeutung für Energiebedarf
Nordgetreide GmbH & Co. KG	KWK mit Verbrennungsmotor, Erdgas	835	1 033	Lebensmittelindustrie; kontinuierlicher Prozesswärmebedarf (Trocknung, Dampf). Eigenversorgung mit Strom und Wärme. Temperaturniveau: Mittel bis hoch (120–180 °C)
Glatfelter Falkenhagen GmbH	KWK mit Verbrennungsmotor, Heizöl (leicht)	–	–	Herstellung von Airlaid-Produkten (Hygiene-, Medizin- und Haushaltsprodukte) mit über 400 Beschäftigten. Sehr hoher Prozesswärmebedarf für Trocknungs- und Luftformungsprozesse. Temperaturniveau: Hoch (130–200 °C)
Ayanda GmbH	KWK mit Verbrennungsmotor, Erdgas	263	231	Pharma- und Nahrungsergänzungsmittelproduktion. Nutzung für Heizung, Warmwasser und moderate Prozesswärme. Temperaturniveau: Niedrig bis mittel (60–120 °C)

Tabelle 4: KWK-Anlagen Pritzwalk

Unternehmen	Technologie / Brennstoff	Elektrische Leistung [kW]	Thermische Leistung [kW]	Nutzung
KMG Klinikum Mitte GmbH	KWK mit Verbrennungsmotor, Erdgas	140	212	Gesundheitswesen (Krankenhausversorgung)
Stadtwerke Pritzwalk GmbH	KWK mit Verbrennungsmotor, Erdgas	714–22	1 058–48	Kommunale Energieversorgung Fernwärme
ZWP Zahnradwerk Pritzwalk GmbH	KWK mit Verbrennungsmotor, Erdgas	404	480	Industrie (Metallverarbeitung, Maschinenbau)

Tabelle 5: Industrie- und Gewerbegebiete Pritzwalk

Name	des	Gesamtfläche	Genutzte	Potenzial-	Bahnanschluss / Nähe zu
Gewerbegebiets		[ha]	Fläche [ha]	fläche [ha]	Gleisen (DESAG)
Gewerbegebiet Pritzwalk-Ost		40,6	38,8	4,2	Direkt an Gleis Richtung Falkenhagen
Gewerbegebiet Pritzwalk	Süd	29	21,6	1,1	Direkt an Gleis Richtung Kyritz
Gewerbegebiet Pritzwalk-Ost (Gärtnerei)		10,4	10,2	3,3	Direkt an Gleis Richtung Falkenhagen
Gewerbefläche Meyenburger Tor – Zum Stadion		8	6,8	0,2	Gleis ca 2 km entfernt
Gewerbefläche Pritzwalker Straße 1 (Giesensdorf)		2,1	2,1	0	Nahe der Gleise Richtung Perleberg
Gewerbefläche Pritzwalker Straße 3 (Giesensdorf)		4,4	3,9	0	Nahe der Gleise Richtung Perleberg
Gewerbefläche Preddöhler Weg		7,4	7,4	0	Gleis ca 2 km entfernt

Tabelle 6: KWK-Anlagen Kyritz

Unternehmen	Technologie / Brennstoff	Elektrische Leistung [kW]	Thermische Leistung [kW]	Bemerkung / Bedeutung für Energiebedarf
Emsland-Stärke GmbH	Gasturbine mit Abhitzeessel, Erdgas	4 875	9 656	Großindustrielle Anlage der Stärkeproduktion, kontinuierlicher Prozesswärmebedarf (Dampf, Trocknung). Sehr hohes Wärmeniveau (>100 °C).
KMG Klinikum Mitte GmbH	KWK mit Verbrennungsmotor, Erdgas	240	374	Krankenhausversorgung: deckt Strom-, Warmwasser- und Heizwärmebedarf. Mittleres Wärmeniveau (Heizwasser 70–90 °C)..
Pilzkulturen Wesjohann GbR	KWK mit Verbrennungsmotor, Erdgas	250	290	Landwirtschaftlicher Betrieb, Wärme für Klimatisierung und Prozesswärme (Pilzzucht). Niedriges bis mittleres Wärmeniveau (ca. 40–80 °C).

Tabelle 7: Gewerbegebiete Kyritz

Name des Gewerbegebiets	Gesamtfläche [ha]	Genutzte Fläche [ha]	Potenzialfläche [ha]	Besonderheiten / Anmerkungen
Gewerbegebiet Kyritz	43,5	27,3	10,4	Direkt an Gleis gelegen.
Gewerbefläche Emsland	25,7	18,7	1,9	Ca. 1 km entfernt.
Stärke				
Gewerbefläche Straße der Jugend / Am Winkel	15,8	13,2	1	Direkt an Gleis gelegen
Gewerbefläche Seestraße (Famos GmbH)	3,9	3,9	0	2 km Entfernung zu Gleis
Gewerbefläche Perleberger Straße	3,3	3,3	0	Ca. 1 km entfernt.

Tabelle 8: KWK-Anlagen Neustadt (Dosse)

Unternehmen	Technologie / Brennstoff	Elektrische Leistung [kW]	Thermische Leistung [kW]	Bemerkung
Berliner Energieagent ur GmbH	Verbrennungs- motor, Erdgas	34	78	Kleine KWK-Anlage, wahrscheinlich in einem Wohnquartier (Kyritzer Wohnungsbaugesellschaft) zur kombinierten Strom- und Wärmeversorgung.
EMB Energie Brandenburg GmbH	Verbrennungs- motor, Erdgas	50	100,7	Energieversorger, Anlage zur lokalen Versorgung oder Einspeisung; Standort auf Schulgelände deutet auf Wärme- und Stromversorgung öffentlicher Gebäude hin.

Tabelle 9: KWK-Anlagen Neuruppin

Unternehmen / Betreiber	Technologie / Brennstoff	Elektrische Leistung [kW]	Thermische Leistung [kW]	Bedeutung für Energiebedarf
Stadtwerke Neuruppin GmbH	Mehrere KWK- Anlagen, Erdgas	50–1.998	80–2.454	Versorgung von Wohn- und Gewerbstandorten, Schulen und kommunalen Einrichtungen; Grundlage des städtischen Wärmenetzes
Ruppiner Kliniken GmbH	KWK-Anlage, Erdgas	873	987	Wärme- und Stromversorgung des Klinikums und Notstromversorgung.
Sportcenter & Sporthotel Neuruppin e.Kfr.	Verbrennungs- motor, Erdgas	70	115	Lokale Eigenversorgung; Nutzung der Wärme für Warmwasser- und Raumwärmebedarf
LADR GmbH MVZ Neuruppin	Verbrennungs- motor, Erdgas	50	50	Strom- und Wärmeversorgung medizinischer Einrichtungen (Labore)
Sonstige Anlagen im Stadtgebiet	Verbrennungs- motor, Erdgas	50 bis 280	80 bis 408	Reserven oder kleinere Versorgungsanlagen (Backup/Notstrom)

Tabelle 10: Industrie- und Gewerbegebiete Neuruppin

Name des Gewerbegebiets	Gesamtfläche [ha]	Genutzte Fläche [ha]	Potenzialfläche [ha]	Besonderheiten / Anmerkungen
Industrie- und Gewerbegebiet Neuruppin – Treskow I	115.9	77.8	25.2	Größtes Gewerbegebiet der Stadtmit; ca. 5 km Entfernung zum Gleis
EPW – Gewerbegebiet	31.8	23.4	4	Ca. 5 km Entfernung zur Bahnstrecke
Gewerbegebiet Flugplatz Nord	33.9	21	14.3	ca 2 km Entfernung von Bahnstrecke
Gewerbe- und Industriegebiet Alt Ruppin	28	22.7	12	direkt an Bahnstrecke Richtung Osten
Zur Mesche	10.4	9.1	0.5	direkt an Bahnstrecke Richtung Westen
Nietwerder	1.7	1.6	0	Kleines Gewerbegebiet ca 2 km Entfernung zur Bahnstrecke
Bechliner Chaussee	4.2	2.9	1.6	Kleines Gewerbegebiet ca 2 km Entfernung zur Bahnstrecke
Certaldo Ring	4	1.9	1.4	direkt an Bahnstrecke Richtung Westen

Langfassung Cluster Falkenhagen

Das Cluster Falkenhagen liegt südlich von **Meyenburg** und nördlich von **Falkenhagen**. Es verläuft größtenteils durch dünn oder **nicht besiedelten Raum** und erstreckt sich **entlang der Autobahn A24** sowie der **Bahnstrecke** zwischen Meyenburg und Falkenhagen.

Erzeugung: Innerhalb des Polygons befinden sich 32 **Windkraftanlagen**, die **in Betrieb** sind, mit einer Brutto- und Nettoleistung von insgesamt **83.100 kW**. Zusätzlich befinden sich zwei Anlagen **in Planung** mit Brutto- und Nettoleistungen von 5.600 bez. 5.700 kW, was in der Summe **11.300 kW** ergibt. Im Gebiet befinden sich 17 **Photovoltaikanlagen in Betrieb** mit einer kumulierten Bruttoleistung von rund **34.600 kW**. Es sind keine weiteren Photovoltaikanlagen geplant. Zusätzlich befinden sich hier innerhalb des Polygons **zwei Windvorranggebiete**, die das Polygon schneiden. Eins davon liegt direkt auf der Bahnstrecke.

Verbrauch: Im Cluster Falkenhagen befinden sich drei industrielle **KWK-Anlagen**, die gemeinsam eine elektrische Leistung von rund 1,1 MW und eine thermische Leistung von etwa 1,3 MW bereitstellen. Alle Anlagen dienen der industriellen Eigenversorgung mit Strom und Wärme und sind in Betriebe mit kontinuierlichem Energiebedarf eingebunden. Alle drei KWK-Anlagen sind eindeutig dem industriellen Sektor zuzuordnen – vertreten durch die Lebensmittel-, Hygiene-/Papier- und Pharmaindustrie. Die Anlagen erzeugen überwiegend Prozesswärme auf mittlerem bis hohem Temperaturniveau, wodurch sie dauerhafte Energiesenken mit hoher Grundlast darstellen. Die hohe Energienachfrage in der Trocknungs- und Produktionswärme (insbesondere bei Nordgetreide und Glatfelter) sowie die Eigenstromnutzung machen Falkenhagen zu einem energieintensiven Standort. Welcher heute noch fossil gedeckt wird, aber zukünftig klimaneutral werden soll. Falkenhagen bietet gute Bedingungen für eine schrittweise Elektrifizierung industrieller Wärmeprozesse. Während im Pharma- und Lebensmittelbereich der Einsatz von Wärmepumpen bereits wirtschaftlich und technisch ausgereift ist, erfordert die Papierindustrie aufgrund des hohen Temperaturniveaus eine Hybridstrategie mit elektrischer Unterstützung. Insgesamt besteht hohes Potenzial zur Integration flexibler Power-to-Heat-Systeme in ein lokales Inselnetz – technisch weitgehend verfügbar, wirtschaftlich abhängig von Strompreisen und Förderbedingungen. In Pritzwalk-Falkenhagen gibt es derzeit kein **Fernwärmenetz**. Die Errichtung von neuen Wärmenetzen ist nach Untersuchungen der kommunalen Wärmeplanung auf absehbare Zeit unwahrscheinlich. Wahrscheinlicher ist die Umstellung des Gasnetzes auf Biomethan.⁶³ Es wird vorgeschlagen, im nächsten Schritt ein technisch-wirtschaftliches Transformationskonzept zur Abwärmenutzung der WELTEC Biogas-BHKWs unter Einbezug potenzieller zukünftiger Industriebetriebe in Falkenhagen zu prüfen.

⁶³ Schümann; Gierow (2025)

Neben einem kleinen Wohngebiet liegt im Cluster Falkenhagen der **Gewerbepark „Prignitz“**, eines der größten Industriegebiete Brandenburgs. Die Gesamtfläche beträgt 374 ha, davon sind 240 ha derzeit gewerblich genutzt und 155 ha stehen als ungenutzte Entwicklungsflächen zur Verfügung. Das Industriegebiet grenzt direkt an das Schienennetz und hat einen direkten Gleisanschluss. Im Gewerbepark sind Unternehmen aus den Bereichen Logistik, Metallverarbeitung, Groß- und Baustoffhandel, Umwelttechnik, Holzverarbeitung, Papierindustrie, Nahrungsmittel- und Nahrungsergänzungsmittelproduktion angesiedelt.⁶⁴

Am Standort befindet sich eine Elektrolyseanlage mit Methanisierungsanlage von Uniper, die im Rahmen von Power-to-Gas-Projekten betrieben⁶⁵ wird. Mit Strom aus umliegenden Windenergieanlagen produziert die Anlage etwa 360 Nm³/h **grünen Wasserstoff**. In einem weiteren Prozessschritt wird der erzeugte Wasserstoff mit Kohlendioxid zu Methan umgesetzt⁶⁶. Da die Region nicht an das nationale Wasserstoffkernnetz angeschlossen wird, ist eine überregionale Wasserstoff Vermarktung nicht möglich.

Der **Autobahnanschluss der A24** ist in unmittelbarer Nähe des Industriegebiets (Anschlussstelle Meyenburg, ca. 4 km Entfernung). Im Gebiet des Clusters besteht derzeit keine öffentliche Ladeinfrastruktur, obwohl die Lage in unmittelbarer Nähe zur Autobahn grundsätzlich einen geeigneten Standort für Schnellladeeinrichtungen bietet. Schnellladestationen sollten an Standorten mit Gastronomie- und Sanitärangeboten platziert werden, wie beispielsweise dem Hotel Falkenhagen. Hier lässt sich Ladezeit mit notwendigen Pausen verbinden. Durch die Nähe zur Autobahn und die bereits vorhandene Elektrolyseanlage bietet das Cluster zudem Potenzial für eine **Wasserstofftankstelle**. Die Anschlussstelle Meyenburg ist zentral auf der A24 zwischen Hamburg und Berlin gelegen. Entlang der ca. 300 km langen Strecke besteht derzeit keine Möglichkeit, Wasserstoff zu tanken.⁶⁷ Die EU-Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) schreibt vor, dass entlang der transeuropäischen Verkehrsrouten (TEN-V) alle 200 km eine Wasserstofftankstelle gebaut werden soll. Die AFIR sieht außerdem den Aufbau einer Schnellladeinfrastruktur für E-Lkw entlang der Hauptverkehrsachsen vor, mit Ladepunkten mindestens alle 60 Kilometer sowie zusätzlichen Schnellladehubs in Industrie- und Logistikzentren.⁶⁸ Die A24 ist Teil der TEN-V North Sea Baltic Route⁶⁹.

Das Industriegebiet, die Nähe zur Autobahn und der Bahnhof bilden zentrale geografische Rahmenbedingungen des Standorts. In Kombination mit der bestehenden **Power-to-Gas-Anlage** ergeben sich daraus geeignete Voraussetzungen für die Entwicklung eines regionalen Energie- und Mobilitätshubs mit Wasserstoff- und Ladeinfrastruktur. Die Kombination aus **Schnellladeinfrastruktur** für Pkw und Lkw, Wasserstofftankstelle und Batteriespeicher kann die logistische **Anbindung** des

⁶⁴ Wirtschaftsfördergesellschaft Prignitz (2025)

⁶⁵ Uniper (2025a)

⁶⁶ Uniper (2025b)

⁶⁷ H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG (2025)

⁶⁸ Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union (2023), Bd. 234/1

⁶⁹ European Commission (2025)

Industriegebiets stärken und sowohl den Verkehr von Beschäftigten und Anwohnenden als auch den Güter- und Fernverkehr entlang der A24 versorgen. Da Schnellladeeinrichtungen kurzfristig hohe, kaum verschiebbare Lasten erzeugen, sind **Speichertechnik** und koordinierte Steuerung zentrale Voraussetzungen, um Netzstabilität zu gewährleisten. Durch die Kopplung von Lade-, Speicher- und Wasserstoffinfrastruktur entsteht so ein flexibles Energiesystem, das im Inselnetzbetrieb zur effizienten Nutzung und Zwischenspeicherung erneuerbarer Energie beitragen kann. Falkenhagen vereint eine **hohe Erzeugung** aus Wind und PV mit einem energieintensiven Industriegebiet, das durch Papier-, Lebensmittel- und Pharmaindustrie einen stetigen Wärme- und Strombedarf aufweist. Durch die Verknüpfung dieser Sektoren kann das Cluster einen wesentlichen Beitrag zur Integration erneuerbarer Energien und zur Dekarbonisierung der Industrie leisten.

Langfassung Cluster Pritzwalk

Das Cluster **Pritzwalk** liegt im urbanen Umfeld der Stadt Pritzwalk im südlichen Teil des Landkreises Prignitz. Es umfasst Bereiche entlang der Bahnstrecke sowie der Bundesstraße B103 und erstreckt sich über die Gabelung des Bahnhofs Pritzwalk.

Erzeugung: Innerhalb des Polygons liegen 30 **Photovoltaikanlagen** mit einer kumulierten Bruttoleistung von **9.505 kW**, die **aktuell betrieben** werden. Photovoltaikanlagen mit dem Betriebs-Status *In Planung* sind im Polygon nicht enthalten. Windkraftanlagen werden weder betrieben noch geplant.

Verbrauch: Im Stadtgebiet Pritzwalk sind mehrere **KWK-Anlagen** in Betrieb, die sowohl elektrische Energie als auch Wärme bereitstellen. Diese Anlagen stellen basierend auf fossilen Energieträgern insgesamt rund 2 094 kW elektrische Leistung und 3 018,7 kW thermische Leistung bereit. Es werden öffentliche, gewerbliche und industrielle Verbraucher mit Strom und Wärme versorgt. Die Anlagen werden ausschließlich mit Erdgas betrieben und decken unterschiedliche Bedarfssektoren ab. Das KMG Klinikum Mitte nutzt eine KWK-Anlage zur Versorgung des Krankenhausbetriebs mit Strom und Wärme. Die Stadtwerke Pritzwalk betreiben mehrere KWK-Einheiten zur kommunalen Energieversorgung mit elektrischen Leistungen zwischen 22 und 714 kW sowie thermischen Leistungen zwischen 48 und 1.058 kW. In der Industrie nutzt die ZWP Zahnradwerk Pritzwalk GmbH eine KWK-Anlage mit 404 kW elektrisch und 480 kW thermisch zur Eigenversorgung in der Metallverarbeitung und dem Maschinenbau. Hieraus lässt sich ableiten, dass im Stadtgebiet ein lokal konzentrierter Wärmebedarf besteht.

Das kommunale **Wärmenetz** der Stadtwerke Pritzwalk GmbH versorgt derzeit 133 Entnahmestellen und erreichte im Jahr 2023 einen Wärmeabsatz von 14,9 GWh. Laut Untersuchungen der kommunalen Wärmeplanung entstehen durch einen weitreichenden Ausbau des Fernwärmenetzes im Stadtkern kombiniert mit der Installation tiefer Geothermie die geringsten Wärmegestehungskosten.⁷⁰ Der Bau eines saisonalen Großwärmespeichers verbessert die Integration fluktuierender Energiequellen in das Wärmenetz und kann kombiniert mit Wärmepumpen erneuerbaren Strom vor Ort erhöhen. Die

⁷⁰ Malte Schumann (2025)

Stadtwerke betreiben zudem das **Stromnetz** für die Stadt Pritzwalk.⁷¹ Um sich an eine zunehmend flexible Stromerzeugung anzupassen, bieten die Stadtwerke Pritzwalk einen dynamischen Stromtarif an.

Im Stadtgebiet Pritzwalks befinden sich mehrere **Gewerbegebiete**, die weniger als zwei Kilometer von den DESAG-Bahnstrecken entfernt liegen. Für Industrie und Gewerbe sind rund 90 Hektar Fläche belegt, zusätzlich stehen etwa 9 Hektar als Potenzialfläche zur Verfügung. Industriebetriebe sind vor allem im Gewerbegebiet Pritzwalk-Ost (Zahnradwerk Pritzwalk) angesiedelt. Die übrigen Gewerbeflächen – wie das Gewerbegebiet Süd Pritzwalk, das Gewerbegebiet Pritzwalk-Ost (Gärtnerei) oder die Gewerbefläche Meyenburger Tor – Zum Stadion – werden überwiegend von Handwerks-, Logistik- und Dienstleistungsunternehmen genutzt. Hervorzuheben sind die drei direkt an die Bahnstrecke angebundenen Gewerbegebiete: Pritzwalk-Ost (40,6 ha), Süd Pritzwalk (29 ha) und das kleinere Teilgebiet Pritzwalk-Ost (Gärtnerei) mit 10,4 ha. Diese Flächen bieten aufgrund ihrer Nähe zur Schiene sowie ihrer Größe und bereits weitgehenden Nutzung günstige Bedingungen für eine zukünftige Anbindung an ein Inselnetz oder eine sektorübergreifende Energieversorgung. Die übrigen kleineren Gewerbeflächen liegen ebenfalls in relativer Gleisnähe – insbesondere in Giesensdorf und am Preddöhler Weg – und ergänzen das gewerblich geprägte Raumgefüge. Insgesamt ergibt sich damit ein industriell-gewerbliches Band mit einer klaren Ausrichtung entlang der Bahninfrastruktur.

Im Stadtgebiet Pritzwalk stehen aktuell acht **öffentliche Ladeeinrichtungen** mit insgesamt 17 Ladepunkten zur Verfügung. Das Angebot umfasst sowohl Normalladestationen (AC) als auch Schnellladeeinrichtungen (DC). Die Stadtwerke Pritzwalk betreiben mehrere Ladepunkte an zentralen Standorten wie der Bahnhofstraße, dem Postplatz oder der Parkstraße mit Leistungen bis 44 kW. Zusätzlich stehen an der Meyenburger Straße (bis 215 kW) sowie an der Rostocker Straße Schnellladestationen der EnBW mit bis zu 300 kW Ladeleistung bereit – besonders geeignet für den überregionalen Verkehr.

Pritzwalk verfügt auch über einen Sonderlandeplatz: den **Flugplatz** Pritzwalk-Sommersberg. Die Graslandebahn ist für Segelflugzeuge, Motorsegler, Ultraleichtflugzeuge und Motorflugzeuge mit einem Höchstabfluggewicht von bis zu zwei Tonnen zugelassen.

Das Cluster **Pritzwalk** zeichnet sich durch einen lokal konzentrierten **Strom- und Wärmeverbrauch** aus, gespeist durch mehrere erdgasbetriebene **KWK-** und **Photovoltaikanlagen**. Hervorzuheben sind die Nähe **industrieller Flächen** zur Bahnlinie und das Vorhandensein eines **kommunalen Wärmenetzes** mit geplanter Integration von tiefer Geothermie.

⁷¹ Stadtwerke Pritzwalk GmbH (2025)

Langfassung Cluster Kyritz

Das Cluster **Kyritz** liegt entlang der Bahnstrecke und umfasst zentrale Bereiche der Stadt sowie angrenzende Gewerbe- und Industrieflächen. Es ist überwiegend städtisch geprägt, mit dichter Bebauung im Zentrum und industriellen Nutzungen im Süden.

Erzeugung: Im Cluster Kyritz befinden sich weder bereits betriebene noch geplante Windkraftanlagen. Es werden 12 **Photovoltaikanlagen** mit einer kumulierten Leistung von **8.300 kW** betrieben. Weitere Photovoltaikanlagen sind nicht in Planung.

Verbrauch: Im Stadtgebiet Kyritz befinden sich mehrere erdgasbetriebene KWK- und Turbinenanlagen, die der kombinierten Strom- und Wärmeversorgung dienen. Sie versorgen sowohl industrielle als auch landwirtschaftliche und öffentliche Verbraucher und zeigen einen ausgeprägten lokalen Energiebedarf, insbesondere im Bereich der Prozesswärme. Es sind drei erdgasbetriebene **KWK-Anlagen** in Betrieb, die zusammen rund 5,3 MW elektrische und 10,3 MW thermische Leistung bereitstellen. Die großindustrielle Anlage der Emsland-Stärke GmbH deckt wahrscheinlich einen kontinuierlichen Prozesswärmebedarf auf höherem Temperaturniveau ($> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$). Die beiden weiteren Anlagen dienen der dezentralen Wärmeversorgung des KMG Klinikums sowie eines landwirtschaftlichen Anzuchtbetriebs. Das Wärmeniveau der Anlagen wird auf niedrig (Klimatisierung) über mittel (Heizwärme) bis hoch (industrielle Prozesswärme) geschätzt (Eigene Schätzung).

Laut dem Regionalen Energiekonzept 2021 – Prignitz-Oberhavel⁷² verfügt Kyritz über ein **Wärmenetz**; die kommunale Wärmeplanung der Stadt soll im Oktober 2025 abgeschlossen werden⁷³. Im Rahmen der Sektorkopplung stellt sie einen wichtigen Bestandteil für die Auslegung eines Inselnetzes dar, dessen Ergebnisse in ein Inselnetzkonzept aufgenommen werden müssen. Kyritz verfügt über mehrere **Industrie- und Gewerbeflächen**, zwei davon liegen direkt an den DESAG-Gleisen, drei weitere im Umkreis von höchstens zwei Kilometern. Die für Industrie und Gewerbe genutzte Fläche beträgt 66,4 Hektar. Zusätzlich sind rund 13,3 Hektar Potenzialflächen verfügbar. Das **öffentliche Ladeangebot** in Kyritz ist klein, aber gut verteilt. Derzeit sind vier öffentliche Ladeeinrichtungen mit insgesamt acht Ladepunkten in Betrieb, die vorwiegend für die Normalladung (AC, 22 kW) ausgelegt sind. Zudem befindet sich in Kyritz ein **Flughafen**. Der Flugplatz Kyritz-Heinrichsfelde ist regional infrastrukturell am besten ausgestattet. Die Infrastruktur des Flugplatzes umfasst die Möglichkeit der Aufnahme von Geschäftsflügen sowie kleineren Chartermaschinen. Zudem ist sie mit einer vollwertigen Tank- und Wartungsinfrastruktur ausgestattet.

⁷² Berger u.a. (2021)

⁷³ Holtz (2025)

Langfassung Cluster Neustadt (Dosse)

Das Cluster Neustadt (Dosse) liegt entlang der Bahnstrecke und der **Bundesstraße B 102** und umfasst das Stadtgebiet sowie angrenzende Gewerbe- und Agrarflächen. Der Bereich ist durch eine **Mischung** aus **städtischen** und **ländlichen Strukturen** geprägt.

Erzeugung: Innerhalb des Clusters befinden sich 58 **Windkraftanlagen in Betrieb** mit **79.810 kW**. Zusätzlich werden zwei weitere Windkraftanlagen mit einer kumulierten Leistung von **13.600 kW geplant**. Innerhalb des Clusters befindet sich außerdem ein **Windvorranggebiet**, welches die Bahnstrecke schneidet. Ebenfalls befinden sich hier 24 **Photovoltaikanlagen in Betrieb**, die eine kumulierte Leistung von **19.148 kW**. In diesem Polygon befinden sich keine Photovoltaikanlagen in Planung.

Verbrauch: In Neustadt (Dosse) befinden sich zwei kleinere erdgasbetriebene **KWK-Anlagen** mit einer elektrischen Gesamtleistung von 84 kW und einer thermischen Leistung von 178,7 kW. Es wird angenommen, dass sie der Bereitstellung von elektrischer Energie und Wärme für Wohngebäude sowie kommunale Einrichtungen dienen. In Neustadt (Dosse) bestehen die **Gewerbegebiete Ost** und **Nord**. Das Gewerbegebiet Ost liegt direkt an den Bahngleisen und am Bahnhof. Das Gewerbegebiet Nord ist ca. 2 Kilometer weiter außerhalb an der Bundesstraße 5. Es sind vor allem produzierendes Gewerbe, Handels-, Dienstleistungs- und Logistikunternehmen angesiedelt.⁷⁴ In Neustadt (Dosse) befindet sich ein Standort mit vier **Ladepunkten** zum Normalladen (AC, Typ 2-Stecker, je 11 kW). Die Gesamtleistung beträgt 44 kW. Neustadt (Dosse) ist ein erzeugungsstarkes Cluster mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien, insbesondere aus Windkraft, und einem vergleichsweise geringen Verbrauch. Es zeichnet sich durch eine geringe lokale Wärmelast und eine überschaubare industrielle Struktur aus.

⁷⁴ Landrat von Ostprignitz-Ruppin (2015)

Langfassung Cluster Neuruppin

Das Cluster Neuruppin erstreckt sich **beidseitig** der **Bahnstrecke** im Bereich der Stadt Neuruppin. Es gliedert sich in **zwei Teilräume**: westlich und östlich des Stadtgebiets, die sich durch unterschiedliche Strukturen und Nutzungsschwerpunkte auszeichnen. Das **Teilcluster Neuruppin West** liegt zwischen Neuruppin und der Autobahn A24 und umfasst den Bereich entlang der Bahnstrecke. Es befindet sich westlich des Stadtgebiets und schließt Teile der Ortschaften Nietwerder und Bechlin ein. Das **Teilcluster Neuruppin Ost** liegt im östlichen Stadtgebiet von Neuruppin, südlich des Ruppiner Sees, und erstreckt sich entlang der Bahnstrecke in Richtung Herzberg.

Erzeugung: Im **westlichen Erzeugungscluster** liegen 40 **Windkraftanlagen in Betrieb**, die eine kumulierte Leistung von **67.650 mW** haben. Innerhalb des Polygons befinden sich zwar **ein Windvorranggebiet**, welches die Bahnstrecke schneidet, aber keine weiteren Windkraftanlagen in Planung. Das westliche Erzeugungscluster umschließt außerdem **14 Photovoltaikanlagen** mit dem Betriebsstatus **in Betrieb** und einer kumulierten Leistung von **8.600 kW**. Es ist außerdem eine weitere Anlage mit einer Leistung von **5.200 mW geplant**.

Im **östlichen Erzeugungscluster** befinden sich weder Windkraftanlagen in Betrieb noch in Planung. Jedoch sind 41 **Photovoltaikanlagen in Betrieb** mit einer kumulierten Leistung von **5.100 kW**. Eine Photovoltaikanlage befindet sich **in Planung**. Diese hat eine Leistung von **149 kW**.

Verbrauch: In Neuruppin befinden sich zahlreiche erdgasbetriebene **KWK-Anlagen**, die Strom und Wärme für das Stadtgebiet bereitstellen. Zusammen verfügen sie über eine installierte elektrische Leistung von rund 17 MW und eine thermische Nutzleistung von etwa 22 MW. Der Großteil dieser Anlagen wird von der Stadtwerke Neuruppin GmbH betrieben, die zugleich das örtliche Strom- und Fernwärmenetz verantwortet. Mit installierten Leistungen im unteren bis mittleren Megawattbereich leisten die Anlagen einen bedeutenden Beitrag zur lokalen Wärmeversorgung. Weitere kleinere KWK-Anlagen werden im medizinischen Bereich (Ruppiner Kliniken GmbH, LADR GmbH MVZ Neuruppin) sowie im Freizeit- und Dienstleistungssektor (Sportcenter & Sporthotel Neuruppin) betrieben. Im industriellen Bereich besteht hingegen kein kontinuierlich hoher Wärmebedarf, der dezentral durch eigene KWK-Anlagen gedeckt wird. Die größeren KWK-Einheiten – insbesondere in der Heinrich-Rau-Straße, Ernst-Toller-Straße und Trenckmannstraße – verfügen über Leistungen im Megawattbereich und speisen direkt in das städtische Fernwärmenetz ein. Damit bildet Neuruppin innerhalb der Region einen zentralen Wärmestandort mit starkem KWK-Schwerpunkt, der einen kontinuierlichen Wärmebedarf auf mittlerem Temperaturniveau aufweist.

Das **Fernwärmenetz** der Stadtwerke Neuruppin hat eine Gesamtlänge von rund 75 km, versorgt etwa 7.554 Kundinnen und Kunden, erzielt einen jährlichen Wärmeabsatz von rund 100 GWh und verfügt über eine installierte Erzeugerleistung von 59,7 MW. Derzeit befindet sich eine Geothermieanlage im Bau (Bohrung (9,7 MW) + Wärmepumpen (3,3 MW) - Temperatur ca. 65 °C), durch die das Netz ab 2027 verstärkt mit Wind- und Solarenergie gekoppelt werden soll. Ziel ist es, das Fernwärmenetz bis

dahin zu rund 80 % CO₂-neutral zu betreiben.⁷⁵ Die Geothermie nutzt einerseits die natürliche Erdwärme, andererseits ermöglichen die Bohrungen auch die saisonale Speicherung von Wärme. Diese Möglichkeit, Wärme zu speichern und einen höheren Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien im Wärmenetz zu integrieren, schafft gute Bedingungen für den Aufbau eines stabilen und flexiblen Inselnetzes.

Entlang der Bahntrasse durch Neuruppin befinden sich mehrere **Gewerbe- und Industriegebiete**, die gemeinsam eine Gesamtfläche von rund 82 ha innerhalb der 2-km-Pufferzone abdecken. Diese Flächen stellen aufgrund ihres hohen Strom- und Wärmebedarfs relevante Energiesenken dar und sind aufgrund der Nähe zur Bahnlinie besonders geeignet für die Anbindung an ein lokales Inselnetz oder eine Direktleitung entlang der Gleistrasse. Die größten zusammenhängenden **Gewerbeflächen** innerhalb der Pufferzone liegen in Alt Ruppín (ca. 28 ha), Flugplatz Nord (ca. 34 ha) und Zur Mesche (ca. 10 ha). Diese Gebiete liegen entweder direkt an den Gleisen oder in einem Abstand von maximal zwei Kilometern. Kleinere Standorte wie Nietwerder, Bechliner Chaussee und Certaldo Ring ergänzen die gewerbliche Struktur und zeigen ebenfalls industriellen oder handwerklichen Energiebedarf. Die weiter entfernt gelegenen Gebiete Treskow I und EPW sind mit über 140 ha Gesamtfläche zwar die größten **Industrieareale** der Stadt, liegen jedoch rund 5 km von der Bahnstrecke entfernt und sind daher für die betrachtete Energieclusterbildung weniger relevant.

Insgesamt ergibt sich innerhalb der 2-km-Zone ein industriell und gewerblich geprägtes Band mit einer genutzten Fläche von rund 59 ha und zusätzlichen Potenzialflächen von etwa 30 ha. Diese Konzentration von **Verbrauchern** in Gleisnähe bildet eine energetisch günstige Ausgangslage für lokale Netzkopplungen, sektorübergreifende Versorgungskonzepte und den Aufbau eines resilienten Inselnetzes.

In Neuruppin besteht eine gut ausgebaute **öffentliche Ladeinfrastruktur** mit insgesamt 34 Ladepunkten, verteilt auf 17 Normallade- und 7 Schnellladestandorte. Mehrere Schnellladeeinrichtungen befinden sich in unmittelbarer Nähe der Autobahnanschlussstelle Neuruppin (A24), was die überregionale Anbindung begünstigt. An derselben Anschlussstelle befand sich bis Anfang 2025 eine Wasserstofftankstelle, die inzwischen zurückgebaut wurde⁷⁶.

Darüber hinaus verfügt Neuruppin über ein **Segelfluggelände** sowie einen **Hafen** mit Fährverbindung. Der Segelflugplatz und der Fährhafen stellen derzeit nur geringe Energiesenken dar, könnten jedoch künftig im Zuge der Elektrifizierung und Wasserstoffnutzung in der Mobilität an Bedeutung gewinnen, etwa als Standorte für Lade- oder Betankungsinfrastruktur für elektrische Luft- und Wasserfahrzeuge⁷⁷.

⁷⁵ Retzlaff (2024)

⁷⁶ Noffke (2025)

⁷⁷ Tran (2024)

Neuruppin verfügt über besonders gute Voraussetzungen als **Verbrauchscluster** für den Aufbau eines lokalen Inselnetzes. Die hohe Dichte an erdgasbetriebenen KWK-Anlagen (rund 17 MW elektrisch, 22 MW thermisch) sowie das ausgebaute Fernwärmenetz mit 75 km Länge und künftig geplanter Geothermie-Einbindung schaffen eine stabile und flexible Energiebasis. Die saisonale Wärmespeicherung und die Möglichkeit, erneuerbare Energien aus Wind und Sonne zu integrieren, erhöhen die Unabhängigkeit und Netzstabilität. Entlang der Bahnlinie konzentrieren sich zudem rund 82 ha Gewerbe- und Industrieflächen mit hohem Energiebedarf, die sich durch ihre Nähe zu den Gleisen ideal für Direktleitungen und sektorübergreifende Kopplung eignen. Gemeinsam mit der guten Verkehrsanbindung und der bestehenden Ladeinfrastruktur bietet Neuruppin damit günstige Bedingungen für ein resilient betriebenes, CO₂-armes Inselnetz.