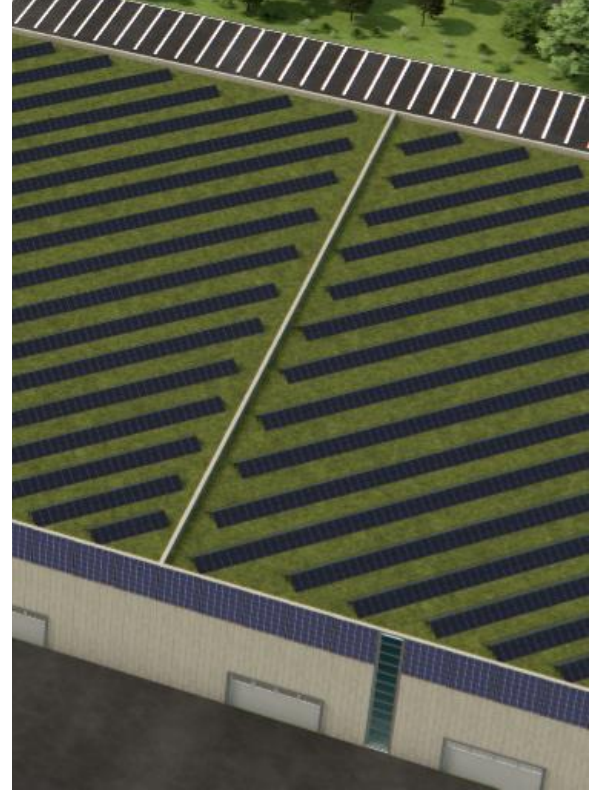




MACHBARKEITSSTUDIE ENERGIESYSTEM INDUSTRIEGEBIET ELSBACHTAL

ABSCHLUSSBERICHT



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Gefördert durch:

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



LANDFOLGE
GARZWEILER
ZWECKVERBAND



INNOVATIONSPARK
Erneuerbare Energien

DREES &
SOMMER

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Januar 2025



IMPRESSUM

AUFTRAGGEBER



Zweckverband Landfolge Garzweiler
In Kuckum 68 a
41812 Erkelenz
Telefon: +49 2164 7066-0

ANSPRECHPERSON

Herr Volker Mielchen
E-Mail: volker.mielchen@landfolge.de

Herr Ingo Frank
E-Mail: ingo.frank@landfolge.de

PROJEKT

Machbarkeitsstudie Energiesystem Elsbachtal

AUFTRAGNEHMER



Drees & Sommer SE
Obere Waldplätze 13
70569 Stuttgart

vertreten durch das Büro Düsseldorf
Derendorfer Allee 2
40476 Düsseldorf

ANSPRECHPERSON

Alexander Vorkoeper
Telefon: +49 211 23390-1221
E-Mail: alexander.vorkoeper@dreso.com

Tanja Sprenger
Telefon: +49 221 130505266
E-Mail: tanja.sprenger@dreso.com

Constantin Diete
Telefon: +49 231 4278299504
E-Mail: constantin.diete@dreso.com

Ralf Wagner
Telefon: +49 711 687070315
E-Mail: ralf.wagner@dreso.com

Laura Lerner
Telefon: +49 711 131710430
E-Mail: laura.lerner@dreso.com

Fabian Gierl
Telefon: +49 711 2229334164
E-Mail: fabian.gierl@dreso.com

Joshua Marvin Wickenhäuser
Telefon: +49 221 1305052851
E-Mail: joshua-marvin.wickenhaeuser@dreso.com

BERICHTSSTAND

Erkelenz, Düsseldorf
Donnerstag, der 28.01.2025

Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Einleitung9
2	Anwendungsbereich und Vorgehen 10
3	Datengrundlage und Beteiligung Bauabschnitt 1 11
4	Rechtliche und planerische Vorgaben 14
5	Beschreibung und Bewertung Technologien und Bausteine 25
5.1	Mobilität 25
5.2	Ladeinfrastruktur 29
5.3	Energiesystem..... 35
5.4	Energie & Demand-Side-Management 79
5.5	Energie und Stoffwechselkreisläufe 83
5.6	Regenwassernutzung/Schwammstadt 88
5.7	Biodiversität 93
6	Rollen und Kooperationspartner..... 99
7	Förderung und Betreibermodelle..... 103
7.1	Übersicht Fördermöglichkeiten..... 103
7.2	Contracting und Betreibermodelle für Energieerzeugungsanlagen 120
8	Zusammenfassung und Empfehlungen..... 125
8.1	Bewertung der Machbarkeit (Technisch, Wirtschaftlich, Rechtlich) 125

INHALTSVERZEICHNIS

8.2	Empfehlungen und Ausblick	128
9	Quellenverzeichnis	136
10	Anlagen	140

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verortung der Entwicklungsfläche (Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von TIM-online)	10
Abbildung 2 Auszug Fragenkatalog und Unternehmensbefragungen	12
Abbildung 3 Beispielhafte Verortung der Gebäude (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage Grevenbroich; 2023).....	14
Abbildung 4: Ableitung der Stellplatz- und Flächenbedarfe	26
Abbildung 5 AC-Ladestationen bei Firmen, Foto Wagner.....	29
Abbildung 6 LKW Depotladung, mit Anfahrtsschutz aus BetonFoto Wagner.....	30
Abbildung 7 Busladestation (im Bau), Foto Wagner	30
Abbildung 8 Ladepunkte geplante erste und zweite Ausbaustufe	31
Abbildung 9 Übersicht Ladeleistungsbedarf und Trafoleistung.....	32
Abbildung 10 Flächenbedarf Ladeinfrastruktur und Infrastruktur.....	33
Abbildung 11 Truck Ladepark, Foto Wagner.....	33
Abbildung 12 Übersicht Energiebedarfe BA1.....	37
Abbildung 13 Übersicht Leistungsbedarfe BA1	37
Abbildung 14 Visualisierung des Lastgangs Wärme	38
Abbildung 15 Visualisierung des Lastgangs Kälte.....	38
Abbildung 16 Visualisierung des Lastgangs Strom (exkl. E-Mobilität)	39
Abbildung 17 Visualisierung des Lastgangs Strom E-Mobilität	39
Abbildung 18 Übersicht Leistungsbedarfe BA2	40
Abbildung 19 Übersicht Leistungsbedarfe BA2	40
Abbildung 20 Exemplarische Dach-PV-Anlage mit Dachbegrünung (Bundesverband GebäudeGrün, 2023).....	42
Abbildung 21 Anlagenerträge pro Modulfläche bei unterschiedlicher Ausrichtung (exemplarischer Sommertag)	43
Abbildung 22 Anlagenerträge pro Dachfläche bei unterschiedlicher Ausrichtung (exemplarischer Sommertag)	43
Abbildung 23 Fassaden PV-Anlagen mit BIPV-Modulen (links, GRAMMER Solar/Stadt Regensburg, 2019).....	44
Abbildung 24 beispielhafte Darstellung von Solarcarports (links, pexels.com 2021), (rechts, Hanjin 2014)	45
Abbildung 25 Standorte Windkraftanlagen, Planungen RWE (links) und Darstellung der Windkonzentrationsflächen (rechts) [LANUV, 2024], [RWE, 2024]	47
Abbildung 26 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten [Bauer, 2024]	48
Abbildung 27 Potential Geothermie in 80 m Tiefe [Geologischer Dienst NRW, 2024] ...	49
Abbildung 28 Abwasserwärmetauscher [UHRIG, 2024]	50

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 29 Entfernung zur Rheinwassertransportleitung (Tim-Online, 2024 und RWE Power AG, 2024).....	51
Abbildung 30 Darstellung Anwendungsfelder H2 (eigene Darstellung)	52
Abbildung 31 Lage Wasserstoffkernnetz (FNB Gas, 2024) - Unter Vorbehalt, der genaue Verlauf des.....	52
Abbildung 32 Kompetenzregion Wasserstoff (Kompetenzregion Wasserstoff Düssel Rhein Wupper / motum)	53
Abbildung 33 Prinzip H2-Tankstelle -Variante 1 (eigene Darstellung)	56
Abbildung 34 Prinzip Großelektrolyseur und Pipelineanschluss Variante 2 (eigene Darstellung)	57
Abbildung 35 Gegenüberstellung Wärmebedarf zu Wärmeerzeugung Bauabschnitt 1.	64
Abbildung 36 Gegenüberstellung Strombedarf zu Stromerzeugung Bauabschnitt 1	65
Abbildung 37 Gegenüberstellung Wärmebedarf zu Wärmeerzeugung Bauabschnitt 2.	65
Abbildung 38 Gegenüberstellung Strombedarf zu Stromerzeugung Bauabschnitt 2	66
Abbildung 39 Ökologische Bewertung Szenarien ohne PV-Anlagen (eigene Darstellung)	71
Abbildung 40 Ökologische Bewertung Szenarien mit PV-Anlagen und unter Berücksichtigung einer PVA-Gutschrift (eigene Darstellung).....	72
Abbildung 41 Investitionskosten exkl. PV-Anlagen (eigene Darstellung)	73
Abbildung 42 Investitionskosten inkl. PV-Anlagen (eigene Darstellung)	73
Abbildung 43 Jahresgesamtkosten exkl. PV-Anlagen.....	74
Abbildung 44 Jahresgesamtkosten inkl. PV-Anlagen	74
Abbildung 46 Flächenbedarfe Unternehmen und EZ (eigene Darstellung)	77
Abbildung 47 Beispielhafte Darstellung der Verortung der Systeme (eigene Darstellung auf Grundlage Grevenbroich; 2023).....	78
Abbildung 48 Visualisierung des Lastgangs und Prüfung auf Tauglichkeit für atypische Netznutzung (eigene Darstellung).....	80
Abbildung 49 Visualisierung des Lastgangs vor und nach Lastverschiebung auf Tagesdurchschnitt (eigene Darstellung).....	80
Abbildung 50 Visualisierung des Lastgangs vor und nach Reduzierung der Spitzenlast groß (eigene Darstellung).....	81
Abbildung 51 Visualisierung des Lastgangs vor und nach Reduzierung der Spitzenlast klein (eigene Darstellung).....	81
Abbildung 52 Verlauf des State of Charge während Demand Response Steuerung eines Batteriespeichers (eigene Darstellung)	82
Abbildung 53: Exemplarischer Building Circularity Passport (eigene Darstellung)	84
Abbildung 54: Topografie und Fließwege innerhalb des Planungsgebiets für das Industriegebiet Elsbachtal (<i>Eigene Darstellung auf Basis Geodaten GeoBasis NRW Stand 08.07.2024</i>)	88
Abbildung 55 Verortung verschiedener Umsetzung-Empfehlungen im Planungsgebiet: Grünmulden zur Abführung (1), Verdohlung (2), Rückhalteflächen (3),	



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Oberflächige Ableitung (4) und Wassergarten (5) (Stimson, 2024; Mikkel, 2019; AxelHH, 2024; Bilddatenbank Drees & Sommer, eigene Aufnahme Drees & Sommer).	90
Abbildung 56 Biodiversitätsbausteine im Aktionsfeld Freiflächen: Attraktive Sitz- und Aufenthaltsbereiche (1), Naturnahe Wasserflächen (2), Biodiversitäts- und Rückzugsräume (3), Regionale Blühflächen (4) (Davies, 2020; Stark, 2019, Creative Commons via Pixabay)	94
Abbildung 57 Biodiversitätsbausteine im Aktionsfeld Dachflächen: Solargründach, Wasserdach, Biodiversitätsdach (Hofstetter, 2023; BauderAG, 2024; Verein Dachbegrünung, 2022).	95
Abbildung 58 Kooperationspartner (Quelle: Eigene Darstellung).....	99
Abbildung 59 Prinzipschema Energieliefer-Contracting	121
Abbildung 60 Prinzipschema Betriebsführungs-Contracting.....	122
Abbildung 61 Überblick Vermarktungsmöglichkeiten	123
Abbildung 62: Konzeptionelle Darstellung der Entwicklung des Industriepark Elsbachtal	128



TABELLENVERZEICHNIS

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Flächenaufteilung und Zuordnung Unternehmen.....	11
Tabelle 2	Zusammenfassung Anforderungen	16
Tabelle 3	Flächenbedarf für Ladeplätze	32
Tabelle 4	Energiebedarfe exkl. Elektromobilität	36
Tabelle 5	Leistungen und Erträge PV-Dachanlagen Ost-West-Ausrichtung.....	45
Tabelle 6	Stromgestehungskosten Anlagen	46
Tabelle 7	Wirtschaftlichkeitsrechnung am Beispiel Antaris 3,5 kW [Bauer, 2024]	48
Tabelle 8	Wasserstoffbedarfe Unternehmen.....	55
Tabelle 9	Umsetzungsbeispiele für Wasserstoff-Tankstellen	56
Tabelle 10	Bewertung Potentiale und Bausteine Energie.....	60
Tabelle 11	Energieversorgungskonzeptmatrix.....	68
Tabelle 12	Schematische Zeichnungen Versorgungsvarianten (eigene Darstellungen) .	69
Tabelle 13	Übersicht CO2-Kennwerte [GEG 2024, Umweltbundesamt 2024].....	71
Tabelle 14	Übersicht Konzeptvergleich.....	76
Tabelle 15	Ergebnisse der Lastglättung bei unterschiedlichen Speichergrößen (eigene Darstellung)	81
Tabelle 16	Förderpotenziale (Verlinkung zur Quelle)	104
Tabelle 17	Bewertung der Machbarkeit.....	126
Tabelle 18	Empfehlungen, Flächenbedarfe und zeitliche Planung	130
Tabelle 19	Übersicht Technologieanalyse.....	140
Tabelle 20	Übersicht über Leitfaden und Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement	148

Zur besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Bericht das generische Maskulinum verwendet. Die in diesem Dokument verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.



EINLEITUNG

1 EINLEITUNG

Der Zweckverband Landfolge Garzweiler hat eine Machbarkeitsstudie zum Energiesystem Elsbachtal als Teilprojekt aus dem Innovationspark Erneuerbare Energien in Auftrag gegeben. Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie vor.

Ziel des Zweckverbandes ist die zukunftsorientierte Entwicklung des Verbandsgebietes im direkten Umfeld des Braunkohletagebaus Garzweiler. Das Gebiet umfasst die fünf Anrainerkommunen Mönchengladbach, Erkelenz, Grevenbroich, Jüchen und Titz. Damit die Tradition der Energieregion weiterleben kann, auch nach Ende der Braunkohleverstromung, wurde der Innovationspark Erneuerbare Energien als Projektidee entwickelt. Übergeordnetes Ziel des Innovationsparks ist die Schaffung eines integrierten Energiesystems, welches im großen Stil die Energieerzeugung, die Speicherung, die Verteilung sowie die Nutzung des erzeugten Stroms vorsieht. In einem fünf Teilprojekte umfassenden Gesamtvorhaben wird ein integriertes, vernetztes Energiesystem entstehen, welches ausschließlich erneuerbare Energien erzeugt. Bei dem Teilprojekt „Energiesystem Elsbachtal“ handelt es sich um das dritte der fünf Teilprojekte.

Ziel des Teilprojekts ist, für den interkommunalen Industriepark (IP) „Elsbachtal“ ein innovatives und nachhaltiges Energiesystem zu entwickeln, welches als Blaupause für weitere Projekte dienen kann. Die Machbarkeitsstudie soll dabei helfen dieses innovative und nachhaltige Energiesystem in die Planungs- und Umsetzungsphase zu überführen. [Zweckverband Landfolge Garzweiler, 2021]

Im ersten Schritt der Studie werden der Anwendungsbereich und die planerischen und rechtlichen Rahmenbedingungen auf Basis von Eigenrecherche und die Relevanz auf das Energiesystem Elsbachtal erläutert. Für die Konzeption der technologische Ansätze wurden insbesondere die Kommunen und die Wirtschaftsförderungen der Städte Jüchen und Grevenbroich konsultiert. Im Zuge dessen wurden zur Bedarfsermittlung die Unternehmen befragt und die Erkenntnisse insbesondere in daran anschließende Beschreibungen, Analysen, Bewertung der Technologien und Bausteine überführt. Darüber hinaus werden Kooperationspartner sowie Fördermöglichkeiten identifiziert. Abgeschlossen wird die Studie mit der Bewertung der Machbarkeit, Handlungsempfehlungen, der zeitlichen Einordnung sowie der Beschreibung der nächsten (notwendigen) Schritte.

2 ANWENDUNGSBEREICH UND VORGEHEN

Das hier betrachtete Projektgebiet für die Entwicklung eines interkommunalen Industrieparks befindet sich im Rheinischen Revier, auf Flächen der Städte Grevenbroich und Jüchen.

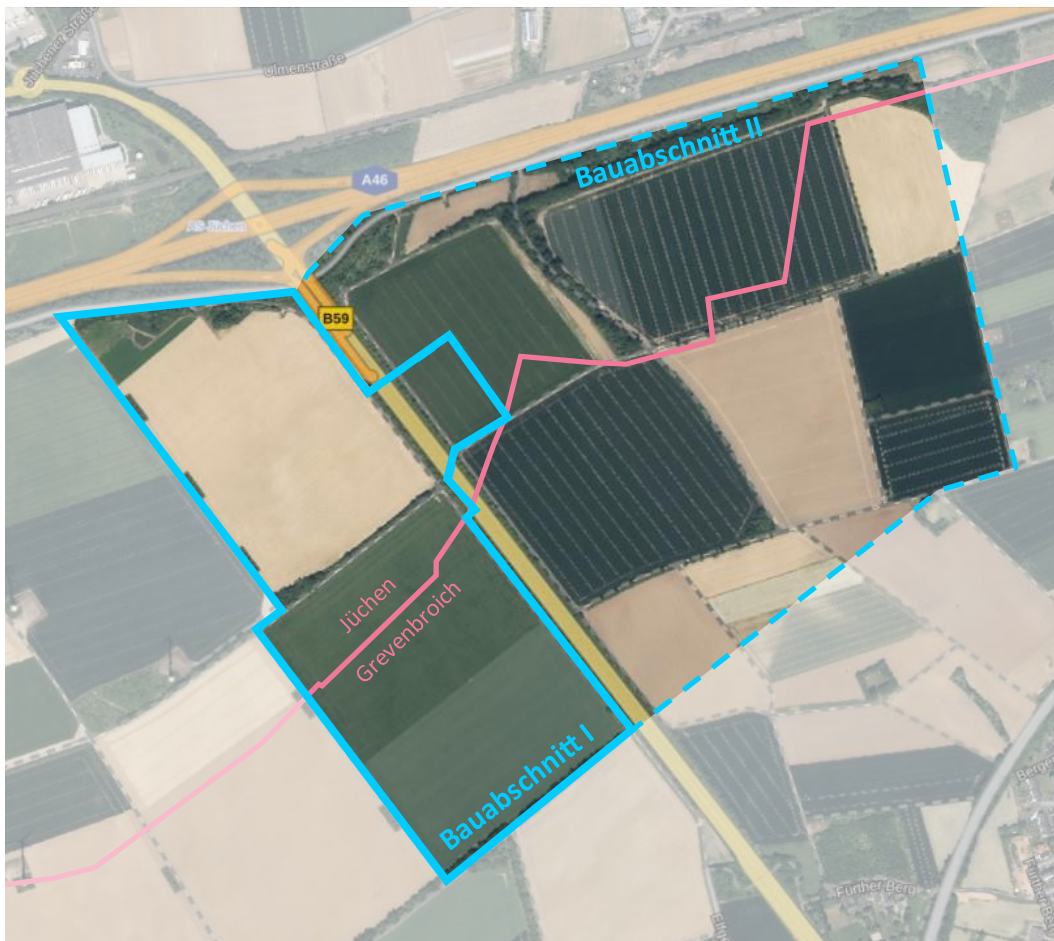


Abbildung 1: Verortung der Entwicklungsfläche (Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von TIM-online)

Somit handelt es sich bei dem interkommunalen Industriepark (IP) „Elsbachtal“ um ein gemeinsames Projekt der Städte Jüchen und Grevenbroich in Kooperation mit RWE als Entwicklungsträger. Auf rekultivierten Flächen des Tagebaus Garzweiler soll vor dem Hintergrund des laufenden Strukturwandels der Region in zwei Abschnitten eine gewerbliche Entwicklung stattfinden. Beide hier dargestellten Abschnitte sind regionalplanerisch ausgewiesen. Der erste Abschnitt im blau umrandeten Gebiet ist der sogenannte Bauabschnitt 1 (BA 1) bzw. die Entwicklungsfläche West.

Für diesen Bauabschnitt laufen bereits das Bebauungsplanverfahren und die Vermarktung. Hier wurden bereits erste Vorgespräche mit Unternehmen geführt, die Interesse am Kauf der Flächen angemeldet haben. Der Bauabschnitt 2, oder auch Entwicklungsfläche Ost, hier gelb umrandet, befindet sich noch in einer frühen Planungsphase. Hier gab es zum Zeitpunkt der Studie keine weiteren Informationen, abgesehen von der Fläche und

DATENGRUNDLAGE UND BETEILIGUNG BAUABSCHNITT 1

Lage des zu vermarktenden Gebietes. Die Fläche des Gesamtvorhabens umfasst ca. 1.400 Tsd. m², wobei etwa 461 Tsd. m² auf den BA1 und 951 Tsd. m² auf den BA2 entfallen.

Da auf Grund der vorliegenden Datenlage im BA1 deutlich konkretere Energiekonzeptionen möglich sind, werden die Erkenntnisse aus den Ergebnissen genutzt, um darauf abgeleitet erste Empfehlungen und Hinweise zu der Entwicklung des BA2 geben zu können. Nachdem für den BA2 erste Grundlagen, Randbedingungen und Bedarfe vorliegen, wird eine konkrete Konzeption für die verschiedenen Bausteine empfohlen.

Aus der nun folgenden Erstbewertung und Konzeption des BA1 wurden bereits Empfehlungen abgeleitet und vorgestellt, die bereits im September 2024 den Städten Jüchen und Grevenbroich sowie der Wirtschaftsförderungen zur Einarbeitung in der B-Plan zur Verfügung gestellt wurden.

3 DATENGRUNDLAGE UND BETEILIGUNG BAUABSCHNITT 1

Zum Zeitpunkt der Studie lag Drees & Sommer ein Vorentwurf des B-Planes Nr. Gu 38 des Industriegebiets Elsbachtal mit einem ersten Aufteilungsvorschlag nach Baufeldern für die anzusiedelnden Unternehmen vor. Darüber hinaus wurde eine erste Flächenaufteilung für die zum damaligen Zeitpunkt favorisierten bewerbenden Unternehmen und notwendige Flächenbedarfe für die Regenrückhaltebecken sowie für die Erschließung mitgeteilt. Insgesamt sollen im Bauabschnitt 1 sieben Unternehmen aus den Branchen Bauwesen, Metallverarbeitung, Entsorgung und Logistik angesiedelt werden. Die grobe Flächenaufteilung und Zuordnung zu den jeweiligen Unternehmen ist in der folgenden Tabelle 1 zu finden:

Tabelle 1 Flächenaufteilung und Zuordnung Unternehmen

Unternehmen	Branche	Gebäudegrundfläche
Unternehmen A	Bauwesen- Hoch-, Tief- und Schlüsselfertigbau	12.600 m ²
Unternehmen B	Schrott- und Metallhandel	1.200 m ²
Unternehmen C	Transport und Logistik	6.000 m ²
Unternehmen D	Metallverarbeitung- und Bearbeitung	17.800 m ²
Unternehmen E	Entsorgung und Kreislaufwirtschaft	25.000 m ²
Unternehmen F	Logistikdienstleistung	37.400 m ²
Unternehmen G	Metallverarbeitung- und Bearbeitung	17.800 m ²

Zudem weist das geplante Regenrückhaltebecken eine Fläche von ca. 12.100 m² auf und für die Erschließung (asphaltierte Flächen außerhalb Firmengelände) werden ca. 31.000 m² benötigt. [Grevenbroich; 2023]

DATENGRUNDLAGE UND BETEILIGUNG BAUABSCHNITT 1

Da für eine Energiekonzeption und Bewertung der entsprechenden Bausteine konkrete Informationen zu den Bedarfen der jeweiligen Unternehmen notwendig sind, wurden im Rahmen der Beteiligung gemeinsam mit den Wirtschaftsförderungen verschiedene Workshops und eine Unternehmensumfrage durchgeführt.

The image shows a detailed survey questionnaire with multiple tables. Each table has columns for 'Frage' (Question), 'Antwort' (Answer), 'Anmerkung & Erläuterung' (Remarks & Clarification), and 'Wichtigkeit für eine detaillierte BAUABSCHNITT 1 Bewertung' (Importance for a detailed BAUABSCHNITT 1 evaluation). The questions cover various aspects of the company, including general data, energy usage, and mobility/staffing.

Abbildung 2 Auszug Fragenkatalog und Unternehmensbefragungen

In Abbildung 2 sind auszugsweise der Fragenkatalog sowie die Inhalte der Unternehmensumfrage dargestellt. Hier wurden insbesondere folgenden Informationen bei den jeweiligen Unternehmen angefragt:

- Allgemeine Daten:
 - Grundfläche der Gebäude
 - Dachfläche
 - Anzahl Gebäude
 - Anzahl Mitarbeiter
 - Art des Schichtbetriebes
 - Anteil Homeoffice
- Nutzungsverteilungen in m² für Büro, Aufenthaltsräume, Lagerhalle, Produktion, Logistik etc.
- Energie
 - Angaben zur Leistung in kW und Bedarf MWh für Strom, Wärme und Kälte, getrennt nach Raumwärme, Trinkwarmwasser, Prozesswärme/-kälte und Klimatisierung
 - Beschreibung der Prozesse inkl. benötigtem Temperaturniveau
 - Angaben Dämmstandards
 - Angabe zu Höhe, Leistung, Beschaffenheit und Verfügbarkeit der möglichen Abwärme
 - Anfrage nach Lastgangsdaten für Wärme, Kälte und Strom
- Mobilität und Stellplätze:

DATENGRUNDLAGE UND BETEILIGUNG BAUABSCHNITT 1

- Anteil an ÖPNV
- Anzahl PKW-Stellplätze
- Anzahl LKW-Stellplätze
- Dauer der Nutzung der OKW-Stellplätze
- Bedarf an Wasserstoff für die Mobilität
- Bedarf an gebietseigener Tankstelle
- Soziales
 - Anzahl Mitarbeiter, die eine Kantine benötigen
 - Anzahl Mitarbeiter, die eine KITA benötigen
- Pläne und Unterlagen:
 - Planunterlagen, aus denen Kubaturen hervorgehen
 - Lagepläne von einer entsprechenden Gebäudeübersicht, Gebäudeerschließung, Parkierung und E-Ladeinfrastruktur
 - Plansätze Architektur/Objektplanung
 - Ansichten, Schnitte der angedachten Gebäude
 - Dachansichten

Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurden entsprechende Bedarfe ermittelt und die Technologiebausteine bewertet. Fehlende bzw. unvollständige Daten wurden durch Literaturwerte und Erfahrungswerte ergänzt. Im ersten Schritt wurde aus den vorliegenden Informationen der Städte, Wirtschaftsförderung und den Unternehmen ein Lageplan entwickelt, um eine erste Grundlage für eine spätere Konzeption zu erhalten. Dieser ist in Abbildung 3 dargestellt.

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN



Abbildung 3 Beispielhafte Verortung der Gebäude (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage Grevenbroich; 2023)

Die hier dargestellte Verortung und Flächenzuteilung sind Annahmen seitens Drees & Sommer, insbesondere auf Grundlage der Informationen der Flächen, um eine erste Berechnungsgrundlage für die Bewertung der Energiesysteme zu schaffen.

4 RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kapitel 4 beschreibt die planerischen, technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die möglichen Vorgaben der Bauleitplanung auf Basis der Informationen der Kommunen sowie der Eigenrecherche. Des Weiteren wird deren Einfluss auf die Projektierung von gewählten Systemen und Anlagen beschrieben. Die Übersicht bezieht sich insbesondere auf Anforderungen, die ein zukunftsweisendes Energiekonzept beeinflussen. Weiterführende Anforderungen im Hinblick auf Bauökologie, EU-Taxonomie und ESG, die ein nachhaltiges Gebäude beeinflussen könnten, sind auszugsweise in den entsprechenden Kapiteln erwähnt.

Als Ingenieure dürfen wir keine Rechtsberatung leisten. Wir haben uns daher darauf beschränkt, die rechtlichen Grundlagen allgemein darzustellen und auf mögliche Chancen



RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

sowie etwaige rechtliche Problemstellungen hinzuweisen. Für die rechtliche Beurteilung im Einzelfall empfehlen wir grundsätzlich die Einholung von Rechtsrat durch eine qualifizierte rechtliche Beratung. Die rechtlichen und planerischen Anforderungen werden in der nachfolgenden Tabelle 2 übersichtlich zusammengestellt und im Hinblick auf die Relevanz des Projektes eingeschätzt und bewertet.

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Tabelle 2 Zusammenfassung Anforderungen

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
<p>Bauleitplanerische Umsetzbarkeit</p>	<p>Eine Vielzahl nachhaltiger Technologien und Konzepte kann bereits im Rahmen der Bauleitplanung durch die graphische und/oder textliche Festsetzung in einem Bebauungsplan festgesetzt werden. In diesem speziellen Fall müssen hierbei zwei Bebauungspläne aufgestellt werden, einmal durch die Stadt Grevenbroich und einmal durch die Stadt Jüchen, jeweils für den Abschnitt innerhalb der jeweiligen Gemeindeflächen.</p> <p><u>PV-Anlagen:</u> Dach- oder Fassaden-PVA können textlich gem. § 9 Abs. 1 Nr. 23 b BauGB in einem Bebauungsplan festgesetzt werden. Laut Aussagen der Städte wurde eine allgemeine Pflicht zur Installation von PV-Anlagen bereits eingeführt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass es sich dabei um einen Eingriff in das Grundrecht der Eigentumsfreiheit handelt, welcher entsprechend städtebaulich zu begründen ist. Neben dem Belang der Nutzung erneuerbarer Energien i. S. d. § 1 Abs. 6 Nr. 7 f BauGB sollte aus Gründen der Rechtssicherheit ein beschlossenes Klimaschutz- und Energiekonzept seitens der Gemeinde vorliegen oder das Vorhaben zu den Belangen der lokalen Wertschöpfung beitragen (Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH, 2021). Eine Betriebspflicht kann jedoch nicht festgesetzt werden.</p> <p><u>Dachbegrünung:</u> Gemeinden können auf Grundlage des § 9 Abs. 1 Nr. 25 a BauGB Dach- und Fassadenbegrünungen im Rahmen von Bebauungsplänen festsetzen. Hierbei kann die Dachbegrünung als Ausgleichsmaßnahme für den Eingriff in die Natur und Landschaft z. B. durch großflächige Versiegelung dienen. Wichtig ist hierbei, dass die Qualität der Dachbegrünung genannt wird, hierzu zählt neben der Vegetationsform auch die durchwurzelbare Schichtstärke (Kommunalagentur NRW, 2020).</p> <p><u>Schutz vor Starkregen:</u> Gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 16 d BauGB können im Rahmen eines Bebauungsplans freizuhalten Flächen eines Baugrundstücks für die „natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen“ festgesetzt werden, um so das Ausmaß von Starkregeneignissen eindämmen zu können. Da hier die natürliche Versickerung zugrunde gelegt wird, muss vorab nachgewiesen werden, dass die Art des Bodens eine Versickerung in erforderlichem Maße überhaupt zulässt.</p> <p>Zudem können Flächen gem. § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB festgesetzt werden, welche als infrastrukturelle Anlagen der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser dienen. In diesem Sinne festgesetzte Flächen sind hierbei nicht konkret auf ein Grundstück</p>	<p>Hoch</p> <p><i>Grundsätzlich können bereits im Rahmen der Bauleitplanung viele Aspekte eines nachhaltigen Industrieparks durch die Kommunen rechtssicher umgesetzt werden. Aufgrund des hohen Aufwands einer entsprechenden Anpassung eines Bebauungsplans und der hohen Abstimmungsbedarfe im Rahmen des interkommunalen Industriegebietes Elsbachtal, ist dies jedoch mit erhöhtem Aufwand und Kosten sowie ggf. erforderlicher Flexibilität verbunden. Viele Aspekte könnten somit auch anschließend maßgeschneidert auf Basis der Vereinbarung städtebaulicher Verträge auf die Bedarfe und Möglichkeiten konkreter Nutzer*innen angepasst durchgesetzt werden. Im Rahmen des Projektes wurde bereits mitgeteilt, dass entsprechende Dachbegrünungen und Dach-PV-Anlagen durch die Kommunen vorgesehen werden. Weitere detaillierte Informationen zu den bauplanerischen Vorgaben wurden durch die Kommunen nicht zur Verfügung gestellt, da es sich um ein noch laufendes Verfahren handelt.</i></p>

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
	<p>bezogen, sondern können auch dem Schutz mehrerer Grundstücke dienen und bezwecken nicht eine natürliche Versickerung, anders als Flächen i. S. d. Nr. 16.</p> <p><u>Regenwasserbewirtschaftung:</u> Neben den rechtlichen Anforderungen haben im Wassermanagement bei einer neuen Erschließung die Normen und Regelwerke für den aktuell anerkannten Stand der Technik eine entscheidende Rolle. Hierbei sind einige Regelwerke hervorzuheben, wie DIN1986-100 für Überflutungsnachweis inkl. Berücksichtigung Einleitungsbeschränkung, DIN EN 752:2008-04, Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, DWA-Arbeitsgruppe ES-3.1, Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Anwendung des Arbeitsblatts DWA-A 138 , Teil 2: Quantitative Hinweise, Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES-3.1 „Versickerung von Niederschlagswasser“, Korrespondenz Abwasser, Abfall · 2011 (58) · Nr. 5 und der Natürliche Wasserhaushalt nach Regelwerk DWA A102, für die Regenwassernutzung DIN EN 16941-1 und DIN EN 16941-2 - Vor-Ort-Anlagen für Nicht-Trinkwasser – Teil 2: Anlagen für die Verwendung von behandeltem Grauwasser</p> <p>Eine Festsetzung zur Nutzung des Niederschlagswassers im Rahmen der Bauleitplanung ist nicht zulässig (BVerwG, Urteil vom 30.08.2001 - 4 CN 9.00, NVwZ 2002, 202 (203)).</p> <p><u>Wärmenetz:</u> I. S. d. § 9 Abs 1 Nr. 13 BauGB können aus städtebaulichen Gründen Flächen für die Führung ober- oder unterirdischer Versorgungsleitungen festgesetzt werden. So kann die Führung einer Leitungstrasse mit dem Bestimmungszweck einer Wärmeleitung festgelegt werden, auch über private Grundstücke. In der Regel ist die in Verbindung mit einem Geh-, Fahr- und Leitungsrecht i. S. d. § 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB verbunden. Eine Verpflichtung zur Abnahme kann jedoch nicht bauplanungsrechtlich festgesetzt werden.</p> <p><u>Natur- und Umweltschutz:</u> Grundsätzlich sind die durch neuversiegelte Flächen entstehenden negativen Umweltauswirkungen zu vermeiden. Falls diese nicht zu vermeiden sind, so sind diese in unmittelbarem Umfeld auszugleichen oder zu kompensieren. Weiterhin können Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft i. S. d. § 9 Abs 1. Nr. 20 BauGB im Rahmen eines Bebauungsplans festgesetzt werden. Hierzu zählen u. a. naturnah gestaltete Anlagen zur Wasserrückhaltung oder die Verwendung wasserdurchlässiger Oberflächen für Stellplatzanlagen.</p>	

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
Begrünung nicht überbaute Flächen	<p>Laut Landesbauordnung sind die nicht mit Gebäuden oder vergleichbaren baulichen Anlagen überbauten Flächen der bebauten Grundstücke als Grünflächen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. wasseraufnahmefähig zu belassen oder herzustellen und 2. zu begrünen oder zu bepflanzen <p>soweit die Flächen nicht für andere zulässige Verwendungen benötigt werden. Schotterungen zur Gestaltung von Grünflächen sowie Kunstrasen stellen keine andere zulässige Verwendung nach Satz 1 dar. Ist eine Begrünung oder Bepflanzung der nicht überbauten Flächen dieser Grundstücke nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich, so sollen die baulichen Anlagen begrünt werden, soweit ihre Beschaffenheit, Konstruktion und Gestaltung es zulassen und die Maßnahme wirtschaftlich zumutbar ist.</p>	<p>Mittel</p> <p><i>Nicht Teil des Energiesystems aber im Rahmen der Bausteine werden verschiedene Ansatzmöglichkeiten dargestellt. Auch die Begrünung von baulichen Anlagen, z.B. Dachbegrünung, wird in diesem Zusammenhang erläutert.</i></p>
Energie/ Solarpflicht Neubauten	<p>Laut § 42 der Landesbauordnung haben Neubauten nach § 1 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 und 3 Photovoltaikanlagen mindestens 30 % der Bruttodachfläche eines Gebäudes zu bedecken. Da es sich bei dem Projekt Elsbachtal um einen Neubau handelt, sind entsprechende Vorgaben einzuhalten</p>	<p>Hoch</p> <p><i>Im Rahmen der Konzeption werden mindestens 30 % der Bruttodachfläche mit PV-Anlagen ausgestattet.</i></p>
Energie/ Energiewirtschaftsgesetz	<p>Das Energiewirtschaftsgesetz regelt die Erzeugung, Verteilung und den Vertrieb von Strom und Gas in Deutschland. Hier sind zahlreiche Vorgaben enthalten, die insbesondere den Betrieb von Energieanlagen sowie eine Direktlieferung des in der dezentralen EE-Anlage erzeugten Stroms ohne Nutzung des öffentlichen Netzes, der sogenannten Direktlieferung, regeln. Hierbei wird der in der EE-Anlage erzeugte Strom entweder an dritte Stromverbraucher innerhalb derselben Liegenschaft (energiewirtschaftliche Kundenanlage) oder über eine Direktlieferung an den Stromverbraucher geliefert. Eine übergreifende Nutzung des dezentral erzeugten Stromes in den Energielandschaften im Rahmen der Direktlieferung kommt somit nur in Betracht, wenn der erzeugte Strom über eine Direktleitung oder innerhalb derselben Liegenschaft an den Verbraucher geliefert werden kann.</p> <p>Unter Kundenanlagen werden Energieanlagen zur Abgabe von Energie und zur betrieblichen Eigenversorgung bezeichnet, die sich auf einem räumlich zusammengehörenden Gebiet befinden oder bei einer Direktleitung mit einer maximalen Leitungslänge von 5.000 m und einer Nennleistung von 10 bis 40 KV [...] eingebunden sind ff. Ein für den Betrieb wesentlicher Unterschied ist, dass lt. Energiewirtschaftsgesetz der Betrieb der Kundenanlage den Betreiber nicht zum Energieversorgungsunternehmen laut Energiewirtschaftsgesetz macht. Als Energieversorgungsunternehmen sind zusätzliche Aufgaben und Meldepflichten (siehe auch EEG) zu berücksichtigen.</p>	<p>Mittel</p> <p><i>Insbesondere bei der Wahl der Betreiberwahl zukünftiger PV-Anlagen sind entsprechende Anforderungen und Meldepflichten zu berücksichtigen.</i></p>

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) - §19 Sonderformen der Netznutzung	Gemäß § 19 Abs. 2 StromNEV können Letztverbraucher, bei denen die Jahreshöchstlast vorhersehbar in lastschwachen Zeiten auftritt (atypische Netznutzer) oder Letztverbraucher, die das Netz besonders intensiv nutzen (jährlich mindestens 7.000 Benutzungstunden und 10 Gigawattstunden), ein individuelles Netzentgelt vereinbaren.	Mittel <i>Durch die Berücksichtigung der atypischen Netznutzung lassen sich hohe Leistungsbezüge realisieren und gleichzeitig Netzentgelte geringhalten. Dies ist insbesondere für das Lademanagement der Elektrofahrzeuge von Bedeutung.</i>
Energie/ Stromsteuergesetz	Neben Steuerermäßigungen und Steuerentlastungen sieht das Stromsteuerrecht für bestimmte Verwendungszwecke auch eine Befreiung von der Steuer vor. Die meisten dieser Steuerbefreiungen sind in § 9 Abs. 1 Stromsteuergesetz (StromStG) geregelt. In einigen Fällen ist eine förmliche Einzelerlaubnis erforderlich. Photovoltaikanlagen mit einer elektrischen Nennleistung von bis zu 2 MW fallen unter die Stromsteuerbefreiung für die dezentrale Stromerzeugung nach § 9 Abs. 1 Nr. 3 StromStG. Dagegen greift für Anlagen, die diesen Grenzwert übersteigen, die Steuerbefreiung für Strom aus erneuerbaren Energieträgern nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 StromStG. Über die erste Begünstigung können sowohl der Anlagenbetreiber als auch von diesem belieferte Letztverbraucher Strom steuerfrei im räumlichen Zusammenhang zur Erzeugungsanlage, d.h. im Umkreis von max. 4,5 km, entnehmen. Dagegen ist bei Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von über 2 MW nur der Selbstverbrauch des Anlagenbetreibers am Ort der Erzeugung begünstigt. Ein räumlicher Zusammenhang ist an dieser Stelle nicht zwingend vorgeschrieben, da allerdings ein Selbstverbrauch der Energie zwingende Voraussetzung für die Inanspruchnahme der Stromsteuerbefreiung ist, kann der Strom nur vor Ort oder mittels einer Direktleitung verbraucht werden. Ein räumlicher Zusammenhang ist somit auch hier gegeben.	Mittel <i>Insbesondere durch die Sicherstellung eines räumlichen Zusammenhangs oder die Verwendung einer Direktleitung, kann die Zahlung von Stromsteuer vermieden werden. Hierauf wird insbesondere im Rahmen der Betreibermodelle (siehe Kapitel 7.2) eingegangen.</i>
Energie/Erneuerbare Energiesgesetz – Segmentierung	Gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) werden PVA in verschiedene Segmente eingeteilt. Diese Segmentierung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Vergütung und den Betrieb der Anlage.	Mittel <i>Art und Höhe der Vergütung der jeweiligen Anlagen wird im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berücksichtigt.</i>
Energie – Pflicht zur Ausschreibung	Laut EEG § 22 Abs. 3 sind PVA mit weniger als 1 MW Nennleistung und 6 MW bei Bürgerenergiegesellschaften von der Pflicht zur Ausschreibung befreit. Die entsprechenden Ausschreibungsvolumen sind in § 28 EEG festgehalten. Alle anderen Anlagen müssen an der	Gering <i>Grundsätzlich kein Ausschlusskriterium. Ist im Rahmen der Betreibermodelle entsprechend zu berücksichtigen.</i>

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
	<p>Ausschreibung nach EEG teilnehmen. Hierbei wird der anzulegende Wert im Rahmen eines Gebotsverfahrens ermittelt. Alternativ wäre eine EEG unabhängige Projektierung nach der sonstigen Direktvermarktung möglich.</p>	
<p>Energie – Anzulegender Wert</p>	<p>Der anzulegende Wert wird durch die Bundesnetzagentur im Rahmen einer Ausschreibung ermittelt oder gesetzlich bestimmt. Er bietet die Grundlage für die Berechnung der Marktpremie, der Einspeisevergütung oder des Mieterstromzuschlags.</p>	<p>Gering <i>Grundsätzlich kein Ausschlusskriterium. Ist im Rahmen der Betreibermodelle entsprechend zu berücksichtigen.</i></p>
<p>Energie – Anlagengröße</p>	<p>Die Gebotsmenge bei den Ausschreibungen für Solaranlagen des zweiten Segments pro Gebot eine zu installierende Leistung von 20 Megawatt nicht überschreiten werden. Unter Solaranlagen des zweiten Segmentes sind Solaranlagen auf, an oder in einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand gemeint. Hierunter fallen neben den PV-Dachanlagen auch die Fassaden-PV-Anlagen sowie die PV-Anlagen auf Carports.</p>	<p>Mittel <i>Der Höchstwert von 20 MWp wird lt. aktueller Konzeptionierung des BA1 nicht überschritten. Da der BA2 erst in den nächsten 5 bis 10 Jahren umgesetzt wird, sind zu dem Zeitpunkt die aktuellen Anforderungen zu prüfen.</i></p>
<p>Energie – Zahlungsansprüche für Strom aus mehreren Anlagen</p>	<p>In §24 EEG wird die Regelung für Strom aus mehreren Anlagen festgelegt. Unabhängig von den Eigentumsverhältnissen werden mehrere Anlagen zum Zweck der Ermittlung des Anspruchs nach § 19 Abs. 1 und zur Bestimmung der Größe der Anlage nach § 21 Abs. 1 oder § 22 als eine Anlage angesehen, wenn sie sich</p> <ul style="list-style-type: none"> – auf demselben Grundstück, Gebäude, Betriebsgelände oder in unmittelbarer räumlicher Nähe befinden – Strom aus gleichartigen erneuerbaren Energien erzeugen – für den in ihnen erzeugten Strom der Anspruch nach § 19 Abs. 1 in Abhängigkeit von der Bemessungsleistung oder der installierten Leistung besteht und – sie innerhalb von zwölf aufeinanderfolgenden Kalendermonaten in Betrieb genommen worden sind 	<p>Mittel <i>Es ist grundsätzlich wichtig zu beachten, dass die Zusammenlegung keinen Einfluss auf die Verfügbarkeit entsprechender Flächen hat. Im Hinblick auf die angedachten, zu projektierenden Flächen und der damit einhergehenden Leistungen (vorwiegend > 1 MWp und insgesamt > 20MV), wird hier von einer Ausschreibung nach EEG bei den PV-Dachanlagen, Fassen-PV sowie PV auf Carports ausgegangen. Insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung des BA2 sind die Anforderung erneut zu prüfen. Weiterhin kann neben der Vergütung nach EEG auch eine sonstige Direktvermarktung über PPA erfolgen.</i></p>

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
Energie – Verpflichtung vom Bau von Solarcarports	<p>§ 48 Stellplätze, Garagen und Fahrradabstellplätze: Im Rahmen der Landesbauordnung NRW ist geregelt, dass bei der Errichtung einer für eine Solarnutzung geeigneten Stellplatzfläche mit mehr als 35 notwendigen Stellplätzen für Kraftfahrzeuge, die einem Nichtwohngebäude dient, über diese eine Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie zu errichten ist. Ausnahmegenehmigungen bestehen weiterhin.</p>	<p>Hoch <i>Lediglich die Unternehmen A und Unternehmen B sind von dieser Anforderung nicht betroffen. Daher wird im weiteren Verlauf die Verwendung von Solar-Carports weiterverfolgt.</i></p>
Wärmeplanungsgesetz	<p>Wenn ein Wärmenetz mehr als 17 Gebäude miteinander verbindet, gelten spezifische Anforderungen). Dies sind einige der wichtigsten Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Anteil erneuerbarer Energien: Wärmenetze müssen einen bestimmten Anteil an erneuerbaren Energien enthalten. Ab dem 1. Januar 2024 müssen neue Wärmenetze mindestens 65 % ihrer Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme beziehen. – Klimaneutralität: Bis zum Jahr 2045 müssen alle Wärmenetze vollständig klimaneutral sein. – Wärmenetzausbau- und Dekarbonisierungsfahrpläne: Betreiber von Wärmenetzen sind verpflichtet, Fahrpläne für den Ausbau und die Dekarbonisierung ihrer Netze zu erstellen. – Datenverarbeitung und Auskunftspflicht: Betreiber müssen relevante Daten zur Erfüllung ihrer Aufgaben verarbeiten und auf Anfrage Auskunft erteilen. <p>(2) Die Pflicht nach Absatz 1 ist nicht anzuwenden für den Betreiber eines Wärmenetzes, für das ein Transformationsplan oder eine Machbarkeitsstudie im Sinne der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze – „BEW“ vom 1. August 2022 (BAnz AT 18.08.2022 B1) in der jeweils geltenden Fassung erstellt wurde und für das</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. der Betreiber des Wärmenetzes bis zum Ablauf des 31. Dezember 2025 einen Antrag auf Förderung nach Nummer 4.1 (Modul 1) der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze – „BEW“ vom 1. August 2022 (BAnz AT 18.08.2022 B1) beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle stellt oder 2. der Transformationsplan oder die Machbarkeitsstudie vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle durch bestandskräftigen Förderbescheid auf einen Antrag nach Nummer 4.2 (Modul 2) der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze – „BEW“ vom 1. August 2022 (BAnz AT 18.08.2022 B1) ein Service des Bundesministeriums der Justiz sowie des Bundesamts für Justiz – www.gesetze-im-internet.de – Seite 22 von 	<p>Hoch <i>Die Anzahl der Gebäude wird bei der Verwendung eines Wärmenetzes nach Ersteinschätzung voraussichtlich die Anzahl von 17 Gebäuden überschrieben. Daher sind die Anforderungen im Rahmen der Projektierung zu berücksichtigen. Insbesondere durch die Förderung nach BEW, können die Anforderungen bereits erfüllt werden.</i></p>

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
	<p>30 – beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle spätestens bis zum Ablauf des 31. Dezember 2026 gebilligt wird</p> <p>(3) Die Pflicht nach Absatz 1 ist nicht anzuwenden für den Betreiber eines Wärmenetzes, das eine Länge von 1 Kilometer nicht überschreitet. Für den Betreiber eines Wärmenetzes, das eine Länge von 10 Kilometern nicht überschreitet und zum in Absatz 1 genannten Zeitpunkt bereits zu einem Anteil von mindestens 65 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist wird, ist Absatz 1 mit der Maßgabe anzuwenden, dass auf die Darstellungen nach Anlage 3 Abschnitt II bis IV verzichtet werden kann.</p>	
Gebäude/Dämmstandard - : Mindestanforderungen Ge- bäudeenergiegesetz	<p>Für den Neubau von Nichtwohngebäuden gelten im Gebäudeenergiegesetz (GEG) verschiedene Anforderungen. Dies sind die wichtigsten Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Jahres-Primärenergiebedarf: Der Jahres-Primärenergiebedarf eines neuen Nichtwohngebäudes darf maximal 55 % des Wertes eines Referenzgebäudes betragen¹. – Transmissionswärmeverlust: Der Transmissionswärmeverlust, also die Wärme, die durch die Gebäudehülle verloren geht, muss begrenzt werden. Die genauen Werte sind in Anlage 3 des GEG festgelegt¹. – Sommerlicher Wärmeschutz: Es müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Überhitzung im Sommer zu verhindern. Dies umfasst die Begrenzung der Sonneneintragskennwerte oder der Übertemperatur-Gradstunden nach DIN 4108-21. – Erneuerbare Energien: Mindestens 65 % der zur Beheizung genutzten Energie müssen aus erneuerbaren Quellen stammen². – Dichtheit und Wärmebrücken: Die Gebäudehülle muss luftdicht ausgeführt sein, und Wärmebrücken sind zu vermeiden, soweit dies wirtschaftlich möglich ist². 	<p>Hoch</p> <p><i>Die im GEG geforderten Mindestanforderungen sind für den Neubau von den Nichtwohngebäuden einzuhalten. Um zusätzliche Förderungen zu erhalten, ist die Entwicklung von Gebäudestandards nach EH 40 und EH 55 sinnvoll. Für die Berechnung der Energiebedarfswerte wurde sich an den Angaben der Unternehmen orientiert, die entweder EH 55 oder EH 40 gewählt haben. Die Mindestanforderung nach GEG ist als Referenzvariante fortgesetzt worden.</i></p>
Gebäude/Dämmstandard – Effizienzhaus EH 40	<p>Um Förderungen nach dem EH 40-Standard zu erhalten, sind folgenden Anforderungen zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Primärenergiebedarf: Der Jahres-Primärenergiebedarf darf maximal 40 % des Wertes eines Referenzgebäudes betragen. – Transmissionswärmeverlust: Der Transmissionswärmeverlust muss maximal 55 % des Wertes eines Referenzgebäudes betragen¹. – Erneuerbare Energien: Mindestens 65 % der zur Beheizung genutzten Energie müssen aus erneuerbaren Quellen stammen¹. 	<p>Mittel</p> <p><i>Die Wahl des Dämmstandards liegt bei den Entwicklern der jeweiligen Baufelder. Hierzu wurden entsprechende Anfragen bei den Unternehmen für den BA1 gestellt und die Bedarfswerte entsprechend aufgeführt. Auch im Hinblick auf die Anforderungen der EU-</i></p>

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
Gebäude/Dämmstandard – Effizienzhaus EH 55	<ul style="list-style-type: none"> – Gebäudehülle: Eine gut gedämmte Gebäudehülle ist erforderlich, um Wärmeverluste zu minimieren². – Fenster und Türen: Der Einsatz energieeffizienter Fenster und Türen ist notwendig². – Sommerlicher Wärmeschutz: Maßnahmen zur Vermeidung von Überhitzung im Sommer müssen getroffen werden, wie z.B. die Begrenzung der Sonneneintragskennwerte². – Luftdichtheit: Das Gebäude muss eine hohe Luftdichtheit aufweisen, um unkontrollierte Wärmeverluste zu vermeiden². <p>Darüber hinaus erfüllen die EH 40 Gebäude den Kriterien der EU-Taxonomie für nachhaltige wirtschaftliche Aktivitäten. Dies erleichtert den Zugang zu nachhaltigen Finanzierungen und Investitionen. Die Einhaltung der EU-Taxonomie kann zu zusätzlichen Förderungen und finanziellen Anreizen führen, die die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte verbessern.</p> <p>Um Förderungen nach dem EH 55-Standard zu erhalten, sind folgenden Anforderungen zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Primärenergiebedarf: Der Jahres-Primärenergiebedarf darf maximal 55 % des Wertes eines Referenzgebäudes betragen¹. – Transmissionswärmeverlust: Der Transmissionswärmeverlust muss maximal 70 % des Wertes eines Referenzgebäudes betragen¹. – Erneuerbare Energien: Mindestens 55 % der zur Beheizung genutzten Energie müssen aus erneuerbaren Quellen stammen². – Gebäudehülle: Eine gut gedämmte Gebäudehülle ist erforderlich, um Wärmeverluste zu minimieren². – Fenster und Türen: Der Einsatz energieeffizienter Fenster und Türen ist notwendig². – Sommerlicher Wärmeschutz: Maßnahmen zur Vermeidung von Überhitzung im Sommer müssen getroffen werden, wie z.B. die Begrenzung der Sonneneintragskennwerte². – Luftdichtheit: Das Gebäude muss eine hohe Luftdichtheit aufweisen, um unkontrollierte Wärmeverluste zu vermeiden². <p>Darüber hinaus erfüllen die EH 40 Gebäude den Kriterien der EU-Taxonomie für nachhaltige wirtschaftliche Aktivitäten. Dies erleichtert den Zugang zu nachhaltigen Finanzierungen und Investitionen. . Die Einhaltung der EU-Taxonomie kann zu zusätzlichen Förderungen und finanziellen Anreizen führen, die die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte verbessern.</p>	<p><i>Taxonomie wird die Ausführung eines EH 55- oder EH 40-Standards empfohlen.</i></p>

RECHTLICHE UND PLANERISCHE VORGABEN

Kategorie/ Anforderung	Beschreibung	Relevanz
Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz – GEIG/ Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)	<p>Das Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) wurde in Deutschland eingeführt, um den Ausbau der Lade- und Leitungsinfrastruktur für Elektromobilität in neuen und bestehenden Gebäuden zu fördern¹². Dies sind die Hauptziele und Anforderungen des GEIG.</p> <p>Das GEIG fordert für den Neubau von Nicht-Wohngebäuden mit mehr als 6 Stellplätzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Leitungswege für jeden dritten Stellplatz (33 %) – Ein Ladepunkt muss errichtet werden <p>Im Jahr 2025 wird voraussichtlich die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)* in nationales Recht umgesetzt und das GEIG ablösen.</p> <p>Entsprechend des aktuellen Entwurfs wird beim Neubau von Nicht-Wohngebäuden voraussichtlich gefordert, bei mehr als 5 Stellplätzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1 Ladepunkt je 5 Stellplätze (20%) und – 50 % der Stellplätze mit Vorverkabelung <p>Speziell bei Bürogebäuden mit mehr als 5 Stellplätzen wird voraussichtlich gefordert:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1 Ladepunkt je 2 Stellplätze (50 %) <p>Die Anforderungen sind vergleichsweise hoch und es bleibt abzuwarten, ob sie in dieser Höhe in nationales Recht umgesetzt werden.</p>	<p>Mittel</p> <p><i>Im Rahmen der Konzeption der Ladeinfrastruktur wird sich an den rechtlichen Vorgaben orientiert.</i></p>

BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG TECHNOLOGIEN UND BAUSTEINE

5 BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG TECHNOLOGIEN UND BAUSTEINE

In diesem Kapitel werden mögliche Technologien und konzeptionelle Ansätze für das Energiesystem Elsbachtal erläutert und bewertet. Hierbei werden insbesondere auch die Nutzung selbst erzeugter Erneuerbarer Energie, die gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen und Netz-Infrastruktur sowie die Errichtung energieeffizienter Gebäude und eine Sektorenkopplung zwischen den angesiedelten Unternehmen berücksichtigt. Für den Bauabschnitt 1 werden zudem Empfehlungen und Flächenbedarfe ermittelt. Hier sei angemerkt, dass die Empfehlungen mit B-Plan-Relevanz für den Bauabschnitt 1 bereits der Stadt Jüchen und der Wirtschaftsförderung Grevenbroich Ende September zugesandt wurden, um noch Anwendung im B-Plan-Verfahren zu finden. Ebenfalls sei darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nicht um eine Planung der einzelnen Gewerke handelt. Die ermittelten konzeptionellen Ansätze sind durch die entsprechenden Planungsprozesse zu verifizieren und genauer auszuarbeiten.

5.1 MOBILITÄT

Ziel der Studie war es, die Vor- und Nachteile einer ebenerdigen und dezentralen Parkierung mit einer Quartiersgaragenlösung gegenüberzustellen und zu bewerten, um im Rahmen des B-Plan-Verfahrens entsprechende Flächen vorzuhalten. Darüber hinaus bildet das Kapitel eine Grundlage für die Ermittlung der notwendigen Ladeinfrastruktur.

Während die klassische Lösung bereits in den Grundstrukturen der Planung dargestellt wurde, liegen in einer zentralisierten Lösung Vorteile in Bündelungseffekten und einer effizienten Flächennutzung. Ebenfalls können sich aus der zentralen Parkierungsstruktur Vorteile für die Bereitstellung der Ladeinfrastruktur ergeben. Einfache und komfortable Zugänglichkeit, geringere Betriebskosten sowie eine kostengünstige Herstellung wiederum sprechen oftmals für die dezentrale Bereitstellung von Stellplätzen auf dem eigenen Grundstück.

5.1.1 ANNAHMEN UND GRUNDLAGE

Den im Mobilitätskonzept getroffenen Berechnungen und Schlussfolgerungen lagen neben den Flächenzuordnungen der einzelnen Unternehmen auch Befragungsergebnisse zu Stellplatzbedarfen für PKW und LKW zugrunde. Für die Berechnung der Herstellungskosten der Parkierungsanlagen lagen Kennwerte zwischen 20.800 und 25.500 €/SP – abhängig von der Größe der Garage – zu Grunde. Für ebenerdige Parkierung wurden Herstellungskosten von 10.000 – 12.000 €/SP angenommen. Für den Bodenpreis wurde eine Annahme von 120 € getroffen. Bei der Errichtung und Nutzung von Quartiersgaragen ergeben sich zudem Bündelungseffekte, die eine effiziente Aufnahme von Spitzenauslastungen ermöglichen.

MOBILITÄT

5.1.2 GEGENÜBERSTELLUNG DER BEDARFE UND VARIANTEN

Die Stellplatzbedarfe des BA1 wurden von unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet. Einerseits wurde die Richtzahlentabelle zur Stellplatz VO NRW herangezogen und sowohl nach Nutzfläche als auch nach der sich hieraus ableitenden Mitarbeiterzahl die Stellplatzbedarfe berechnet, andererseits wurden im Rahmen einer Befragung der Unternehmen die Stellplatzbedarfe für PKW und LKW angefragt und ausgewertet. In Abbildung 4 ist die Ableitung der Stellplatz- und Flächenbedarfe visualisiert worden. Im Rahmen der Stellplatzermittlung wird sich insbesondere an der Angabe der Unternehmensbefragung orientiert. Hierdurch ergeben sich insgesamt 516 Stellplätze für PKW und 279 für LKW.

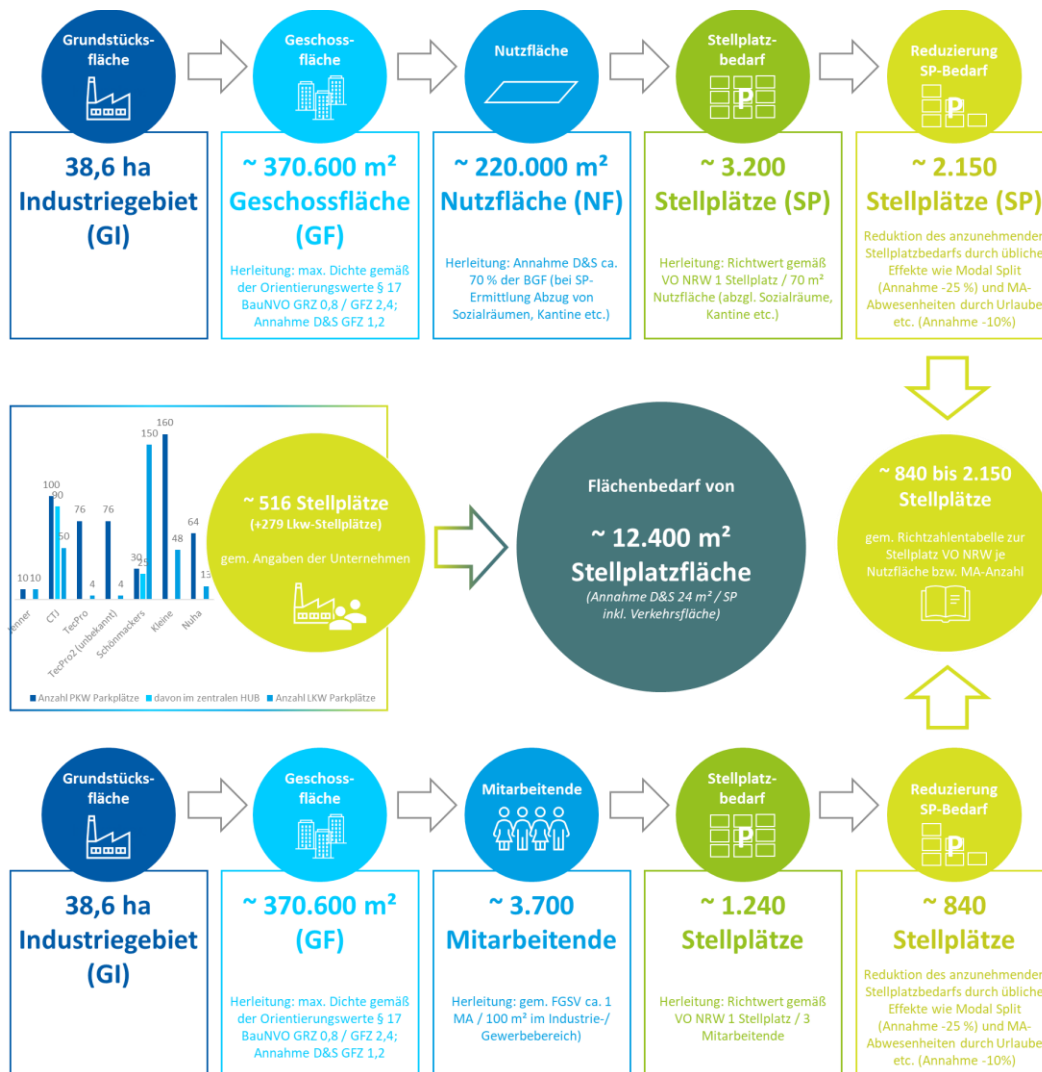


Abbildung 4: Ableitung der Stellplatz- und Flächenbedarfe

Basierend auf der nutzerzentrierten Betrachtung wurden genannte Stellplatzbedarfe in Flächen überführt. Diese orientieren sich an Erfahrungswerten, die sich bei der Herstellung von Stellplätzen sowohl bei Parkhäusern als auch bei ebenerdigen Parkierungen ergeben und berücksichtigen die Verkehrsflächen.

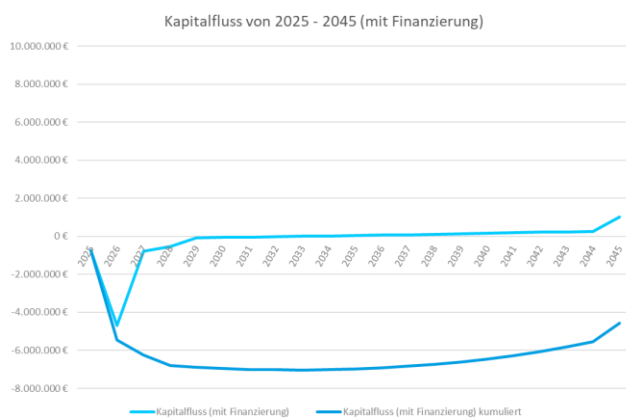
MOBILITÄT

5.1.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Varianten „dezentrale ebenerdige Parkierung“ und „zentrale Quartiersgarage“ hinsichtlich der Investitionen, Betriebskosten und der Rentabilität verglichen, um eine entsprechende Empfehlung abzuleiten.

Aufgrund geringerer Herstellungskosten liegen hierbei die ebenerdigen Stellplätze mit gerade einmal 50 % der Kosten einer Quartiersgarage deutlich günstiger. Die Differenz liegt zwischen 5-6 Mio. €, abhängig von der konkreten Ausführung. Gleichmaßen werden in der Quartiersgarage mit einer Grundfläche von 1.500 m² nur rund 10 % der Fläche in Anspruch genommen, die es für die ebenerdige Herstellung der Stellplätze benötigt.

Mit Blick auf die Investitionskosten und die Betriebskosten zeichnet sich bei der Quartiersgarage ein sehr deutliches Bild ab. Mit einem Eigenkapitaleinsatz von 4,2 Mio. € (30 % EK) und einem Monatsmietpreis/SP von 200 €, der sich aus dem Residuum ergibt, läuft der Kapitalwert bei einer Laufzeit von 20 Jahren in ein Minus von 5,3 Mio. €.



Monatsmietpreis/SP
ca. 200 €/SP [1,2 Mio. € p.a.]

Investitionskosten gesamt brutto**
ca. 13,5 Mio. €

Eigenkapitaleinsatz gesamt
ca. 4,2 Mio. € [30%]

Annuität (Zins + Tilgung)***
ca. 14,2 Mio. € [0,71 Mio. € p.a.]

Kapitalwert (mit Finanzierung)
ca. -5,3 Mio. €

FAZIT

Die Investition ist unter den getroffenen Annahmen über die betrachtete Laufzeit **unrentabel**. Insbesondere die anfangs unvermieteten Stellplätze, Betriebskostenunterdeckung, geringer Stellplatzbedarf sowie der hohe FK-Anteil führen zur Unwirtschaftlichkeit.

** über den Betrachtungszeitraum inkl. Indexierung
*** Keine Deckung über die Einnahmen möglich, zusätzliches EK/Darlehn erforderlich

Für eine zentrale Garage konnte unter denen gegebenen Bedingungen kein wirtschaftliches Ergebnis abgeleitet werden. Die Hauptgründe in der Unwirtschaftlichkeit liegen:

1. Im geringen Stellplatzbedarf:
→ Hierdurch ergeben sich höhere Herstellungskosten pro Stellplatz als bei einer größeren Parkgarage
2. In der fehlenden Doppelnutzung durch ein mischgenutztes Quartier
→ Hierdurch fehlen Einnahmen über die Kernarbeitszeiten hinaus bzw. eine mögliche Doppelnutzung mit entsprechenden Einnahmen durch weitere Nutzer/ Besucher des Quartiers ist nicht vorhanden.

Grundsätzlich können Fördermittel, zusätzliche Nutzungen, Parkangebote für Gebietsexterne oder das Einbeziehen von Opportunitätskosten durch den Flächengewinn im Gebiet die Wirtschaftlichkeit nochmals verändern.



MOBILITÄT

5.1.4 EMPFEHLUNG

Aus wirtschaftlicher Sicht wird die Bündelung der Stellplätze in einer zentralen Quartiersgarage bei den aktuell bekannten Bedarfen und Voraussetzungen nicht empfohlen. Somit sind hierfür im Rahmen des B-Plan-Verfahrens keine Flächen vorzuhalten.

Zur Sicherung der Flächeneffizienz und ökologischer Mehrwerte kann auf die Gestaltung der dezentralen Stellflächen im Rahmen der Bauleitplanung eingegangen werden. Beispiele:

- Mehrgeschossiges Parken ab bestimmten Stellplatzbedarfen fordern
- PV über Stellplätzen (in Nordrhein-Westfalen gibt es eine gesetzliche Regelung zur Überdachung von Stellplätzen mit Photovoltaikanlagen. Seit 2022 müssen neue Parkflächen mit mehr als 35 Stellplätzen überdacht und mit Photovoltaikanlagen ausgestattet werden. Diese Regelung gilt für Gewerbeflächen und Nichtwohngebäude)
- Nicht versiegelter Untergrund und Gefälle hin zu angrenzenden Grünanlagen und Bäumen. Da im Gebiet ggf. nicht versickert werden soll, kann das Wasser alternativ gezielt geführt sowie Pflanzen zur Verfügung gestellt werden.

Sollten sich im Rahmen der Entwicklung des BA2 deutlich unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten, Bedarfe etc. ergeben, sollte eine erneute Analyse durchgeführt werden. Nach den aktuellen Erkenntnissen ist ein Mobilitätshub aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht zu empfehlen.

Entscheidend für eine erfolgreiche Integration einer zentralen Parkgarage in ein Gewerbegebiet ist neben der Mischnutzung auch eine frühe Verständigung im Rahmen der Planungsphase. Hierbei gilt es optimierte Infrastrukturen, angepasste Grundstückszuschnitte sowie eine klare Kommunikation hinsichtlich der Parkraumstrategie bereits in der Anfangsphase mitzudenken.

LADEINFRASTRUKTUR

5.2 LADEINFRASTRUKTUR

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie soll ein Grobkonzept für die Ladeinfrastruktur zur Ermittlung der resultierenden Leistungsbedarfe, zur Dimensionierung des Stromversorgungsnetzes und der Trafostationen ermittelt werden. Weiter sollte der grobe Flächenbedarf für Ladestationen ermittelt werden. Auf Grundlage dieser Konzeptionierung werden zudem die Strombedarfe und Lastverläufe der Elektromobilität ermittelt und in die Gesamtkonzeptionierung überführt. Notwendige Investitionskosten für eine mögliche Ladeinfrastruktur sind im Rahmen der weiteren Planung zu ermitteln und zu berücksichtigen.

5.2.1 ANNAHMEN UND GRUNDLAGEN

Als Grundlagen wurden die Fragebögen bzgl. Ladeinfrastruktur an die Firmen ausgewertet sowie interne Projektabstimmungen geführt. Es wurden dabei die Vorgaben der Firmen berücksichtigt, aber auch die Nutzung der Firma und zu erwartende Entwicklungen, z. B. die Elektrifizierung der Fuhrparks.

5.2.2 LADETECHNIK

Die Ladetechnik für E-PKW (Klasse M1) und LKW (Klasse N) in Europa ist standardisiert. Für PKW kommt der Typ 2 Stecker zur AC-Ladung (Wechselstrom) zum Einsatz. Die allermeisten PKW lassen sich auch schnell mit DC (Gleichstrom) laden. Dazu kommt der Combined Charging Stecker (CCS2) zum Einsatz.

Die Batteriekapazität von PKW liegt aktuell im Bereich von ca. 50 – 120 Kilowattstunden (kWh). Die Ladezeit rechnet sich überschlägig $\text{Batteriekapazität [kWh]} / \text{Ladeleistung [kW]} = \text{Ladezeit [h]}$. Batterien lassen sich jedoch nicht beliebig schnell laden, je voller die Batterie wird, umso geringer wird die Ladeleistung. Die entsprechenden Strombedarfe und notwendigen Leistungen können wie folgt angesetzt werden: 70 kWh Ladebedarf / 11 kW Ladeleistung entspricht einer Ladezeit von ca. 6,5 h.



Abbildung 5 AC-Ladestationen bei Firmen, Foto Wagner

LADEINFRASTRUKTUR

LKW lassen sich nur bei wenigen Typen mit Wechselstrom laden. In den meisten Fällen kommen DC-Ladestationen zum Einsatz. Aktuell ist der CCS2-Stecker üblich. Das CCS2-System mit Ladeleistungen bis ca. 400 kW reicht heute schon aus um einen Tagbetrieb der LKW sicherzustellen mit Tagesfahrleistungen von 700 km und mehr. Üblich ist in den 45 Minuten Lenkpausen zu laden und über Nacht. Die Batteriekapazität von LKW liegt im Bereich von 300 kWh bis über 1.000 kWh.

Zukünftig wird bei schweren LKW (> 10 Tonnen) zusätzlich das Megawatt Charging System (MCS) zum Einsatz kommen, mit Ladeleistungen von 1 Megawatt (1.000 kW) und mehr. Die hohe Ladeleistung ermöglicht dann auch den kontinuierlichen Mehrschichtbetrieb von LKW. Für die Nachtladung im Depot reicht eine Ladeleistung von 100 kW aus, um auch große LKW über Nacht aufzuladen. Die entsprechenden Strombedarfe und notwendigen Leistungen können wie folgt angesetzt werden:

LKW 800 kWh Ladebedarf / 100 kW Ladeleistung (Depot) entspricht einer Ladezeit von ca. 8 h. In den unten beigefügten Abbildungen (Abbildung 6 und Abbildung 7) werden übliche LKW-Depotladungen und Busladestationen dargestellt.



Abbildung 6 LKW Depotladung, mit Anfahrtschutz aus BetonFoto Wagner



Abbildung 7 Busladestation (im Bau), Foto Wagner

LADEINFRASTRUKTUR

5.2.3 GEPLANTE LADEPUNKTE

Für die Ladestationen wurden zwei Ausbaustufen geplant. Ein Erstausbau und ein Folgeausbau für die nächsten 5 Jahre. Die Details dazu sind der Präsentation zu entnehmen. Für die Auslegung der Stromversorgung ist die Summe der beiden Stufen relevant. Für PKW mit langer Standzeit wurden AC-Ladestationen mit 11 kW vorgesehen. Ergänzt wurden die PKW-Ladestationen mit DC-Ladestationen geringer Ladeleistung 25/50 kW für eine Aufladung während ein bis zwei Stunden, z. B. für Besucher.

Für LKW wurden Ladestationen mit 100 kW vorgesehen, für die Aufladung über Nacht. Für eine kurzfristige Aufladung (45 Minuten Lenkpause, Auf-/Abladen) wurden 400 kW Ladestationen vorgesehen. Perspektivisch sind Ladestationen mit 1.000 kW denkbar, wenn entsprechende Fahrzeuge und Ladestationen Marktdurchdringung bekommen.

Die Grafik in Abbildung 8 zeigt die die Summe der beiden Ausbaustufen für die geplanten Ladepunkte.

5.2.4 RECHTLICHE VORGABEN

Für die Anzahl der Ladestationen gilt aktuell das Gebäudeelektromobilitätsinfrastrukturgesetz (GEIG), das voraussichtlich in 2025 von der nationalen Umsetzung der Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) abgelöst wird. Es ist dabei zu prüfen, ob in der neuen Richtlinie die teilweise sehr hohen Vorgaben der EPBD 1:1 umgesetzt werden. Bsp. 10 % der Stellplätze mit Ladestationen, bei Stellplätzen für Büros 50 % der Plätze mit Ladestationen.

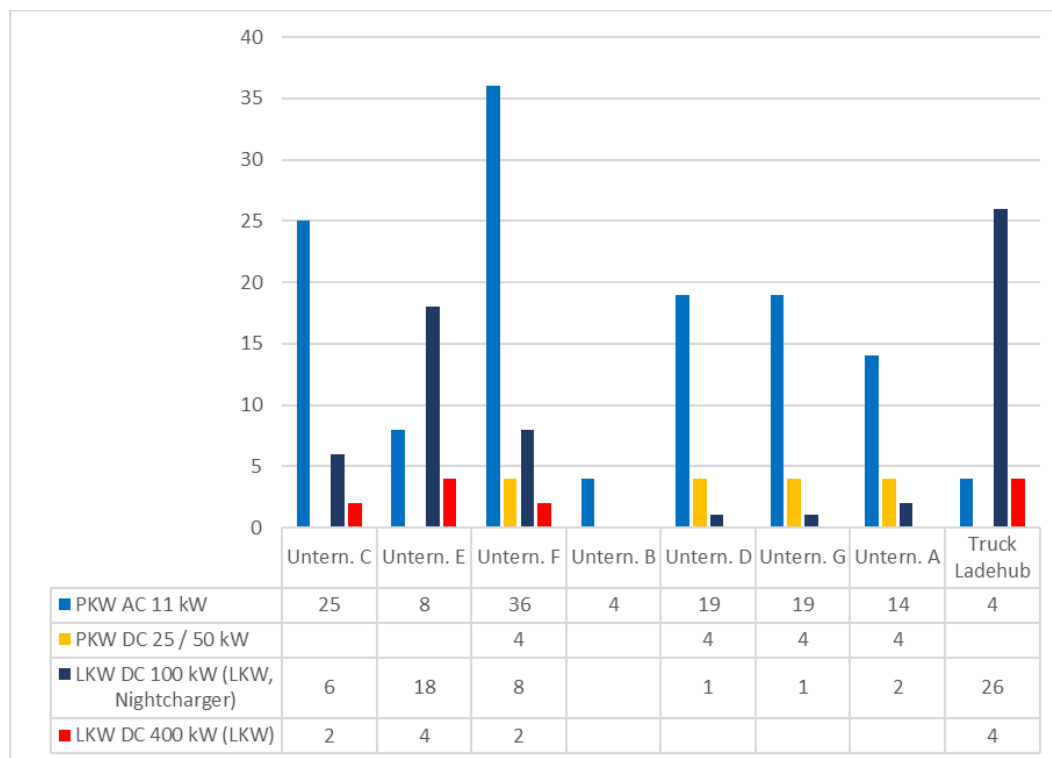


Abbildung 8 Ladepunkte geplante erste und zweite Ausbaustufe

LADEINFRASTRUKTUR

5.2.5 ELEKTRISCHER LEISTUNGSBEDARF

Der elektrische Leistungsbedarf für Ladeinfrastruktur errechnet sich über die Ladeleistung der Ladestation multipliziert mit der Anzahl. Die Erfahrung zeigt, dass Ladestationen in der Regel nie gleichzeitig voll ausgelastet sind. Der resultierende Leistungsbedarf wird deshalb mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor multipliziert, der je nach Nutzung der Ladeinfrastruktur verschieden sein kann. Mit diesem Gleichzeitigkeitsfaktor kann die vorgelagerte Infrastruktur mit geringerer Leistung gebaut werden.

Die Bedingung für den Ansatz des Gleichzeitigkeitsfaktors ist eine technische Einrichtung, die die Gesamtlast überwacht und ggf. steuernd eingreift, das sogenannten dynamische Lastmanagement. Die angesetzten Gleichzeitigkeitsfaktoren dieser Berechnung liegen zwischen 0,4 bei PKW und 0,7 bis 0,9 bei LKW.

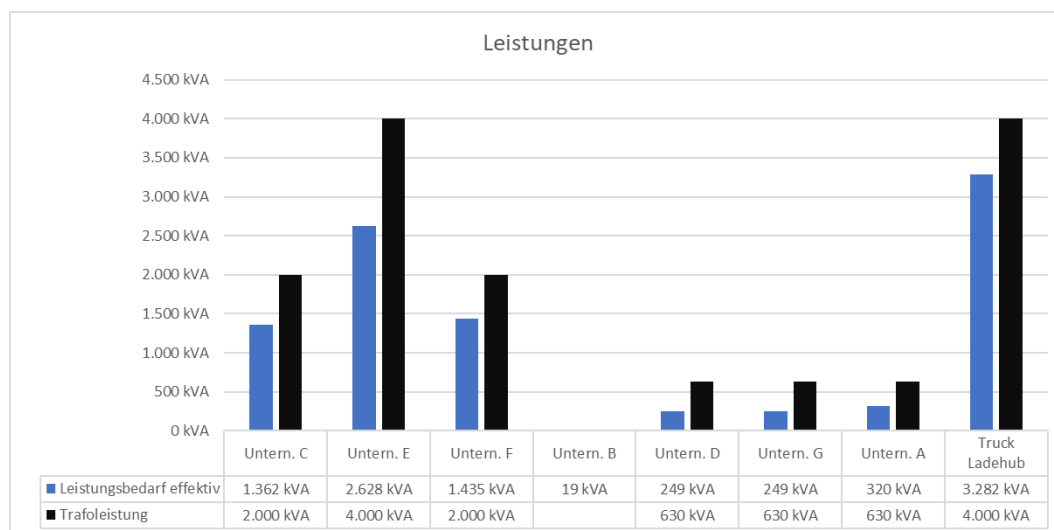


Abbildung 9 Übersicht Ladeleistungsbedarf und Trafoleistung

5.2.6 FLÄCHENBEDARFE UND EMPFEHLUNGEN

Der Flächenbedarf für Ladeplätze ist größer dimensioniert als reine Stellplätze, da hier die Ladestation und Bewegungsfläche zum Einstecken der Ladeleitung vorgesehen werden müssen. Bei PKW ist die Position des Ladeanschlusses nicht standardisiert, bei LKW gehen Bestrebungen zu einem Ladeanschluss auf der Fahrerseite (links) hinter der Fahrerkabine. Beim MCS Ladesystem ist der Fahrzeuganschluss links verpflichtend.

In Tabelle 3 sind die berücksichtigten Größen aufgelistet:

Tabelle 3 Flächenbedarf für Ladeplätze

Art der Infrastruktur	Abmessungen	Größe
PKW – AC 11 kW	3 m x 5,5 m	17 m ²
PKW – DC 25/50 kW	3 m x 6 m	18 m ²
LKW Depotladen – DC 100 kW	3,5 m x 20 m	70 m ² (Frontlader)
LKW– DC 400 kW	5 m x 20 m	90 m ² (Durchfahrt)
Trafo– bis 2.000 kVA	-	15 m ² (Kompakttrafostation)
Trafo– bis 5.000 kVA	-	45 m ² (Begehbare Trafostation)

LADEINFRASTRUKTUR

In Abbildung 10 sind die Gesamt-Flächenbedarfe der Ladeplätze und zugehöriger Trafostationen dargestellt. Insbesondere der zentrale Ladehub ist im B-Plan entsprechend zu berücksichtigen. Die restlichen Flächenbedarfe sind auf den jeweiligen Baufeldern zu berücksichtigen und liegen im Entscheidungsbereich der Unternehmen.

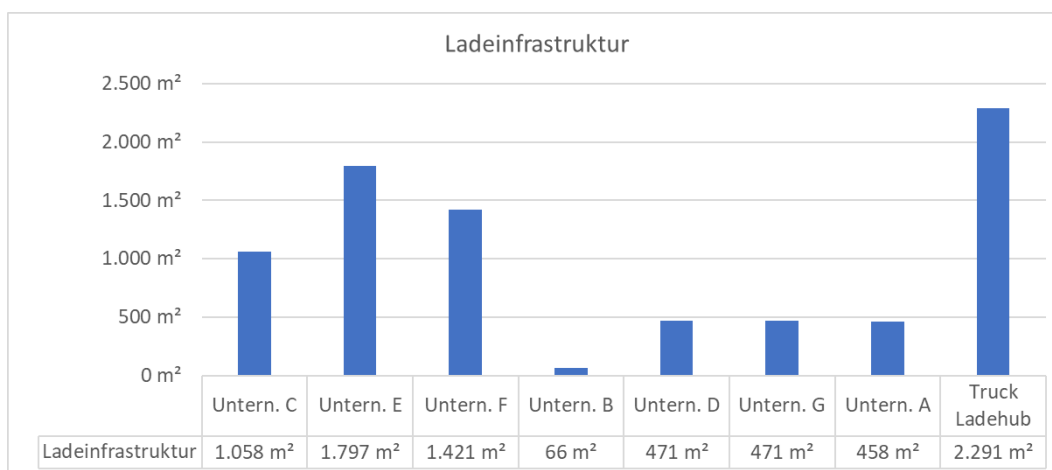


Abbildung 10 Flächenbedarf Ladeinfrastruktur und Infrastruktur

Grundsätzlich wird empfohlen, diesen **gemeinsamen Truck Ladehub** vorzusehen. Der Ladehub könnte Ladestationen bei den einzelnen Firmen ersetzen. Wenn eine regelmäßige Nutzung der Ladestationen durch ansässige Unternehmer gewährleistet ist, sind mittlerweile zahlreiche Betreibermodelle etabliert, in denen bspw. ein Chargepoint Operator die Investitionskosten trägt und somit den Ladepark auf seine eigenen Kosten errichtet. Je höher die Ausnutzung der Ladestation ist, umso wirtschaftlicher ist deren Betrieb für den Betreiber. Es ist geplant im Bereich LKW zukünftig eigene Stromverträge auch an öffentlichen Ladestationen nutzen zu können, somit besteht für den einzelnen Unternehmer eine gewisse Sicherheit bzgl. der Ladepreise.



Abbildung 11 Truck Ladehub, Foto Wagner



LADEINFRASTRUKTUR

Das Grobkonzept für die Ladeinfrastruktur kann grundsätzlich auch auf den Bauabschnitt 2 übertragen werden, es muss dabei jedoch der Grad der Elektrifizierung beobachtet werden. Bei den LKW wird mit einem deutlich schnelleren Hochlauf der Elektrifizierung gerechnet als bei PKW bisher.

ENERGIESYSTEM

5.3 ENERGIESYSTEM

5.3.1 HINWEISE UND PRÄMISSEN

In Hinblick auf den globalen Klimawandel sind bei der Entwicklung eines Energiekonzeptes bestimmte Aspekte besonders zu beachten. Eine energieeffiziente und emissionsarme Erfüllung von Anforderungen durch die Nutzung des Industriegebietes und der dort befindlichen Gebäude ist ein wichtiges Ziel der Planung, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Nicht nur die möglichst hohe Ausnutzung der jeweiligen Energiequellen, sondern auch die gezielte Auswahl von Energieträgern und Systemen mit geringer Emissionsintensität ist hierbei von Bedeutung.

Des Weiteren sollen die aktuellen Energiestandards nachverfolgt und erzielt werden, um neben den Nachhaltigkeitsaspekten auch die förderrechtlichen Vorgaben zu erfüllen. Aktuell werden auf Grundlage der Unternehmensbefragungen für Nicht-Wohngebäude der energetische Standard 40 (EG 40) und Standard 55 (EG 55) verfolgt, mit Anforderungen an die Höhe des Primärenergieverbrauches, die Vermeidung von Transmissionsverlusten sowie die etwaige Verwendung von erneuerbaren Energien und die Erfüllung von Nachhaltigkeitskriterien.

5.3.2 ENERGIEBEDARFSERMITTLUNG

Das technische Konzept einer Versorgungsvariante richtet sich primär nach der zu betrachtenden Nutzung, den notwendigen Prozessen der Industriebetriebe, nach der Art der technischen Ausstattung der zu berücksichtigenden Bereiche sowie nach den einzuhaltenden Anforderungen. Dieses gilt es im weiteren Verlauf konkreter zu bewerten.

Für die Ermittlung der Energiebedarfe als Grundlage für die Entwicklung verschiedener Energieversorgungsvarianten, wurde eine Energiebedarfsermittlung durchgeführt.

Auf Grundlage der Unternehmensangaben, der berechneten Flächen und der Angaben der Unternehmen zu den Nutzungen, werden die Wärme-, Kälte- und Strombedarfe abgeschätzt. Auch entsprechende Lastgänge von Vergleichsstandorten verschiedener Unternehmen wurden insbesondere bei der Ermittlung der Prozesswärme und Strombedarfe verwendet. Bei fehlenden oder unvollständigen Angaben bezüglich der notwendigen Leistungen und Bedarfe durch die Unternehmen, wurden flächenspezifische Werte zu Leistung, Bedarfen und Vollbenutzungsstunden verwendet. Die zugrunde gelegten spezifischen Werte je Nutzungsbereich orientieren sich an Erfahrungswerten und Kennwerten. Zusätzlich wurde der Stromleistungsbedarf möglicher zukünftiger PKW- und LKW-Stellplätze aus dem Kapitel 5.2 ermittelt.

Die Leistungswerte werden mit Gleichzeitigkeitsfaktoren bewertet und aufsummiert, um eine erste Abschätzung der Anschlussleistungen für Wärme, Kälte und Strom zu erhalten.

Die elektrische Leistung der Kälteanlagen wird mit der Kälteleistung und einer Leistungszahl (engl. Energy Efficiency Ratio, EER) berechnet und wird aufgrund einer Vermeidung der Doppelzählung nicht den oben aufgelisteten Leistungswerten zugerechnet. Gleiches gilt auch für die Nutzung von Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung, deren Leistungszahl für gewöhnlich als COP (engl. Coefficient of Performance) bezeichnet wird. Auch hier wird eine Doppelzählung in der Energiebilanz vermieden. Lediglich für die Beantragung der

ENERGIESYSTEM

notwendigen Anschlussleistung beim Netzbetreiber müssten die „tatsächlichen“ Stromleistungen bestimmt und angegeben werden.

Der Bedarf wird über durchschnittliche Vollbenutzungstunden für die einzelnen Nutzungsbereiche abgeschätzt. Diese Bedarfsermittlung ist nur eine grobe Abschätzung und entspricht nicht einer Berechnung gemäß Heizlast/Kühllast im Rahmen einer Realplanung.

Tabelle 4 Energiebedarfe exkl. Elektromobilität

Unter- nehmen	Wärme		Kälte		Strom	
	Leistung	Bedarf	Leistung	Bedarf	Leistung	Bedarf
	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]
A	1,02	0,75	0,12	0,01	0,36	0,89
B	< 0,01	< 0,01	0	0	< 0,01	< 0,01
C	0,26	0,19	0,14	0,13	0,07	0,11
D	0,30	0,18	0,04	0,04	5*	1,5*
E	2,5	2,5	0,33	0,3	3,0*	3,0*
F	1,39	1,60	0	0	0,33	0,67
G	0,30	0,18	0,04	0,04	5*	1,5*
Summe	5,77	5,41	0,67	0,5	13,76 (2,8)	7,69

*Angabe der Unternehmen

Insgesamt wird für die Wärmeversorgung 5,4 GWh, für die Kälteversorgung ca. 0,5 GWh und für die Stromversorgung 7,8 GWh benötigt. Bei den Unternehmen E und Unternehmen D basieren die Angaben zur Stromleistung auf den Ergebnissen der Unternehmensumfrage. Nach Sichtung der Lastgänge der Vergleichsstandorte, insbesondere des Unternehmens E, wird davon ausgegangen, dass es sich bei den hier angegebenen Werten um Anschlussleistungen handelt, sodass die tatsächlich benötigte Last deutlich unter den hier angegebenen 13,76 MW liegt. Die tatsächliche Leistung liegt auf Grundlage des Lastganges des Unternehmen E bei geschätzten Vollaststunden von ca. 2.500 bis 3.000 VBh der drei produzierenden Unternehmen bei insgesamt ca. 3 MW. Diese ermittelten Maximalleistungswerte gilt es allerdings in den nächsten Phasen der Planungsphase zu verifizieren.

ENERGIESYSTEM

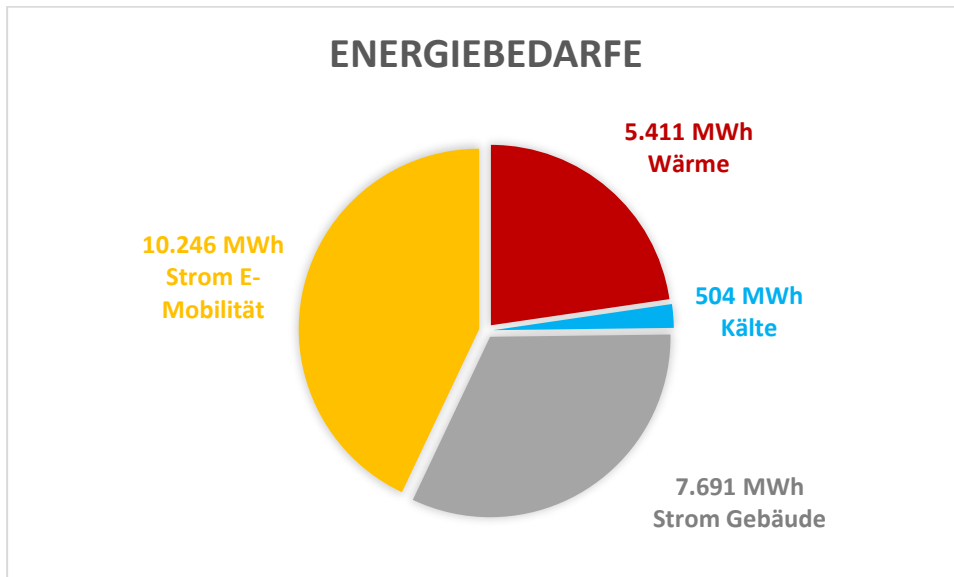


Abbildung 12 Übersicht Energiebedarfe BA1

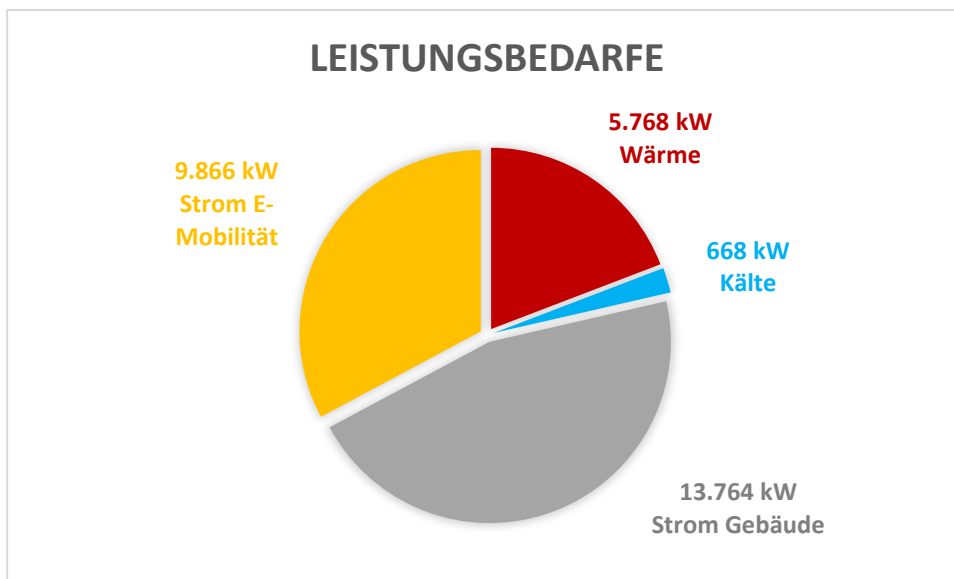


Abbildung 13 Übersicht Leistungsbedarfe BA1

Für das Industriegebiet Elsbachtal wurden mittels eines Simulationstools für die Energieträger Wärme, Kälte und Strom die Lastgänge ermittelt. Der Lastgang, auch Lastprofil genannt, beschreibt den zeitlichen Verlauf des Energieverbrauchs (Wärme, Kälte und Strom) des Industriegebietes über ein Jahr. Hier wird deutlich, wie sich der Energieverbrauch zu verschiedenen Tageszeiten, Wochentagen oder Jahreszeiten verändert.

In den Wärmelastgängen wurden neben der Prozesswärme auch die Raumwärmebedarfe berücksichtigt. Die Lastgänge für Kälte berücksichtigen sowohl den Bedarf für die Klimatisierung als auch für die lokalen Server. In den Stromlastgängen sind die Verbräuche für Lüftung, Beleuchtung und Nutzerstrom (Prozesse) sowie Elektromobilität (separate ausgewiesen) enthalten. Insbesondere die Spitzenwerte dienen als Grundlage für die Auslegung der Wärmeerzeugungseinheiten.

ENERGIESYSTEM

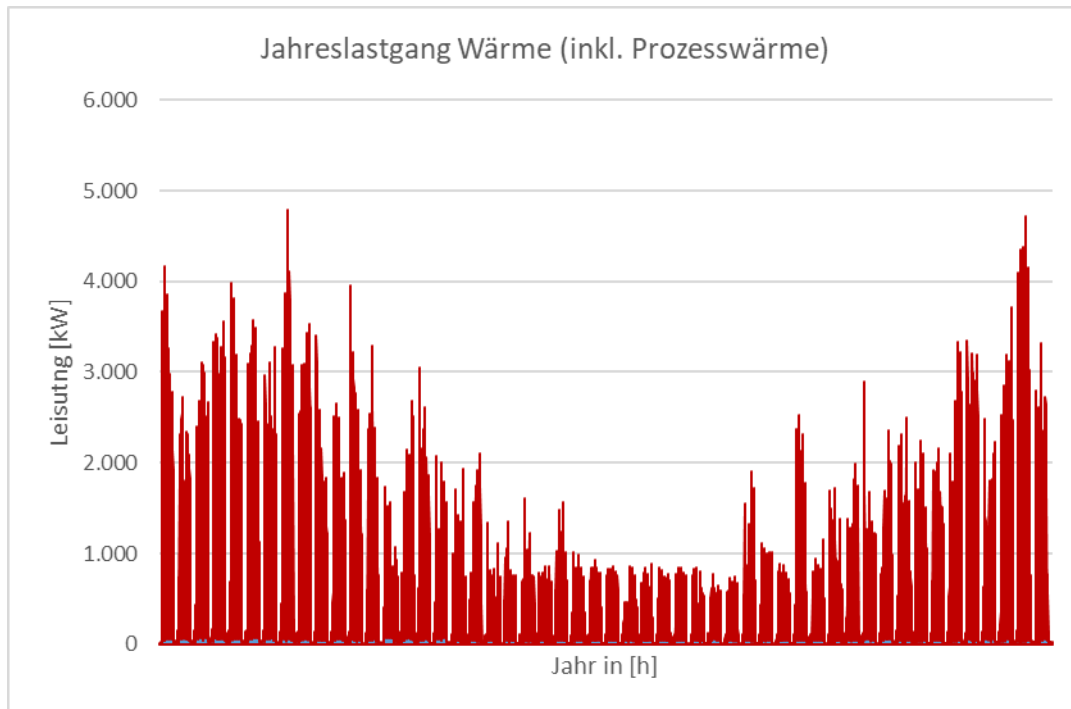


Abbildung 14 Visualisierung des Lastgangs Wärme

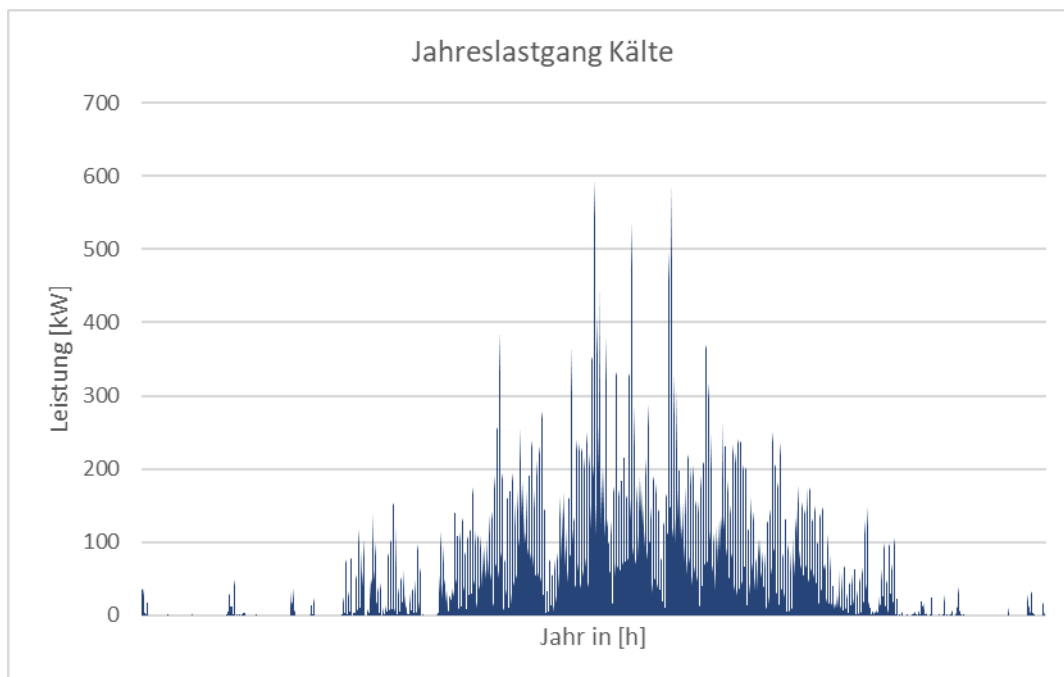


Abbildung 15 Visualisierung des Lastgangs Kälte

ENERGIESYSTEM

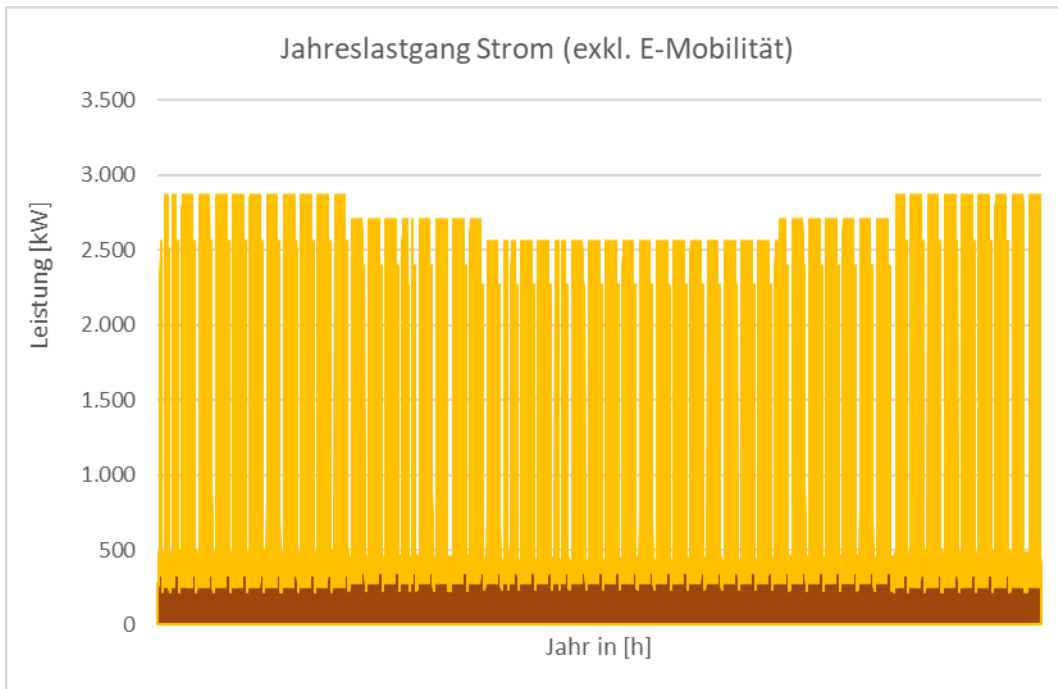


Abbildung 16 Visualisierung des Lastgangs Strom (exkl. E-Mobilität)

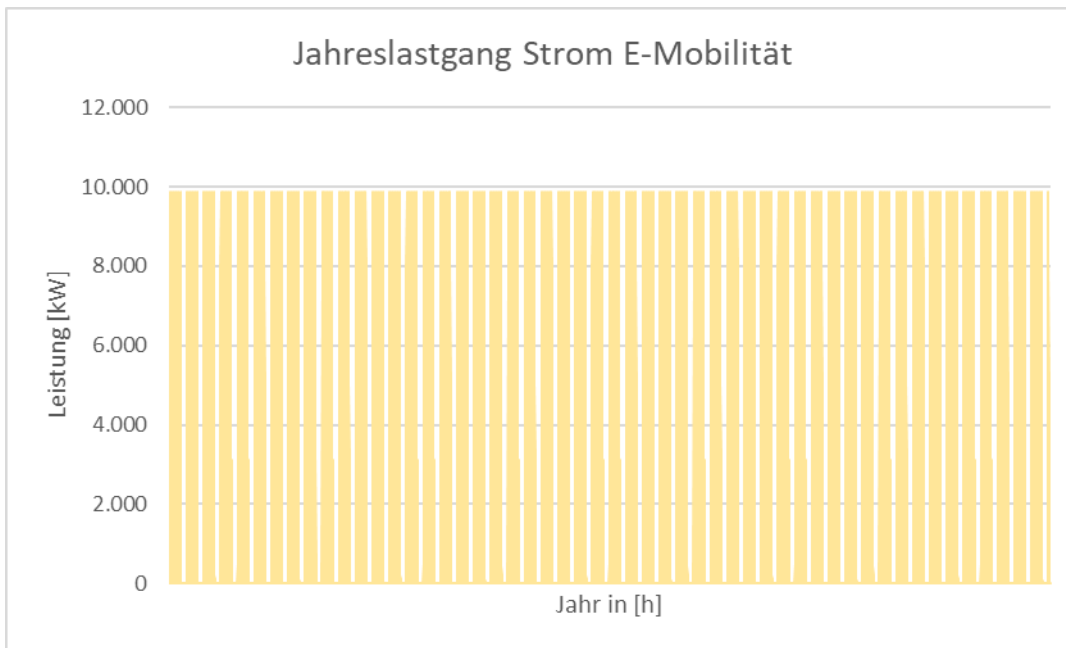


Abbildung 17 Visualisierung des Lastgangs Strom E-Mobilität

Die Gesamtenergiebedarfe und Leistungen sind in den folgenden Diagrammen übersichtlich dargestellt. Die oben genannten Analysen beziehen sich insbesondere auf den Bauabschnitt 1, da hierfür erste Unterlagen zu den zukünftigen Nutzungen und Bedarfen vorliegen. Um den groben Gesamtenergiebedarf des gesamten Industriegebietes abschätzen zu können, wurde für den Bauabschnitt 2 angenommen, dass sich dort vergleichbare Unternehmen ansiedeln. Die daraus resultierenden Energie- und Leistungsbedarfe für den Bauabschnitt 2 sind ebenfalls dargestellt.

ENERGIESYSTEM

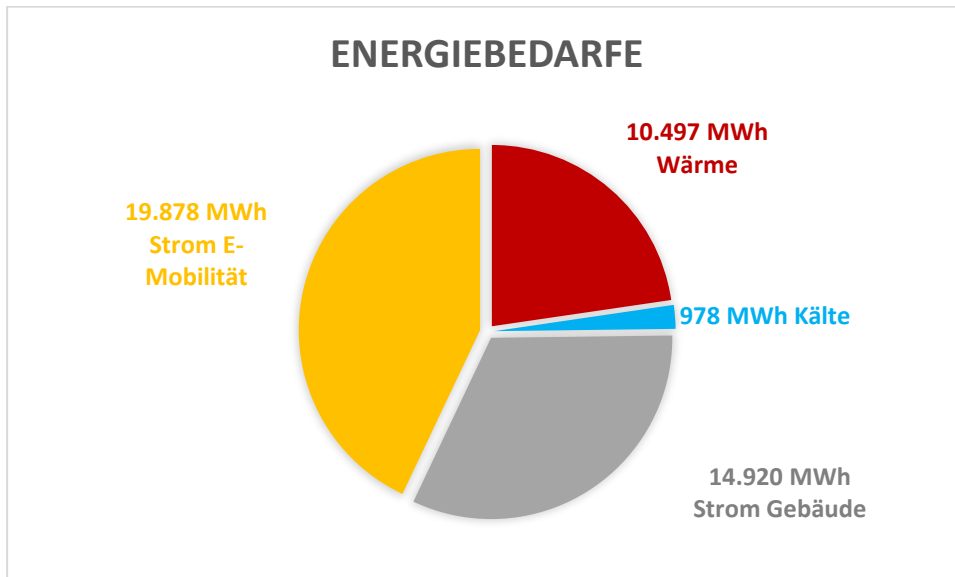


Abbildung 18 Übersicht Leistungsbedarfe BA2

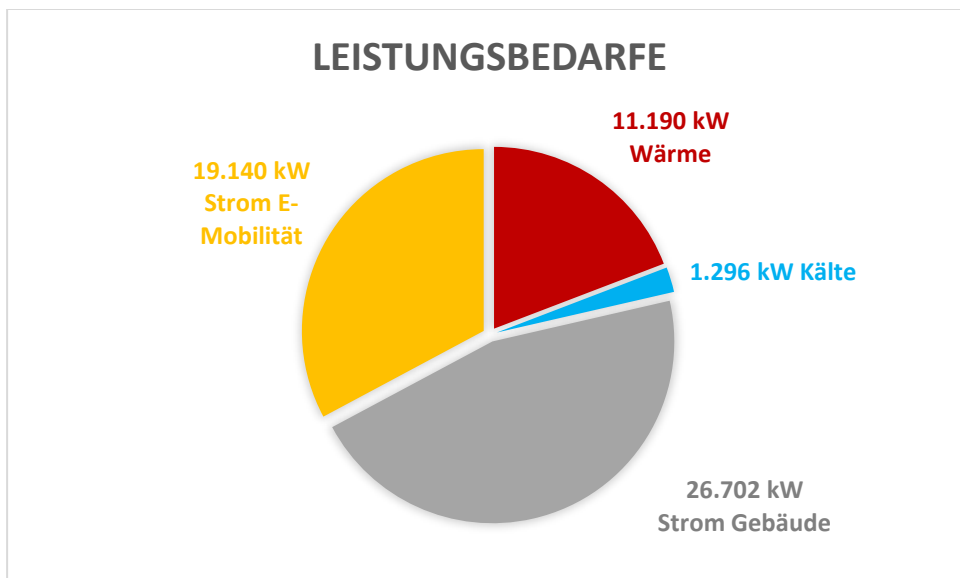


Abbildung 19 Übersicht Leistungsbedarfe BA2

Der Gesamtenergiebedarf des Industrieparks Elsbachtal liegt nach ersten Abschätzungen somit bei etwa 16 GWh Wärme, 1,5 GWh Kälte und ca. 52 GWh Strom. Da die Wärme- und Kälteerzeugung voraussichtlich einen zusätzlichen Strombedarf verursachen wird, wird der Gesamtstandort nach aktuellen Schätzungen einen Strombedarf von mindestens 57 GWh aufweisen.



ENERGIESYSTEM

5.3.3 POTENZIALANALYSE

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wird das Areal hinsichtlich der technischen Infrastruktur sowie energetischen Versorgung untersucht, Versorgerabfragen durchgeführt und Netzpläne eingesehen. Zur Spezifizierung eines zukünftig möglichen Energiekonzeptes, wird auf Grundlage der örtlichen Begebenheiten am Standort und des aktuellen Planungsstands das vorhandene Potential verschiedener Technologien untersucht. Die aktive Solarenergienutzung zur regenerativen Erzeugung von Wärme und/oder Strom und der Einsatz von Großwärmepumpen zur Nutzung der Umweltwärme als regenerative Wärmeversorgungsquelle, stehen hier im Mittelpunkt der Ausarbeitung und werden dabei als zentraler Bestandteil des Energiekonzeptes gesehen. Darüber hinaus wurden zusätzlich Potentiale im Hinblick auf die Nutzung und Verwendung von Wasserstoff, Biomasse, Abwasserwärme sowie Energiespeichertechnologien geprüft. In der ersten Stufe wurde eine Technologieübersicht der möglichen einzusetzenden Technologien erstellt sowie wesentliche Kernparameter, die für die konzeptionelle Ausgestaltung und Bewertung benötigt werden. Eine Übersicht dieser technischen Analyse ist im Anhang zu finden. In den folgenden Kapiteln wird insbesondere auf folgende Potentiale genauer eingegangen

5.3.4 PHOTOVOLTAIK

Solarenergie kann am Standort zur Wärmeerzeugung mit Solarthermie oder zur Stromerzeugung mittels Photovoltaik genutzt werden. Weiterhin ist die Solarenergie bei entsprechender Gebäudeausrichtung und Fensterflächenanteilen passiv in Form von solaren Gewinnen direkt zur Erwärmung der Gebäude zu nutzen.

Die Photovoltaik leistet einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung zukünftiger Anforderungen an einen niedrigen Primärenergiebedarf und reduzierte CO₂-Emissionen und trägt gleichzeitig zur Steigerung der Autarkie und Eigenversorgung bei. Da die Erzeugungsleistungen von standortspezifischen Einstrahlungsparametern abhängig sind, basieren die Globalstrahlungs- und Leistungswerte der Systeme auf Daten der zur Verfügung stehenden lokalen und standortspezifischen Geoinformationssysteme.

Im Rahmen der Potentialanalyse werden neben den PV-Dachanlagen (Gebäude) auch Fassaden-PV-Anlagen und sogenannte PV-Carport bewertet.

ENERGIESYSTEM



Abbildung 20 Exemplarische Dach-PV-Anlage mit Dachbegrünung (Bundesverband GebäudeGrün, 2023)

Für die Bewertung der PVA-Dachanlagen wurden verschiedene Aufständervarianten gegenübergestellt. Darüber hinaus wurden bei der Ermittlung der Leistungspotentialen ausreichend Abstände zwischen den Modulreihen vorgesehen, um eine extensive Dachbegrünung wie in Abbildung 20 dargestellt zu ermöglichen.

ENERGIESYSTEM

Photovoltaik Erträge pro m² Modulfläche

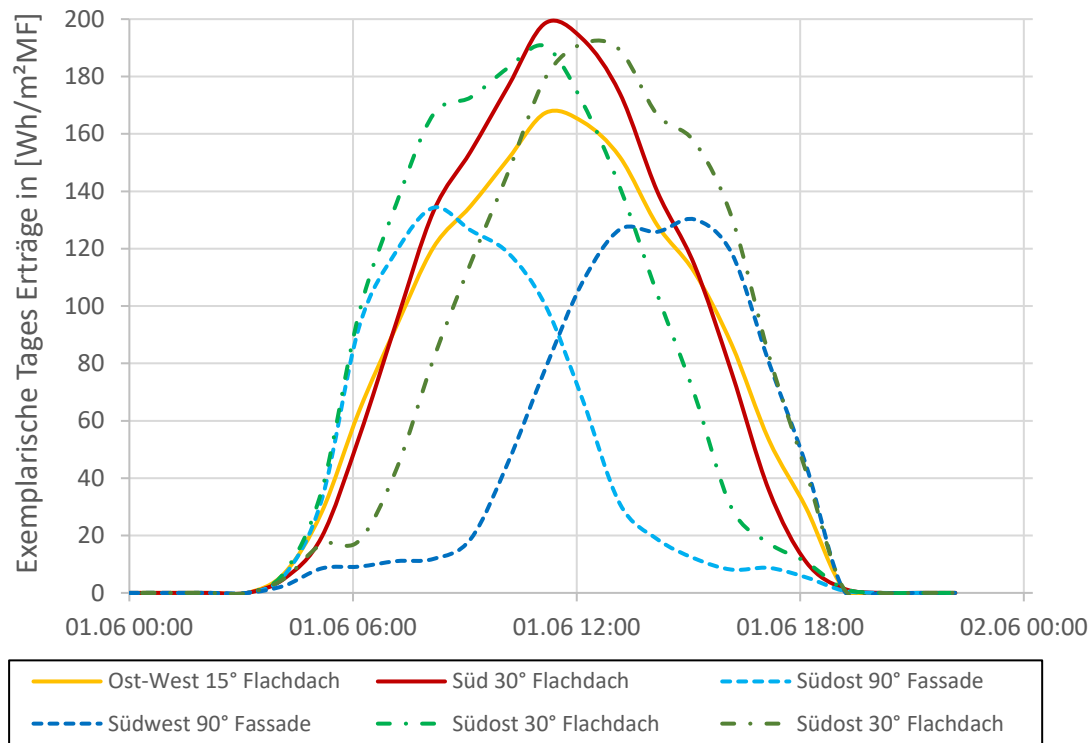


Abbildung 21 Anlagenerträge pro Modulfläche bei unterschiedlicher Ausrichtung (exemplarischer Sommertag)

Photovoltaik Erträge pro m² Dachfläche

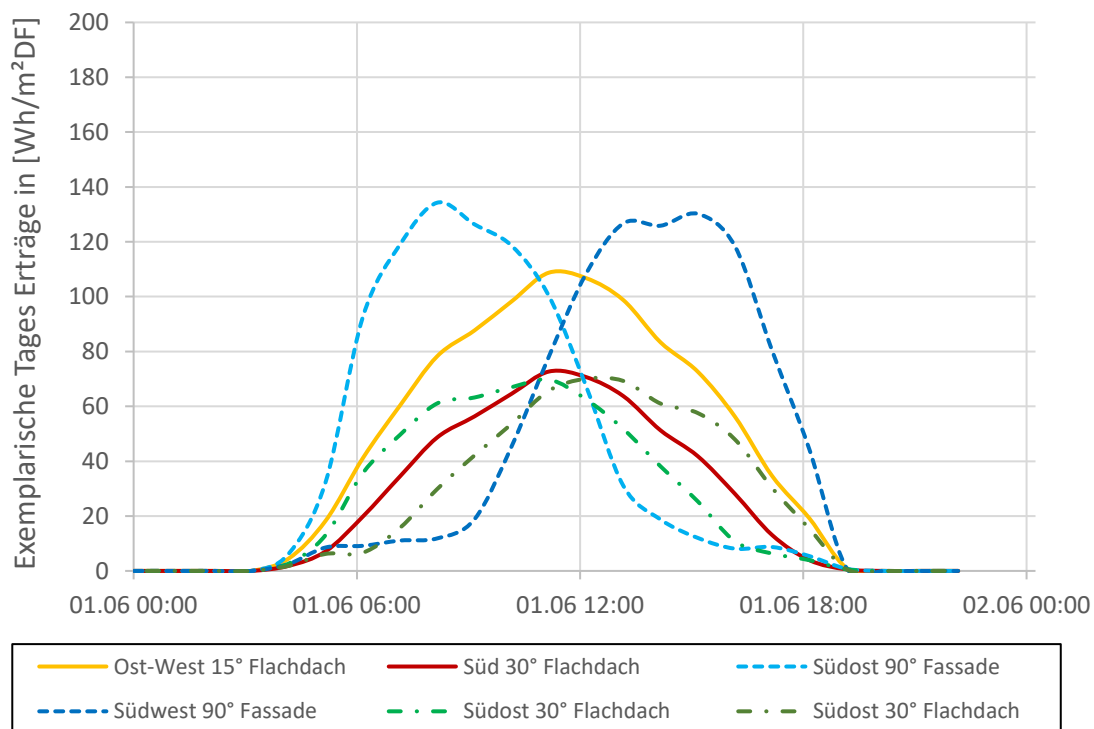


Abbildung 22 Anlagenerträge pro Dachfläche bei unterschiedlicher Ausrichtung (exemplarischer Sommertag)

ENERGIESYSTEM

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde eine Anlage mit Ost-West-Ausrichtung einer Anlage mit Südausrichtung gegenübergestellt. Die Abbildungen (Abbildung 21 und Abbildung 22) zeigen die Erträge in Abhängigkeit der Uhrzeit an einem exemplarischen Sommertag. Dabei wird deutlich, dass die Südausrichtung höhere spezifische Erträge pro Quadratmeter Modulfläche erzielt. Allerdings weist die Ost-West-Ausrichtung aufgrund des höheren Belegungsgrades höhere Gesamterträge pro Quadratmeter Dachfläche auf. Zudem reduziert sie Mittagsspitzen und ermöglicht eine gleichmäßigere Verteilung der Erträge mit höheren Anteilen am Morgen und Abend. Dies kann die potenziellen Erträge in der Direktvermarktung positiv beeinflussen.

Die Analyse der gesamten Anlagenleistung und -erträge verdeutlicht die jeweiligen Vorteile der beiden Ausrichtungen. Während eine Südausrichtung eine höhere spezifische Leistung pro Modulfläche bietet, ermöglicht die Ost-West-Ausrichtung eine effizientere Flächennutzung und höhere Gesamterträge.

Angesichts des zu erwartenden hohen Strombedarfs im Industriegebiet Elsbachtal wird insbesondere eine Ost-West-Aufständigung empfohlen, um den Energiebedarf optimal zu decken. Zur Vermeidung von Verschattungsverlusten und einer extensiven Dachbegrünung, wird ein Reihenabstand von ca. 90 cm vorgesehen.

Neben klassischen Dach-PV-Anlagen können PV-Anlagen auch in vertikale Wände integriert oder an die Fassaden aufgesetzt werden. In Abbildung 23 werden zwei Beispiele für Fassaden-PV-Anlagen präsentiert. Die gezeigten Bilder illustrieren verschiedene Varianten gebäudeintegrierter PV-Module. Alternativ können jedoch auch Standardmodule mit Hilfe geeigneter Unterkonstruktionen an Fassaden montiert werden.



Abbildung 23 Fassaden PV-Anlagen mit BIPV-Modulen (links, GRAMMER Solar/Stadt Regensburg, 2019)

ENERGIESYSTEM

Bei den sogenannten gebäudeintegrierten Photovoltaik (BIPV) sind die Photovoltaik-Module direkt in die Gebäudehülle integriert. Ein wesentlicher Vorteil im Vergleich zu den Standardmodulen sind die Ästhetik und das Design. BIPV-Module können nahtlos in die Architektur eines Gebäudes integriert werden, was zu einem ästhetisch ansprechenden Erscheinungsbild führt. Allerdings weisen diese Fassaden-Module höhere Investitionskosten auf.

Gemäß § 48 der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (BauO NRW) sind Unternehmen verpflichtet, auf Stellplatzflächen, die für eine Solarnutzung geeignet sind und mehr als 35 notwendige Stellplätze für Kraftfahrzeuge umfassen sowie einem Nichtwohngebäude dienen, eine Solaranlage zur Stromerzeugung zu errichten (siehe Kapitel 3). Aufgrund der Unternehmensumfrage sind von den Regelungen, basierend auf der Angabe der benötigten Stellplätze, lediglich die Unternehmen B und E nicht zwingend betroffen (PKW-Stellplätze < 35). Alle weiteren Unternehmen sind verpflichtet entsprechende Solarcarports zu erstellen. Entsprechende Ausnahmegenehmigungen bestehen weiterhin. In der folgenden Abbildung 24 ist eine beispielhafte Solarcarport-Anlage dargestellt.



Abbildung 24 beispielhafte Darstellung von Solarcarports (links, pexels.com 2021), (rechts, Hanjin 2014)

In Tabelle 5 sind die möglichen Leistungen und Erträge der Dach-PV, Fassaden-PV-Anlage und der Solarcarports ermittelt worden. Die Leistung und Erträge der Solarcarports wurden für alle Unternehmen unabhängig einer Verpflichtung erarbeitet und basieren insbesondere auf Simulationsergebnissen des Herstellers inkl. Verluste.

Tabelle 5 Leistungen und Erträge PV-Dachanlagen Ost-West-Ausrichtung

Unternehmen	Dach-PV		Fassade-PV		Carports	
	Leistung	Energie	Leistung	Energie	Leistung	Energie
	[MWp]	[GWh]	[MWp]	[GWh]	[MWp]	[GWh]
Unternehmen A	ca. 1,72	Ca. 1,80	ca. 0,20	Ca. 1,17	ca. 0,19	ca. 0,19
Unternehmen B	ca. 0,21	Ca. 0,22	ca. 0,05	Ca. 0,04	ca. 0,03	ca. 0,03
Unternehmen C	ca. 0,8	Ca. 0,84	ca. 0,02	Ca. 0,17	ca. 0,3	ca. 0,3
Unternehmen D	ca. 2,46	Ca. 2,57	ca. 0,19	Ca. 0,16	ca. 0,23	ca. 0,23
Unternehmen E	ca. 3,5	Ca. 3,6	ca. 0,34	Ca. 0,29	ca. 0,09	ca. 0,09
Unternehmen F	ca. 5,07	Ca. 5,3	ca. 0,32	Ca. 0,27	ca. 0,48	ca. 0,48

ENERGIESYSTEM

Unternehmen G	ca. 2,46	Ca. 2,57	ca. 0,19	Ca. 0,16	ca. 0,23	ca. 0,23
Summe	ca. 16,2	ca. 16,9	ca. 1,5	ca. 1,3	ca. 1,5	ca. 1,5

Insgesamt beläuft sich das Potential zur Erzeugung von PV-Anlagen im BA1 auf 19,2 MWp sowie 19,7 GWh eigens erzeugten Strom. Um eine Einschätzung der Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen zu ermöglichen, wurden grob die Stromgestehungskosten der Anlagen ermittelt und in Tabelle 6 überführt.

Tabelle 6 Stromgestehungskosten Anlagen

Technologie	Leistung	Ertrag	Investition	Stromgestehungskosten	Bewertung
	[MWp]	[GWh]	[€]	[ct./kWh]	
Dach-PV-Standardmodul	16,2	16,9	ca. 17,8 Mio.	6,5 bis 7,5	Rentabel, auch über EEG-Ausschreibung
Fassaden-PV-Standardmodul	1.496 kWp	1.261 MWh	ca. 2,5 Mio.	11,7 bis 12,9	Lediglich Eigenverbrauch
Fassaden-PV BIPV	1.496 kWp	1.261 MWh	ca. 5,4 Mio.	22,0 bis 23,8	Nicht rentabel
PV-Carports	1.548 kWp	1.548 MWh	Ca. 2,3 Mio.	8,8 bis 9,2	Rentabel, auch über EEG-Ausschreibung

Für die weitere Konzeption des Industriegebietes werden insbesondere die PV-Dachanlagen sowie die PV-Carports empfohlen. Bei einem entsprechend hohen Eigenverbrauch könnten auch die Fassaden-PV-Module wirtschaftlich sein, im Gegensatz zu BIPV, die aufgrund der hohen Investitionskosten weniger rentabel sind. Daher werden im Rahmen der Energiekonzeption die Dach-PV-Anlagen, die PV-Carports sowie die Fassaden-PV-Systeme weiter berücksichtigt.

5.3.5 WINDENERGIEANLAGEN

In unmittelbarer Nähe des Industrieparks Elsbachtal befindet sich eine Wind-Konzentrationszone und bereits vier in Betrieb gesetzte Windkraftanlagen (siehe Abbildung 25). Um den Standort neben PV auch mit Strom aus diesen Windkraftanlagen zu versorgen, wäre eine Direktleitung zwischen dem IB Elsbachtal und den Windkraftanlagen denkbar. Die Leitungsführung der Stromtrassen müsste allerdings über landwirtschaftliche Flächen laufen. Aufgrund der kurzen Distanz wäre eine Direktleitung technisch und wirtschaftlich denkbar. Sie wäre jedoch insbesondere dann sinnvoll, wenn die PV-Anlage keinen bilanziellen Stromüberschuss sicherstellen kann. Daher sollte im Rahmen der weiteren Entwicklung geprüft werden, inwieweit Interesse an einer Direktanbindung zwischen den Betreibern des Industrieparks und den Windkraftanlagenbetreibern besteht. Alternativ könnte ebenfalls eine Off-Site-PPA (bilanzielle Stromlieferverträge) vereinbart werden, um die Investitionskosten zu reduzieren.

ENERGIESYSTEM

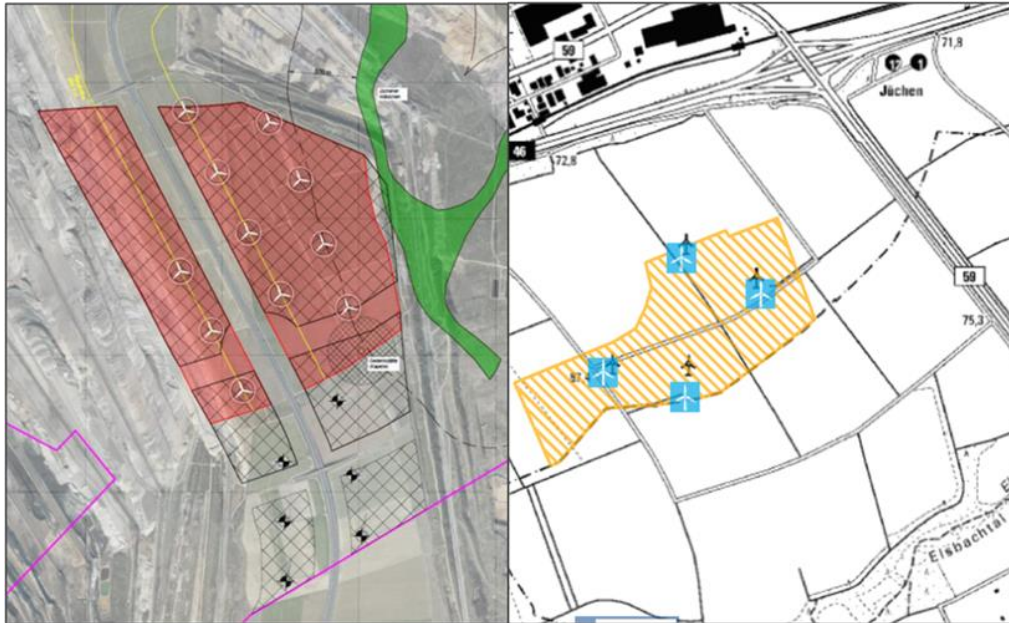


Abbildung 25 Standorte Windkraftanlagen, Planungen RWE (links) und Darstellung der Windkonzentrationsflächen (rechts)
[LANUV, 2024], [RWE, 2024]

Als Alternative zu den klassischen WKA wären sogenannte Kleinwindanlagen denkbar. Hierfür sind entsprechende Genehmigungsvorgaben zu berücksichtigen. Im Rahmen der Studie wurden, unabhängig von Ausschlüssen aufgrund des Emissionsschutzes, diese Kleinwindanlagen hinsichtlich ihrer Eignung und Effizienz unter den gegebenen Bedingungen evaluiert, um festzustellen, ob sie eine wirtschaftlich sinnvolle Ergänzung zum bestehenden Energiemix im Gebiet darstellen könnten.

Kleinwindanlagen unterscheiden sich von Großanlagen primär durch ihre reduzierte Größe und geringere Leistungskapazität sowie durch ihre geringere Komplexität. Diese Anlagen sind in der Regel für eine Leistung von weniger als 100 kW ausgelegt. Ihre kompakte Bauweise macht sie besonders geeignet für Standorte, an denen der Einsatz von Großanlagen nicht praktikabel oder wo bereits eine ausreichende Anzahl dieser größeren Anlagen vorhanden ist. Aufgrund ihrer Eigenschaften werden Kleinwindanlagen häufig für den dezentralen Einsatz konzipiert.

Um die potenziellen Erträge der Kleinwindanlagen zu prognostizieren, wurden die Leistungskurven verschiedener Anlagen unter Berücksichtigung der lokalen Windbedingungen auf Höhen von 10 m bis 60 m über dem Boden analysiert. Diese Untersuchung ermöglichte es, die Effizienz der Anlagen in verschiedenen Höhen zu bewerten und ein realistisches Bild ihrer Leistungsfähigkeit in diesem spezifischen Umfeld zu erhalten. Durch die Analyse der Kennlinien konnten die tatsächlichen Energieerträge in Abhängigkeit von der Nabenhöhe bestimmt werden, was essenziell ist, um die Wirtschaftlichkeit der Kleinwindanlagen in dem Projektgebiet Garzweiler zu evaluieren.

ENERGIESYSTEM

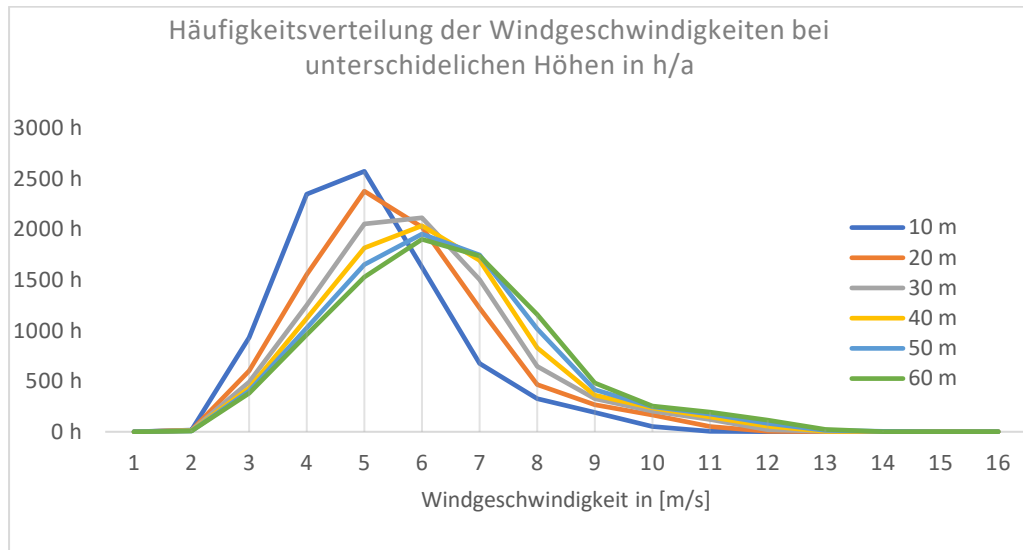


Abbildung 26 Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten [Bauer, 2024]

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, dass bei allen getesteten Kleinwindanlagen — darunter die Antaris 3,5 kW, Ropatec 3 kW und Iskra AT5-1 5 kW — die Ertragsprognosen zu niedrig ausfielen, während die Kosten gleichzeitig zu hoch waren. Daraus resultierten Stromgestehungskosten, die sich in einem wirtschaftlich nicht vertretbaren Rahmen bewegen.

Tabelle 7 Wirtschaftlichkeitsrechnung am Beispiel Antaris 3,5 kW [Bauer, 2024]

Antaris Kleinwindanlage 3500 Watt			
Nabenhöhe	10 m	20 m	30 m
Volllaststunden	344 h	829 h	1364 h
Jahreserträge	1.272 kWh/a	3.067 kWh/a	5.048 kWh/a
CAPEX	16.895 €	20.735 €	30.565 €
Abschreibung AfA	16 Jahre	16 Jahre	16 Jahre
Annuität (4 % Zins)	1.450 €	1.779 €	2.623 €
OPEX (3 %)	507 €/a	622 €/a	917 €/a
Gestehungskosten	1,54 €/kWh	0,78 €/kWh	0,70 €/kWh

Daher werden Kleinwindanlagen auf oder in unmittelbarer Umgebung des Industriegebietes nicht empfohlen.

ENERGIESYSTEM

5.3.6 GEOTHERMIE

Geothermie, auch als Erdwärme bekannt, bezieht sich auf die Nutzung der im Erdinneren gespeicherten Wärme. Diese Energiequelle kann sowohl zur Stromerzeugung als auch zur Wärmeversorgung genutzt werden. Im Rahmen der Studie wurde insbesondere die Nutzung der oberflächennahen Geothermie betrachtet. Diese Methode nutzt die Wärme aus Tiefen von bis zu 400 Metern. Sie wird häufig für die Beheizung und Kühlung von Gebäuden eingesetzt. Hierbei kommen Wärmepumpen zum Einsatz, die die Erdwärme auf ein nutzbares Temperaturniveau anheben.

Beim Geologischen Dienst NRW liegen für den Standort keine Informationen für die Wärmeleitfähigkeit und die Nutzung von Erdwärmesonden mit einer exemplarischen Tiefe von 100 m vor. Daher sind zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit weiterführende Analysen und Probebohrungen notwendig. Wie in der Abbildung 27 dargestellt, sind allerdings die Wärmeleitfähigkeiten im direkt angrenzenden Bereich bekannt. Diese liegen je nach Bereich zwischen einer guten bis mittleren Leitfähigkeit. Daher wird im weiteren Verlauf der Studie von einer mittleren Leitfähigkeit ausgegangen.

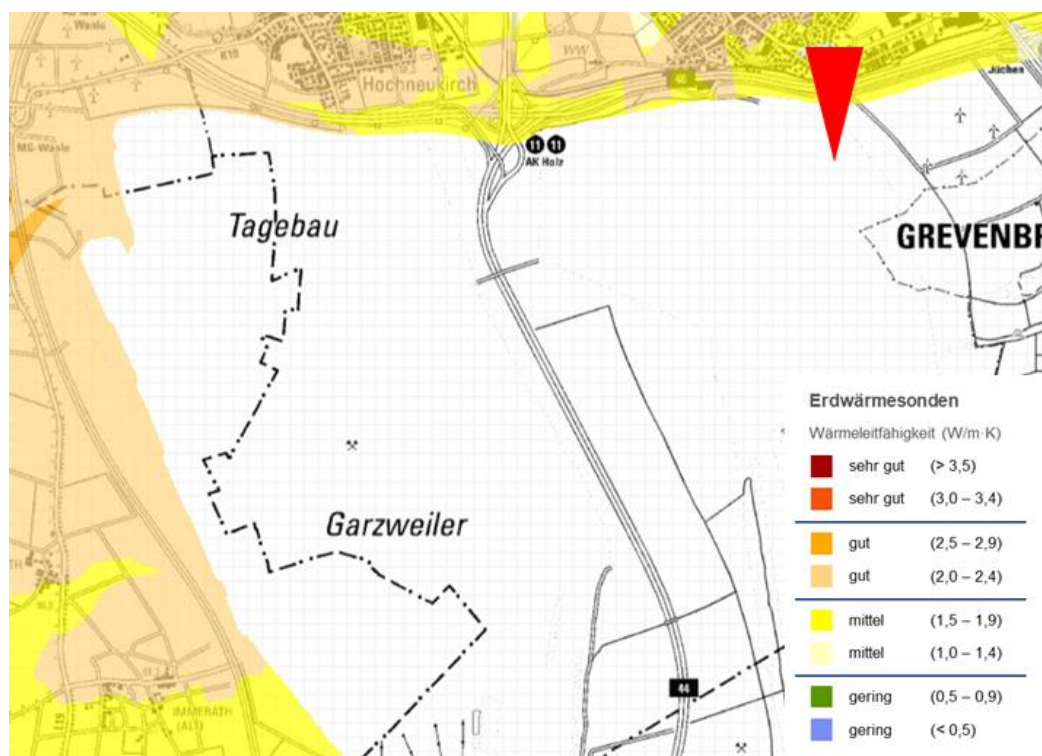


Abbildung 27 Potential Geothermie in 80 m Tiefe [Geologischer Dienst NRW, 2024]

Für ein etwaiges Vorhaben ist eine wasserrechtliche Erlaubnis der unteren Wasserbehörde erforderlich. Der Bereich ist weder hydrologisch sensibel noch ein Wasserschutzgebiet. Dennoch muss die wasserrechtliche Erlaubnis der unteren Wasserbehörde eingeholt werden. Darüber hinaus wurde eine Erstanfrage beim Amt für Umweltschutz im Rhein-Kreis Neuss gestellt. Laut Aussagen des Amtes sind grundsätzlich geothermische Anlagen in diesem Bereich zulässig. Versagungsgründe liegen seitens der unteren Wasserbehörde nicht vor. Auch bestehen seitens der unteren Wasserbehörde keine Bedenken, solche Anlagen ausschließlich für Heizzwecke zu nutzen.

ENERGIESYSTEM

5.3.7 ABWASSERWÄRME

Als Wärmequelle bzw. Wärmesenke im Sommer können grundsätzlich Abwasserströme aus umliegenden Gebieten genutzt werden. Bei dieser Technologie wird ein Wärmetauscher in das Kanalnetz eingelassen und über eine entsprechende Verrohrung mit einer Wärmepumpe innerhalb des Gebäudes verbunden (siehe Abbildung 28). Die Abwassertemperatur bewegt sich im Jahresverlauf zwischen 10 und 20 °C. Somit kann die Temperaturdifferenz der kälteren bzw. wärmeren Abwassertemperatur im Vergleich zur Außenluft genutzt und ein entsprechender Beitrag zur Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes geleistet werden.

Ein wesentlicher ökologischer und förderrechtlicher Vorteil dieser Technologie ist, dass die Abwasserwärme laut GEG als erneuerbare Energiequelle eingestuft ist. Somit weist diese Technologie einen Primärenergiefaktor und eine CO₂-Emissionsfaktor von 0,0 auf. Lediglich der Stromverbrauch der Wärmepumpe muss bei der Ermittlung der Primärenergie und den CO₂-Emissionen mit bilanziert werden, insbesondere wenn der Strom nicht durch erneuerbare Energien erzeugt wurde.



Abbildung 28 Abwasserwärmetauscher [UHRIG, 2024]

Zur Bewertung des Abwasserpotentials wurden die Abwassermengen der am Standort befindlichen Abwasserkanäle geprüft. Laut Aussagen der Firma Uhrig sind aktuell Trennsysteme im vorgelagerten Abwassernetz mit max. DN 250 für das Schmutzwasser geplant. Für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Abwasserwärmeanlage (vorgelagertes Netz) sind die Querschnitte der Leitungen und die damit verbundenen Durchflussmengen zu gering. Somit wird die Nutzung einer Abwasserwärmepumpe nicht weiterverfolgt.

ENERGIESYSTEM

5.3.8 RHEINWASSERTRANSPORTLEITUNG

Für die Befüllung der Tagebauseen in Garzweiler und Hambach ist der Bau einer Rheinwassertransportleitung geplant. Der Baubeginn ist für 2024/25 vorgesehen und die Bauzeit beträgt etwa fünf Jahre. Die Gesamtlänge der Leitung wird 45 km betragen, wobei die Garzweiler Leitung 4,2 km lang ist und die Entfernung zur Industriegebiet Elsbachtal ca. 5 km beträgt. In Abbildung 29 ist der Verlauf der Rheinwassertransportleitung und die Lage des Industriegebietes Elsbachtal dargestellt.

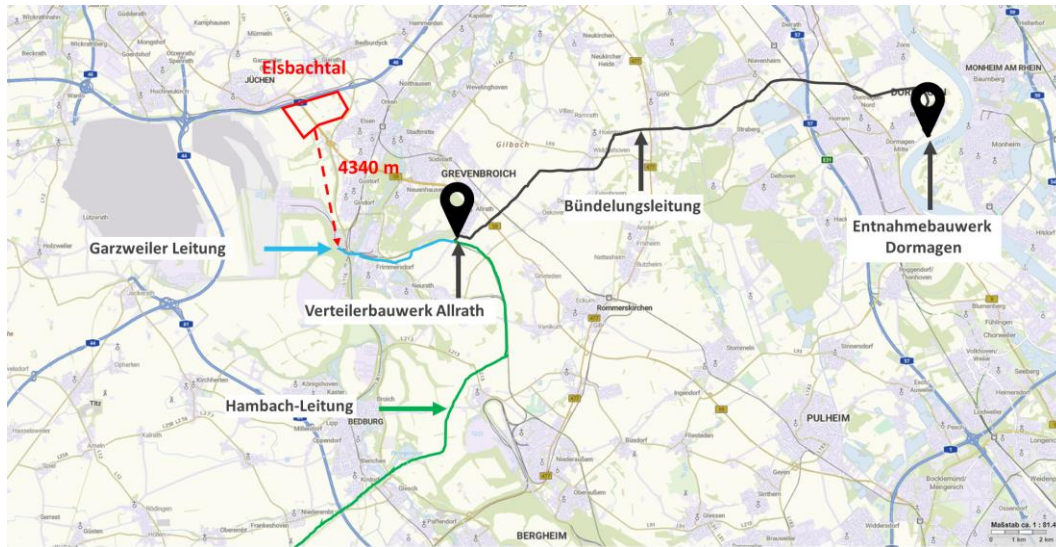


Abbildung 29 Entfernung zur Rheinwassertransportleitung (Tim-Online, 2024 und RWE Power AG, 2024)

Diese Leitungen führen in den nächsten 30 Jahren vergleichsweise konstant warmes Wasser zu den Tagebauseen, die als Wärmeentzugsquelle denkbar wären.

Die maximale Entnahme aus dem Rheinabfluss wird $18 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen, jedoch wird für die Ermittlung der Wärmepotenziale der mittlere Rheinabfluss von $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ gewählt. Bei einer möglichen Temperaturdifferenz von 3K ergibt sich eine zu entziehende Wärmemenge von 80 MW.

Aufgrund der hohen Entfernung und der zusätzlichen Investitionen für den Bau von Wärmeleitungen ist eine Wirtschaftlichkeit ausgeschlossen. Darüber hinaus wird der Bau erst 2030 abgeschlossen und ist laut aktuellen Planungen zeitlich begrenzt. Somit wird die Rheinwassertransportleitung als Wärmequelle für das Industriegebiet Elsbachtal nicht weiterverfolgt.

ENERGIESYSTEM

5.3.9 WASSERSTOFF

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde auch die Nutzung und Erzeugung von Wasserstoff als Energieträger bewertet. In der Abbildung 30 sind denkbare Anwendungsfelder für Wasserstoff übersichtlich dargestellt worden.

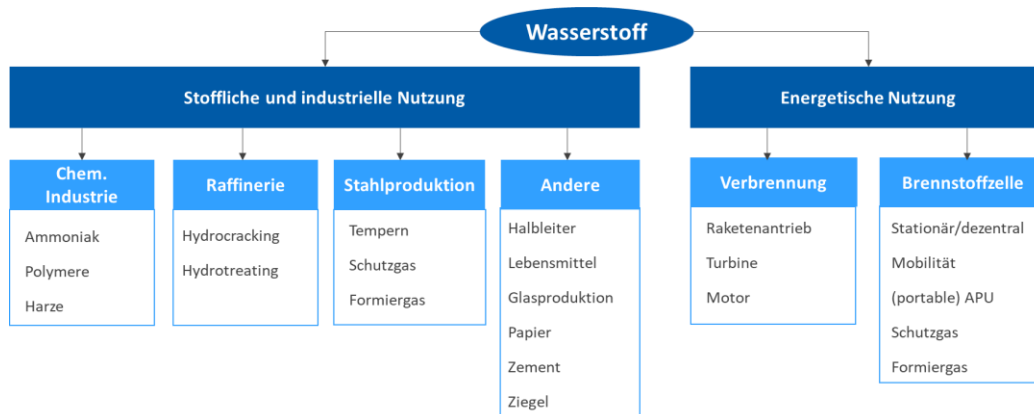


Abbildung 30 Darstellung Anwendungsfelder H2 (eigene Darstellung)

Hierbei liegt der Fokus hinsichtlich der H2-Anwendungen im Elsbachtal auf der Industrie („Andere“) sowie der Mobilität. Die Verwendung von Wasserstoff als Wärmequelle ist auf Grund der hohen Gestehungskosten nahezu ausgeschlossen. Laut Drees & Sommer wäre lediglich eine stoffliche Nutzung oder die Nutzung von Wasserstoff in der Mobilität denkbar.

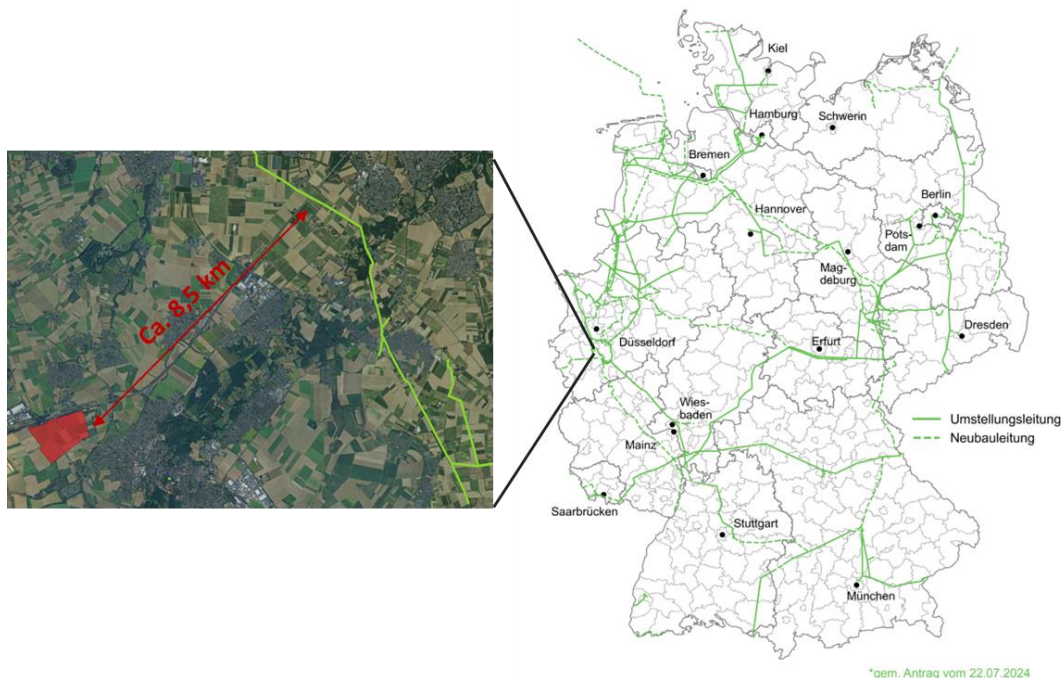


Abbildung 31 Lage Wasserstoffkernnetz (FNB Gas, 2024) - Unter Vorbehalt, der genaue Verlauf des Wasserstoffkernetzes ist noch nicht final veröffentlicht

ENERGIESYSTEM

Im Rahmen der Studie wurde zudem die Anbindung des Industriegebietes an das Wasserstoff-Kernnetz geprüft. Das Wasserstoff-Kernnetz ist ein geplantes, deutschlandweites Netz zur Verteilung von Wasserstoff. Es soll die großen Verbrauchs- und Erzeugungsregionen für Wasserstoff miteinander verbinden und somit eine zentrale Infrastruktur für die Wasserstoffwirtschaft schaffen. Das H₂-Kernnetz bildet somit das Grundgerüst zur Verbindung wichtiger Wasserstoffproduktions- und Verbrauchsstandorte. Der Antrag der Fernleitungsnetzbetreiber (FNBs) für das Wasserstoff-Kernnetz wurde am 22. Juli 2024 eingereicht. Das Netz wird eine Leitungslänge von etwa 9.666 km haben und maximale Ein- und Ausspeisekapazitäten von bis zu 100 GW ermöglichen. Die Fertigstellung erfolgt in einem stufenweisen Ausbau bis 2032, wobei die ersten Inbetriebnahmen von Teilabschnitten bereits ab 2025 geplant sind. Das Wasserstoffkernnetz bietet enorme Potenziale, da es die Infrastruktur sowohl für eine flexible Abnahme als auch für eine zuverlässige Versorgung mit Wasserstoff bereitstellt. Die Pipeline verläuft ca. 8,5 km¹ vom Baufeld des Industriegebietes Elsbachtal entfernt und soll als Umstellungspipeline der Pipeline Glehn-Bergheim betrieben werden. Unter der Annahme, dass 1 km Pipeline ca. 1 Mio. € Investition kostet und dass die genauen Anschlusspunkte unbekannt sind, ist ein Anschluss mit großen Herausforderungen verbunden. Die Umstellung des Verteilnetzes auf Wasserstoff könnte in Zukunft eine Option zur Einspeisung in das Kernnetz sein.

Darüber hinaus wurden verschiedene regionale Aktivitäten und Initiativen im Rhein-Kreis-Neuss betrachtet.

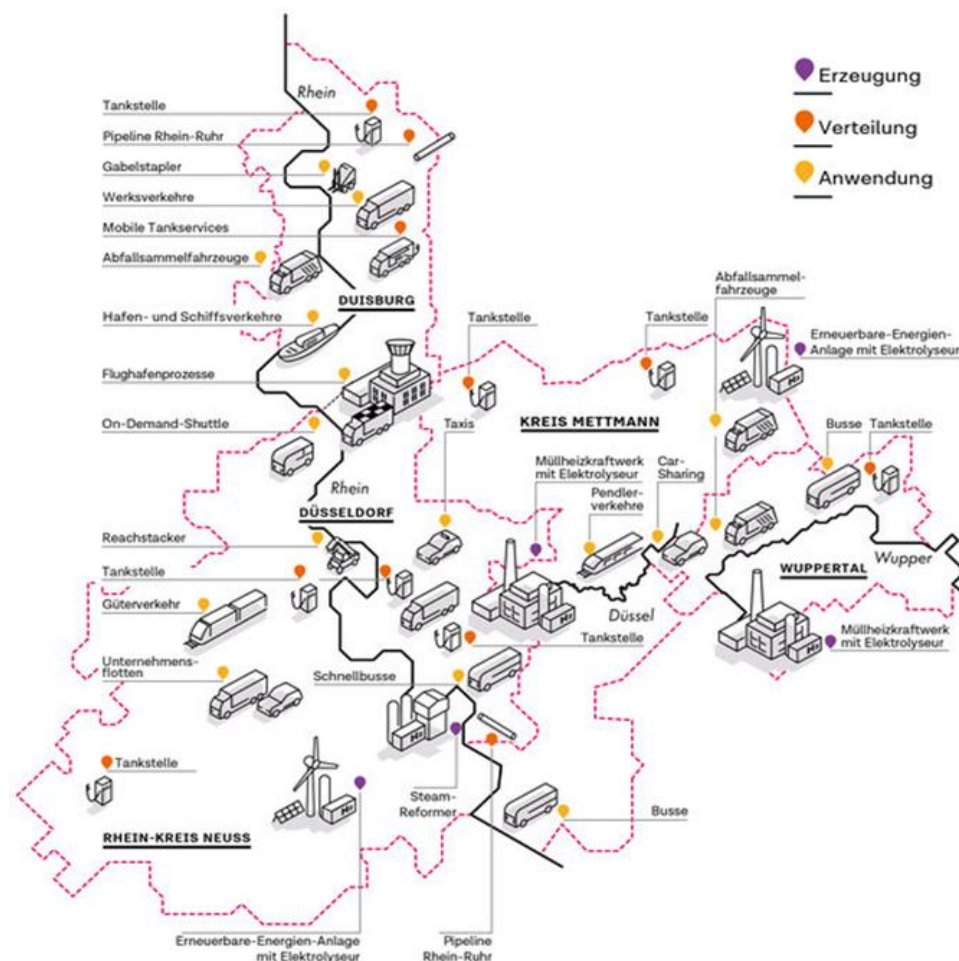


Abbildung 32 Kompetenzregion Wasserstoff (Kompetenzregion Wasserstoff Düsseldorf Rhein Wupper / motum)

ENERGIESYSTEM

Der Rhein-Kreis Neuss beteiligt sich aktiv an dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft. Dabei sind die folgenden Initiativen zu nennen, die eine Anlaufstelle sein könnten, eine mögliche Projektierung von Wasserstoff im Elsbachtal zu unterstützen:

Wasserstoff-Roadmap Rhein-Kreis Neuss (Veröffentlichung Januar 2025)

- Rhein-Kreis Neuss als zentrale Wasserstoff-Kompetenzregion in Deutschland
- Klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung in Industrie und Gewerbe sowie nachhaltige Mobilität
- Identifikation von Akteuren aus Industrie, Mittelstand und Handwerk aus der Region

IN4climate.NRW

- Strukturwandel im Rheinischen Revier und die Industrietransformation zur Klimaneutralität
- Zukunftslabor "Industrielle H₂-Nutzung" bearbeitet die notwendige direkte und indirekte Nutzung von Wasserstoff für die Industrietransformation

Wasserstoff Hub Rhein-Kreis Neuss/Rheinland

- Netzwerk aus Unternehmen, Politik und Wissenschaft zum Thema Wasserstoff
- Rheinland als zentrale Wasserstoff-Kompetenzregion Deutschlands

Kompetenzregion Wasserstoff – Düssel.Rhein.Wupper

- Vernetzung der Region, Aufbau eines flexiblen wirtschaftlichen Wasserstoffgesamtsystems
- Ausbau der Wasserstoffmobilität
- Potential von bis zu 6.000 Brennstoffzellenfahrzeuge in der Region

Zudem gibt es in der Region einige Bestrebungen H₂-Abnehmer und H₂-Erzeuger zu etablieren, jedoch nur wenige konkrete Projekte. Die Wasserstoff-Abnehmer umfassen folgende verschiedene Projekte und Einrichtungen:

H₂ Abnehmer:

- Wasserstoff Tankstelle, Mönchengladbach, H₂Mobility
- H₂ Busse, Kreis Heinsberg, WestVerkehr
- Wärmeinsel Linnich, Linnich, Gelsenwasser
 - Betrieb eines Wasserstoffnetzes zur Wärmeversorgung mit Wasserstoff brennwertkesseln

H₂ Erzeuger:

- Innovationsprojekt MefCO₂, Niederaußer, RWE
 - Herstellung von Methanol mit CO₂ selbst erzeugtem Wasserstoff
- Multi-SOFC, Erkelenz, Robert Bosch GmbH und die Hydrogenious LOHC NRW GmbH
 - Effizienter Energieversorgung (Wärme und Strom) des Hermann-Josef-Krankenhauses mittels Brennstoffzellensystem

ENERGIESYSTEM

Somit liegen einige Wasserstoffaktivitäten vor, aber nur wenige konkrete Abnehmer sind absehbar. Daher wurden im Rahmen der Studie auch die lokalen Wasserstoffbedarfe der betrachteten Unternehmen analysiert und in Tabelle 8 übersichtlich dargestellt:

Tabelle 8 Wasserstoffbedarfe Unternehmen

Unternehmen	Branche/Tätigkeit	Wasserstoffbedarf
Unternehmen A	Bauwesen- Hoch-, Tief- und Schlüsselfertigbau	Keine Angabe
Unternehmen B	Schrott- und Metallhandel	Keine Angabe
Unternehmen C	Transport und Logistik	Keine Angabe
Unternehmen D	Metallverarbeitung- und Bearbeitung	Kein Bedarf
Unternehmen E	Entsorgung und Kreislaufwirtschaft	Kein Bedarf
Unternehmen F	Logistikdienstleistung	Kein konkreter Bedarf, aber höchstes Interesse
Unternehmen G	Metallverarbeitung- und Bearbeitung	Kein Bedarf

Laut der Umfrage hat kein Unternehmen einen konkreten Wasserstoffbedarf angemeldet. Aufgrund der fehlenden Nachfrage der Unternehmen und des unklaren Bedarfs des Unternehmens F, sollte zunächst von einer Wasserstoffversorgung abgesehen werden. Die Erweiterung der Tankstelle um eine H₂-Versorgung ist nachträglich möglich.

Im Vergleich zum Bauabschnitt 1 weist der Bauabschnitt 2 noch längere Entwicklungszeiten auf. Zudem stehen weder die Branchen noch die Größe der dort anzusiedelnden Unternehmen fest. Daher wurden auch Möglichkeiten eine Wasserstofferzeugung zur Eigennutzung oder auch zur Übergabe in das dann ggf. vorliegende Wasserstoffkernnetz bewertet.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass sich der Standort im Hinblick auf die Lage für eine Wasserstofferzeugung eignet. Die Machbarkeit einer Elektrolyseanlage auf dem Bauabschnitt erfordert allerdings die Analyse der folgenden Faktoren:

- **Netzanschluss und -kapazitäten (Bewertung der Eignung - gut)**
An der Grundstücksgrenze verläuft das 110 kV Stromnetz. Das nächste größere Umspannwerk befindet sich ca. 2 km südlich vom Baufeld. Im Rahmen der Erschließung des Bauabschnittes ist eine Anbindung an das Stromnetz geplant, daher können Synergien geschlossen werden.
- **Wasseranschluss und -kapazitäten (Bewertung der Eignung - gut)**
Direkt angrenzend zu dem Grundstück befindet sich das Wasserwerk Fürth. Im Rahmen einer möglichen Projektierung müssen die verfügbaren Wasserkapazitäten abgefragt werden.
- **Platzverfügbarkeit (Bewertung der Eignung - sehr gut)**
Der Bauabschnitt 2 weist eine Gesamtfläche von 951.142 m² auf. Das ist ausreichend Platz für Elektrolyseanlagen jeder Größe. Zur Referenz: eine 10 MW Anlage hat einen Fußabdruck von ca. 375 m².
- **Infrastrukturelle Anbindung (Bewertung der Eignung - gut)**
Das Baufeld ist gut an das Straßennetz angebunden. Eine Anbindung an das Wasserstoffkernnetz erfordert eine 8 km lange Stichleitung oder die Umstellung eines Verteilnetzes.

ENERGIESYSTEM

Zur lokalen H₂-Erzeugung kommen insgesamt zwei Varianten in Betracht. Die erste Variante beschreibt die Erzeugung und Nutzung bspw. über eine Tankstelle und die zweite Variante beschreibt die lokale Erzeugung mit Pipelineanschluss.

Bei der Variante 1 – Lokale H₂-Erzeugung und Nutzung mittels einer Tankstelle – ist die Größe und Konfiguration einer Wasserstofftankstelle abhängig vom H₂-Bedarf. Tabelle 9 zeigt Umsetzungsbeispiele für Wasserstoff-Tankstellen und Abbildung 33 ein Prinzipschaltbild einer Wasserstofftankstelle.

Tabelle 9 Umsetzungsbeispiele für Wasserstoff-Tankstellen

	S	M	L
LKWs pro Tag	4	10	20
H ₂ Bedarf	160 kg	400 kg	800 kg
Elektrolyse Leistung	1 MW	2,5 MW	5 MW
Zapfsäulen	1-2	2	2-3
Platzbedarf	100 m ²	200 - 300 m ²	350 – 800 m ²

Der Preis für Wasserstoff an Tankstellen in der Zukunft lässt sich ohne Berücksichtigung der Rahmenbedingungen schwer vorhersagen. Derzeit liegt der Preis für grünen Wasserstoff bei etwa 12,85 €/kg (H₂ Mobility). Es wird jedoch erwartet, dass die Preise in Zukunft sinken.

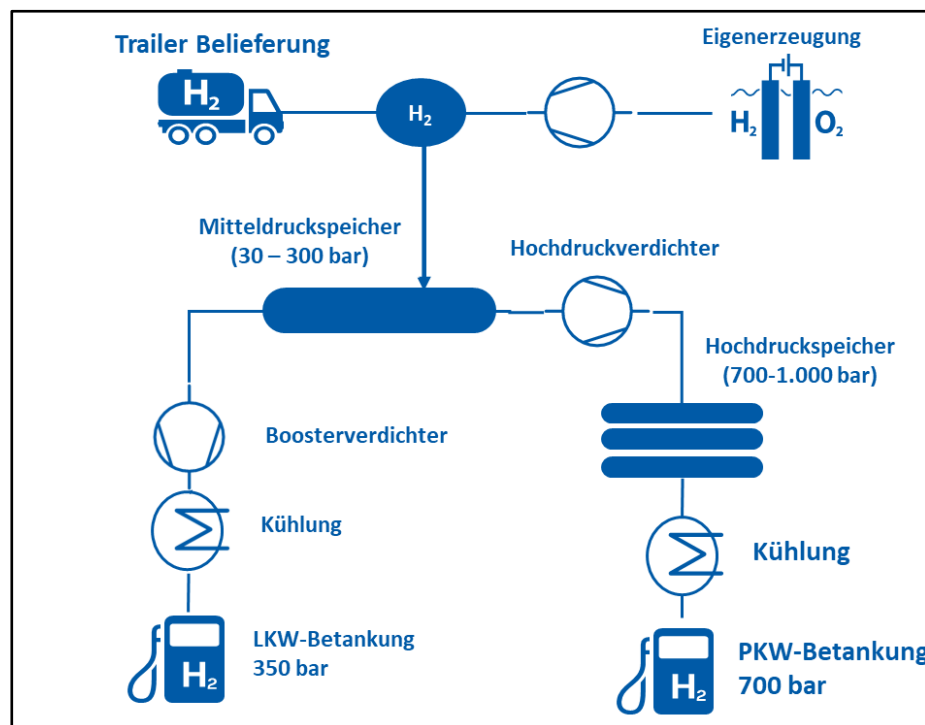


Abbildung 33 Prinzip H₂-Tankstelle -Variante 1 (eigene Darstellung)

Sollte sich ein Pipelineanschluss realisieren lassen, eignet sich der Standort sehr gut für die H₂ Erzeugungsvariante.

ENERGIESYSTEM

Der Standort eignet sich prinzipiell auch für eine Großelektrolyseanlage, sollte sich ein Pipelineanschluss realisieren lassen (Variante 2). Dafür müssen die folgenden Punkte realisiert werden:

- Anschluss an die 8 km entfernte Wasserstoffpipeline (Stichleitung oder Umstellung Verteilnetze)
- Klärung der verfügbaren Netzanschlusskapazitäten
- Klärung der verfügbaren Wasseranschlusskapazitäten

Eine Großelektrolyseanlage mit einer Kapazität von 100 MW benötigt bis zu 15.000 m² Fläche. Der genaue Platzbedarf hängt maßgeblich von der Anlagentechnik und dem jeweiligen Hersteller ab. Wichtige Faktoren sind unter anderem die Kühltechnik sowie die Art der eingesetzten Elektrolysetechnologie (atmosphärisch oder druckaufgeladen). Das genannte Beispiel geht von einer Trockenkühlung und einem atmosphärischen Elektrolyseur aus und beschreibt somit ein platzintensives Szenario.

Prognosen für Wasserstoffpreise rechnen mit ca. 6-8 €/kg. Kostentreiber ist der Strompreis. Daher ist eine Vermeidung oder Reduzierung von Netzentgelten durch eine Direktleitung, hohe Vollaststunden oder die RED 2 First Mover Privilegien zu empfehlen.

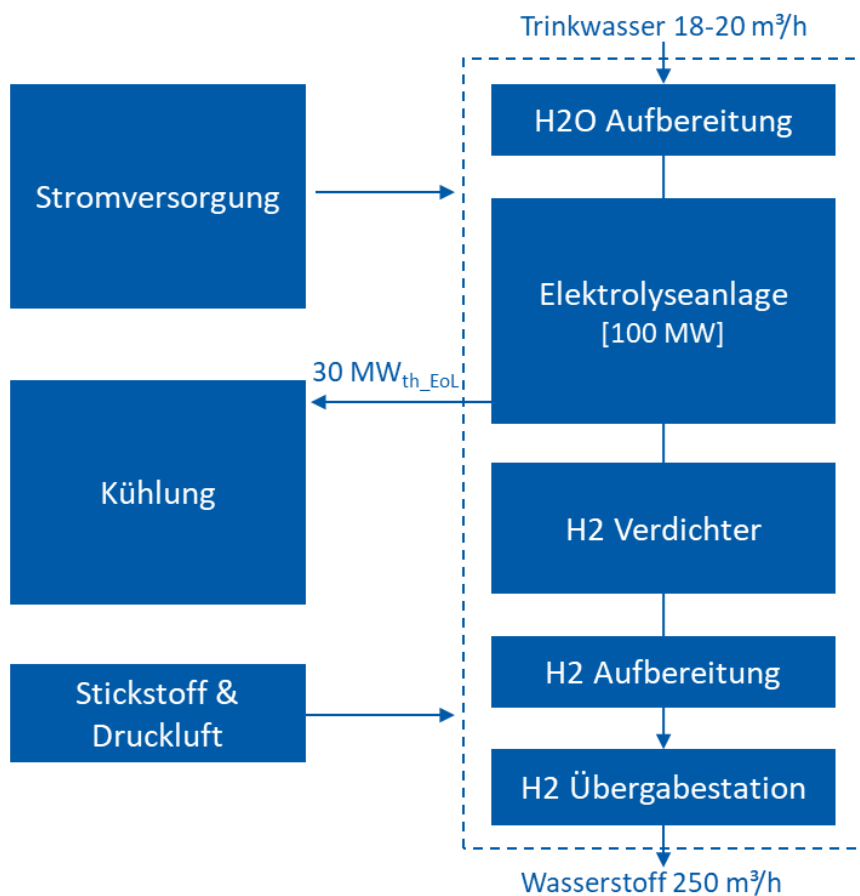


Abbildung 34 Prinzip Großelektrolyseur und Pipelineanschluss Variante 2 (eigene Darstellung)

Im Hinblick auf die Nutzung und Erzeugung von Wasserstoff lassen sich nun folgende Empfehlungen ableiten.

ENERGIESYSTEM

Der **Bauabschnitt 1** ist nur eingeschränkt für eine Wasserstoffnutzung geeignet, da die angesiedelten Unternehmen aktuell keinen signifikanten Wasserstoffbedarf haben. Lediglich ein Unternehmen hat einen potenziellen Bedarf in Aussicht gestellt. Es wird daher empfohlen, auf eine Konkretisierung dieses Bedarfs zu warten und diesen gegebenenfalls im Rahmen des zweiten Bauabschnitts zu berücksichtigen.

Der **Bauabschnitt 2** ist in der Gestaltung zum jetzigen Zeitpunkt völlig offen, und kann dementsprechend für die Erzeugung und/oder Nutzung gestaltet werden. Im Folgenden werden zwei Varianten und deren Rahmenbedingungen zusammengefasst:

Variante 1 – lokale Erzeugung & Nutzung:

In diesem Fall ist ein konkreter H₂ Bedarf am Bauabschnitt 2 notwendig. Zunächst sind Unternehmen mit einer bestehenden stofflichen Nutzung von Wasserstoff (Chemieindustrie) interessant, Unternehmen, die bestehende Prozesse auf H₂ umstellen (Papier, Glas, etc.) und Unternehmen, die in der Mobilität auf Wasserstoff setzen.

Variante 2 – Lokale Erzeugung:

Grundsätzlich eignet sich der Standort für die Wasserstoffherzeugung, falls die Abnahme gesichert ist. Die Pipeline bietet als flexibler Abnehmer eine große Chance. Jedoch muss die Anbindung an die Pipeline sichergestellt werden.

Somit wird empfohlen, aktiv nach Unternehmen zu suchen, die einen konkreten Bedarf an Wasserstoff für den Bauabschnitt 2 haben. Zudem sollten Absprachen mit den Stakeholdern des Kernnetzes und des Verteilnetzes getroffen werden, um eine Anbindung an das Kernnetz zu realisieren. Eine Vernetzung mit den regionalen Wasserstoffinitiativen und -aktivitäten ist ebenfalls wichtig, um Synergien zu nutzen und die Integration zu fördern.

5.3.10 SONSTIGE LEITUNGSGBUNDENE ENERGIE

Insbesondere im Hinblick auf eine zukünftige Wärmeversorgung wurde bewertet, inwieweit sich bereits Nahwärme und Fernwärmenetze in der Nähe befinden. Laut den aktuellen Analysen befinden sich in unmittelbarer Umgebung keine Nah- oder Fernwärmenetze, an denen sich das Industriegebiet anschließen könnte. Zudem wurde sich im Zuge der Machbarkeitsstudie mit dem für die kommunale Wärmeplanung in Jüchen und Grevenbroich beauftragten Planer – NEW AG – ausgetauscht. Laut Aussagen der NEW-AG ist eine Wärmenetzerweiterung zum Industrieparks Elsbachtal nicht vorgesehen und nahezu ausgeschlossen. Somit wird im Rahmen der Studie von einer Betrachtung möglicher Fernwärmenetze im Energiekonzept abgesehen. Inwieweit der Industriepark Elsbachtal mit Erdgas versorgt wird, ist lt. Aussagen von RWE ebenfalls nicht final geklärt, sodass im Rahmen der Energiekonzeption eine Erdgasvariante lediglich als Referenzvariante abgebildet wird.



ENERGIESYSTEM

5.3.11 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE

In Tabelle 10 sind die Potentiale der oben beschriebenen sowie im Anhang zu findenden Technologien und Bausteine übersichtlich dargestellt und quantifiziert worden.

ENERGIESYSTEM

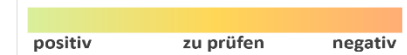
Tabelle 10 Bewertung Potentiale und Bausteine Energie



Nr.	Technologie	Technische Umsetzbarkeit	Genehmigungsrechtliche Umsetzbarkeit	Potential				Erläuterung	Empfehlung
				Bauabschnitt 1		Bauabschnitt 2			
				Leistung	Energie	Leistung	Energie		
1	PV-Dachanlage	Dachstatik und-Begrünung zu beachten	i.d.R. unproblematisch	16,2 MWel	16,9 GWhel	29,2 MWel	33,0 GWhel	Verpflichtend in Kombination mit Dachbegrünung	Wird weiterverfolgt
2	PV-Fassen-PV	i.d.R. unproblematisch;	i.d.R. unproblematisch;	1,5 MWel	1,3 GWhel	2,7 MWel	2,5 GWhel	Verwendung von Standardmodulen	Optional
3	PV-Carports	i.d.R. unproblematisch;	i.d.R. unproblematisch	1,5 MWel	1,5 GWhel	2,7 MWel	2,5 GWhel	Für Stellplätze > 35 verpflichtend	Wird weiterverfolgt
4	PVT (PV & Solarthermie)	Dachstatik und Begrünung beachten	i.d.R. unproblematisch	14,0 MWp	14,0 GWhel	25,2 MWp	27,4 GWhel	In Kombination mit Wärmespeichern zu empfehlen	Wird weiterverfolgt
				37,0 MWth	37,0 GWth	66,6 MWth	72,3 GWth		
5	Solarthermie	Dachstatik und-Begrünung zu beachten	i.d.R. unproblematisch	---	50,0 GWth	---	97,7 GWth	Annahme: Flachkollektoren	Ausschluss auf Grund des Flächenkonflikt
6	Kleinwindkraftanlagen	Geringer Ertrag, Statik und Schattenwurf zu prüfen	Genehmigungsvorgaben für KWA bis 10 m hängen von Landesbauordnungen ab; außerhalb von Wohngebieten meist unproblematisch	0,1 MWel	0,05 GWhel	0,2 MWel	0,10 GWhel	Annahme: 1 Anzahl an Gebäuden	Ausschluss auf Grund der geringen Wirtschaftlichkeit
7	Luft-Wärmepumpen	i.d.R. unproblematisch	Ggf. Lärmschutzgutachten (Rückkühler)	Keine Begrenzung				Keine Potentialbegrenzung; 100% Lastabdeckung möglich	Wird weiterverfolgt
8	Rheinwasser-Wärmepumpe	Ca. 6 km entfernt	Genehmigungsvorgaben sind zu klären	80 MWth	480 GWth	80 MWth	480 GWth	225 MW / 1.350 GWh	Ausschluss, auf Grund der Entfernung
9	Geothermie-Wärmepumpe (Erdsonden)	i.d.R. unproblematisch, Probebohrungen notwendig	Lt. behördlicher Aussagen unproblematisch	14 MWth	26 GWth	26 MWth	50 GWth	Annahme: 1.800 Vbh	Wird weiterverfolgt

ENERGIESYSTEM

Bewertungsskala / Farblegende:



Nr.	Technologie	Technische Umsetzbarkeit	Genehmigungsrechtliche Umsetzbarkeit	Potential				Erläuterung	Empfehlung
				Bauabschnitt 1		Bauabschnitt 2			
				Leistung	Energie	Leistung	Energie		
10	Geothermie-Wärmepumpe (Saug- und Schluckbrunnen)	i.d.R. unproblematisch	Keine Infos, inwieweit ausreichend Grundwasser in Zukunft zur Verfügung steht	---	---	---	---	Erst nach Pumpversuch sind die Potentiale zu konkretisieren	Ausschluss
11	Abwasser-Wärmepumpe	i.d.R. unproblematisch	i.d.R. unproblematisch	---	---	---	---	Lt. aktuellen Planungen zu geringe Leistungsquerschnitte	Ausschluss
12	Agrothermie	i.d.R. unproblematisch	i.d.R. unproblematisch, mögliche Flächen müssen lokalisiert werden	1 MWth	8 GWhth	1 MWth	8 GWhth	Berechnung für 20 ha landwirtschaftliche Fläche	Ausschluss, da zu hoher ungeklärter Flächenbedarf
13	Industrielle Abwärme	i.d.R. unproblematisch, Wärmenetz notwendig	i.d.R. unproblematisch	0,1 MWth	0,3 GWhth	---	---	Annahme: Temperatur ca. 35 °C und 3000 Bh	Wird weiterverfolgt, keine Infos für den BA 2
14	Biomasse (Holz, Öl, Gas)	i.d.R. unproblematisch	i.d.R. unproblematisch	---	---	---	---	Ggf. Biomassepotentiale seitens Unternehmen E; Biomasseanlage notwendig und hohe Flächen und Genehmigungsvorgaben notwendig	Ausschluss im BA1 und keine Aussagemöglichkeit im BA2
15	Wasserstoff (intern)	i.d.R. unproblematisch, Elektrolyseur notwendig	Genehmigungsvorgaben sind zu beachten	---	---	---	---	Keine stoffliche Nutzung, daher nicht weiterverfolgt	Lediglich Option für den BA2

ENERGIESYSTEM

Bewertungsskala / Farblegende:



Nr.	Technologie	Technische Umsetzbarkeit	Genehmigungsrechtliche Umsetzbarkeit	Potential				Erläuterung	Empfehlung
				Bauabschnitt 1		Bauabschnitt 2			
				Leistung	Energie	Leistung	Energie		
16	Wasserstoff (extern)	i.d.R. unproblematisch	Genehmigungsvorgaben sind zu beachten	5,8 MWth	5,4 GWth	11,3 GWth	10,6 GWth	Zum jetzigen Zeitpunkt völlig offen; über extern könnte der Wärmebedarf gedeckt werden	Erst nach Detailierung des BA2 zu bewerten
17	Erdgas	i.d.R. unproblematisch	i.d.R. unproblematisch	Entsprechend notwendiger Bedarf				100 % des Wärmebedarfs	Wird weiterverfolgt
18	Fernwärme	Kein Fernwärmenetz in unmittelbarer Nähe (< 3 km)	i.d.R. unproblematisch	---	---	---	---	Aktuell kein FW-Netz vorhanden; lt. Austausch mit NEW ist eine zukünftige Anbindung unrealistisch	Ausschluss
19	Nahwärme	Kein Nahwärmenetz in unmittelbarer Nähe (< 3 km)	i.d.R. unproblematisch	---	---	---	---	Nicht vorhanden	Ausschluss
20	Elektrische Speicher	i.d.R. unproblematisch	i.d.R. unproblematisch	---	---	---	---	Kein Erzeugungspotential, lediglich zur Lastverschiebung verwendbar	Wird weiterverfolgt
21	Chemische Speicher inkl. Wasserstoffspeicher	Keine stoffliche H2-Nutzung vorhanden	Vorgaben und Genehmigungen beachten	---	---	---	---	Kein Erzeugungspotential, lediglich zur Lastverschiebung verwendbar	H2-Speicher lediglich Option für den BA2
22	Eisspeicher oder sonstige Wärmekältespeicher	i.d.R. unproblematisch	i.d.R. unproblematisch	---	---	---	---	Kein Erzeugungspotential, lediglich zur Lastverschiebung verwendbar	Eisspeicher auf Grund des geringen Kältebedarfs ausgeschlossen

ENERGIESYSTEM

23	Feststoffspeicher	i.d.R. unproblematisch	i.d.R. unproblematisch	---	---	---	---	Kein Erzeugungspotential, lediglich zur Lastverschiebung verwendbar	Ausschluss, da Temperaturen < 100 °C
----	-------------------	------------------------	------------------------	-----	-----	-----	-----	---	--------------------------------------

ENERGIESYSTEM

Im Rahmen der Bewertung der Energiepotenziale und Bausteine wurden die Potenziale auf Bauabschnitt 2 entsprechend skaliert und ebenfalls dargestellt. Bei Gegenüberstellung der Erzeugungspotenziale mit den Bedarfen wird deutlich, dass über die angedachten PV-Anlagen mehr Strom produziert werden kann als der Standort benötigt. Zudem kann festgehalten werden, dass die regenerativen Wärmepotentiale die Wärmebedarfe übersteigen, sodass eine vollständig bilanzielle regenerative Erzeugung des Standortes ermöglicht werden kann. In den unten dargestellten Diagrammen sind die Gesamtpotentiale den ermittelten Wärme- und Strombedarfen gegenübergestellt worden. Die ermittelten Potentiale für Wärme übersteigen die Gesamtbedarfe des Industrieparks, sodass eine regenerative Wärmeversorgung durch verschiedene Wärmequellen sichergestellt werden kann. Sollten auch alle PV-Systeme umgesetzt werden, übersteigt die Stromerzeugung den Strombedarf des Industrieparks.

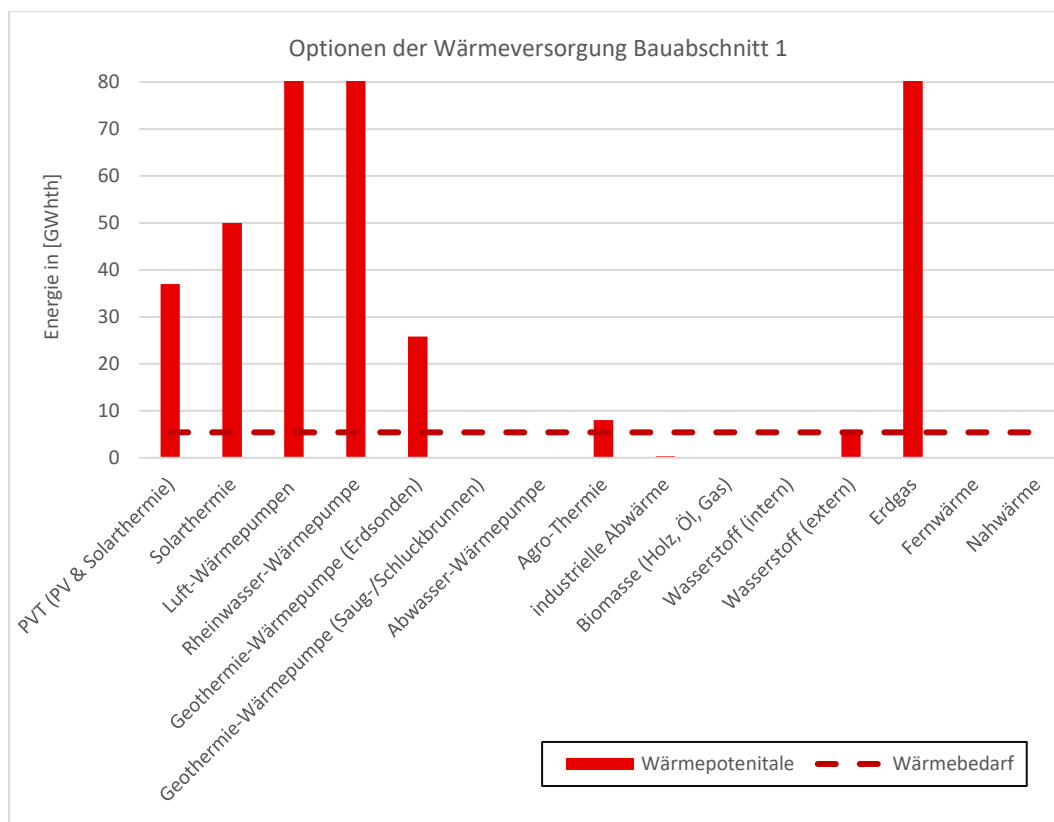


Abbildung 35 Gegenüberstellung Wärmebedarf zu Wärmeerzeugung Bauabschnitt 1

ENERGIESYSTEM

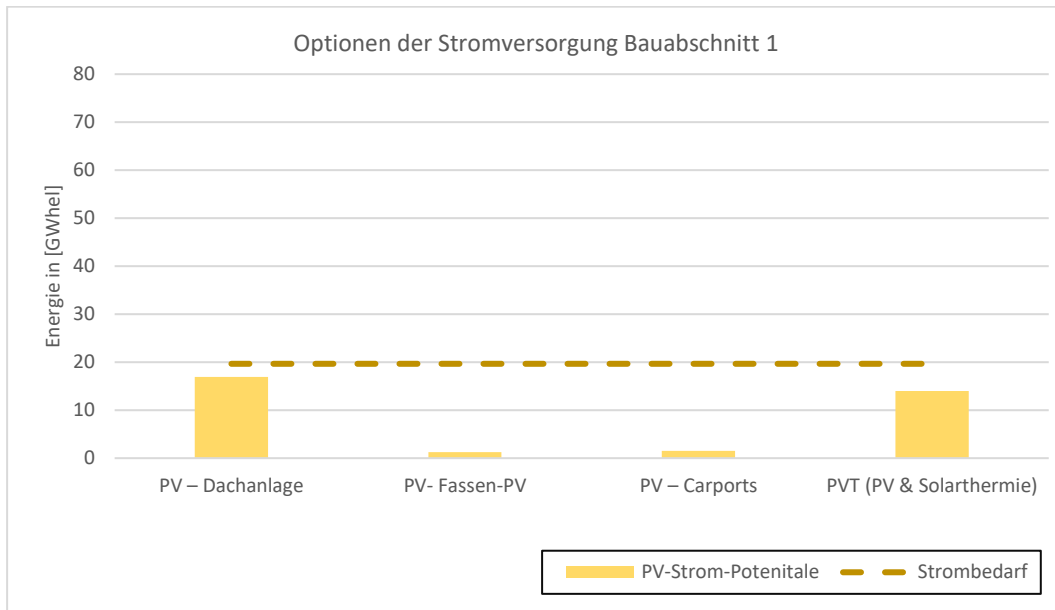


Abbildung 36 Gegenüberstellung Strombedarf zu Stromerzeugung Bauabschnitt 1

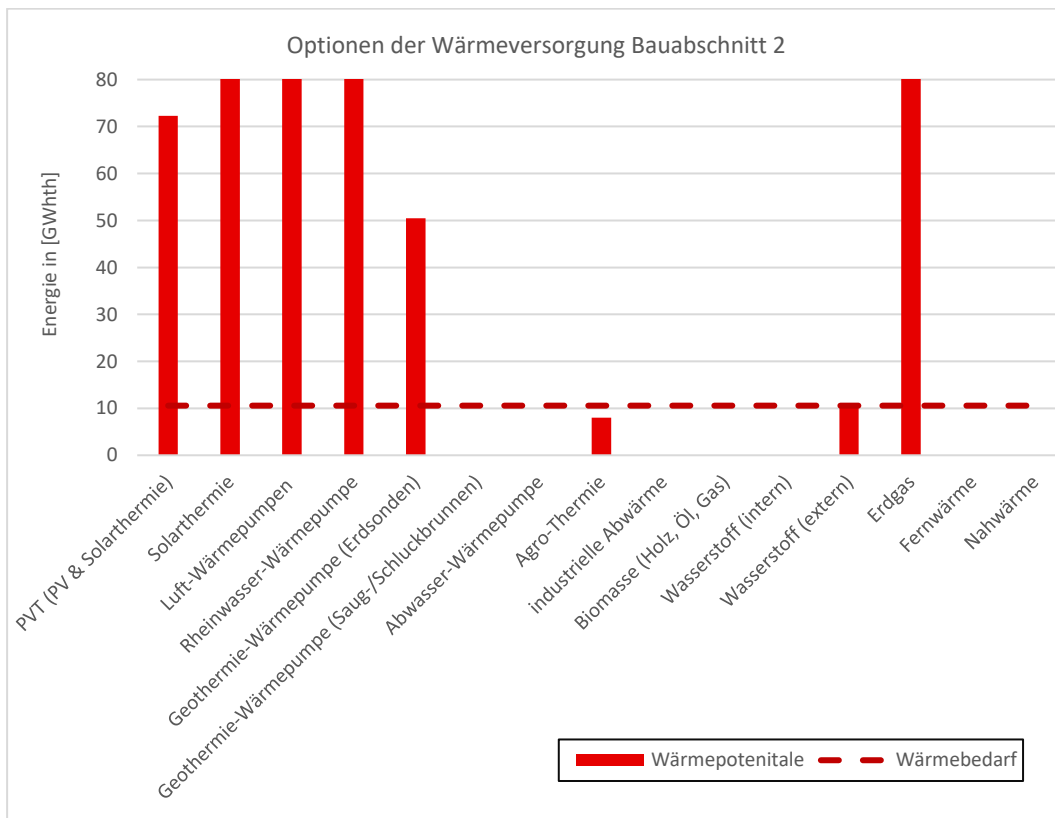


Abbildung 37 Gegenüberstellung Wärmebedarf zu Wärmeerzeugung Bauabschnitt 2

ENERGIESYSTEM

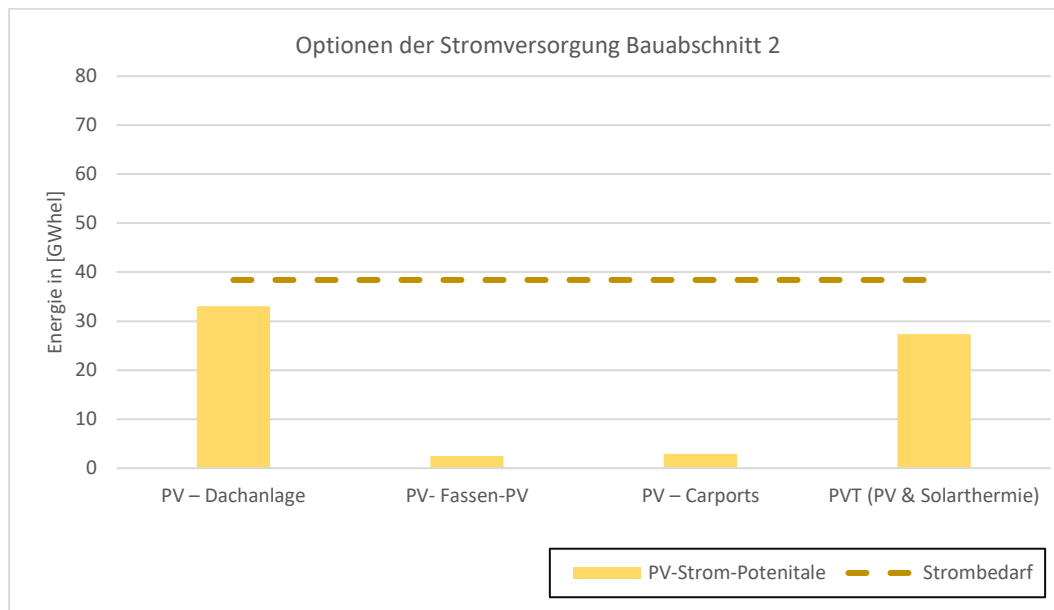


Abbildung 38 Gegenüberstellung Strombedarf zu Stromerzeugung Bauabschnitt 2

5.3.12 ENERGIEKONZEPTION

Bei der Erstellung der Energiekonzepte wurden die großen Bereiche Wärme, Kälte und Strom für den Standort im Industriegebiet Elsbachtal detailliert untersucht. Es werden die Aspekte Erzeugung, Verteilung und Speicherung der Medien betrachtet und gemäß des aktuellen Zielbilds angepasst. Auf Basis der standortbedingten Gegebenheiten (Potentialanalyse), den aktuellen Energiebedarfen und den Ansprüchen in Bezug auf Nachhaltigkeit, Innovationscharakter, etc. wurden vielversprechende und als umsetzbar angesehene Konzepte der Energieversorgung erarbeitet. Die einzelnen Energieversorgungskonzepte werden in einer Energieversorgungskonzeptmatrix (siehe Tabelle 11) beschrieben, näher erläutert und energetisch sowie monetär gegenübergestellt. Hier wird insbesondere unterschieden zwischen Netzvarianten, in denen ein für den Standort notwendiges Wärmenetz zum Einsatz kommt, und der Variante „jeder macht seins“, in der jeder Standort eigenständig für die Wärmeversorgung zuständig ist. Somit ergeben sich für die weitere Betrachtung der Energiekonzeption folgende Energieversorgungsvarianten(-szenarien) für die Versorgung des Industrieparks Elsbachtal.

- **S0: Erdgas + Luft-WP („jeder macht seins“/dezentral)** – Erdgaskessel + dez. Luft-Wärmepumpe + Kompressionskältemaschine + Netzstrom + Pflicht-Photovoltaik-Anlagen (30 % Dachfläche) + Pufferspeicher Wärme/Kälte + Batteriespeicher als Option
- **S1: Erdsonden (Netzvariante)** – Erdsonden-Wärmepumpe + Booster-Wärmepumpe + Kompressionskältemaschine + Elektroheizstab + Netzstrom + Dach-Photovoltaik (100 % unter Berücksichtigung Dachbegrünung) + Fassaden-Photovoltaik + Carport-Photovoltaik + Wärme-/Kältespeicher + Abwärmenutzung Unternehmen E + Batteriespeicher als Option
- **S2: Erdsonden + Luft-Wärmepumpen (Netzvariante)** – Erdsonden-Wärmepumpe + Booster-Wärmepumpe + Luft-Wärmepumpen + Kompressionskältemaschine + Elektroheizstab + Netzstrom + Dach-Photovoltaik (100 % unter Berücksichtigung Dachbegrünung) + Fassaden-Photovoltaik + Carport-Photovoltaik + Wärme-/Kältespeicher + Abwärmenutzung Unternehmen E + Batteriespeicher als Option



ENERGIESYSTEM

- **S3: Luft-Wärmepumpe (Netzvariante)** – Booster-Wärmepumpe + Luft-Wärmepumpen + Kompressionskältemaschine + Elektroheizstab + Netzstrom + Dach-Photovoltaik (100 % unter Berücksichtigung Dachbegrünung) + Fassaden-Photovoltaik + Carport-Photovoltaik + Wärme-/Kältespeicher + Abwärmenutzung Unternehmen E + Batteriespeicher als Option

Zudem sind in der Tabelle 12 schematische Zeichnungen der verschiedenen Varianten dargestellt:

ENERGIESYSTEM

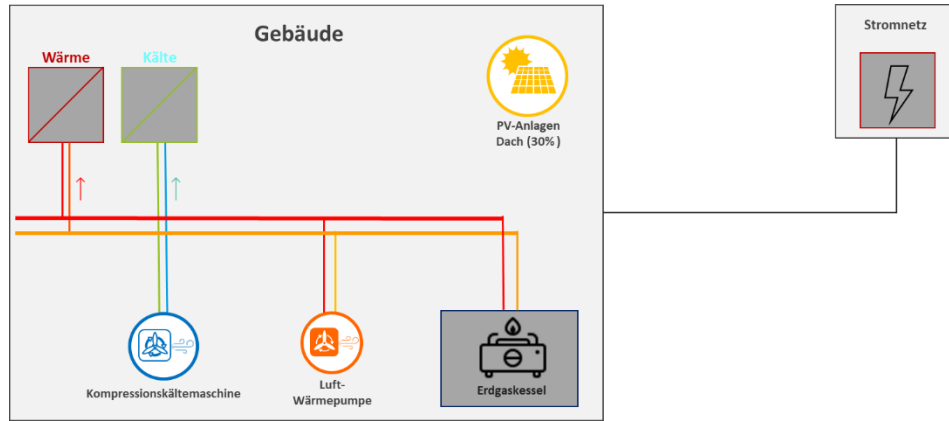
Tabelle 11 Energieversorgungskonzeptmatrix

Art der Erzeugung		S0 - Erdgas + Luft-WP (Referenz)	S1: Erdsonden	S2: Erdsonden + Luft	Variante S3: Luft
		Dezentral - „jeder macht seins“	Netzvarianten		
WÄRME	Erzeugung	Erdgaskessel	Dezentrale Booster-Wärmepumpe für Prozesswärme	Dezentrale Booster-Wärmepumpe für Prozesswärme	Dezentrale Booster-Wärmepumpe für Prozesswärme
		Dezentrale Luft-WP	Geothermie-Wärmepumpe (Erdsonden)	Geothermie-Wärmepumpe (Erdsonden)	Luft-Wärmepumpe
	Luft/Wasser-Wärmepumpe		Luft/Wasser-Wärmepumpe	Elektroheizstab	
	Trinkwarmwasser	Erdgaskessel	Elektroheizstab	Elektroheizstab	Elektroheizstab
	Verteilung	-	Niedertemperatur-Wärmenetz	Niedertemperatur-Wärmenetz	Niedertemperatur-Wärmenetz
	Übergabe	-	Wärmeübergabestation je Gebäude	Wärmeübergabestation je Gebäude	Wärmeübergabestation je Gebäude
	Speicher	-	Wärmespeicher	Wärmespeicher	Wärmespeicher
Optionen	-	Integration Abwärme Unternehmen E	Integration Abwärme Unternehmen E	Integration Abwärme Unternehmen E	
KÄLTE	Erzeugung (Grund-/Mittellast)	Kompressionskälteanlagen	Kompressionskälteanlagen	Kompressionskälteanlagen	Kompressionskälteanlagen
	Erzeugung (Spitzenlast)				
	Speicher	-	Kältespeicher	Kältespeicher	Kältespeicher
STROM	Erzeugung	Pflicht Photovoltaik-Anlagen (30 % Dachfläche)	Photovoltaik-Anlagen	Photovoltaik-Anlagen	Photovoltaik-Anlagen
	Optionen	-	Elektrischer Speicher	Elektrischer Speicher	Elektrischer Speicher

ENERGIESYSTEM

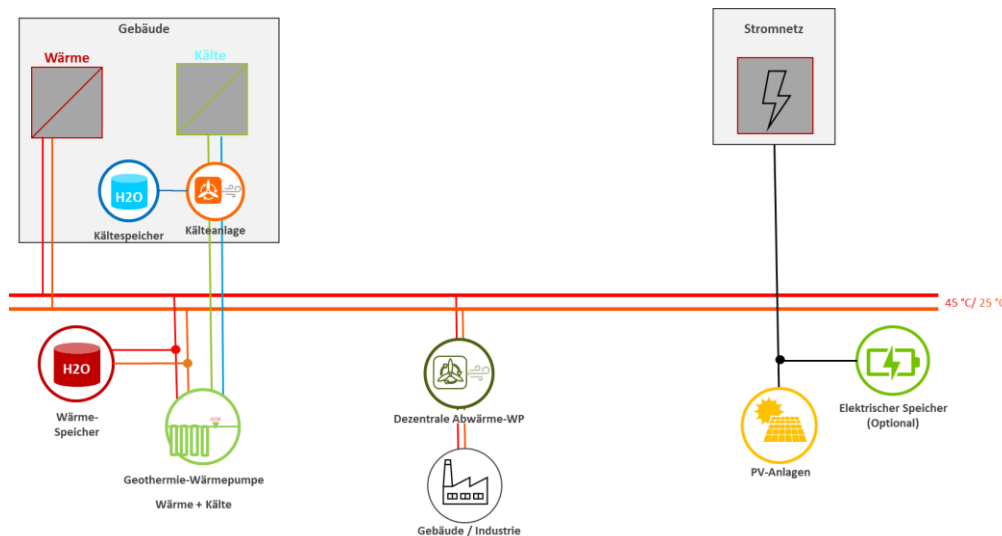
Tabelle 12 Schematische Zeichnungen Versorgungsvarianten (eigene Darstellungen)

Szenario 0: Luft-Wärmepumpen + Erdgas



- Referenzvariante
- Wärmeversorgung aus Erdgas und Luft-Wärmepumpen
- Versorgung je Gebäude
- Dezentrale Kompressionskälteanlagen in den Baufeldern

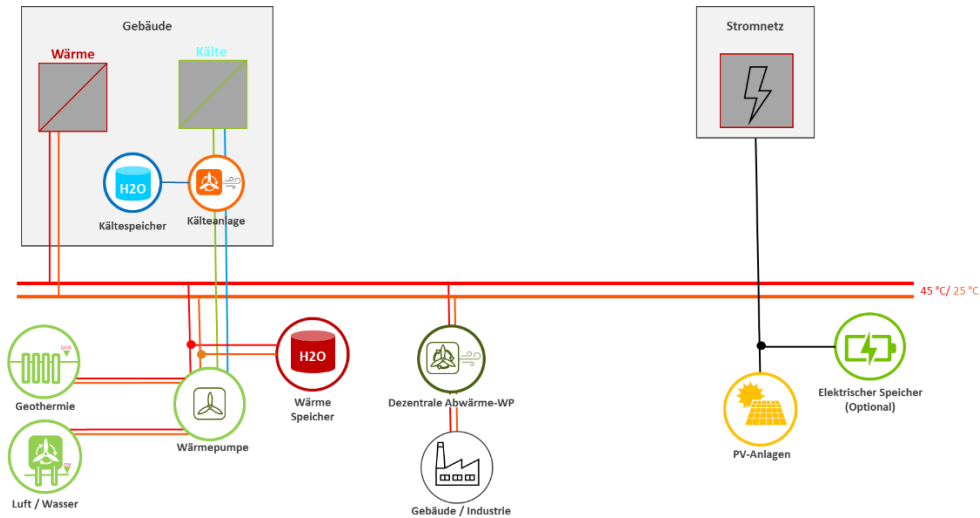
Szenario 1 – Erdsonde



- Zentrales Nahwärmenetz
- Wärmeerzeugung ausschließlich über Geothermie-Wärmepumpen
- Temperaturniveau im Netz 45°/25°
- Auswahl Umschaltpunkt anhand Wetterprognosen
- Dezentrale Kälteversorgung über Kompressionskältemaschine, optional über Geothermische Anlage
- Wärme-/Kältespeicher
- Elektrische Trinkwassererwärmung mittels Power-to-Heat-Anlagen (Heizstab)
- Integration dezentraler Booster-Wärmepumpe und Integration möglicher Abwärme für Unternehmen mit höheren Temperaturen

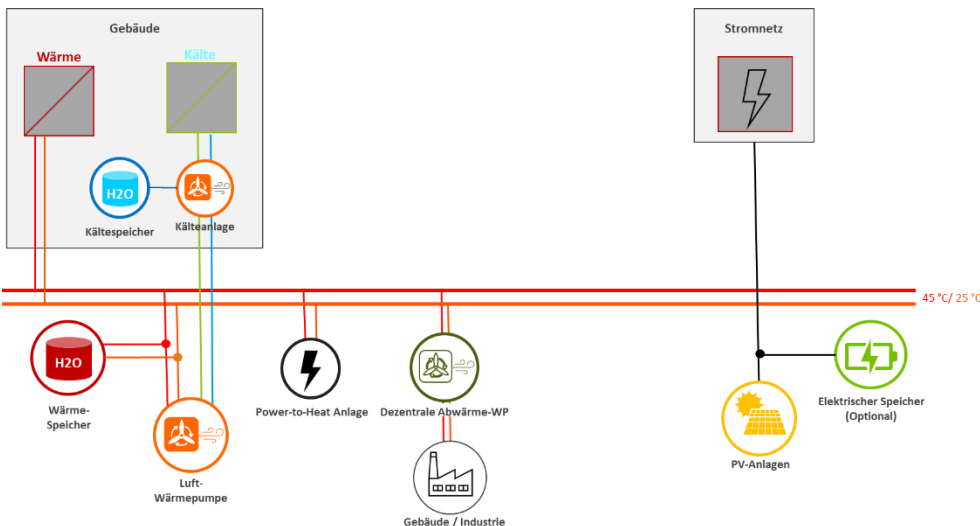
ENERGIESYSTEM

Szenario 2– Erdsonde + Luft-WP



- Zentrales Nahwärmenetz
- Wärmeerzeugung über Geothermie (Grund- und Mittel- last) und Luft-WP
- Temperaturniveau im Netz 45°/25°
- Auswahl Umschaltpunkt anhand Wetterprognosen
- Dezentrale Kälteversorgung über Kompressionskälte- maschine, optional über Geothermische Anlage
- Wärme-/Kältespeicher
- Elektrische Trinkwassererwärmung mittels Power- to-Heat-Anlagen (Heizstab)
- Integration dezentraler Booster-Wärmepumpe und In- tegration möglicher Abwärme für Unternehmen mit hö- heren Temperaturen

Szenario 3 – Luft-WP



- Zentrales Nahwärmenetz
- Wärmeerzeugung ausschließlich über Luft-WP
- Temperaturniveau im Netz 45°/25°
- Auswahl Umschaltpunkt anhand Wetterprognosen
- Dezentrale Kälteversorgung über Kompressionskälte- maschine, optional über Geothermische Anlage
- Wärme-/Kältespeicher; insbesondere größere Wärme- speicher für die Spitzenlast
- Elektrische Trinkwassererwärmung mittels Power- to-Heat-Anlagen (Heizstab)
- Integration dezentraler Booster-Wärmepumpe und In- tegration möglicher Abwärme für Unternehmen mit hö- heren Temperaturen

ENERGIESYSTEM

5.3.13 ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DER ENERGIEVERSORGUNGSVARIANTEN

Die Varianten unterscheiden zum Teil deutlich durch die unterschiedlichen CO₂-Emissionsfaktoren in den CO₂-Emissionen. Die CO₂-Emissionen lassen sich aus den untenstehenden Kennwerten sowie den CO₂-Emissionsfaktoren des Gebäudeenergiegesetzes des Umweltbundesamtes ermitteln.

Tabelle 13 Übersicht CO₂-Kennwerte [GEG 2024, Umweltbundesamt 2024]

Anlage	CO ₂ -Äquivalent [g/kWh]
Erdgas	240
Strom	560
Netto-Vermeidungsfaktor PV-Einspeisung	690

Das folgende Diagramm bildet die CO₂-Emissionen der entsprechenden Varianten/Szenarien ab. In Abbildung 39 sind die CO₂-Emissionen ohne Verwendung der PV-Anlagen ermittelt worden. Ziel dieser Darstellung ist es, das Wärmenetzsystem zu lokalisieren, welches auch ohne PV-Anlagen den größten ökologischen Mehrwert bringt. Hier wird deutlich, dass alle Netzvarianten geringere CO₂-Emissionen aufweisen als die dezentrale Variante 0. Bei den Erdsonden-Varianten liegen die geringsten CO₂-Emissionen vor, auf Grund der konstanteren Temperatur des Erdbodens und der damit einhergehenden höheren Energieeffizienz der Wärmepumpen in den Wintermonaten (Stichwort: Temperaturhub).



Abbildung 39 Ökologische Bewertung Szenarien ohne PV-Anlagen (eigene Darstellung)

In Abbildung 40 sind die CO₂-Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung der PV-Anlagen und zusätzlicher Gutschriften der PV-Einspeisung (Vermeidung) dargestellt. Hierbei weisen die Netzvarianten deutlich geringere CO₂-Emissionen auf. Die geringsten Emissionen werden durch das Szenario 1 erzielt, da die Geothermie-Wärmepumpe auf Grund der konstanteren Bodentemperaturen die höchsten Effizienzen aufweist.

ENERGIESYSTEM

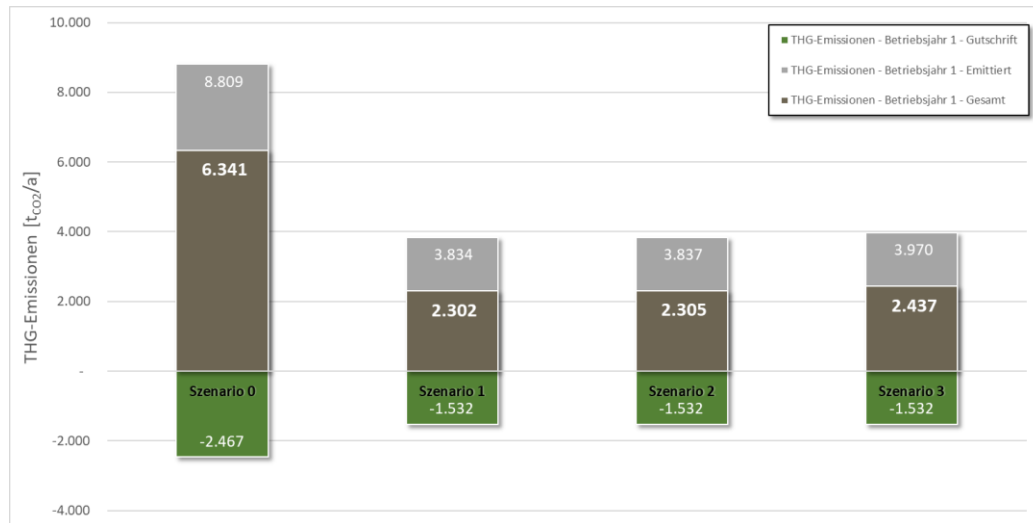


Abbildung 40 Ökologische Bewertung Szenarien mit PV-Anlagen und unter Berücksichtigung einer PVA-Gutschrift (eigene Darstellung)

Insbesondere im Hinblick auf die Klimaneutralitätsvorgaben der Bundesregierung wären alle strombasierten Erzeugungsanlagen klimaneutral bis 2045. Daher werden aus ökologischen Gesichtspunkten die Netzvarianten empfohlen.

5.3.14 WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER ENERGIEVERSORGUNGSVARIANTEN

Neben der ökologischen Betrachtung ist die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ein weiteres Auswahlkriterium für die entsprechenden und zu verfolgenden Varianten. Die Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Versorgungsszenarien sind wie folgt:

- Annuitätenmethode gemäß VDI 2067
- Planungskosten 20 %
- Ausschlag für Unvorhergesehenes und Investitionskostenzuschlag: 15 %
- Berücksichtigung der Fördermittel nach BEW
- Kapitalzins: 3,5 %/a
- Preissteigerung für Strom: 2 %/a
- Preissteigerung für Strom und Erdgas: 3 %/a
- Preissteigerung für Instandhaltung, Wartung und sonstige Zahlungen: 3 %/a
- Strom: 25 Cent/kWh
- Stromverkauf bei Einspeisung: 6 Cent/kWh
- Betrachtungszeitraum: 20 Jahre
- Alle dargestellten Kosten netto

Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtung der Varianten

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Auswahl des Energiekonzepts werden die Gesamtkosten betrachtet, die für die entsprechenden Varianten notwendig sind. Hier sind insbesondere die Investitionskosten der Anlagen enthalten.

Neben den Kostenansätzen der technischen Anlagentechnik, spielen die jährlichen Verbrauchskosten eine entscheidende Rolle bei der Bewertung der Varianten. Daher wird zuerst der Verbrauch der Medien Wärme und Strom aufgezeigt. Die angegebenen Kosten

ENERGIESYSTEM

beifizern die Kosten im gesamten Zeitraum, inklusive der angegebenen Preissteigerung und etwaiger Kosten für eine Eigenstromnutzung.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung handelt es sich um eine dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gemäß VDI 2067, die Zinssteigerungen und Preissteigerungen über einen Zeitraum von 20 Jahren darstellt. In der Abbildung 41 und Abbildung 42 sind die Investitionskosten der Variante mit und ohne PV dargestellt.

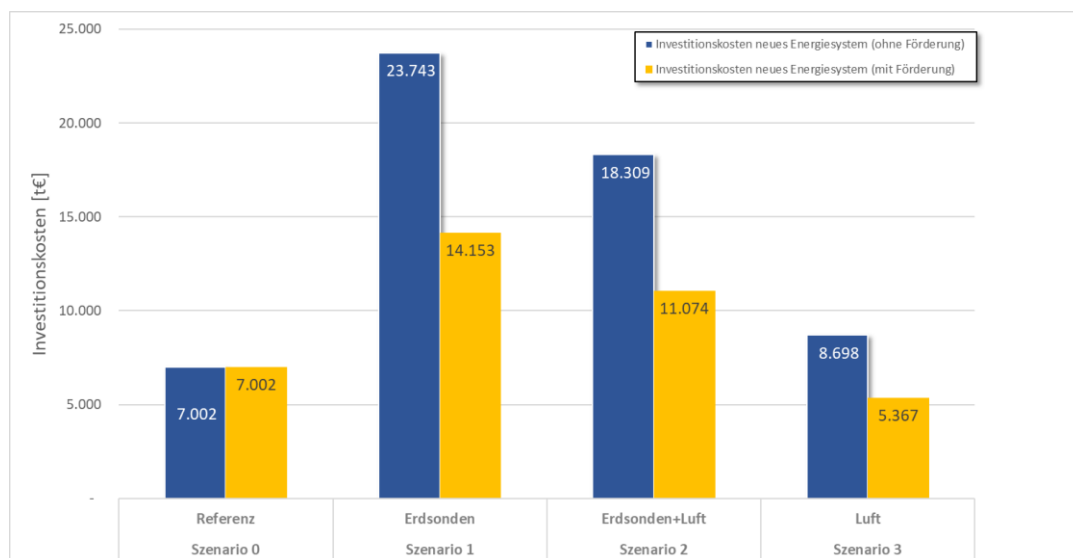


Abbildung 41 Investitionskosten exkl. PV-Anlagen (eigene Darstellung)

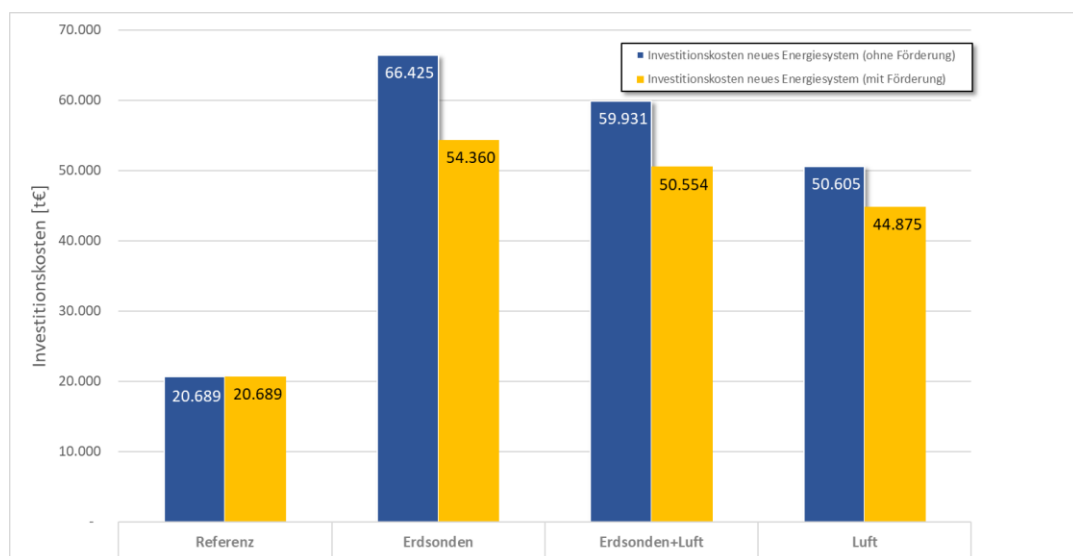


Abbildung 42 Investitionskosten inkl. PV-Anlagen (eigene Darstellung)

Wie in den Abbildungen dargestellt, weisen die Systeme des erdgasbetriebenen Systems die geringsten Investitionskosten auf. Die höchsten Investitionskosten werden durch die Szenarien mit Erdsonden verursacht, da hier eine erhebliche Investition für die Bohrung und die Integration der Sonden zu berücksichtigen ist. Insgesamt liegen die Investitionskosten der „Netzvarianten inkl. PV“ unter Berücksichtigung der Fördermittel zwischen 44 Mio. € und 54 Mio. € und die „Netzvarianten exkl. PV“ bei 8 Mio. € bis 24 Mio. €. Die Erdgasbasierten Varianten liegen bei einem Gesamtinvestment von ca. 7 Mio. € exkl. PV-

ENERGIESYSTEM

Anlagen und 20 Mio. € inkl. PV-Anlagen, wobei hier lediglich 30 % der PV-Anlagen verbaut werden.

Die Gesamtwirtschaftliche Bewertung unter zusätzlicher Berücksichtigung der betriebsgebundenen und bedarfsgebundenen Kosten inkl. der zusätzlichen Erträge aus PV-Anlagen sind in den Abbildung 43 und Abbildung 44 dargestellt.

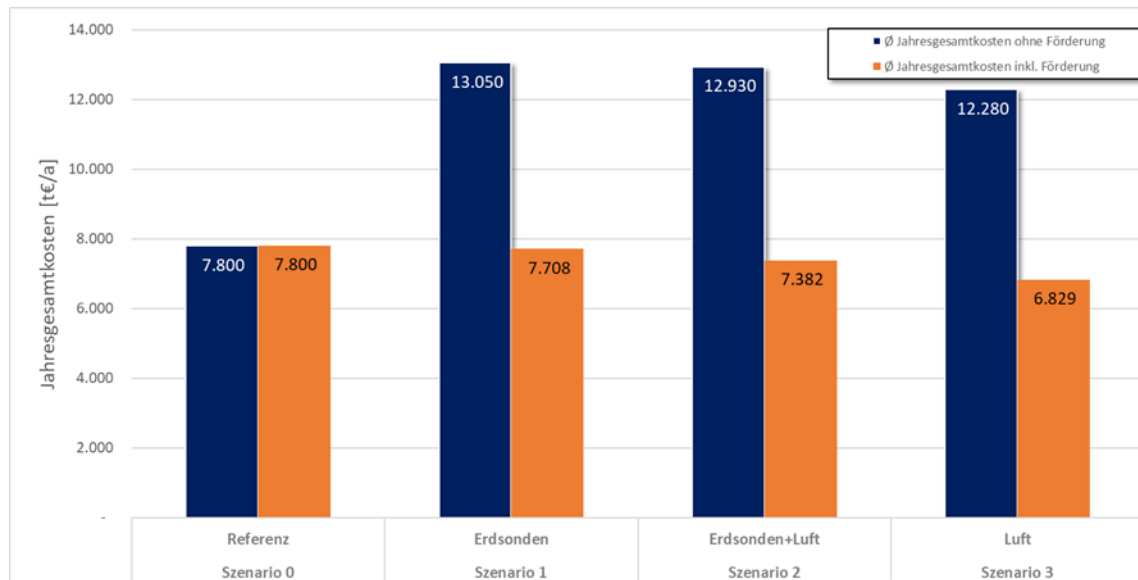


Abbildung 43 Jahresgesamtkosten exkl. PV-Anlagen

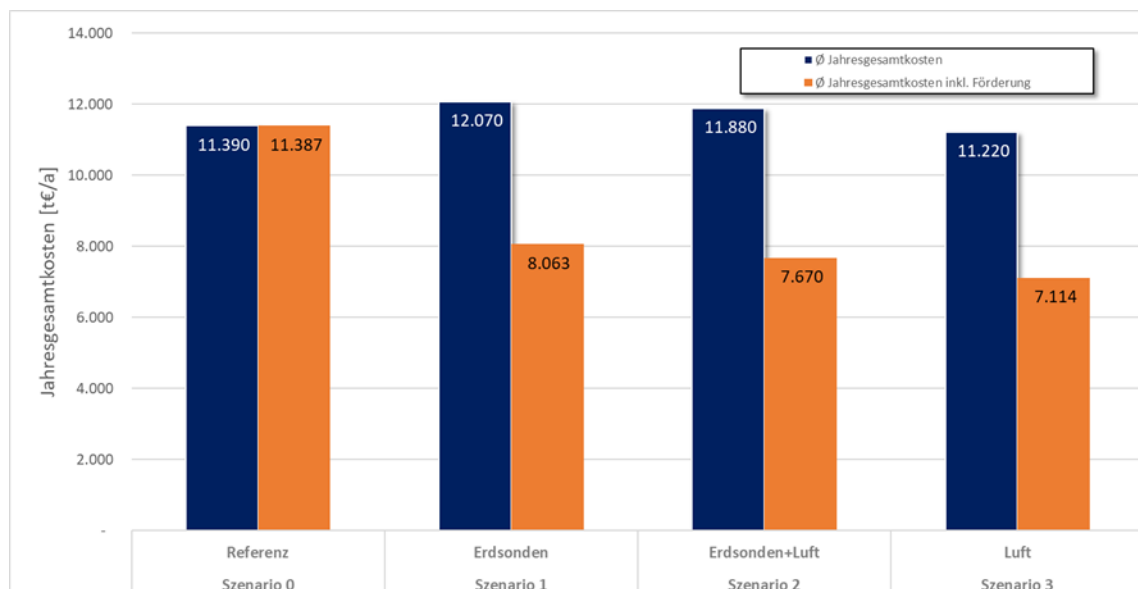


Abbildung 44 Jahresgesamtkosten inkl. PV-Anlagen

Aus den dargestellten Diagrammen wird deutlich, dass unter Berücksichtigung der Fördermittel nach BEW die Netzvarianten die wirtschaftlichen Szenarien sind. Die höchste Wirtschaftlichkeit weist das Luft-Wärmepumpen-System auf. Zudem wird gezeigt, dass die PV-Anlagen die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems erhöhen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass aus Sicht der Jahresgesamtkosten die Netzvarianten der Variante „Jeder machts seins“ vorzuziehen sind, wenn die entsprechenden Fördermittel aus dem



ENERGIESYSTEM

Förderprogramm „Bundesförderung Effiziente Wärmenetze“ (BEW) beantrag und berücksichtigt werden. Daher wird eine zeitnahe Beantragung der Fördermittel und Durchführung einer Machbarkeitsstudie empfohlen. Hierdurch können die konzeptionellen Ansätze in die nächsten Planungsphasen überführt und tiefergehende Analysen durchgeführt werden. Hier werden auch Probebohrungen für die Verwendung von Erdsonden förderbar, die die Wärmeleitfähigkeit validieren oder es könnten zusätzliche Simulationen und Analysen zum Einsatz eines Regenerationssystem (Abführen von Wärme in die Erde) durchgeführt werden, die die Effizienz des Gesamtsystems erhöhen können.

ENERGIESYSTEM

5.3.15 EMPFEHLUNGEN UND FLÄCHENBEDARFE



Tabelle 14 Übersicht Konzeptvergleich

	Kriterien	S0: Dezentral Erdgas + Luft-WP (Referenz)	S1: Erdsonden	S2: Erdsonden + Luft	S3: Luft
Ökologische Bewertung	Anteil Erneuerbare Energien Wärmeerzeugung lt. BEW	65 %	100 %	100 %	100 %
	CO ₂ -Emissionen lt. BEW	Mittel	Keine	Keine	Keine
	Lokale Emissionen	Mittel	Keine	Keine	Keine
	Energieeffizienz	Mittel	Hoch	Hoch	Mittel
	Primärenergiefaktor	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Ökonomische Bewertung	Energiekosten	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
	Investitionskosten exkl. Fördermittel	Mittel	Hoch	Hoch	Mittel
	Förderfähigkeit BEW	Keine	Hoch	Hoch	Hoch
Sonstige	Externer Betrieb (Contracting)	Nein	Ja	Ja	Ja
	Innovation	Gering	Hoch	Hoch	Mittel
	Stand der Technik	Ja	Ja	Ja	Ja
	Umsetzbarkeit	Hoch	Mittel (Probebohrung notwendig)	Mittel (Probebohrung notwendig)	Hoch

ENERGIESYSTEM

In Tabelle 14 wurden die verschiedenen Konzeptvarianten übersichtlich gegenübergestellt und durch weitere Entscheidungsindikatoren ergänzt. Hieraus wird deutlich, dass auch neben den wirtschaftlichen und ökologischen Parametern die Netzvarianten zu bevorzugen und zu empfehlen sind. Die empfohlenen Netzvarianten weisen anderen Flächenbedarfe auf als die dezentralen Varianten. Die notwendigen Flächenbedarfe sind in der folgenden **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt worden:

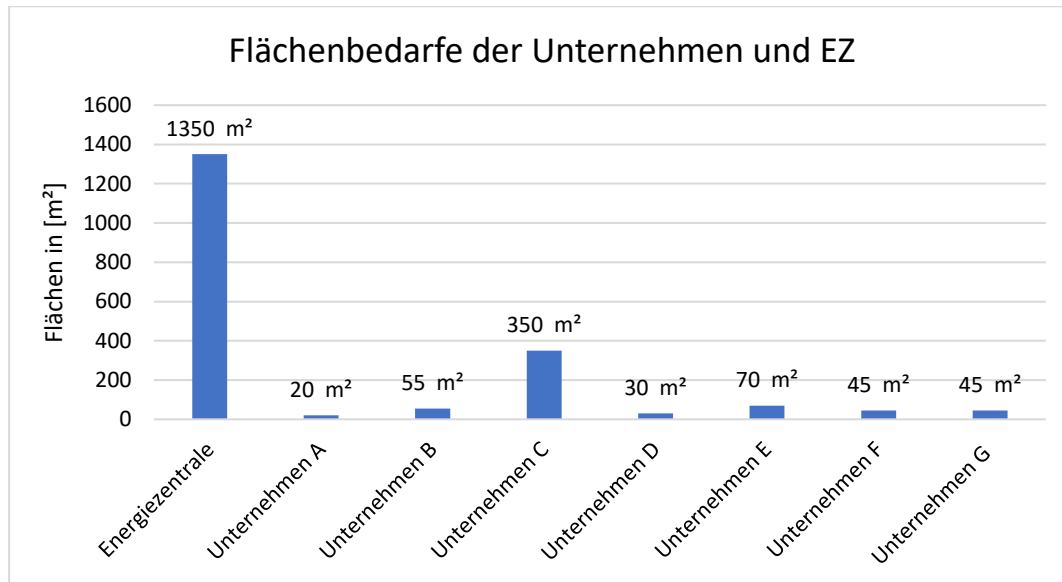


Abbildung 45 Flächenbedarfe Unternehmen und EZ (eigene Darstellung)

Die Energiezentrale weist einen Flächenbedarf von ca. 1350 m² (B-Plan-Relevant) auf; für die teilweise dezentrale Wärmezeugung (Booster-Wärmepumpe, KKM, Heizstäbe, Stromspeicher, Übergabestation, etc.) ergeben sich zusätzliche Flächenbedarfe, die sich allerdings auf den Flächen der Unternehmen befinden. Für den elektrischen Anschluss der Energiezentrale sind je nach Variante max. ca. 4 MWel vorzuhalten.

ENERGIESYSTEM

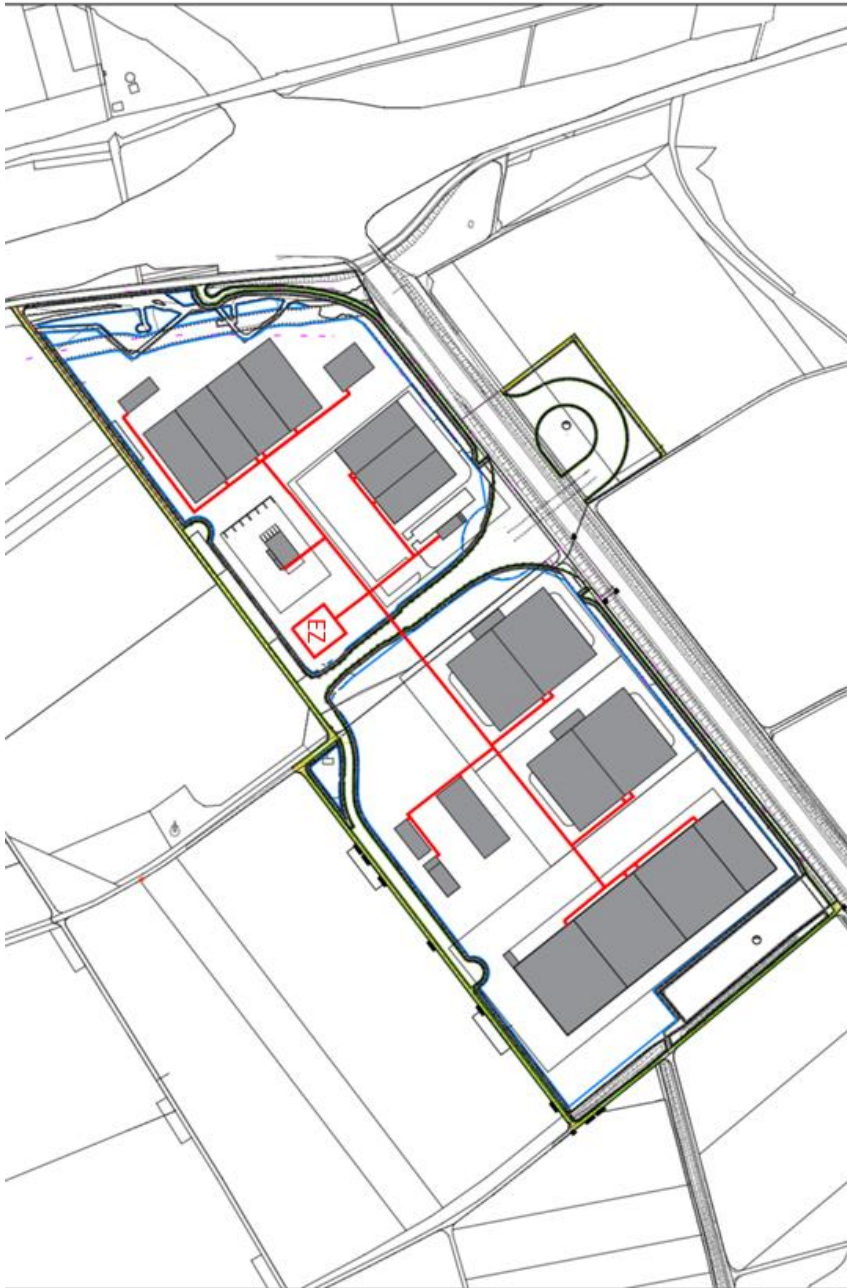


Abbildung 46 Beispielhafte Darstellung der Verortung der Systeme (eigene Darstellung auf Grundlage Grevenbroich; 2023)

In Abbildung 46 ist die Energiezentrale (nicht maßstabsgetreu) dargestellt. Zudem wurde anhand des durch Drees & Sommer erarbeiteten Lageplans ein mögliches Wärmenetz dargestellt. Das Wärmenetz umfasst hierbei eine Länge von ca. 2.100 m, der Hauptstrang weist einen Leitungsquerschnitt von DN 200 und die Nebenstränge von DN 125 auf. Sowohl die Flächenbedarfe als auch Platz für die Wärmenetze sind entsprechend vorzuhalten. Die Lage des Wärmenetzes als auch die Verortung der Energiezentrale ist im Rahmen einer Planung entsprechend zu bewerten und eventuell anzupassen. Da auch die Lage der Unternehmen nicht feststeht, handelt es sich hierbei lediglich um eine exemplarische Darstellung.

5.4 ENERGIE & DEMAND-SIDE-MANAGEMENT

Die im Energiesystem auftretenden Energieflüsse, bestehend aus Verbrauchern und Erzeugern, resultieren in einer Residuallast, die durch das öffentliche Stromnetz ausgeglichen werden muss. Fehlende Energiemengen werden dabei aus dem Netz bezogen, während überschüssige elektrische Energie – beispielsweise aus Photovoltaikanlagen –, die nicht unmittelbar vor Ort verbraucht wird, in das öffentliche Netz eingespeist wird. Um die hierdurch entstehende Netzbelastung zu reduzieren, kommt das sogenannte Lastmanagement (Demand-Side-Management, DSM) zum Einsatz. Dieses zielt auf eine bedarfsgerechte Anpassung der Verbraucherlast ab. Unter bestimmten Voraussetzungen kann eine solche Lastanpassung vom jeweiligen Netzbetreiber durch reduzierte Netzentgelte honoriert werden.

Drees & Sommer hat den prognostizierten Lastgang im geplanten Industriegebiet untersucht und dabei unterschiedliche netzdienliche Betriebsstrategien analysiert. Ein wesentliches Ergebnis der Untersuchung zeigt, dass die erwarteten hohen Lasten – insbesondere durch das Laden einer LKW-Flotte – nicht zwangsläufig mit steigenden Netzentgelten einhergehen müssen. Da sich diese Entgelte unter anderem an der höchsten im Jahr auftretenden Last orientieren (die der Netzbetreiber ganzjährig vorhalten muss), kann eine Reduktion der Spitzenlast durch den Nutzer zu entsprechend geringeren Netzentgelten führen. Eine solche Spitzenlastreduktion lässt sich beispielsweise durch den Einsatz eines geeigneten Batterie- oder Lademanagementsystems realisieren.

Sollte eine Reduktion der Spitzenlast aus betrieblichen Gründen nicht möglich sein, besteht die Option, über eine sogenannte atypische Netznutzung von günstigeren Netzentgelten zu profitieren. Diese Form der Netznutzung setzt voraus, dass Lastspitzen an Tagen außerhalb der vom Netzbetreiber zu Jahresbeginn definierten Hochlastzeitfenster liegen. Auf diese Weise lässt sich die Bemessungsgrundlage der Netzentgelte auf die innerhalb dieser Hochlastzeitfenster auftretende Jahreshöchstlast begrenzen. Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Abrechnung nicht an der maximalen Jahreshöchstlast, sondern an der maximalen Last während der definierten Hochlastzeitfenster orientiert ist.

Der Netzbetreiber stellt dabei weitere Voraussetzungen: So muss die Lastreduktion eine bestimmte Erheblichkeitsschwelle abhängig von der Netzebene erreichen. Zudem müssen die durch eine solche Lastreduktion erzielten Einsparungen über der Bagatellgrenze von 500 € pro Jahr liegen und es ist eine Mindestverlagerung von 100 kW erforderlich. Für die im Elsbachtal relevanten Netzebenen (von Mittel- bis Niederspannung) gilt eine Erheblichkeitsschwelle von 30 % innerhalb der Hochlastzeitfenster (NEW-Netz, Sonderformen Netznutzung, 2024). Dies bedeutet, dass hohe Leistungen bereitgestellt werden können, ohne automatisch höhere Netzentgelte befürchten zu müssen, sofern die Lastspitzen außerhalb dieser definierten Zeitfenster auftreten.

ENERGIE & DEMAND-SIDE-MANAGEMENT

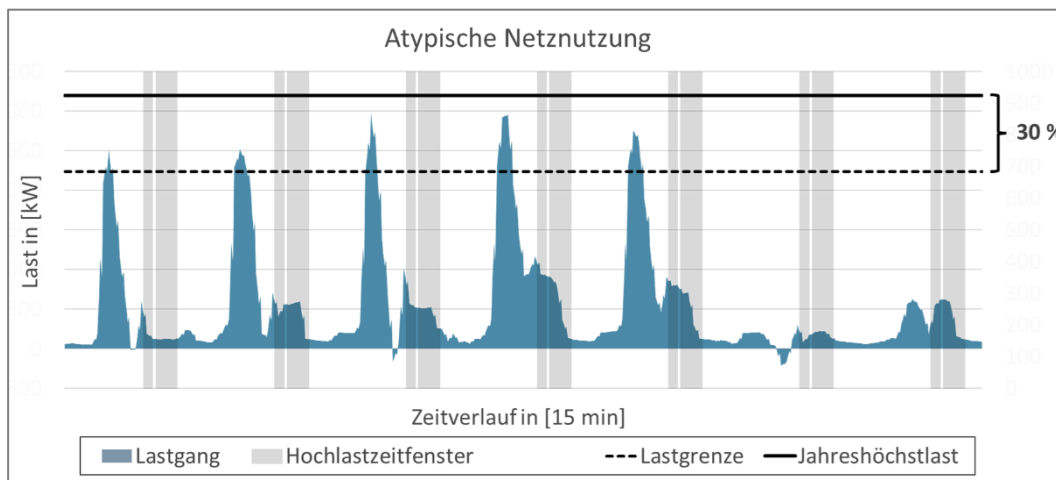


Abbildung 47 Visualisierung des Lastgangs und Prüfung auf Tauglichkeit für atypische Netznutzung (eigene Darstellung)

Die Untersuchung ergab, dass der prognostizierte Lastgang die Kriterien der atypischen Netznutzung ohne weitere Anpassungen erfüllt und sich damit im Jahr 2025 Einsparungspotentiale von ca. 1.386.000 € ergeben.

Im Rahmen der Untersuchung wurde zudem die Möglichkeit betrachtet, durch den gezielten Einsatz eines Energiespeichers Lastspitzen weiter zu reduzieren. Der Speicher würde in Phasen niedriger Last – sobald diese unter den Tagesdurchschnitt sinkt – geladen und während Zeiten mit Lastspitzen, die über dem Tagesdurchschnitt liegen, entladen werden. Durch dieses Lastglättungsverfahren könnte die auf das Netz wirkende Last nahe des Tagesdurchschnitts stabilisiert und somit Lastspitzen effektiv vermieden werden.

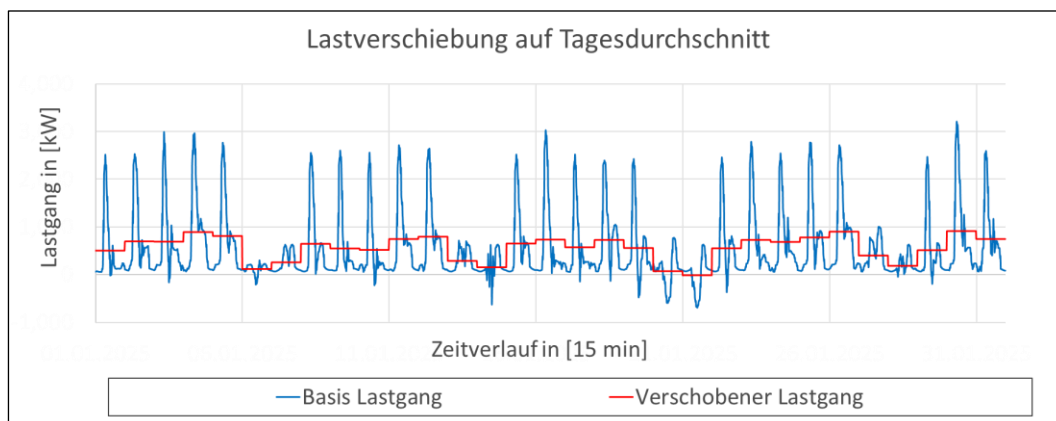


Abbildung 48 Visualisierung des Lastgangs vor und nach Lastverschiebung auf Tagesdurchschnitt (eigene Darstellung)

Die für eine vollständige Glättung der Last erforderliche Speicherkapazität wurde auf bis zu 57 MWh geschätzt. Allerdings übersteigen die erforderlichen Investitions- und Betriebskosten für einen derart groß dimensionierten Speicher die Einsparungen bei den Netzentgelten deutlich. Eine Realisierung ist somit aus wirtschaftlicher Perspektive nicht sinnvoll.

Alternativ könnten kleinere Speichersysteme zum Einsatz kommen, die in Kombination mit intelligenten Lastmanagementansätzen zumindest partielle Lastspitzen reduzieren und dadurch Effizienzgewinne erzielen.

ENERGIE & DEMAND-SIDE-MANAGEMENT

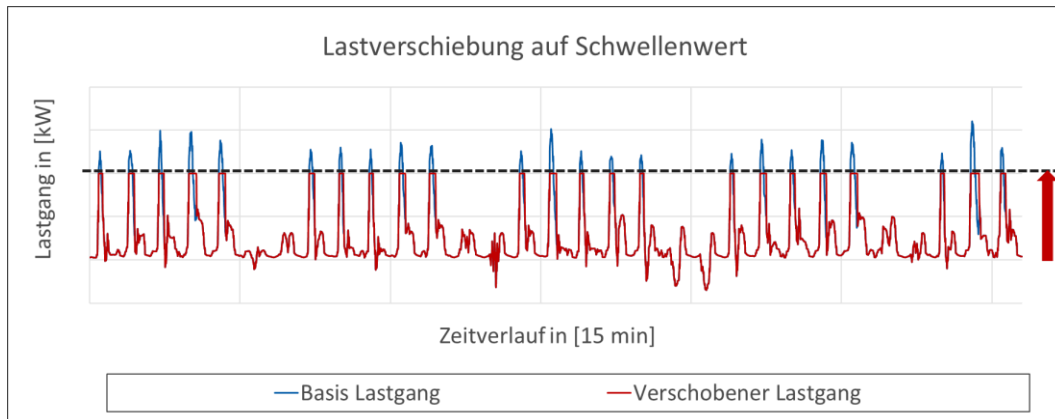


Abbildung 49 Visualisierung des Lastgangs vor und nach Reduzierung der Spitzenlast groß (eigene Darstellung)

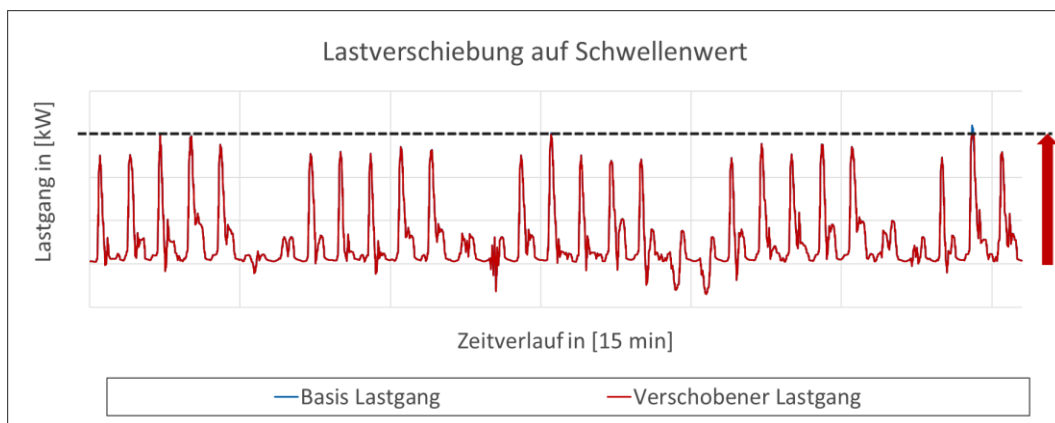


Abbildung 50 Visualisierung des Lastgangs vor und nach Reduzierung der Spitzenlast klein (eigene Darstellung)

Unterschiedliche Speicherdimensionierungen ergaben bei diesem Lastgang folgende potenzielle Einsparungspotentiale für 2025:

Tabelle 15 Ergebnisse der Lastglättung bei unterschiedlichen Speichergrößen (eigene Darstellung)

Art der Lastglättung	Einsparungspotential in 2025	Spez. Einsparung in 2025
Lastverschiebung auf Tagesdurchschnitt 60 MWh	1.416.000 €	23.600 €/MWh
Lastglättung auf Schwellenwert 35,2 MWh	1.484.000 €	42.159 €/MWh
Lastglättung auf Schwellenwert 11,3 MWh	809.000 €	71.593 €/MWh
Lastglättung auf Schwellenwert 0,7 MWh	134.000 €	191.429 €/MWh

Es lässt sich beobachten, dass die Wirtschaftlichkeit des Speichereinsatzes zur Spitzenlastreduzierung mit abnehmender Speichergröße zunimmt, da die spezifischen Einsparungen steigen.

ENERGIE & DEMAND-SIDE-MANAGEMENT

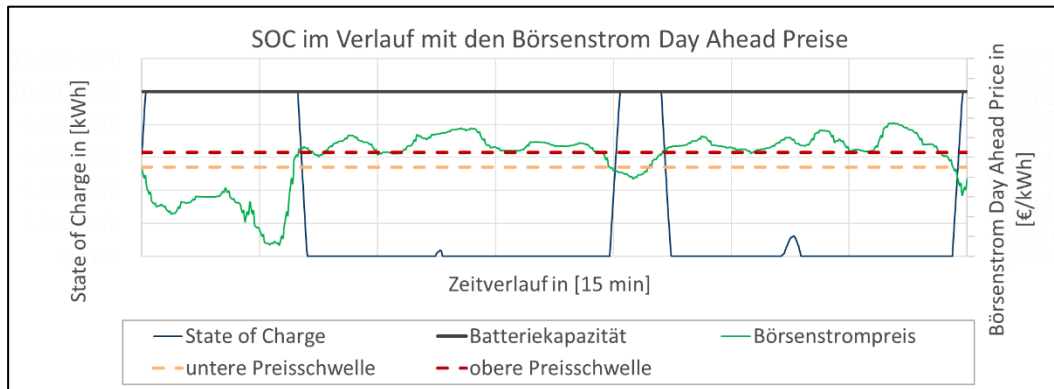


Abbildung 51 Verlauf des State of Charge während Demand Response Steuerung eines Batteriespeichers (eigene Darstellung)

Eine weitere Untersuchung bezüglich der Speichernutzung zur Reduzierung der Strompreise durch Laden bei niedrigen Börsenstrompreisen und Entladen bei hohen Börsenstrompreisen ergab, dass die Speicherinvestitionskosten in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu den Einsparungsmöglichkeiten stehen. Die prognostizierten Amortisationszeiten für die Speicherinvestitionen werden hier voraussichtlich die Lebensdauer der Speicher deutlich überschreiten. Dies könnte sich jedoch bei steigender Volatilität der Börsenstrompreise mit zunehmendem Ausbau erneuerbarer Energien ändern. Daher sollte diese Art der Speicherführung im Blick behalten werden.

Wird zusätzlich berücksichtigt, dass zur Reduzierung des Batteriestresses in den Grenzbereichen des Speichers und zur Verlängerung der Lebensdauer Speicherreserven eingeplant werden müssen (durch einen Betrieb im Arbeitsbereich zwischen 10 % und 90 %), führt dies zu erhöhten Investitionskosten und entsprechend verlängerten Amortisationszeiträumen.

Es wird demnach empfohlen, primär die atypische Netznutzung zu berücksichtigen, um Netzentgelte ohne zusätzliche Investitionen zu reduzieren. Des Weiteren kann der Einsatz eines Speichers zur Spitzenlastreduktion bei kleiner Dimensionierung unter bestimmten Randbedingungen (Speicherkosten, Höhe der Netzentgelte etc.) eine weitere Möglichkeit darstellen, die Wirtschaftlichkeit des Energiesystems zu erhöhen. Daher kann ein zusätzlicher Speicher optional vorgesehen werden, dieser ist allerdings erst nach Kenntnissen konkreter Lastgangsinformationen zu dimensionieren. Im Rahmen der weiteren Planung sollten Platzbedarfe von ca. 10 bis 12m² vorgesehen werden. Vom Einsatz eines Speichers zur Reduzierung der Stromkosten im Rahmen von Demand Response wird unter den aktuellen Bedingungen aufgrund der begrenzten Einsparungspotenziale aus wirtschaftlicher Sicht abgeraten.

Zu bedenken ist, dass die aktuelle Diskussion über eine Reform der Netzentgelte in diesem Zusammenhang zu weiteren Unsicherheiten führt, welche die Wirtschaftlichkeit zukünftiger Projekte zusätzlich beeinträchtigen könnten.

5.5 ENERGIE UND STOFFWECHSELKREISLÄUFE

Stoffströme und Circular Economy

Die Verknappung natürlicher Ressourcen sowie die mit der Herstellung von Produkten einhergehenden negativen Umweltauswirkungen stellen globale Herausforderungen dar, von denen ebenfalls die Bauwirtschaft betroffen ist. Bei der Errichtung von Gebäuden werden in der Regel Baumaterialien und -produkte eingesetzt, für deren Herstellung Primärressourcen aufgewendet wurden. Gleichzeitig ist die Bauindustrie für einen erheblichen Anteil des globalen Abfallaufkommens verantwortlich.

Folglich werden Ressourcen unter Entstehung von Abfällen aufgebraucht. Durch Verengen und Schließen von Stoffkreisläufen zielt eine Circular Economy (CE) darauf ab, diesem Verbrauch entgegenzuwirken. Der Grundgedanke dabei besteht darin, das traditionelle Lebenszyklusende von Produkten durch die Beibehaltung der Produkte oder Materialien in einem Kreislaufsystem zu ersetzen. Mithilfe von langlebigem, reparierbarem und wiederverwertbarem oder -verwendbarem Produktdesign wird die Verlängerung des Produktlebenszyklus und das Schließen von Materialkreisläufen ermöglicht. Neben einem nachhaltigen Produktdesign, spielt in der CE ebenfalls die Rückgewinnung von Baustoffen aus der gebauten Umwelt (Urban Mining) eine zentrale Rolle. [Rosen, 2021]

Dabei gibt es verschiedene Stufen des Funktionserhalts von Produkten. Bei der *Wiederverwendung* bleibt die ursprüngliche Produktgestalt erhalten und das gebrauchte Produkt wird für den gleichen Verwendungszweck eingesetzt. Bei der *Weiterverwendung* bleibt die Produktgestalt ebenfalls erhalten, jedoch wird das Produkt für einen anderen Verwendungszweck eingesetzt. Die *Wiederverwertung* erfolgt unter Auflösung der Produktgestalt. Dabei können die im ursprünglichen Bauteil verwendeten Materialien so aufgewertet werden, dass dem Ausgangsmaterial gleichwertige Werkstoffe entstehen. Die Materialien durchlaufen einen Produktionsprozess, der dem Prozess ihrer ursprünglichen Herstellung ähnelt. Bei der *Weiterverwertung* bleibt die Produktgestalt ebenfalls nicht erhalten. Darüber hinaus liegen keine Anforderungen an die Produktionsprozesse zur Erhaltung gleichwertiger Werkstoffe vor. Somit entstehen Sekundärwerkstoffe, die andere Eigenschaften und Gestaltungsformen aufweisen können. [VDI, 2022]

Gebäuderessourcenpass als Grundlage für hochwertige Stoffströme

Im Sinne der CE werden zur Ressourcenschonung möglichst hochwertige Anschlussnutzungen angestrebt. Voraussetzung dafür ist die Eignung der Bauprodukte sowie das Bekanntsein diverser Informationen über jene. Dazu zählen unter anderem demontierbare Verbindungsarten, sortenrein trennbare Materialien und entsprechende Materialqualitäten. Dabei ist von Bedeutung, dass die Informationen gesammelt, gepflegt und verfügbar gemacht werden. Gebäuderessourcenpässe stellen an dieser Stelle ein geeignetes Instrument zur Bauwerksdokumentation dar.

ENERGIE UND STOFFWECHSELKREISLÄUFE

Ein Gebäuderessourcenpass ist ein wichtiges Instrument in der Kreislaufwirtschaft, da er umfassende Informationen über die Materialien eines Produkts liefert. Die folgenden Aspekte sind dabei zentral:

- **Materialgesundheit:** Die Gesundheit der verwendeten Materialien ist entscheidend, um sicherzustellen, dass keine schädlichen Substanzen in den Kreislauf gelangen. Dies schützt nicht nur die Umwelt, sondern auch die Gesundheit der Menschen, die sich in den Bauwerken aufhalten.
- **CO₂-Fußabdruck:** Der CO₂-Fußabdruck eines Materials gibt an, wie viel Treibhausgase bei seiner Herstellung und Verarbeitung freigesetzt werden. Ein geringer CO₂-Fußabdruck ist wichtig, um die Klimaziele zu erreichen und die globale Erwärmung zu begrenzen.
- **Materialherkunft:** Die Herkunft der Materialien spielt eine Rolle für die Nachhaltigkeit. Auf einen Blick sind die Anteile von nachhaltigen erneuerbaren Materialien, Sekundärmaterialien sowie Primärmaterialien ersichtlich.
- **Materialverwertung:** Die Möglichkeit, Materialien nach ihrer Nutzung wiederzuverwerten, ist ein Kernprinzip der Kreislaufwirtschaft. Hochwertige Recyclingprozesse reduzieren den Bedarf an neuen Rohstoffen und minimieren Abfall.
- **Demontagefähigkeit:** Produkte, die leicht demontiert werden können, erleichtern die Wiederverwendung und das Recycling einzelner Komponenten. Dies fördert die Langlebigkeit der Materialien und trägt ebenfalls zur Abfallreduktion bei.
- **Trennbarkeit:** Die Trennbarkeit der Materialien ist wichtig, um eine effiziente Wiederverwertung zu ermöglichen. Materialien, die sich leicht und sortenrein voneinander trennen lassen, können höherwertiger recycelt und zurück in den Produktionskreislauf eingebracht werden.

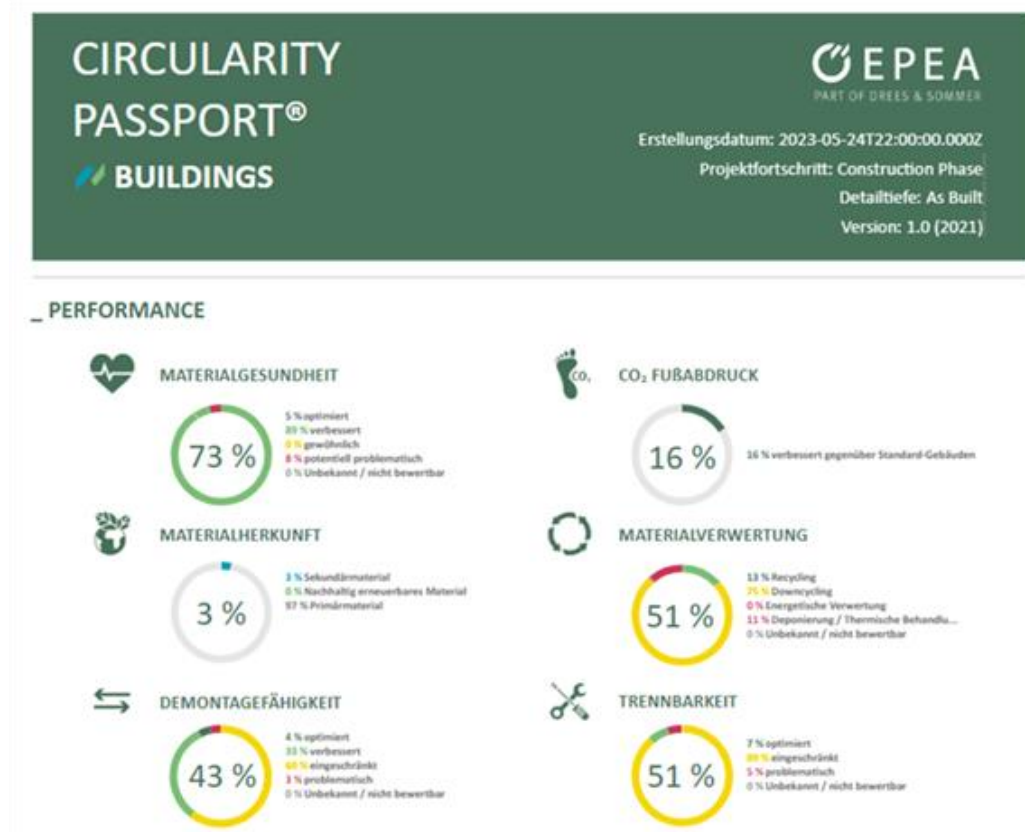


Abbildung 52: Exemplarischer Building Circularity Passport (eigene Darstellung)

ENERGIE UND STOFFWECHSELKREISLÄUFE

Best Practise – Kreisarchiv Viersen

Das im Jahr 2022 fertiggestellte Kreisarchiv Viersen stellt ein Beispiel für nachhaltiges Bauen nach zirkulären Prinzipien dar. Das Gebäude wurde unter Berücksichtigung verschiedener ökologischer und ökonomischer Aspekte errichtet.

Ein besonderes Merkmal des Kreisarchivs stellt die nachhaltige Wahl von Materialien und Bauweise dar. Für die Errichtung des Bauwerks wurden beispielsweise Klinker aus regionalem Fabrikabbruch verwendet. Diese Materialwahl reduziert den ökologischen Fußabdruck und unterstützt die lokale Wirtschaft. Zudem sind die Holz- und Betonbauteile des Gebäudes vollständig rückbaubar, da sie mittels Schraubverbindungen montiert wurden. Dies ermöglicht eine einfache Demontage und vollständige Wiederverwendung der Materialien.

Damit dies zum Rückbauzeitpunkt realisiert werden kann, wurden alle im Bau verwendeten Materialien in einem Gebäuderessourcenpass erfasst. Dieser Pass dokumentiert die Herkunft und Eigenschaften der Materialien, was Transparenz und Nachverfolgbarkeit gewährleistet. Mithilfe des Gebäuderessourcenpass konnten ebenfalls die Gesamtkosten des Kreisarchivs abgeschätzt werden. Die finalen Baukosten beliefen sich auf 16,6 Mio. €. Der geschätzte Restwert der verbauten Materialien beträgt 1,2 Mio. €. Zusätzlich konnten durch die energieeffiziente Bauweise Einsparungen von 3,4 Mio. € erzielt werden. Darüber hinaus werden im Zuge der Reduktion von Instandhaltungsmaßnahmen weitere Einsparungen i.H.v. 2,3 Mio. € gegenüber konventionellen Bauweisen erwartet. Ein weiterer finanzieller Vorteil ergibt sich durch die eingesparte CO₂-Steuer von rund 140.000 €. [Bergmann, 2023]

Dank des Erlasses „Neues Kommunales Finanzmanagement: Bilanzierung von Vermögensgegenständen des Anlagevermögens unter Berücksichtigung der zirkulären Wertschöpfung/Cradle-to-Cradle“ wird das Gebäude außerdem auf einen Restwert abgeschrieben. Die bei der Errichtung des Gebäudes angefallenen Anschaffungs-/Herstellungskosten konnten so um diesen Restwert gekürzt werden. [Bergmann, 2023]

Die Gegenüberstellung der Werte zeigt, dass die tatsächlichen Kosten für das neue Kreisarchiv sogar noch unter der ursprünglichen Gesamtschätzung von 2016 von 11,6 Mio. € liegen. [Bergmann, 2023]

Umsetzung und Auswirkungen verschiedener Ansätze

Wie im Vorgang bereits angedeutet, liegen Stellschrauben im Bereich von CE und Stoffkreisläufen zum einen in der Verwendung von Sekundär- anstelle von Primärmaterialien als auch in der Verwendung kreislauffähiger Bauprodukte. Die Beschaffung von Sekundärmaterialien umfasst dabei sowohl die Verwendung von Rezyklaten (bspw. RC-Beton) als auch von wieder- bzw. weiterverwendeten Bauprodukten. Letztere können bundesweit auf diversen Bauteilbörsen erworben werden. Daneben birgt die Verwendung kreislauffähiger Bauprodukte weiteres Potenzial. Damit möglichst hochwertige Anschlussnutzungen ermöglicht werden können, ist bereits in der Planungsphase insbesondere auf die Demontierbarkeit von Verbindungen zu achten. Ebenfalls nimmt die Materialqualität bzw. -gesundheit eine zentrale Rolle ein. Schadstoff- und emissionsreiche Materialien eignen sich i.d.R. nicht für eine Wieder- bzw. Weiterverwendung von Produkten. Falls Wieder- oder Weiterverwendung nicht erreicht werden können, ist für ein hochwertiges Recycling zumindest die sortenreine Trennung von Materialien zu gewährleisten.

ENERGIE UND STOFFWECHSELKREISLÄUFE

Weitere Vorteile ergeben sich in der Nutzungsphase. Durch das Schaffen leichter Zugänglichkeit von Installationen können Wartungs- oder Austauscharbeiten zielgerichtet mit minimalem Arbeits- und Kostenaufwand durchgeführt werden. Demontierbare Verbindungen spielen hierbei ebenfalls eine zentrale Rolle, um idealerweise keine noch funktionsfähigen Bauteile beschädigen zu müssen.

Eine zusätzliche Möglichkeit besteht in der Nutzung von Potenzialen industrieller Symbiosen. Ein Beispiel stellt das Projekt »IS2H4C« dar. In diesem werden an vier Standorten in Europa solche Industriehubs entwickelt. Beispielsweise sollen im türkischen Industriehub grüner Wasserstoff durch Elektrolyse unter Verwendung erneuerbarer Energien hergestellt werden und die Abscheidung von Kohlendioxid aus der Öltraffinerie durch Kohlenstoffabscheidung mittels Adsorption stattfinden. Der grüne Wasserstoff sowie das abgeschiedene Kohlendioxid sollen dann zur Herstellung von Öko-Methanol verwendet werden. Das abgeschiedene Kohlendioxid wiederum kommt zur Herstellung von isocyanatfreiem Polyurethan zum Einsatz, einer umweltfreundlicheren Alternative zu herkömmlichem Polyurethan. Die Nutzung industrieller Symbiosen erfordert eine konkrete Abstimmung der im Industriegebiet beheimateten Technologien. [EEIP, 2014]

Empfehlungen für das Industriegebiet Elsbachtal

Die kreislaufgerechte Gestaltung der Gebäude des Industriegebiets Elsbachtal erfordert eine sorgfältige Planung und Umsetzung verschiedener Maßnahmen, um Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz zu gewährleisten. Für das Industriegebiet Elsbachtal wurden folgende Empfehlungen identifiziert.

Allgemeine Planungstechnische Aspekte:

- Integration von Anforderungen an die Demontierbarkeit von Verbindungen in die Ausschreibung
- Integration von Anforderungen an den Einsatz von Sekundärrohstoffen in die Ausschreibung
- Integration von Anforderungen an die Wiederverwendung von Bauteilen in die Ausschreibung
- Abstimmung von Nutzungsdauern benachbarter Baustoffe, sodass bei Sanierungen möglichst wenig intakte Baustoffe beschädigt werden müssen
- Nutzungsneutrale oder flexibel umnutzbare Gestaltung der Gebäude
- Reduktion von Schichtanzahlen auf ein Minimum
- Leichte Zugänglichkeit von Installationen zur Erleichterung von Wartungsarbeiten

Aspekte bei der Materialwahl:

- Verfügbarkeit von Sekundärmaterialien prüfen (bspw. RC-Beton)
- Verfügbarkeit von Sekundärprodukten prüfen (bspw. über Bauteilbörsen)
- Überprüfung bevorstehender Rückbauten in der Region, aus denen Materialien entnommen werden könnten
- Materialien mit niedrigen Schadstoff- und Emissionsgehalten sind aus gesundheitstechnischen Gründen zu bevorzugen. Ebenso, um den Anforderungen bei Wieder- oder Weiterverwendung der Produkte zum Rückbauzeitpunkt gerecht zu werden
- Vermeidung von Materialien mit Eigenschaften, die eine hochwertige Wiederverwertung beeinträchtigen (bspw. Gips)
- Berücksichtigung bei Planung und Auswahl von Fabrikaten, ob bestimmte Bauteile oder Materialien von Herstellern bereits wiederverwendet angeboten werden oder



ENERGIE UND STOFFWECHSELKREISLÄUFE

ob Hersteller wiederverwendete Bauteile aufbereiten und die Gewährleistung für diese Bauteile wiederherstellen. Alternativ können ebenfalls Mietmodelle geprüft werden (Product-as-a-service)

- Verwendung vorgefertigter Bauteile sowie standardisierter, serieller Formate zur Steigerung der Wahrscheinlichkeit einer Wieder- oder Weiterverwendung

Mehrwerte Gebäuderessourcenpass:

- Transparenz am Markt zum Thema Kreislauffähigkeit
- Sichtbarkeit der Mehrwerte der eigenen Planung
- Datengrundlage für Rohstoffrestwerte
- Zukünftige Veränderung der Gesetzeslage in Deutschland
- Finanzierungs- und Förderungsvorteile können erzielt werden
- Produktverortung im Projekt
- Aufzeigen von Potenzialen für die Anschlussnutzung und des optimierten Umgangs mit Materialien
- Datengrundlage Facilitymanagement
- Synergieeffekte nachhaltiges Bauen

5.6 REGENWASSERNUTZUNG/SCHWAMMSTADT

Das Thema Regenwasser stellt in der Entwicklung von Gewerbegebieten ein wichtigen Baustein dar, insbesondere im Kontext des Klimawandels und der notwendigen Anpassung an seine Folgen. Stärkere und häufigere Niederschläge stellen eine Herausforderung für die Entwässerungssysteme dar und erfordern eine vorausschauende Konzipierung und Planung. Eine klimaangepasste Regenwasserbewirtschaftung kann dabei nicht nur helfen Überflutungen und Schäden durch Starkregen zu verhindern, sondern auch die Wasserqualität zu erhalten und lokale Klimateffekte, wie die Erwärmung, zu mildern. Eine innovative Planung für das Industriegebiet Elsbachtal steigert die Funktionalität des Gebiets und erlaubt darüber hinaus die Nutzung praktischer Mehrwerte.

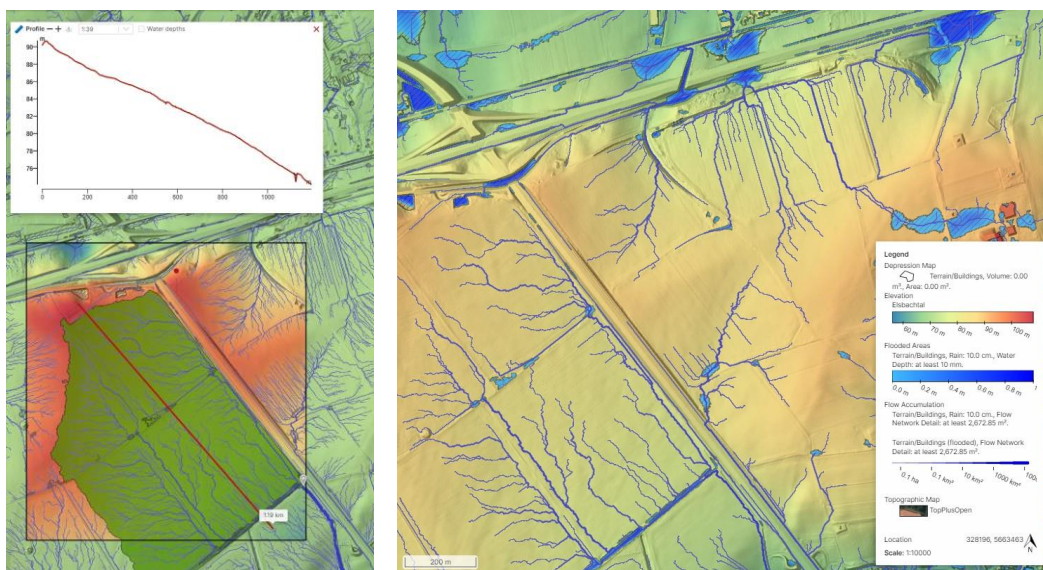


Abbildung 53: Topografie und Fließwege innerhalb des Planungsgebiets für das Industriegebiet Elsbachtal (Eigene Darstellung auf Basis Geodaten GeoBasis NRW Stand 08.07.2024)

Das Planungsgebiet für das Industriegebiet Elsbachtal liegt auf Höhen zwischen 75 m und 91 m über N.N. Das Gelände fällt von Nord-Westen nach Süd-Osten ab und umfasst das Einzugsgebiet zweier Abflüsse (Abbildung 53). Die angehobene Lage der A540 stellt eine lokale Wasserscheide dar. Niederschläge aus dem Gelände sammeln sich südlich der Planungsfläche und fließen in Richtung Südwesten ab. Im Planungsgebiet liegen keine offenen Gewässer.

Dichte Bebauung und grau versiegelte Böden, wie sie durch die Bebauung neuer Flächen häufig entstehen, verstärken Effekte des Klimawandels: Insbesondere undurchlässige und dunkle, wie z.B. asphaltierte Flächen speichern Wärme und führen zur Bildung von Hotspots lokaler Hitzebelastung. Sind weniger durchlässige Oberflächen vorhanden, versickert auch weniger Regenwasser im Boden. Insbesondere bei Starkregenereignissen sind die Abwassersysteme überlastet und entsprechend kommen urbane Überflutungen häufig vor (Becker, 2019).

Das sogenannte „Schwammstadt-Prinzip“ reduziert oder ersetzt die Abführung von Regenwasser durch lokale Speicherung und Versickerung. Wie ein Schwamm können Retentions- und Grünflächen Wasser während starker Niederschläge aufnehmen und dieses wieder abgeben, wenn es z.B. in Trockenphasen benötigt wird. Das Wasser wird zur



REGENWASSERNUTZUNG/SCHWAMMSTADT

Produktion von Verdunstungskälte genutzt, indem vor allem Grünflächen mit einer hohen Verdunstung (Evapotranspiration) geschaffen werden. Temporär geflutete Retentionsflächen, „Spongeparks“, die Wasser zwischenspeichern, zusätzliche Pflanzflächen und kaskadenartige Wasserrückhaltung sind Beispiele für effektive Maßnahmen (Becker, 2019).

Empfehlungen für BA 1

Der bisherige Entwurf stellt ein klassisch geplantes Entwässerungssystem dar: Es werden Rohrleitungen und eine zentrale Retention verwendet. Die Entwässerung findet über ein Trennsystem bzw. eine Trennkanalisation statt – Regenwasser und Schmutz- bzw. Schwarzwasser inklusive industrieller Abwässer werden separat abgeführt. Die getrennte Ableitung ist grundsätzlich nicht negativ zu bewerten: Eine Überlastung bei Starkregenereignissen wird vermieden und Not-Abführungen von Schmutz- und Regenwasser unter Umweltbelastung sind ausgeschlossen. Aber: Eine Anwendung des Schwammstadt-Prinzips findet nach aktuellem Planstand nicht statt. Statt einer oberirdischen Wasserführung stützt sich das Regenwassermanagement auf unterirdische Ableitung und Kanalisierung, was in einigen Punkten nicht dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Vorteile durch lokale Versickerung und Speicherung werden so nicht oder nur minimal genutzt.

Eine an das Schwammstadt-Prinzip angepasste Planung entspricht grundsätzlich auch Empfehlungen führender Fachverbände: Nach der Empfehlung der deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA A102 wird eine Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt angestrebt. Die Empfehlung der DWA gibt praxisnahe Richtlinien und technische Vorgaben, wie Regenwasser in Siedlungs- und Gewerbegebieten nachhaltig behandelt und geführt werden kann.

Es gilt die übergeordnete Zielsetzung einer Abweichung zum natürlichen Wasserhaushalt von unter 10 %. Basis der Empfehlungen ist, die Belastung von Gewässern durch Verschmutzung zu reduzieren und gleichzeitig Überflutungen zu verhindern, indem das Regenwasser effizient, schadlos und schonend gehandhabt wird. Erfahrungsgemäß ist dieses Ziel ohne eine integrierte Regenwasserbewirtschaftung in den Grünflächen nur schwer zu erreichen, insbesondere bei hohen Versiegelungsgraden. Daher ist es sowohl wasserhaushaltstechnisch, mikroklimatisch als auch wirtschaftlich sowie mit Hinblick auf die Aufenthaltsqualität sinnvoll, die Entwässerung oberirdisch zu führen.

Die Bestands-Topographie mit ihren natürlichen Abflusswegen lässt erkennen, dass ein oberflächiges Regenwassermanagement im bestehenden Entwurf grundsätzlich integrierbar ist. Eine Abänderung der Bestandsplanung wäre zur Zielerreichung nicht notwendig: Maßnahmen für ein nachhaltiges, klimaangepasstes und kostengünstiges Regenwassermanagement können innerhalb der vorgesehenen Flächenverteilung und Gebäudeverortung realisiert werden. Im Folgenden werden daher Maßnahmen empfohlen, die unter geringem Aufwand größtmögliche positive Mehrwerte für das Industriegebiet Elsbachtal schaffen und punktuell in die bestehende Planung integriert werden können.

REGENWASSERNUTZUNG/SCHWAMMSTADT

Umsetzungs-Empfehlungen

Im ersten Bauabschnitt des Industriegebiets Elsbachtal ergeben sich die **folgenden grundsätzliche Umsetzungsempfehlungen**:

- **Wasserführung:** Die Wasserführung könnte oberirdisch gemäß der aktuellen Bestands-Topographie über großflächige Mulden mit ca. 1 % Gefälle erfolgen. Diese Mulden sollten mit biodiverser, klimaangepasster Bepflanzung versehen werden.
- **Rückhaltung:** Straßen und Wegekrenzungen können über Verdohlungen, das heißt Untertunnelungen der Verkehrsfläche zur Schaffung von flutbaren Hohlräumen, als Drosselbausteine zur Aktivierung von Rückhalteflächen eingesetzt werden.
- **Ableitung:** Regenwasser aus dem Industriegebiet könnte über einen zentral gedrosselten Ablauf in Süd-Ost-Richtung geleitet werden. Der Ablauf erfolgt in Richtung der Fläche des Regenrückhaltebeckens.
- **Verdunstung:** Zur Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt ist insbesondere der Anteil Verdunstung auf das möglichste zu erhöhen. Hierfür sind Gebäudebegrünung, minimale Versiegelung und gezielter Dauereinstau von Bspw. <5cm in den Retentionsmulden zu berücksichtigen.
- **Sensorik:** Innerhalb einer Digitalisierungsstrategie des Industriegebiets kann Mess-Sensorik für eine gezielte und wirtschaftliche Bewässerung und Pflege integriert werden. Auch der quantitative Nachweis für ein nachhaltiges Wassermanagement wird dadurch vereinfacht und ermöglicht



Abbildung 54 Verortung verschiedener Umsetzung-Empfehlungen im Planungsgebiet: Grünmulden zur Abführung (1), Verdohlung (2), Rückhalteflächen (3), Oberflächige Ableitung (4) und Wassergarten (5) (Stimson, 2024; Mikkel, 2019; AxelHH, 2024; Bilddatenbank Drees & Sommer, eigene Aufnahme Drees & Sommer).

Möglichkeiten der Verortung von integrierten Maßnahmen im Planungsgebiet zeigt Abbildung 54: Mit grünflächigen Mulden, Rückhalteflächen, Verdohlungen und offenen Abläufen auf Verkehrswegen wird die Ableitung von Regenwasser in die gesamte Fläche des Industriegebiets Elsbachtal integriert. Abstandsflächen und Seitenstreifen nehmen die Regenwasser-Infrastruktur innerhalb der bestehenden Planung auf. Es ergibt sich eine gebietsübergreifende, blau-grüne Infrastruktur. Regenwasser wird nicht „nur“ abgeleitet, sondern in den Außenanlagen gezielt bewirtschaftet.

REGENWASSERNUTZUNG/SCHWAMMSTADT

Durch eine Umsetzung der vorgeschlagenen Empfehlungen wird eine kosteneffiziente und nachhaltige Lösung zur Entwässerung möglich, welche die Investitionen sichtbar macht und in Qualitäten an der Oberfläche umwandelt, statt „Geld zu vergraben“. Naturnah umgesetzt, sind die Maßnahmen z.B. über das KfW-Umweltprogramm (KfW-Kredite 240 und 241) mit 40 bis 60 % förderbar. Für die öffentlichen Räume existieren sogar Förderungen mit teils 90 % der Investitionskosten.

Die oberirdische Wasserführung kann zu Einsparungen im Vergleich mit einer Regenwasserkanalisation führen. Ökosystemdienstleistungen gewinnen bereits an Bedeutung und werden perspektivisch einen erhöhten Stellenwert erhalten. Gleichzeitig fördert die Umsetzung den lokalen Wasserhaushalt und wertet das Planungsgebiet ökologisch und ästhetisch auf. Es ergeben sich deutliche Verbesserungen für die Aufenthaltsqualität und Biodiversität des Industriegebiets Elsbachtal sowie für den natürlichen Wasserhaushalt.

Die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung ist bereits seit mehreren Jahren als Stand der Technik anzusehen und insbesondere hinsichtlich der notwendigen Maßnahmen zur Klimaanpassung einer der elementaren Bausteine, um dem sich ändernden Klima entgegenzuwirken und resiliente Quartiere- und Industriestandorte zu erschaffen. Auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene wurde dies bereits anerkannt, es existieren zahlreiche Regelwerke, Richtlinien, Praxisleitfäden und Informationsmaterialien welche in Anhang 2 zu finden sind.

Hinweise und Ausschlussgründe seitens des Flächeneigentümers RWE: für den BA 1

Drees & Sommer wurde im Rahmen der Erarbeitung der Konzeptstudie durch die Wirtschaftsörderungen, den Städten sowie RWE mitgeteilt, dass es sich bei dem Boden um aufgeschüttetes Erdreich handelt. Laut Aussagen der Städte, der Wirtschaftsförderung sowie RWE sei damit eine Versickerungsfähigkeit nicht garantiert und eine oberflächliche Versickerung der Niederschlagswässer würde die Tragfähigkeit des Bodens gefährden. Daher hat die Eigentümerin der Flächen im Elsbachtal West eine Niederschlagswasserbeseitigung abgelehnt.

Der Prüfung der Hinweise des Flächeneigentümers sowie die Prüfung der Beschaffenheit des Untergrundes war nicht Teil der hier erarbeiteten Machbarkeitsstudie. Falls noch nicht erfolgt, könnte durch ein Bodengutachten die Belastbarkeit und die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes geprüft werden.

Empfehlungen für BA2

Für den zweiten Bauabschnitt ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

Es wird eine frühzeitige Erstellung eines **Konzeptes zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung** empfohlen. Diese sollte auf Basis folgender Grundlagen erstellt werden:

- **Analyse Geländetopografie inklusive der Unterlieger:** Höhenverteilung, Fließwege und Einzugsgebiete sowie deren Verhältnis zu tiefer liegenden Nachbarflächen.
- **Berücksichtigung der Bodenverhältnisse am Planungsstandort:** Versickerungsfähigkeit des Bodens, bestehende geologische Gutachten, Grundwasserspiegel und Grundwasserströmungen sowie Schadstoffe und Bodenschutz.

REGENWASSERNUTZUNG/SCHWAMMSTADT

- **Identifikation der für das Planungsgebiet relevanten Einleitpunkte:** Abflusswege der Einzugsgebiete sowie Übergänge zu angrenzenden Gewässern. Bezüge der Einleitpunkte zu den Einzugsgebieten.
- **Analyse und Berücksichtigung der Flächenverhältnisse:** Verteilung verschiedener Retentions- und Versickerungsverhältnisse sowie Verortung zukünftiger Verkehrs- und Gebäudeflächen.

Es wird eine frühzeitige **Ziel- und Festsetzung** von Flächenanteilen für **Gebäudebegrünung** empfohlen. Durch Bäume, Hecken und begrünte Oberflächen ergeben sich zusätzliche Verschattung und Kühleffekte für das Industriegebiet und seine zukünftige Nutzung. Entsiegelte Flächen ermöglichen Versickerung und fördern den natürlichen Wasserkreislauf zusätzlich. Die Oberflächentemperatur im Sommer wird reduziert, wodurch sich eine Verbesserung des Mikroklimas einstellt. Die Begrünung sorgt zusätzlich für Luftreinhaltung und Lärmreduzierung.

Weiterhin wird eine **frühzeitige Risikoanalyse** zur Überflutungsvorsorge empfohlen. Die Gefährdung des Industriegebiets Elsbachtal selbst, als auch Folgegefährdungen insbesondere für Unterlieger wie Gierath und Anlieger des Jüchener Bachs sind dabei besonders zu berücksichtigen. Besondere Relevanz erhält dieser Arbeitsschritt durch die Lage des Planungsgebiets: Das Gelände liegt auf der Wasserscheide und entwässert in Richtung Norden. Eine Bebauung und (Teil-) Versiegelung der Fläche führt zu höheren Abflussbeiwerten. In der Folge sind steigend Kosten durch die Einleitgebühren zu erwarten. Dadurch ist eine dezentrale Rückhaltung zugleich erforderlich und empfohlen.

Auch empfohlen wird eine Gebietsübergreifende Betrachtung von Brauchwassernutzungssystemen, welche insbesondere bei Gewerbe mit höheren Wasser- und Kühlbedarfen eine entscheidende Rolle für die Betriebskosten und langfristige Attraktivität des Standorts spielen kann.

BIODIVERSITÄT

5.7 BIODIVERSITÄT

Seit Jahrzehnten nimmt die biologische Vielfalt weltweit ab. Zwischen 1970 und 2016 ging die Biodiversität um rund 68 % zurück. Die Auswirkungen sind massiv – ökologisch und ökonomisch. Rund 125 Billionen USD Wert stellen die Dienstleistungen von Tier- und Pflanzenarten jährlich bereit – doppelt so viel wie das globale BIP. In Deutschland zeichnen sich gerade in den letzten Jahren starke Einbrüche in der lokalen Artenvielfalt ab.

Nationale und internationale Strategien, ESG-Richtlinien und Fördervorgaben legen daher einen immer größeren Fokus auf die Einbindung von Biodiversitätsförderung in Bauvorhaben. Auch an einem Industriestandort wie der geplanten Neuentwicklung im Elsbachtal sprechen viele Gründe für eine Planung, die die biologische Vielfalt mit berücksichtigt und zum Vorteil des Standort nutzt:

- **Aufwertung:** Biodiversität am Standort erhöht die Arbeits- und Aufenthaltsqualität auf dem Gelände.
- **Funktionalität:** Vegetation und Bepflanzung können als funktionale Elemente für Klimaregulation, Verschattung oder für Wasserrückhalt genutzt werden.
- **Kostensparnis:** Grüne Infrastruktur für Versickerung, Wasserrückhalt und Kühlung ist meist kostengünstiger und weniger störungsanfällig als technische, sogenannte „graue“ Infrastruktur. Bei niedrigerem Aufwand können größere, lang anhaltende Effekte erzielt werden.
- **Förderungen:** Eine biodiversitätsfördernde Planung am Industriestandort wird gefördert: Mit dem KfW-Umweltprogramm (240/241), Förderungen der Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG), oder Landesprogrammen für Biodiversität lassen sich Vorhaben kostengünstig umsetzen.
- **ESG-Regelungen:** Erfüllung des Ziels 6 der EU-Taxonomie für nachhaltige Investitionen („Erhalt oder Wiederherstellung von Ökosystemen, Habitaten oder Populationen“).
- **Nachhaltigkeitszertifizierung:** Wird eine Zertifizierung z. B. nach DGNB-Standard angestrebt, lassen sich bis zu 110 Punkte als Beitrag für einen hohen Erreichungsgrad erzielen.

Die Förderung der Biodiversität in Freiräumen ist wesentlich für die langfristige Erhaltung der lokalen Artenvielfalt, erhöht die Arbeits- und Aufenthaltsqualität und bietet funktionale Vorteile wie Klimaregulierung und Wasserrückhalt. Selbst kleine Flächen können durch biodiversitätsfördernde Gestaltung und Vernetzung mit anderen Grünflächen einen großen Beitrag leisten. Biodiversitätsmaßnahmen werden durch verschiedene Programme gefördert, sind Bestandteil von Nachhaltigkeitszertifizierungen und tragen zur Erreichung der ESG-Ziele bei.

Aktionsfeld Freiflächen – Planungshinweise für Grünstreifen und Abstandflächen

Im Planungsgebiet des entstehenden Industriestandorts Elsbachtal sind Frei- und Abstandflächen fester Teil einer normgerechten Planung. Die klimaangepasste Entwässerungs-Planung sieht bereits Rückhalteflächen, Sicker- und Retentionsbereiche sowie eine Entwässerungsstruktur vor. Zwischen Gebäuden, Zufahrtswegen und Arbeitsflächen werden daher zahlreiche Randstreifen und Grünflächen entstehen. Durch einfache Anpassungen lassen sich diese zur Förderung der lokalen Artenvielfalt nutzen. Es entstehen Lebensräume für Insekten, Vögel und Kleintiere, während der Industriestandort in seiner Form und Funktionalität nicht eingeschränkt wird. Für eine biodiversitätsfördernde Planung können hierzu die folgenden Hinweise beachtet werden:

BIODIVERSITÄT

- **Vegetationskonzept:** Für Rasenflächen, Hecken, Gehölze und Bäume wird ausschließlich heimisches und standortangepasstes Pflanz- und Saatgut verwendet. Eine vielfältige und artenreiche Mischung führt zu besonders starken, positiven Effekten.
- **Vegetative Vielfalt:** Statt ausschließlich Rasenflächen zu schaffen, können auch kleine Grünstreifen und Freiflächen mit Sträuchern, Bäumen und Gehölzen bepflanzt werden. Eine Gestaltung mit verschiedenen vegetationsschichten schafft einen grünen, abwechslungsreichen und vielfältigen Industriepark.
- **Wasser- und Retentionsstrukturen:** Eingeplante Entwässerungsgräben und Rückhaltebecken können als temporäre Wasserflächen wertvolle Lebensräume für Amphibien und Insekten schaffen. Eine Bepflanzung mit Feuchtvegetation schafft ein attraktives Bild, stabilisiert die Strukturen und kann Giftstoffe und Verunreinigungen abbauen.
- **Strukturelemente:** Ist ausreichend Platz vorhanden, können einfache Strukturelemente in Freiflächen integriert werden. Totholz, Sandflächen oder Lesesteinhaufen bieten Wildbienen Brutflächen und sind Rückzugsort für Amphibien und Kleinsäuger. Bei niedrigem Kostenaufwand können wertvolle Mikrohabitate entstehen.



Abbildung 55 Biodiversitätsbausteine im Aktionsfeld Freiflächen: Attraktive Sitz- und Aufenthaltsbereiche (1), Naturnahe Wasserflächen (2), Biodiversitäts- und Rückzugsräume (3), Regionale Blühflächen (4) (Davies, 2020; Stark, 2019, Creative Commons via Pixabay)

Die Maßnahmenvorschläge zur Integration der Biodiversität in die Freiflächen sollten kreativ sein und auch auf kleinen Flächen, wie z. B. Verkehrsinseln oder Randstreifen, die zunächst nicht relevant erscheinen, berücksichtigt werden. Die Vorgaben sollten insbesondere in BA2 flächendeckend und in Synergie mit den Maßnahmen zur naturnahen Entwässerung umgesetzt werden. Um die Artenvielfalt langfristig zu stärken, ist eine Durchgängigkeit und Vernetzung der einzelnen Flächen notwendig. Hier kann als Richtwert mit einem Abstand von ca. 150 m zwischen den sogenannten Trittsteinbiotopen gerechnet werden.

BIODIVERSITÄT

Aktionsfeld Dachflächen – Planungshinweise für Gebäudedächer

Begrünte Dächer leisten je nach Installation und Gestaltung unterschiedlich große Beiträge zur lokalen Biodiversität. Richtig angelegt, bieten sie Insekten und Vögeln ein Zuhause und können zwischen 100 und 150l pro m³ Wasser zurückhalten. Werden Gründächer mit ausreichender Dicke angelegt, können sie Heizkosten darunterliegender Räume um 6 bis 10 % reduzieren. Bei niedriger Substratdicke, artenarmer Bepflanzung oder ohne anreichernde Strukturelemente leisten sie jedoch kaum positive Effekte. Viele Gründächer werden mit einfachen Sedum-Armmischungen bepflanzt, die weder Klima regulieren noch Habitate für Wildbienen, Käfer, Vögel oder Bodentiere bieten.

Durch die Festlegung von Rahmenbedingungen für die Tragwerksplanung der Gebäude und Ausgestaltung der Dachflächen, kann eine Maximierung der positiven Effekte sichergestellt werden:

- **Substrathöhe und Dachlast:** Für einen artenreichen Bewuchs mit hoher Vielfalt sollten Gründächer mit einer Substrathöhe von mindestens 12 cm geplant werden. Dies entspricht einem wassergesättigten Gewicht von 130-150kg/m². Insbesondere in Randbereichen mit höherer Traglast können zusätzliche Biodiversitätsbausteine eingebracht werden.
- **Einbringung einfacherer Strukturen:** Bereiche mit höherer Substratauflage, Sandflächen, kleinen Steinhaufen oder Totholzhaufen werden auf Teilflächen des Gründachs eingebaut und schaffen deutliche Verbesserungen für die lokale Biodiversität. Idealerweise sollten 20 % der Dachfläche mit Biodiversitätsbausteinen belegt sein.
- **Artenreiche Gestaltung:** Statt eines Sedum-Moos-Gründachs wird eine artenreiche heimische Saatmischung mit Kräutern, Gräsern und Wildstauden verwendet.
- **Aufgeständerte Solarflächen:** Solarpaneele können auf 20 – 25 cm Höhe aufgeständert werden. Es bildet sich ein vielfältiges Artenmosaik zwischen verschatteten und besonnten Teilflächen unter den PV-Paneelen.



Abbildung 56 Biodiversitätsbausteine im Aktionsfeld Dachflächen: Solargründach, Wasserdach, Biodiversitätsdach (Hofstetter, 2023; BauderAG, 2024; Verein Dachbegrünung, 2022).

Die Integration von Biodiversität durch die Dachflächen ist insbesondere im BA1 geeignet und sollte, sofern möglich, in vollem Umfang durch Einfach-Intensive oder -Extensive

BIODIVERSITÄT

Dachbegrünung mit Anhögelungen in Kombination mit Biodiversitätsbausteinen sowie Solarmodulen umgesetzt werden.

Für die Sicherstellung der Umsetzung wird empfohlen, Vorgaben zur Dachbegrünung (bspw. Fläche, Substratstärke, etc.) durch Planungsinstrumente wie den B-Plan zu integrieren. Es wird empfohlen mindestens 50 %, im besten Fall 70 % der verfügbaren Dachfläche für Begrünung durch ein Biodiversitätsdach mit einer durchschnittlichen Substratstärke von 12 cm vorzusehen. Zur Sicherstellung einer langfristigen Steigerung der Artenvielfalt und Optimierung der Klimaanpassung, ist die Berücksichtigung von standortangepassten Pflanzen sowie eine angepasste Pflege essentiell.

Aktionsfeld Tierfallen – Planungshinweise zum Schutz lokaler Tierarten

Gerade Industrieflächen bieten zahlreiche Gefährdungspotenziale für dort lebende Tierarten. Eine Planung unter Berücksichtigung dort lebender Arten kann Gebäude und Infrastruktur vor unerwünschtem Eindringen schützen und verhindert, dass Tiere eingeschlossen werden oder durch Barrieren, Störfaktoren oder mögliche Tierfallen zu Schaden kommen. Hierzu sind vor allem die Beleuchtung, Entwässerungssysteme sowie Glasflächen der Gebäude zu bewerten. Die Erstellung eines gezielten Konzepts zur Reduktion von Störfaktoren oder eine Bewertung der Planung für den Industriestandort durch eine Fachstelle wird empfohlen.

Mögliche Maßnahmen umfassen:

- **Vogelschutzverglasung:** Vogelschlag an verglasten Fassadenflächen kann durch eine einfache Vogelschutzverglasung vermieden werden.
- **Wasserschächte absichern:** Wasserschächte und Gullys ziehen durch Feuchtigkeit Kleintiere und Amphibien an, bieten aber oft keinen Weg zum Verlassen. Durch Froschklappen, Lochbleche oder Terramatten können Eingänge versperrt oder Möglichkeiten zum Verlassen der Strukturen geschaffen werden.
- **Artenschutzfreundliche Beleuchtung:** Durch Auswahl geeigneter Leuchtmittel, Dimmen und Abschalten während Ruhezeiten werden Insektenfallen vermieden und Dunkelkorridore für Fledermäuse geschaffen.
- **Einschlussgefahr:** Gebäude und Werkhallen sind gegen unerwünschtes Eindringen von Tieren gesichert oder bieten Fluchtmöglichkeiten nach Einschluss.
- **Evaluation:** Eine Untersuchung möglicher, bisher unbeachteter Risikofaktoren nach Fertigstellung des Gebiets dient zur Erarbeitung von Gegenmaßnahmen.

BIODIVERSITÄT

Aktionsfeld angepasste Pflege – Planungshinweise für Instandhaltung und Wartung

Artenvielfalt am Standort und in der Umgebung kann neben gestalterischen Vorgaben auch durch die Festlegung bestimmter Pflegemaßnahmen gefördert werden. Vorgaben können in Pflegeverträgen mit Unternehmen für Gartenbau und Grünpflege festgesetzt werden und erfordern keine besonderen Zusatzkosten. Bei geringem Aufwand entstehen große, direkte Effekte.

Unabhängig von der Ausgestaltung des Standorts werden Rahmenregelungen empfohlen, die wissenschaftlichen Standards und den Vorgaben anerkannter Nachhaltigkeitszertifizierungen, wie dem System der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB), entsprechen:

- **Anlegen von „Biodiversitätszonen“:** Abstands- und Freiflächen zwischen Zufahrtswegen und Gebäuden werden als Bereiche mit jährlicher Mahd festgelegt. Eine Entfernung von Laub und Totholz findet hier nicht statt.
- **Verzicht auf torfhaltige Pflanzsubstrate:** Schäden an Feuchtgebieten durch Torfabbau werden direkt vermieden.
- **Entfernung invasiver Arten:** Invasive Arten, die die lokale Vegetation verdrängen, werden bei Pflegedurchgängen aktiv entfernt. Es werden keine invasiven Arten angepflanzt.
- **Kein Einsatz von Pestiziden und chemischen Düngemitteln:** Schäden an lokalen Insekten- und Vogelpopulationen sowie Boden und Grundwasser können komplett reduziert werden.
- **Berücksichtigung von Brutzeiten beim Gehölzschnitt:** Pflegeverträge schreiben eine Pflege von Büschen, Hecken und anderen Gehölzen vor, die Vögel während der Nistzeiten schont.
- **Abschnittsweise Mahd und angepasste Schnitthöhe:** Kleintiere und eine vielfältige Krautvegetation werden durch einen höheren Schnitt geschont.
- **Schaffung und Erhalt von Unterholz:** Sind auf dem Gelände Grünstreifen, Hecken oder Baumgruppen geplant, sollte das Wachstum von Unterbewuchs aktiv gefördert werden.

Die Hinweise und Maßnahmen zur Vermeidung von Tierfallen sowie der angepassten Pflege gelten flächenübergreifend für die Planung und Pflege der Grünflächen in BA1 und BA2.

BIODIVERSITÄT

Weitergehende Maßnahmen – Maximierung der positiven Effekte auf Artenvielfalt

Neben den aufgelisteten Maßnahmen können positive Effekte auf die lokale Artenvielfalt durch weitere, proaktive Fördermaßnahmen maximiert werden. Besonders die Schaffung weiterer, biodiversitätsfördernder Strukturen und einer besonders vielfältigen Vegetation kann hier für besonders positive Effekte sorgen. Die nachfolgenden Maßnahmen sollten, sofern möglich, insbesondere in die Konzeptionierung und Planung von BA2 einfließen.

Weitere Maßnahmen umfassen:

- **Fassadenbegrünung:** Eine einfache, bodengebundene Berankung von (Teil-) Fassadenflächen steigert die Attraktivität des Standorts und schafft kostengünstig Vorteile für Gebäude und Biodiversität. Mit bis zu 11°C reduzierter Außen- und 5°C reduzierter Innentemperatur im Sommer leistet Fassadenbegrünung große Beiträge zur Klimaanpassung des Standorts. Zudem fungieren die Pflanzen als Feinstaubfilter und verbessern dadurch die Luftqualität.
- **Biodiversitätsdach:** Intensiv begrünte Dachflächen bieten deutlich stärkere Effekte auf Klimaregulation, Wasserspeicherung und Biodiversitätsförderung als Alternativen mit geringerer Substratdicke und Vegetationsdichte. Eine Gestaltung mit Stauden und Sträuchern, besonders vielen Strukturelementen und einer hohen Substratdicke (>30cm) ist optional möglich.
- **Schaffung permanenter Wasserfläche(n):** Dauerhafte Wasserflächen bieten auch in Industrieflächen Lebensraum für eine deutlich höhere Zahl an Insekten und können auch Amphibien beherbergen. Sie kühlen die Umgebungsluft um circa 4°C ab. Ein auch dekorativ angelegter Teich kann zur weiteren Aufwertung der Fläche genutzt werden.
- **Biodiversitätsfördernde Strukturen:** Viele artspezifische Strukturen lassen sich auch ohne deutlichen Flächenverbrauch in eine Entwicklungsfläche integrieren. Vogelhäuser, Fledermauskästen, Schwalbentürme oder zusätzliche Totholz-, Sand- oder Steinstrukturen bieten ein dringend benötigtes Angebot an Brut- und Rückzugsorten.

Umsetzungshinweise bzw. weitestgehende Konzeptionshinweise :

Für eine konkrete Planung sollten die vorgeschlagenen Maßnahmen anhand einer detaillierteren Flächenplanung verortet werden. Die Beispielverortung der beiden Aktionsfelder Frei- und Dachflächen basiert auf dem aktuellen Planstand. Für spätere Phasen des Projekts wird eine Analyse bestehender ökologischer Korridore im Areal und in seiner Umgebung lebenden Arten empfohlen. Zudem ist eine Maßnahmenkombination aus Wasser-, Klima- und Biodiversität zu empfehlen. Durch die vielfachen Synergien der einzelnen Themen können Flächen multifunktional genutzt werden.

Darüber hinaus wird empfohlen, die Kriterien einer Nachhaltigkeitszertifizierung, z. B. der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), frühzeitig auf Quartiersebene zu integrieren. Je früher Nachhaltigkeitsaspekte in die Planung einfließen, desto kostengünstiger und erfolgreicher können sie in der späteren Bauphase umgesetzt werden.

6 ROLLEN UND KOOPERATIONSPARTNER

Dieses Kapitel beschreibt die wesentlichen Rollen im Projekt und mögliche Kooperationspartner, die für die Projektierung und den weiteren Verlauf der Planung und Umsetzung relevant sind. In Abbildung 57 sind die wesentlichen Kooperationspartner dargestellt.

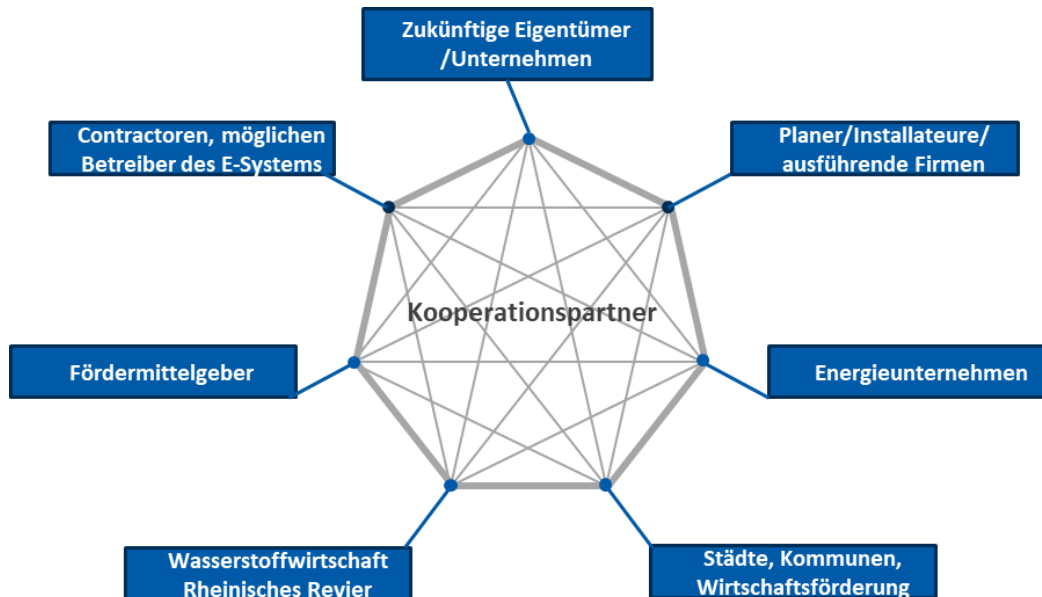


Abbildung 57 Kooperationspartner (Quelle: Eigene Darstellung)

Gemeinden Jüchen und Grevenbroich

Die designierte Fläche des Industriegebiets Elsbachtal befindet sich innerhalb der kommunalen Grenzen der Gemeinden Jüchen und Grevenbroich. Für den ersten Abschnitt westlich der B59 befindet sich derzeit bereits ein Bebauungsplan in Aufstellung. Die Aufstellung eines solchen B-Plans ist hierbei eine verfassungsrechtlich gesicherte, planungshoheitliche Aufgabe einer Gemeinde, welche nicht übertragen werden kann. Somit müssen insgesamt zwei Bebauungspläne aufgestellt werden, einer für den Abschnitt innerhalb der Gemeinde Jüchen und ein separater für die Gemeinde Grevenbroich. Entsprechend sind auch die Verfahren grundsätzlich voneinander zu trennen und es ist jeweils die Unterstützung beider Gemeinderäte erforderlich. Damit die planungshoheitliche Grenze hierbei letztendlich keinen Einfluss auf die Morphologie des Industriequartiers nimmt, sind folglich umfangreiche Abstimmungen unterschiedlichster Verwaltungseinheiten beider Gemeinden erforderlich, um einen Konsens in verschiedensten Belangen finden zu können.

Zudem werden aktuell durch die Städte Jüchen und Grevenbroich Kommunalen Wärmeplanungen durchgeführt. Im Zuge der Machbarkeitsstudie fand hierzu ein erster Abstimmungstermin statt. Nach ersten Aussagen des beauftragten Planungsbüros, wird das Industriegebiet Elsbachtal voraussichtlich nicht an ein überregionales Wärmenetz angebunden. Auf Grund aktueller Entwicklungen in Bezug auf die Ansiedelung zahlreicher Rechenzentren im Rheinischen Revier und damit einhergehender Abwärmepotentiale, sollte die Entwicklung der Wärmenetzplanung weiterhin beobachtet werden.

ROLLEN UND KOOPERATIONSPARTNER

Wirtschaftsförderungen Grevenbroich und Jüchen:

Neben vielfältiger anderer Aufgaben spielen die Wirtschaftsförderungen Grevenbroich und Jüchen eine zentrale Rolle dabei, die Flächen des Industrieparks Grevenbroich zu vermarkten und den Strukturwandel aktiv zu gestalten. Hierfür fanden bereits gemeinsam mit den Planungsämtern Jüchen und Grevenbroich im Rahmen der Erarbeitung der Machbarkeitsstudie entsprechende Abstimmungstermine und Workshops (sogenannte „Runde Tische“) statt, um die Anforderung und Wünsche der Unternehmen an das zukünftige Industriegebiet zu ermitteln. Daher spielen die Wirtschaftsförderungen in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Planungsämtern der Kommunen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung des Projektes und der Kommunikation und Überführung der innovativen Lösungsansätze auf den Industriepark Elsbachtal. [Stadt Grevenbroich, 2024; GFWS, 2024]

RWE Power AG

RWE spielt als Eigentümer der Fläche eine zentrale Rolle bei der Entwicklung des Industrieparks Elsbachtal. Gemeinsam mit den Städten Grevenbroich und Jüchen entwickelt RWE Power das interkommunale Gewerbe- und Industriegebiet.

RWE Power hat das Gebiet, das früher für den Braunkohleabbau genutzt wurde, rekultiviert und für die industrielle Nutzung vorbereitet. Hierbei hat RWE zusammen mit den Städten Grevenbroich und Jüchen einen städtebaulichen Vertrag unterzeichnet, der die Schritte zur Flächennutzungs- und Bebauungsplanung, Erschließung und Vermarktung regelt. Im Rahmen der Planung der innovativen Ansätze ist daher RWE im weiteren Verlauf der Projektentwicklung zu beteiligen, damit die Empfehlungen und zukünftige Planungsrandbedingungen mit dem Bebauungsplan und der Erschließung harmonisiert werden. [RWE Power AG, 2021]

Ansiedelnde Unternehmen/Zukünftige Eigentümer

Im Rahmen der Entwicklung des Industriegebietes sind die zukünftigen Unternehmen frühzeitig in die Planungsprozesse einzubeziehen, um sicherzustellen, dass ihre Bedürfnisse und Anforderungen berücksichtigt werden. Durch Workshops und Konsultationen können Unternehmen ihre Perspektiven und Vorschläge einbringen. Daher wurden bereits im Vorfeld und im Laufe des Projektes sogenannte „Runde Tische“ durch die Wirtschaftsförderung durchgeführt und entsprechende Anforderungen im Rahmen einer Datenabfrage ermittelt. Unternehmen sollten weiterhin bei der Planung und Finanzierung der notwendigen Infrastruktur, wie Straßen, Energieversorgung und Kommunikationsnetzen, beteiligt werden. Dies kann zu der Entwicklung nachhaltiger und innovativer Lösungen beitragen. Denkbar wäre beispielweise die Vernetzung der Unternehmen im Hinblick auf die Wärmeerzeugung und Stromerzeugung, sodass Überschussströme an benachbarte Unternehmen abgegeben werden und ein gemeinsames Wärmenetz entwickelt wird, um eine Abwärme an andere Unternehmen zu liefern.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass eine kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Kommunen, RWE und der Wirtschaftsförderung wichtig ist, um die Entwicklung des Industriegebiets erfolgreich zu gestalten. Durch eine umfassende Beteiligung können Unternehmen nicht nur ihre eigenen Interessen wahren, sondern auch zur nachhaltigen und erfolgreichen Entwicklung des gesamten Industriegebiets beitragen.

Netzbetreiber

ROLLEN UND KOOPERATIONSPARTNER

Bei Netzbetreibern wird grundlegend zwischen Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB) und Verteilungs- oder Versorgungsnetzbetreibern (VNB) unterschieden. Die Übertragungsnetzbetreiber betreiben die überregionalen Stromnetze und transportieren Strom auf Höchstspannungsebene (>220 kV) über längere Distanzen. Verteilungsnetzbetreiber sind für die regionalen und lokalen Netze zuständig. Sie verteilen den Strom auf Mittelspannungs- und Niederspannungsebene und gewährleisten den Anschluss der Verbrauchsstellen an das Netz. Jeder Verteilungsnetzbetreiber hat Konzessionen für bestimmte Gebiete. Damit haben sie in ihrem Versorgungsbereich eine natürliche Monopolstellung. Die für das Projekt relevanten Verteilungsnetzbetreiber sind die NEW-Netz GmbH und die Regio Netz GmbH. Die Versorgungsnetzbetreiber sind ebenso für die Integration von Erneuerbare-Energien-Anlagen in die Stromnetze verantwortlich. Sie müssen den Anschluss von z. B. PVA an das öffentliche Netz prüfen und genehmigen. Auf der anderen Seite sind sie jedoch auch verpflichtet den Strom abzunehmen und ggf. zu vergüten. Somit ist der Verteilungsnetzbetreiber ein unumgänglicher und wichtiger Partner in der Realisierung der PV-Anlagen.

Wasserstoffwirtschaft

Wie bereits im Kapitel 6.3.9 detailliert dargestellt, beteiligt sich der Rhein-Kreis Neuss aktiv am Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft. Zudem gibt es in der Region einige Bestrebungen H₂-Abnehmer und H₂-Erzeuger zu etablieren, jedoch nur wenige konkrete Projekte. Nach der Bedarfsanalyse der Unternehmen wurde deutlich, dass eine Wasserstoffherzeugung und -versorgung auch im Hinblick auf die Entwicklungszeiträume des Wasserstoffkernnetzes eher untergeordnet zu betrachten ist.

Für den Bauabschnitt wird empfohlen, Absprachen mit den Stakeholdern des Kernnetzes und des Verteilnetzes zu treffen, um eine mögliche Anbindung an das Kernnetz zu realisieren. Eine Vernetzung mit den regionalen Wasserstoffinitiativen und -aktivitäten ist ebenfalls wichtig, um Synergien zu nutzen und die Integration zu fördern.

Contractoren/Betreiber

Für den Betrieb des zentralen Lade Hubs, der PV-Anlagen sowie der Energiezentralen und Netzinfrastrukturen existieren zahlreiche Anbieter und Contractoren am Markt. Hierdurch können zum einen die Investitionskosten reduziert, als auch der Betrieb, Wartung und Instandhaltung durch einen externen Betreiber gewährleistet werden. Insbesondere im Hinblick auf die Beantragung von Fördermitteln für Investitionen in gemeinsame Infrastrukturen, erscheint die Einbindung von Betreibergesellschaften als zielführend und wird daher empfohlen. Hierdurch lässt sich die Gründung einer gemeinsamen Gesellschaft, insbesondere für die Wärmeversorgung, aus den anzusiedelnden Unternehmen vermeiden. Daher spielen Betreiber und Contractoren eine wichtige Rolle, um die innovativen Konzeptsätze umzusetzen.

ROLLEN UND KOOPERATIONSPARTNER

Planer, Installateure, ausführende Firmen

Planer sind Fachleute, die sich neben der Erstellung von Planunterlagen auch mit deren Umsetzung beschäftigen. Der Installateur ist derjenige, der die Planung umsetzt und das notwendige Material beschafft. Zur Stärkung der lokalen Wertschöpfung, könnte die Einbindung lokaler Unternehmen einen Mehrwert für das Projekt bringen. Im Zuge der Umsetzung könnten die Planungs- und Ausführungsleistungen regional ausgeschrieben werden, um lokale Anbieter zu unterstützen.

Finanzierende Stellen/ Fördermittelgeber

Fördermittelgeber sind Organisationen oder Institutionen, die finanzielle Unterstützung für bestimmte Projekte oder Programme bereitstellen. Um die Wirtschaftlichkeit im Projekt zu erhöhen, werden in Kapitel 7 verschiedenen Förderprogramme vorgestellt und entsprechend bewertet. Im Rahmen des Projektes sind Fördermittelgeber frühzeitig einzubinden und Anträge vor dem Maßnahmenbeginn zu beantragen, um einer entsprechenden Förderschädlichkeit entgegenzuwirken. Einige Fördermittelgeber bieten auch mehrstufige Verfahren an, in denen mit Antragstellung entsprechende Projektskizzen eingereicht und erstellt werden müssen. Hierunter fallen insbesondere die Förderprogramme im von Strukturwandel betroffenen Rheinischen Revier beispielsweise durch das Förderpaket Förderprogramm „Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten (STARK)“.

Zusätzlich ist auf das Programm „Stadtentwicklung für das Rheinische Revier der Zukunft (STEP RR)“ hinzuweisen, dass sich gezielt an Kommunen und regionale Akteure richtet, um im Rheinischen Revier eine nachhaltige und zukunftsorientierte Entwicklung zu fördern. Für den Neubau eines Industriegebiets können sich daraus insbesondere Fördermöglichkeiten für Infrastruktur-, Energieeffizienz- oder Mobilitätsmaßnahmen ergeben, die im Kontext einer ganzheitlichen Quartiers- oder Stadtentwicklung stehen.

STEP RR fördert Maßnahmen, die eine Transformation der Region im Sinne einer ressourcenschonenden und innovativen Strukturentwicklung vorantreiben. Darunter fallen neben klassischen städtebaulichen Aspekten auch Projekte, die die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit und die soziale Integration stärken. Aufgrund der oftmals mehrstufigen Beantragungsverfahren (etwa Projektskizzen oder Machbarkeitsstudien) empfiehlt sich eine frühzeitige Abstimmung mit den zuständigen Stellen des Landes Nordrhein-Westfalen, um den konkreten Förderbedarf zu ermitteln und Anträge rechtzeitig stellen zu können.

Für die Entwicklung des Wärmenetzes sei hier insbesondere auf das fördermittelgebende Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle hingewiesen, die bereits in frühen Phasen im Hinblick der Förderfähigkeit zu konsultieren sind. Hier sind bereits Fördermöglichkeiten im Rahmen der Planung von mindestens 50 % und der Ausführung von 40 % denkbar

Stromabnehmer/Verbraucher/Anbindung der Teilprojekte:

Wie in Kapitel 7.2 beschrieben wird, könnten die Teilprojekte als zukünftige Stromabnehmer bzw. Verbraucher fungieren. Um eine direkte Vermarktung bspw. über einen On-Site PPA zu gewährleisten, ist es sinnvoll zukünftige Abnehmer in die Konzeptentwicklung einzubinden. Eine gemeinsame (zeitliche) Entwicklung würde im Hinblick auf die Realisierbarkeit die Chancen erhöhen.



7 FÖRDERUNG UND BETREIBERMODELLE

7.1 ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Zur Ermittlung geeigneter Förderzugänge für das „Energiesystem Elsbachtal“ wurde eine Analyse potenzieller Förderprogramme durchgeführt. Dabei wurden relevante Fördermöglichkeiten des Landes Nordrhein-Westfalen, des Bundes und der Europäischen Union zusammengetragen und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Förderfähigkeit für die jeweiligen Konzeptvarianten einer groben qualitativen Erstbewertung unterzogen. Eine präzisere Einschätzung darüber, inwieweit diese Förderoptionen tatsächlich greifen, ist jedoch erst im weiteren Planungsverlauf möglich.

Neben Zuschüssen wurden auch zinsvergünstigte Kredite berücksichtigt. Die betrachteten Programme wurden im Hinblick auf Art des Fördergebers, Förderumfang, wesentliche Voraussetzungen und das eingeschätzte Förderpotenzial beurteilt. In Tabelle 16 sind sämtliche Förderprogramme aufgeführt, die sowohl für das Projekt „Energiesystem Elsbachtal“ als auch in Kombination mit den betrachteten Teilprojekten in Frage kommen können. Hierbei sind entsprechende Kummulierungsverbote und Kummulierungsvorgaben zu prüfen.

Um die Relevanz der einzelnen Programme zu bewerten, wurde die folgende Bewertungsskala verwendet:

Grün: Programme mit hoher Förderwahrscheinlichkeit

Gelb: Programme mit mittlerer Förderwahrscheinlichkeit

Rot: Programme mit geringer/keiner Förderwahrscheinlichkeit

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Tabelle 16 Förderpotenziale (Verlinkung zur Quelle)

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
KfW-Programm Erneuerbare Energien – Standard	KfW	Darlehen	Öffentliche Einrichtung, Privatperson, Unternehmen, Verband/Vereinigung	Gefördert werden Errichtung, Erweiterung und Erwerb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, einschließlich Wärmezeugung, Wärme-/Kältenetze und -speicher. Zudem werden Maßnahmen zur Flexibilisierung von Strom, Digitalisierung der Energiewende, Contracting-Vorhaben und Modernisierungen mit Leistungssteigerungen unterstützt.	Vorhaben muss mit Ausschlussliste der KfW Bankengruppe vereinbar sein. Vorhaben muss gesetzliche umwelt- und sozialrechtliche Standards befolgen. Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) müssen erfüllt sein. Bei Darlehensnutzung müssen natürliche Personen oder gemeinnützige Einrichtungen Strom teilw. einspeisen oder Wärme teilw. verkaufen.	bis zu 100 % der förderfähigen Kosten. Max. 150 Mio. € pro Vorhaben.	Hohe Förderwahrscheinlichkeit für EE-Anlagen und Wärme-/Kälte Netze und Speicher. Besonders interessant, falls ein Contracting-Modell für Wärme- oder PV-Anlagen gewählt wird.
NRW.BANK.Infrastrukturfinanzierungen	NRW. Bank	Darlehen	Öffentliche Einrichtung, Kommune, Unternehmen, Verband/Vereinigung	Die Förderung umfasst Unternehmens- und Projektfinanzierung für Investitionen in Umwelt-, Energie-, Verkehrs- und Soziale Infrastruktur, Bildung, öffentlich-private Partnerschaften, Rekommunalisierung sowie Verwaltungsgebäude und Betriebsmittel.	Der Unternehmenssitz oder Investitionsort muss in NRW liegen. Ausnahmen mit NRW-Bezug sind möglich. Das Vorhaben muss wirtschaftlich erfolgreich sein. Bei Konsortialfinanzierungen übernimmt die Hausbank die Führung. ESG-Fördervoraussetzungen müssen beachtet werden. Unternehmen in Schwierigkeiten sind ausgeschlossen.	Die Höhe des Darlehens beträgt je Vorhaben min. 5 Mio. €. Konsortialfinanzierungen Höhe der Beteiligung der NRW.BANK max. 50 % der Gesamtfinanzierung.	Förderungen für Investitionen in Energie- und Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen denkbar.
Bundesförderung effiziente Gebäude – Klimafreundlicher Neubau (KFN) – Nichtwohngebäude	KfW	Darlehen	Unternehmen, Privatperson, Verband/Vereinigung, Öffentliche Einrichtung	Bauwerkskosten, Kosten für Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen einschließlich Dienstleistungen für Lebenszyklusanalyse oder Nachhaltigkeitszertifizierung und Eigenleistungen.	Der Ersterwerb muss innerhalb von 12 Monaten nach Bauabnahme erfolgen. Das Vorhaben muss in Deutschland stattfinden, Standards erfüllen und das Gebäude 10 Jahre zweckgebunden genutzt werden. Ein Energieeffizienz-Experte sowie für die QNG-Stufe ein QNG-Berater und eine Zertifizierungsstelle sind erforderlich.	Max. 100 % ihrer förderfähigen Kosten, max. jedoch Stufe „klimafreundliches NWG“ 2.000 € pro m ² NGF, max. 10 Mio. € pro Vorhaben, Stufe „mit QNG“ 3.000 € pro m ² NGF, max. 15 Mio. € pro Vorhaben.	Förderungen von Bauwerkskosten und Kosten für Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen einschließlich Dienstleistungen für LCA oder Nachhaltigkeitszertifizierung denkbar.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft – Förderwettbewerb	BMWK	Zuschuss	Unternehmen	Maßnahmen zur Energie- und Ressourceneffizienz wie Prozessoptimierungen, Abwärmenutzung, energieeffiziente Wärme-, Kälte- und Belüftungssysteme, Prozesselektrifizierung, Nutzung erneuerbarer Energien und Wasserstoff. Dazu gehören Prozesswärmebereitstellung aus Solarkollektoren, Biomasse, Wärmepumpen sowie der Einsatz von Sensorik und Steuerungstechnik inklusive Software.	Vorhaben muss in Deutschland stattfinden, 3 Jahre betrieben werden und Amortisationszeit von über 4 Jahren haben. Umsetzung innerhalb 48 Monaten. Ein Einsparkonzept ist erforderlich; zertifizierte Unternehmen können es intern erstellen. Separater Vertrag bei Contracting-Vorhaben.	Max. 60 % der förderfähigen Kosten betragen. Höhere Förderchance bei besserer, höherer Effektivität der Fördergelder in Bezug auf Treibhausgase. Die max. Förderung pro Vorhaben EUR 20 Mio. €. Erstellung eines Einsparkonzepts durch externe Energieberater bis zu 5 % des Netto-Investments max. 50.000 €.	Mittlere Förderwahrscheinlichkeit. Besonders geeignet, falls Abwärme oder Prozessoptimierungen eine Rolle spielen und insbesondere bei nachträglicher Integration.
Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft – Kredit & Zuschuss: Modul 1 Querschnittstechnologien	KfW BAFA BMWK	Darlehen, Zuschuss	Unternehmen	Gefördert wird der Austausch von Bestandsanlagen bei elektrischen Motoren, Antrieben, Pumpen, Ventilatoren, Druckluftherzeugern mit Steuerung, Wärmeübertragern zur Abwärmenutzung sowie der thermischen Isolierung von industriellen Anlagen oder Anlagenteilen.	Für Unternehmen in Deutschland. Maßnahme muss in Deutschland durchgeführt, 3 Jahre betrieben werden sowie Bestandsanlage seit mindestens 5 Jahren im Besitz und funktionsfähig sein. Ausgetauschte Anlagen dürfen nicht weiterbetrieben werden. Muss technische Anforderungen erfüllen und min. 2.000 € netto kosten. Zusätzliche Voraussetzungen für Contractoren.	Kredit von bis zu EUR 100 Mio. €. Kleine Unternehmen: bis zu 25 % der förderfähigen Kosten Mittlere Unternehmen: bis zu 20 % der förderfähigen Kosten. Tilgungszuschuss in Höhe von max. 200.000 €.	Mittlere Förderwahrscheinlichkeit. Förderung für Austausch bestehender, ineffizienter Technik als auch für die Neuananschaffung effizienter Technik im Rahmen von Neubauten; möglicherweise für einzelne Unternehmen relevant.
Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft – Kredit & Zuschuss: Modul 2 Prozesswärme aus	KfW BAFA BMWK	Darlehen, Zuschuss	Unternehmen	Gefördert werden Solarkollektoranlagen, Wärmepumpen mit erneuerbaren Energiequellen, Geothermieanlagen, Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse sowie KWK-Anlagen auf Basis dieser Technologien.	Für kreditwürdige Unternehmen in Deutschland. Maßnahme muss in Deutschland stattfinden, 3 Jahre betrieben werden und technische Mindestanforderungen erfüllen. Muss der KfW-Ausschlussliste sowie umwelt- und sozialrechtlichen Standards	Kredit von bis zu 100 Mio. €. Kleine Unternehmen: bis zu 60 % der förderfähigen Kosten Mittlere Unternehmen: bis zu 50 % der förderfähigen Kosten Große Unternehmen: bis zu 40 % der förderfähigen Kosten.	Hohe Förderwahrscheinlichkeit. Wichtig für Geothermie und Wärmepumpeinsatz im Projekt.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
erneuerbaren Energien					entsprechen. Zusätzliche Voraussetzungen für Contractoren.	Tilgungszuschuss in Höhe von max. 20 Mio. €.	
Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft – Kredit & Zuschuss: Modul 3 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Sensorik und Energiemanagement-Software	KfW BAFA BMWK	Darlehen, Zuschuss	Unternehmen	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik und Sensorik zum Monitoring und, um die Effizienz von Energie- und Materialströmen zu regeln, Energiemanagement-Software inklusive der Kosten für Schulungen ihrer Beschäftigten.	Für kreditwürdige Unternehmen in Deutschland. Die Maßnahme muss in Deutschland durchgeführt, 3 Jahre betrieben und technische Mindestanforderungen erfüllen. Sie muss der KfW-Ausschlussliste sowie deutschen Umwelt- und Sozialstandards entsprechen. Zusätzliche Voraussetzungen für Contractoren.	Kredit von bis zu EUR 100 Mio. €. Kleine Unternehmen: bis zu 45 % der förderfähigen Kosten Mittlere Unternehmen: bis zu 35 % der förderfähigen Kosten Große Unternehmen: bis zu 25 % der förderfähigen Kosten Tilgungszuschuss von max. 20 Mio. €.	Hohe Förderwahrscheinlichkeit. Relevant für Energiemanagement-Software und Effizienzsteigerung durch Monitoring.
progres.nrw – Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen – Programmbereich Wärme- und Kältenetze	MWIKE NRW, Bezirksregierung Arnsberg	Zuschuss	Unternehmen	Gefördert werden Neubau und Verdichtung energieeffizienter Wärme- und Kältenetze (bis 300 mm Rohrdurchmesser), Anlagen zur Wärmeauskopplung (z. B. aus Prozessen, Grubenwasser, Geothermie, Abfallverbrennung), thermische Speicher, Leitungen zur Querung von Infrastrukturen, Umbau von Wärmedampfnetzen, Netzverbindungen, innovative Verteil- und Transportsysteme, unterirdische Leitungen (größer 300 mm in Einzelfällen), Heiß- und Warmwassernetze zur Abwärmefassung, innovative Systemkomponenten sowie Studien zu Neu-, Ausbau und Modernisierung von Wärme- und Kältenetzen.	Ihr Vorhaben darf keine Planung, Reparatur, Ersatzmaßnahme oder gesetzlich vorgeschriebene Maßnahme sein. Es muss in Nordrhein-Westfalen durchgeführt und vor Bewilligung noch nicht begonnen worden sein. Erforderliche Genehmigungen sind vor dem Zuwendungsbescheid vorzulegen. Bestehende KWK-Wärmeversorgung darf nicht verdrängt werden, außer bei KWK-Anlagen auf Kohle- oder Mineralölbasis.	Förderung abhängig von der zu fördernde Maßnahme. Bis zu 70 % der förderfähigen Ausgaben. Bagatellgrenze: 100.000 €.	Sehr hohe Förderwahrscheinlichkeit. Direkte Relevanz für die geplanten Wärmenetze im Gebiet.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Zuschuss	Unternehmen, Bildungseinrichtung, Forschungseinrichtung, Hochschule, Kommune, Öffentliche Einrichtung, Privatperson, Verband/Vereinigung	Gefördert werden innovative und modellhafte Vorhaben in 12 Themenfeldern: <ul style="list-style-type: none"> – Nachhaltigkeitsbewertung und -bewusstsein – Nachhaltige Ernährung und Lebensmittelverwendung – Umweltschonende Konsumgüter – Klima- und ressourcenschonendes Bauen – Energie- und ressourcenschonende Quartiersentwicklung – Erneuerbare Energie, Energieeinsparung und -effizienz – Ressourceneffiziente Produktionsprozesse und Werkstoffe – Kreislaufwirtschaft für Metalle und mineralische Reststoffe – Reduktion von Stickstoffemissionen – Schutz und Bewirtschaftung von Grund- und Oberflächenwasser – Naturschutz in Nutzlandschaften und Schutzgebieten – Schutz national wertvoller Kulturgüter vor Umwelteinflüssen 	Vorhaben ist innovativ, Abgrenzung vom Stand der Technik, breite Anwendbarkeit und zeitnahe Marktfähigkeit, neue Potenziale zur Umweltentlastung, dient nationalem Naturerbe. Grad der Umweltentlastung ist für Förderentscheidung entscheidend.	Genauere Förderbedingungen werden im Bewilligungsschreiben festgelegt.	Geringe Förderwahrscheinlichkeit. Aufgrund des Fokus auf innovative und modellhafte Vorhaben weniger geeignet.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
progres.nrw – Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen – Programmbereich Klimaschutztechnik	MWIK NRW; Bezirksregierung Arnsberg	Zuschuss	Kommune, Privatperson, Unternehmen, Öffentliche Einrichtung, Verband/Vereinigung	Erneuerbare Energien: Solar & Wind, Beratungen Geothermie: Fachweiterbildungen, seismische Studien Klimagerechte Gebäude: H2 + PV, Wärmepumpen, Lüftung, Biomasse, Druckerhöhungsanlagen, Monitoring Energiewende im Quartier: Nahwärme-/Kältenetze, Speicher, Abwärmenutzung Wärmekonzepte: Treibhausgasarme Prozesswärme Erstberatung: Klimaneutralität für Kleinunternehmen Transformationskonzepte	Die Förderung gilt nur für neue Anlagen oder Maßnahmen von besonderem Landesinteresse. Ihr Vorhaben darf keine Reparatur, Ersatzmaßnahme oder gesetzlich vorgeschriebene Maßnahme sein. Es muss in Nordrhein-Westfalen geplant, durchgeführt und vor Bewilligung noch nicht begonnen worden sein. Erforderliche Genehmigungen sind vor dem Zuwendungsbescheid vorzulegen und je nach Fördergegenstand sind technische Voraussetzungen zu erfüllen.	Zuschusses von Art und Umfang ihrer Maßnahme abhängig. Kosten min. 350,00 €.	Hohe Förderwahrscheinlichkeit für Ladinfrastruktur inklusive Netzanschluss und dafür nötige Konzepte, wenn diese über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehen.
Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	BMWK BAFA	Zuschuss	Unternehmen, Kommune, Öffentliche Einrichtung, Verband/Vereinigung	Modul 1: Transformationspläne, Machbarkeitsstudien; Transformationspläne für Bestandswärmenetze (100 % erneuerbare Wärme bis 2045). Machbarkeitsstudien für treibhausgasneutrale Wärmenetze mit steigendem EE & Abwärme Anteil. Modul 2: Systemische Förderung; Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbarer Wärme. Transformation von Bestandsnetzen zur vollständigen Dekarbonisierung bis 2045. Modul 3: Einzelmaßnahmen; Solarthermie, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher,	Wärmenetz muss zu min. 50 % in Deutschland errichtet werden und mehr als 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten versorgen. Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme muss bis 2030, 2035 und 2045 ansteigen, mit begrenztem Biomasseanteil. Bei Contracting-Vorhaben ist der Contractingvertrag vorzulegen. Förderfähige Kosten müssen durch Wirtschaftsprüfer oder Steuerberater bestätigt werden. Für Investitionen und Betriebskosten (Modul II) sind ein Transformationsplan oder eine Machbarkeitsstudie (Modul I) sowie die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke erforderlich.	Transformationspläne und Machbarkeitsstudien (Modul 1): Bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben, max. 2 Mio. € für 12 Monate. Investition in Neubaunetze und in Bestandsnetze (Modul 2): bis zu 40 % der förderfähigen Ausgaben, max. 100 Mio. € pro Vorhaben für 4 Jahre, Förderung für Betriebskosten der Erzeugung und Einspeisung von Wärme aus Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Förderhöhe abhängig von Art der Anlage und der Jahresarbeitszahl der ersten 10 Jahre.	Sehr hohe Förderwahrscheinlichkeit. Zentrale Bedeutung für die Finanzierung des geplanten Wärmenetzes.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
				Rohrleitungen und Wärmeübergabestationen.		für Einzelmaßnahmen (Modul 3): Bis zu 40 % der förderfähigen Ausgaben, max. 100 Mio.€ pro Vorhaben für 2 Jahre.	
Klimaschutzinitiative – Klimaschutzprojekte im kommunalen Umfeld (Kommunalrichtlinie)	BMWK Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH	Zuschuss	Verband/Vereinigung, Öffentliche Einrichtung, Kommune, Hochschule, Unternehmen	Strategische Klimaschutzmaßnahmen: Beratungsleistungen, Energiemanagementsysteme, Energiesparmodelle, Kommunale Netzwerke, Machbarkeitsstudien Klimaschutzkoordination, Klimaschutzkonzepte und -management Integrierte Vorreiterkonzepte, Fokuskonzepte, Umsetzungsmanagement Investive Klimaschutzmaßnahmen: Außen-, Straßen-, Innen- und Hallenbeleuchtung, klimafreundliche Mobilität, Abfallwirtschaft, Abwasserbewirtschaftung, Trinkwasserversorgung, weitere investive Maßnahmen für den Klimaschutz	Wärmenetz muss zu 50 % in Deutschland errichtet und mehr als 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten versorgen. Der Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme steigt bis 2030, 2035 und 2045, mit begrenztem Biomasseanteil. Contracting-Vorhaben erfordern den Contractingvertrag. Kosten müssen von Wirtschaftsprüfern oder Steuerberatern bestätigt werden. Für Modul II sind ein Transformationsplan oder eine Machbarkeitsstudie (Modul I) sowie die Wirtschaftlichkeitslücke erforderlich.	Finanzschwache Kommunen bekommen mehr Förderung Strategische Klimaschutzmaßnahmen: <i>Klimaschutzkoordination, Beratung, Energiemanagement: 70-90 % Kommunale Netzwerke: 60-80 % Machbarkeitsstudien: 50-70 %</i> Klimaschutzkonzepte/-management: <i>Erstvorhaben: 70-100 % Anschlussvorhaben: 40-60 % Vorreiterkonzepte: 50-70 %</i> Fokuskonzepte/Umsetzungsmanagement: <i>Fokuskonzepte: 60-80 % Umsetzungsmanagement: 40-60 %</i> Investive Klimaschutzmaßnahmen Beleuchtung: <i>Zeit-/präsenzabhängig, Innenbeleuchtung: 25-40 % Adaptive Steuerung: 40-55 %</i> Klimafreundliche Mobilität: <i>Mobilitätsstationen inkl. Rad: 50-65 % Bike+Ride: 70-85 %</i> Abfallwirtschaft: <i>Bioabfall/Vergärung: 40-55 % Deponiegase: 50-65 %</i>	Hohe Förderwahrscheinlichkeit. Insbesondere für strategische Klimaschutzmaßnahmen und Mobilitätskonzepte geeignet. Relevante Projekte umfassen unter anderem Beratungsleistungen, Energiemanagementsysteme und investive Maßnahmen, wie Ladeinfrastruktur und energieeffiziente Beleuchtung.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
						Trink-/Abwassermanagement: 30-45 % Weitere Maßnahmen: 40-55 %	
EFRE/JTF-Rahmenrichtlinie NRW	MWIKE NRW	Zuschuss	Existenzgründer, Forschungseinrichtung, Hochschule, Kommune, Öffentliche Einrichtung, Unternehmen, Verband/Vereinigung	EFRE/JTF-Rahmenrichtlinie NRW fördert nachhaltige und zukunftsweisende Investitionen in NRW mit Mitteln des EFRE und des JTF. EFRE.NRW: — Innovatives NRW — Mittelstandsfreundliches NRW — Nachhaltiges NRW — Mobiles NRW — Lebenswertes NRW JTF.NRW: — Zukunftsfähige Kohleregionen mit einem gerechten Übergang im nördlichen Ruhrgebiet und im Rheinischen Revier	Vorhaben müssen EU-Klima- und Umweltpolitische Standards, UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung & Pariser Klimaschutzabkommen erfüllen, ohne Umweltziele der EU zu beeinträchtigen. Infrastrukturvorhaben dürfen nicht durch Klimawandelfolgen gefährdet werden, müssen „Energieeffizienz zuerst“ beachten und klimaneutral bis 2050 sein. Gesamtfinanzierung ist zu sichern. Bei Verbundvorhaben bilden Beteiligte eigene Teilvorhaben, die Koordination übernimmt eine Partei.	Vorhaben des EFRE.NRW, die außerhalb des Regierungsbezirks Münster durchgeführt werden, max. 40 %. Vorhaben des JTF.NRW max. 50 %.	Großes Förderpaket mit vielen Unterpunkten und Ausschreibungen. Einzelne Punkte müssen im Detail untersucht werden. Hohe Förderwahrscheinlichkeit. Relevanz für nachhaltige Flächenentwicklung und energieeffiziente Infrastrukturprojekte.
NRW.BANK. Energieinfrastruktur	NRW. Bank	Darlehen	Unternehmen, Privatperson, Verband/Vereinigung	Mitfinanziert werden der Erwerb von Grundstücken und Gebäuden, gewerbliche Baukosten, die Anschaffung von Einrichtungen und Maschinen sowie Betriebs- und Geschäftsausstattung.	Anlagen zur Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung müssen öffentlichen Zwecken dienen oder erzeugte Energie überwiegend in öffentliche Netze einspeisen. ESG-Fördervoraussetzungen sind einzuhalten. Wohnwirtschaftliche Vorhaben und die Umfinanzierung abgeschlossener Maßnahmen sind von der Förderung ausgeschlossen.	Darlehenshöhe bis 100 % der förderfähigen Investitionskosten, Mindestbetrag von 125.000 €, max. 150 Mio. €. Darlehenslaufzeit 3-30 Jahren.	Hohe Förderwahrscheinlichkeit durch Errichtung erneuerbarer Energien, wenn Großteil ins öffentliche Netz eingespeist wird. Aktuelle Variante speist über 50 % ins Netz.
Zuwendungen für die Umweltwirtschaft des Landes Nordrhein-	MUNV NRW, Projektträger	Zuschuss	Unternehmen, Verband/Vereinigung, Forschungseinrichtung,	Förderung für Aktivitäten in der Umweltwirtschaft, wie umweltfreundliche Energie, Ressourceneffizienz, Wasserwirtschaft,	Das Vorhaben muss bedeutend für Klima-, Ressourcen- und Umweltschutz, Kreislaufwirtschaft, nachhaltiges Wirtschaften sowie	Zuschusshöhe ist vom Antragsteller und der Art ihres Vorhabens abhängig.	Förderungen von einzelnen Beratungsdienstleistungen und

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
Westfalen (Umweltwirtschaftsrichtlinie – UW-RL)	Jülich (PtJ)		Hochschule, Kommune, Öffentliche Einrichtung	nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, Mobilität und Schutztechnologien. Gefördert werden: Studien, Beratungen und Machbarkeitsstudien, Industrielle Forschung, experimentelle Entwicklung und Innovationsförderung (bes. für KMU), Prozess- und Organisationsinnovationen, Innovationscluster, KMU-Teilnahme an Messen und Ausstellungen, Investitionen in Energieeffizienz, Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft, Investitionen in Forschungs-, Erprobungs- und Versuchsinfrastrukturen, Unternehmensneugründungen. Diese Maßnahmen müssen über Unionsnormen hinausgehen und zur Nachhaltigkeit beitragen.	Klimaanpassung und -Resilienz sein. Es muss in Nordrhein-Westfalen durchgeführt und vor Beginn der Förderung noch nicht gestartet worden sein. Bei Kooperationen sind Rechte und Pflichten in einem Kooperationsvertrag zu regeln.	Bagatellgrenze beträgt 12.500 €, im Bereich Forschung, Entwicklung und Innovation 25.000 €.	Durchführbarkeitsstudien denkbar.
progres.nrw – Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen – Programmbereich Emissionsarme Mobilität	MWIKE NRW; Bezirksregierung Arnsberg	Zuschuss	Unternehmen, Kommune, Privatperson, Verband/Vereinigung, Öffentliche Einrichtung	Gefördert werden Umsetzungskonzepte für Elektromobilität, kommunale Ladeinfrastruktur, Ladeinfrastruktur und Netzanschlüsse, batterieelektrische und Brennstoffzellenfahrzeuge, Lastenfahrräder sowie Maßnahmen und Studien zur emissionsarmen Mobilität von besonderem Landesinteresse.	Vorhaben muss in NRW umgesetzt werden und darf vor dem Zuwendungsbescheid nicht begonnen haben. Kein Eigenbau, Prototyp mit weniger als 4 Exemplaren, keine Reparatur, Ersatzteilbeschaffung oder gesetzlich vorgeschriebene Maßnahme.	Fördersumme beträgt max. 500.000 € pro Jahr und Antragsteller. Bagatellgrenze 500,00 €.	Gute Förderwahrscheinlichkeit für Maßnahmen im Bereich Ladeinfrastruktur.
Klimaschutzinitiative – Maßnahmen	BMWK BAFA	Zuschuss	Unternehmen, Hochschule,	Sie erhalten die Förderung für die Installation der	Für neu errichtete und neu installierte Kälte- und Klimaanlage und bei der	Förderhöchstgrenze insg. 200.000 € pro Maßnahme, bei Anwendung der	Gute Förderwahrscheinlichkeit für

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
an Kälte- und Klimaanlage			Kommune, Öffentliche Einrichtung, Verband/Vereinigung	Kälteerzeugungseinheit von stationären Kälte- und Klimaanlage und von Rückkühlsystemen, die Installation von stationären Wärmepumpen zur Abwärmenutzung, die Nachrüstung von Trockenkühlern als Vor- oder Freikühler, die Installation von Komponenten und Systemen, die Einbindung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Effizienz-Umrüstung von Kleinanlagen. Die Anlagen müssen mit nicht-halogenierten Kältemitteln betrieben werden.	Effizienz-Umrüstung von Kleinanlagen müssen sie einen softwaregestützten „BAFA-Effizienz Check für Kälte- und Klimaanlage“ nachweisen. Stationäre Anlagen müssen sich auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland befinden. Anlagen müssen nach Inbetriebnahme min. 5 Jahre zweckentsprechend betreiben werden.	AGVO max. 15 % ihrer Investitionskosten, bei Anwendung der Demimis-Regelungen max. 50 % ihrer förderfähigen Ausgaben.	Maßnahmen im Bereich Klimatisierung.
Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur für elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge	BMDV BALM	Zuschuss	Kommune, Unternehmen, Verband/Vereinigung	Förderung für Anschaffung von Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben, (reinen batterieelektrischen, hybriden und Brennstoffzellenfahrzeugen), Umrüstung von N2-/N3-Dieselfahrzeugen auf Elektroantrieb, die Errichtung und Erweiterung der dazugehörigen Tank-/Ladeinfrastruktur, Machbarkeitsstudien für die Einsatzmöglichkeiten von Nutzfahrzeugen, Studien und Analysen, die neue und bestehende Logistikstandorte für Nutzfahrzeuge beziehungsweise die entsprechende Infrastruktur untersuchen.	Die Förderung erfordert die Einhaltung technischer und organisatorischer Anforderungen. Das Vorhaben darf vor der Bewilligung nicht begonnen werden. Es muss mindestens ein Nutzfahrzeug der EG-Fahrzeugklassen N1 bis N3 mit förderfähigem Antrieb angeschafft werden. Die Tank- und Ladeinfrastruktur muss dem Stand der Technik, dem Mess- und Eichrecht sowie rechtlichen Vorgaben entsprechen. Der Standort ist vor Antragstellung festzulegen.	Geförderte Fahrzeug-Anschaffung der EG-Fahrzeugklassen N1, N2 und N3 mit Elektroantrieb: bis zu 80 % der zuwendungsfähigen Ausgaben. Bei zugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur errichten oder erweitern: bis zu 80 % der zuwendungsfähigen Ausgaben. Bei Machbarkeitsstudien, Studien oder Analysen: bis zu 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben. Insgesamt 15 Mio. € pro Kalenderjahr.	Förderung der Machbarkeitsstudien und der Ladeinfrastruktur für E-Mobilität wahrscheinlich.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
KfW-Umweltprogramm	BMUV KfW	Darlehen	Unternehmen	<p>Gefördert werden Investitionen zur Verbesserung von Umwelt und Klimaschutz, darunter:</p> <p>Natürlicher Klimaschutz: Entsiegelung, Begrünung, Regenwassermanagement.</p> <p>Ressourcenschonung: Maßnahmen zur „Circular Economy“.</p> <p>Luftreinhaltung und Lärmschutz.</p> <p>Technische Klimaschutzmaßnahmen (nicht-energiebezogen).</p> <p>Anpassung an den Klimawandel: Natürliche Klimaschutzmaßnahmen.</p> <p>Umweltfreundlicher Verkehr.</p> <p>Sonstige Umwelt- und Natur-schutzmaßnahmen.</p>	<p>Die Investitionen müssen die Umweltsituation deutlich verbessern und die KfW-Ausschlussliste sowie Paris-kompatible Sektor-Leitlinien berücksichtigen. Vorhaben müssen in Deutschland oder bei Auslandsvorhaben die jeweiligen Umwelt- und Sozialstandards erfüllen. Maßnahmen im Modul „Natürliche Klimaschutzmaßnahmen“ sind in Deutschland umzusetzen, von Fachplanern zu begleiten und dauerhaft zweckgebunden zu pflegen. Flächen und Anlagen müssen bei Antragstellung im Eigentum der Antragstellenden sein.</p>	<p>Max. 25 Mio. € pro Vorhaben. Damit können sie bis zu 100 % der förderfähigen Kosten finanzieren. Darlehens Laufzeit mindestens 2 Jahre, bis zu 5 Jahre mit einem tilgungsfreien Anlaufjahr, bis zu 10 Jahre mit höchstens 2 tilgungsfreien Anlaufjahren oder bis zu 20 Jahre bei höchstens 3 tilgungsfreien Anlaufjahren.</p>	<p>Förderwahrscheinlichkeit durch die Umsetzung der Blau- und Gründächer hoch. Weitere Förderungen für umweltfreundlichen Verkehr denkbar.</p>
Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten (STARK)	BMWK	Zuschuss	Unternehmen, Kommune, Privatperson, Verband/Vereinigung, Öffentliche Einrichtung, Hochschule	<p>Förderung in den Kategorien:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Vernetzung 2) Wissens- & Technologietransfer 3) Beratung 4) Qualifikation, Aus-/Weiterbildung 5) Nachhaltige Anpassung öffentlicher Leistungen 6) Planungskapazitäten und Strukturentwicklungsgesellschaften 7) Gemeinsinn und gemeinsames Zukunftsverständnis 8) Außenwirtschaft 9) Wissenschaftliche Begleitung des Transformationsprozesses 10) Stärkung unternehmerischen 	<p>Die Gesamtfinanzierung ihres Projektes muss gesichert sein. Sie müssen mindestens einen Eigenanteil in Form einer Geldleistung in Höhe von 10 % erbringen.</p>	<p>Max. 90 % der förderfähigen Ausgaben oder Kosten.</p>	<p>Relativ hohe Förderwahrscheinlichkeit hinsichtlich weiterer Machbarkeitsstudien und Konzepte Konkrete Einschätzung Förderpotentiale erst nach Einreichung der Projektskizze.</p>

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
				Handelns 11) Innovative Ansätze 12) Transformationstechnologien			
Stadtentwicklungsprogramm „Rheinisches Revier der Zukunft“ (STEP RR)	Land NRW	Zuschuss	Kommunen und kommunale Zweckverbände im Rheinischen Revier	Stadtentwicklung, städtebauliche Projekte Flächenrevitalisierung, Klimaanpassung Maßnahmen zur Verbesserung von Lebensqualität und Infrastruktur	Bezug zur Stadtentwicklung im Rheinischen Revier. Einhaltung von Nachhaltigkeits- und Klimazielen. Bewilligungsfähige Projekte nach geltenden Rahmenrichtlinien.	Bis zu 90 % der förderfähigen Kosten, abhängig vom Projektumfang	Förderfokus liegt auf Gebäuden
NRW.BANK.Ergänzungsprogramm.Abwasser	NRW. Bank	Darlehen	Öffentliche Einrichtung, Kommune	2.1: Energie- und Ressourceneffizienz auf öffentlichen Abwasseranlagen 2.2: Konzepte zum Schutz von Abwasseranlagen vor Hochwasser und Starkregen 2.3: Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels 3: Reduzierung von Stoffeinträgen aus öffentlichen Kläranlagen 4.1: Misch- und Niederschlagswasserbehandlung sowie Rückhaltung 4.2: Retentionsbodenfilteranlagen 4.3: Weitergehende Behandlung von Misch- und Niederschlagswasser 5.1: Fremdwasser – öffentliche Kanalsanierung Darlehen 5.3: Sanierung der Abwasseranlagen auf kommunalen oder privaten Liegenschaften	Ein Darlehen aus dem Ergänzungsprogramm kann nur zusammen mit dem Förderprogramm „ZunA NRW“ beantragt werden. Die ESG-Fördervoraussetzungen sind einzuhalten. Bei der Darlehensvariante darf das Vorhaben vor Antragstellung nicht beginnen, bei der Zuwendungsvariante erst nach Bewilligung durch die NRW.BANK.	Bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten. Höchstbetrag: in der Regel 5 Mio. €	Förderung durch die Errichtung des Regenrückhaltebeckens denkbar.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
Regionales Wirtschaftsförderungsprogramm – Infrastrukturrichtlinie	MWIKE NRW	Zuschuss	Kommune, Bildungseinrichtung, Hochschule, Öffentliche Einrichtung, Unternehmen, Verband/Vereinigung, Forschungseinrichtung	<p>Erschließung und Revitalisierung: Industrie- und Gewerbegebiete, Anbindung von Betrieben</p> <p>Tourismusinfrastruktur: Geländerschließung, Basiseinrichtungen (nach Scoring)</p> <p>Gewerbezentren: Errichtung und Ausbau</p> <p>Berufliche Bildung: Neubau, Ausbau und Ausstattung von Einrichtungen</p> <p>Hafeninfrastruktur: Errichtung, Ersatz und Modernisierung in Binnenhäfen</p> <p>Forschungsinfrastruktur: Errichtung und Ausbau</p> <p>Planung und Beratung: Mit Ausnahme von Flächennutzungs- und Bebauungsplänen</p> <p>Regionale Entwicklung: Erstellung integrierter Konzepte, befristetes Regionalmanagement</p> <p>Standortattraktivität: Maßnahmen zur Wettbewerbsfähigkeit und Daseinsvorsorge (bis 31.12.2026)</p>	<p>Flächenverfügbarkeit: Träger muss über die benötigten Flächen verfügen</p> <p>Ziele und Bedarf: Geförderte Gebiete müssen landespolitischen Zielen entsprechen und ein belegbarer Bedarf bei Flächenerschließungen ist erforderlich</p> <p>Widmung: Erschließungsanlagen sind öffentlich zu widmen, Infrastruktur muss diskriminierungsfreien Zugang bieten</p> <p>Kosten-Nutzen-Analyse: Ab einem Investitionsvolumen von 10 Mio. € notwendig</p> <p>Zeitrahmen: Maßnahmen müssen innerhalb von 6 Monaten nach Bewilligung starten und in 36 Monaten abgeschlossen sein</p> <p>Zweckbindungsfrist: Min. 5-15 Jahre</p> <p>Vorhabens Beginn: Eine Bewilligung ist erforderlich und der Träger muss sich finanziell beteiligen</p> <p>Regelungen: Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ ist zu beachten</p>	<p>Förderung: bis zu 60 %, unter bestimmten Voraussetzungen bis zu 90 % der Ausgaben.</p> <p>Für Forschungsinfrastrukturen bis zu 50 % bei wirtschaftlicher Nutzung und bis zu 90 % bei nichtwirtschaftlicher Nutzung im Rahmen der regionalen Innovationsstrategie.</p> <p>Für Planungs- und Beratungsleistungen integrierte regionale Entwicklungskonzepte und Regionalmanagement bis zu 75 %, für Regionalbudgets bis zu 80 % der zuwendungsfähigen Ausgaben.</p>	Förderung für Erschließung, Ausbau und Revitalisierung von Industrie- und Gewerbegebieten, Anbindung von Gewerbebetrieben wahrscheinlich.
Regio.NRW – Transformation	MWIKE NRW	Zuschuss	Forschungseinrichtung, Hochschule, Kommune, Öffentliche Einrichtung, Unternehmen, Verband/Vereinigung	Wissens- und Technologietransfer, klimagerechte, urbane Energielösungen, Klimaanpassung auf lokaler und regionaler Ebene, Circular Economy.	Die Förderung erfordert thematisch, zeitlich und finanziell abgrenzbare Vorhaben, die vor der Bewilligung nicht begonnen wurden (außer Vorplanungen und Marktanalysen). Sie müssen zur Regionalen Innovationsstrategie NRW passen, sich von	Zuschusshöhe beträgt abhängig vom Antragsteller und von ihrem Vorhaben bis zu 90 % der zuwendungsfähigen Ausgaben bei einer Projektlaufzeit von 36 Monaten.	Die Zuwendung erfolgt anhand gewichteter Auswahlkriterien, für die Projektskizzen einzureichen sind.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
					anderen geförderten Vorhaben abgrenzen und finanziell sowie organisatorisch abgesichert sein. Die Projekte müssen Regionen in NRW mit mindestens 3 Kreisen oder 1 Million Einwohnern betreffen. Eine regionalwirtschaftliche Analyse und die Einbindung relevanter Akteure sind darzulegen. Bei Kooperationen ist ein „Letter of Intent“ erforderlich.		Teilnahme von mindestens drei Kreisen (Rhein-Kreis Neuss, Kreis Düren, Kreis Heinsberg) wird voraussichtlich erfüllt. Höhe und Förderfähigkeit richten sich nach einem Scoring-System. Belastbare Einschätzungen sind aufgrund der Neuauflage im Herbst 2024 derzeit nicht möglich.
Förderung von stationären wasserstoffbasierten Energiesystemen in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage	MWIKE NRW; Bezirksregierung Arnsberg	Anteilfinanzierung	Privatpersonen, WEGs, GbRs, Sozietäten, Freiberufler, Unternehmen (inkl. kommunale), Kommunale Körperschaften (Gemeinden, Zweckverbände, Eigenbetriebe), Hochschulen, Kammern, Verbände, Stiftungen, Gemeinnützige Organisationen inkl. Kirchen	Elektrolyseure und Wasserstoffspeicher, wasserstoffbasierte Heizkessel	Das Gesamtsystem muss aus einem Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher, wasserstoffbasiertem Energiewandler und einer Photovoltaikanlage bestehen. Eine Doppelförderung einzelner Komponenten ist ausgeschlossen. Eine detaillierte Anlagenbeschreibung mit fachgerechter Auslegung ist vorzulegen.	Elektrolyseure und Wasserstoffspeicher: max. 40 % der zuwendungsfähigen Ausgaben; max. 100.000 € je Anlagensystem Wasserstoffbasierte Heizkessel: max. 40 % der zuwendungsfähigen Ausgaben; max. 110.000 € inkl. Elektrolyseur und Wasserstoffspeicher	Für den zweiten Bauabschnitt relevant und Förderung wahrscheinlich, sofern wasserstoffbasierte Energiesysteme Anwendung finden.

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
Ressource.NRW	EFRE	Zuschuss	KMU mit Sitz oder einer Niederlassung in NRW	<p>Ressourceneffizienz: Reduzierung materieller Ressourcen, Einsatz sekundärer Rohstoffe</p> <p>Abfallmanagement: Vermeidung, Wiederverwendung, Recycling, Sortierung und Behandlung von Abfällen und Materialien</p>	<p>Vorhaben muss thematisch, zeitlich und finanziell abgrenzbar sein, ohne bereits begonnen zu haben (außer Vorplanungen/Marktanalysen). Finanzielle Mittel müssen nachweislich verfügbar sein, ordnungsgemäße Geschäftsführung erforderlich. Keine gleichzeitige Förderung aus anderen Programmen, außer Kofinanzierung von EU-Mitteln (Doppelförderung ausgeschlossen). Gesamtfinanzierung inklusive Eigenbeteiligung muss gesichert sein. Projektlaufzeit: max. 36 Monate Standort: NRW</p>	<p>Förderung von bis zu 60 % der zuwendungsfähigen Ausgaben. Zuschuss für neue, innovative Technologien zur Ressourceneffizienz und Circular Economy: Kleine Unternehmen: bis zu 60 % Mittlere Unternehmen: bis zu 50 % Höchstgrenze der Zuwendung: 4 Mio. € pro Unternehmen und Vorhaben Bagatellgrenze: 25.000 € Zuschuss</p>	<p>Förderwahrscheinlichkeit stark abhängig von Unternehmen am Standort. Eher geringe Förderwahrscheinlichkeit, da für Förderung innovative Anlagen mit Demonstrationscharakter, die bislang in Deutschland nicht angewandt werden, erforderlich sind.</p>
Ressourceneffizienzberatung	EFRE	Zuschuss	KMU der gewerblichen Wirtschaft mit Sitz oder Niederlassung in NRW Alt.: Sitz oder eine Niederlassung in der EU, wenn das Vorhaben vorwiegend in NRW durchgeführt und verwertet wird	<p>Unabhängige Beratung für KMU: Ziel: Kreislaforientierte, ressourcenschonende, effiziente Gestaltung von: Geschäftsabläufen/-modellen, Produktionsprozessen, Produkten Grundlage: Artikel 2.2 der Förderrichtlinie Ressourceneffizienz & Circular Economy</p>		<p>Zuwendungsfähig: Ausgaben für externe Beratungsdienstleistungen. Zuschuss: Max. 50 % der förderfähigen Ausgaben. Max. Fördersumme: 100.000 €. Bagatellgrenze: 2.500 € Zuschuss. Rechtsgrundlage: Beihilfe nach Art. 18 AGVO.</p>	<p>Hohe Förderwahrscheinlichkeit, für Beratung hinsichtlich einer kreislaforientierteren, ressourcenschonenden und -effizienteren Gestaltung der Geschäftsabläufe und -modelle, Produktionsprozesse und Produkte der Unternehmen am Standort erfolgt.</p>
Circular Economy – CircularCities.NRW	EFRE		KMU, Kommunen und kommunale Zweckverbände, -	<p>Innovationsvorhaben: – Ressourcenschonende Geschäftsmodelle: Sharing,</p>	<p>Voraussetzungen: Vorhaben: Thematisch, zeitlich,</p>	<p>Fördersätze abhängig von: Antragsteller-Typ, Unternehmensgröße,</p>	<p>Förderwahrscheinlichkeit stark abhängig</p>

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
			Kommunale Unternehmen und Einrichtungen, - Forschungs- und Bildungseinrichtungen, Kammern, Vereine und Stiftungen	<ul style="list-style-type: none"> Leasing, und verpackungsreduzierende Modelle. Wieder- und Weiterverwendung: Reparatur, Refurbishment, und Second-Hand-Verkauf. Industrielle Symbiose: Nutzung von Abfallprodukten als Rohstoffe für andere Unternehmen. Erfassung und Logistik: Mehrwegsysteme, Reverse Logistics, und haushaltsnahe Sammlung. Recycling von Elektronik: Wiederverwendung und Recycling von Elektro- und Elektronik-Altgeräten. Monitoring: Überwachung von Abfallvermeidung und Ressourcenverbräuchen in Kommunen. <p>Investitionsvorhaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ressourcenschonende Geschäftsmodelle: Nachhaltige Geschäftsmodelle und Produktionsmuster. Wieder- und Weiterverwendung: Investitionen in Reparatur- und Refurbishment-Infrastrukturen. Industrielle Symbiose: Netzwerke und Technologien zur 	<p>finanziell abgrenzbar, noch nicht begonnen (außer Vorplanungen/Marktanalysen).</p> <p>Finanzen: Nachweislich gesichert, ordnungsgemäße Geschäftsführung.</p> <p>Abgrenzung: Keine Überschneidung mit anderen Förderungen, außer zur Kofinanzierung von EU-Mitteln. Doppelförderung ausgeschlossen.</p> <p>Projektlaufzeit: Max. 36 Monate</p> <p>Standort: NRW</p> <p>Antragsberechtigte: Keine Großunternehmen/freie Berufe.</p> <p>Zusammenarbeit: Mind. zwei Teilnehmende, inkl. einer Kommune aus NRW.</p> <p>Förderbeträge: Min. 25.000 € pro Beteiligten.</p> <p>Ausgaben pro beteiligte Kommunen: >200.000 €.</p>	<p>Vorhabensart, beihilferechtlichen Vorschriften</p> <p>Maximalförderung: Bis zu 90 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, abhängig von Fördernotwendigkeit.</p>	<p>von Unternehmen am Standort.</p> <p>Hohe Förderwahrscheinlichkeit bei:</p> <ul style="list-style-type: none"> Industrieller Symbiose, also Zusammenschlüssen mehrerer Unternehmen am Standort, bei denen die Neben- oder Abfallprodukte eines Unternehmens zum Rohstoff bzw. Vorprodukt anderer Unternehmen werden Monitoring von Abfallvermeidung, Zirkularität und Ressourcenverbräuchen des gesamten Standorts

ÜBERSICHT FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit
				Förderung industrieller Symbiosen. – Erfassung und Logistik: Effiziente Sammel- und Logistiksysteme. Weitere Maßnahmen: – Circular Economy Beauftragte: Experten zur Unterstützung von Unternehmen und Kommunen. – Aktivierungs- und Sensibilisierungsmaßnahmen: Aufklärung und Sensibilisierung für die Circular Economy.			

Im Rahmen der Fördermittelanalyse wurden zahlreiche Förderprogramme identifiziert. Hierbei konnten einige Programme mit einem hohen Förderpotential ermittelt werden. Inwieweit die Anforderungen der Fördermittelgeber erfüllt werden können, lässt sich erst im weiteren Planungsprozess abschließend beurteilen. Besonders relevant ist das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“, welches bereits im Konzept hinsichtlich der möglichen Förderhöhen berücksichtigt wurde. Darüber hinaus bieten die Programme „STARK“ und „Stadtentwicklung für das Rheinische Revier der Zukunft (STEP RR)“ im Rheinischen Revier weitere Finanzierungsmöglichkeiten, die ebenfalls zeitnah geprüft und beantragt werden sollten. Eine frühzeitige Antragstellung nach Festlegung der beteiligten Unternehmen und Klärung der Betreiberverantwortung ist dabei zielführend, um eine optimale Ausschöpfung der Fördermittel sicherzustellen.

7.2 CONTRACTING UND BETREIBERMODELLE FÜR ENERGIEERZEUGUNGSANLAGEN

7.2.1 PVA-ANLAGEN

Betreibermodelle für PVA beschreiben die Art und Weise, wie die PVA errichtet, betrieben und finanziert werden, wer den erzeugten Strom nutzt bzw. verkauft und wer für die Wartung und Instandhaltung der Anlage verantwortlich ist. Sie ermöglichen die Realisierung eines wirtschaftlichen Betriebs der Anlagen. Im Rahmen der Studie werden hier im Wesentlichen die Betreibermodelle Eigenbetrieb und Anlagenpacht sowie Flächenpacht betrachtet und erläutert.

Eigenbetrieb: Bei diesem Modell hat ein Unternehmen, eine juristische Person oder eine Privatperson eine PVA gekauft oder finanziert und installieren lassen. Der Eigentümer kann den erzeugten Strom selbst verbrauchen und/oder ins öffentliche Netz einspeisen. Dem Eigentümer obliegt die volle Kontrolle über die Stromproduktion, die Nutzung und den Verkauf des erzeugten Solarstroms. Er trägt außerdem die volle Verantwortung für Betrieb, Instandhaltung, Reinigung, mögliche Reparaturen und Wartung der Anlage selbst. Somit liegt im Eigenbetrieb die Koordination der Planung und des Baus sowie der Betrieb beim Eigentümer der Anlage. Insgesamt liegen der volle Kapitaleinsatz, aber auch die höchste Einspar- bzw. die flexibelsten Vermarktungsmöglichkeiten beim Eigentümer.

Anlagenpacht: Bei diesem Modell finden Planung und Bau einer PV-Anlage durch den Verpächter der Anlage statt. Die Anlage wird im Anschluss an einen Nutzer (Verbraucher) verpachtet und die Betriebsführung erfolgt durch den Anlagenpächter. Die Anlage verbleibt weiterhin im Eigentum des Verpächters. Der Anlagenpächter betreibt die Anlage auf das eigene wirtschaftliche Risiko. Nach Pachtende wird die Anlage dem Eigentümer zurückgegeben.

Flächenpacht: Flächeneigentümer können diese an Dritte zur Errichtung einer PVA vermieten oder verpachten. Sie erzielen dann Einnahmen aus der Vermietung oder Verpachtung der Flächen. Der Investor der PVA ist vollumfänglich für die Anlage zuständig und verantwortlich und vermarktet die Stromerzeugnisse selbst. Hierbei werden keine Ressourcen seitens des Flächeneigentümers gebunden. Es werden zum Eigentumsschutz i.d.R. Dienstbarkeiten eingetragen. Da zum Zeitpunkt der Studie noch nicht geklärt ist, in welcher Art Flächen verpachtet werden können und wer eventuell als Eigentümer oder Anlagenbetreiber auftritt, wird im weiteren Verlauf eine Bewertung der verschiedenen Betreibermodellen empfohlen.

Joint-Venture: Individuelle Konsortialverträge mit gemeinsamer Betreibergesellschaft. Nutzen und Lasten werden verteilt. Knowhow, Kapitaleinsatz und Betriebsführung erfolgt durch das EVU, Stromabnahme und Flächen durch Gebäudeeigentümer.

Zum aktuellen Stand der Studie liegen weder für den BA1 noch für den BA 2 Informationen vor, welche Betreibermodelle die Unternehmen bevorzugen. Diese Fragestellungen sind im weiteren Verlauf der Projektierung zu klären bzw. zu berücksichtigen. Eine Beratung im Hinblick auf die Wahl der Betreibermodelle ist nicht Teil der Machbarkeitsstudie, wird allerdings empfohlen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wird insbesondere für die

CONTRACTING UND BETREIBERMODELLE FÜR ENERGIEERZEUGUNGSANLAGEN

Vermarktungsmöglichkeiten und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung angenommen, dass der Eigentümer der Anlagen gleichzeitig der Anlagenbetreiber ist (Eigenbetrieb).

7.2.2 WÄRMEERZEUGUNGSANLAGEN

Betreibermodelle für Wärmeerzeugungsanlagen beschreiben die Art und Weise, wie die zentralen Wärmeerzeugungsanlagen und Wärmenetze errichtet, betrieben und finanziert werden, wer die erzeugte Wärme nutzt bzw. verkauft und wer für die Wartung und Instandhaltung der Anlage verantwortlich ist. Im Rahmen der Studie werden hier im Wesentlichen die Contracting-Modelle Eigenbetrieb, Energieliefercontracting, Energieeinspar-Contracting sowie Betriebsführungs-Contracting vorgestellt.

Eigenbetrieb: Hierbei handelt es sich nicht um ein Contracting-Modell, sondern um einen Alternativbetrieb zu den nun folgenden Contracting-Modellen. Beim Eigenbetrieb erfolgen Planung, Bau und Betrieb durch den Gebäudeeigentümer. Voller Kapitaleinsatz, aber auch höchste Einsparmöglichkeit. Bei diesem Modell hat ein Unternehmen, eine juristische Person oder eine Privatperson eine PVA gekauft oder finanziert und installieren lassen. Da auf dem Betriebsgelände verschiedene Unternehmen ansässig sind, würde hier lediglich in Betracht kommen, dass ein Unternehmen im Eigenbetrieb die Anlagen betreibt und die Wärme an andere Unternehmen verkauft. [Klimaschutzoffensive des Handels, 2023]

Energieliefer-Contracting: Beim Energieliefer-Contracting (ELC) übernimmt der Contractor die Planung, den Bau, die Finanzierung, den Betrieb und je nach Vertrag auch die Instandhaltung einer Energieerzeugungsanlage. Der Contracting-Nehmer bezieht die erzeugte Energie zu vorher vertraglich festgelegten Preiskonditionen. ELC kann sich auf alle existierenden Energieformen beziehen (Heiz- und Prozesswärme, Prozessdampf, Strom, Kälte, Druckluft, Wasser und Abwasser). Dieses Modell wird insbesondere für den Betrieb des Wärmenetzes empfohlen, sollte keines der Unternehmen den zentralen Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage übernehmen wollen (siehe Eigenbetrieb). In Abbildung 58 ist das Prinzip des Energieliefer-Contractings veranschaulicht worden. [Klimaschutzoffensive des Handels, 2023]

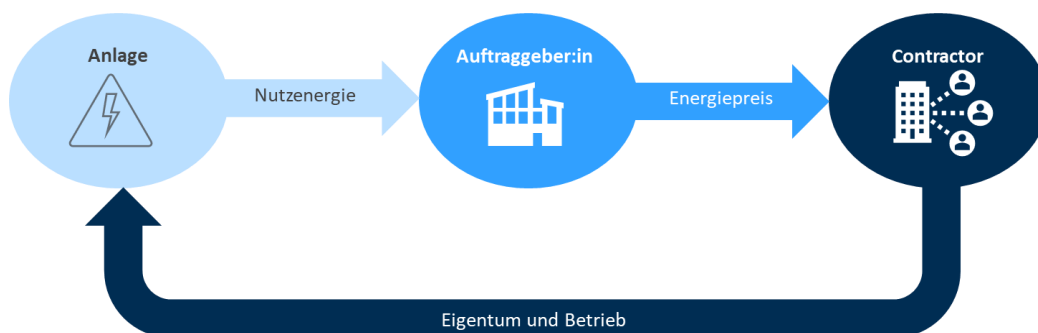


Abbildung 58 Prinzipschema Energieliefer-Contracting (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Klimaoffensive des Handels, 2023)

CONTRACTING UND BETREIBERMODELLE FÜR ENERGIEERZEUGUNGSANLAGEN

Betriebsführungs-Contracting: Beim Betriebsführungs-Contracting (BFC) oder technischen Anlagenmanagement werden bestehende Energie- und andere technische Anlagen von einem Contractor betreut und auf wirtschaftlich optimale und ressourcenschonende Weise betrieben. Fokus des BFC ist die Optimierung bereits installierter Anlagen bei gleichzeitiger Kostenoptimierung sowie der Betrieb, die Inspektion, die Wartung und die Instandhaltung. Dieses Contracting-Modell stellt eine Alternative zum Eigenbetrieb dar. Hier sind die investiven Maßnahmen ebenfalls von einem der Unternehmen zu übernehmen, allerdings kann hierdurch insbesondere das Anlagemanagement abgegeben werden. In Abbildung 59 ist das Prinzip des Energieliefercontractings veranschaulicht worden. [Klimaschutzoffensive des Handes, 2023]

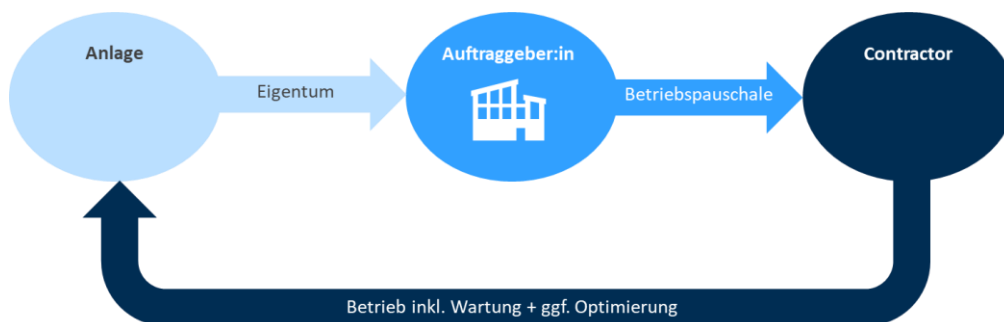


Abbildung 59 Prinzipschema Betriebsführungs-Contracting (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage Klimaoffensive des Handes, 2023)

Energiespar-Contracting (ESC): Dies ist eine ganzheitliche Methode der Betrachtung der technischen Anlagen und des Energieverbrauchs eines Gebäudes. Beim ESC übernimmt der Contractor die Finanzierung, Planung und Umsetzung von individuell auf den Auftraggeber und die Immobilie zugeschnittenen Energieeffizienz- und Einsparmaßnahmen. Für das Energiesystem Industriegebiet Elsbachtal wird dieses Contractingmodell nicht betrachtet, da es sich bei dem Projekt um ein Neubauvorgaben handelt und hier keine Relevanz aufweist. [Klimaschutzoffensive des Handes, 2023]

Hinweis zu Fördermöglichkeiten: Contractoren und Auftraggeber können finanzielle Förderungen zur Umsetzung von geplanten Maßnahmen beantragen. Wenn die Beantragung einer Förderung vorgesehen ist, sollte bei Abschluss des Contracting-Vertrags darauf geachtet werden, dass der Vertrag, wenn mit dem Förderprogramm vereinbar, eine aufschiebende Bedingung enthält, die eine Annullierung des Vertrags ermöglicht, falls die Förderung nicht zustande kommt.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die im BA1 anzusiedelnden Unternehmen keine Unternehmen aus der Energiewirtschaft sind und lediglich bedingte Erfahrung im Betrieb eines komplexen Wärmenetzsystems haben. Daher wird von einem externen Betrieb bspw. über das Energieliefercontracting ausgegangen. Hier befinden sich zahlreiche Unternehmen auf dem Markt, die solche Dienstleistungen anbieten (siehe Kapitel 6 „Rollen und Kooperationspartner“).

CONTRACTING UND BETREIBERMODELLE FÜR ENERGIEERZEUGUNGSANLAGEN

7.2.3 VERMARKUNGSMÖGLICHKEITEN PV

In Abbildung 60 sind die verschiedenen Vermarktungsmöglichkeiten von eingespeistem oder direkt geliefertem PVA-Strom dargestellt. Im weiteren Verlauf werden insbesondere die für das Industriegebiet denkbaren Vermarktungsmöglichkeiten über die Marktprämie sowie die Direktlieferungsvarianten vorgestellt.

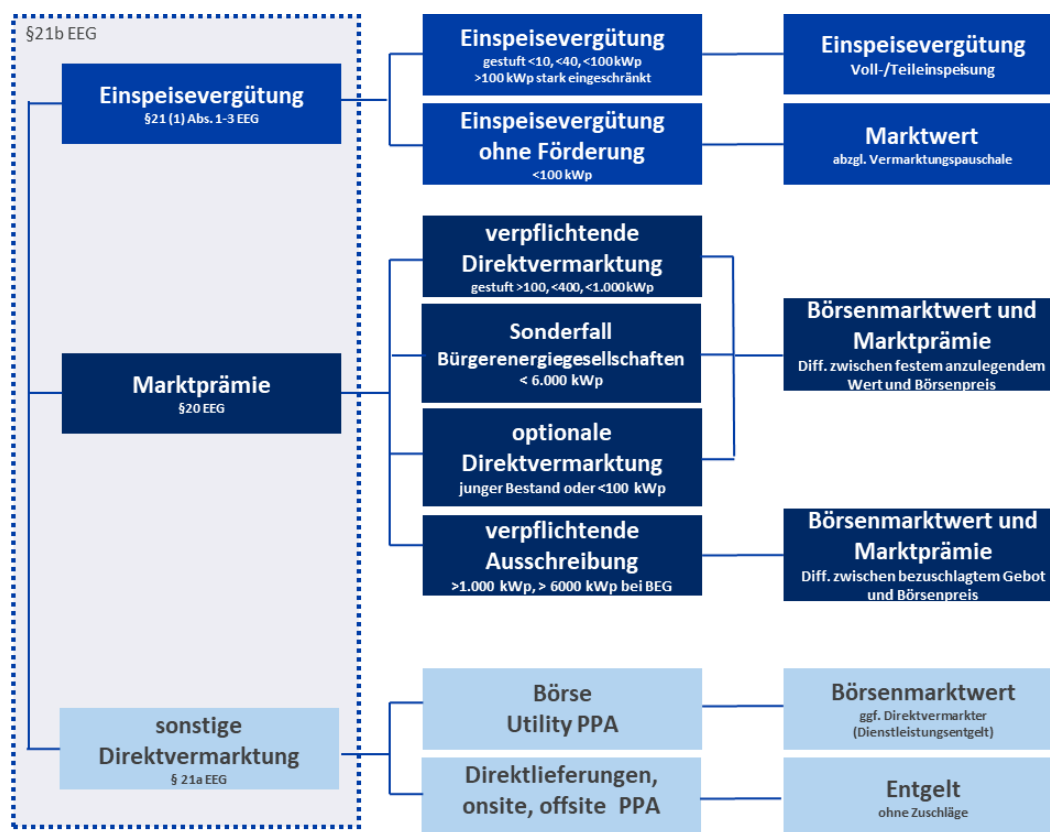


Abbildung 60 Überblick Vermarktungsmöglichkeiten (Quelle: Eigene Darstellung)

Im Rahmen der Studie werden die für das Projekt relevanten Vermarktungsmöglichkeiten, insbesondere das Marktprämienmodell nach EEG und die Vermarktungsmöglichkeit nach der sonstigen Direktvermarktung mittels PPA, betrachtet. Da sich auf dem Betriebsgelände verschiedene Betreiber von PV-Anlagen befinden werden und/oder Strommengen an Dritte veräußert werden können, werden hier vier mögliche Varianten für den Bezug und Verkauf von PV-Strom auf dem Betriebsgelände vorgestellt und veranschaulicht.

Variante 1: Volleinspeisung

Hierbei werden je Unternehmen die vor Ort erzeugten Strommengen aus den Dach-PV-Anlagen vollständig eingespeist. Eigentümer, Betreiber der Anlage ist das ansässige Unternehmen. Neben der Vermarktungsmöglichkeiten über EEG sind sogenannte Off-Site PPA denkbar.

CONTRACTING UND BETREIBERMODELLE FÜR ENERGIEERZEUGUNGSANLAGEN

Variante 2: Eigenverbrauch

Das Unternehmen errichtet die Anlage und verbraucht den erzeugten Strom vollständig oder teilweise. Hierdurch entfallen die Stromsteuer, Netzentgelte und netzentgeltbedingte Abgaben.

Variante 3: PV-Direktlieferung (Gewerblicher Mieterstrom)

Das Unternehmen betreibt die PV-Anlagen und verkauft den Strom an Dritte. Hierbei wird das öffentliche Netz nicht genutzt. Dies kann dadurch erfolgen, dass der Strom im räumlichen Zusammenhang über eine Direktleitung übertragen wird. Hierdurch könnten beispielsweise anliegende Lade Hubs oder angrenzende Unternehmen versorgt werden. Insbesondere bei der Ausgestaltung einer Direktleitung sind entsprechende Zusatzkosten zu berücksichtigen. Da das öffentliche Stromnetz nicht genutzt wird, entfallen sowohl die Stromsteuer (bei einer Anlagenleistung unter 2 MW) als auch die Netznutzungsentgelte und netzentgeltbedingten Abgaben. Durch die Vermarktung des PV-Stromes an gewerbliche Mieter wird das Unternehmen zum Elektrizitätsversorger mit entsprechenden zusätzlichen Pflichten.

Variante 3: PV-Direktlieferung (Vernetzung mit Teilprojekten)

Das Unternehmen bezieht Strom aus den anderen Teilprojekten oder leitet überschüssigen Strom an Externe (bspw. außerhalb des Industriegebietes) weitere. Dies kann über eine Direktleitung mittels (On-Site PPA) oder bilanziell über das öffentliche Stromnetz (Off-Site PPA) erfolgen. Bei PV-Anlagen sollte hierbei eine Maximalentfernung von 4,5 km eingehalten werden, um Anforderungen der Strombefreiung zu erfüllen.

Anhand einer überschlägigen Berechnung wurden die verschiedenen Vermarktungsmöglichkeiten gegenübergestellt. Hier wurde deutlich, dass auf eine Volleinspeisung aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten verzichtet werden sollte. Insbesondere die Eigenverbrauchsvarianten sowie der gewerbliche Mieterstrom weisen eine höhere Wirtschaftlichkeit auf. Inwieweit die Nutzung des Stromes aus anderen Teilprojekten, wie den Energielandschaften, wirtschaftlich sinnvoll ist, gilt es im Rahmen einer vertieften Analyse zu bewerten.



ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

8 ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

8.1 BEWERTUNG DER MACHBARKEIT (TECHNISCH, WIRTSCHAFTLICH, RECHTLICH)

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden die jeweiligen Technologien analysiert und eine Grundlage für die Machbarkeit gewährleistet. In Tabelle 17 sind die Bausteine und Technologien im Hinblick auf die technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Genehmigungsrechtliche Vorgaben auf Grundlage der vorangegangenen Analysen veranschaulicht. Die Bewertung basiert insbesondere auf diesen Informationen und Grundlagen des BA1. Die hier gewonnen Erkenntnisse wurden, soweit möglich, auf den noch zu detaillierenden BA2 übertragen.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass eine technische und regulatorische Machbarkeit bei allen konzeptionellen Ansätzen und Technologien gewährleistet ist. Daher wird die Machbarkeit der verschiedenen Systeme insbesondere durch wirtschaftliche Gesichtspunkte beeinflusst und führt in Teilen zum Ausschluss oder ist im weiteren Verlauf der Planung noch weiter zu konkretisieren.

BEWERTUNG DER MACHBARKEIT (TECHNISCH, WIRTSCHAFTLICH, RECHTLICH)

Bewertungsskala / Farblegende:

positiv	zu prüfen	negativ
---------	-----------	---------

Tabelle 17 Bewertung der Machbarkeit

Technologien konzeptionelle Ansätze	Technische Umsetzbarkeit	Wirtschaftlichkeit	(Genehmigungs-)rechtliche Vorgaben
Mobilität			
Quartiersgaragen/PKW-Stellplätze	i.d.R. unproblematisch	Quartiersgaragen wurden aktuell als unwirtschaftlich bewertet. Diese Bewertung ist bei geänderten Bedarfen des BA2 durchzuführen.	i.d.R. unproblematisch
Ladeinfrastruktur PKW	i.d.R. unproblematisch	Keine Relevanz, da rechtlich vorgeschrieben bzw. durch Nutzer gewünscht	i.d.R. unproblematisch Anforderung des GEIG und eventuelle Vorgaben der EU-Gesetzgebung beachten
Ladeinfrastruktur LKW	i.d.R. unproblematisch	Keine Relevanz, da rechtlich vorgeschrieben bzw. durch Nutzer gewünscht	i.d.R. unproblematisch Anforderung des GEIG und eventuelle Vorgaben der EU-Gesetzgebung beachten
Energiesystem			
PV-Systeme	i.d.R. unproblematisch	Hohe Wirtschaftlichkeit, insbesondere bei den Dach-PV und Carports. Je nach Vermarktungsvarianten und Eigenverbrauchsquoten ebenfalls bei den Fassaden-PV-Anlagen (Standardmodule) denkbar.	i.d.R. unproblematisch Rechtliche Vorgabe bei PV-Carports sowie Mindestanteil PV-Anlagen
Wärmeerzeugung und Wärmenetze	i.d.R. unproblematisch	Höhere Wirtschaftlichkeit bei den Wärmenetzvarianten bei Erhalt der Förderung. Förderungen sind vor Maßnahmenbeginn zu beantragen und zu bewilligen.	i.d.R. unproblematisch Vorgaben aus dem Wärmeplanungsgesetz und GEG sind zu berücksichtigen

BEWERTUNG DER MACHBARKEIT (TECHNISCH, WIRTSCHAFTLICH, RECHTLICH)

Technologien konzeptionelle Ansätze	Technische Umsetzbarkeit	Wirtschaftlichkeit	(Genehmigungs-)rechtliche Vorgaben
Energie-Demand-Side-Management und Verwendung von elektrischen Großspeichern	i.d.R. unproblematisch	Auf Grundlage der aktuellen Stromreduzierung wären Speichergrößen von 700 kWh bis 1MWh wirtschaftlich darstellbar. Großspeicherlösungen zur Reduzierung der Demand-Response sind nach aktuellen Erkenntnissen nicht wirtschaftlich darstellbar.	i.d.R. unproblematisch
Wasserstoff und Bau von Elektrolyseure	i.d.R. unproblematisch Grundsätzlich gute Voraussetzung im Hinblick auf Netzanschluss und Kapazitäten, Wasseranschluss, Platzverfügbarkeit und infrastrukturelle Anbindung	Der BA1 ist nur eingeschränkt für eine Wasserstoffnutzung geeignet, da die angesiedelten Unternehmen aktuell keinen signifikanten Wasserstoffbedarf haben. Für die Nutzung des Wasserstoffes für Wärmeanwendungen unwirtschaftlich. Für den BA2 ist zu klären, inwieweit andere Bedarfe (stoffliche Nutzung des Wasserstoffs) denkbar wären.	i.d.R. unproblematisch
Energieunabhängige Maßnahmen			
Energie und Stoffkreisläufe	i.d.R. unproblematisch	Wirtschaftlichkeitsvergleich im Rahmen einer vertieften Analyse und Planungsphase durchzuführen	i.d.R. unproblematisch
Regenwassernutzung/Schwammstadt	i.d.R. unproblematisch Die „naturnahe Regenwasserbewirtschaftung“ ist bereits seit mehreren Jahren Stand der Technik und ein elementarer Baustein, um sich dem sich ändernden Klima anzupassen und resiliente Quartiere- und Industriestandorte zu erschaffen.	Wirtschaftlichkeitsvergleich im Rahmen einer vertieften Analyse und Planungsphase durchzuführen. Hierbei sind insbesondere auch Fördermittel wie z.B. für Klimaanpassungsmaßnahmen mit einzubeziehen.	i.d.R. unproblematisch
Biodiversitätsmaßnahmen (Dach- und Freifläche)	i.d.R. unproblematisch	Keine Relevanz. Investitionskosten im Vergleich zu den Gesamtkosten des Industriegebietes untergeordnet zu betrachten.	i.d.R. unproblematisch

EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

8.2 EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Im Rahmen des Kapitels werden die Empfehlungen für den BA1 und BA2 abschließend zusammengeführt und zusätzlich auf die Flächenbedarfe und Auswirkungen auf den B-Plan des BA1 eingegangen. Diese basieren auf dem aktuellen Planstand und sind ggf. nach konkreter Festlegungen entsprechend anzupassen.

Die verschiedenen Bausteine und technologischen Ansätze sind zudem in der folgenden Abbildung 61 zusammengeführt worden:

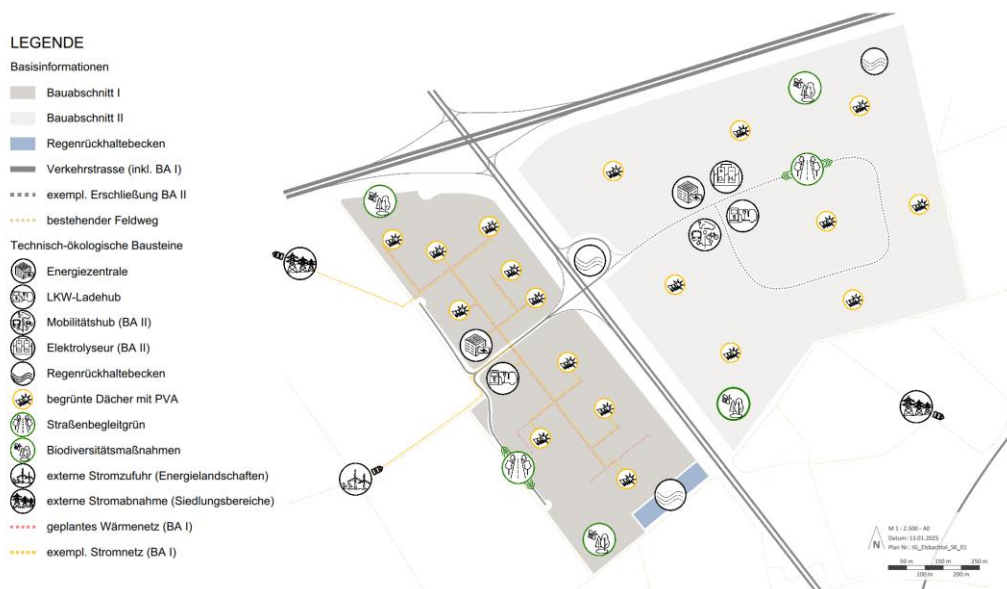


Abbildung 61: Konzeptionelle Darstellung der Entwicklung des Industriepark Elsachtal (Quelle: Eigene Darstellung)

Die für den Industriepark Elsachtal designierte Fläche befindet sich unmittelbar südlich der A 46 Abfahrt Jüchen und wird durch eine zu errichtende Abfahrt der B 59 erschlossen. Der Industriepark lässt sich grundsätzlich in zwei Bauabschnitte untergliedern. Während sich der erste Bauabschnitt westlich der B 59 (dunkelgrau dargestellt) bereits im Bebauungsplanverfahren befindet und ein Austausch mit konkreten Interessenvertretern möglich ist, ist der zweite Bauabschnitt östlich der B 59 (hellgrau dargestellt) bisher eher konzeptioneller Natur.

Folglich können die Aussagen für den ersten Bauabschnitt deutlich konkreter getroffen werden, da Überlegungen über die Lage möglicher Baukörper, deren Umfang und Nutzung, zulässig sind und die Erschließung bereits geplant wurde. Somit lassen sich unterschiedliche Technologien besser bewerten, Wärmenetze planen und geplante Bausteine, wie die Energiezentrale oder der LKW-Ladehub, konkret verordnen. Zusätzlich wurde ein exemplarisches Stromnetz dargestellt, welches insbesondere die Beziehung des Quartiers zu seiner unmittelbaren Umgebung darstellen soll. So kann u. a. nachhaltige Energie aus Parallelprojekten, wie den Energielandschaften, genutzt werden und aus quartiersinternen PVA erzeugte Energie im Falle einer Überproduktion an die umliegenden Gemeinden Jüchen und Grevenbroich abgegeben werden.

Der zweite Bauabschnitt ist hingegen deutlich konzeptioneller und noch nicht Gegenstand konkreter Planungen. Folglich kann eine Erschließung hier lediglich angedeutet werden



EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

und auch Lage, Anzahl und Größe künftiger Baukörper ist unbekannt. Da Rückschlüsse auf die Präferenzen und Eignungen bezüglich untersuchter Technologien möglicher Ansiedlungen folglich nicht möglich sind, ist die hier gewählte Implementierung nachhaltiger Systeme deutlich positiver dargestellt als im ersten Bauabschnitt und wird entsprechend um einen zentralgelegenen Mobilitätshub und einen Wasserstoff-Elektrolyseur ergänzt. Weiterhin ist, aufgrund der fehlenden Verortung möglicher Baukörper, die Einzeichnung von Strom- und Wärmenetz nicht möglich, wobei die Empfehlung der zu Implementierenden PVA-Anlagen als übertragbar angenommen wird.

Demzufolge muss bei der Betrachtung des Strukturkonzeptes deutlich zwischen einem konkreten westlichen Bauabschnitt und einem äußerst vagen östlichen Bauabschnitt unterschieden werden, wobei letzterer zunehmend ein Ideal darstellt, während ersterer auf konkreten Daten und Kennwerten basiert.

Die konkreten Empfehlungen zu den Bauabschnitten sind in der Tabelle 18 übersichtlich dargestellt.

Der zeitliche Rahmen sowie die zeitliche Abfolge zum Bau eines Industriegebiets, das ein integriertes Energiesystem umfasst, bedingt eine aufeinander abgestimmte Planung und Umsetzung der einzelnen Prozessschritte. Hierzu zählen im Wesentlichen:

- Die vorbereitenden Maßnahmen inkl. Projektplanung und Genehmigungen sowie Geländevorbereitungen
- Die Erschließung des Geländes inkl. Tiefbau mit Versorgungseinheiten, Straßenbau und Vorbereitung der Netzinfrastrukturen
- Der Aufbau des Energiesystems inkl. etwaiger Geothermie-Bohrungen, Bau eines Strom- und Wärmenetzes und Errichtung der Energiezentrale
- Der Hochbau der Gebäude inkl. Vorbereitung der Parzellen, Errichtung der Gebäude und PV-Anlagen
- Die Abschlussarbeiten und Inbetriebnahme inkl. Landschaftsgestaltung, Inbetriebnahme des Wärmenetzes, Wärmeerzeuger, PV-Anlagen etc. und Abnahme und Übergabe

Eine valide zeitliche Einordnung der Entwicklung und des Baus des gesamten Industriegebietes ist auf Grund der aktuellen Daten und Informationslage nicht möglich und würde zudem den Rahmen der Machbarkeitsstudie übersteigen.

Für die jeweiligen betrachteten Bausteine und konzeptionellen Ansätze wurde allerdings der zeitliche Rahmen von der Planung bis zur Umsetzung ermittelt und in der Tabelle 18 ergänzt.

EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Tabelle 18 Empfehlungen, Flächenbedarfe und zeitliche Planung

Technologien konzeptionelle Ansätze	Empfehlungen Industriegebiet Elsbachtal	Flächenbedarfe und Auswirkungen auf den B-Plan (Bauabschnitt 1)	Zeitplanung
Mobilität			
Quartiersgaragen/PKW-Stellplätze	<ul style="list-style-type: none"> – Quartiersgarage aktuell nicht wirtschaftlich. Sollten sich die Bedarfe im BA2 deutlich unterscheiden, wäre eine erneute Bewertung ratsam – Synergien zwischen Unternehmen nutzen; Unternehmen mit größten Bedarfen laden andere zur Mitnutzung von Park-/Ladeplätzen – Hoher Flächenverbrauch durch ebenerdige Stellplatzflächen auf Unternehmensgrundstücken ausgleichen durch Überdachung mit PV, Versickerungsfähig und Wasserführung zu Grünflächen – Reduzierung der benannten Stellplatzbedarfe durch ÖPNV-Anbindung in kommenden Projektphasen prüfen – Radwegemarkierungen auf allen Straßen sowie Radwegen und Spazierwegen z. B. als Ring am äußeren Rand des GE-Gebietes und am Regenrückhaltebecken (Erholungsräume) – Bau von Carports (PV-Überdachung mit mehr als 35 Parkplätzen verpflichtend) 	<ul style="list-style-type: none"> – Ggf. Radwege und Fußwege im B-Plan vorsehen – Keine zusätzlichen Flächenbedarfe durch zentralen Mobilitätshub 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: ca. 24 Monate</p> <p>Dauer der Umsetzung: ca. 12 Monate:</p> <p>(Zeitplanung bezieht sich auf einen möglichen Mobilitätshub im BA2)</p>
Ladeinfrastruktur PKW	<ul style="list-style-type: none"> – Klassische Tankstellen werden nicht empfohlen, da der Bedarf lt. Unternehmensumfrage gering ist – H2-Tankstellen für den BA1 nicht empfehlenswert. Ggf. im BA2 auf Grund der Lage des Industriegebietes zum zukünftigen Wasserstoffkernnetz und der längeren Entwicklungszeit – Ca. 25 % der Stellplätze mit Schnellladern ausstatten und Kopplung mit firmeneigener PV-Anlage 	<ul style="list-style-type: none"> – Stromnetzkapazitäten und Platzbedarfe der Trafos sind auf den Baufeldern entsprechend vorzuhalten – Für den Truck-Lade Hub sind im BA1 ca. 2.300 m² im B-Plan vorzuhalten – Die notwendigen Flächenbedarfe auf Baufeldebene sind in Kapitel 6.2.6 beschrieben 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: ca. 12 Monate</p> <p>Dauer der Umsetzung: ca. 6 Monate:</p>
Ladeinfrastruktur LKW	<ul style="list-style-type: none"> – Zentrale Ladeplätze mittels LKW-Lade Hub um Synergieeffekte, effiziente Auslastung und höhere Fördermittel zu erhalten 		<p>Dauer der Planung, Vergabe: ca. 12 Monate</p> <p>Dauer der Umsetzung: ca. 6 Monate</p>

EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Technologien konzeptionelle Ansätze	Empfehlungen Industriegebiet Elsbachtal	Flächenbedarfe und Auswirkungen auf den B-Plan (Baubschnitt 1)	Zeitplanung
Energiesystem			
PV-Systeme	<ul style="list-style-type: none"> – PV-Ost/West Anlagen auf Firmendächern, Carports und ggf. Fassaden, um Dachflächen maximal zu nutzen, unter Berücksichtigung einer extensiven Dachbegrünung 	<ul style="list-style-type: none"> – Platzbedarfe auf Baufeldebene vorhalten 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: ca. 12 Monate</p> <p>Dauer der Umsetzung: ca. 12 Monate</p>
Wärmeerzeugung und Wärmenetze	<ul style="list-style-type: none"> – Planung, Bau und Nutzung eines Wärmenetzes und einer Energiezentrale; eine Kälteversorgung wird dezentral empfohlen – Da die Lage der Gebäude auf Annahmen beruht, sind diese Werte im Rahmen der Planung zu validieren – Frühzeitige Antragstellung für die Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW); dies kann auch durch den zukünftigen Anlagenbetreiber erfolgen 	<ul style="list-style-type: none"> – Infrastrukturflächen für Wärmenetz und Energiezentrale sind entsprechend zu berücksichtigen – Flächenbedarfe der Energiezentrale mit ca. 1.350 m² vorzuhalten – Wärmenetz umfasst ca. 2.100 m mit einem Nenndurchmesser im Hauptstrang von DN 200 DN, im Nebenstrang von DN 125 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: Ca. 12 bis 24 Monate</p> <p>Dauer der Umsetzung: Ca. 24 - 48 Monate</p>
Energie-Demand-Side-Management und Verwendung von elektrischen Großspeichern	<p>Hier sei angemerkt, dass im Rahmen der MBS keine tatsächlichen Lastgänge der Unternehmen und lediglich rudimentäre Informationen zu den Nutzungen vorlagen und daher die folgenden Empfehlungen im Rahmen der Planung zu validieren sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> – A-typische Netznutzung beantragen, sollte der tatsächliche Lastgang dem Lastverlauf des generierten Lastgang entsprechen – Batteriespeicher zur Spitzenlastkappung könnte wirtschaftlich sinnvoll sein, allerdings eher nach ersten Schätzungen im Kapazitätsbereich von 500 bis 1.000 MWh für den BA1. Für den BA2 sind eigene Analysen notwendig – Batteriespeicher als Ergänzung zu den PV-Anlagen auf Baufeldebene denkbar. Speicherdimensionen sind erst nach Vorlage konkreter Planungen und tatsächlicher Größe auslegbar – Großspeichersysteme zur Nutzung der Demand Response Strategien, lediglich begrenztes Einsparpotential und wird daher nicht empfohlen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Flächenbedarfe eines 500 kWh bis 1 MWh- Speichers ca. 10-12 m²im BA1 – Optional: Entsprechende Flächen im B-Plan vorzuhalten 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: ca. 12 Monate</p> <p>Dauer der Umsetzung: ca. 6 Monate</p>
Wasserstoff und Bau von Elektrolyseuren	<ul style="list-style-type: none"> – Der BA1 ist nur eingeschränkt für eine Wasserstoffnutzung geeignet, da die angesiedelten Unternehmen aktuell keinen signifikanten Wasserstoffbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> – Keine Flächenbedarfe notwendig und Relevanz für den B-Plan 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: ca. 24 Monate</p>

EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Technologien konzeptionelle Ansätze	Empfehlungen Industriegebiet Elsbachtal	Flächenbedarfe und Auswirkungen auf den B-Plan (Baub Abschnitt 1)	Zeitplanung
	<p>haben. Lediglich ein Unternehmen hat einen potenziellen Bedarf in Aussicht gestellt. Es wird daher empfohlen, auf eine Konkretisierung dieses Bedarfs zu warten und diesen gegebenenfalls im Rahmen des zweiten Bauabschnitts zu berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der BA2 ist in der Gestaltung zum jetzigen Zeitpunkt völlig offen und kann dementsprechend für die Erzeugung und/oder Nutzung gestaltet werden. Daher sollte aktiv nach Unternehmen gesucht werden, die einen konkreten Bedarf an Wasserstoff haben. Zudem sollten Absprachen mit Stakeholdern des Kernnetzes und Verteilnetzes sowie eine Vernetzung mit den regionalen Wasserstoffinitiativen und -Aktivitäten erfolgen 		<p>Dauer der Umsetzung: ca. 12 Monate</p>
Betreibermodelle/ Contracting und Vermarktung	<ul style="list-style-type: none"> – Für die Wahl des passenden PV-Betreibermodells sind weiterführende Abstimmungen und Analysen mit den Unternehmen notwendig – Insbesondere im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlagen sind Eigenverbrauchsvarianten, die Varianten des gewerblichen Mieterstroms und/oder Direktlieferung zu empfehlen – Für den Betrieb des zentralen LKW-Lade Hubs, der zentralen Wärmeerzeugungsanlagen und des Wärmenetzes wird das Energieliefercontracting empfohlen, insbesondere wenn keins der Unternehmen den zentralen Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage übernehmen wollen sollte 	<ul style="list-style-type: none"> – Keine Flächenbedarfe notwendig und Relevanz für den B-Plan 	<p>Teil der Planungen und Umsetzungen der PV-Anlagen, Wärmenetze, Wärmeerzeugungsanlagen und des LKW-Lade Hubs</p>
Energieunabhängige Maßnahmen			
Circular Economy	<ul style="list-style-type: none"> – Berücksichtigung demontierbarer Verbindungen in Planung und Ausschreibung (gesteckte/geschraubte Verbindungen) – Kreislaufgerechte Material-/Produktwahl – Erstellung eines Gebäuderessourcenpasses 	<ul style="list-style-type: none"> – Keine Relevanz für den B-Plan 	<p>Im Rahmen der Planung des Bauprozesses zu integrieren. Für die Erstellung des Gebäuderessourcenpass sollten ca. 6 Monate für die Datensammlung, Analyse, Erstellung und Überprüfung und Validierung berücksichtigt werden.</p>

EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Technologien konzeptionelle Ansätze	Empfehlungen Industriegebiet Elsbachtal	Flächenbedarfe und Auswirkungen auf den B-Plan (Baubschnitt 1)	Zeitplanung
<p>Regenwassernutzung/Schwammstadt</p>	<p>Folgende grundsätzliche Empfehlungen können für den BA gegebene werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wasserführung: Die Wasserführung des BA1 soll oberirdisch gemäß der aktuellen Bestands-Topografie über großflächige Mulden mit ca. 1 % Gefälle erfolgen. Diese Mulden sollten mit biodiverser, klimaangepasster Bepflanzung versehen werden – Rückhaltung: Straßen und Wegekreuzungen des BA1 können über Querungen der Verkehrsfläche z.B. über Rinnen oder Verdolungen überbrückt werden und gezielt als Drosselemente zur Schaffung von flutbaren Hohlräumen, als Rückhalteflächen aktiviert werden. Entsprechend kann das zentrale Rückhaltebecken reduziert und ansprechend gestaltet werden. – Ableitung: Regenwasser aus dem Industriegebiet sollte für den BA1 über einen zentral gedrosselten Ablauf in Süd-Ost-Richtung abgeleitet werden. Der Ablauf erfolgt in Richtung der Fläche des Regenrückhaltebeckens. Wichtig sind die Sicherung der Notwasserwege bei Regenereignissen, welche über die Bemessungsvolumen hinausgehen, da insbesondere leitungsgebundene Systeme hier einen geringen Spielraum bieten. – Verdunstung: Zur Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt ist insbesondere der Anteil Verdunstung auf das möglichste zu erhöhen. Hierfür sind Gebäudebegrünung, minimale Versiegelung und gezielter Dauereinstau von Bspw. <5cm in den Retentionsmulden zu berücksichtigen. – Speicherung, Nutzung und Sensorik: Innerhalb einer Digitalisierungsstrategie des Industriegebiets kann Mess-Sensorik für eine gezielte und wirtschaftliche Bewässerung und Pflege integriert werden – Für den BA 2 wird eine frühzeitige Erstellung eines Konzeptes zur natürlichen und naturnah gestalteten Regenwasserbewirtschaftung inkl. Regenwassernutzung empfohlen. <p>Hinweise und Ausschlussgründe seitens des Flächeneigentümers RWE: Drees & Sommer wurde im Rahmen der Erarbeitung der Konzeptstudie durch die Wirtschaftsörderungen, den Städten sowie RWE mitgeteilt, dass es es sich bei dem Boden um aufgeschüttetes Erdreich handelt. Laut Aussagen der Städte, der Wirtschaftsförderung sowie RWE sei damit eine Versickerungsfähigkeit nicht</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Maximierung der vom Wasser benutzten Fläche in der Ableitung und Retention inkl. Ggf. Anpassung Volumen Regenrückhaltebecken, Flächen für Retentions- und Ableitungsmulden, Sicherung von Notwasserwegen an der Oberfläche, ggf. Leitungsrechte 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: 6-12 Monate Dauer der Umsetzung: 6 Monate</p> <p>Hinweis: Häufig sind die Maßnahmen Tiefbau und Freianlagen aufgeteilt und werden daher häufig in zwei getrennten Zeitabschnitten umgesetzt.</p>

EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Technologien konzeptionelle Ansätze	Empfehlungen Industriegebiet Elsbachtal	Flächenbedarfe und Auswirkungen auf den B-Plan (Bauabschnitt 1)	Zeitplanung
	<p>garantiert und eine ober-flächliche Versickerung der Niederschlagswässer würde die Tragfähigkeit des Bodens gefährden. Daher hat die Eigentümerin der Flächen im Elsbachtal West eine Nieder-schlagswasserbeseitigung abgelehnt.</p> <p>Der Prüfung der Hinweise des Flächeneigentümers sowie die Prüfung Bechaffenheit des Untergrundes war nicht Teil der hier erarbeiteten Machbarkeitsstudie.</p> <p>Falls noch nicht erfolgt, könnte durch ein Bodengutachten die Belastbarkeit und die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes geprüft werden.</p>		
<p>Biodiversitätsmaßnahmen (Dach- und Freifläche)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Mindestens 50 % bis 70 % der Dachflächen sollten extensiv in Kombination mit Biodiversitätsbausteinen und PV begrünt werden. Zudem wird die Umsetzung einer Dachfläche mit intensiver Begrünung empfohlen – Die Durchführung einer biodiversitätsfördernden Planung unter Berücksichtigung eines naturnahen Vegetationskonzeptes mit Strukturelementen und durchgängiger Vernetzung mittels Trittsteinbiotope wird empfohlen – Die Maßnahmenvorschläge hinsichtlich biodiverser Dachgestaltung sollten im BA1 sowie im BA2 unter Berücksichtigung der Außenraum-Maßnahmen flächendeckend und durch Synergienutzung mit den Maßnahmen zur natürlichen Entwässerung umgesetzt werden – Die Erstellung eines gezielten Konzeptes zur Reduzierung von Störfaktoren inkl. Maßnahmen zur Vermeidung von Tierfallen wird empfohlen – Ein Pflege- und Monitoringkonzept für die Grünflächen dient als Grundlage für die langfristige Förderung der Biodiversität und sollte für eine angepasste Entwicklung in BA1 und BA2 dringend umgesetzt werden – Darüber hinaus wird empfohlen, die Kriterien einer Nachhaltigkeitszertifizierung, z. B. der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), frühzeitig auf Quartiersebene oder für biodiversitätsfördernde Außenräume zu integrieren 	<ul style="list-style-type: none"> – Relevanz für B-Plan: keine zusätzlichen ggf. könnten Mindestanteile zur Begrünung sowie die Substratstärke im B-Plan festgelegt werden 	<p>Dauer der Planung, Vergabe: ca. 6 Monate</p> <p>Dauer der Umsetzung: ca. 6 Monate</p>



EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Die hier aufgelisteten, ermittelten Empfehlungen sind in den nächsten Planungsphasen zu überführen. Entsprechende Flächenbedarfe sind im Bebauungsplan zu sichern, um eine Integration der Systeme zu gewährleisten. Die Implementierung weiterer Technologien oder Systeme, welche nicht bereits durch den Bebauungsplan vorgeschrieben wurden, kann ggf. durch städtebauliche Verträge erfolgen. Darüber hinaus sollten insbesondere für den Bauabschnitt 1 entsprechende Förderanträge (siehe Kapitel 7) gestellt werden. Dies kann durch die Unternehmen oder bei Wahl externer Betreibergesellschaften durch Dritte erfolgen. Hier sollte insbesondere für den Bau des Wärmenetzes nach Festlegung der Unternehmen und konkreten Verortung der Bedarfe ein Antrag bei der Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze gestellt werden. Darüber hinaus ist ein kontinuierlicher Austausch mit den Stakeholdern, wie den sich ansiedelnden Unternehmen, Kommunen, RWE, Wirtschaftsförderungen und Verbänden, aufrechtzuerhalten.

Um eine frühzeitige Integration aller Systeme zu gewährleisten, sind in engem Austausch mit den Kommunen und den Unternehmen, die finalen Bedarfe zu klären und in einem mit den Kommunen abgestimmten Planungs- und Umsetzungsprozess die einzelnen Prozessschritte zu entwickeln. Sollten sich im Laufe der Entwicklung des Industriegebietes wesentliche Änderungen im Bereich der Bedarfe ergeben, sind die hier gewonnen Erkenntnisse zu aktualisieren.



QUELLENVERZEICHNIS

9 QUELLENVERZEICHNIS

ZWECKVERBAND LANDFOLGE GARZWEILER (2021): KONZEPTSTUDIE INNOVATIONSPARK ERNEUERBARE ENERGIEN JÜCHEN: Online unter <https://landfolge.de/wp-content/uploads/2023/11/Konzeptstudie-Innovationspark-Erneuerbare-Energien-IEE.pdf> (ABGERUFEN AM 01.10.2024)

BEZIRKSREGIERUNG KÖLN (2023): GEOBASIS NRW – TIM-ONLINE. ONLINE UNTER: <https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/> (abgerufen am 01.08.2023)

LANDESAMT FÜR NATUR; UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN. (2024): ONLINE UNTER: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/wind> (abgerufen am 01.12.2024)

RWE WIND ONSHORE & PV DEUTSCHLAND GMBH (2024): WINDENERGIE & PHOTOVOLTAIK IN JÜCHEN, 2024

GEOLOGISCHER DIENST NRW. (2024): GEOTHERMIE IN NRW - STANDORTCHECK ONLINE UNTER: <https://www.geothermie.nrw.de/> (abgerufen am 01.12.2024)

UHRIG ENERGIE GMBH. (2024): WO ENERGIE AUS ABWASSER NACHHALTIG GENUTZT WIRD ONLINE UNTER: <https://www.uhrig-bau.eu/geschaeftsfeld/energie-aus-abwasser/referenzen/> (abgerufen am 01.03.2025)

UMWELTBUNDESAMT (2024): PHOTOVOLTAIK ONLINE UNTER: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik#Funktion> (abgerufen am 08.05.2024)

STADT GREVENBROICH (2024): GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG UND STADTMARKETING GREVENBROICH MBH (GFWS) ONLINE UNTER: <https://www.grevenbroich.de/wirtschaft/wirtschaftsfoerderung> (abgerufen am 15.12.2024)

STADT GREVENBROICH (2024): GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG UND STADTMARKETING GREVENBROICH MBH (GFWS) ONLINE UNTER: <https://www.grevenbroich.de/wirtschaft/wirtschaftsfoerderung> (abgerufen am 15.12.2024)

GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG UND STADTMARKETING GREVENBROICH MBH (2024) VOLLER ENERGIE FÜR GREVENBROICH ONLINE UNTER: <https://www.gfws-grevenbroich.de/> (abgerufen am 15.12.2024)

RWE POWER AG (2021): INTERKOMMUNAL UND VERKEHRSGÜNSTIG GELEGEN ONLINE UNTER: [HTTPS://WWW.RWE.COM/PRESSE/RWE-POWER/2021-05-18-INTERKOMMUNAL-UND-VERKEHRSGUENSTIG-GELEGEN/](https://www.rwe.com/presse/rwe-power/2021-05-18-interkommunal-und-verkehrsguenstig-gelegen/) (ABGERUFEN AM 15.12.2024)



QUELLENVERZEICHNIS

KLIMASCHUTZOFFENSIVE DES HANDELS (2023): CONTRACTING: ONLINE UNTER: [HTTPS://WWW.HDE-KLIMASCHUTZOFFENSIVE.DE/DE/ENERGIE-SPAREN/PM-CONTRACTING-WIE-HANDELSIMMOBILIEN-EFFIZIENTER-WERDEN](https://www.hde-klimaschutzoffensive.de/de/energie-sparen/pm-contracting-wie-handelsimmobilien-effizienter-werden) (ABGERUFEN AM 15.12.2024)

STADT GREVENBROICH; STADT JÜCHEN; RWE AG (2023): BEBAUUNGSPAN NR. GU 38 „INDUSTRIEPARK ELSBACHTAL“ VORENTWURF, 2023

ROSEN, A. (2021): URBAN MINING INDEX: ENTWICKLUNG EINER SYSTEMATIK ZUR QUANTITATIVEN BEWERTUNG DER KREISLAUFKONSISTENZ VON BAUKONSTRUKTIONEN IN DER NEUBAUPLANUNG. DISSERTATION. FRAUNHOFER IRB VERLAG.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) (2002): VDI 2243: RECYCLINGORIENTIERTE PRODUKTENTWICKLUNG VDI 2243 JULI 2002).

BERGMANN, P (2023): NACHHALTIGES BAUEN: EIN TREND, DER SICH AUCH MONETÄR LOHNT. IN: IMMOBILIENFINANZIERUNG. DER LANGFRISTIGE KREDIT.

EEIP (2014): FROM INDUSTRIAL SYMBIOSIS TO HUBS FOR CIRCULARITY. ONLINE UNTER: <https://is2h4c-project.eu/> (ABGERUFEN AM 03.12.2024).

Stadt Regensburg, GRAMMER Solar (2019) SolarStrom-Fassade Sporthalle Burgweinting Online unter: grammer-solar.com/de/component/spimpleportfolio/item/49-solarstrom-fassade-sporthalle-burgweinting.html (ABGERUFEN AM 015.01.2025).

Drees und Sommer SE, Jürgen Pollak (2024), OWP12 Eigene Aufnahmen www.dreso.com/de/

Bund-NRW, REW Power AG (2024), Rheinwassertransportleitung RWE Power AG, Online unter: www.rwe.com/-/media/RWE/documents/11-forschung-und-entwicklung/rheinwassertransportleitung/rheinwassertransportleitung-broschuere.pdf (ABGERUFEN AM 04.12.2024).

NEW-Netz (2024), Sonderformen Netznutzung, StromNEV, Online unter: www.new-netz.de/mp/netznutzung/sonderformen-netznutzung (ABGERUFEN AM 04.12.2024).

FNB GAS, WASSERSTOFFKERNNETZ 2024, ONLINE UNTER: [FNB-GAS.DE/WASSERSTOFFNETZ-WASSERSTOFF-KERNNETZ/](http://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/) (ABGERUFEN AM 016.01.2025).

ROSEN, A. (2021): URBAN MINING INDEX: ENTWICKLUNG EINER SYSTEMATIK ZUR QUANTITATIVEN BEWERTUNG DER KREISLAUFKONSISTENZ VON BAUKONSTRUKTIONEN IN DER NEUBAUPLANUNG. DISSERTATION. FRAUNHOFER IRB VERLAG.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) (2002): VDI 2243: RECYCLINGORIENTIERTE PRODUKTENTWICKLUNG VDI 2243 JULI 2002).

BERGMANN, P (2023): NACHHALTIGES BAUEN: EIN TREND, DER SICH AUCH MONETÄR LOHNT. IN: IMMOBILIENFINANZIERUNG. DER LANGFRISTIGE KREDIT.

QUELLENVERZEICHNIS

EEIP (2014): FROM INDUSTRIAL SYMBIOSIS TO HUBS FOR CIRCULARITY. ONLINE UNTER:
<https://is2h4c-project.eu/> (ABGERUFEN AM 03.12.2024).

MOTUM (2025): KOMPETENZGEBIEN WASSERSTOFF. ONLINE UNTER: https://www.kompetenzregion-wasserstoff-drw.de/app/download/6938910218/KR-H2-DRW_Poster_2022-09.pdf?t=1732197045 (Abgerufen am 20.01.2025) (ABGERUFEN AM 20.01.2024).

BUGG (2023): BUNDESVERBAND GEBÄUDEGRÜN OST-WEST PHOTOVOLTAIKANLAGE MIT DACHBEGRIENUNG. ONLINE UNTER: www.gebaeudegruen.info/gruen/fuers-au-ge/fotos?tx_bmimagegallery_list%5Baction%5D=gallery&tx_bmimagegallery_list%5Bshow%5D=4&cHash=c63d0e090dd328b87098fad6e4143379 (Abgerufen am 21.01.2025)

BECKER, C.W (2019): STRATEGIEN FÜR DIE KLIMAANGEPASSTE STADT. FWS FORUM WOHNEN UND STADTENTWICKLUNG. ONLINE UNTER: https://www.vhw.de/fileadmin/user_upload/08_publicationen/verbandszeitschrift/FWS/2019/5_2019/FWS_5_19_CarloBecker.pdf (Abgerufen am 21.11.2024)

SOCIETY OF GARDEN DESIGNERS (2020): WINNERS 2020. ONLINE UNTER:
<https://www.sgd.org.uk/events/awards/archive/winners-2020/> (Abgerufen am 13.01.2025)

UHL, MATHIAS (2024): ZUKUNFTSTADT ONLINE UNTER: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRdxxi9cEszAcdBbdyMY3fYX2hUi6gZa5H8Pg&s/> (Abgerufen am 13.01.2025)

BECKER, C.W (2019): STRATEGIEN FÜR DIE KLIMAANGEPASSTE STADT. FWS FORUM WOHNEN UND STADTENTWICKLUNG. ONLINE UNTER: https://www.vhw.de/fileadmin/user_upload/08_publicationen/verbandszeitschrift/FWS/2019/5_2019/FWS_5_19_CarloBecker.pdf (Abgerufen am 21.11.2024)

EYE, MIKKEL (2019) STUDIO SLA – SANKT KJELDS PLADS & BRYGGERVANGEN. ONLINE UNTER: SANKT KJELDS PLADS & BRYGGERVANGEN — SLA

DAVIES, JOHN (2020): SOCIETY OF GARDEN DESIGNERS WINNERS 2020. ONLINE UNTER:
<https://www.sgd.org.uk/events/awards/archive/winners-2020/> (Abgerufen am 13.01.2025)

UHL, MATHIAS (2024): ZUKUNFTSTADT ONLINE UNTER: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRdxxi9cEszAcdBbdyMY3fYX2hUi6gZa5H8Pg&s/> (Abgerufen am 13.01.2025)

HH, AXEL (2009) MULDEN-RIGOLE AM KRONBERG IN HANNOVER. Foto aufgenommen von Benutzer Benutzer:AxelHH, Public Domain, ONLINE UNTER <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11627506> (Aufgerufen am 13.01.2025)



QUELLENVERZEICHNIS

STARK, MARIA (2019) NATURNAHES FIRMENGELÄNDE FÜR DIE KÄRCHER GMBH & CO KG (WINNENDEN). PRIVATE AUFNAHME, NATURNAHE GÄRTEN GMBH. [HTTPS://WWW.HOUZZ.DE/FOTOS/NATURNAHES-FIRMENGELAENDE-FUER-DIE-KAERCHER-GMBH-UND-CO-KG-WINNENDEN-PHVW-VP~63318959](https://www.houzz.de/fotos/naturnahes-firmengelaende-fuer-die-kaercher-gmbh-und-co-kg-winnenden-phvw-vp~63318959) (Abgerufen am 13.01.2025)

HOFSTETTER, ANDI (2023) STRATEGIEN ZUR KLIMAAANPASSUNG: DACHBEGRÜNUNGEN ALS ÖKOLOGISCHE AUSGLEICHSMABNAHME. ONLINE UNTER: [HTTPS://NEUELANDSCHAFT.DE/ARTIKEL/DACHBEGRUENUNGEN-ALS-OEKOLOGISCHE-AUSGLEICHSMASSNAHME-11703](https://neuelandschaft.de/artikel/dachbegrueunungen-als-oekologische-ausgleichsmassnahme-11703) (Abgerufen am 13.01.2025)

VEREIN DACHBEGRÜNUNG REGION BASEL (2022) DACHBEGRÜNUNG UNIVERSITÄT BASEL IN DER MATTENSTRAÙE. ONLINE UNTER: [HTTPS://WWW.BKB.CH/DE/PRIVATKUNDEN/MAGAZIN/2022/DACHBEGRUENUNG-BASEL-MARCO-LAESST-DIE-STADT-ERBLUEHEN](https://www.bkb.ch/de/privatkunden/magazin/2022/dachbegrueunung-basel-marco-laesst-die-stadt-erbluehen) (Abgerufen am 13.01.2025)

PAUL BAUDER AG (2024) BIODIVERSITÄT MIT DACHBIOTOP. ONLINE UNTER: [HTTPS://WWW.LEBENSRAUMDACH.CH/CH/PHOTOVOLTAIKSYSTEME/BIODIVERSITAET-MIT-DACHBIOTOP.HTML](https://www.lebensraumdach.ch/ch/photovoltaiksysteme/biodiversitaet-mit-dachbiotop.html) (Abgerufen am 13.01.2025)

ANLAGEN

10 ANLAGEN

Anlage 1 Übersicht Technologieanalyse

Tabelle 19 Übersicht Technologieanalyse

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
SOLARENERGIE:						
1.1	Photovoltaik (Standard)	Geschlossene flache Module mit hohem eklektischem Wirkungsgrad	<ul style="list-style-type: none"> – Dachanlagen – Freiflächen – Fassade 	<ul style="list-style-type: none"> – 200-250 WP/m² elektrisch – 20-22 % Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> – Kombination mit Dachbegrünung möglich 	Abb. 1
1.2	Photovoltaik (Round Tube)	CIGS Halbleiterschicht in gekapselter Glasröhre, abgerundete Oberfläche mit optionalem integriertem Nachführsystem	<ul style="list-style-type: none"> – Gründächer – Agri-PV 	<ul style="list-style-type: none"> – 50-60 WP/m² elektrisch – 15-18 % Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> – Sehr gute Kombination mit extensiver Dachbegrünung 	Abb. 2
1.3	Photovoltaik (Wände)	Spezialanwendung, insbesondere für die Installation an wenig geneigten Windschutz- und Lärmschutzwänden	<ul style="list-style-type: none"> – Lärmschutzwände – Windschutzwände – Böschungen 	<ul style="list-style-type: none"> – 200-250 WP/m² elektrisch – 20-22 % Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> – Hoher Innovationsgrad – Diebstahlschutz, Nutzungsrechte beachten 	
1.4	Photovoltaik (Carports)	Lokale Stromerzeugung durch PV-Module auf überdachten PKW-Stellplätzen im Außenraum	<ul style="list-style-type: none"> – Parkplätze (Außenbereich) 	<ul style="list-style-type: none"> – 200-250 WP/m² elektrisch – 20-22 % Wirkungsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> – Für die Verwendung von Standardmodulen sind Blechdächer o.ä. notwendig – Für Module, die von unten sichtbar sind, wird eine Zulassung für Überkopfverglasung notwendig 	Abb. 6
1.5	Solarthermie (Flachkollektoren)	Flacher Kollektor, optisch ähnlich zu PV, für die Bereitstellung von Wärme in einem Solekreislauf	<ul style="list-style-type: none"> – Dachanlagen – Freiflächen 	<ul style="list-style-type: none"> – 700-750 Wp/m² – 70-75 % – 25-75 °C Rücklauf 	<ul style="list-style-type: none"> – Erdwärmeregeneration – Warmwassererzeugung – Kostengünstiger als Röhrenkollektor 	Abb. 7

ANLAGEN

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
1.6	Solarthermie (Röhrenkollektoren)	Kollektor, welcher aus Zusammenschaltung einzelner, ineinander befindlicher, evakuierter Doppelrohrsysteme besteht	<ul style="list-style-type: none"> – Dachanlagen – Freiflächen 	<ul style="list-style-type: none"> – 600-650 Wp/m² – 60-65 % – 25-75 °C Rücklauf 	<ul style="list-style-type: none"> – Erdwärmeregeneration – Warmwassererzeugung – Besser geeignet bei höheren Temperaturen 	Abb. 8
1.7	Solarthermie (PVT)	Hybride PVT-Module kombinieren Photovoltaik- (PV) und thermische Solarkollektoren (T) in einem einzigen Modul	<ul style="list-style-type: none"> – Dachanlagen – Freiflächen 	<p>Strom:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 180 WP/m² – 18-20 % Wirkungsgrad <p>Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 500 Wp/m² – 45-50 % Wirkungsgrad – 25-50 °C Rücklauf 	<ul style="list-style-type: none"> – Hybride Nutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung in einem System – Erdwärmeregeneration – Warmwassererzeugung 	Abb. 9
Windenergie						
2.1	Windkraftanlagen	Eine Windkraftanlage oder Windenergieanlage wandelt Bewegungsenergie des Windes in elektrische Energie um	<ul style="list-style-type: none"> – On-Shore – Große Flächen außerhalb des Wohngebietes – Offshore 	<ul style="list-style-type: none"> – 2-6 MW Onshore – Große Leistungen möglich – Anpassung der Drehgeschwindigkeit für optimale Leistungsausbeute 	Raumplanerische Vorgaben und abhängig von der Nabenhöhe festgelegte Abstände sind einzuhalten	Abb. 11
2.2	Dachanlagen (vertikal/horizontal)	<ul style="list-style-type: none"> – Aufdachanlagen – Geringe Schallemissionen – Keine Windnachführung – Einfache Wartung 	Vorwiegend auf Gewerbeimmobilien	Bis 5 kW	<ul style="list-style-type: none"> – Bis 10 m genehmigungsfrei außerhalb von Wohngebieten. Innerhalb von Wohngebieten Abstandsvorgaben > 1000 m – Flexibel einsetzbar auf dem Dach, Vibrationen können sich auf den Baukörper übertragen 	Abb. 10

ANLAGEN

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
Wärmepumpen:						
3.1	Luft-Wärmepumpe	Nutzt die Wärme der Außenluft zur Heizung und Warmwasserbereitung in Gebäuden	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral und dezentral – Ganzjährig – Wärme und Kälte 	<ul style="list-style-type: none"> – 5°C-40°C – Hohe Temperaturschwankung – 10 kW_{th} - 10 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Einfache Installation – Kann Geräuschemissionen verursachen – keine Bohrungen nötig – Effizienz kann bei kalten Temperaturen abnehmen – Kühlung über WP kein Problem 	Abb. 1
3.2	Rhein-Wasser-Wärmepumpe	Nutzt die Wärme aus dem Wasser der Rhein-Wasser-Transportleitung zur Heizung und Warmwasserbereitung.	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral – Ganzjährig – Nur Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> – 3°C-15°C – Mittlere Temperaturschwankung – 100 kW_{th} - 20 MW_{th} (wenige Erfahrungswerte, daher Annahmen) 	<ul style="list-style-type: none"> – Zugang zur Transportleitung benötigt – Konstante Wärmequelle – Genehmigungspflichtig – Kühlung über WP kritisch 	Abb. 2
3.3	Agrothermie-Wärmepumpe	Oberflächennahe Geothermie Nutzt die Wärme aus den oberflächennahen Erdschichten über Erdkollektoren oder Körbe	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral & dezentral – Frühjahr-Herbst – Wärme und Kälte 	<ul style="list-style-type: none"> – 5-10 °C – Geringe Temperaturschwankung 	<ul style="list-style-type: none"> – Erdarbeiten nötig, – Konstante und effiziente Wärmequelle – - Kühlung über WP kein Problem – - benötigt Regeneration 	Abb. 4
3.4	Erdsonden-Wärmepumpe	Mitteltiefe Geothermie Entzieht dem Boden ab 100 m über Erdsonden die Wärme oder nutzt diesen zum Kühlen.	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral & dezentral – Frühjahr-Herbst – Wärme und Kälte 	<ul style="list-style-type: none"> – 5-20°C – Geringe Temperaturschwankung – 100 kW_{th} - 20 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Bohrungen nötig, hohe Installationskosten, konstante und effiziente Wärmequelle – Genehmigungspflichtig (Bergrecht und Wasserrecht beachten) – Kühlung über WP kein Problem – Benötigt Regeneration 	Abb. 5

ANLAGEN

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
3.5	Grundwasser-Wärmepumpe	Nutzt die Wärme aus dem Grundwasser zur Heizung und Warmwasserbereitung	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral und dezentral – Ganzjährig – Nur Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> – 10°C-15°C – Mittlere Temperaturschwankung – 100 kW_{th} - 15 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Zugang zu Grundwasser benötigt – Konstante Wärmequelle – Genehmigungspflichtig – Grundwasserspiegel nicht konstant – Kühlung über WP nicht kritisch 	Abb. 6
3.6	Abwasser-Wärmepumpe	Nutzt die Wärme aus dem Abwasser zur Heizung und Warmwasserbereitung, besonders effizient in städtischen Gebieten	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral – Ganzjährig – Nur Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> – 7°C-20°C – Mittlere Temperaturschwankung – 1 MW_{th} - 4 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Zugang zum Abwassersystem benötigt – Konstante Wärmequelle – Besonders effizient in städtischen Gebieten – Absprache mit Abwasserbehörden nötig – Kühlung über WP kritisch 	Abb. 7
3.7	Wasser-Wasser-Wärmepumpen (Booster)	Nutzt die Wärme aus vorgelagertem Wärmenetz und erhöht die Temperatur auf das entsprechende Temperaturniveau. Im Rahmen des Industriegebietes Elsbachtal kommt es für die dezentrale Bereitstellung von Prozesswärme zum Einsatz.	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral – Ganzjährig – Nur Wärme 	<ul style="list-style-type: none"> – 100 kW_{th} - 15 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Anschluss ans vorgelagerte Wärmenetz – Konstante Wärmequelle notwendig – Temperaturerhöhungen auf 80-120 °C 	
Sonstige						

ANLAGEN

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
4.1	Pflanzenöl	Ist ein erneuerbarer Energieträger, der aus Ölpflanzen wie Raps oder Sonnenblumen gewonnen wird	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral und dezentral – Biokraftstoffe – Kraft-Wärme-Kopplung 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad bis zu 98 % – < 0,1 – 10 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Wärme: Hoher Heizwert, ähnlich wie fossile Brennstoffe. – Umweltverträglichkeit: CO₂-neutral bei Verbrennung, aber Anbau kann zu Landnutzungsänderungen führen – Speicher- und Transportfähigkeit: Gut, ähnlich wie fossile Brennstoffe 	Abb. 1
4.2	Biogas	Ist ein brennbares Gas, das durch die Vergärung von Biomasse entsteht	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral und dezentral – Biokraftstoff – Erdgasalternative – Kraft-Wärme-Kopplung 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad 70 - 80 % – < 0,1 – 10 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Wärme: Kann in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen genutzt werden – Umweltverträglichkeit: CO₂-neutral bei Verbrennung, aber Methanemissionen bei der Produktion können ein Problem sein – Speicher- und Transportfähigkeit: Herausfordernd, erfordert spezielle Infrastruktur 	Abb. 2
4.3	Klärgas	ist ein Nebenprodukt der Abwasserbehandlung, das als Energiequelle genutzt werden kann	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral und dezentral – Erdgasalternative – Kraft-Wärme-Kopplung 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad 30 - 45 % – Steigerbar durch Abwärmenutzung auf bis zu 80% – < 0,1 – 10 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Umweltverträglichkeit: Hilft bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen aus Abwasserbehandlungsanlagen – Speicher- und Transportfähigkeit: Ähnlich wie Biogas – Kosten: Relativ niedrig, da es sich um ein Nebenprodukt der Abwasserbehandlung handelt 	Abb. 3
4.4	Wasserstoff	Wasserstoff ist ein vielseitiger Energieträger, der durch Elektrolyse von Wasser oder aus fossilen Brennstoffen gewonnen werden kann	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral und dezentral – Erdgasalternative 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad ca. 86 % bei Brennstoffzellen – 1-40 MW_{th} 	<ul style="list-style-type: none"> – Hoher Rückverstromungsanteil 	Abb. 4

ANLAGEN

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
			<ul style="list-style-type: none"> – Kraft-Wärme-Kopp- lung – Energiespeicherung – Kraftstoff 	80-1.100 °C	<ul style="list-style-type: none"> – Umweltverträglichkeit: Sehr gut, wenn aus erneuerbaren Quellen er- zeugt – Speicher- und Transportfähigkeit: Herausfordernd, erfordert spezielle Infrastruktur – Kosten und technischer Aufwand: Sehr hoch, insbesondere bei der Produktion von grünem Wasser- stoff 	
Sonstiges						
4.5	Energieholz	Holz, das speziell zur Energiegewinnung durch Verbrennung angebaut und geerntet wird, teilweise auch aus Holzresten (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel)	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral und dezentral – Wärmeerzeugung de- zentral – Stromerzeugung zent- ral – Kraft-Wärme-Kopp- lung 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad bis zu 90 % – Verluste sind Ertrags- gewinne 	<ul style="list-style-type: none"> – Wärme: Hoher Heizwert, insbeson- dere bei der Verbrennung von Holzpellets – Umweltverträglichkeit: CO2-neutral bei nachhaltiger Forstwirtschaft – Speicher- und Transportfähigkeit: Gut, aber erfordert Platz für Lage- rung – Kosten: Relativ niedrig, insbeson- dere bei lokaler Verfügbarkeit von Holz 	Abb. 5
4.6	Fernwärme	Wärmeenergie, die in einem zentralen Kraftwerk oder Industrieanlage erzeugt und über ein Netz von isolierten Rohren zu den Verbrauchern transportiert wird	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral – Gebäudeversorgung (Heizung, WW) – Lokale Anwendungen – Industrielle Prozesse 	Wirkungsgrad 90 - 95 %	<ul style="list-style-type: none"> – Umweltverträglichkeit: Abhängig von der Quelle der Wärme – Speicher- und Transportfähigkeit: Begrenzt auf das Fernwärmenetz – Kosten und technischer Aufwand: Relativ hoch, erfordert den Bau 	Abb. 6

ANLAGEN

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
					und die Wartung eines Fernwärmenetzes	
4.7	Nahwärme	Ist ein ähnliches Konzept wie Fernwärme, aber auf kleinerer, lokaler Ebene, oft innerhalb eines einzelnen Gebäudes oder einer kleinen Gemeinschaft	<ul style="list-style-type: none"> – Zentral – Gebäudeversorgung (Heizung, WW) – Lokale Anwendungen 	Wirkungsgrad ca. 95 %	<ul style="list-style-type: none"> – Umweltverträglichkeit: Abhängig von der Quelle der Wärme – Speicher- und Transportfähigkeit: Begrenzt auf das Nahwärmenetz – Kosten und technischer Aufwand: Geringer als bei Fernwärme, da das Netz kleiner ist 	Abb. 7
Speicher:						
5.1	Lithium-Ionen-Batterie (Strom)	Batterietechnologie, die auf der Bewegung von Lithium-Ionen von der negativen zur positiven Elektrode während der Entladung und umgekehrt beim Aufladen basiert	<ul style="list-style-type: none"> – Gebäude zentral, dezentral – E-Mobilität – Notstrom – Netzstabilisierung 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad bis zu 98 % – Bis zu 180 Wh/kg 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Energiedichte & Energiedichte – Schnelle Reaktionszeit – Geringe Selbstentladung – Modular 	Abb. 1
5.2	Redox-Flow-Batterie (Strom)	Akku, bei dem Energie in zwei chemischen Komponenten gespeichert wird, die in Lösung und durch eine Membran getrennt sind, die den Ionenaustausch ermöglicht	<ul style="list-style-type: none"> – Gebäude zentral, dezentral – Langzeit Stromspeicher 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad 70 – 80 % – 30 Wh/l 	<ul style="list-style-type: none"> – Kapazität und Leistung frei skalierbar – Lange Lebensdauer – Geringe Brandgefahr im Vergleich zu LIB – Schnelle Reaktionszeit – Umweltfreundlich 	Abb. 2
5.3	Wasserstoffspeicher (Strom)	Speichersysteme, die Wasserstoffgas enthalten und freisetzen können, um Energie zu erzeugen, typischerweise durch Brennstoffzellen oder Verbrennung	<ul style="list-style-type: none"> – Gebäude zentral, dezentral 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad 30 – 45 % 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Energiedichte – Langzeitspeicher – Vielseitigkeit 	Abb. 3

ANLAGEN

Nr.	Technologie	Kurzbeschreibung	Anwendungen	Technische Details	Besonderheiten	Verweis
			<ul style="list-style-type: none"> Langzeit Stromspeicher 	<ul style="list-style-type: none"> Steigerbar durch Abwärmenutzung auf bis zu 80% Bei 350 bar ca. 800 Wh/l 	<ul style="list-style-type: none"> Umweltfreundlich 	
5.4	Eisspeicher (Wärme/Kälte)	Latente Wärme-/Kältespeicher, die die Kristallisationsenergie von Wasser nutzen, um über ein Wärmepumpen-System je nach Bedarf Wärme oder Kälte bereitzustellen	<ul style="list-style-type: none"> Gebäude zentral, dezentral Wärme- und Kältespeicher 	<ul style="list-style-type: none"> Wirkungsgrad bis zu 90 % Verluste sind Ertragsgewinne 93 Wh/l nur Schmelzenthalpie 	<ul style="list-style-type: none"> Energiespeicherung auf geringem Temperaturniveau Skalierbar Geringe Kosten Umweltfreundlich 	Abb. 4
5.5	Pufferspeicher (Wärme)	Ein thermischer Speicher, der überschüssige Wärmeenergie speichert und bei Bedarf freisetzt, um Heiz- oder Warmwasseranforderungen zu erfüllen	<ul style="list-style-type: none"> Gebäude zentral, dezentral 	<ul style="list-style-type: none"> Wirkungsgrad 90 – 95 % 93 Wh/l Temperaturdifferenz von 80 K 	<ul style="list-style-type: none"> Einfacher Aufbau Lange Lebensdauer Umweltfreundlich Kostengünstig Temperaturschichtung möglich 	Abb. 5
5.6	Feststoffspeicher (z.B. Beton, Schüttgut, Silikate) (Wärme)	Meist ein Hochtemperatur-Speichersystem, das feste Materialien verwendet, um thermische Energie zu speichern und bei Bedarf freizusetzen, kann durch Strom und Wärme geladen werden	<ul style="list-style-type: none"> Zentral im Hochtemperaturbereich Industrieabwärme 	<ul style="list-style-type: none"> Wirkungsgrad ca. 95 % Energiedichte abhängig von Material und Temperatur 	<ul style="list-style-type: none"> geeignet für Temperaturen > 100 °C Langlebig Robust Teilweise mobil einsetzbar 	Abb. 6

ANLAGEN

Anlage 2 Übersicht Regelwerke und Richtlinien zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung

Auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene wurde dies bereits anerkannt. In der Folge existieren zahlreiche Regelwerke, Richtlinien, Praxisleitfäden und Informationsmaterialien. Für einige Maßnahmen (wie z.B. Baumrigolen) laufen noch Forschungen zur optimalen Umsetzung, für andere (wie z.B. Mulden, Rinnen, Gebäudebegrünung, etc.) sind bereits zahlreiche langjährige Erfahrungen vorhanden, wie in den Praxisleitfäden beschrieben wird. Nachfolgende Tabelle 20 gibt einen Überblick über für die Umsetzung des Industriegebiets nutzbarer Ressourcen:

Tabelle 20 Übersicht über Leitfäden und Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement

Herausgeber	Titel	Verweis
DWA Deutsche Vereinigung Wasserwirtschaft	Arbeits- und Merkblätter zur Einleitung von Regenwasserabflüssen aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer	Link
Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (AT)	Leitfaden Regenwasserbewirtschaftung- Praxisleitfaden aus dem Projekt Flexadapt	Link
Berliner Regenwasseragentur	Regenwasser versickern: Alles wissenswerte im Überblick	Link
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg	Leitfaden: Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung	Link
UBA Umweltbundesamt	Themenüberblick: Regenwasserbewirtschaftung	Link
Info Regenwasser	Themenseite: Alles rund um das Thema Regenwasser	Link
Verband Wohneigentum NRW	Infoseite: Der Umgang mit Regenwasser	Link

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen

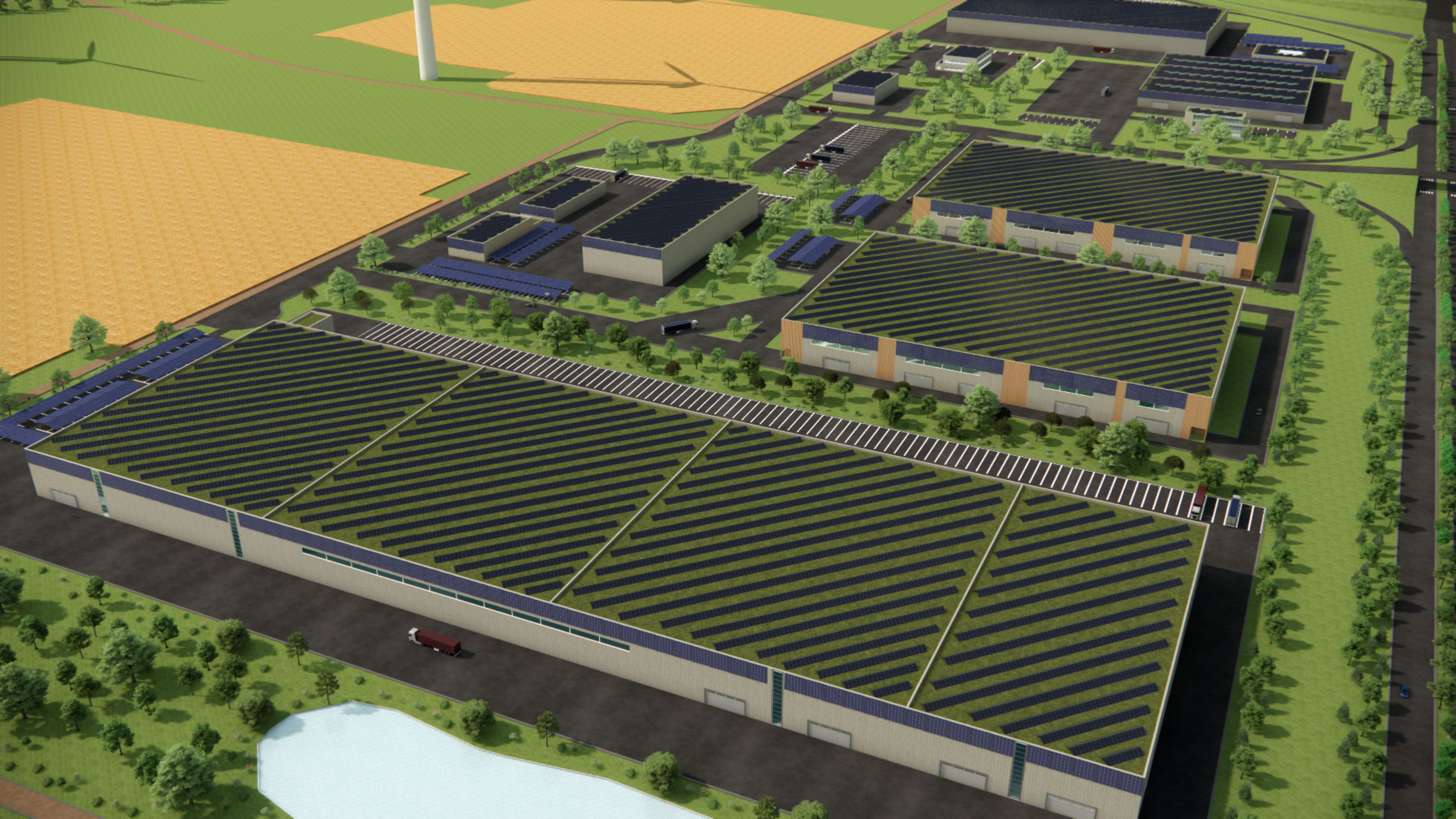


LANDFOLGE
GARZWEILER
ZWECKVERBAND

DREES &
SOMMER







Industriegebiet Elsbachtal

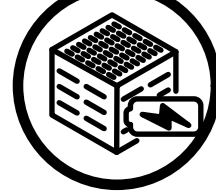
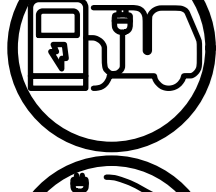
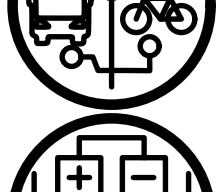
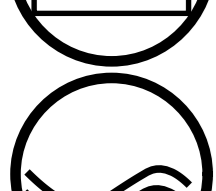


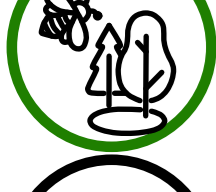
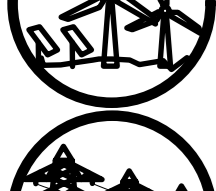


Strukturkonzept Maßstab 1:2.500

LEGENDE

Basisinformationen

- Bauabschnitt I
- Bauabschnitt II
- Regenrückhaltebecken
- Verkehrsstrasse (inkl. BA I)
- exempl. Erschließung BA II
- bestehender Feldweg

Technisch-ökologische Bausteine

-  Energiezentrale
-  LKW-Ladehub
-  Mobilitätshub (BA II)
-  Elektrolyseur (BA II)
-  Regenrückhaltebecken
-  begrünte Dächer mit PVA
-  Straßenbegleitgrün
-  Biodiversitätsmaßnahmen
-  externe Stromzufuhr (Energiewirtschaften)
-  externe Stromabnahme (Siedlungsbereiche)
- geplantes Wärmenetz (BA I)
- exempl. Stromnetz (BA I)

