

Beschlussvorlage

Drucksachen-Nr. 0497/2023
öffentlich

Gremium	Sitzungsdatum	Art der Behandlung
Ausschuss für die Konversion des Zanders-Geländes	07.09.2023	Entscheidung

Tagesordnungspunkt

Energiegrundkonzept für das zukünftige Stadtviertel auf dem Zanders-Areal

Beschlussvorschlag:

- I. Der Ausschuss nimmt den Abschlussbericht zum Energiegrundkonzept zur Kenntnis und folgt den Empfehlungen des Gutachterbüros in Form der Vorzugsvariante 2 (V2).
- II. Die Verwaltung wird beauftragt, die notwendigen vertiefenden Untersuchungen zur Prüfung der Umsetzbarkeit der Vorzugsvariante 2 (V2) durchzuführen.
- III. Die Verwaltung wird parallel damit beauftragt, Betreibermodelle für die Vorzugsvariante 2 (V2) zu prüfen und einen diesbezüglichen Vorschlag dem Zanders-Ausschuss zum Beschluss vorzulegen.

Kurzzusammenfassung:

Das Ingenieurbüro Happold hat auf der Grundlage von Annahmen zum künftigen Gebäudebestand die Energiebedarfe des neuen Stadtviertels auf dem Zanders-Areal ermittelt. Außerdem wurden die Energiepotenziale, die es am Standort gibt, untersucht. Auf diesen Grundlagen wurden im Anschluss drei Energieversorgungsvarianten entwickelt:

Variante 1: Dezentrale Versorgung - Reversible Geothermie- und Luft-Wärmepumpe

Variante 2: Zentrale Versorgung - Grundwasser-, Abwasser- und Luft-Wärmepumpe

Variante 3: Zentrale Versorgung - Biogas-BHKW und Biogas Kessel

Die Varianten wurden anschließend qualitativ anhand der Kriterien Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit, Betrieb, Umsetzbarkeit und Risiken bewertet. Des Weiteren fand eine quantitative Bewertung mithilfe eines Energiesystems simulations- und Optimierungsprogrammes statt, um die zeitlichen Abhängigkeiten der Energieströme zwischen der Umwelt, der Umwandlungs- und Speichertechnologien sowie der Verbraucher abzubilden und zu prüfen. Mithilfe der Modellierung konnten außerdem eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt und die energiebezogenen CO₂-Emissionen für jede Variante berechnet werden.

Im Ergebnis kommt das Gutachterbüro Happold zu dem Schluss, dass die Variante 2 die effizienteste und sinnvollste technische Lösung für die zukünftige Energieversorgung des Zanders-Areals darstellt.

Eine zentrale Großwärmepumpe, die konstant über das Jahr Energie aus Abwasser und Grundwasser entziehen kann, ist auch in Bezug auf Preis/Leistung deutlich besser als dezentrale kleinere Anlagen für jedes einzelne Gebäude auf dem Areal. Für Variante 2 ist ein Nahwärme- und Kältenetz notwendig, an denen die Nutzer bzw. die einzelnen Gebäude angeschlossen werden.

Die nächsten Schritte bestehen insbesondere in der vertiefenden technischen und genehmigungsrechtlichen Untersuchung der Vorzugsvariante 2, in der Entwicklung eines passenden Betreibermodells sowie in der Konkretisierung der städtebaulichen Planungen als verlässliche und belastbare Grundlage für ein zukünftiges Energieversorgungskonzept.

Sachdarstellung/Begründung:

1 Anlass

Seit dem Erwerb der ersten Grundstücke durch die Stadt wurden diverse Studien und Untersuchungen zum Zanders-Areal durchgeführt, um Kenntnisse zu erlangen und Grundlagen für den Planungsprozess zu erarbeiten. Eine wesentliche Grundlage war der Beschluss der sog. „Strukturplanung“, welche einerseits die räumlichen Strukturen des neuen Stadtviertels grob definiert und andererseits die Herangehensweise für die zukünftigen Planungsschritte und die thematischen Schwerpunkte setzt (siehe Drucksachen-Nr. 0321/2022).

Der Ausschuss für die Konversion des Zanders-Geländes hat am 07.03.23 den anzustrebenden Nutzungsmix für das Zanders-Areal festgelegt. Dieser sieht Wohnraum für rund 3.000 Menschen und gewerbliche Nutzflächen für ca. 2.900 Arbeitsplätze vor (jeweils mit einer Schwankungsbreite von +/- 10%). Der Nutzungsmix soll nicht überall auf dem Gelände gleich sein, sondern Schwerpunkte in den unterschiedlichen Bereichen bilden. Die Stadt Bergisch Gladbach erhebt den Anspruch, das Projekt Zanders-Areal im Sinne eines Vorzeigeprojektes von nachhaltiger Stadtplanung zu entwickeln. Dies umfasst unter anderem das Themenfeld der Energieversorgung. Angesichts des fortschreitenden Klimawandels und der damit verbundenen Notwendigkeit, CO₂ beim Bau und Betrieb neuer Quartiere stark zu reduzieren, müssen innovative Konzepte entwickelt werden. Somit wurde Ende 2022 damit begonnen, ein Ingenieurbüro zu suchen, welches ein zukunftsfähiges Energiegrundkonzept für das neu entstehende Stadtviertel auf dem Zanders-Areal entwickelt. Der Auftrag wurde an das Büro Happold erteilt. Aufgabe war es, aufbauend auf den Vorarbeiten im Rahmen der Strukturplanung, verschiedene nachhaltige Varianten der Strom- und Wärmeversorgung für das neue Stadtviertel zu konzipieren. Um eine wirtschaftliche, nachhaltige und effiziente Energieversorgung zu gewährleisten, sollte die Studie die standortspezifischen Gegebenheiten analysieren und hierauf aufbauend die für das Zanders-Areal und die Stadt Bergisch Gladbach sinnvollste Lösung im Sinne einer Vorzugsvariante aufzeigen. Neben den ökologischen Gesichtspunkten war hierbei besonders wichtig, dass das vorgeschlagene System flexibel ist, eine stufenweise Umsetzung möglich ist und es über mehrere Jahrzehnte im Gleichklang mit der Entwicklung des Quartiers wachsen kann.

2 Ergebnisse der Untersuchung – Energiegrundkonzept

Im Folgenden werden die Inhalte des Abschlussberichts zum Energiegrundkonzept knapp zusammengefasst. Dabei wird zunächst die Methodik erläutert und anschließend der Fokus auf die drei Energieversorgungsvarianten und ihre Bewertung gelegt. Ausführlichere Informationen insbesondere zur Herangehensweise und den zugrunde gelegten Annahmen können dem Abschlussbericht entnommen werden (siehe Anlage 1).

2.1 Vorgehen und Methodik

2.1.1 Ziele und Leitideen

Bei der Entwicklung der Energiegrundkonzeption wurden mehrere Aspekte als Prämissen vorangestellt. Dabei spielt das Thema **Nachhaltigkeit** eine hervorgehobene Rolle. Hierzu zählt vor allem die Reduzierung der CO₂-Emissionen bspw. durch den Einsatz von erneuerbaren Energien und energieeffizienten Technologien.

Neben der technischen und nachhaltigen Planung ist auch die **Wirtschaftlichkeit** ein entscheidender Faktor. Dabei müssen die Investitionskosten, Betriebskosten und die daraus folgende langfristige Rentabilität sorgfältig abgewogen werden. Durch eine umfassende

Wirtschaftlichkeitsanalyse und die Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten und Vergütungsoptionen sollen ökologisch und ökonomisch tragfähige Lösungen erarbeitet werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die **Umsetzbarkeit**. Je nach Bedarf und Entwicklungsphase des Zanders Areals kann es erforderlich sein, die Energieversorgung in unterschiedlichen Abschnitten (Phasen) zu realisieren. Dies ermöglicht eine schrittweise Umsetzung und Anpassung entsprechend des Baufortschritts. Die technische Verfügbarkeit der eingesetzten Energiequellen und Technologien ist ein weiterer wichtiger Faktor.

Des Weiteren stellt die Berücksichtigung der **Betriebsfaktoren und Risiken** einen wesentlichen Bestandteil der Energieversorgungsplanung dar. In diesem Zusammenhang werden die Punkte Genehmigungsfähigkeit, Resilienz, Technologierisiko sowie das wirtschaftliche Risiko im Betrieb bei der Bewertung und Entscheidung der untersuchten Energiesysteme betrachtet.

Zur Realisierung der genannten Ziele sind hauptsächlich die folgenden Leitideen richtungsweisend:

1. Senkung der Energiebedarfe (Energieeffizienz)
2. Identifizierung von Energiepotentialen (Nutzung von regenerativen Umweltenergieressourcen)
3. Erarbeitung von Versorgungskonzepten (Nutzung von Synergien zwischen den Technologien)

2.1.2 Annahmen zum zukünftigen Gebäudebestand

Für die Ermittlung der Energiebedarfe des künftigen Stadtviertels spielen sowohl die Nutzungen, als auch die Ausgestaltung der Gebäude eine Rolle. Da zu beiden Themen aufgrund des noch frühen Planungsstadiums keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen, wurde zur Ermittlung der nutzungsspezifischen Flächenverteilung ein überschlägiges Modell zugrunde gelegt, das auf dem im März vom Zanders-Ausschuss beschlossenen Nutzungsmix aufsetzt. Des Weiteren wurden elf Referenzgebäudetypen entwickelt, die den künftigen Gebäudebestand stellvertretend abbilden sollen. Dabei wurden Annahmen bspw. zum Sanierungsniveau, zur Anzahl von Wohneinheiten bzw. Arbeitsplätzen, zu Bauweisen, Gebäudetiefen, Dachformen und Energiestandards getroffen. All diese Kriterien helfen dabei, den spezifischen Energiebedarf des Referenzgebäudetyps zu ermitteln.

2.1.3 Ableitung der Energiebedarfe in den jeweiligen Entwicklungsphasen

Es ist davon auszugehen, dass die städtebauliche Entwicklung des Zanders-Areals sich über einen längeren Zeitraum erstrecken wird. Um die zukünftigen Energiebedarfe sowohl zeitlich als auch räumlich ermitteln zu können, wurde daher – nach Vorgabe der Projektgruppe Zanders-Areal – eine Phasierung in Form von drei Entwicklungsphasen als Annahme zugrunde gelegt. Für die Realisierung jeder einzelnen Phase wurde ein Zeitraum von neun Jahren angenommen. Da eine genaue Vorhersage der Phasierung zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich ist und nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Gebäude und Anlagen der Phase 1 errichtet wurden, bevor mit Phase 2 begonnen wird, gibt es jeweils zeitliche Überlappungen der aufeinander folgenden Phasen. In jeder Entwicklungsphase ist der Bau von mindestens einem Mobilitätshub vorgesehen. Zudem müssen in jeder Phase alle Energiebedarfe gedeckt werden können.

Auf Grundlage der Phasierung konnte für jede Phase der Jahresenergiebedarf und seine zeitliche Verteilung über den Jahresverlauf ermittelt werden. Dies umfasst die Bedarfe für Raumwärme, Trinkwarmwasser, Raumkälte und Strom.

2.1.4 Untersuchung der möglichen Energiepotentiale in Bergisch Gladbach

Auch bei der Untersuchung der nutzbaren Energiepotenziale wurden zunächst drei Grundsätze vorangestellt. Zum einen sollen die Planungen keine fossilen Energieträger umfassen. Vielmehr soll das Konzept auf erneuerbaren Energien und den standortspezifischen Gegebenheiten basieren. Des Weiteren sollen die Dachflächen als

Standorte für Photovoltaik- und Solarthermieanlagen dienen, um das solare Potenzial auszuschöpfen. Dies soll mit Gründächern kombiniert werden. Außerdem sollen den Energiepotenzialen der Umgebungswärme eine große Rolle bei der Konzeption zukommen. Unter den drei beschriebenen Prämissen wurden dann die Energiepotenziale am Standort analysiert:

Für die energetische Versorgung des Zanders-Areals kann die Nutzung von Umweltwärme entscheidend sein. Wärmepumpen können dazu eingesetzt werden, Umweltwärme nutzbar zu machen, indem sie ein niedriges Temperaturniveau auf ein höheres Temperaturniveau anheben. Als Wärmequelle können verschiedene Medien genutzt werden. Für das Zanders-Areal kann zukünftig dem Grundwasser eine wichtige Rolle zukommen, das schon zu Zanders Produktionszeiten genutzt wurde. Weitere Umweltwärmepotentiale sind die Nutzung von Abwasserwärme eines Hauptsammlers in der Hauptstraße, Luftwärme oder Geothermie. Zusätzlich zur Umweltwärme wurden die Potenziale von Solarenergie, Fernwärme, Biogas, Biomasse, Wasserstoff, Windkraft und Abwärme von benachbarten Industriebetrieben betrachtet.

2.1.5 Entwicklung von drei Energieversorgungsvarianten und ihre Bewertung

Im Rahmen der Studie wurden aufsetzend auf der Untersuchung der energetischen Potenziale drei verschiedene Energieversorgungsvarianten entwickelt. Dabei liegt der Fokus darauf, die verfügbaren Technologien und Energiepotenziale effektiv zu verknüpfen, um Synergien bestmöglich zu nutzen. Die Varianten, die nachstehend noch detailliert beschrieben werden, wurden im Anschluss sowohl qualitativ wie quantitativ bewertet. Für die qualitative Bewertung wurden die Kriterien Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit, Umsetzbarkeit, Betrieb und Risiken als Maßstab angelegt.

Für die quantitative Bewertung wurden die Varianten im Energiesystems simulations- und Optimierungsprogramm „*Symphony*“ von der ETH Zürich simuliert. Um die optimalen Lösungen für eine zuverlässige Energieversorgung zu finden, muss die zeitliche Abhängigkeit des Energiesystems abgebildet werden. Die Energieströme zwischen der Umgebung, der Umwandlungs- und Speichertechnologien sowie der Verbraucher werden mithilfe des Programms stündlich aufgelöst simuliert. Diese stündlichen Energiebilanzen müssen jederzeit vollständig ausgeglichen sein, um die Zuverlässigkeit des Energiesystems zu gewährleisten.

Bei der quantitativen Bewertung werden zwei Beurteilungsgrößen betrachtet. Einerseits handelt es sich dabei um die **Lebenszykluskosten**, welche die Amortisationskosten über die Lebensdauer der gewählten Technologie einschließlich der jährlichen Betriebskosten für die Wartung, Instandsetzung und Energie berücksichtigen. Dabei werden u.a. die importierten Strom- und Gasmengen sowie die exportierten erneuerbaren Strommengen berechnet und über das ganze Jahr kumuliert. Andererseits ermöglicht der **jährliche CO₂-Ausstoß** als zweite Größe die Beurteilung des Energiesystems nach der Umweltverträglichkeit. Die optimalen Lösungen für die jeweilige Variante hinsichtlich der zwei Beurteilungsgrößen werden in einer sogenannten *Pareto-Front* dargestellt (siehe Abbildung 1). Die Pareto-Front bildet dabei drei verschiedene Lösungen für jede Variante ab. Die erste Lösung stellt die ideale Auslegung der Systeme dar, um minimale Lebenszykluskosten zu erreichen. Im Gegensatz dazu stellt die dritte Lösung die optimale Auslegung der Systeme zur Reduzierung der CO₂-Emissionen dar. Dementsprechend ist die zweite Lösung eine Abwägung zwischen der Minimierung der Lebenszykluskosten und der CO₂-Emissionen. Bei der weiteren Auswertung wird jeweils die Lösung „*optimal solution 2*“ gewählt, die einen Kompromiss zwischen den Kosten und den CO₂-Emissionen repräsentiert. Somit lassen sich die drei Varianten in Bezug auf die zwei Beurteilungsgrößen miteinander vergleichen. Die Lebenszykluskosten und CO₂-Emissionen aller drei Varianten wurden für den Betrachtungszeitraum von 2030 bis 2059 gegenübergestellt.

Auf der Grundlage beider Bewertungsansätze wurde schließlich eine Vorzugsvariante abgeleitet.

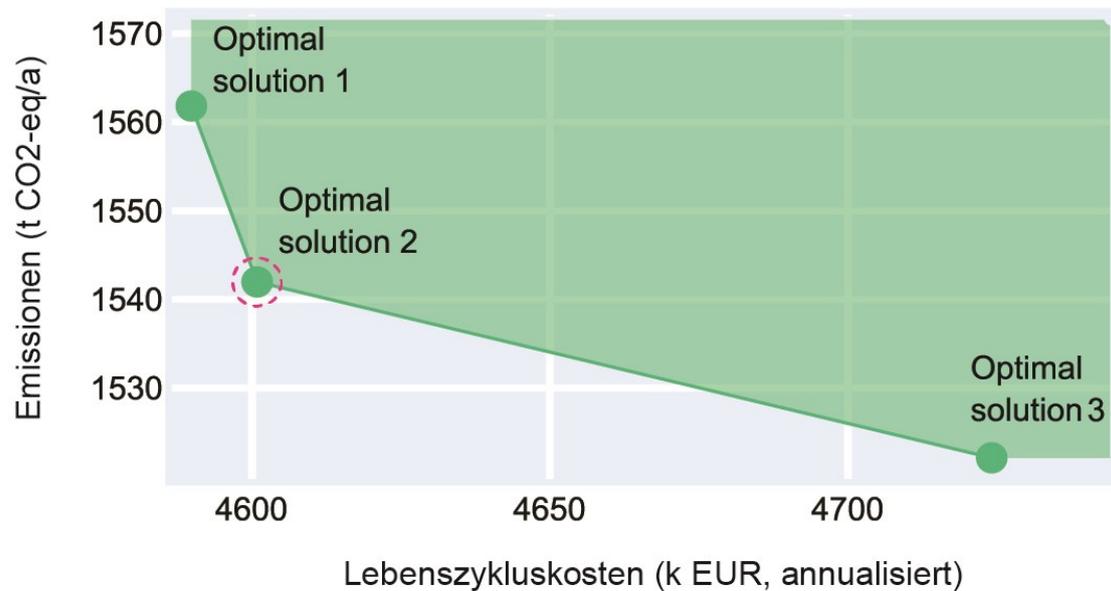


Abbildung 1: Pareto front – Lebenszykluskosten gegen jährliche Emissionen

2.2 Die drei Energieversorgungsvarianten

Im Folgenden werden die Varianten zunächst vorgestellt und im Anschluss die qualitativen und quantitativen Bewertungen wiedergegeben.

2.2.1 Variante 1: Dezentrale Versorgung - Reversible Geothermie- und Luft-Wärmepumpe

Die erste Variante stellt eine dezentrale Energieversorgung dar, die sowohl reversible Geothermie-Wärmepumpen als auch Luft-Wärmepumpen zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs vorsieht. Zur Nutzung der Geothermie werden Erdwärmesonden sowohl auf den Gebäudegrundflächen als auch um die Gebäude herum oder auf Flächen daneben eingebracht. Die Bohrtiefe bleibt dabei geringer als 100 Metern, um nicht in den Bereich des Bergbaurechts vorzudringen.

In den Sommermonaten wird weitestgehend freie Kühlung ohne den Wärmepumpenbetrieb ermöglicht. Im Winter erfolgt der Wärmeentzug aus dem Erdreich, um die Wärmegrundlast bereitzustellen. Die Deckung der Mittel- als auch der Spitzenlasten für Kühlen und Heizen erfolgen dann durch die Luftwärmepumpen. Auch der Trinkwarmwasserbedarf (TWW) für Wohn- und Nichtwohngebäude mit hohem TWW-Bedarf wird durch diese gedeckt. Dabei wird das Trinkwasser mithilfe der thermischen Energie der Umgebungsluft erwärmt. Durch die dezentrale Versorgungsstruktur ist kein Wärme- oder Kältenetz erforderlich. Dies hat den Vorteil, dass keine Investitionskosten und keine Betriebskosten für die Netze anfallen. Jedes Gebäude bzw. jede Gebäudegruppe kann eigenständig und unabhängig mit Energie versorgt werden, was eine hohe Flexibilität und Effizienz gewährleistet. Zudem können die Gebäude weitgehend unabhängig voneinander geplant, betrieben und verkauft werden, was eine Bandbreite an zusätzlichen Vorteilen mit sich bringt.

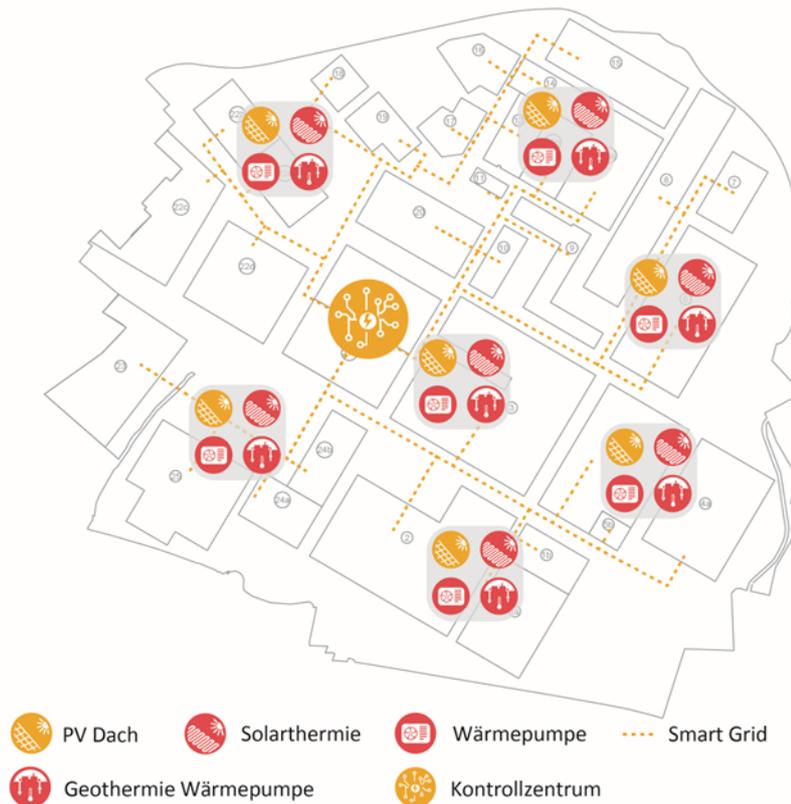


Abbildung 2: Variante 1 - Wärmebereitstellung durch dezentrale Versorgung - Reversible Geothermie- und Luft-Wärmepumpe

2.2.2 Variante 2: Zentrale Versorgung - Grundwasser-, Abwasser- und Luft-Wärmepumpe

Die zweite Variante beinhaltet eine zentrale Wärme- und Kälteversorgung mittels Wärmepumpen auf der Grundlage der Umweltwärmequellen und -senken: Grundwasser, Abwasser und Luft.

In diesem Fall wird auf dem ehemaligen Kraftwerksgelände eine moderne Energiezentrale errichtet, die ein effizientes Nahwärmenetz ermöglicht. Die von den Großwärmepumpen erzeugte Wärme wird über ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz mit Systemtemperaturen (Vorlauf/Rücklauf) von 40/30 °C verteilt. Dies ermöglicht hohe Wirkungsgrade bei der Wärmeerzeugung durch die Wärmepumpen und gewährleistet eine effiziente und zuverlässige Versorgung der angeschlossenen Gebäude. Um Lastspitzen abzufangen, werden Elektrodenkessel und Speicher eingesetzt. Diese unterstützen die Wärmepumpen bei Bedarf und stellen sicher, dass auch in Zeiten hoher Nachfrage eine zuverlässige Energieversorgung gewährleistet ist. Gebäude mit hohem Warmwasserbedarf, wie beispielsweise besondere Gewerbegebäude und Wohngebäude, werden zusätzlich mit sogenannten Booster-Wärmepumpen ausgestattet. Dadurch kann der hohe Warmwasserbedarf effizient gedeckt werden. Für Gebäude mit geringem Warmwasserbedarf, wie Büros, kommen Durchlauferhitzer zum Einsatz. Diese ermöglichen eine gezielte und bedarfsgerechte Bereitstellung von warmem Wasser, ohne dass zusätzliche Energie verschwendet wird.

Parallel zur Wärmeversorgung wird die Kälte über ein Hochtemperatur-Nahkältenetz mit einer Vorlauftemperatur von etwa 14 °C verteilt. Dieses System bietet den zusätzlichen Vorteil, dass während vieler Stunden des Jahres eine freie Kühlung möglich ist, was die Energieeffizienz weiter erhöht und den Gebäuden ein angenehmes Raumklima verschafft. Der Einsatz von zentralen Großspeichern sorgt zudem für eine optimale Auslastung der Wärmepumpen und gewährleistet eine zuverlässige Energieversorgung des

Nahwärmenetzes. Durch diese intelligente Kombination der verschiedenen Technologien wird eine nachhaltige, effiziente und bedarfsgerechte Energieversorgung der angeschlossenen Gebäude ermöglicht.

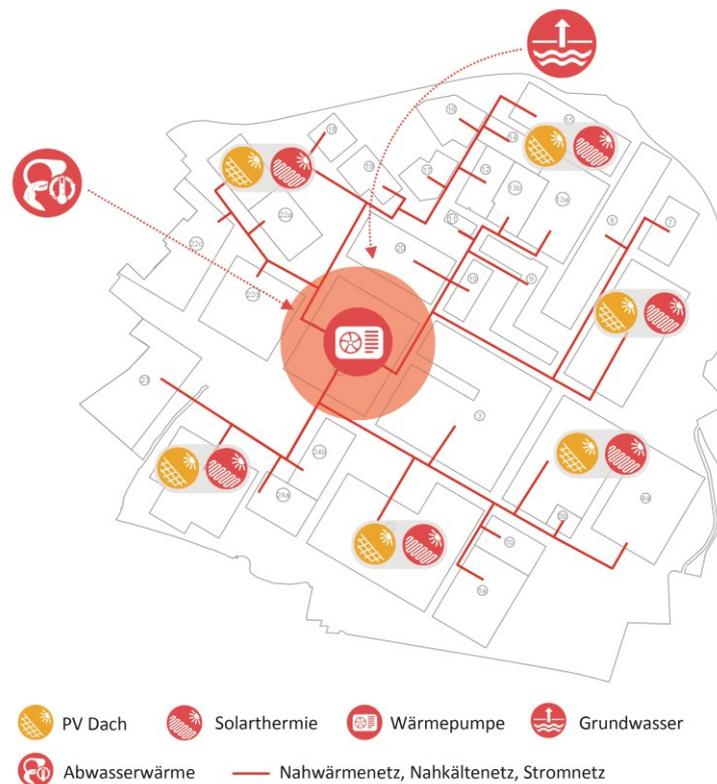


Abbildung 3: Variante 2 - Wärmebereitstellung durch zentrale Versorgung - Grundwasser-, Abwasser- und Luft-Wärmepumpe

2.2.3 Variante 3: Zentrale Versorgung - Biogas-BHKW und Biogas Kessel

Die dritte Variante stellt ebenfalls eine zentrale Energieversorgung dar, die sich aus einem Biogas-Blockheizkraftwerk (BHKW) und einem Biogas Brennwertkessel zusammensetzt. Die Grundlast an Wärme wird durch das Biogas-BHKW abgedeckt, während der Biogas-Kessel für die Spitzenlasten vorgesehen ist (siehe Abbildung 4). Beide Anlagensysteme werden mit Biogas als Energiequelle betrieben, um eine nachhaltige Energieerzeugung zu gewährleisten. Die Kälteerzeugung erfolgt ebenfalls zentral mittels einer effizienten Kältemaschine. Für die effiziente Verteilung der zentral erzeugten Wärme und Kälte sind ein Wärme- und Kältenetz vorgesehen. Die Wärme wird über ein Nahwärmenetz mit einem Temperaturniveau (Vorlauf/Rücklauf) von 70/50 °C verteilt. Der zusätzliche Einsatz eines Speichers ermöglicht es, die überschüssige Energie zu konservieren und bei Bedarf wieder bereitzustellen. Dadurch wird eine zuverlässige und flexible Energiebereitstellung gewährleistet und die Versorgung an die jeweilige Nachfrage angepasst.

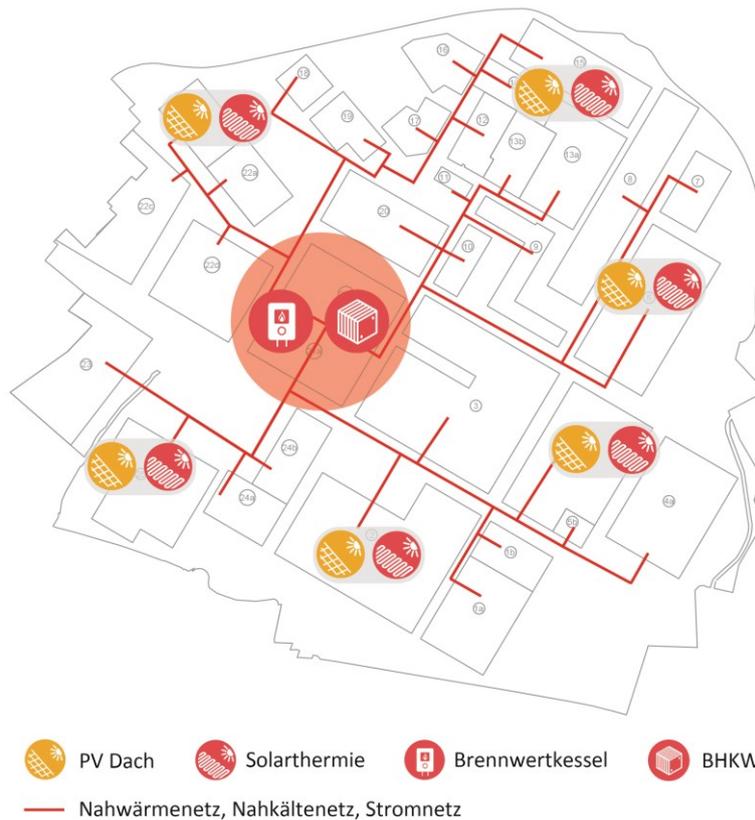


Abbildung 4: Variante 3 - Wärmebereitstellung durch zentrale Versorgung - Biogas-BHKW und Biogas Kessel

2.3 Ergebnis der qualitativen Bewertung

2.3.1 Variante 1

Nachhaltigkeit

Die Kombination aus reversiblen Geothermie- und Luft-Wärmepumpen schafft eine zuverlässige und umweltfreundliche Energieversorgung, die sich den örtlichen Gegebenheiten optimal adaptiert. Diese dezentrale Lösung ist nicht nur ressourcenschonend, sondern auch kosteneffizient und hilft den CO_2 -Ausstoß deutlich zu reduzieren. Damit bietet der dezentrale Ansatz eine nachhaltige Alternative für die Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden, ohne dass ein umfangreiches Wärme- oder Kältenetz erforderlich ist. Allerdings gibt es aufgrund der dezentralen Anlagen weniger Synergieeffekte zwischen Photovoltaik (PV), Speicher und Wärmeerzeuger. Dennoch kann die hohe Effizienz der Wärmepumpen in Kombination mit einer fortschreitenden Dekarbonisierung des Stromnetzes zu einer stetigen Verringerung der CO_2 -Emissionen führen. Diese Effizienz trägt maßgeblich dazu bei, dass die Gesamtemissionen für die Energieversorgung reduziert werden.

Wirtschaftlichkeit

Ein wesentlicher Aspekt sind die hohen Investitionskosten, die mit der Erschließung von Geothermie-Quellen und dem Bau von entsprechenden Anlagen verbunden sind. Bei dezentralen Geothermie-Anlagen liegen die finanziellen Belastungen oft bei den Gebäudeeigentümern oder den Betreibern der Anlagen. Hinzu kommt, dass bei dezentralen und kleineren Einzelanlagen die Skaleneffekte entfallen.

Umsetzbarkeit

Die dezentrale Konzeption ermöglicht es, einzelne Gebäude oder Bereiche schrittweise zu realisieren, ohne das Gesamtkonzept zu beeinträchtigen. Dies eröffnet eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit im Bauprozess. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der dezentralen Variante liegt in der Realteilung und Veräußerung von Grundstücken. Da keine zentrale oder gemeinsame Infrastruktur vorhanden ist, gestaltet sich die Aufteilung der Grundstücke und Gebäude unkomplizierter. Dies erleichtert es den Eigentümer*innen die Immobilien zu verkaufen oder anderweitig unabhängig zu nutzen, ohne die Energieversorgung des Gesamtsystems zu beeinträchtigen. Darüber hinaus entfällt bei dezentralen Energieversorgungskonzepten eine umfassende Koordination zwischen den einzelnen Gebäuden. Jedes Gebäude ist mit einem eigenen Versorgungskonzept ausgestattet, sodass es keine Abhängigkeiten oder gemeinsame Schnittstellen gibt, die koordiniert werden müssen. Dies vereinfacht nicht nur den Planungsprozess, sondern reduziert auch mögliche Risiken von Ausfällen oder Störungen im Gesamtsystem.

Betrieb und Risiken

Geothermie-Wärmepumpen nutzen die natürliche Wärme des Erdbodens, während Luftwärmepumpen die thermische Energie der Umgebungsluft verwenden. Die Verfügbarkeit und Konstanz dieser Energiequellen sind essenzielle Betriebsfaktoren, die die Leistung der Wärmepumpen beeinflussen. Bei den Geothermie-Wärmepumpen ist die Dichte der Erdwärmesonden zu berücksichtigen. Bei einer zu hohen Dichte von Erdwärmesonden wird die Entzugsleistung stark vermindert, da dem Boden zu viel Wärme entzogen oder zugeführt wird. Dies kann zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Anlageneffizienz führen. Die Luftwärmepumpen hingegen sind außentemperaturabhängig. Je niedriger die Außentemperatur ist, desto weniger Wärmeenergie kann aus der Umgebungsluft gewonnen werden. Dies führt zu einer erheblichen Effizienzminderung der Luftwärmepumpe. Um diesem Problem entgegenzuwirken, werden Zusatzheizungen (Spitzenlasterzeuger) in die Systeme integriert wie hier beispielsweise Elektroheizstäbe. Dieser Spitzenlasterzeuger unterstützt die Wärmebereitstellung ab einer definierten Außentemperatur (zum Beispiel ab - 5 °C, auch Bivalenzpunkt genannt).

2.3.2 Variante 2

Nachhaltigkeit

Die zentrale Versorgungsvariante 2 weist die höchste Effizienz und Synergieeffekte auf. Ein entscheidender Vorteil der Variante 2 ist, dass ausschließlich Netzstrom als Energieträger bezogen werden muss. Außerdem soll gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023 der Anteil an EE-Strom bis 2030 auf mindestens 30 % erhöht werden, wodurch eine Dekarbonisierung des Stromnetzes erfolgt. Dies führt zu einer erheblichen Reduktion von CO₂-Emissionen. Ein weiterer Aspekt dieser Variante ist die Möglichkeit, den selbst erzeugten Photovoltaik-Strom zum Heizen und Kühlen zu nutzen. Die PV-Anlagen erzeugen grünen Strom, der direkt in das System eingespeist werden kann, um die Heiz- und Kühlsysteme zu betreiben. Dadurch wird die Nutzung erneuerbarer Energie maximiert. Hervorzuheben sind auch die großen Speicherpotenziale, die diese Variante bietet. Die Fähigkeit, überschüssige Energie zu speichern, ermöglicht eine zeitliche Verschiebung des Energieeinsatzes. Dies ist besonders wertvoll, da der Energiebedarf nicht immer dann am höchsten ist, wenn die Energie erzeugt wird. Die Möglichkeit der Speicherung führt zu einer besseren Nutzung des erneuerbaren Potenzials und gewährleistet eine kontinuierliche Energieversorgung auch bei schwankender Verfügbarkeit der erneuerbaren Energien.

Wirtschaftlichkeit

Ein wesentlicher Vorzug dieser Lösung besteht in der Skalierung größerer Anlagen, was eine signifikante Reduzierung der Investitionskosten pro kW Leistung ermöglicht. Im Vergleich zu

den anderen Varianten wird erwartet, dass Variante 2 voraussichtlich die beste Wirtschaftlichkeit aufweist, da die Investitionskosten moderat ausfallen und die Betriebskosten äußerst gering sind. Darüber hinaus wird angenommen, dass der Strompreis weniger stark steigen wird als der Preis anderer Energieträger.

Umsetzbarkeit

Die zentrale Bereitstellung von Energie ist mit einem hohen Koordinations- und Planungsaufwand verbunden. Dies erfordert eine gründliche Planung und eine sorgfältige Koordinierung aller beteiligten Akteure, um mögliche Konflikte zu vermeiden. Ein weiterer Aspekt, der bei der zentralen Versorgung zu berücksichtigen ist, besteht in der Notwendigkeit einer gemeinsamen Infrastruktur für mehrere Gebäude. Die Energieerzeugung an einem zentralen Standort erfordert ein Leitungsnetz und Verteilersysteme, um die erzeugte Energie zu den einzelnen Verbrauchern zu transportieren. Neben den infrastrukturellen Herausforderungen müssen auch Genehmigungen für die Nutzung von Grund- und Abwasser für die zentrale Energieversorgung beantragt werden. Trotz des hohen Koordinationsaufwand lässt sich das zentrale Energiesystem phasenweise nach Bedarf im Nachhinein erweitern. Dafür muss sichergestellt sein, dass Platz für die zukünftige Anlagen in der Energiezentrale eingeplant werden. In jeder Phase sind neue Wärmepumpen und Speicher zu installieren. Das modular erweiterbare Regelsystem koordiniert den Betrieb der neuen und bestehenden Technikanlagen untereinander und ermöglicht die Entwicklung in mehreren Etappen.

Betrieb und Risiken

Grundwasser- und Abwasserwärmepumpen nutzen die konstante Temperatur des Grundwassers bzw. Abwassers, um Wärme zu gewinnen oder abzugeben. Dabei müssen verschiedene Betriebsfaktoren und potenzielle Risiken bei der Installation und während des Betriebs berücksichtigt werden. Eine der grundlegenden Aspekte ist die Auswahl des Standortes für die Wärmepumpen. Hierbei ist sicherzustellen, dass ausreichende Mengen an Grund- bzw. Abwasser verfügbar sind und die Temperaturen in einem konstanten Bereich liegen. Zudem können aufgrund der Nutzung des Grundwassers strenge behördliche Genehmigungen notwendig sein, um das Grundwasser vor Verunreinigungen und anderen umweltbedingten Einflüssen zu schützen und die geforderten Umweltauflagen einzuhalten. Die regelmäßige Wartung und Inspektion der Anlagen ist ein unverzichtbarer Aspekt, um einen reibungslosen Betrieb sicherzustellen und mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen. Verunreinigungen und Verschleiß können so rechtzeitig behoben werden, bevor sie zu größeren Schäden führen. Trotz der zahlreichen Vorteile dieser Systeme bestehen auch Risiken. Ein unsachgemäßer Betrieb könnte nachteilige Umweltauswirkungen zur Folge haben, wie etwa Veränderungen der Wassertemperatur oder -qualität. Außerdem sind wie bei jeder technischen Anlage Ausfälle nicht auszuschließen. Dementsprechend können Reparaturen teuer und zeitaufwändig sein, insbesondere wenn der Zugang zu den Brunnen oder Wärmeübertragern erschwert ist.

2.3.3 Variante 3

Nachhaltigkeit

Die Variante 3 weist im Vergleich zu den anderen Konzepten eine geringere Nachhaltigkeit auf, hauptsächlich aufgrund der CO₂-Emissionen durch die Nutzung von Biogas. Obwohl Biogas als erneuerbare Energiequelle angesehen werden kann, entstehen bei der Verbrennung noch immer Treibhausgasemissionen. Dadurch wird die Gesamtbilanz der CO₂-Neutralität beeinträchtigt, was im Vergleich zu anderen Varianten, die auf vollständig emissionsfreie Energieträger setzen, eine weniger nachhaltige Lösung darstellt. Außerdem gibt es bei dieser Variante weniger Synergieeffekte im Quartier. Dies liegt an der Verwendung unterschiedlicher Energieträger für die Wärme- und Kälteerzeugung.

Wirtschaftlichkeit

Im Vergleich zu den anderen Varianten ist die Variante 3 voraussichtlich wirtschaftlich weniger attraktiv, was vor allem auf die hohen Energiekosten des Biogases zurückzuführen ist. Biogas ist aufgrund des komplexen Produktionsprozesses und der begrenzten Verfügbarkeit teurer als andere Energiequellen. Dies kann sich negativ auf die Gesamtkosten der Energieerzeugung auswirken und die wirtschaftliche Rentabilität des Konzepts beeinträchtigen. Im direkten Vergleich zu Variante 2 sind die Investitionskosten für diese Variante jedoch geringer. Die Nutzung eines Nahwärmenetzes und die Installation der erforderlichen Anlagen kann kosteneffizienter sein als die Skalierung größerer Anlagen, wie es bei V2 der Fall ist. Ein Nahwärmenetz ermöglicht eine effiziente Verteilung der erzeugten Wärme und reduziert die Kosten für Transport und Verteilung, was zu einer kostengünstigeren Gesamtlösung führt.

Umsetzbarkeit

Wie bei Variante 2 ist bei der zentralen Bereitstellung von Energie ein hoher Koordinations- und Planungsaufwand notwendig. Dies erfordert eine gründliche Planung und eine sorgfältige Koordinierung aller beteiligten Akteure, um mögliche Konflikte zu vermeiden. Ebenfalls besteht die Notwendigkeit einer gemeinsamen Infrastruktur für mehrere Gebäude, um die erzeugte Energie zu den einzelnen Verbrauchern zu transportieren. Die phasenweise Erweiterung des Systems ist ähnlich wie bei Variante 2, durch die Modularität der Regelungstechnik lassen sich die neue Technikanlagen an das Energiesystem problemlos anschließen.

Betrieb und Risiken

Ein bedeutender Betriebsfaktor ist die Beschaffenheit des Biogases, das aus organischen Abfällen oder erneuerbaren Rohstoffen gewonnen wird. Schwankungen in der Gaszusammensetzung können die Effizienz des Verbrennungsprozesses beeinflussen und sich auf die Leistung des Blockheizkraftwerks und Brennwertkessel auswirken. Daher ist eine kontinuierliche Überwachung und Anpassung der Anlagenparameter erforderlich, um optimale Verbrennungsbedingungen sicherzustellen.

Zusätzlich zu den Betriebsfaktoren gibt es auch verschiedene Risiken, die bei Biogas-Blockheizkraftwerken berücksichtigt werden müssen. Eine unzureichende Wartung kann zu einem erhöhten Verschleiß der Anlagenteile führen und somit die Lebensdauer der Anlage verkürzen. Gleichzeitig können Störungen im Betrieb aufgrund von technischen Problemen oder unvorhergesehenen Ereignissen die Energieerzeugung beeinträchtigen. Es ist daher von großer Bedeutung, einen gut geplanten Wartungsplan zu haben und auf mögliche Notfallszenarien vorbereitet zu sein, um Ausfallzeiten zu minimieren. Daher ist der Wartungsaufwand und die damit verbundenen Kosten vergleichsweise hoch.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Betrachtung von Biogas-Blockheizkraftwerken berücksichtigt werden muss, ist die unsichere zukünftige Preisentwicklung von Biogas. Da der Markt für erneuerbare Energien und Biogas noch immer stark von regulatorischen Entwicklungen und politischen Entscheidungen beeinflusst wird, besteht eine gewisse Unsicherheit über die zukünftige Wirtschaftlichkeit und Rentabilität solcher Anlagen.

2.3.4 Zusammenfassung der qualitativen Bewertung

Die drei Varianten wurden anhand der beschriebenen qualitativen Kriterien bewertet. In jeder Kategorie konnten 1-5 Punkte vergeben werden, wobei eine geringe Zahl eine positive und eine hohe Zahl eine negative Bewertung ausdrückt. Die ausführliche Bewertungsmatrix findet sich in Anhang 1 des Berichtes. In der untenstehenden Tabelle sind die wichtigsten Aussagen zusammengestellt.

Im Ergebnis schließt die Variante 2 unter qualitativen Gesichtspunkten mit Abstand am besten ab. Auf sie folgt V3 mit wenig Abstand gefolgt von V1.

	Ergebnisse Bewertung		
	V1	V2	V3
Wirtschaftlichkeit	2,80	1,55	3,00
Betrieb	2,80	2,60	3,20
Nachhaltigkeit	3,40	1,60	4,20
Umsetzung	3,20	3,23	2,00
Risiken	2,70	2,50	2,10
Bewertung gesamt	3,05	2,25	3,10

Abbildung 5: Ergebnisse der qualitativen Bewertung

2.4 Quantitative Bewertung

Wie oben beschrieben, sollten für die drei Varianten sowohl die Lebenszykluskosten als auch der jährliche CO₂-Ausstoß und der kumulierte CO₂-Ausstoß ermittelt und miteinander verglichen werden. Jede Variante wurde dazu in drei Entwicklungsphasen modelliert, die den entsprechenden Anstieg der Bedarfe, Energiepotenziale und Anlagenkapazitäten parallel zu der Entwicklung des Quartiers widerspiegeln. Die genaue Vorgehensweise ist dem Bericht zu entnehmen. Im Folgenden werden lediglich die Ergebnisse dargestellt.

2.4.1 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Vergleich der Betriebskosten

Für die Berechnung der jährlichen Betriebskosten wurden alle Ein- und Auszahlungen (z.B. aus Einspeisevergütung oder Energiekosten) einer Variante während des Betrachtungszeitraums 2030-2059 herangezogen. Die Kosten der Energieträger werden als über die Jahre variabel angenommen, weshalb man von einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsuntersuchung spricht. Festzuhalten ist, dass über den gesamten Betrachtungszeitraum steigende Preiserhöhungen aller Betriebskostenarten anfallen. Die Abbildung 6 stellt den Verlauf der Betriebskosten dar. Die großen Sprünge gehen jeweils auf den Beginn einer neuen Entwicklungsphase zurück. Aufgrund des effizienteren Energieverbrauchs erweist sich V2 im Laufe der Projektlaufzeit stets als die günstigere Variante. Nach Fertigstellung von Phase 3 könnten jährlich bis zu 3,5 Mio. € an Betriebskosten gegenüber V3 eingespart werden.

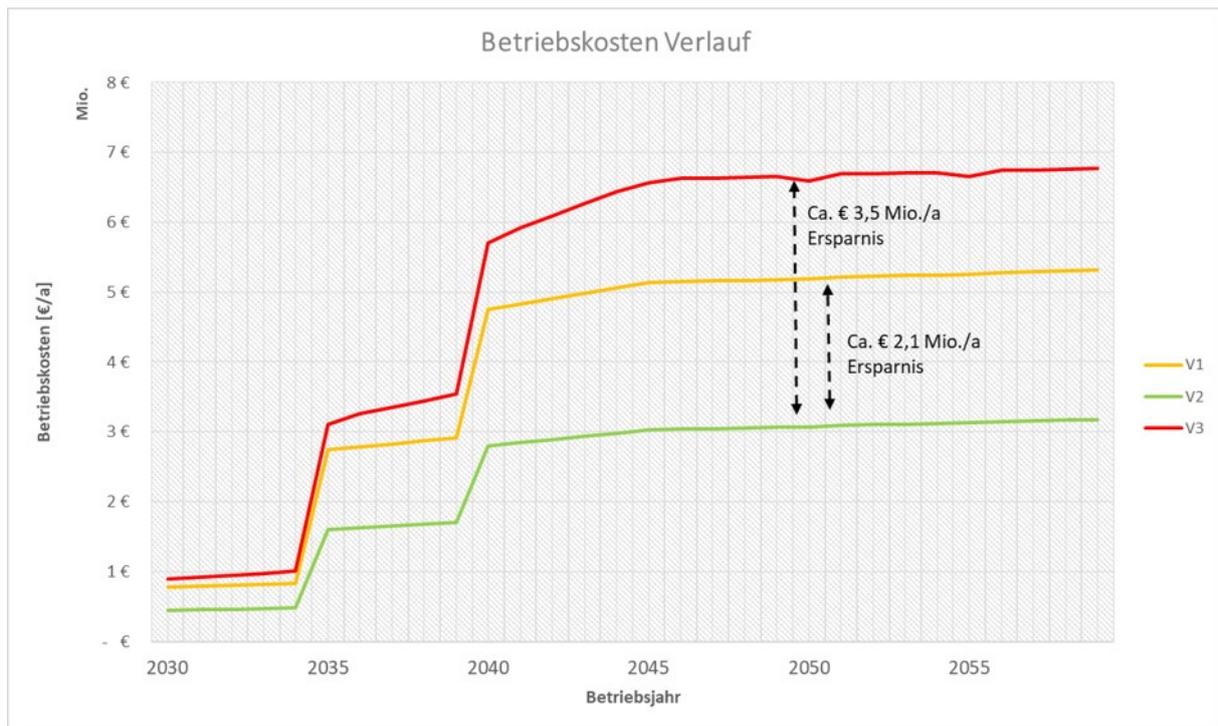


Abbildung 6: Verlauf der subnetto Betriebskosten

Vergleich der in Barwert umgerechneten Gesamtkosten (Simplified Total Cost of Ownership)

Da unterschiedliche Kostenbeträge zu verschiedenen Zeitpunkten anfallen, ist ein realistischer Vergleich der Varianten nur möglich, wenn alle Kosten auf den Anfangszeitpunkt der Investition in den sogenannten Barwert umgerechnet werden. Durch diese Umrechnung lässt sich die Summe aller Kosten ermitteln, wobei der Barwert als einzelner Betrag die Gesamtkosten ausweist.

Die Abbildung 7 zeigt die Summe aller Barwertkosten der jeweiligen Varianten. Auch wenn die Anschaffungs- und Anlagenerneuerungskosten (IK = Investitionskosten) der Variante 3 am günstigsten sind, ist aufgrund der höheren Energiekosten (EK) der Barwert hier am höchsten. Variante 1 weist ebenfalls höhere Betriebs- und Energiekosten auf als Variante V2. Insgesamt zeichnet sich Variante 2 als die vorteilhafteste aus, da ihr Barwert ca. €20,2 Mio. niedriger als der von Variante 1 und ca. €34,4 Mio. niedriger als der von Variante 3 ist.

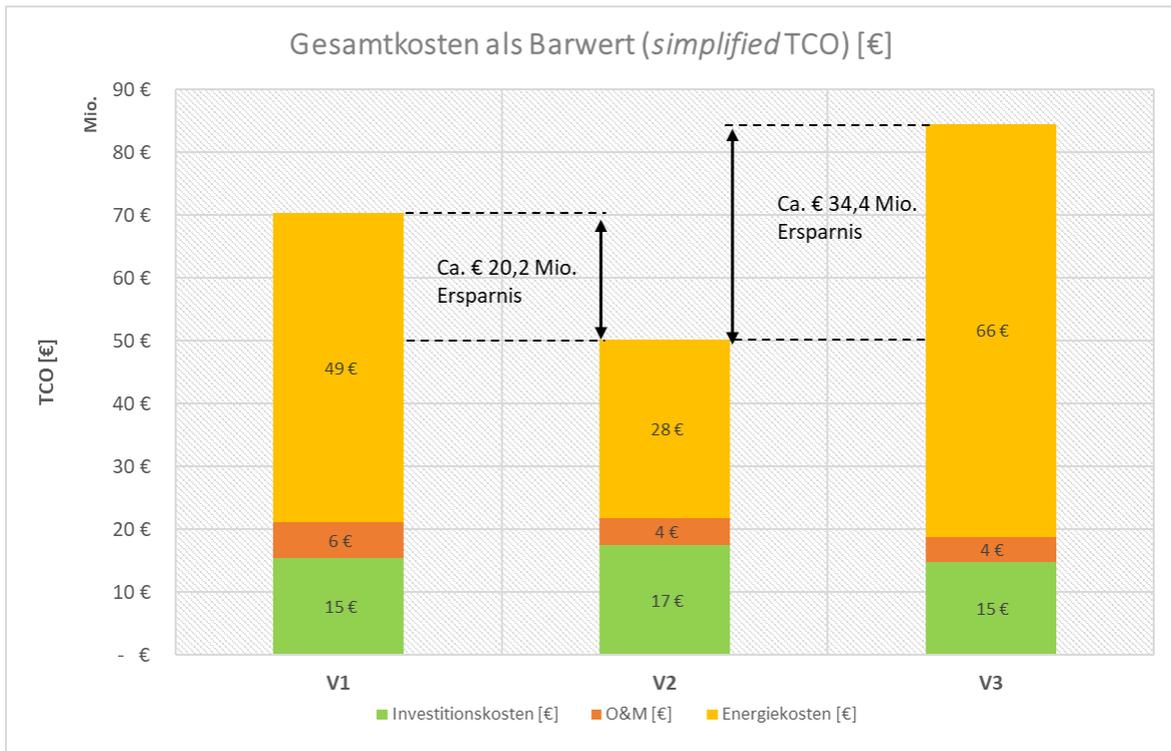


Abbildung 7: Simplified Total Cost of Ownership

2.4.2 Auswertung der energiebezogenen CO₂-Emissionen

Bei der Bewertung der energiebezogenen CO₂-Emissionen sind möglichst geringe kumulierte Gesamtemissionen anzustreben. Abbildung 8 zeigt sowohl den Verlauf der jährlichen als auch die kumulierten CO₂-Emissionen je Variante. Es ist deutlich der Zuwachs an Energiebedarfen durch den Ausbau des Quartiers zu erkennen.

Auch in der Verbrauchsanalyse weist V2 die geringsten Emissionen auf, was am Ende des betrachteten Zeitraums bis 2059 zu einer CO₂-Ersparnis in Höhe von etwa 1.500 t in Vergleich zu Variante 3 führt.

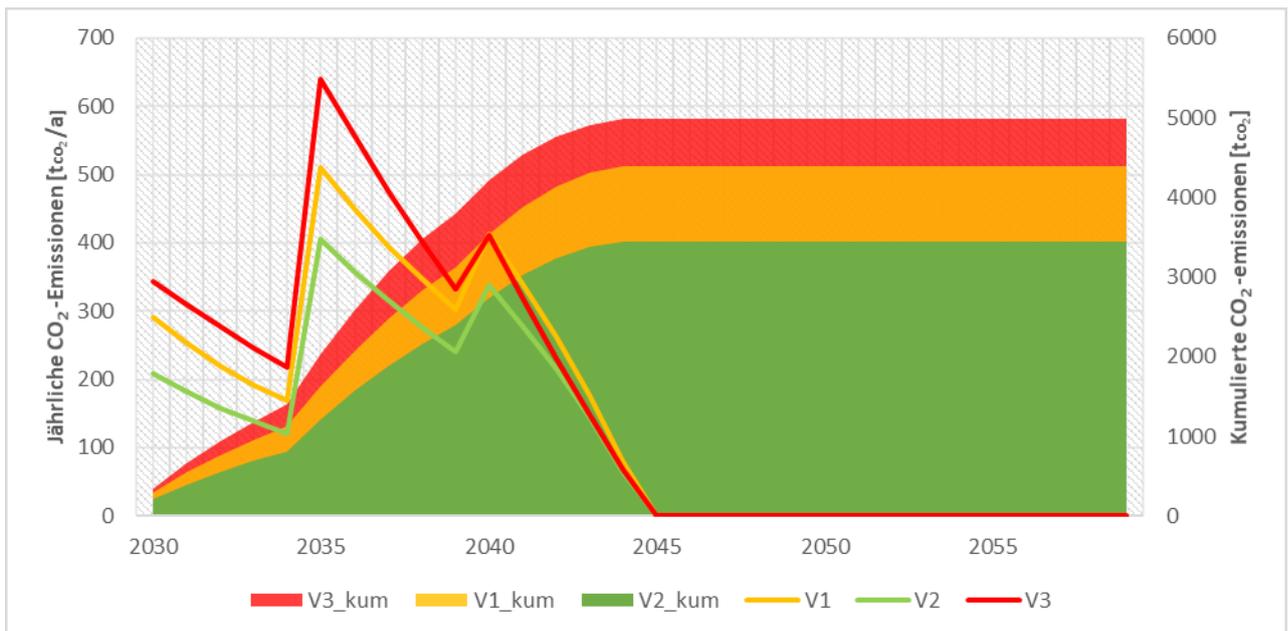


Abbildung 8: Verlauf der energiebezogenen CO₂-Emissionen

2.5 Ableitung der Vorzugsvariante

Unter Berücksichtigung der resultierenden Lebenszykluskosten und energiebezogenen CO₂-Emissionen ergibt sich Variante 2 als die Vorzugsvariante. Dabei hat sie die geringsten Betriebskosten. Obwohl sie im Vergleich zu Variante 1 und Variante 3 höhere Investitionskosten vorweist, rentiert sich V2 langfristig durch die eingesparten Betriebskosten, was auch zu geringeren Wärmekosten für die Nutzerinnen und Nutzer führt.

Gleichzeitig ist Variante 2 die energieeffizienteste und umweltfreundlichste Variante, da viel natürliche Umweltenergie für Heizung, Kühlung und Stromversorgung genutzt wird. Die hohe Systemeffizienz führt zu den geringsten jährlichen CO₂-Emissionen. Eine kontinuierliche Emissionsminderung wird dabei durch den im EEG verankerten Ausbaupfad der erneuerbaren Energie im Stromsektor sichergestellt.

3 Die nächsten Schritte (Beschlussvorschläge II. und III.)

Damit die energetische Infrastruktur auf dem Zanders-Areal schnellstmöglich weitergeplant und letztendlich ein tragfähiges Konzept zeitnah umgesetzt werden kann, muss nahtlos und parallel an folgenden drei Themenblöcken weitergearbeitet werden:

1. Technische und rechtliche Machbarkeit

Als erstes ist - in Abhängigkeit der Zustimmung und Beschlussfassung zu I. - die technische und genehmigungsrechtliche Machbarkeit der Variante 2 tiefergehend zu prüfen. Hierbei sind insbesondere im Hinblick auf die Nutzung des Grundwassers noch viele Fragen offen. Für die Auslegung der Wärmepumpe ist man in der Studie von einem (relativ geringen) Wert von 110 m³/h ausgegangen. Bei dem Wert handelt es sich um die Menge, die aktuell im Brunnen 6 (Buchmühle) in der Innenstadt gefördert wird. Es gilt zu prüfen, ob das Grundwasserpotenzial durch die Wiederinbetriebnahme der Brunnen im Rosengarten (Innenstadt) und/ oder die Weiternutzung der Grundwasservorkommen in Herrenstrunden eine größere Fördermenge erreicht werden kann.

Mit Blick auf die Kommunale Wärmeplanung muss innerhalb der Verwaltung entschieden werden, ob vorhandene Energiepotenziale für das neue Stadtviertel auf dem Zanders-Areal genutzt werden können oder diese für andere Stadtteile vorgehalten werden müssen. Auch eine Grundwasserförderung auf dem Zanders-Areal selbst, die bisher in der Studie aufgrund von möglichen, erwartbaren Bodenbelastungen von vornherein nicht betrachtet wurde, sollte noch einmal genauer untersucht werden. Es ist sinnvoll, das Energiepotenzial des Grundwassers zu maximieren, da die Wärme sehr effizient genutzt werden kann.

Die technischen Prüfungen müssen einhergehen mit einer Ermittlung/ Schätzung des finanziellen Aufwands. Die Brunneninfrastruktur der ehem. Firma Zanders in der Innenstadt und Herrenstrunden ist in einem maroden Zustand. Es muss grob eruiert werden, wie hoch die Investitions- und Betriebskosten für Brunnen und den Neubau bzw. die Sanierung bestehender Leitungen sind.

Eine weitere Fragestellung ist die Entsorgung des energetisch genutzten Grundwassers. Es müssen im Hinblick auf zu beantragende wasserrechtliche Genehmigungen weitergehende Gespräche mit der Genehmigungsbehörde geführt und abgestimmt werden, unter welchen Auflagen Schluckbrunnen, andere Versickerungsmöglichkeiten, Einleitungen in die Strunde oder in den Rechtsrheinischen Kölner Randkanal denkbar sind.

Auch bezüglich der Nutzung der Abwasserwärme müssen technische Fragen gemeinsam mit dem Abwasserwerk erörtert werden (Einbau von Wärmeüberträger, mögliche Betriebsbeeinträchtigungen, Testläufe zu unterschiedlichen Jahreszeiten etc.).

2. Betreibermodelle

Zeitlich parallel zur vertiefenden Prüfung der Machbarkeit muss untersucht und schließlich

entschieden werden, welche Art von Betreibermodell für die – vorgeschlagene – zentrale Energieversorgung des Zanders-Areals zur Anwendung kommen soll. Es muss erörtert werden, welche Rolle die Stadt Bergisch Gladbach bei der Errichtung und dem Betrieb der energetischen Infrastruktur spielen kann und soll. Hier sind im Hinblick auf den Grad von Eigenleistung und Fremdleistung unterschiedliche Konstellationen möglich. Je nach Modell können unterschiedliche Eigentumsverhältnisse am Netz und den technischen Anlagen vorliegen oder auch wirtschaftlich am Betrieb partizipiert werden. Im Rahmen der Ausarbeitung der Modelle sind jeweils die handelnden Akteure zu benennen und Schnittstellen zu definieren. Bei der Ausarbeitung der unterschiedlichen Optionen müssen außerdem die rechtlichen Gegebenheiten (Mieterstromgesetz, Energiewirtschaftsgesetz, ökonomische Vorteile bei Eigenversorgung etc.) und die Vor- und Nachteile, die sie für die Modell bedeuten, genau eruiert werden.

Für die Findung des für das Zanders-Areal und die Stadt Bergisch Gladbach passenden Modells ist es ratsam, sich (juristische) Beratung und fachliche Expertise einzuholen. Derzeit werden von der Projektgruppe Kontakte zu anderen Kommunen, die mit ähnlichen Fragestellungen konfrontiert waren und sind, aufgebaut und intensiviert, um Erfahrungswerte abzugreifen.

Bei der Beantwortung der aufgeworfenen Fragen sollte auch der Betrieb der Mobilitätshubs, die es auf dem Gelände geben wird, mitgedacht werden. Ihre Errichtung und der Betrieb ist bisher ebenfalls noch offen. Dabei können die Hubs eine nicht unbedeutende Rolle im künftigen Energiekonzept spielen, wenn Elektrofahrzeuge in Zeiten hoher PV-Stromproduktion als Energiespeicher fungieren.

3. Qualifizierung der städtebaulichen Planungen

Dritter und letzter Punkt ist die parallele Vertiefung und Qualifizierung der städtebaulichen Planungen. Wie dem Bericht zu entnehmen ist, basiert die Ermittlung des Energiebedarfs - angefangen von den angesetzten U-Werten bis zur Verortung der Nutzungen - auf einer Fülle von Annahmen. Dies war für die Erstellung der Studie und die Ermittlung von Energieversorgungsvarianten erforderlich und für den Detailgrad der Energiegrundstudie ausreichend. Je konkreter das Energiekonzept allerdings ausgearbeitet wird und je näher man an die Umsetzung erster Bauprojekte rückt, müssen diese Annahmen verifiziert bzw. durch Fakten ersetzt werden. Aus diesem Grund ist es unabdingbar, die städtebaulichen Planungen - aufsetzend auf der Strukturplanung - weiter zu vertiefen und die Rahmenbedingungen für die weitere Projektentwicklung und die Umsetzung erster baulicher Projekte zu verfeinern.

Anlagen:

Anlage 1: Energiegrundkonzept für das zukünftige Stadtviertel auf dem Zanders Areal – Büro Happold (2023)