

Stadt Lingen

Energiekonzept – Mögliche Versorgungsoptionen: Bebauungsplan Nr. 40 „IT-Campus Lingen (ICL)“



Bearbeitung durch:



Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft
Martin-Kremmer-Str. 12
45327 Essen
Telefon: +49 [0]201 24 564-0

Auftraggeber:



Stadt Lingen (Ems)
FD Stadtplanung – Herr Mayer
Elisabethstr. 14 - 16
49808 Lingen
0591 9144-629
e.mayer@lingen.de
www.lingen.de

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Verfasserin.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung	7
2 Bedarfsermittlung	8
2.1 Strombedarf	8
2.2 Wärmebedarf	9
3 Potenzialermittlung	11
3.1 Photovoltaik & Solarthermie	11
3.1.1 Gebäude Ohne Staffelgeschosse	11
3.1.2 Gebäude teilweise mit Staffelgeschossen	11
3.2 Bio-, Klär-, Deponiergas / Wasserstoff	12
3.2.1 Biogas	13
3.2.2 Klärgas	13
3.2.3 Deponiergas	13
3.3 Abwärme	13
3.3.1 Industriell	13
3.4 Wärmepumpenpotenziale	14
3.4.1 Oberflächengewässer	15
3.4.2 Abwasser	15
3.4.3 Geothermie	15
3.4.3.1 Oberflächennahe Geothermie	15
3.4.3.2 Tiefengeothermie	18
3.4.3.3 Exkurs: Wasser statt Sole als Wärmeträgermedium	19
3.4.3.4 Exkurs: Thermisch aktivierte Gründungspfähle	20
3.4.4 Luft	20
3.5 Latent-Wärmespeicher (Eisspeicher)	20
4 Fazit und Empfehlung	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	IT-Campus Lingen: Städtebauliches Konzept (Stand 12.2023)	7
Abbildung 2	Fiktiver Energieausweis (ohne Sonnenschutz)	8
Abbildung 3	Fiktiver Energieausweis (mit Sonnenschutz)	8
Abbildung 4	Strombedarf Gebäude	9
Abbildung 5	Gesamtstrombedarf	9
Abbildung 6	Wärmebedarfe nach Gebäudestandards im Vergleich	10
Abbildung 7	Städtebauliches Gestaltungskonzept zum Bebauungsplan Nr. 40	12
Abbildung 8	Vergleich des PV-Ertrags eines Mustergebäudes mit und ohne Staffelgeschoss	12
Abbildung 9	Biogaspotenzial 1	13
Abbildung 10	Biogaspotenzial 2	13
Abbildung 11	Entfernung ICL – Christopherus Werke	14
Abbildung 12	Entfernung ICL – Dortmund-Ems-Kanal	15
Abbildung 13	Einschränkungsgründe für die Geothermienutzung	15
Abbildung 14	Wärmenutzleistung für den Einsatz von Erdwärmekollektoren	15
Abbildung 15	Nahegelegende Erdwärmesonden und deren Entzugsleistungen	16
Abbildung 16	Entzugleistung nach Bohrtiefe	16
Abbildung 17	Fundamente mit integrierter Erdwärmenutzung	20

Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1](#) Vergleich von sensiblen und latenten Wärmespeichern

21

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
a	Jahr
BHKW	Blockheizkraftwerk
ca.	circa
GWh	Gigawattstunde
ICL	IT-Campus Lingen
i. d. R.	in der Regel
h	Stunde
ha	Hektar
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
kW _{el}	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunde
kWp	Kilowatt peak
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MWh	Megawattstunde
PV	Photovoltaik
Tsd.	Tausend
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
W	Watt
Wp	Watt peak
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Die Stadt Lingen plant auf einem ca. 13 ha großen Areal am östlichen Ortsrand entlang der B 214 ein neues Gewerbegebiet zu entwickeln. Dieses Gebiet soll ausschließlich der Ansiedlung innovativer Unternehmen aus dem IT-Bereich vorbehalten sein. Ziel ist die Entwicklung eines klimagerechten Gewerbequartiers mit hoher Aufenthaltsqualität.

Im Rahmen des laufenden Verfahrens wird die Erarbeitung eines Energieversorgungskonzepts angestrebt, um eine zukunftsfähige Versorgung unter Berücksichtigung der nachhaltigen Reduzierung des Energiebedarfs, einer Optimierung der Energieversorgung und des Einsatzes erneuerbarer Energien sicher zu stellen.

Der folgende Bericht behandelt den aktuellen Stand der Bedarfsermittlung bezüglich der voraussichtlichen Strom- und Wärmebedarfe. Darauf aufbauend wurden Potenzialanalysen durchgeführt, welche mögliche Energiequellen zu Deckung des Energiebedarfs des IT-Campus Lingen (ICL) aufzeigen.

Es ist wichtig zu betonen, dass die erarbeiteten Ergebnisse und Berechnungen den aktuellen Planungsstand widerspiegeln und weitgehend auf Annahmen basieren, die aus den aktuellen Planungsunterlagen abgeleitet sind. Für eine präzisere Auslegung sind zusätzliche Informationen erforderlich, darunter Gebäudestandards, Gebäudeabmessungen und Grundrisse, die Nutzung der Gebäude sowie die spezifischen Strom- und Wärmebedarfe, unter Berücksichtigung der Gebäudenutzung und Mieterstruktur.

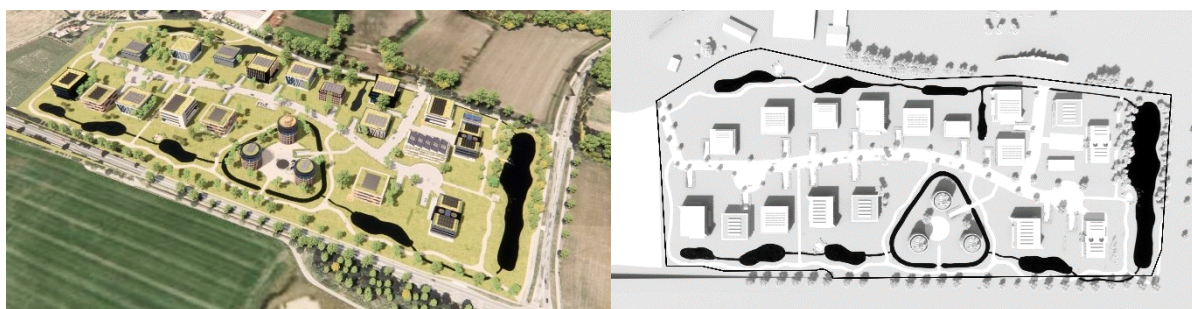


Abbildung 1 IT-Campus Lingen: Städtebauliches Konzept (Stand 12.2023)

2 Bedarfsermittlung

Die Bedarfsermittlung bezieht sich auf den voraussichtlich geplanten Gebäudezustand des IT-Campus Lingen (ICL) und basiert auf fiktiven Gebäuden ohne genaue Verbrauchs- oder Planungsdaten. Für die meisten im Bebauungsplan dargestellten Gebäude wurde, mit wenigen Ausnahmen, eine Grundfläche von 900 m² angenommen. Insgesamt wurde eine Gesamtgrundfläche von etwa 16,7 Tausend m² für die 21 Gebäude verwendet.

Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen Energieausweise für fiktive Gebäude ohne und mit Sonnenschutz. Die Mustergebäude haben jeweils eine Grundfläche von 30 x 30 m und bestehen aus 4 Vollgeschossen mit einer Geschosshöhe von 3,75 m. Die ermittelten Werte dienen als Grundlage für weitere Berechnungen.

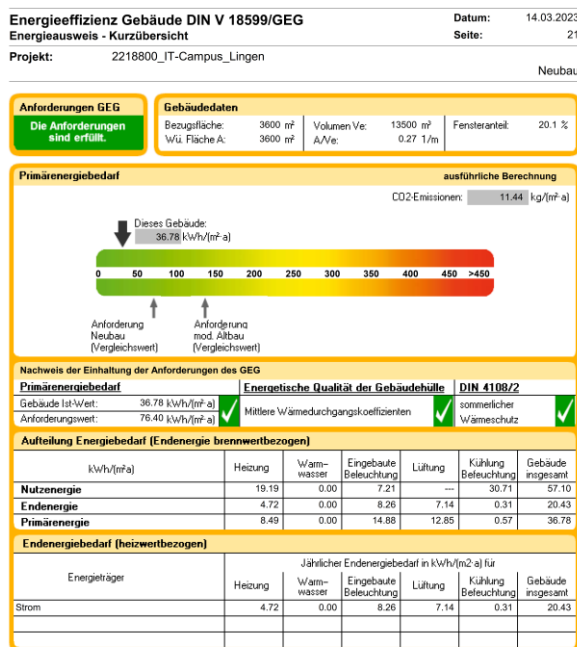


Abbildung 2 Fiktiver Energieausweis (ohne Sonnenschutz)

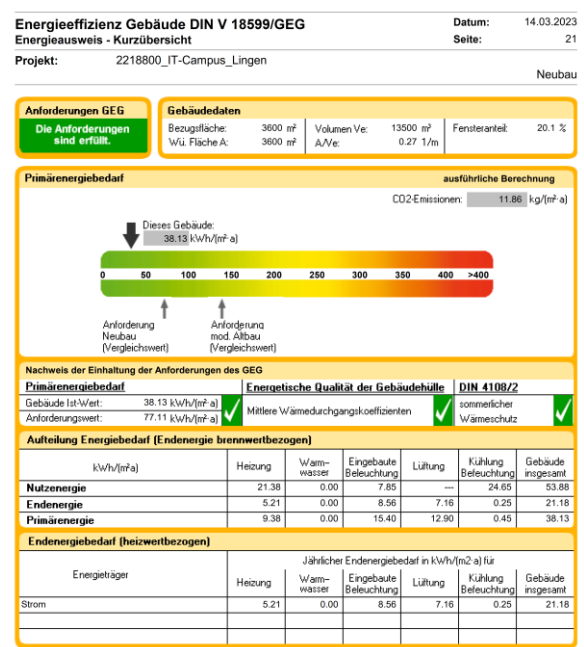


Abbildung 3 Fiktiver Energieausweis (mit Sonnenschutz)

2.1 Strombedarf

Basierend auf den Annahmen zu den Gebäuden wurde der voraussichtliche Strombedarf ermittelt. Unter Berücksichtigung von 110 Büroarbeitsplätzen pro Gebäude wurden flächenbezogene Kennwerte für die Beleuchtung, den durchschnittlichen Verbrauch der Büroausstattung sowie für sonstige Stromanwendungen verwendet. Zusätzlich wurde die Nutzung und das Laden von Elektrofahrzeugen miteinbezogen. Insgesamt ergibt sich für eine angenommene Bruttogrundfläche der Gebäude von etwa 56,7 Tsd. m² bzw. für eine konditionierte Nutzfläche von etwa 48,2 Tsd. m² ein Strombedarf der Gebäude von etwa 1.300 MWh pro Jahr (ohne Staffelgeschosse).



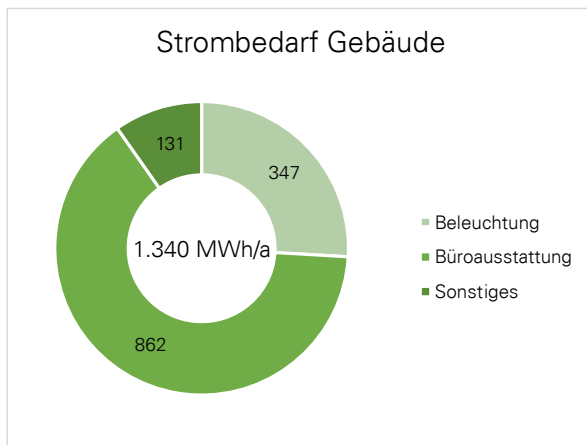


Abbildung 4 Strombedarf Gebäude

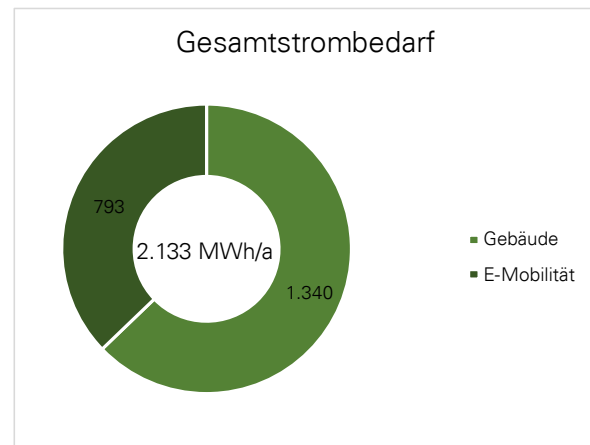


Abbildung 5 Gesamtstrombedarf

Der Gesamtstrombedarf steigt durch die Einbeziehung von E-Mobilität um etwa 790 MWh/a an, was einer Erhöhung um etwa 60 % auf insgesamt rund 2.130 MWh/a entspricht. Bei der Berechnung wurde von Fahrzeugen mit einem mittleren Verbrauch von 19 kWh/100 km ausgegangen, bei einer durchschnittlichen Fahrleistung von 20 Kilometern pro Tag und Stellplatz, an 220 Arbeitstagen pro Jahr. Jedes der 21 Gebäude verfügt dabei über 50 Stellplätze.

2.2 Wärmebedarf

Der voraussichtliche Wärmebedarf der Gebäude wurde analog zum KfW-Effizienzhaus 40 mit und ohne Sonnenschutz ermittelt, basierend auf den fiktiven Energieausweisen (siehe oben). In [Abbildung 6](#) werden die Wärmebedarfe vergleichend dargestellt und durch einen zusätzlichen Vergleich zur Passivbauweise ergänzt. Die angegebenen Energieverbräuche beziehen sich auf die Nutzenergie für die Gebäudebeheizung. Aufgrund der Nutzung als Bürogebäude wird die Warmwasseraufbereitung als vernachlässigbar angenommen und daher nicht mitberücksichtigt.

Es zeigt sich, dass der Wärmebedarf mit Sonnenschutz, unter anderem durch eine geringere solare Aufheizung, bei etwa 997 MWh/a liegt. Das entspricht etwa einer 11% höheren Aufwendung im Vergleich zum Gebäude ohne Sonnenschutz, welches einen Bedarf von 895 MWh/a aufweist. Im Vergleich dazu liegt der Wärmebedarf nach Passivbauweise bei ca. 700 MWh/a und somit etwa 30 % niedriger.

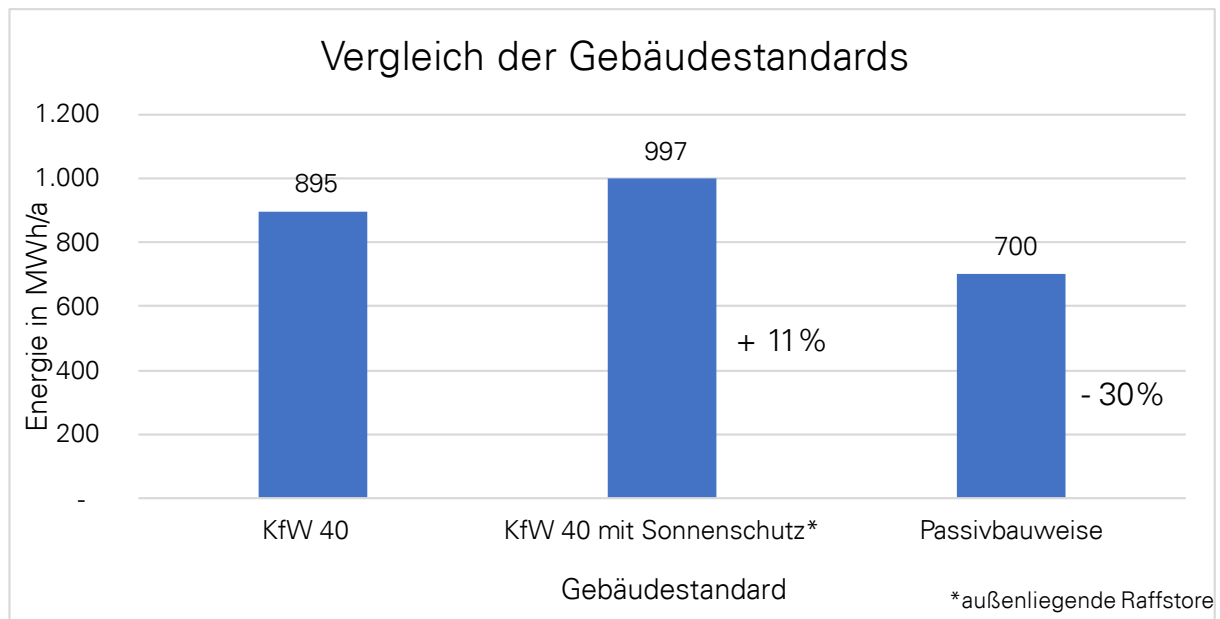


Abbildung 6 Wärmebedarfe nach Gebäudestandards im Vergleich

Ein deutlicher Vorteil des Sonnenschutzes zeigt sich jedoch in den Sommermonaten, da dadurch der Energiebedarf für die Gebäudekühlung um etwa 20 % reduziert werden kann. Der genaue Kältebedarf ist allerdings stark von der spezifischen Nutzung der Gebäude abhängig, wie z. B. der Anzahl der Server sowie der Behaglichkeit und kann daher zum aktuellen Planungstand nicht genau beziffert werden.

3 Potenzialermittlung

3.1 Photovoltaik & Solarthermie

Die geplanten Gebäude sind allesamt mit Flachdächern ausgestattet. Eine Verschattung beispielsweise durch Bäume ist aufgrund der Gebäudehöhe zunächst nicht zu erwarten. Alle Dachflächen eignen sich daher mit geeigneter Aufständigung für die Installation von Solarthermie- oder PV-Modulen.

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung ist noch nicht endgültig geklärt, ob einige Gebäude Staffelgeschosse haben werden, daher werden beide Varianten betrachtet. Zudem wird aufgrund des hohen Strombedarfs und einer voraussichtlichen Beheizung der Gebäude mittels Wärmepumpenlösung (siehe Abschnitt 3.4) im Weiteren von einer Belegung der Dachflächen mit Photovoltaikmodulen ausgegangen.

3.1.1 Gebäude Ohne Staffelgeschosse

Bei einem Bau der Gebäude ohne Staffelgeschosse entspricht die Dachfläche folglich der Grundfläche (ca. 16,7 Tsd. m²). Aufgrund der einzuhaltenden Abstände zur Dachkante bzw. Brüstung und möglicher Aufbauten wie raumlufttechnische Anlagen wird pauschal von einer potenziell für PV nutzbaren Fläche von 65 % ausgegangen. Auf einer resultierenden Fläche von rund 10.850 m² können bei einem Neigungswinkel von 10° insgesamt mehr als 5150 PV-Module mit einer Modulleistung von 400 Wp installiert werden. Dies ergibt eine Gesamtleistung von etwa 2.050 kWp. Unter der Annahme eines Ertrags von durchschnittlich 896 kWh/kWp pro Jahr, würde der zu erwartende Ertrag über 1,8 GWh/a Jahr betragen.

Rein rechnerisch und ohne Berücksichtigung zeitlicher Verschiebungen zwischen Verbrauch und Erzeugung könnten etwa 87 % des oben angegebenen Strombedarfs durch die PV-Anlagen gedeckt werden. Diese Angabe dient lediglich einer groben Einschätzung der Größenordnung. In der Praxis ist dies nicht realisierbar, da Erzeugung und Verbrauch nie synchron verlaufen. Mögliche Zwischenspeicherungen würden zudem zusätzliche Verluste verursachen, zusätzlich zu den ohnehin vorhandenen Übertragungsverlusten. Dennoch lässt sich feststellen, dass besonders in den Sommermonaten die PV-Anlagen einen erheblichen Teil des Strombedarfs decken könnten.

3.1.2 Gebäude teilweise mit Staffelgeschossen

Unter der Annahme, dass 10 der 21 Gebäude mit Staffelgeschossen ausgestattet werden, ähnlich wie in einer vorherigen Version des städtebaulichen Gestaltungskonzepts ([Abbildung 7](#)), reduziert sich entsprechend die potenziell verfügbare Dachfläche für die Installation von PV-Modulen.

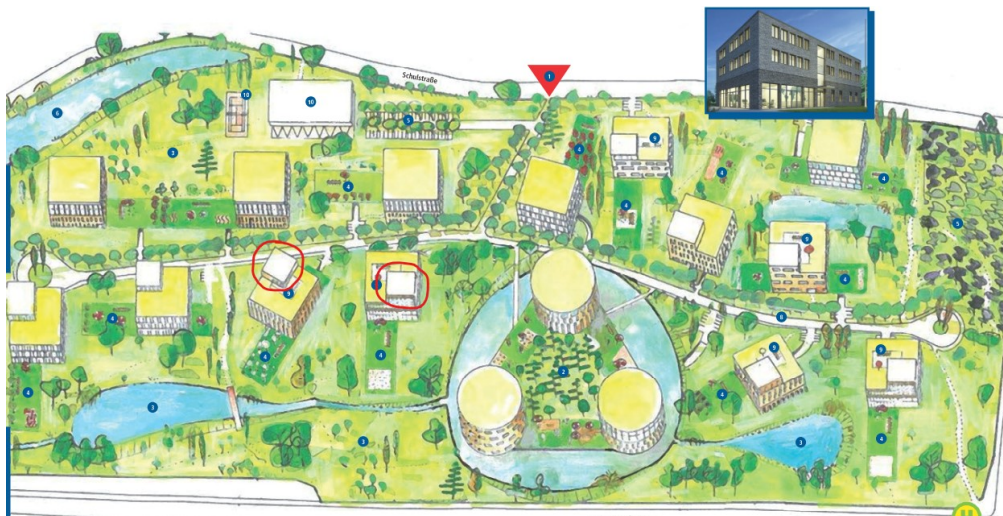


Abbildung 7 Städtebauliches Gestaltungskonzept zum Bebauungsplan Nr. 40

Schätzungen zufolge stünden bei diesen Gebäuden nur noch etwa ein Drittel der Grundfläche zur Verfügung, davon könnten etwa 65 % für PV genutzt werden. Die Anzahl der installierbaren Module würde dadurch auf etwa 3.300 reduziert werden. Die installierte Leistung würde dann noch etwa 1.300 kWp betragen und der zu erwartende Ertrag auf etwa 1,2 Gigawattstunden pro Jahr sinken. Dies entspricht einer Reduktion um 36 % im Vergleich zur Variante ohne Staffelgeschossen und würde rein rechnerisch (ohne Berücksichtigung zeitlicher Unterschiede und Verluste) etwa 56 % des Strombedarfs decken können.

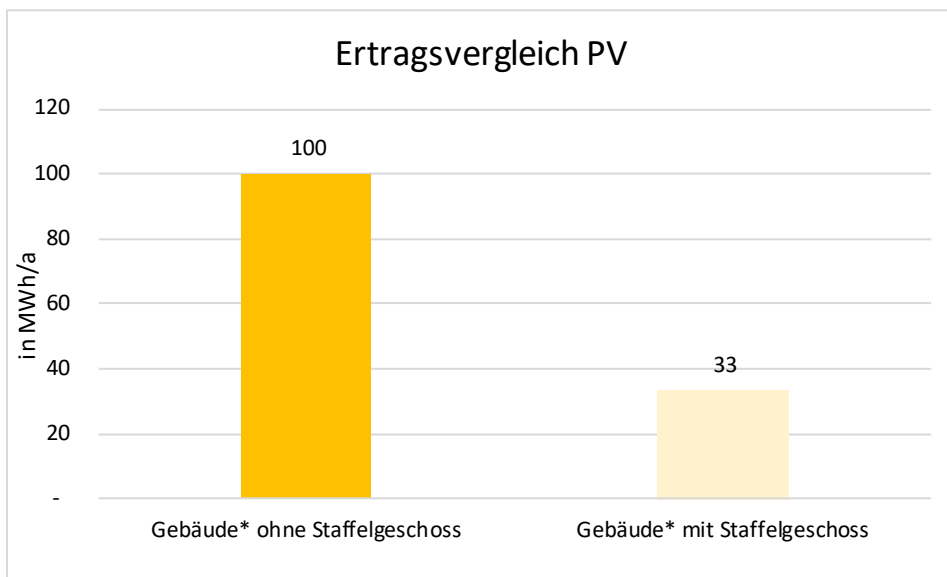


Abbildung 8 Vergleich des PV-Ertrags eines Mustergebäudes mit und ohne Staffelgeschoss

3.2 Bio-, Klär-, Deponiergas / Wasserstoff

Im Zuge der Potenzialermittlung wurden vorhandene und potenziell nutzbare Wärmequellen in der näheren Umgebung des ICL-Baugebiets untersucht, einschließlich bestehender Potenziale aus Bio-, Klär- und Deponiergas.

3.2.1 Biogas

Für die Nutzung von Biogas als Energieträger wurden zwei potenzielle Standorte identifiziert. In einer Entfernung von ca. 3,6 km (Luftlinie) befindet sich ein 2009 in Betrieb genommenes BHKW mit einer Leistung von 625 kW_{el} zur Versorgung der Hedon Klinik. Das Potenzial eines möglichen Überschusses ist nicht bekannt, wird jedoch als zu gering für eine Versorgung des IT-Campus Lingen eingeschätzt. Gleiches gilt für ein weiteres unbekanntes Potenzial in einer Entfernung von etwa einem Kilometer. Aufgrund dieser Einschätzungen wird die Nutzung von Biogas nicht weiterverfolgt.



Abbildung 9 Biogaspotenzial 1



Abbildung 10 Biogaspotenzial 2

3.2.2 Klärgas

Die Kläranlage Lingen liegt in einer Entfernung von ca. 3,5 km (Luftlinie). Das dort erzeugte Klärgas wird bereits energetisch genutzt. Daher wird die Nutzung von Klärgas für den IT-Campus Lingen nicht weiterverfolgt.

3.2.3 Deponiegas

Für die Nutzung von Deponiegas könnte potenziell die Zentraldeponie Venneberg, in einer Entfernung von etwa 8,5 km, infrage kommen. Aufgrund der großen Entfernung wird die Nutzung von Deponiegas jedoch nicht weiterverfolgt.

3.3 Abwärme

3.3.1 Industriell

Elektrolyseure mit einer Leistung von 100 MW sollen Lingen als zentralen Standort für die Wasserstoffproduktion der RWE etablieren. Die bei der Elektrolyse entstehende Abwärme soll perspektivisch in das Fernwärmenetz eingespeist werden. Nach aktueller Planung wird erwartet, dass dies in rund sieben Jahren umgesetzt werden könnte. In diesem Zusammenhang ist ein weiterer Ausbau des Fernwärmenetzes in Richtung der Christopherus Werke geplant, wodurch die Trasse in unmittelbarer Nähe zum Standort des IT-Campus Lingen verlaufen würde (siehe [Abbildung 11](#)). Es ist davon auszugehen, dass die zur Verfügung stehende Abwärme den Wärmebedarf von Lingen übersteigen wird, was im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung weiter konkretisiert werden sollte.

Aus gutachterlicher Sicht stellt die Beheizung durch Fernwärme mittels Nutzung von Abwärme eine prioritär zu verfolgende Lösung für den geplanten Standort des ICL dar. Aufgrund des zeitlichen

Horizonts, der planerischen Hürden und der bestehenden Ungewissheit wird dieser Ansatz jedoch nicht weiterverfolgt, da eine planbare und zeitlich absehbare Lösung benötigt wird.

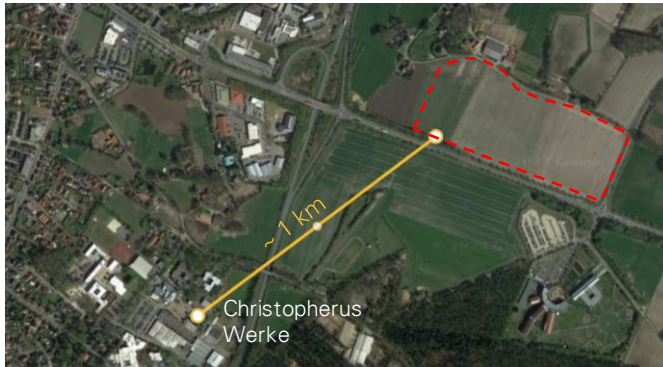


Abbildung 11 Entfernung ICL – Christopherus Werke

3.4 Wärmepumpenpotenziale

Für die Wärmeversorgung des Standorts durch eine Großwärmepumpe wurden folgende potenzielle Wärmequellen / Medien zunächst stichpunktartig untersucht und anschließend detailliert erläutert:

- Oberflächen- / Abwasser: Die Wärmenutzung aus Gewässern wie Flüssen oder Seen oder aus Abwasserkanälen kann mittels Wasser-Wasser-Wärmepumpen erfolgen. Dabei sind die Vorteile eine hohe Effizienz / Arbeitszahl bei geringem Platzbedarf sowie eine kontinuierliche Verfügbarkeit über das Jahr hinweg, bei einem geringeren Witterungseinfluss als bei Luft-Wasser-Wärmepumpen. Nachteile sind die hohen Investitionskosten, die Genehmigungspflicht, ein hoher Wartungsaufwand und mögliche Umwelteinflüsse.

Erwartbare Arbeitszahl: 4 bis 5

- Geothermie: Das geothermische Potenzial, also die Nutzung von Erdwärme, kann durch Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren erschlossen werden. Die Anwendung dieser Technologie bietet eine hohe Effizienz / Arbeitszahl sowie eine stabile, ganzjährige und wetterunabhängige Verfügbarkeit bei vergleichsweise geringem Wartungsaufwand. Allerdings gehen damit auch hohe Investitionskosten für die Bohrungen, eine Genehmigungspflichtigkeit sowie ein hoher Platzbedarf und mögliche Umweltrisiken (Stichwort: Wasserschutzgebiet) einher.

Erwartbare Arbeitszahl: 4 bis 4,5

- Luft: Außen- oder auch Abluft bieten eine stets verfügbare Wärmequelle. Zudem bietet eine Nutzung Vorteile durch niedrige Investitionskosten, eine vergleichsweise unkomplizierte Installation und einen geringen Platzbedarf. Als Nachteile sind die geringere Effizienz, insbesondere bei kalten Außentemperaturen und somit eine Abhängigkeit von der Witterung, der vergleichsweise hohe Stromverbrauch sowie der erhöhte Lärmpegel zu nennen.

Erwartbare Arbeitszahl 3 bis 3,5

3.4.1 Oberflächengewässer

Angrenzende Bäche dienen hauptsächlich der Entwässerung und haben daher keinen kontinuierlichen Abfluss. Die Entfernung zum Dortmund-Ems-Kanal und zur Ems ist mit zwei bzw. drei Kilometern zu groß, zumal eine Querung großer Teile des Stadtgebiets erforderlich wäre. Aus diesen Gründen wird eine Wärmenutzung aus Oberflächengewässern nicht weiter berücksichtigt.



Abbildung 12 Entfernung ICL – Dortmund-Ems-Kanal

3.4.2 Abwasser

Entlang des Baugebiets liegen keine Kanalleitungen vor. Der Volumenstrom im Zulauf der Kläranlage Lingen könnte theoretisch ein ausreichendes Wärmepotenzial bieten. Aufgrund der großen Entfernung und der Notwendigkeit, dichte Bebauung zu durchqueren, wird dieser Ansatz jedoch nicht weiterverfolgt.

3.4.3 Geothermie

3.4.3.1 Oberflächennahe Geothermie

Grundsätzlich ist der Standort des ICL für die Nutzung des geothermischen Potenzials geeignet. Es könnten jedoch Einschränkungen aufgrund der Lage in einem Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiet bestehen. Daher ist eine gesonderte Prüfung durch die Untere Wasserschutzbehörde erforderlich.



Abbildung 13 Einschränkungsgründe für die Geothermienutzung



Abbildung 14 Wärmenutzleistung für den Einsatz von Erdwärmekollektoren

Eine Möglichkeit zur Nutzung von Erdwärme bieten horizontale Erdwärmekollektoren, welche oberflächennah in einer Tiefe von üblicherweise ein bis zwei Metern verlaufen. Das Potenzial für die Verwendung solcher Erdwärmekollektoren am Standort des ICL wird in einem Kartenausschnitt des

niedersächsischen Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie in [Abbildung 14](#) dargestellt. Die anzunehmende Entzugsleistung beträgt etwa 30 W/m² oder mehr.

In Verbindung mit einer Wärmepumpe, die eine Jahresarbeitszahl von 4 aufweist, könnte durch eine zusätzliche elektrische Leistungszufuhr von 10 W/m² eine Gesamtleistung von 40 W/m² erzielt werden. Somit müsste eine Fläche von etwa 19.000 m² mit Erdwärmekollektoren ausgelegt werden, um die voraussichtliche Heizlast des ICL von rund 760 kW zu decken.

Eine ausreichende Flächenverfügbarkeit ist grundsätzlich gegeben, jedoch müssen dabei die Bebauung und Bepflanzung berücksichtigt werden. Der Einsatz von Erdwärmekollektoren eignet sich für unversiegelte und möglichst unverschattete Freiflächen. Aufgrund der Bebauung und möglicher Verschattung wird bevorzugt, vertikal eingebrachte Erdsonden zu verwenden, die auch unter Überbauungen genutzt werden können.



Abbildung 15 Nahegelegene Erdwärmesonden und deren Entzugsleistungen

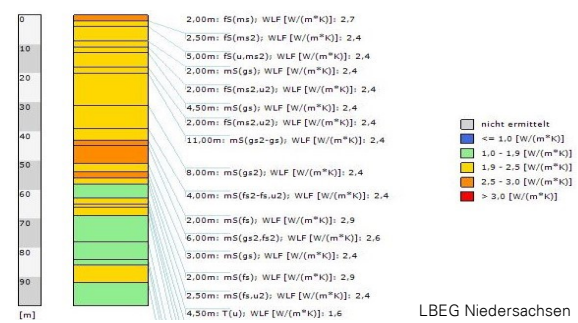


Abbildung 16 Entzugleistung nach Bohrtiefe

Am Standort des Baugebiets kann basierend auf umliegenden Bohrungen von einer durchschnittlichen Wärmeleitfähigkeit (Bezugstiefe 40 m) von etwa 2,5 W/m·K ausgegangen werden. Dies ist zunächst als Richtwert zu verstehen, sodass die Angabe vom tatsächlich vorliegenden Potenzial abweichen kann und im Rahmen von Probebohrungen zu prüfen ist.

Für die dargestellte Wärmeleitfähigkeit des Bodens ergibt sich nach VDI-Richtlinie 4640 eine potenzielle Entzugsleistung von ca. 22,3 W/m, bei einer angenommenen Jahresvollaststundenzahl von 2100 h/a und einer Wärmepumpen-Austrittstemperatur von 0°C bei Spitzenlasten. Bei einer Bohrtiefe von 100 m – üblich für oberflächennahe Geothermie – können dem Erdreich somit 2,2 kW Umweltenergie pro Bohrung entnommen werden. Zusätzlich wird bei einer Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 4 etwa 0,74 kW Heizleistung durch den elektrischen Eintrag generiert. Um die gesamte abgeschätzte Heizleistung von etwa 760 kW mittels einer zentralen Wärmepumpe zu decken, wären insgesamt 256 Bohrungen mit einer jeweiligen Heizleistung von 3 kW erforderlich. Nach VDI 4640 sollte, um eine gegenseitige negative Beeinflussung auszuschließen, zwischen allen Erdwärmebohrungen ein Mindestabstand von sechs bis zehn Metern eingehalten werden. Dementsprechend benötigt eine Bohrung bei einem Abstand von 10 m zur nächsten Bohrung eine Fläche von 100 m². Für 256 Bohrungen wird somit eine Fläche von 25.600 m² benötigt.

Eine Steigerung der Bohrtiefen würde den leistungsbezogenen Flächenbedarf reduzieren. Gemäß der VDI-Richtlinie 4640 wird Geothermie bis zu einer Tiefe von 400 Metern als oberflächennah bezeichnet, doch erfordern Bohrungen dieser Tiefe einen komplexeren genehmigungsrechtlichen Prozess im Vergleich zu Bohrungen bis 100 Metern. Zudem besteht aktuell keine ausreichende Datengrundlage bezüglich der Erdwärmepotenziale bis zu einer Tiefe von 400 m. Da keine spezifischen Informationen über Bodenbeschaffenheit und Wärmeübertragung für diese Tiefen vorliegen, wird bei der Berechnung für die tieferen Bohrungen die gleiche Wärmeleitfähigkeit angenommen wie bei den Bodenverhältnissen

bis 100 m Tiefe. Entsprechend ermöglicht eine Bohrtiefe von 400 m eine vierfach höhere Wärmeleistung im Vergleich zu einer 100 m tiefen Sonde, sodass pro Bohrung die Heizleistung auf ca. 12 kW gesteigert und die Anzahl der benötigten Bohrungen auf etwa 65 reduziert werden kann, wodurch nur noch eine Fläche von etwa 6.500 m² benötigt würde.

Basierend auf dem aktuellen Technikkatalog der Bundesregierung¹ belaufen sich die spezifischen Kosten für die Quellenerschließung von oberflächennaher Geothermie mittels Erdsonden auf 1.273 €/kW (2023). Dieser Wert bezieht sich auf eine thermische Leistung von 110 kW, während die für den IT Campus Lingen benötigte Heizleistung auf etwa 760 kW geschätzt wird. Aufgrund dieser höheren Leistung könnten Skalierungseffekte die spezifischen Kosten reduzieren. So nennt der Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung aus Baden-Württemberg² für oberflächennahe Geothermie spezifische Kosten von 1.105 €/kW für die Leistungsklasse 701–800 kW (Stand: 2022). Unter der Annahme einer Heizlast von 760 kW ergeben sich somit Erschließungskosten zwischen 840.000 und 967.000 Euro bei einer Lebensdauer von 50 Jahren.

Zusätzlich zu den Erschließungskosten fallen Investitionskosten für die benötigte(n) Wärmepumpe(n) an. Die in den oben genannten Technikkatalogen ausgewiesenen Kosten beziehen sich auf Leistungsklassen bis 110 kW. Da die voraussichtlich erforderliche Leistung hier überschritten wird, könnten auch hier Skalierungseffekte zu Kostensenkungen führen. Die Preise eignen sich dennoch für eine erste Abschätzung der Größenordnung und dienen der Vergleichbarkeit (siehe Kapitel 3.4.3.2). Die spezifischen Investitionskosten der Wärmepumpen liegen zwischen 568 und 712 €/kW, was bei einer angenommenen Heizleistung von 760 kW zu Kosten von 430.000 bis 540.000 Euro führt, bei einer Lebensdauer von 20 Jahren.

Insgesamt lassen sich die notwendigen Investitionen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie zur Beheizung des IT Campus Lingen auf etwa 1,5 Millionen Euro abschätzen. Es ist wichtig zu beachten, dass es sich hierbei um eine erste Einschätzung auf Basis von Annahmen und Abschätzungen zum geothermischen Potenzial sowie der erforderlichen Heizlast der Liegenschaft handelt. Für eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind weitere Informationen und ein fortgeschrittener Planungsstand zwingend erforderlich.

Die Betriebs- und Verbrauchskosten lassen sich derzeit nur auf Basis der vorhandenen Planungsunterlagen und unter bestimmten Annahmen abschätzen. Die jährlichen Betriebskosten für die Wartung und Instandhaltung liegen erfahrungsgemäß zwischen 1,5 % und 2 % der Gesamtinvestitionskosten, was in diesem Fall 22.500 bis 30.000 Euro pro Jahr entspricht. Die Verbrauchskosten hängen vom Strompreis und dem tatsächlichen Heizenergieverbrauch ab. Der Heizbedarf wurde analog zum KfW40-Gebäudestandard auf 997 MWh/a geschätzt. Unter der Annahme einer Jahresarbeitszahl von 4 ergibt sich ein Strombedarf von etwa 250 MWh/a für den Betrieb der Wärmepumpe(n). Bei einem angesetzten Strompreis von 240 €/MWh belaufen sich die jährlichen Verbrauchskosten auf etwa 60.000 Euro. Ein Teil dieser Kosten könnte durch den Strom der geplanten PV-Anlagen gedeckt werden (siehe Kapitel 3.1). Während rein rechnerisch die benötigten Strommengen durch die PV-Anlagen abgedeckt werden können, wird dennoch ein zusätzlicher Stromzukauf notwendig sein, da der PV-Strom vorwiegend in den Sommermonaten erzeugt wird, während die Beheizung hauptsächlich im Winter erfolgt.

¹ Technikkatalog Wärmeplanung, prognos AG, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) 2024; ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH. online abrufbar unter: <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung>

² TECHNIKKATALOG KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG. Version 1.1. KEA-BW. Juni 2023. Online abrufbar unter: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog>. [https://gertec.sharepoint.com/sites/Ing22/Freigegebene Dokumente/2218800_LIN_IT-Camp_ks/Ergebnisse/Bericht_Energiekonzept_ICL_Lingen_korr20240722.docx](https://gertec.sharepoint.com/sites/Ing22/Freigegebene%20Dokumente/2218800_LIN_IT-Camp_ks/Ergebnisse/Bericht_Energiekonzept_ICL_Lingen_korr20240722.docx)
Stand: 16.08.2024 17:31:00



3.4.3.2 Tiefengeothermie

Als Tiefengeothermie wird die Nutzung der Erdwärme in Tiefen von 400 m bis 5.000 m bezeichnet. Dabei wird zwischen den nachfolgend erläuterten Nutzungsarten unterschieden.

Hydrothermale Geothermie

Unter hydrothermalen Lagerstätten versteht man geologische Untergrundbereiche, in denen Thermalwasser zirkulieren kann. Dieses kann in Karsthohlräumen, Klüften, Störungszonen oder Porengrundwasserleitern vorkommen. Hydrothermale Lagerstätten sind in Deutschland in großer Zahl und in größeren Tiefen erschlossen. Voraussetzung für ein hydrothermales System ist das Vorhandensein einer ergiebigen wasserführenden Gesteinsschicht, welche eine möglichst weite, vertikale und laterale Verbreitung aufweisen sollte, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten. Das in diesem natürlichen Reservoir zirkulierende Thermalwasser kann je nach Förderrate und Temperatur zur Erzeugung von Strom und Wärme oder lediglich für Wärme genutzt werden. Meist wird das Thermalwasser durch zwei Bohrungen genutzt. Dabei dient eine der Bohrungen der Förderung des Thermalwassers und die andere Bohrung der Reinjektion des Thermalwassers in den Untergrund. Grundlage einer auf eine Thermalwasser führende Schicht abzielende Bohrung ist eine vorausgegangene seismische Exploration. Bei diesem Verfahren lassen sich die geologischen Schichten identifizieren, wodurch ein lokales Potenzial eingeschätzt werden kann.

Petrothermale Geothermie

Unter dem Begriff petrothermale Geothermie versteht man in der Regel die Nutzung von heißem Tiefengestein, welches frei von zirkulierenden Thermalwässern ist. Im Grunde kommen damit alle geringporigen und wenig geklüftete Tiefengesteine und Sedimentgesteine in Frage. Die Erschließung erfolgt über zwei oder mehr Bohrungen, welche in tief liegende dichte Gesteine geführt werden. Durch sogenannte Stimulationsmaßnahmen (Fracking) werden künstliche Wasserwegsamkeiten geschaffen, durch welche dann hinzugefügtes Thermalwasser zirkulieren kann. Der Vorteil der Nutzung petrothermaler Lagerstätten liegt im riesigen Potenzial, da sie nicht auf lokal begrenzte Thermalwasserreservoirs angewiesen sind. Eine Erschließung ist somit ortsunabhängig möglich.

Tiefe Erdwärmesonden

Die tiefe Erdwärmesonde ist ein geschlossenes System zur Erdwärmegewinnung, welches tiefer reicht als eine in der oberflächennahen Geothermie eingesetzte Sonde. Die Funktionsweise ist dabei ähnlich, jedoch erreicht die tiefe Erdwärmesonde höhere Temperaturen, sodass zum Heizen meist keine Wärmepumpe notwendig ist. Die gewonnene Energie wird direkt als Wärme genutzt. Das System der tiefen Erdwärmesonde besteht aus einer einzelnen Bohrung in Tiefen von über 400 bis zu mehreren 1.000 Metern. Im einfachsten Fall wird ein koaxiales Rohr eingebaut und das umgebende Gestein wird als Wärmetauscher genutzt. Als Wärmeträgermedium in den Sonden wird vorwiegend Wasser (evtl. mit Zusätzen) verwendet. Die thermische Leistung einer tiefen Erdwärmesonde ist in erster Linie abhängig von den geologischen Rahmenbedingungen am jeweiligen Standort. Zum einen von der Temperatur, beziehungsweise von dem geothermischen Gradienten, also dem lokal vorhandenen Temperaturanstieg mit zunehmender Tiefe sowie zum anderen vom Wärmetransport, welcher entweder langsam, konduktiv über das Gestein oder konvektiv und damit vergleichsweise schnell über das Grundwasser erfolgt. Der Vorteil tiefer Erdwärmesonden gegenüber offenen Systemen liegt darin, dass aufgrund des geschlossenen Kreislaufs kein Kontakt zum Grundwasser besteht und somit kein Stoffaustausch mit dem Untergrund stattfinden kann. Weiterhin sind tiefe Erdwärmesonden an jedem Standort möglich, da sie nicht auf natürliche Thermalwasservorkommen angewiesen und nicht an besondere geologische Strukturen gebunden sind.

Die Rahmenbedingungen und Risiken der Tiefengeothermie sind schwer kalkulierbar. Für ortsspezifische Aussagen müssen zunächst die geologische Vorerkundungen weiterverfolgt werden, um Rückschlüsse auf die geologischen Gegebenheiten zu erhalten. Doch selbst bei diesen Vorerkundungen bleibt eine gewisse Unsicherheit über die tatsächlichen Temperaturen und Fließfähigkeiten in der Tiefe bestehen. Tatsächliche Klarheit schafft nur eine Erkundungsbohrung, die jedoch mit hohen finanziellen Aufwänden verbunden ist. Daher wird eine Erkundungsbohrung üblicherweise so ausgelegt, dass sie anschließend als geothermische Anlage genutzt werden kann. Im Rahmen der Potenzialanalyse für den IT-Campus Lingen kann die Tiefengeothermie zurzeit jedoch noch nicht weiterverfolgt und konkretisiert werden.

Trotz der noch unvollständigen Datenlage lassen sich erste Schätzungen zu den möglichen Investitionskosten für die Tiefengeothermienutzung am IT-Campus Lingen ableiten. Die spezifischen Investitionskosten für die Quellenerschließung von Tiefengeothermie werden in aktuellen Technikkatalogen zur Wärmeplanung zwischen 3190³ €/kW und 4733⁴ €/kW angegeben. Für die am geplanten Standort angenommene Heizlast von 760 kW ergeben sich somit Investitionskosten zwischen 2,4 und 3,6 Millionen Euro allein für die Quellenerschließung.

Aufgrund der unzureichenden Datenlage und der Notwendigkeit weiterer Untersuchungen ist der Erfolg einer entsprechenden Bohrung nicht zu garantiert. Zudem sind derzeit keine Informationen über das Temperaturniveau am Standort verfügbar, was die Frage aufwirft, ob ein zusätzlicher Temperaturhub mittels Wärmepumpe(n) erforderlich ist oder ob aufgrund hoher Temperaturen darauf verzichtet werden kann. Die Quellentemperatur hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Bohrtiefe sowie die geologische und geophysikalische Beschaffenheit des Untergrunds, wie etwa die Gesteinsart, und die vorliegenden hydrologischen und seismologischen Bedingungen.

3.4.3.3 Exkurs: Wasser statt Sole als Wärmeträgermedium

Vor- und Nachteile

Aufgrund der Standortlage in einem Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiet wurden die Vor- und Nachteile bei der Nutzung von Wasser als Wärmeträgermedium statt der üblichen Sole, einer Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel (Wasser-Glykol-Gemisch), untersucht.

Ein Vorteil bei der Verwendung von Wasser besteht darin, dass kein Gefährdungspotenzial für die Umwelt bei einer möglichen Leckage und dem Austreten des Mediums besteht. Zudem weist Wasser eine geringere Viskosität als Sole auf, was den Strombedarf der Umwälzpumpe reduziert und somit die Arbeitszahl der Wärmepumpe steigert.

Risiken bestehen hingegen durch den höheren Gefrierpunkt von Wasser, welches bei 0 °C gefriert. Im Vergleich dazu hat Sole mit einer 22-prozentigen Konzentration einen Gefrierpunkt von ca. -19 °C, wodurch das Risiko einer möglichen Vereisung des Verdampfers der Wärmepumpe vermieden wird.

Was ist nötig um Wasser anstatt Sole zu verwenden?

Je nach Bodenbeschaffenheit kann es notwendig sein, die Bohrtiefe um etwa 30 % bis 100 % zu erhöhen oder die Anzahl der Sonden zu erhöhen, um das Temperaturniveau zu steigern und ein Einfrieren des Wärmeträgermediums bei gleichbleibendem Wärmeentzug zu verhindern.

³ TECHNIKKATALOG KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG. Version 1.1. KEA-BW. Juni 2023. Online abrufbar unter: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog>.

⁴ Technikkatalog Wärmeplanung, prognos AG, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) 2024: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH. online abrufbar unter: <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung>
https://gertec.sharepoint.com/sites/Ing22/Freigegebene_Dokumente/2218800_LIN_IT-Camp_ks/Ergebnisse/Bericht_Energiekonzept_ICL_Lingen_korr20240722.docx
Stand: 16.08.2024 17:31:00

Für eine genaue Abschätzung sind detaillierte Kenntnisse der Geologie erforderlich, die mittels eines Thermal Response Tests erlangt werden können. Möglicherweise ist auch eine Hinterfüllung mit thermisch besser leitendem Material erforderlich, was zu höheren Investitionskosten führt. Diese können jedoch weitgehend durch eine verbesserte Arbeitszahl kompensiert werden.

3.4.3.4 Exkurs: Thermisch aktivierte Gründungspfähle

Bei einem Bauvorhaben mit Gründungspfählen können diese als Erdsonden fungieren, möglicherweise in Kombination mit zusätzlichen Sonden oder Kollektoren.



Abbildung 17 Fundamente mit integrierter Erdwärmenutzung

3.4.4 Luft

Die Nutzung von Luft als potenzielle Wärmequelle kann durch Luft-Wasser-Wärmepumpen erfolgen, welche die gewonnene Wärme aus der Umgebungsluft in den Heizwasserkreislauf übertragen. Im Vergleich zu anderen vorgestellten Wärmequellen wie Erdreich oder Oberflächengewässern bieten Luft-Wasser-Wärmepumpen den Vorteil einer einfachen Installation ohne Bohrungen, Brunnen oder naheliegende Gewässer. Das Medium und somit auch das Potenzial sind immer verfügbar, sodass die Frage nach der Verfügbarkeit nicht aufkommt. Luft-Wasser-Wärmepumpen haben jedoch tendenziell schlechtere Arbeitszahlen im Vergleich zu den anderen vorgestellten Wärmepumpen-Varianten, i. d. R. im Bereich von 3 bis 3,5, sowie eine vergleichsweise hohe Geräuschbelastung durch die benötigten Ventilatoren.

3.5 Latent-Wärmespeicher (Eisspeicher)

Eisspeicher sind innovative Energiespeichersysteme, die die thermische Energie in Form von latenter Wärme beim Phasenübergang von Wasser nutzen, um Energie effizient zu speichern und abzugeben. Besonders gut eignen sich Eisspeicher für die saisonale Speicherung, da sie Wärme über längere Zeiträume speichern können und über eine hohe Energiedichte verfügen. Ein weiterer Vorteil ist die

konstante Temperaturabgabe, die die Stabilität und Effizienz von Heiz- und Kühlsystemen verbessert. Mit Speicherwirkungsgraden von bis zu 98 % sind die Energieverluste bei Eisspeichern sehr gering. Zudem haben Eisspeicher eine lange Lebensdauer und sind weniger anfällig für Verschleiß im Vergleich zu anderen Speichertechnologien.

Trotz der zahlreichen Vorteile haben Eisspeicher auch einige Herausforderungen. Sie arbeiten innerhalb eines begrenzten Temperaturbereichs, was ihre Flexibilität einschränkt und eine genaue Abstimmung auf spezifische Heiz- und Kältebedarfe erfordert. Die Installation und Wartung von Eisspeichern sind kostenintensiv, was die Investitionen erhöht. Zudem müssen Eisspeicher trotz ihrer großen Wärmespeicherkapazität entsprechend dimensioniert werden, was bei der Integration in bestehende Wärmenetze Platzprobleme verursachen kann.

Während in der kalten Jahreszeit das im Speicher enthaltene Wasser durch den Entzug von Wärme zu Eis gefroren wird und dabei Kristallisationswärme freisetzt, die zum Heizen genutzt werden kann, muss der Speicher in der warmen Jahreszeit wieder beladen werden. Dies erfolgt, indem das Eis geschmolzen und das Wasser erwärmt wird, z.B. durch die Nutzung von überschüssiger Klimakälte, Abwärme von Kühlungsprozessen oder durch Solarthermie geschehen kann. Die Notwendigkeit, den Speicher im Sommer wieder zu beladen, ist essentiell, um die Effizienz und Funktionalität des Eisspeichersystems zu gewährleisten. Ohne eine regelmäßige Rückkühlung und Beladung könnte der Speicher seine Kapazität nicht voll ausschöpfen und wäre nicht bereit für den erneuten Einsatz in der nächsten Heizperiode.

Die folgende Tabelle vergleicht einen sensiblen Wärmespeicher, der die thermische Energie durch direkte Temperaturänderung des Speichermaterials speichert, ohne Phasenwechsel, mit einem Eisspeicher (latenter Wärmespeicher). Beiden Varianten ist ein 2.300 m² Solarthermie-Kollektorfeld zugrunde gelegt. Die oben beschriebene hohe Energiedichte des Eisspeichers wird beim Vergleich der Speichervolumen deutlich.

	Sensibler Wärmespeicher	Eisspeicher
Temperaturbereich	80 – 40 °C	80 – 0 °C
Wärmenutzung	direkt	30 % direkt, 70 % Wärmepumpe
Speicherkapazität	47 kWh/m ³	186 kWh/m ³
Volumen	13.100 m ³	4.700 m ³
+ 2.300 m ² Solarthermie-Kollektorfeld		

Tabelle 1 Vergleich von sensiblen und latenten Wärmespeichern

Abschließend ist zu betonen, dass die Errichtung eines Eisspeichers mit erheblichem baulichem Aufwand und hohen Investitions- sowie Wartungskosten verbunden ist. Die eingeschränkte Flexibilität durch den begrenzten Temperaturbereich erfordert eine präzise Planung, sowohl für den winterlichen Heizbedarf als auch für den sommerlichen Kühlbedarf. Eine solch detaillierte Auslegung ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

4 Fazit und Empfehlung

Für eine präzise Planung ist ein detailliertes Versorgungskonzept erforderlich, das Gebäudestandards, Abmessungen, Nutzung und spezifische Strom- und Wärmebedarfe berücksichtigt, einschließlich der Bedürfnisse der Mieter, die sich erst im weiteren Planungsverlauf konkretisieren werden.

Hinsichtlich der Planungsentscheidung, ob Staffelgeschosse bei einigen Gebäuden umgesetzt werden sollten, spricht aus energetischer Sicht dagegen, dass sich zum einen das Verhältnis zwischen Gebäudemantel und Gebäudevolumen erhöht (A/V -Verhältnis), was mehr Fläche für Wärmeverluste bedeutet. Zudem stehen durch die reduzierten Dachflächen nur etwa ein Drittel des ansonsten möglichen solaren Potentials zur Verfügung. Dies wirkt sich entsprechend stark auf die Energieerzeugung und somit auf den angestrebten möglichst hohen Autarkiegrad aus.

Im vorliegenden Bericht wurde Photovoltaik als Grundlage für die Nutzung solarer Energie angenommen. Diese Entscheidung wird durch den zu deckenden Strombedarf eines typischen Bürogebäudes beeinflusst, insbesondere im Hinblick darauf, dass es sich um einen IT-Campus handelt. Darüber hinaus wurde eine Wärmepumpenlösung als praktikabelste Option zur Beheizung der Gebäude identifiziert, die mit Strom als Hilfsenergie betrieben wird. Als Wärmeträgermedium werden aus gutachterlicher Sicht Luft oder Erdwärme in Betracht gezogen.

Die Nutzung von Erdwärme wird aufgrund der höheren Arbeitszahl, der kontinuierlichen Verfügbarkeit ohne Umwelteinwirkungen und der Möglichkeit der Kühlung im Sommer als die bevorzugte Lösung betrachtet. Unter Berücksichtigung konkreter Daten und einer präzisen Auslegung könnte diese Lösung durch einen Eisspeicher ergänzt werden, der jedoch derzeit aufgrund seiner Komplexität nicht in die Planung einbezogen wird. Die Integration eines Eisspeichers erfordert regelmäßige Beladungsvorgänge durch Erwärmung des Wassers und Schmelzen des Eises, beispielsweise mittels einer entsprechend dimensionierten Solarthermie-Kollektorfläche. Diese Nutzung konkurriert mit der potenziellen Stromerzeugung durch die PV-Anlagen aufgrund begrenzt verfügbarer Flächenressourcen.

Für die Nutzung von Erdwärme ist jedoch zunächst eine Genehmigung der Unteren Wasserschutzbehörde erforderlich, da sich das Baugelände in einem Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiet befindet. Die aufgezeigten Potenziale basieren auf Berechnungen mit geologischen Daten, Daten von umliegenden Bohrungen und Annahmen zu möglichen Lasten und Verbräuchen. Diese müssen für eine präzise Auslegung konkretisiert werden, sobald die Planungen fortgeschritten sind und die erforderlichen Informationen vorliegen. Zur Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit sind Probebohrungen erforderlich, die so ausgelegt sein sollten, dass sie anschließend direkt für die geothermale Versorgung genutzt werden können.

In Anbetracht der unzureichenden Datenlage, insbesondere hinsichtlich des tiefeithermischen Potentials und der hohen Erschließungskosten ohne Erfolgsgarantie, sollte nach derzeitigem Kenntnisstand die Nutzung oberflächennaher Geothermie prioritär in Betracht gezogen werden. Dies ist unter anderem deshalb sinnvoll, weil die erforderlichen Probebohrungen deutlich kostengünstiger durchzuführen sind und anschließend direkt genutzt werden können.

Für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie sind sowohl zentrale als auch dezentrale Versorgungslösungen denkbar. Die Wahl der geeigneten Lösung hängt dabei von der bislang nicht bekannten Abnehmerstruktur ab. Sofern sich daraus keine Einwände ergeben, wäre jedoch eine zentrale Lösung vorzuziehen. Dies lässt sich unter anderem dadurch begründen, dass großskalierte Anlagen wie Großwärmepumpen in der Regel eine höhere Energieeffizienz und folglich geringere Verluste aufweisen. Zudem führen Skaleneffekte meist zu deutliche Kosteneinsparungen, sowohl bei der Anschaffung als

auch bei der Wartung und Instandhaltung. Als Weiterer Vorteil der zentralen Lösung ist die Raum- und Platzerparnis zu nennen, da nicht jedes Gebäude Platz für eine eigene Wärmepumpe bereitstellen muss. Die Leitungsverlegung für ein Nahwärmenetz ist aufgrund des Neubauvorhabens zudem vergleichsweise unkompliziert und kann mit den ohnehin anstehenden Tiefbauarbeiten kombiniert werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Nutzung von Geothermie wäre für das Vorhaben sowie die Außenwirkung eines innovativen Gewerbeparks besser geeignet als die „Standardlösung“ mit Luftwärmepumpen. Zudem entstehen keine Lärmemissionen, die das ungestörte Arbeiten beeinträchtigen könnten.