

Quartierskonzept

Integriertes Konzept zur Energieversorgung im Quartier – Sport- und Freizeitzentrum Spreepark – in Beeskow

erstellt durch das



**STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM
ENERGIE UND UMWELTECHNIK**

Hauptstraße 17

09376 Oelsnitz

Tel.: 037296-93878

Fax: 037296-933891

Internet: www.stz-energie.de

im September 2022

Integriertes Konzept zur Energieversorgung im Quar- tier

– Sport- und Freizeitzentrum „Spreepark“ – in Beeskow

Akteure

Stadt Beeskow Berliner Straße 30 15848 Beeskow	Athletic Club Beeskow e.V. Bertholdplatz 1 15848 Beeskow
FSV Beeskow e.V. Schneeberger Weg 3 15848 Beeskow	Bowling & Kegelclub 1927 e.V. Bertholdplatz 1 15848 Beeskow
Energiezentrale Beeskow Frankfurter Chausee 24 15848 Beeskow	Spreepark-Gesundheits GmbH Bertholdplatz 6 15848 Beeskow
Bumerang e.V. Fürstenwalder Straße 3 15848 Beeskow	

Umsetzungszeitraum: 03/2022 - 09/2022

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	7
2	Quartiersbeschreibung	9
3	Klimaschutzpolitik in Deutschland	12
4	Ausgangssituation / Technische Anlagenbeschreibung	16
4.1	Gebäudebestand / Sanierungsjahr	16
4.1.1	Alte Turnhalle	16
4.1.2	Große Turnhalle	17
4.1.3	Kegelhalle.....	19
4.1.4	Haus des Gastes	20
4.1.5	Blaues Haus	21
4.1.6	Sonstige (Ehemaliges Wohnhaus Schmidt, ACB Vereinshaus)	22
4.2	Energieversorgung IST-Zustand	23
4.2.1	Wärmeversorgung	23
4.2.2	Stromversorgung	25
5	Überblick Wärmeerzeuger.....	27
5.1	Wärmepumpen.....	27
5.2	Solarthermie	29
5.3	Sonstige.....	32
6	Überblick Stromerzeuger	33
6.1	Photovoltaik-Anlage.....	33
7	Nicht weiterverfolgte Ansätze zur Wärmeversorgung	35
7.1	Nutzung der Spree als Wärmequelle	35
7.2	Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle	36
7.3	Nutzung von Geothermie als Wärmequelle	37
7.4	Kombination aus Luftwärmepumpen und Erdwärmepumpen	37
7.5	Solarthermie zur Warmwasserbereitung im Strandbad.....	38
7.6	Installation eines E-Tanks zur Wärmespeicherung.....	40
7.7	Nutzung von Erdgas und/oder Biomasse	40
8	Wärmeversorgungskonzept	42
8.1	Dimensionierung.....	43

8.1.1	Stufe 1	43
8.1.1.1	Wärmebedarf und Heizlast	43
8.1.1.2	Anlagenauswahl	45
8.1.2	Stufe 2	45
8.1.2.1	Wärmebedarf und Heizlast	45
8.1.2.2	Anlagenauswahl	47
8.2	Optimierungspotentiale der Heizsysteme	48
9	Stromversorgungskonzept	50
9.1	Nutzung regenerativ erzeugter Elektro-Energie	50
9.1.1	Nutzung bisher	50
9.1.2	Maßnahmen zur Nutzungs-Optimierung	51
9.1.2.1	Anschluss an das Mittelspannungsnetz.....	52
9.1.2.2	Grundlastdeckung durch regenerativ erzeugte Elektro-Energie	54
9.2	Stufenweiser Anlagenaufbau/Anlagenumrüstung	57
9.2.1	Stufe 1	57
9.2.2	Stufe 2	59
9.2.3	Stufe 3	59
9.2.4	Ausblick.....	59
10	Fördermöglichkeiten	61
10.1	Förderung für erneuerbare Wärme.....	61
10.1.1	Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)	61
10.1.2	Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)	62
10.2	Erneuerbarer Strom	62
10.2.1	KFW „Ladestationen für Elektrofahrzeuge“ 439, Zuschuss	62
10.2.2	KFW, IKK 201 „Energetische Stadtsanierung-Quartiersversorgung	64
11	Kostenschätzung.....	65
11.1	Investitionskosten / Kapitalgebundene Kosten	65
11.2	Betriebskosten.....	66

11.2.1	Wartungs- und Instandhaltungskosten	66
11.2.2	Verbrauchsgebundene Kosten	66
12	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	67
12.1	Wärmeversorgung	67
12.1.1	Stufe 1	67
12.1.2	Stufe 2	69
12.2	Stromversorgung	73
12.2.1	Stufe 1	73
13	Risikoanalyse	77
14	Betreiberstruktur	79
15	Bürgerbeteiligung und -information.....	79
16	Zusammenfassung / Handlungsempfehlung	80
17	Primär- und Endenergiebedarf.....	81
17.1	Wärme	81
17.2	Strom	82
18	Zeitplan	82
19	Anlagen.....	83
19.1	Thermografische Aufnahmen	83
19.1.1	ACB-Vereinshaus	83
19.1.2	Alte Turnhalle	84
19.1.3	Große Turnhalle	85
19.1.4	Haus des Gastes	87
19.2	Objektübersicht - Wärmeverbraucher	89
19.3	Übersicht Elektroinstallationen (Verbraucher / Erzeuger)	90
19.4	Datenblatt Batteriespeicher.....	92
19.5	Betreiberkonzept Elektroanlagen	93

Grundlagen

- Angaben und Zuarbeiten der Stadt Beeskow, des Bowling und Kegelclub Beeskow 1927 e.V., der Energiezentrale Beeskow, der Spreepark-Gesundheits Gmbh und des Bumerang e.V.
 - Lageplan
 - Sanierungsstand, Nutzflächen der Gebäude, Ausstattung der Sanitären Anlagen, Auslastungspläne
 - Nennwärmeleistungen und Baujahre der Erzeuger im Quartier
 - Wärmeverbräuche, Gas-/Hackschnitzelverbräuche für die Jahre 2019-2021
 - Grundlagendaten zum bestehenden Nahwärmenetz
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2021 inkl. bzw. EEG Novelle 2022)
- Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020, Entwurf GEG 2022)
- Temperaturprofil Testreferenzjahr (TRY) Region 4
- VDI 2067
- Den in Ansatz gebrachten Kosten liegen aktuelle Angebote, Richtpreise und Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen zugrunde.
- Vorgaben der Netzbetreiber für Standort und Anbindungskosten
- Sämtliche Preis- und Kostenangaben sind in Netto aufgeführt

1 Vorbemerkung

Zur Stadtentwicklung der Stadt Beeskow wird eine Modernisierung der Wärme- und Stromversorgung des Sport- und Freizeitzentrums sowie des Spreeparks angestrebt. Das Quartierskonzept soll dabei Lösungsansätze zu Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz liefern. Die Energieerzeugung soll dabei möglichst ökologisch, das heißt ohne die Verwendung fossiler Energieträger, erfolgen. Durch die günstige und nachhaltige Energieversorgung soll die Attraktivität des Quartiers für Touristen und Sporttreibende gesteigert werden. Die Erstellung des Quartierskonzepts wird durch das Förderprogramm der KfW Nr. 432 „Energetische Sanierung – Zuschuss für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ unterstützt. Mit der Erarbeitung des energetischen Quartierskonzept wurde das Steinbeis Transferzentrum Energie und Umwelttechnik (STZ) aus Oelsnitz beauftragt.

In Anbetracht der Brisanz bei der (Erd-)Gasversorgung in Folge des Ukrainekrieges wird ein Ziel sein, die Wärmeversorgung aus alternativen Quellen sicherzustellen. Dazu soll das bestehende Nahwärmenetz auf Basis eines Holzhackschnitz-Kessels erweitert werden insbesondere die Gebäude des Spreeparks anzubinden. In diesem Zusammenhang wird eine Erweiterung der zentralen Wärmeerzeugung, zum Beispiel mittels Wärmepumpen, notwendig sein. Im erweiterten Betrachtungsrahmen dieses Konzepts wird auch die Möglichkeit untersucht den nahegelegenen Kinder- und Jugendhof an die Wärmeversorgung im Quartier anzubinden.

Aufgrund der verzweigten Pacht- und Eigentumsverhältnisse im Quartier wird zunächst eine detaillierte Bestandsaufnahme der vorhandenen Erzeuger und Verbraucher, sowie der Versorgungsverträge, vorgenommen. In diesem Zusammenhang wird unter Zuhilfenahme von thermografischen Aufnahmen und bauphysikalischer Kennwerte der Sanierungsstand der Gebäude im Quartier ermittelt. Auf Grundlage der Last- und Erzeugungsprofile für Wärme und Strom werden anschließend verschiedene Varianten zur Energieerzeugung und -verteilung im Quartier simuliert. Besonderer Wert wird in diesem Zusammenhang auf eine gute Vernetzung (Sektorenkopplung) von Strom- und

Wärmeerzeugung im Sinne einer möglichst effizienten Nutzung von erneuerbaren Energien gelegt.

Abschließend soll neben der grundsätzlichen Bewertung der einzelnen Varianten hinsichtlich Machbarkeit und Versorgungssicherheit eine Empfehlung für mindestens eine Vorzugsvariante erfolgen. Für diese wird eine Umsetzungsstrategie erarbeitet und mögliche Hemmnisse sowie deren Überwindungsmöglichkeit benannt.

2 Quartiersbeschreibung

Der Ort Beeskow liegt am Ostrand der Beeskower Platte an der Spree, ca. 80 km südöstlich von Berlin auf einer Höhe von 40 über NN. Rund um die Stadt erstrecken sich große Wald- und Wiesengebiete mit vielen kleineren und größeren Seen. In Beeskow leben derzeit ca. 8.000 Einwohner. Die Verkehrsanbindung der Stadt an das Bundesautobahnennetz ist akzeptabel. Durch den Ort verlaufen die Bundesstraßen 87 und 168, auf welchen man in ca. 30 Minuten die A12 bzw. in ca. 45 Minuten die A13 erreichen kann. Mit der Niederbarnimer Eisenbahn besteht auch ein direkter Anschluss an das Schienennetz der Region. Verbindungen nach Königs Wusterhausen und Frankfurt (Oder) werden mehrmals täglich angeboten. Heute sind hauptsächlich klein- und mittelständige Unternehmen ortsansässig. Das Quartier liegt am südlichen Stadtrand direkt an der Spree.



Abbildung 1: Lage des Quarties im Stadtgebiet

Das Quartier wird überwiegend für touristische Zwecke sowie für den Schul-, Vereins- und Freizeitsport genutzt. Im Bereich *Sport- und Freizeitzentrum (SFZ)* befinden sich eine die Objekte *Alte Turnhalle*, *Große Turnhalle*, *ABC-Vereinshaus*, *die Bowling- und Kegelbahn* sowie der *Kiosk+Kassenhaus*. Zudem steht auf dem Gelände des SFZ das Heizhaus als Zentrale des bestehenden Nahwärmenetzes. Im Bereich *Spreepark* befinden sich die Objekte *Haus des Gastes*, *Blaues Haus*, *ehem. Wohnhaus Schmidt*, *Strandbadgebäude*, *Eiscafé Zinn/Kiosk*, *Lager am Kiosk* und eine Lagerhalle. Außerdem befindet sich im Spreepark ein Gebäude des „SV Preussen 90 Beeskow e.V.“, welches jedoch

aufgrund des vergleichsweise geringen Wärmeverbrauchs nicht weiter im Rahmen des Quartierskonzepts betrachtet wurde.

Außerdem befinden sich auf dem Quartiersgelände mehrere Außenanlagen, wie Fußballfelder und Volleyballplätze. Zusätzlich steht ein Caravan- und Zeltplatz, eine Marina und eine Flussbadeanstalt am Spreeufer auf dem Quartiersgelände bereit.

Das Quartier selbst ist über die Haltestellen *Beeskow*, *Forsthaus* und *Beeskow Schützenstraße* an diverse Buslinien der *Busverkehr Oder Spree GmbH* angebunden. Im Quartier selbst erfolgt keine motorisierte Mobilität. Parkplätze am Bertholdplatz sowie am Haus des Gastes stehen Besuchern des Quartiers zur Verfügung. Dort sollen mit Blick auf eine zunehmende Elektrifizierung des Verkehrs weitere Ladesäulen für E-Autos geschaffen werden. Der Spreepark verfügt zudem durch seine direkte Lage an der Spree und die vorhandene Bootsanlegestelle über die Möglichkeit per Boot anzureisen.

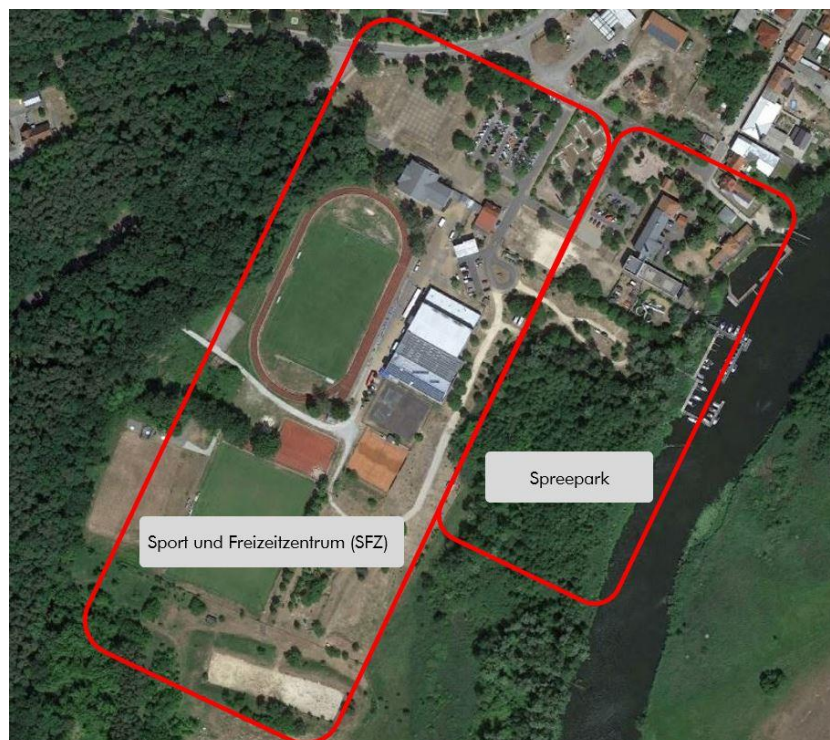


Abbildung 2: Lage der Teilbereich SFZ und Spreepark

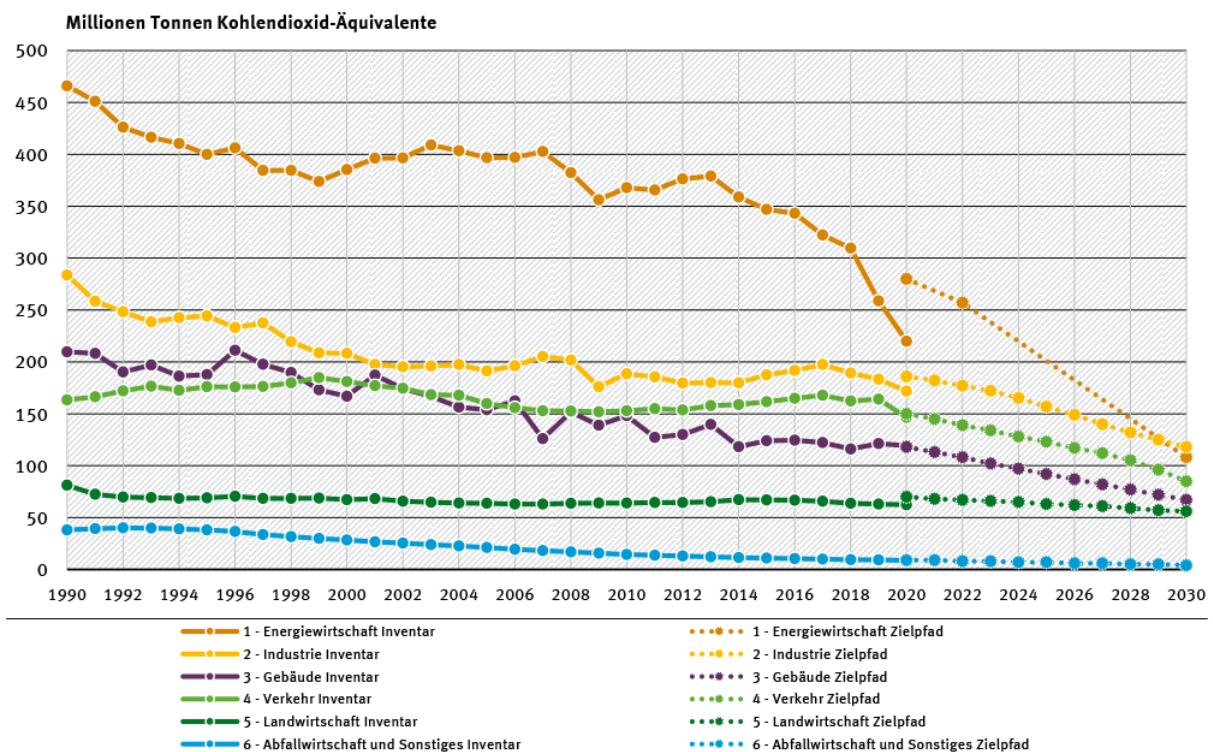
Der Kinder- und Jugendhof, welcher sich in etwa 800 m Entfernung (Luftlinie) zum SFZ befindet, besteht ebenfalls aus mehreren Objekten, nämlich *Hauptgebäude*, *Haus „Schnute“*, *Schäfereimuseum* und *Jugendclub „Treibstoff“*.

3 Klimaschutzpolitik in Deutschland

Zum Schutz des globalen Klimas setzt der Klimaschutz in Deutschland auf nationale, regionale und lokale Maßnahmen.

Der Bundestag hat mit dem im vergangenen Sommer verabschiedeten Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) beschlossen die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2030 um 65 Prozent zu reduzieren (bezogen auf 1990) und bis 2045 gänzlich Treibhausgas-neutral zu werden.

Entwicklung und Zielerreichung der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland in der Abgrenzung der Sektoren des Bundes-Klimaschutzgesetzes*



* Die Aufteilung der Emissionen weicht von der UN-Berichterstattung ab, die Gesamtemissionen sind identisch

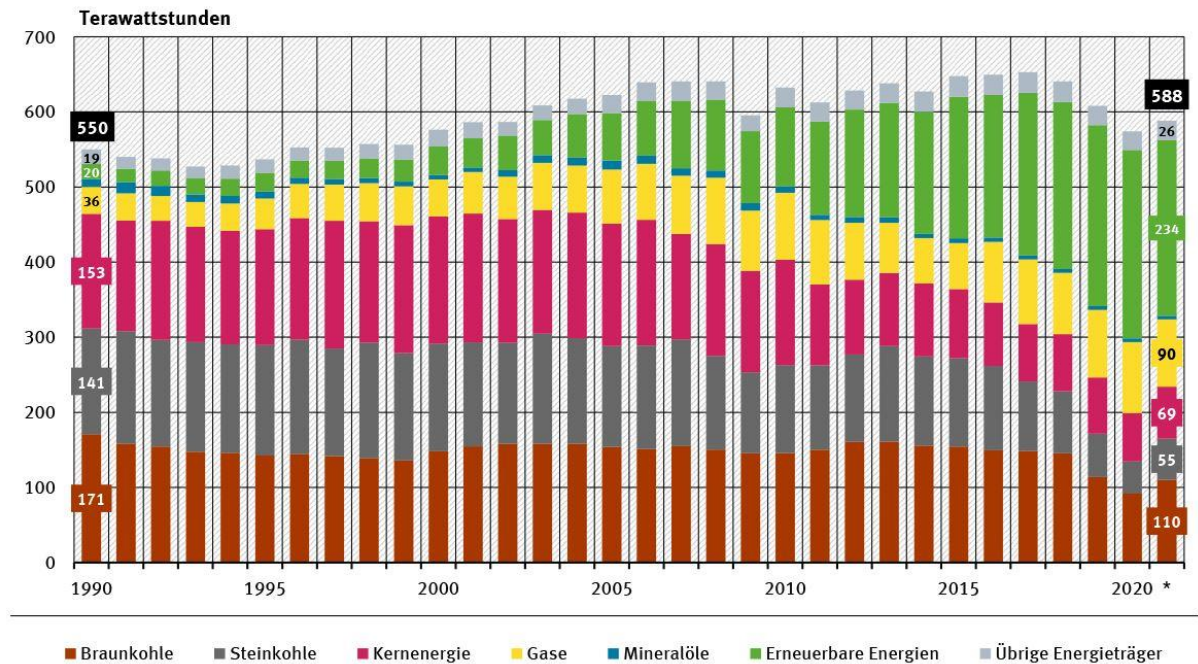
Quelle EM-Daten 1990-2019: Umweltbundesamt, Deutsches Treibhausgasinventar 1990-2019, Endstand vom 15.04.2021
Quelle Vorjahresschätzung (VJS) für das Jahr 2020: Umweltbundesamt, Presse-Information 07/2021, vom 15.03.2021
Quelle Ziele 2020 & 2030: Novelle des Bundes-KSG vom 12.05.2021

Abbildung 3: Entwicklung und Zielerreichung der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland (Umweltbundesamt)

Für die Energiewende ist neben dem Wechsel zu erneuerbarer Wärme auch die Erzeugung und Nutzung von erneuerbarem Strom von großer Bedeutung. Der Anteil von erneuerbarem Strom (Wasserkraft, Windenergie, Biomasse, biogener Anteil des Abfalls, Photovoltaik, Geothermie) stieg seit 1990 auf mehr als das 12-fache, die erzeugte Strommenge auf fast das 13-fache. Diese

Entwicklung ist besonders auf die Einführung des EEG zurückzuführen und hat ganz wesentlich zum Rückgang der fossilen Bruttostromerzeugung beigetragen (siehe **Abbildung 4**).

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

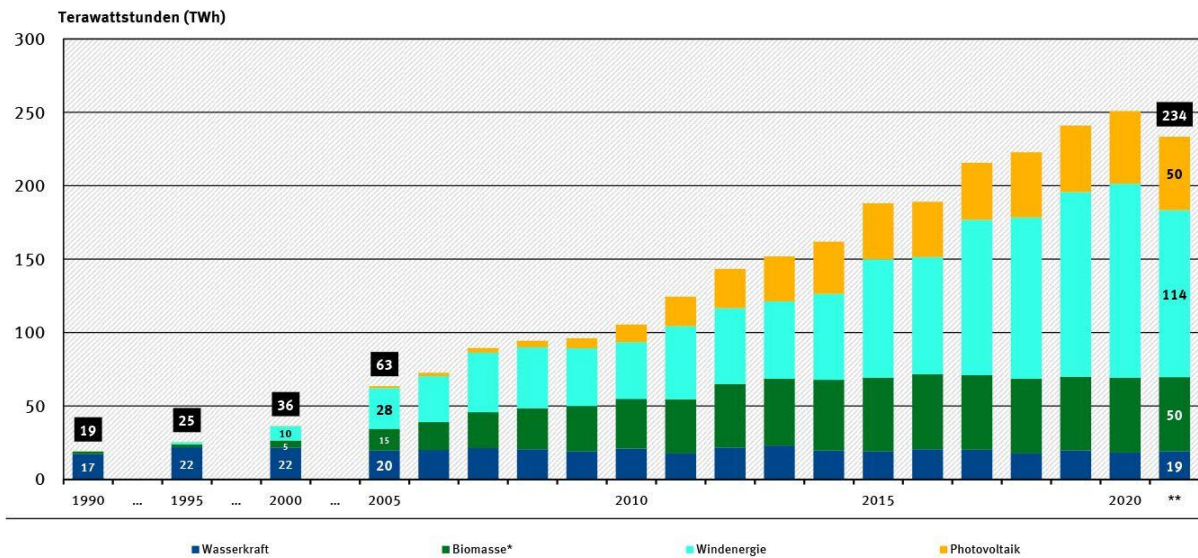


* vorläufige Angaben Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Tabelle Stromerzeugung nach Energieträgern, Stand 03 / 2022

Abbildung 4: Bruttostromerz. in Deutschland nach Energieträgern (Umweltbundesamt)

Die verschiedenen erneuerbaren Energieträger tragen unterschiedlich zum Anstieg der Erneuerbaren Energien bei. Die Wasserkraft verzeichnet insgesamt nur noch geringe Zuwächse, so dass sie zwar bis etwa zum Jahr 2000 für den größten Anteil der erneuerbaren Stromproduktion verantwortlich war. Danach wurde sie von Photovoltaik-, Windkraft- und Biomasseanlagen jedoch deutlich überholt. Heute werden auf Basis der Wasserkraft nur noch 7 % des erneuerbaren Stroms erzeugt. In den letzten Jahren stieg die Bedeutung der Windenergie am schnellsten: Heute wird über die Hälfte des erneuerbaren Stroms durch Windenergieanlagen an Land und auf See erzeugt (siehe **Abbildung 5**).

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



* inklusive feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls sowie Klärschlamm;
 Geothermie aufgrund geringer Strommengen (< 0,5 TWh) nicht darstellbar, aber in der Gesamtsumme enthalten.

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat; Stand 03 / 2022

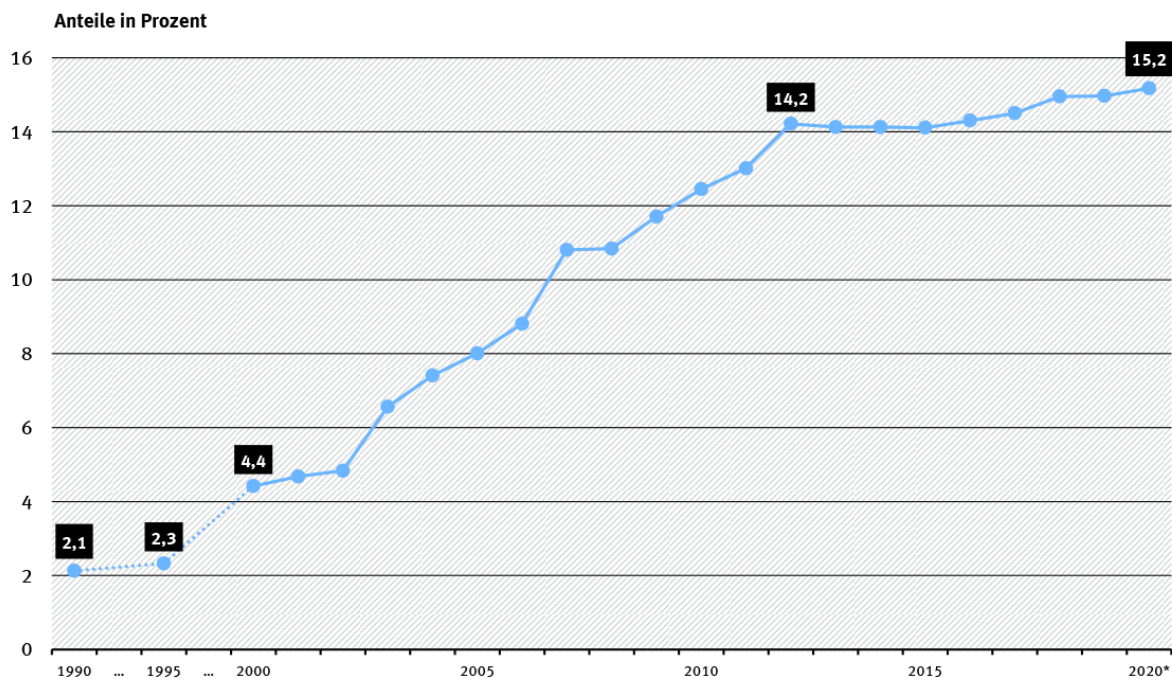
** vorläufig

Abbildung 5: Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Umweltbundesamt)

Die Bundesregierung hat angekündigt die Ausbauziele der erneuerbaren Stromerzeugung im Rahmen einer EEG-Novelle so anzupassen, dass diese bis 2030 80% der Gesamtstromerzeugung ausmacht. Ziel dieses Gesetzes ist es ferner, dass vor dem Jahr 2045 der gesamte Strom, der in Deutschland erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt wird. Dieser Ausbau soll stetig, kosteneffizient und netzverträglich erfolgen.

Der Anteil erneuerbare Energien zur Deckung des Wärmebedarfs in Deutschland stieg bis zum Jahr 2012 kontinuierlich an. Nach einigen Jahren leichter Rückgänge stieg er zuletzt wieder an und liegt derzeit etwas über dem Niveau des Jahr 2012 (siehe **Abbildung 6**). Dabei spielt die feste Biomasse die größte Rolle (vor allem Holz und Holzprodukte). Sie stellt insgesamt zwei Drittel der Wärme aus erneuerbaren Energien bereit. Besonders groß ist dieser Anteil in den privaten Haushalten. Solarthermie und Geothermie stellen derzeit 14,5 % der erneuerbaren Wärme zur Verfügung. Ihr Anteil steigt dabei gegenüber der Nutzung von Biomasse konstant an. In Anbetracht des Ukrainekrieges steigt zudem die Notwendigkeit zur Unabhängigkeit von Erdgas und -öl zur Wärmeversorgung.

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte



* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat, Stand 02/2021

Abbildung 6: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch (Umweltbundesamt)

Um dies zu erreichen, verabschiedete die Bundesregierung die Novelle des Gebäude-Energie-Gesetzes (GEG), wonach ab dem 01.01.2024 alle neu in Betrieb genommenen Heizungsanlagen zu mindestens 65 % aus erneuerbaren Energien betrieben werden sollen. Zur Unterstützung von Bürgern, Kommunen und Unternehmen, gibt es sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene diverse Fördermöglichkeiten zur Transformation der Wärmeversorgung.

4 Ausgangssituation / Technische Anlagenbeschreibung

4.1 Gebäudebestand / Sanierungsjahr

4.1.1 Alte Turnhalle

Die alte Turnhalle wurde im Jahr 1927 gebaut und Laufe der Zeit um einen Anbau erweitert. Eine Sanierung fand im Jahr 2007 statt. Dabei wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen, die in einer Verbesserung der Wärmedurchgangskoeffizienten (u) in der Gebäudehülle resultierten. In Verbindung mit den Flächenmaßen, welche aus Grundrissen abgeleitet wurden, konnte somit der Transmissionswärmebedarf der Turnhalle ermittelt werden. Außerdem wurde der Lüftungswärmebedarf auf Grundlage einer Luftwechselrate von $60 \text{ m}^3/\text{h}$ je Sportler (DIN 18032-1) und einer Belegung mit 20 Sportlern ermittelt. So ergibt sich entsprechend folgender Tabelle eine Normheizlast (bzw. Normwärmebedarf) von 65 kW für die alte Turnhalle, was in etwa dem tatsächlichen Anschlusswert der Turnhalle am Wärmenetz (70 kW) entspricht.

Tabelle 1: Normheizlast alte Turnhalle (Wärmedurchgangskoeffizienten lt. Ingenieurbüro Dierk Müller)

Bauteil	Fläche [m^2]	u [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]	ΔT [K]	Q [W]
Wand Sanitär	392	0,32	33	4140
Giebel	168	0,32	31	1667
Giebel Anbau	136	0,32	31	1349
Wand Halle erweitert	104	0,3	31	967
Kellerdecke	325	0,47	10	1528
Kelledecke Sanitärraum/Vorb.	225	0,58	12	1569
Fußboden Halle Erw.	160	0,32	10	512
Decke	325	0,28	31	2821
Decke Sanitär	225	0,33	33	2455
Decke Erw.	160	0,28	31	1389
Decke Geräte.	30	0,28	31	260
Transmissionswärmebedarf QT [W]				18655
Lüftungswärmebedarf QL [W]				46481
Normwärmebedarf (Normheizlast) QN[W]				65137

Die folgende thermografische Aufnahme (**Abbildung 7**) zeigt, dass neben den Fenstern insbesondere die Kellerdecke eine Wärmebrücke bildet. Die helle Fläche unter dem deutlich als violett hervorstechenden Fenster deutet an, dass die Wand dort aufgrund einer Nische die Wand besonders dünn ist und der unter dem Fenster hängende Heizkörper auf hoher Stufe läuft.



Abbildung 7: Thermografieaufnahme Alte Turnhalle

Weitere thermografische Aufnahmen befinden sich im Anhang.

4.1.2 Große Turnhalle

Die große Turnhalle wurde 1978 erbaut und 2013 um den Anbau der Tribüne und Bowlingbahn erweitert bzw. saniert. Die Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudehülle nach der Sanierung sind ebenfalls in der folgenden Tabelle dargestellt. Analog zu Kapitel 4.3.1 wurde auf Grundlage der Wärmedurchgangskoeffizienten und Wand-, Dach- und Kellerflächen der Transmissionswärmebedarf berechnet. Zusammen mit dem Lüftungswärmebedarf, bei welchen in dem Fall von 25 anwesenden Sportlern ausgegangen wurde, ergibt sich so die Normheizlast der großen Turnhalle inkl. Bowlingbahn.

Tabelle 2: Normheizlast große Turnhalle (Wärmedurchgangskoeffizienten lt. Ingenieurbüro Dierk Müller)

Bauteil	Fläche [m ²]	u [W/m ² K]	ΔT [K]	Q [W]
Wand Giebelseite	503	0,23	31	3586
Wand Giebelseite Sozial	118	0,23	33	898
Giebelseite Anbau	152	0,13	33	652
Wand Hallenaufsatz	512	0,14	31	2221
Wand links Sozial	203	0,23	33	1543
Hallendach	988	0,21	31	6434
Dach Sozialtrakt	521	0,21	33	3608
Dach Anbau	875	0,12	33	3464
Fußboden Sozialteil	444	1,5	12	7989
Fußboden Heizraum	77	3,18	12	2928
Fußboden Eingangsbereich (Bowling)	65	0,23	12	179
Fußboden Bowlingbahnen	322	0,21	12	811
Fußboden Tribüne	196	0,23	12	541
Fußboden Turnhalle	962	0,37	10	3559
Transmissionswärmebedarf QT [W]				38413
Lüftungswärmebedarf QL [W]				58102
Normwärmebedarf (Normheizlast) QN[W]				96515

In der thermografischen Aufnahme der neuen Turnhalle ist gut zu erkennen, dass die Unterkonstruktion der Wandverkleidung eine gewisse Wärmebrücke, allerdings auf einem recht niedrigen Niveau, darstellt. Der helle Fleck im linken Bildteil ist eine Tür, welche zum Zeitpunkt der Aufnahme geöffnet war.

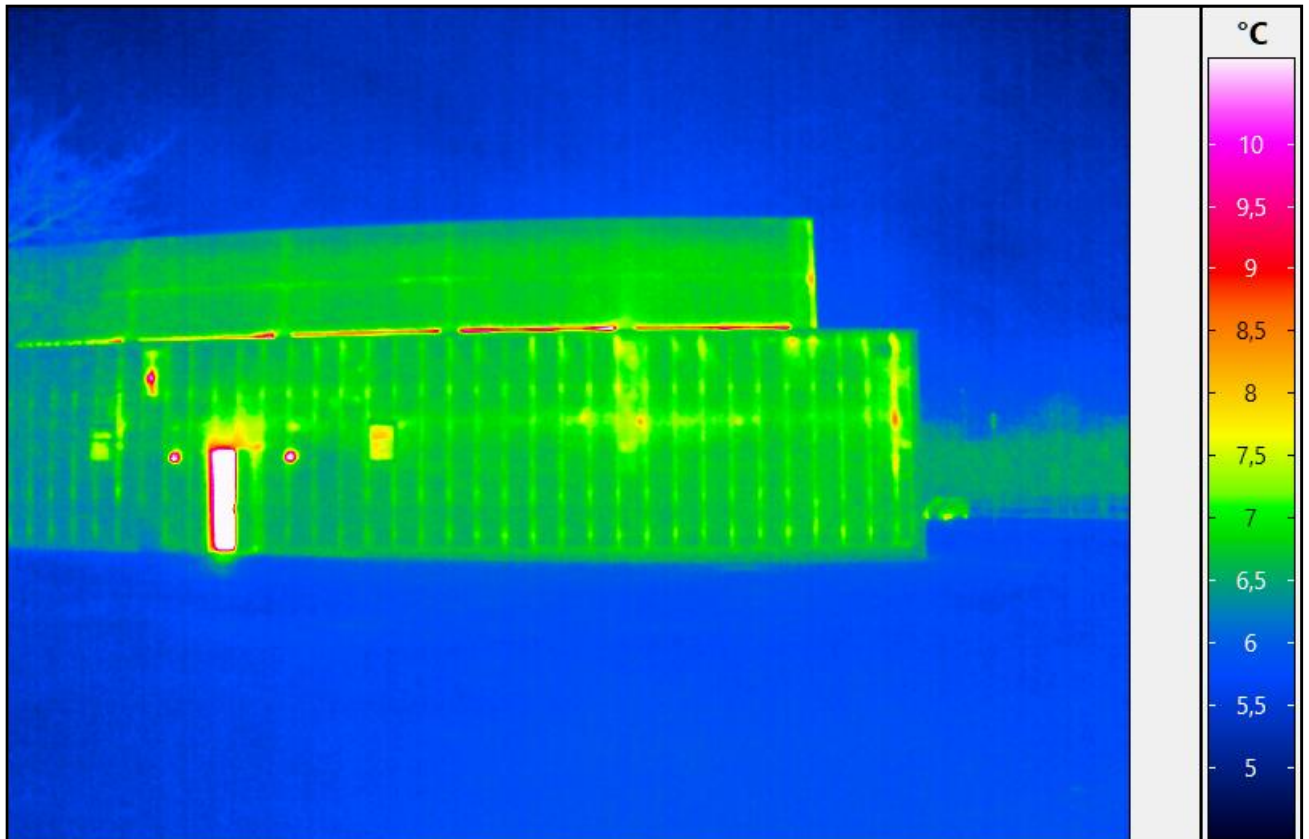


Abbildung 8: Thermografieaufnahme Große Turnhalle

4.1.3 Kegelhalle

Die Kegelhalle wurde im Jahr 1982 errichtet. Neben den Kegelbahnen befindet sich in den Räumlichkeiten noch eine Gaststätte und kleinere Nebenräume. Die Normheizlast wurde wie für die beiden Turnhallen, jedoch mit reduzierter Luftwechsellmenge je Sportler (20 m³/h) und 10 anwesenden Sportlern berechnet.

Tabelle 3: Normheizlast große Kegelhalle (Wärmedurchgangskoeffizienten lt. Ingenieurbüro Dierk Müller)

Bauteil	Fläche [m ²]	u [W/m ² K]	ΔT [K]	Q [W]
Giebel 1	60	0,23	33	456
Wand	165	0,22	33	1198
Giebel 2	60	0,22	33	436
Fußboden	890	1,5	12	16020
	Transmissionswärmebedarf	QT [W]		18110
	Lüftungswärmebedarf	QL [W]		7997
	Normwärmebedarf (Normheizlast)	QN[W]		26107

Die Thermografieaufnahmen der Kegelbahn zeigen die gleiche Charakteristik wie die der Großen Sporthalle und sind im Anhang zu finden.

4.1.4 Haus des Gastes

Das Haus des Gastes wurde im Jahr 1910 erbaut. Aufgrund des äußeren Aussehens wurde erwartet, dass das Gebäude als Baudenkmal geführt wird. Nach Abgleich mit der Denkmalliste des Landkreises Oder-Spree wurde dies jedoch widerlegt.

Im Jahr 2002 fanden eine Sanierung und Erweiterung des Objekts statt. Der untere Bereich des Gebäudekomplexes wird aktuell als Fitnessstudio genutzt, wobei sich die Umkleidebereiche im eingeschossigen Anbau befinden. Im Obergeschoss des Altbaus befindet sich ein Veranstaltungssaal für bis zu 300 Personen inklusive eigener Küche.

Auf Grundlage des jeweiligen Wandaufbaus der Gebäudeteile und einer erhöhten Luftwechselrate von 100 m³/h je Sportler im Erdgeschoss wurde die Normheizlast berechnet.

Tabelle 4: Normheizlast Haus des Gastes

Bauteil	Fläche [m ²]	u [W/m ² K]	ΔT [K]	Q [W]
Dach	465	0,21	33	3222
Dach Anbau	510	0,21	33	3534
Wand-OG	240	1,7	33	13464
Wand-EG	240	1,25	33	9900
Giebel	56	1,25	0	0
Wand Anbau	688	0,13	33	2952
Giebel Anbau	160	0,13	33	686
Bodenplatte	465	0,21	12	1172
Bodenplatte Anbau	465	0,21	12	1172
			Transmissionswärmebedarf QT [W]	36102
			Lüftungswärmebedarf QL [W]	82467
			Normwärmebedarf QN[W]	118569

In den thermografischen Aufnahmen vom Haus des Gastes fällt zum einen auf, dass die Wände unter den Fenstern recht dünn sind. Dies war auch bei der späteren Begehung des Fitnessstudios im Erdgeschoss des Haus des Gastes zu erkennen. In diesen Bereichen zeichnen sich auf den Wärmebildern recht deutlich die Heizkörper ab. Zudem sind die Fenster sichtbare Wärmebrücken, wobei

einige von ihnen offensichtlich zum Zeitpunkt der Aufnahme gekippt waren (sichtbar an hoher Temperatur im oberen Fensterbereich).

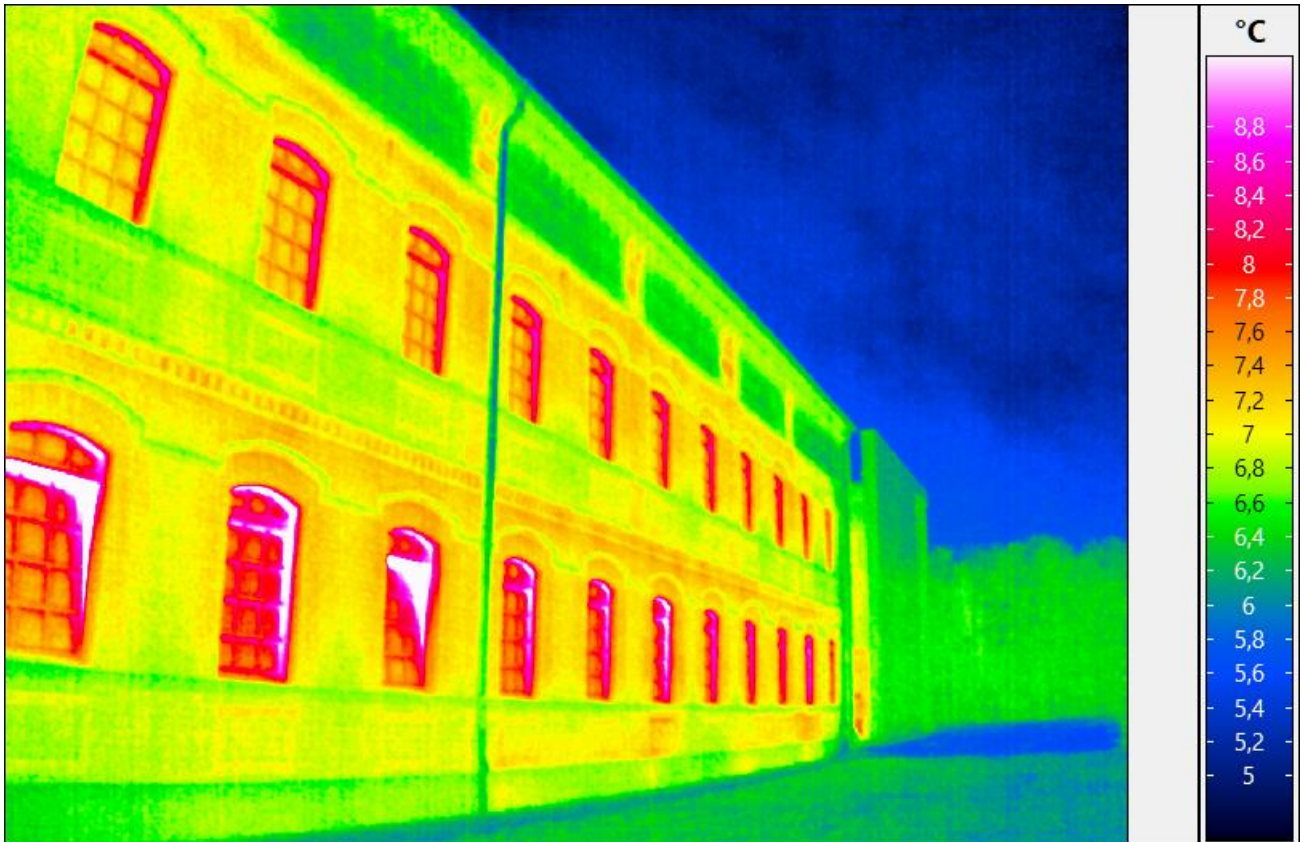


Abbildung 9: Thermografieaufnahme Haus des Gastes

4.1.5 Blaues Haus

Das Blaue Haus befindet sich an der Giebelseite des Hauses des Gastes. Durch die gemeinsame Wand sind die Transmissionswärmeverluste des Gebäudes recht gering. Die Wärmedurchgangskoeffizienten der übrigen Wände wurden, aufgrund fehlender Daten, Anhand von Erfahrungswerten geschätzt. Die Lüftungswärmeverluste wurden anhand der empfohlenen Luftwechselrate (0,5/h) für Wohngebäude berechnet. Die Normheizlast beträgt, wie in folgender Tabelle ersichtlich, rund 15,5 kW.

Tabelle 5: Normheizlast Blaues Haus

Bauteil	Fläche [m ²]	u [W/m ² K]	ΔT [K]	Q [W]
Dach	465	0,21	33	3222
Wandflächen	240	0,22	33	1742
Bodenplatte	465	0,21	12	1172
Transmissionswärmebedarf QT [W]				6137
Lüftungswärmebedarf QL [W]				9396
Normwärmebedarf QN[W]				15533

Im thermografischen Bild vom Haus des Gastes ist sichtbar, dass auch hier die Fensterrahmen eine Wärmebrücke bilden.

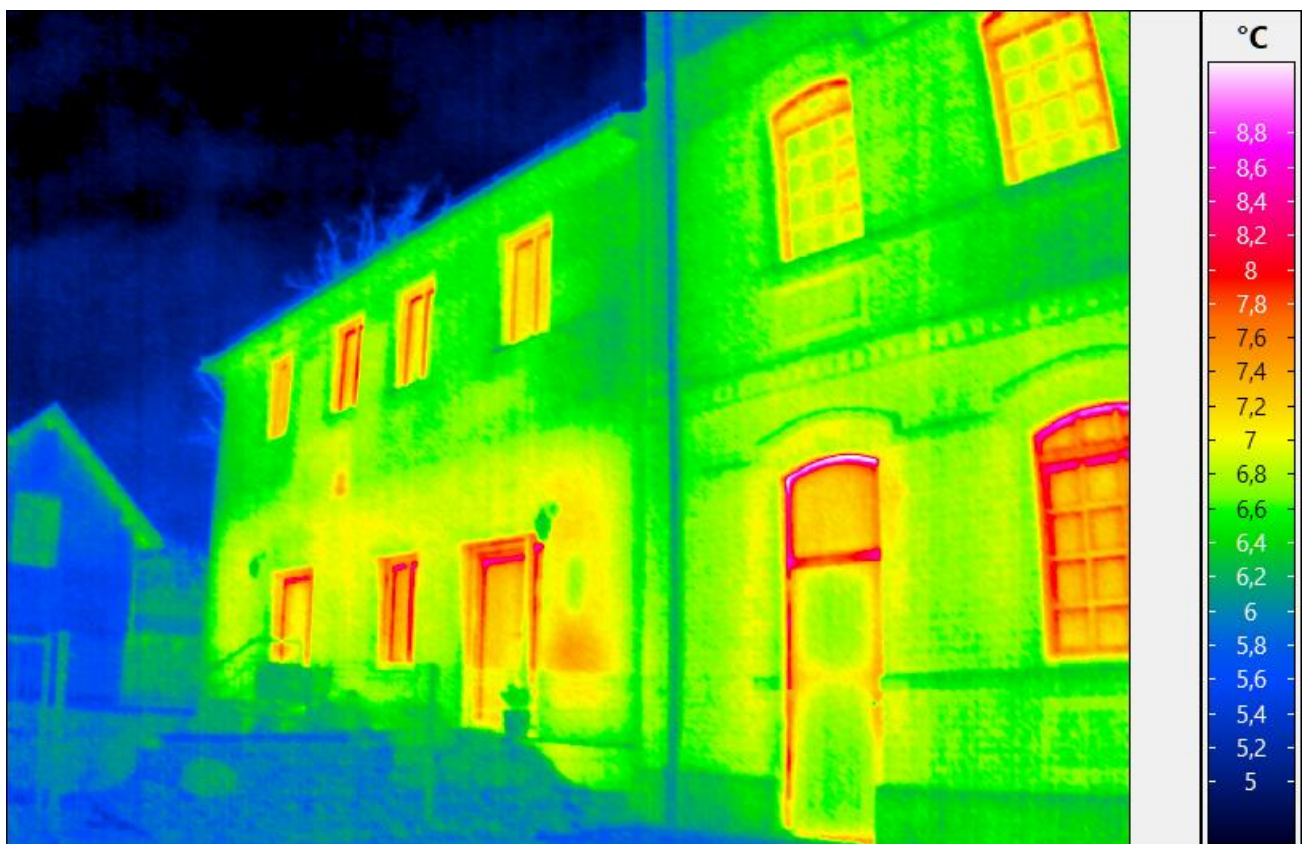


Abbildung 10: Thermografieaufnahme Blaues Haus

4.1.6 Sonstige (Ehemaliges Wohnhaus Schmidt, ACB Vereinshaus)

Für die Gebäude „ACB Vereinshaus“ und das ehem. Wohnhaus Schmidt (Fa. Opitz) wurden keine Thermografieaufnahmen angefertigt, da diese einen recht kleinen Wärmeverbrauch aufweisen und zum Zeitpunkt der Begehung nicht beheizt wurden.

4.2 Energieversorgung IST-Zustand

4.2.1 Wärmeversorgung

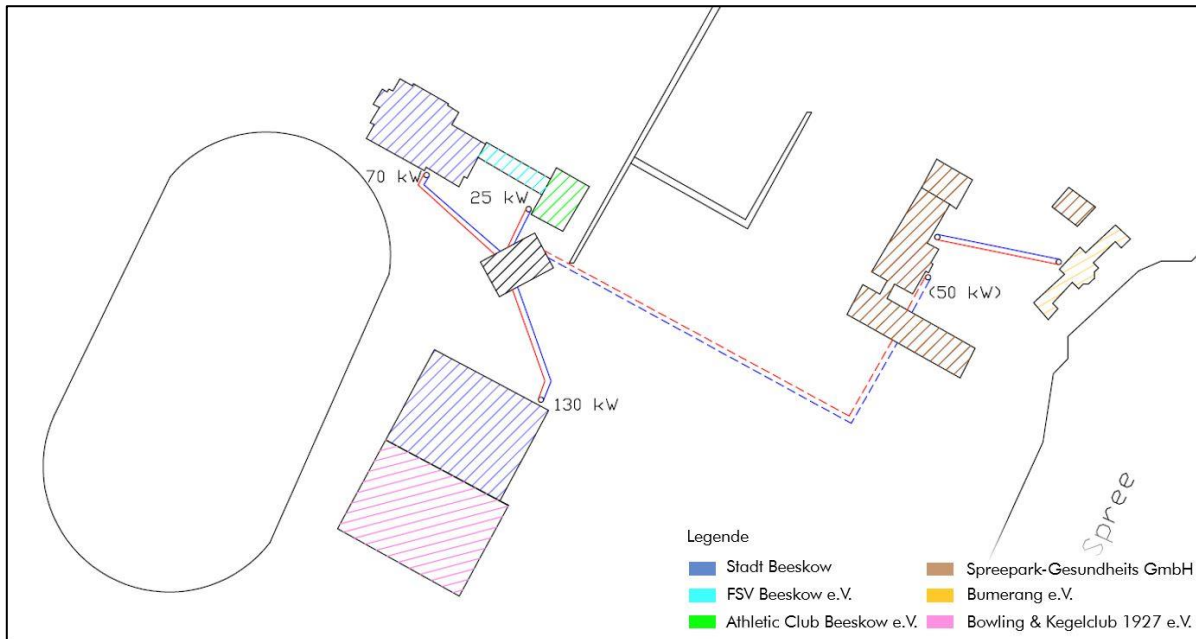


Abbildung 11: Eigentümer/Akteure im Quartier SFZ – Spreepark

Für die im Sport und Freizeitzentrum liegenden Gebäude erfolgt die Wärmeversorgung, mit Ausnahme der Kegelbahn (violett), über das Heizhaus. Dafür stehen im Heizhaus ein Holzhackschnittelkessel mit 250 kW_{th} sowie ein erdgasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit 35 kW_{th} und ein Gas-Brennwertkessel mit 100 kW_{th} zur Verfügung. Das BHKW wird dabei hauptsächlich als Redundanz vorgehalten. Das Heizhaus stellte im Jahr 2021 eine Wärmemenge von 301 MWh bereit, wofür es 250 Schüttraummeter (SRM) Holzhackschnittel und 300.000 kWh Gas zu Preisen von 35 €/SRM bzw. 9 ct/kWh verbrauchte.

Zur Wärmeverteilung verlaufen Nahwärmeleitungen zu den angebundenen Gebäuden. In der *Großen Turnhalle* befindet sich eine Wärmeübergabestation mit einer Leistung von 130 kW_{th}. Für die *Alte Turnhalle* beträgt die Übergabeleistung 70 kW_{th} und weitere 25 kW_{th} werden dem *ACB Vereinshaus* zur Verfügung gestellt. *Kiosk und Kassenhaus* sind nicht an das Nahwärmenetz angebunden, sondern werden bei Bedarf elektrisch geheizt.

Für die Anbindung des Spreeparks an des Nahwärmenetz wurde bereits eine entsprechende Leitung (Anschlussleistung 50 kW_{th}) zum *Haus des Gastes* verlegt. Diese ist bisher allerdings ungenutzt. Stattdessen wird dieses Objekt bisher durch einen Erdgasbrennwertkessel mit einer Leistung von 350 kW_{th} geheizt. An diesen ist durch eine Erdleitung außerdem das *Strandbad* angebunden. Im Jahr 2021 erzeugte die Heizung damit eine Wärmemenge von 165 MWh, was bei einem Jahresnutzungsgrad des Gaskessels von 85 % einem Gasverbrauch von rund 194 MWh entspricht. Das Gas wurde zu einem Preis von 4,75 ct/kWh eingekauft. Damit ergibt sich ein Vollwärmepreis (inkl. Wartung, Rücklagenbildung, Schornsteinfeger und Grundgebühr Gas) von 7,72 ct/kWh. Im *Blauen Haus* (direkt neben Haus des Gastes) befindet sich ein wandhängender Gaskessel mit 22 kW_{th}, welcher die Wohnungen und das Physiotherapiestudio mit Wärme versorgt. Das Haus der Fa. Opitz sollte an die Wärmeversorgung des Haus des Gastes angeschlossen werden. Die dafür bereits verlegten Wärmeleitungen wurden jedoch entwendet. Aufgrund des sehr geringen Wärmeverbrauchs und der Kosten für die Erschließung des Gebäudes muss die Wirtschaftlichkeit eines Netzanschlusses gesondert betrachtet werden. Eine tabellarische Übersicht der betrachteten Objekte im Quartier ist im Anhang zu finden.

4.2.2 Stromversorgung

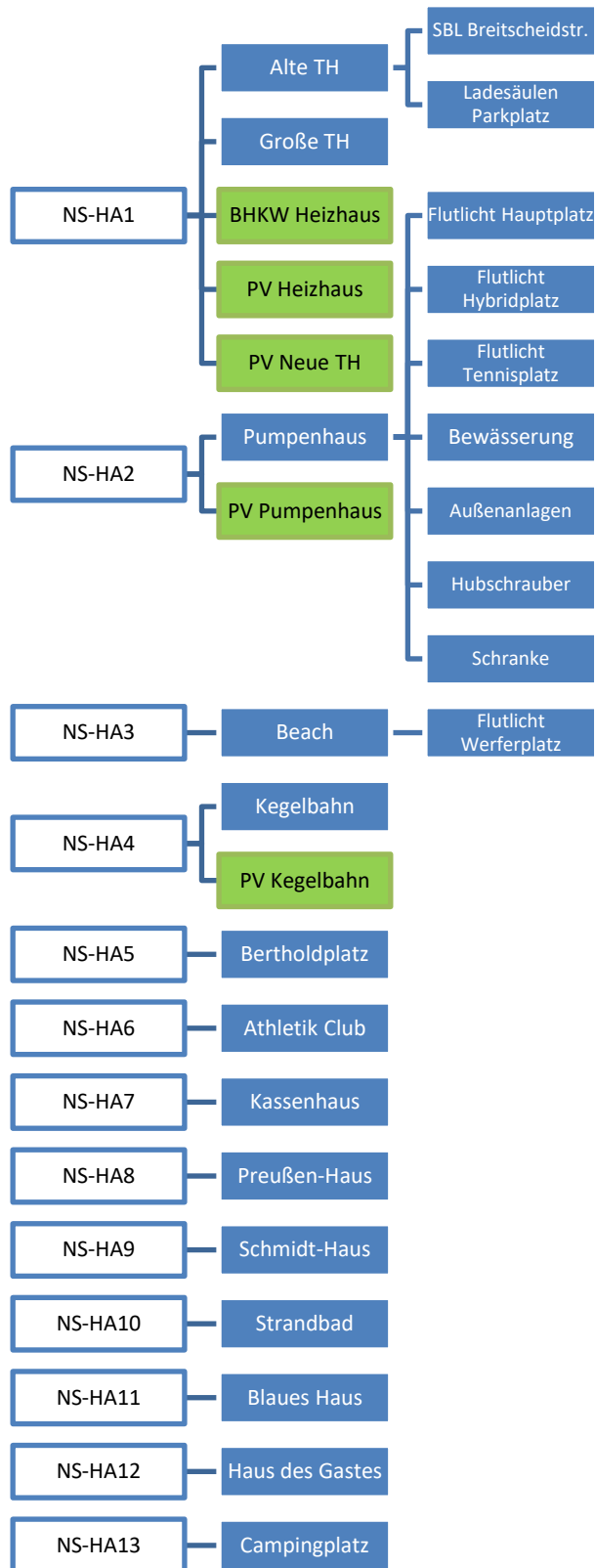


Abbildung 12: Schema Stromversorgung IST-Zustand

Derzeit werden die einzelnen Gebäude im Quartier gemäß obenstehender Grafik aus dem Niederspannungs-Verteilnetz der e.dis Netz GmbH versorgt. Grün hinterlegt sind jeweils die bestehenden regenerativen Einspeiser, die gesamtheitlich durch die Energiezentrale Beeskow (EZB) betrieben werden. Im Durchschnitt der Jahre 2019 bis 2021 beläuft sich der elektrische Gesamtenergiebedarf im Quartier auf ca. 204.000 kWh.

Die vorliegende Struktur der Niederspannungs-Hausanschlüsse (NS-HA) ergibt sich hauptsächlich durch die (auch örtlich) voneinander getrennten Nutzungseinheiten (NS-HA 4 bis 13). Ausnahme hiervon bilden die Netzanschlüsse des Pumpenhauses (NS-HA2) und des Beachvolleyballplatzes (NS-HA3). Diese wurden ursprünglich aus dem NS-HA1 der Alten Turnhalle eingespeist. Aus technischen Gründen (unzureichende Dimensionierung der Kabelzuleitung angesichts des gestiegenen Energiebedarfes) mussten hier zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit zwei weitere NS-HA (Verortung: Große Turnhalle) errichtet werden.

Im Zuge bereits durchgeführter Bauarbeiten (Bauvorhaben: Umgestaltung der Außenanlagen des SFZ Beeskow) wurde nunmehr bereits eine ausreichend dimensionierte direkte Kabelverbindung zwischen Alter Turnhalle und Pumpenhaus errichtet (in Vorhaltung), die nach technisch notwendigen Umbau- und Erweiterungsarbeiten am NS-HA1 (Verortung: Alte Turnhalle) die Versorgung des Pumpenhauses, sowie des Beachplatzes aus dem NS-HA1 und somit perspektivisch den Rückbau der NS-HA2 und 3 ermöglicht.

Derzeitig sind in Summe 140 kWp Leistung aus Photovoltaik (PV) auf den Dächern des Quartiers (Heizhaus, Kegelbahn, Große Turnhalle, Pumpenhaus) installiert. Alle bereits installierten PV-Anlagen zusammen erzeugen eine Gesamtenergiemenge von mindestens 126.000 kWh/a (Basis: erzeugte Energiemenge je installiertem kWp beträgt mindestens 900kWh). Zusätzlich dazu befindet sich im Heizhaus ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 15kW.

5 Überblick Wärmeerzeuger

In diesem Kapitel wird ein kurzer technischer Überblick über die zur Verfügung stehenden Wärmeerzeuger für das Quartier gegeben.

5.1 Wärmepumpen

Wärmepumpen heben unter Einsatz von Antriebsenergie (i.d.R. Strom) Umweltwärme von einem geringen auf ein höheres Temperaturniveau. Der Anteil der eingesetzten Antriebsenergie an der Heizleistung wird als Arbeitszahl bezeichnet. Die Arbeitszahl (COP) ist dabei abhängig von der Temperatur der Wärmequelle und der benötigten Temperatur (z.B. Heizungsvorlauf) auf der Wärmesenkenseite. Da besonders die Quelltemperatur schwankt, kann die Arbeitszahl nur als Momentanwert in jeweiligen Betriebspunkt angesehen werden. Für die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpenanlage aussagekräftiger ist die jahresarbeitszahl (JAZ), welche das Verhältnis aus erzeugter Wärmemenge und eingesetzter Antriebsenergie Menge pro Jahr ist. Sie ist damit als Jahresdurchschnitt der Arbeitszahl zu verstehen. In der Regel sollte die Jahresarbeitszahl bei mindestens 3 liegen, um von einer effizienten Anlage zu sprechen.

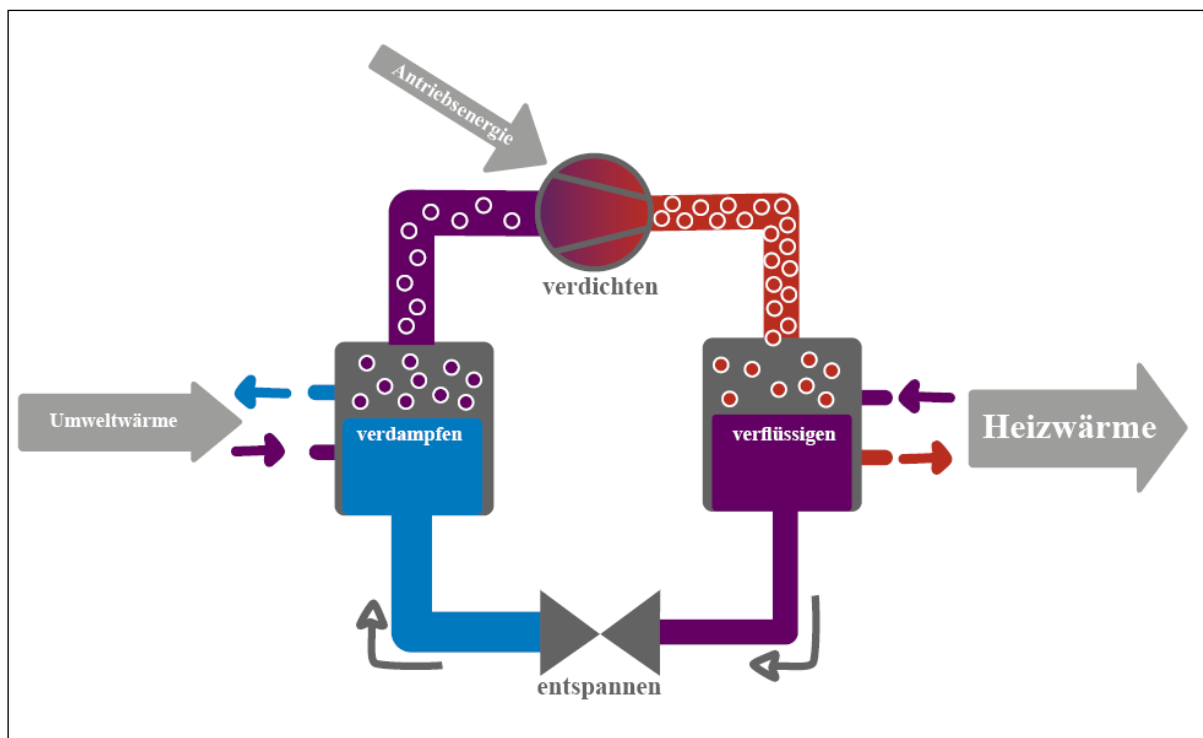


Abbildung 13: Funktionsprinzip Wärmepumpe

Eine dementsprechend hohe Jahresarbeitszahl ist nur erreichbar, wenn Heizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen von 45, besser 35 °C betrieben werden können. Dafür sind Flächenheizungen notwendig, da konventionelle Heizkörper in der Regel Vorlauftemperaturen von mindestens 70 °C benötigen.

Um eine effiziente Warmwasserbereitstellung zu gewährleisten, können in öffentlichen bzw. gewerblich genutzten Objekten zum Beispiel Kaskadenwärmepumpen genutzt werden. Für diese wird das bereits erwärmte Heizungswasser mit einer Temperatur von 35 oder 45 °C als Wärmequelle verwendet. Der folgende Temperaturhub auf 65 oder 70 °C ist damit kleiner. Die Nutzung von Kaskadenwärmepumpen teilt somit den Temperaturhub auf zwei Teil-Hübe auf. Da der COP der Wärmepumpe nicht linear vom Temperaturhub abhängig ist, lässt sich so eine höhere Gesamteffizienz erreichen. Bei kleinen Warmwasserverbräuchen ist jedoch eine direkte elektrische Erhitzung des Trinkwassers meist die wirtschaftlichere Variante, da so auch Speicher- und Leitungsverluste minimiert werden können.

Wärmepumpen werden je nach Bezugsquelle der Umweltenergie unterschieden. Luftwärmepumpen entziehen der (Außen-)Luft Wärme. Da die Außenlufttemperatur recht stark schwankt, erreichen gute Luft-Wärmepumpen JAZ von 3 bis 4.

Solewärmepumpen nutzen dagegen Wärme aus dem Erdreich, indem entweder senkrechte Bohrungen oder erdverlegte Flächenkollektoren mit einer Sole durchströmt werden. Da hier die Quelltemperaturen im Jahresverlauf weniger schwanken werden Jahresarbeitszahlen von 3,5 bis 4,5 erreicht.

Wasserwärmepumpen entziehen die benötigte Wärme entweder dem Grundwasser oder, deutlich seltener, Oberflächengewässern wie Seen oder Flüssen. Insbesondere das Grundwasser weist eine recht konstante Temperatur im Jahresverlauf auf. Aus diesem Grund können Jahresarbeitszahlen von über 5 erreicht werden.

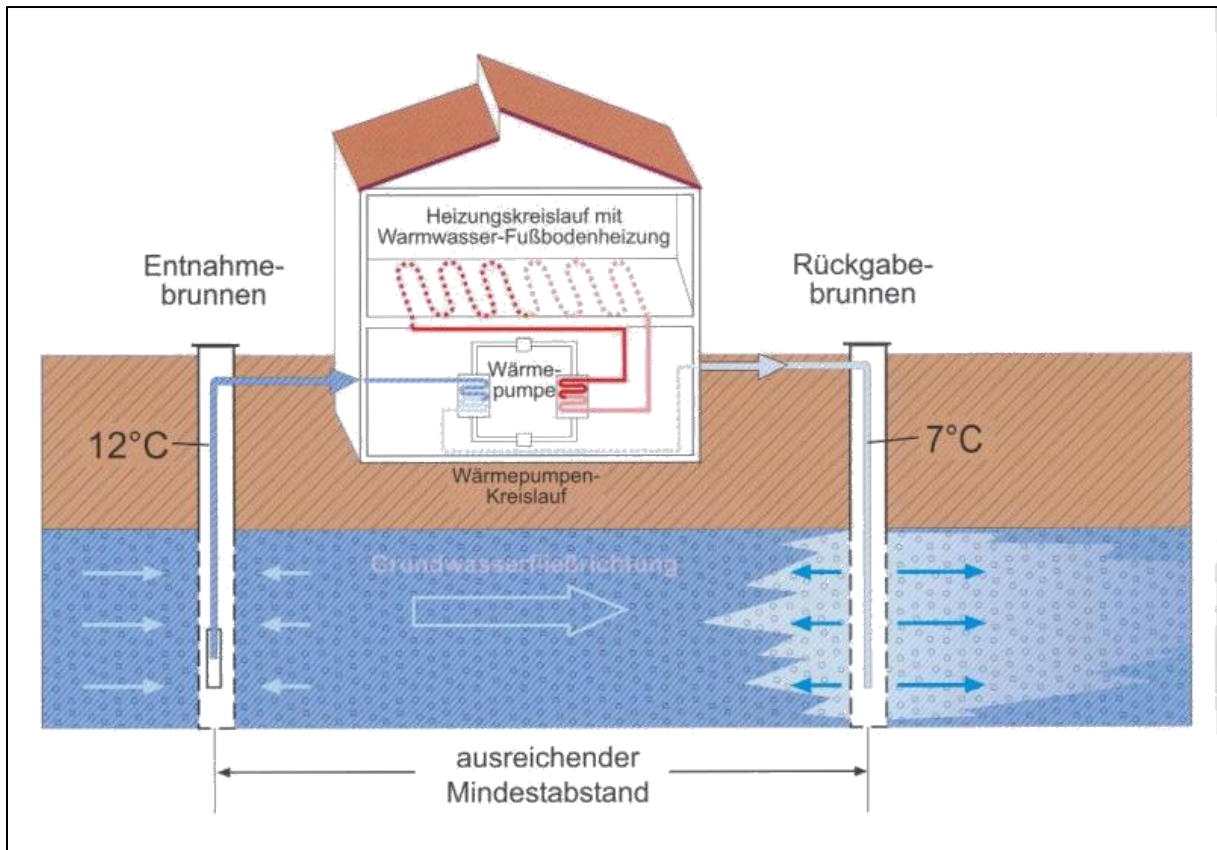


Abbildung 14: Skizze Grundwasserwärmepumpenanlage (Stadt Heidelberg, 2022)

5.2 Solarthermie

Solarthermieanlagen nutzen Sonnenenergie zur Erwärmung von Heizwasser. Dazu können verschiedene Arten von Kollektoren zum Einsatz kommen. Die gängigsten Bauformen sind (Vakuum-)Röhren- oder Flachkollektoren. Bei Vakuumröhrenkollektoren befindet sich Inneren eines doppelwandigen Glasrohrs, in dessen Zwischenraum ein Vakuum herrscht, entweder eine sogenannte Heatpipe oder ein U-Rohr. Bei der Variante mit U-Rohr zirkuliert das Solarfluid direkt in den U-Rohren und von dort über eine Sammelleitung weiter zum Wärmetauscher (siehe **Abbildung 15**).

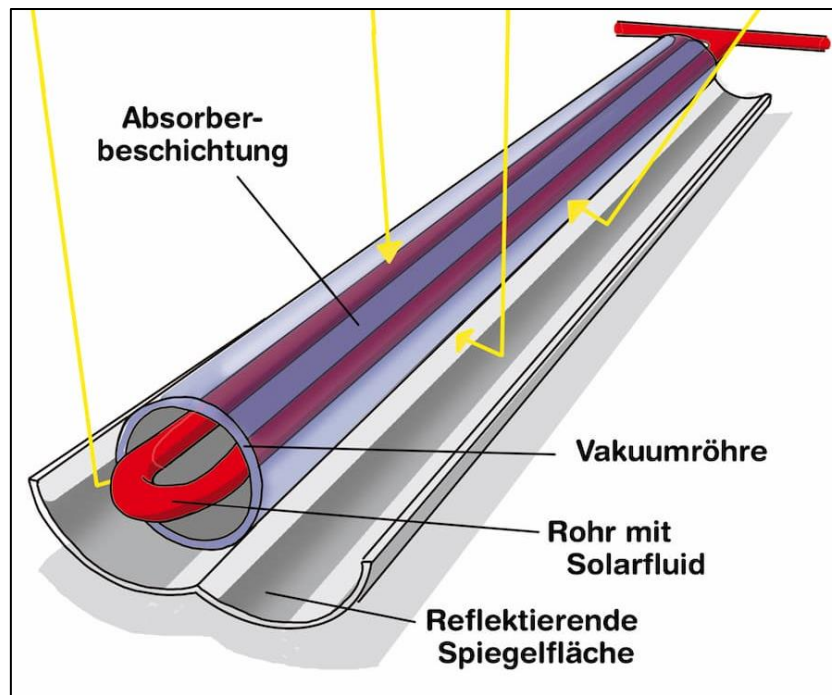


Abbildung 15: Aufbau U-Rohr Vakuumröhrenkollektor (Solaranlagen Ratgeber, 2022)

Alternativ kann sich im Inneren der Vakuummöhre eine Heatpipe, also ein meist aus Kupfer gefertigtes, dünnes, in sich geschlossenes Rohr in dessen Inneren sich das Arbeitsmedium (zum Beispiel Wasser) befindet. Durch die Sonneneinstrahlung erwärmt sich das Wasser bis zur Siedetemperatur. Der Wasserdampf steigt nun nach oben, wo er seine Wärme in einem Wärmetauscher an das Solarmedium abgibt und dabei kondensiert. Das nun flüssige Wasser fließt aufgrund von Schwerkraft und/oder Kapilarkräften zurück zum unteren Ende des Heatpipe, wo es erneut Wärme aufnehmen kann.

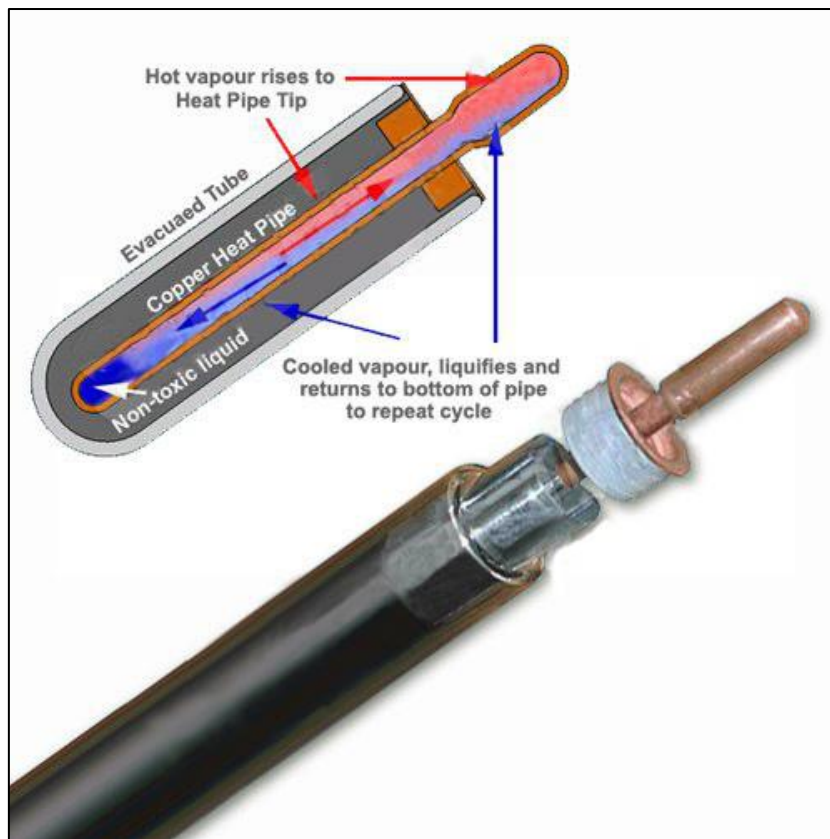


Abbildung 16: Heatpipe Funktionsweise (Wikipedia, 2022)

Meist werden Parabolspiegel Bleche hinter den Vakuumrohren angebracht, um eine Bündelung der Sonneneinstrahlung, auch bei diffusem Licht, zu erzielen. Röhrenkollektoren gemein ist, dass mit ihnen sehr hohe Arbeitstemperaturen (über 150 °C) realisiert werden können.

Flachkollektoren sind eine weitere Bauform für Solarthermie Kollektoren. Diese sind recht simpel aufgebaut: In einem Rahmen aus Metall liegt eine Dämmschicht. Darauf befindet sich eine Kupferrohrwendel in der die Solarflüssigkeit zirkuliert. Die Wendel ist mit dem dunkel beschichteten Absorberblech aus Kupfer, oder seltener Aluminium, verbunden. Abgeschlossen wird der Aufbau durch ein Solarglas, welches den Kollektor vor Witterungseinflüssen schützt. Außerdem wird durch die gläserne Abdeckung eine Ausnutzung des Glashauseseffekts ermöglicht. Damit erwärmt sich das Innere des Kollektors auch bei kühlen Außentemperaturen noch ausreichend.

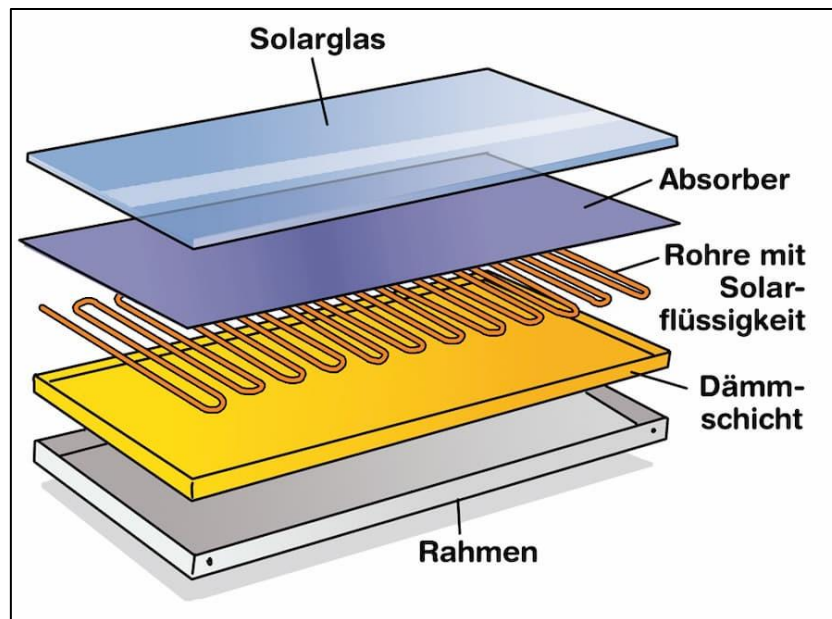


Abbildung 17: Aufbau Flachkollektor (Solaranlagen Ratgeber, 2022)

Im privaten Hausbau haben sich Flachkollektoren aufgrund ihres recht günstigen Preises stark verbreitet. Dem gegenüber steht die deutlich höhere spezifische Leistung von Vakuumröhren-Kollektoren bezogen auf die Kollektorfläche. Diese sind damit insbesondere bei kleineren nutzbaren Dachflächen im Vorteil.

5.3 Sonstige

Die bisherige Wärmeversorgung im Quartier erfolgt wie vorher erwähnt durch einen Holzhackschnitzelkessel, ein Erdgas Blockheizkraftwerk, und mehrere Gaskessel. Diese Technologien werden daher als bekannt angenommen und technisch nicht weiter erläutert. In einigen Objekten sind zudem bereits elektrische Durchlauferhitzer zur Trinkwarmwasserbereitung in Betrieb. Auch diese werden als technisch bekannt angenommen.

6 Überblick Stromerzeuger

6.1 Photovoltaik-Anlage

PV-Anlagen wandeln mittels Solarzellen einen Teil der Sonnenstrahlung in elektrische Energie um. Die Solarzellen werden zu Solarmodulen zusammengefasst. Je mehr Licht auf das Modul fällt, umso mehr Strom fließt. Das Solarmodul produziert Gleichstrom. Dieser wird entweder direkt genutzt, in Akkumulatoren gespeichert oder in Wechselstrom umgewandelt, damit man den Solarstrom in das öffentliche Stromnetz einspeisen oder selbst nutzen kann (siehe **Abbildung 18**).

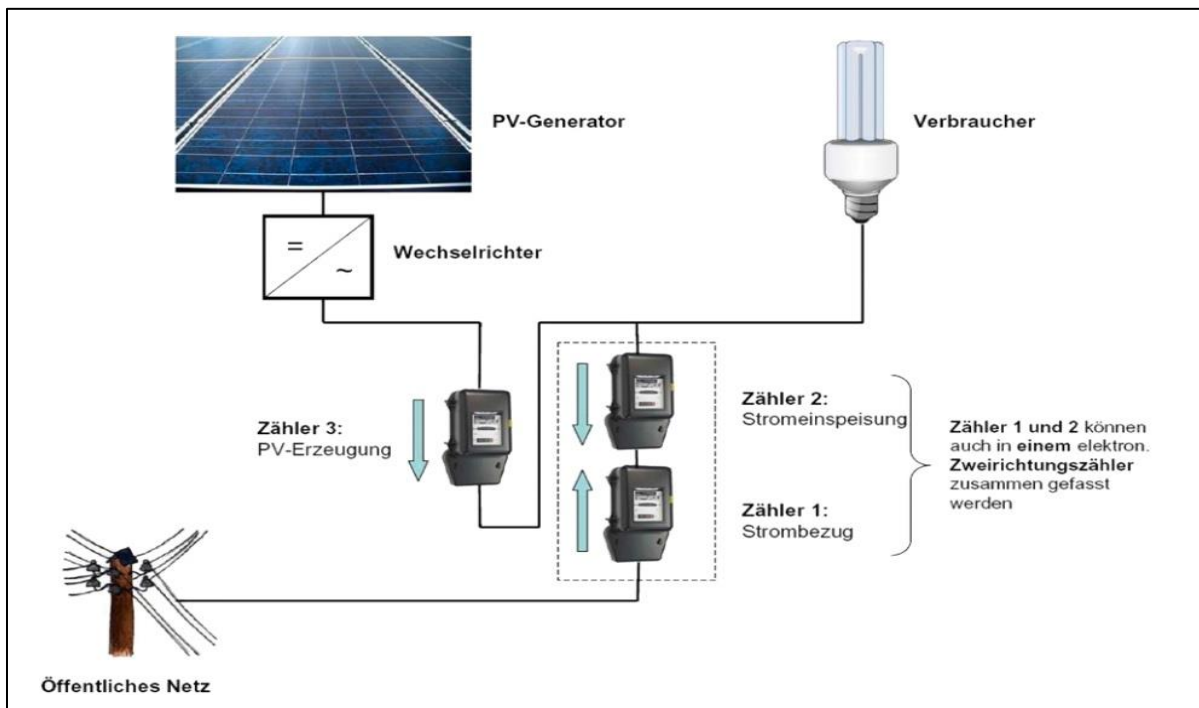


Abbildung 18: Photovoltaikanlage – Prinzipskizze

Auf Basis des EEG erhalten Anlagenbetreiber 20 Jahre lang eine festgelegte Vergütung für ihren erzeugten Strom. Netzbetreiber werden zu dessen vorrangiger Abnahme verpflichtet (§21 und §8 Abs. 1 EEG 2021). In Folge der EEG Novelle von April 2022 („Osterpaket“) werden die Vergütungssätze für PV-Anlagen in Zukunft in Abhängigkeit von Größe und Einspeisung oder Nicht-Einspeisung festgelegt.

Es gibt zehn Vergütungskategorien:

Tabelle 6: Vergütungssätze PV-Anlagen, feste Einspeisevergütung, EEG Novelle 2022

Anlagengröße [kWp]	Vergütung Volleinspeisung [ct/kWh]	Vergütung Teileinspeisung [ct/kWh]
1-10	13,8	6,93
11-40	11,3	6,85
41-100	11,3	5,36
101-400	9,4	5,36
400-1000	8,1	5,36

Eigenverbrauch wird seit April 2012 überhaupt nicht mehr vergütet, da der durchschnittliche Strompreis erstmalig höher ist als die Einspeisevergütung. Somit ist eine Anlage umso rentabler, je höher der Anteil an eigenverbrauchtem Solarstrom ist. Ziel ist es, die Größe der Anlage so zu wählen, dass der größte Teil des produzierten Stroms selbst verbraucht und nur ein kleiner Teil ins Netz des EVU eingespeist wird.

7 Nicht weiterverfolgte Ansätze zur Wärmeversorgung

Einige Optionen zur Wärmeversorgung wurden bei der Erstellung dieses Konzepts untersucht, jedoch wegen verschiedener technischer oder wirtschaftlicher Überlegungen nicht weiter verfolgt. Zur besseren Nachvollziehbarkeit werden diese in diesem Kapitel beschrieben.

7.1 Nutzung der Spree als Wärmequelle

Oberflächengewässer wie Flüsse oder Seen können unter gewissen Voraussetzungen als Wärmequelle für Wärmepumpenanlagen genutzt werden. Diese sind bei richtiger Auslegung und Planung der Anlage sowohl technisch als auch umweltverträglich realisierbar. Es müssen jedoch einige Randbedingungen erfüllt sein, um den Betrieb einer solchen Anlage zu ermöglichen. Grundvoraussetzung für eine Genehmigung ist so zum Beispiel, dass die Wasserentnahme und -rückgabe außerhalb von Naturschutzgebieten erfolgt. Dies wäre für das Quartier möglich. Außerdem sind insbesondere bei Flüssen ein ganzjährig ausreichender Wasserstand sowie eine ausreichende Strömung notwendig, um einen Kurzschluss-freien Betrieb der Anlage zu gewährleisten. Ein Kurzschluss meint, dass bereits abgekühltes Wasser aus der Wasserrückgabe zur Entnahmestelle strömen kann. Da in den vergangenen Jahren verstärkt überdurchschnittlich trockene Perioden aufgetreten sind, ist dieser Punkt bereits als kritisch zu bewerten. Hinzu kommt, dass von Menschen vor Ort bestätigt wurde, dass die Spree insbesondere im Sommer starkes Algenwachstum aufweisen kann und sich insgesamt viel Treibgut im Wasser befindet. Damit besteht die Gefahr kurzer Reinigungsintervalle der Anlage, was einem zuverlässigen und günstigen Betrieb entgegen stünde. Hinzu kommt zudem, dass laut Temperaturmessdaten der nächstgelegenen Messstation (MS Rahnsdorf) die Temperaturen im Winter sehr stark abfallen (siehe **Abbildung 19**).

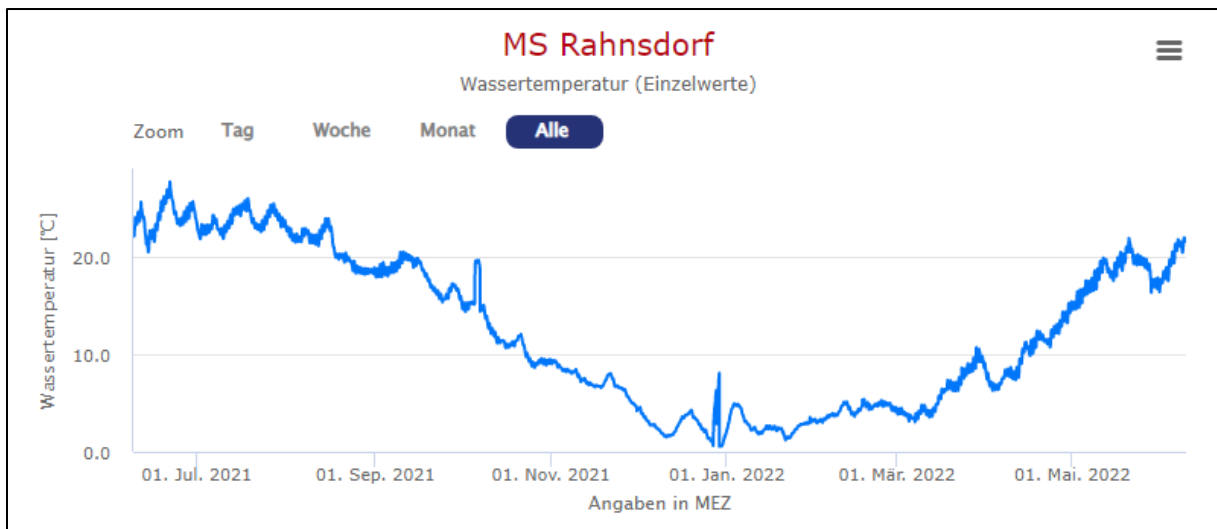


Abbildung 19: Temperatur Spree - MS Rahnsdorf (Screenshot Wasserportal Berlin, 2022)

Ab einer Wassertemperatur von unter 3 °C stößt eine konventionelle Flussthermieanlage jedoch an technische Grenzen. Für diesen Einsatzzweck werden aktuell sogenannte Vakuumeis/Direktverdampfungsanlagen entwickelt, diese befinden sich zum jetzigen Zeitpunkt jedoch noch im Prototypenstatus.

Da bei diesen Bedingungen mit der verfügbaren Technik die Betriebssicherheit der Anlage nicht sichergestellt werden kann, wurde diese Variante nicht weiter verfolgt. Es wurde jedoch bei der unteren Wasserbehörde des Landkreises Oder-Spree eine Anfrage gestellt, um die grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit einer solchen Anlage am Standort abzuklären. Damit kann ggf. zu einem späteren Zeitpunkt bei Anwendungsreife der Vakuumeis/Direktverdampfungsanlage eine entsprechende Anlage in Betracht gezogen werden.

7.2 Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle

Eine weitere potenzielle Wärmequelle ist wie in Kapitel 5.1 dargestellt das Grundwasser. Dafür muss neben der Genehmigungsfähigkeit des Grundwasserbrunnens an der jeweiligen Stelle (außerhalb Trinkwasserschutzgebiet), ausreichend Grundwasser in ausreichender Qualität vorhanden sein. Insbesondere der Eisen- und Mangangehalt ist dabei von Bedeutung, da zu hohe Anteile der beiden Metalle zur Verockerung der Brunnen führen. Während das Quartier sowohl außerhalb des Trinkwasserschutzgebietes liegt und außerdem

ausreichend Grundwasser im Erdreich vorhanden wäre, ist der zu hohe Eisen- und Mangangehalt ein Problem, welches den Betrieb der Anlage unmöglich macht. Auf der Internetseite des *Wasser- und Abwasserzweckverband Beeskow und Umland* ist zu lesen, dass das Wasser vor der Nutzung als Trinkwasser mit Sauerstoff behandelt werden muss, um die erhöhte Konzentration von Mangan und Eisen zu senken. Da für die Nutzung in einer Grundwasserwärmepumpe ein solche Vorbehandlung nicht sinnvoll realisierbar wäre, ist Grundwasser als Wärmequelle keine Option.

7.3 Nutzung von Geothermie als Wärmequelle

Zur Nutzung von Geothermie müssen wie bereits beschrieben Sondenbohrungen in das Erdreich eingebracht werden. Aufgrund der hohen benötigten Heizleistung von 300 kW für die Gesamte Anlage, würde eine recht große Anzahl von Bohrungen benötigt. Die entziehbare Leistung je Bohrlochtiefe beträgt im Idealfall rund 65 W/m. Unter Annahme einer Jahresarbeitszahl von rund 4 für die Sole-Wärmepumpe ergibt sich eine Gesamtbohrungstiefe von rund 3460 m. Ohne Sondergenehmigung kann bis zu einer Tiefe von 100 m gebohrt werden. Demnach müssten 35 Bohrungen erstellt werden. Der Preis je Bohrung beträgt ca. 10.000 €, sodass sich allein für die Bohrungen inkl. des Anschluss der einzelnen Sonden Gesamtkosten von 350.000 € ergäben. Neben diesen hohen Kosten, die die Wirtschaftlichkeit einer entsprechenden Anlage stark gefährden, ist die Kapazität bei den Bohrfirmen zum jetzigen Zeitpunkt nahezu ausgereizt. Deshalb kann diese Art der Wärmeerzeugung aktuell ebenfalls nicht in diesem Größenmaßstab empfohlen werden.

7.4 Kombination aus Luftwärmepumpen und Erdwärmepumpen

Auch die Kombination aus Luftwärmepumpen und Erdwärmepumpen mit einem kleineren Kollektorfeld für weniger Betriebsstunden wurde untersucht. Die Kollektorfelder oder Bohrungen für Sole-Wärmepumpen werden nicht nur auf die maximale Heizleistung, sondern auch auf den zulässigen Wärmeentzug pro

Jahr ausgelegt. In Verbindung mit einer Luftwärmepumpe sollten die Betriebsstunden der Sole-Wärmepumpe soweit reduziert werden, dass diese nur für die kältesten Tage im Jahr (niedriger Wirkungsgrad Luftwärmepumpe) genutzt wird. Da die Mindestgröße des Kollektorfeldes dann jedoch auf die maximale Heizlast an diesen kältesten Tagen ausgelegt werden muss, sind die Einsparungen gering. In der Summe konnten für Stufe 1 auf diese Art und Weise 1.000 kWh Strom eingespart werden, selbst wenn die Sole-Wärmepumpe 1.600 Betriebsstunden pro Jahr (Nutzungsgrenze mit kleinstmöglichem Kollektorfeld) genutzt wird ergibt sich eine Stromeinsparung von lediglich 740 kWh pro Jahr verglichen mit der in Kapitel 8.1 beschriebenen Variante. Damit können die Mehrkosten für die Erdwärme-Anlage nicht rechtfertigt werden.

7.5 Solarthermie zur Warmwasserbereitung im Strandbad

Das Strandbad eignet sich aufgrund seines Nutzungsprofils grundsätzlich gut für eine Solarthermieanlage zur Warmwasserbereitung. Der Bedarf an warmem Wasser, welches hauptsächlich in den Duschen des Bades benötigt wird, fällt in der Regel nur bei gutem Wetter an, wenn Badegäste vor Ort sind. Es wird davon ausgegangen, dass bei maximaler Auslastung des Strandbads 15 Personen pro Stunde für je 5 Minuten duschen. Dabei verbrauchen sie mit einem Sparduschkopf 8 l/min bei 40 °C. So ergibt sich ein Spitzenwasserbedarf von 600 Litern, welcher entsprechend in einem Speicher vorgehalten werden soll. Als Dachfläche für die Kollektoren eignet sich besonders das Dach des Hauptgebäudes im Strandbad, mit seiner Süd-West Ausrichtung. Es weist eine nutzbare Fläche von ca. 18 m² auf (siehe **Abbildung 20**).

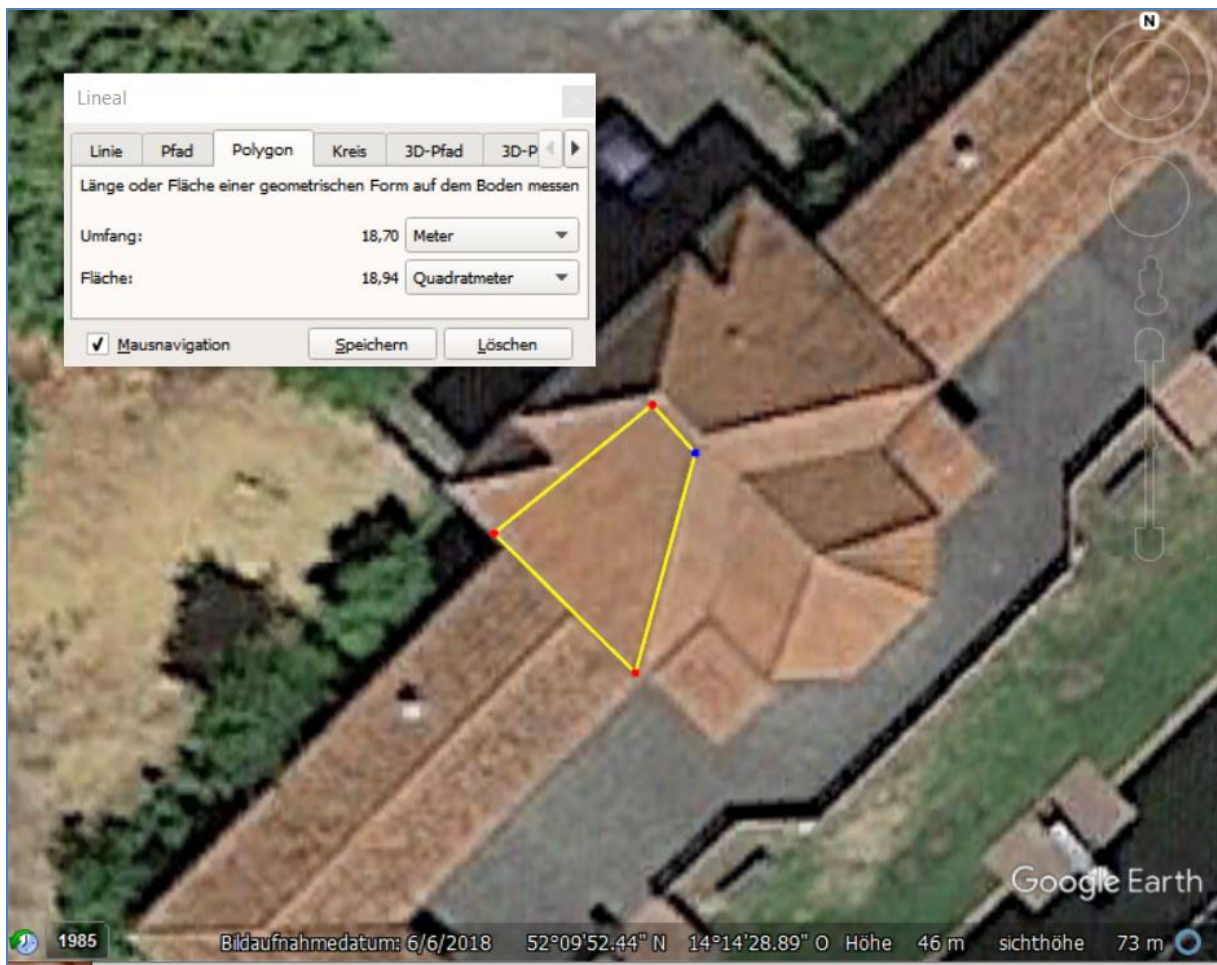


Abbildung 20: Dachfläche Strandbad für Solarthermie (Screenshot Google Earth, 2022)

Um die notwendige Menge an Warmwasser vorhalten zu können, werden 7 Kollektor-Module benötigt. Bei einem Kaufpreis von 544 Euro pro Modul ergibt sich ein Gesamtpreis von 3.800 Euro. Hinzu kommen die Kosten für einen geeigneten Trinkwasserspeicher von rund 1000 €. Diese recht hohen Investitionskosten können zum Teil durch die geringen Betriebskosten ausgeglichen werden. Allerdings erfordert die Trinkwasserverordnung bei Großanlagen über 400 Liter Speichervolumen Schutzmaßnahmen gegen eine Verunreinigung des Trinkwassers mit Legionellen. Dazu muss in allen Trinkwasserleitungen dauerhaft eine Temperatur von mindestens 55 °C eingehalten werden. An der Austrittsstelle des warmen Trinkwassers aus dem Speicher muss sogar eine konstante Temperatur von 60 °C eingehalten werden. Das heißt, dass im Falle geringer Sonneneinstrahlung die Speichertemperatur durch einen elektrischen Heizstab im Speicher auf diesem Niveau gehalten werden müsste. Insbesondere in den Randzeiten der Freibadsaison kann so ein signifikanter Stromverbrauch entstehen.

Stattdessen wird empfohlen die Trinkwassererwärmung im Strandbad mittels elektrischer Durchlauferhitzer vorzunehmen. Dies hat den Vorteil, dass keine Speicherung von warmem Wasser notwendig ist und zudem kein aufwändiges Leitungssystem installiert werden muss. Gleichzeitig kann durch die Durchlauferhitzer und das zuvor beschriebene Nutzungsprofil besonders in Zeiten hoher Solarstromproduktion (Sommer, gutes Wetter) im Quartier elektrische Last erzeugt werden.

7.6 Installation eines E-Tanks zur Wärmespeicherung

Für das Wärmekonzept der dritten Turnhalle sollte die Installation eines E-Tank als saisonaler (Erd-) Wärmespeicher in Betracht gezogen werden. Auf Anfrage konnte der Hersteller des Systems jedoch im angestrebten Zeitrahmen keine Daten zur Auslegung eines solchen Speichers in der angestrebten Größenordnung liefern. Zudem konnten keine realen Betriebsdaten für solch einen Speicher bereitgestellt werden. Aus diesem Grund wurde von der weiteren Betrachtung abgesehen.

7.7 Nutzung von Erdgas und/oder Biomasse

Spätestens seit Beginn des Ukrainekrieges ist klar, dass die Wärmeherzeugung in Deutschland unabhängiger von Erdgas werden muss. Wie in Kapitel 3 bereits beschrieben, dürfen deshalb ohnehin ab Januar 2024 nur noch Heizanlagen errichtet werden, die mindestens 65 % der Wärme auf Basis erneuerbarer Energieträger bereitstellen. Gleichzeitig sorgen hohe Gaspreise dafür, dass der Betrieb von Gaskesseln auch wirtschaftlich immer unattraktiver wird. Da nicht davon auszugehen ist, dass Wasserstoff als 1:1 Ersatz für Erdgas im Bereich der Wärmeherzeugung zur Verfügung stehen wird, sondern hauptsächlich dort eingesetzt werden kann, wo er technisch nur Gase als Brennstoff/Treibstoff in Frage kommen, wird für das betrachtete Quartier Gas als Energieträger nicht weiter betrachtet.

Holzackschnitzel, wie sie aktuell im Quartier zum Betrieb des Heizkessels der EZB verwendet werden, können eine sinnvolle Ergänzung bei der Wärmeherzeugung darstellen. Da der Auftrag der Stadt Beeskow jedoch in erster Linie darin

bestand, ein Konzept für eine nachhaltige Wärmeversorgung des Quartiers zu erarbeiten wurde auch diese Möglichkeit nicht weiter betrachtet. In der aktuellen Übergangsphase sind Holzhackschnitzel, insbesondere aus kommunaler Produktion, sicher eine sinnvolle Option.

Allerdings ist davon auszugehen, dass die Preise für Holzhackschnitzel in den kommenden Jahren aufgrund erhöhter Nachfrage weiter steigen werden. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass Holzhackschnitzel nur dann ein erneuerbarer Energieträger sind, wenn man sowohl beim Verbrauch als auch der Erzeugung in ähnlichen Zeiträumen denkt und handelt. Die aktuell große Nachfrage nach Holz als Brennstoff führt dazu, dass mehr Biomasse in Form von Holz verbrannt wird, als im gleichen Zeitraum nachwachsen kann. Damit ergibt sich zum jetzigen Zeitpunkt auch für die Verbrennung von Holz eine negative Emissionsbilanz. Somit erfüllt die Verbrennung von Holzhackschnitzeln aktuell nicht den Anspruch der Stadt Beeskow, nach einer nachhaltigen und sauberen Wärmeherzeugung. Insbesondere, da die klimatischen Bedingungen in der Region den wirtschaftlich und technischen sinnvollen Einsatz von Luftwärmepumpen erlauben und diese als elektrische Last im Quartier, insbesondere in Frühling und Herbst, eine gute Ergänzung zur hohen Solarstromproduktion im Quartier darstellen. Eine Kombination aus Wärmepumpen und Hackschnitzelkessel (Spitzenlast) zur Versorgung der Objekte wird nicht weiter betrachtet, da das Temperaturgefüge von Hackschnitzelkessel (Kessel-Vorlauf 60 °C, Kesselrücklauf 80 °C) nicht zum Temperaturgefüge einer Wärmepumpe (WP-Vorlauf 30°C, WP-Rücklauf 40°C) passt. Dies würde dazu führen, dass die Wärmepumpe keine Wärme einspeisen kann, solange der Hackschnitzelkessel in Betrieb ist. Alternativ könnten zwar die Temperaturen des Hackschnitzelkessels auf niedrigere Temperaturen gemischt werden, dies wäre jedoch technisch kaum sinnvoll. Ein Hackschnitzelkessel ist in solche einem Szenario außerdem nicht dynamisch genug regelbar, um als Spitzenlastkessel zu arbeiten. Durch die zu erwartend geringen Betriebsstunden wäre die Wirtschaftlichkeit eines neuen Hackschnitzelkessels fraglich.

8 Wärmeversorgungskonzept

Im Rahmen der Erarbeitung des Quartierskonzepts wurden die Gegebenheiten vor Ort in Bezug auf die bestehende Anlagen-, Nutzungs- und Eigentümerstruktur sowie die Zielstellung einer möglichst zukunftssicheren und nachhaltigen Wärmeversorgung im Quartier berücksichtigt. Das bestehende Nahwärmenetz ist im jetzigen Zustand nicht in der Lage, weitere Liegenschaften im Quartier mit Wärme zu versorgen. Deshalb wurde ein Stufenplan entwickelt, wie die Wärmeversorgung bei verschiedenen Ausbaustufen des Nahwärmenetzes realisiert werden kann. Um in Anbetracht der aktuellen Energiekostenentwicklung und der geplanten CO₂-Minderungsziele zukunftssicher aufgestellt zu sein, wurde der Fokus, wie bereits beschrieben, auf eine strombasierte Wärmeversorgung gelegt. Damit ergeben sich zudem Synergien zur Eigennutzung des vorhandenen Stroms aus Photovoltaik.

Der Stufenplan zur Umstellung der Wärmeversorgung im Quartier sieht folgende Schritte vor. Für neu zu bauende Objekte, insbesondere die dritte Turnhalle wird eine vom Wärmenetz unabhängige Versorgung mittels Wärmepumpen vorgesehen. Durch den Neubau ist es möglich das Heizsystem direkt auf möglichst niedrige Vorlauftemperaturen auszulegen, sodass ein effizienter Heizbetrieb möglich wird. Aufgrund der Nähe zur dritten Turnhalle und der bisherigen Versorgung durch einen Gaskessel, soll auch die Kegelbahn inkl. der Gaststätte an die Wärmeversorgung der Turnhalle angeschlossen werden. Aufgrund der starken Überdimensionierung der Heizflächen in der Kegelhalle, ist eine Absenkung der Vorlauftemperaturen mit geringen Sanierungs-/Optimierungsaufwand realisierbar. In der zweiten Stufe sollten in den kommenden Jahren alle Gebäude nach und nach so saniert bzw. vorbereitet werden, dass diese mit niedrigeren Vorlauftemperaturen beheizt werden können. Welche Maßnahmen dazu notwendig sind, wird in Kapitel 9 diskutiert. Das langfristige Ziel des Stufenplans ist es, das gesamte Quartier (exkl. Fa. Opitz, siehe Kap. 13) mit Heizwärme auf niedrigeren Temperaturniveau zu versorgen. Dadurch können nach Abschreibung der bestehenden Erzeugungsanlagen im Heizhaus Wärmepumpen eingesetzt werden um das Netz mit niedrigeren Temperaturen von 35 °C

oder 40 °C zu betreiben. Aufbauend auf dieser Heizwärmeversorgung werden zusätzliche Booster-Wärmepumpen (Wasser-Wärmepumpen, optimiert für höhere Quelltemperaturen), welche das Heizungsnetz als Wärmequelle nutzen, um damit heißes Wasser mit 65-70 °C bereitzustellen, in den Objekten mit regelmäßigem Warmwasserbedarf installiert. Für Objekte mit geringen und/oder unregelmäßigem Warmwasserbedarf erfolgt die Bereitstellung durch elektrische Durchlauferhitzer.

8.1 Dimensionierung

In diesem Kapitel wird die Dimensionierung der Anlage für die erste und zweite Stufe des Ausbaus beschrieben.

8.1.1 Stufe 1

8.1.1.1 Wärmebedarf und Heizlast

Für die erste Variante werden nur die 3. Turnhalle und die Kegelbahn betrachtet. Die Trinkwarmwasserbereitung der Kegelbahn und Gaststätte erfolgt weiterhin elektrisch.

Unter Einbezug des Jahreswärmebedarfs, des Warmwasseranteils, der Heizlast sowie der klimatischen Bedingungen wurden zunächst die entsprechenden klimabereinigte Jahresdauerlinien sowie der (Gesamt-)wärmebedarf beider Objekte ermittelt (siehe **Abbildung 21** und **Abbildung 22**).

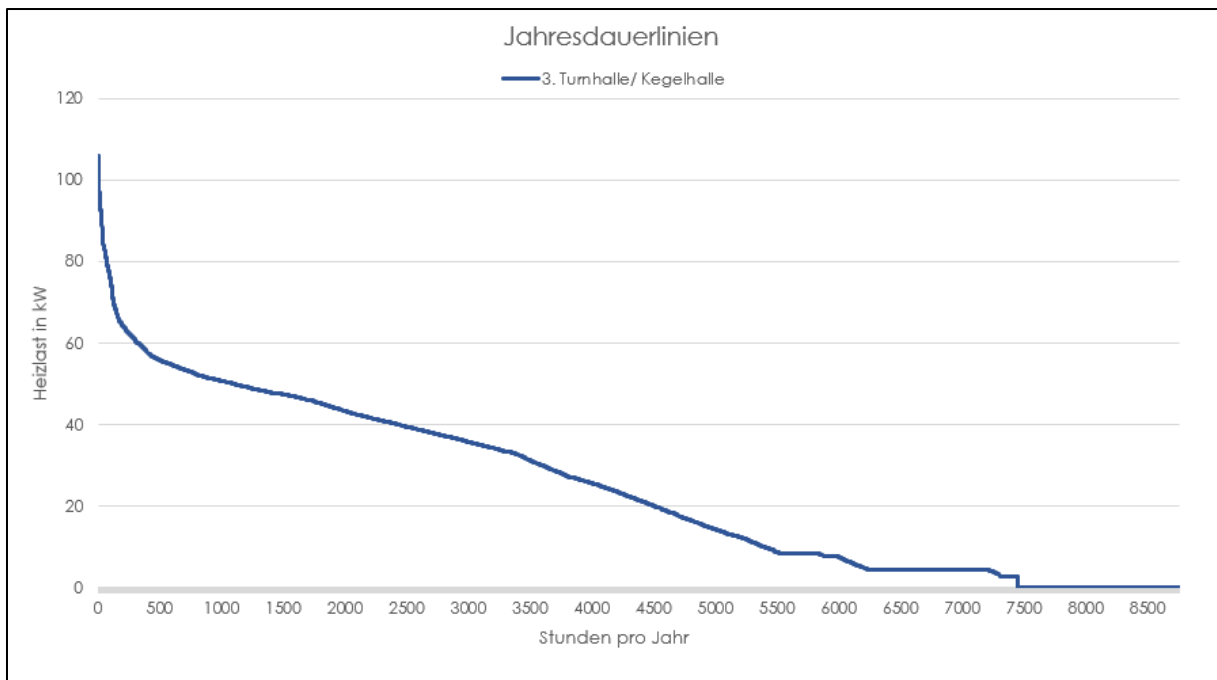


Abbildung 21: Jahresdauerlinie Stufe 1, klimabereinigt

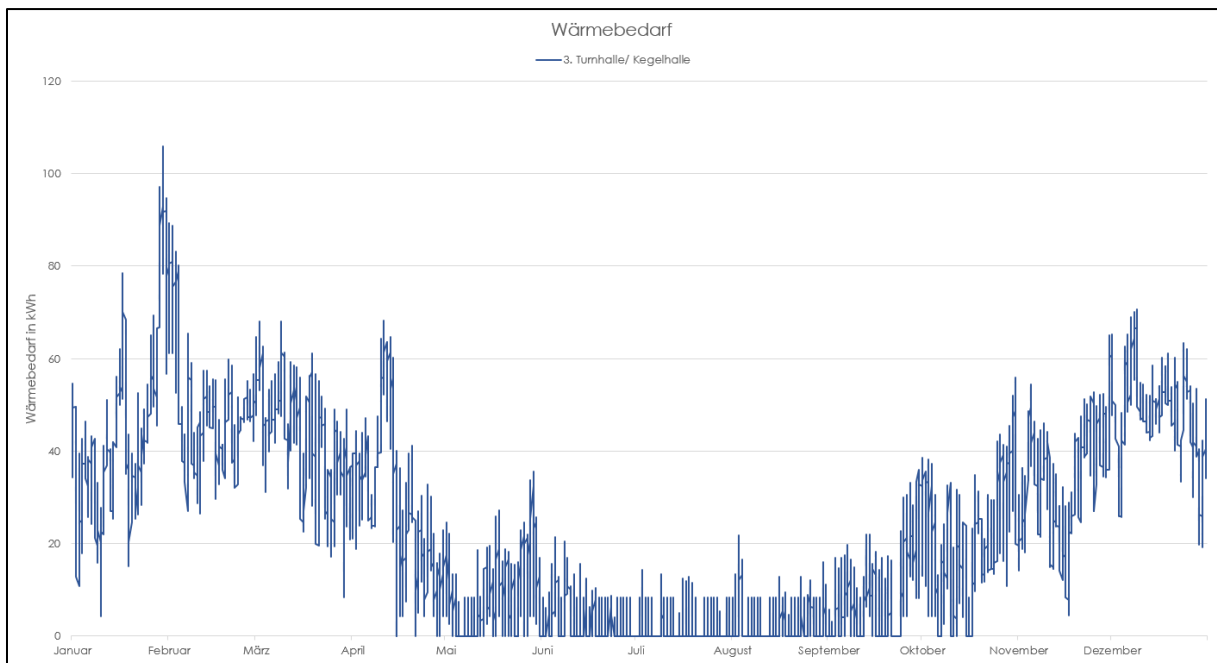


Abbildung 22: Wärmebedarf Stufe 1, klimabereinigt

Die Gesamtheizlast für beide Objekte für die dritte Sporthalle liegt bei 113 kW. Als jährlicher Wärmebedarf ergibt sich im Testreferenzjahr (TRY) ein Wert von 213 MWh (davon 191 MWh für Raumwärme).

8.1.1.2 Anlagenauswahl

Zur Erzeugung der Räumwärme werden zwei Luftwärmepumpen für die Außen- aufstellung mit einer Leistung von je 42 kW bei Normaußentemperatur (A- 13/W35) parallelgeschaltet. Zudem wird im Pufferspeicher des Heizsystems eine Heizpatrone mit einer Leistung von 28 kW zur Unterstützung bereitgehalten. Im Durchschnitt wird die Heizpatrone nur ca. 33 Stunden pro Jahr zur Unterstützung der Wärmepumpenanlage benötigt.

Zur Warmwasserbereitung werden zwei zusätzliche Booster-Wärmepumpen mit einer Leistung von je 20 kW genutzt. Durch die Verwendung von bereits erwärmten Heizungswasser als Wärmequelle erreichen die Booster Wärmepumpen einen COP von 4,88 bei einem Temperaturhub um 30 K. Um kurzfristig große Mengen warmen Wassers bereitstellen zu können, wird ein Trinkwasserspeicher mit einem Fassungsvermögen von 2 m³ verwendet. Die Beladung des Speichers erfolgt mittels Speicherladeschaltung. Der Anlagenaufbau würde der folgenden, stark vereinfachten Darstellung entsprechen.

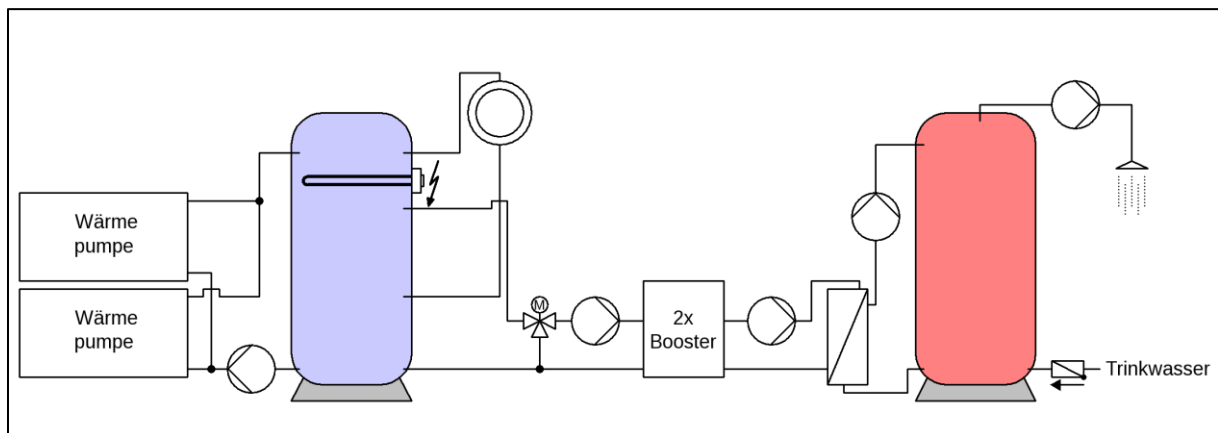


Abbildung 23: Prinzipskizze Wärmeeerzeugungsanlage

8.1.2 Stufe 2

8.1.2.1 Wärmebedarf und Heizlast

Wie bereits beschrieben soll in der zweiten Stufe das Netz nach einer Anpassung aller Objekte hin zu niedrigeren Vorlauftemperaturen als sogenanntes Wärmenetz der vierten Generation betrieben werden. Die dafür notwendigen Anpassungen an den einzelnen Objekten im Quartier sind in Kapitel 9 beschrieben. Unter der Voraussetzung, dass die dritte Turnhalle und die Kegelbahn wie

in Stufe 1 beschrieben separat durch eine Wärmepumpenanlage versorgt werden, wurden zunächst die Jahresdauerlinien sowie der (Gesamt-)wärmebedarf des restlichen Quartiers (analog Kapitel 8.1.1) ermittelt.

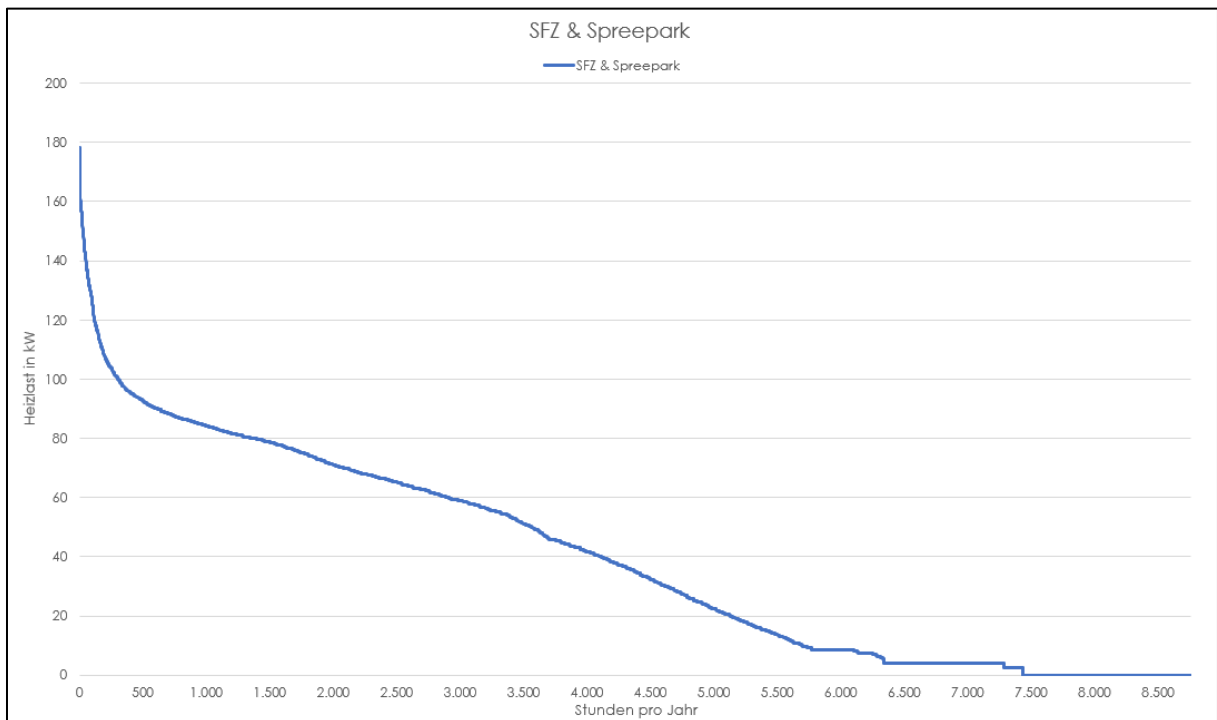


Abbildung 24: Jahresdauerlinie SFZ & Spreepark, klimabereinigt

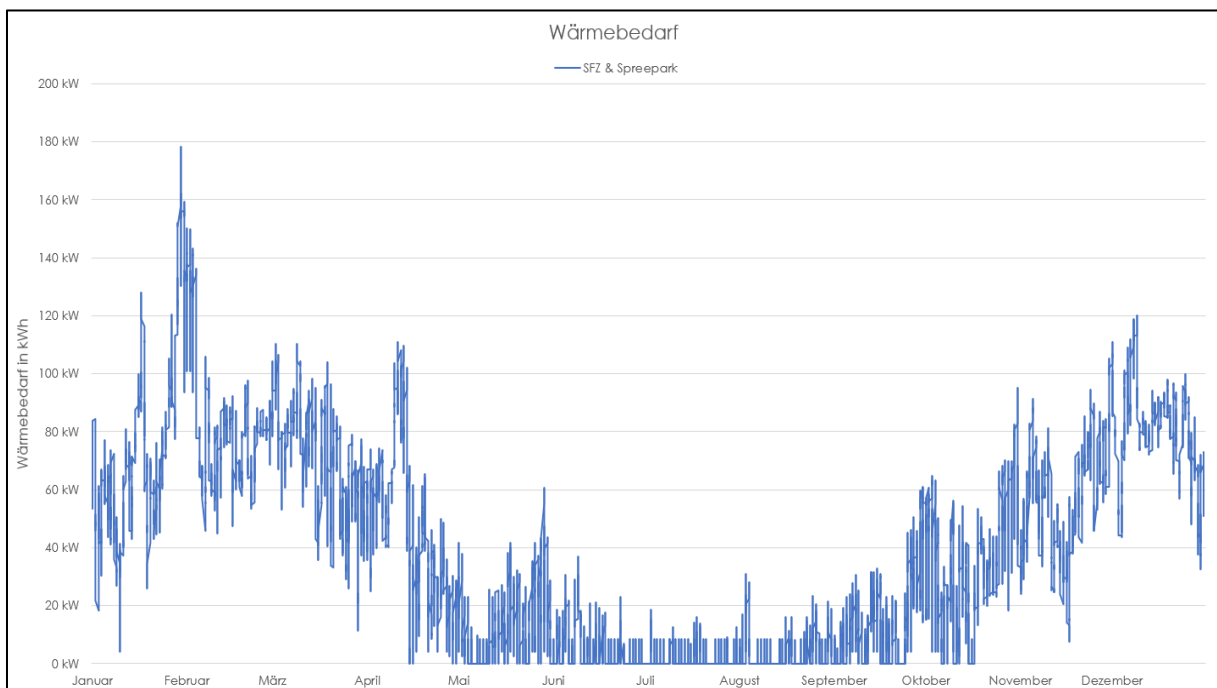


Abbildung 25: Wärmebedarf SFZ & Spreepark, klimabereinigt

In den Grafiken zeigt sich, dass die maximale Heizlast im Testreferenzjahr bei knapp 180 kW liegt. Der Jahreswärmebedarf liegt bei 347 MWh (davon 325 MWh für Raumheizung).

8.1.2.2 Anlagenauswahl

Für die Versorgung des gesamten Quartiers (exkl. 3. Turnhalle & Kegelbahn) werden vier Luftwärmepumpen des gleichen Typs wie in Kapitel 8.1.2 beschrieben verwendet. Zusätzlich wird eine Heizpatrone mit 23 kW im Pufferspeicher vorgehalten. Diese muss im Verlauf eines Jahres (TRY) für nur 7 Stunden eingeschaltet werden.

Zur Warmwasserversorgung der einzelnen Objekte, werden zusätzlich 3 Booster Wärmepumpen mit 10 kW und eine Booster Wärmepumpe mit 20 kW Leistung eingesetzt. Das Wärmenetz im Quartier würde folgenden grundlegenden Aufbau aufweisen:

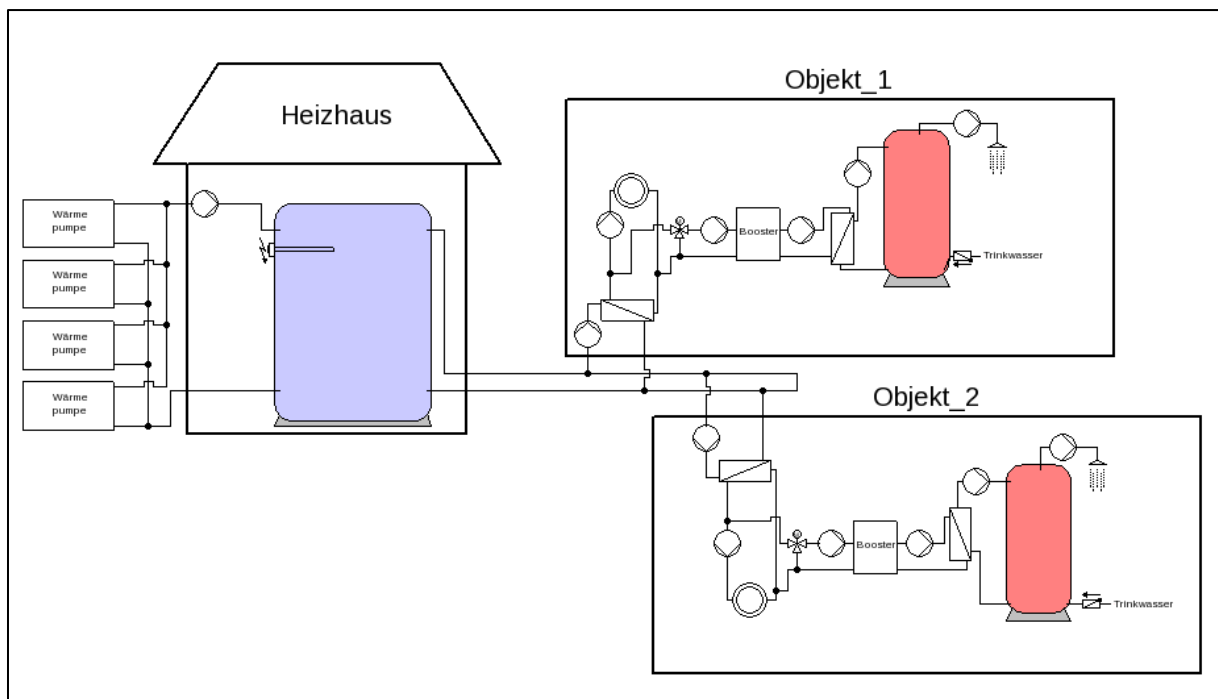


Abbildung 26: Prinzipskizze Aufbau Wärmenez 4.0

8.2 Optimierungspotentiale der Heizsysteme

Um das gesamte Quartier für den Betrieb mit niedrigeren Vorlauftemperaturen von 40 bzw. 35 °C zu ertüchtigen, können verschiedene Optimierungsmaßnahmen ergriffen werden. Dies bedeutet insbesondere die Vergrößerung der Heizflächen mithilfe größerer Heizkörper oder Flächenheizungen.

Außerdem wurde festgestellt, dass im Haus des Gastes eine durchgängige Warmwasser-Bereithaltung für den Tresen-Bereich und den Saal erfolgt. Aufgrund der geringen bzw. unregelmäßigen Wasserbedarfe wird empfohlen, diese von der sonstigen Warmwasserversorgung im Objekt zu entkoppeln und stattdessen auf elektrische Warmwasserbereiter zu wechseln. Damit erhöht sich die Effizienz der künftigen Wärmepumpenanlage und zugleich reduzieren sich die Speicher- und Zirkulationsverluste im System. Um zusätzlich den Wärmeverbrauch des Gebäudes zu senken, wäre eine Innendämmung der Klinker-Wände im Erdgeschoss sinnvoll. Aus Kostengründen sollte dies jedoch erst im Zuge anderweitiger Sanierungsmaßnahmen im Gebäude vorgenommen werden, da sich eine Wanddämmung als Einzelmaßnahme kaum wirtschaftlich darstellen lässt.

Im Obergeschoss des Haus des Gastes wird keine zusätzliche Dämmung empfohlen, da dieses nur sporadisch genutzt wird und bereits mit einer Fußbodenheizung ausgestattet ist.

Um den Wärmeverbrauch in der alten Turnhalle zu senken und gleichzeitig die Heizungs-Vorlauftemperaturen zu reduzieren, wird die Dämmung der Kellerdecke empfohlen. Diese stellt wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben aktuell eine starke Wärmebrücke dar.

Im bestehenden System des Wärmenetzes würde ein hydraulischer Abgleich der einzelnen Verbraucher helfen, um die gewünschte Temperaturspreizung zwischen Vorlauf und Rücklauf zu erreichen.

Bei der Besichtigung der Anlagen fiel zudem ein generelles Defizit bezüglich der fachgerechten Installation und Sorgfalt der Wartung auf. Dies sollte überdacht werden, da fachgerechte Wartungsmaßnahmen und allgemeine Instandhaltung der Systeme deren Betriebsdauer erhöht.

9 Stromversorgungskonzept

9.1 Nutzung regenerativ erzeugter Elektro-Energie

9.1.1 Nutzung bisher

Das im Bestand befindliche BHKW Heizhaus deckt aktuell den Energiebedarf der Straßenbeleuchtungsanlage (SBL) „Breitscheidstraße“, sowie den Grundlastbedarf innerhalb des Sportzentrums (vgl. Abschnitt 4.2.2). Somit ist die verfügbare elektrische Erzeugungsleistung des BHKW von 15 KW vollständig ausgeschöpft und das BHKW wird in der weiteren Betrachtung nicht berücksichtigt.

Zusatz: Unter Umständen bewirken die aktuell stark ansteigenden Gaspreise in Zukunft auch, den Betrieb von BHKWs einstellen zu müssen, da dieser für den Betreiber (hier: EZB) unwirtschaftlich werden könnte.

Der überwiegende Teil der durch die PV-Bestandsanlagen erzeugten 126.000 kWh/a wird direkt in das Netz des Energieversorgungsunternehmens (EVU) eingespeist und nicht innerhalb des Quartiers verbraucht. Das hat folgende Gründe:

- PV-Anlagen sind an verschiedene Hausanschlüsse angeschlossen
- Ca. 70% der PV-Energie wird zwischen April und September erzeugt. In diesem Zeitraum ist die Nutzung des Quartiers bedingt durch Ferien eingeschränkt und der Bedarf an Elektroenergie aufgrund der kürzeren Dunkelheitsphasen geringer als im Winterhalbjahr
- Es ist im Verhältnis zur installierten PV-Leistung zu wenig Verbrauchslast angeschlossen
- Bisher sind keine Batteriespeicher installiert worden, die eine Nutzung der PV-Energie in den Phasen ohne Tageslicht ermöglichen

9.1.2 Maßnahmen zur Nutzungs-Optimierung

Folgende Maßnahmen zur Nutzungs-Optimierung von regenerativ erzeugter Elektro-Energie werden empfohlen und nachfolgend näher betrachtet:

- Aufbau eines eigenen Mittelspannungsanschlusses (Transformator) und Zusammenlegung aller sich im Quartier befindlichen Elektroanlagen (eigenes Niederspannungsnetz)
- Anschluss weiterer elektrischer Verbraucher
 - Ladesäulen für Elektrofahrzeuge (Parkplatz Bertholdplatz, Parkplatz Spreepark, Parkplatz Gartenstraße)
 - Spreepark mit Campingplatz
 - Installation von Wärmepumpen
- Nachrüstung von Batteriespeichern
 - Deckung der benötigten Grundlast innerhalb des Quartieres
 - Anschluss weiterer SBL-Anlagen (Lübbener Chaussee, Storkower Straße, Kohlsdorfer Chaussee, Südwald, Kiefernweg, Vorheider Weg, Stadtfeld, Birkenweg, Reitplatz)
- Erweiterung der PV-Anlagen um 150 kWp (auf den Dächern der neu geplanten Sporthallen) auf eine Gesamtleistung von mindestens 290kWp
- Umrüstung aller bestehenden SBL-Anlagen auf LED-Technik

9.1.2.1 Anschluss an das Mittelspannungsnetz

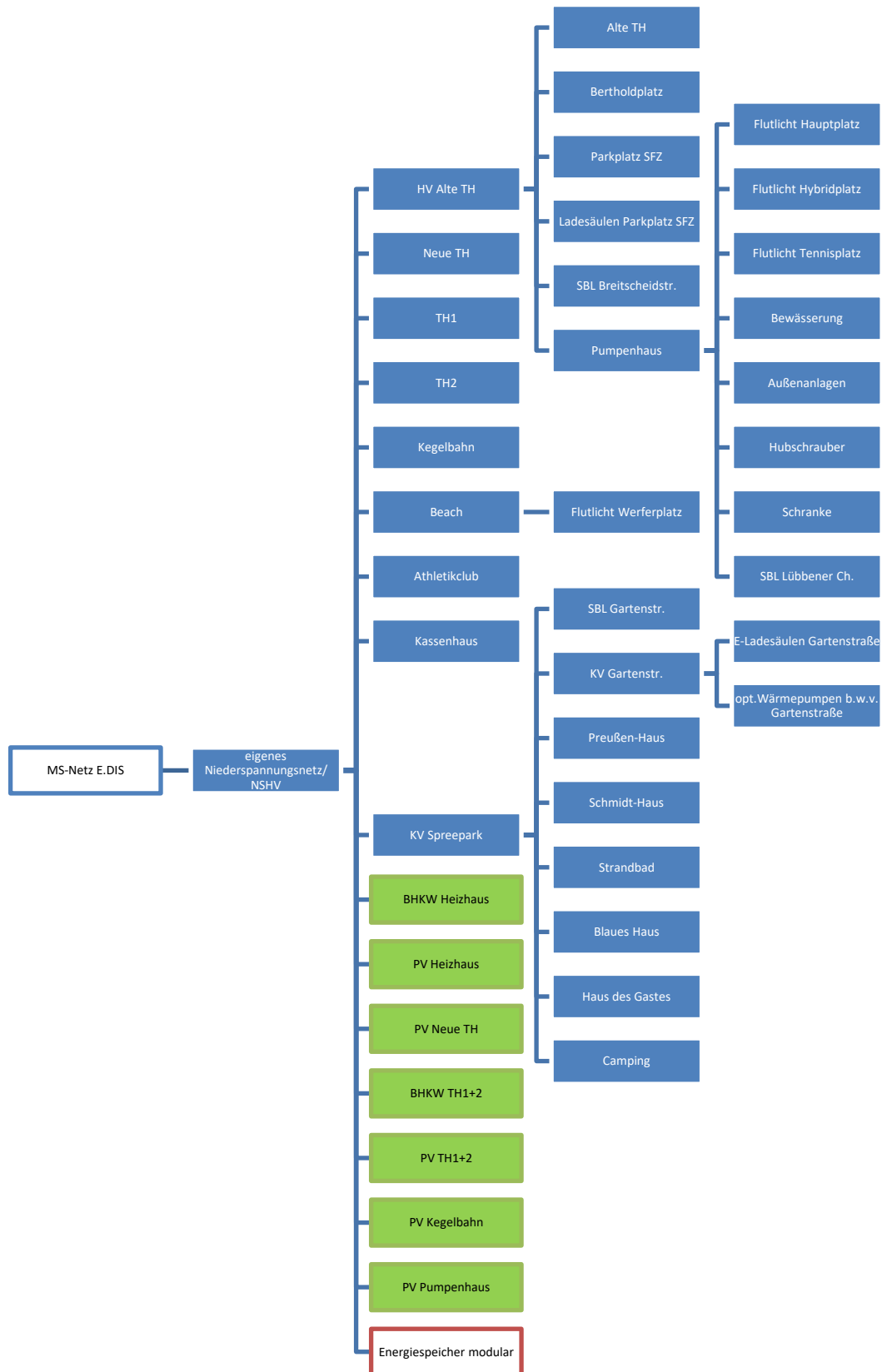


Abbildung 27: Schema Stromversorgung mit Anschluss an das Mittelspannungs-Netz (MS-Netz)

Der Anschluss von Stromerzeugungsanlagen an das elektrische Netz im Allgemeinen hat immer unter Beachtung der Vorgaben des örtlichen Netzbetreibers und in Koordination mit eben diesem zu erfolgen.

Mit dem Ziel, im Quartier die Einspeiseleistung erneuerbarer Energien (insbesondere Photovoltaik) zu erhöhen, wurde im Vorfeld dieser Betrachtung die Sachlage mit dem Stromnetzbetreiber e.dis Netz GmbH erörtert. Folgende Standpunkte/ Festlegungen sind hierbei festzuhalten:

- Eine Aufteilung der Erzeugungsleistung auf die vorhandenen NS-HA (siehe Abschnitt 4.2.2) wird technisch seitens des Netzbetreibers **nicht** unterstützt
 - o der Ausbau von Erzeugungsleistung im Quartier bedingt somit eine Änderung der Einspeisestruktur
 - o der Einspeisepunkt in das Verteilnetz der e.dis Netz GmbH ist zu zentralisieren; somit würden alle im Quartier befindlichen Erzeugungsanlagen als eine große Erzeugungsanlage zusammengefasst werden
- aufgrund des geplanten Ausbaus der regenerativen Erzeugung am Standort auf >330 kW ist die Netzebene Niederspannung für einen Netzanschluss ungeeignet
- Kundenseitig muss somit der Anschluss in der nächst höheren Netzebene nach Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) beantragt werden

Um den Ausbau erneuerbarer Energien im Quartier auf >330kW zu gewährleisten, soll im Zuge der Maßnahmenumsetzung ein kundeneigenes Niederspannungsnetz errichtet werden, welches mittels Mittelspannungs-Transformator an das Mittelspannungs-Netz des Stromversorgers angeschlossen wird. Gemäß obestehender Grafik erfolgt dann abgangsseitig die Einbindung der Bestands-/ und Neuanlagen.

Zusatz:

Teile des Quartiers (Turnhallen) sollen im Bedarfsfall (z.B.: flächendeckender Stromausfall) als Not-Personenunterkünfte genutzt werden können. Die betroffenen Gebäude/ Anlagenteile (insbesondere Heizungsanlagen) sind dann durch eine Netzersatzanlage (NEA) einzuspeisen. Eine entsprechende Anlagenumschaltung Netz-/Notbetrieb in der neu zu errichtenden Niederspannungshauptverteilung (NSHV) soll daher vorgesehen werden.

9.1.2.2 Grundlastdeckung durch regenerativ erzeugte Elektro-Energie

Jedes Gebäude im Quartier hat auch bei Nichtnutzung, z.B. in den Nachtstunden oder Ferien, eine Grundlast. Die elektrische Grundlast eines Gebäudes setzt sich aus dem Energiebedarf für Kühlanlagen (Kühlschränke, Gefriertruhen, Kühltheken, etc.), Heizungsanlagen (Umwälzpumpen, Steuerung, etc.), Klimaanlage, der Sicherheitsbeleuchtung, Brand- und einbruchmeldeanlagen und dem Energiebedarf sämtlicher Geräte im Standby-Modus zusammen. Sie ist u.a. abhängig von der Außentemperatur (Heizung, Klimaanlage, Kühlgeräte) und von der Isolierung des jeweiligen Gebäudes.

Einen besonderen Einfluss auf die Höhe der Grundlast hat die Art der Heizungsanlage. Setzt man hier ein elektrisch betriebenes System – wie die Wärmepumpen-Technologie – ein, erhöht sich die Grundlast des entsprechenden Gebäudes speziell in den Wintermonaten erheblich.

Da dieses Konzept die Installation von Luftwärmepumpen beinhaltet, um der aktuellen Heizkostenentwicklung im Bereich der Wärmeversorgung entgegenzuwirken, empfehlen wir den Einsatz eines modular aufgebauten und stufenweise umsetzbaren Batteriespeichersystems in Verbindung mit einer Erweiterung der PV-Anlagen auf eine maximale Anzahl vorhandener und neu-entstehender Dachflächen.

Grund für letzteren Punkt ist insbesondere der erhöhte Energiebedarf in den sonnenstundenarmen Wintermonaten. Gerade während dieser Jahreszeit muss die installierte PV-Leistung hoch genug sein, um die Energiespeicher während der wenigen Sonnenstunden aufzuladen. Wie vorab schon beschrieben,

beträgt der Energieertrag einer PV-Anlage in den Monaten zwischen Oktober und März lediglich 30% des Gesamtenergieertrages eines Jahres. In den Monaten November, Dezember und Januar werden lediglich 8% des Gesamtenergieertrages eines Jahres erzeugt. Datengrundlage dieser Aussage ist die Auswertung der Ertragsdaten einer eigenen 25kWp-PV-Anlage, die in unmittelbarer Entfernung zum Standort des Quartiers im Jahr 2009 in Betrieb genommen wurde.



Abbildung 28: Beispiel für einen Batteriespeicher (IP 54 Außenaufstellung) 75 - 300kWh

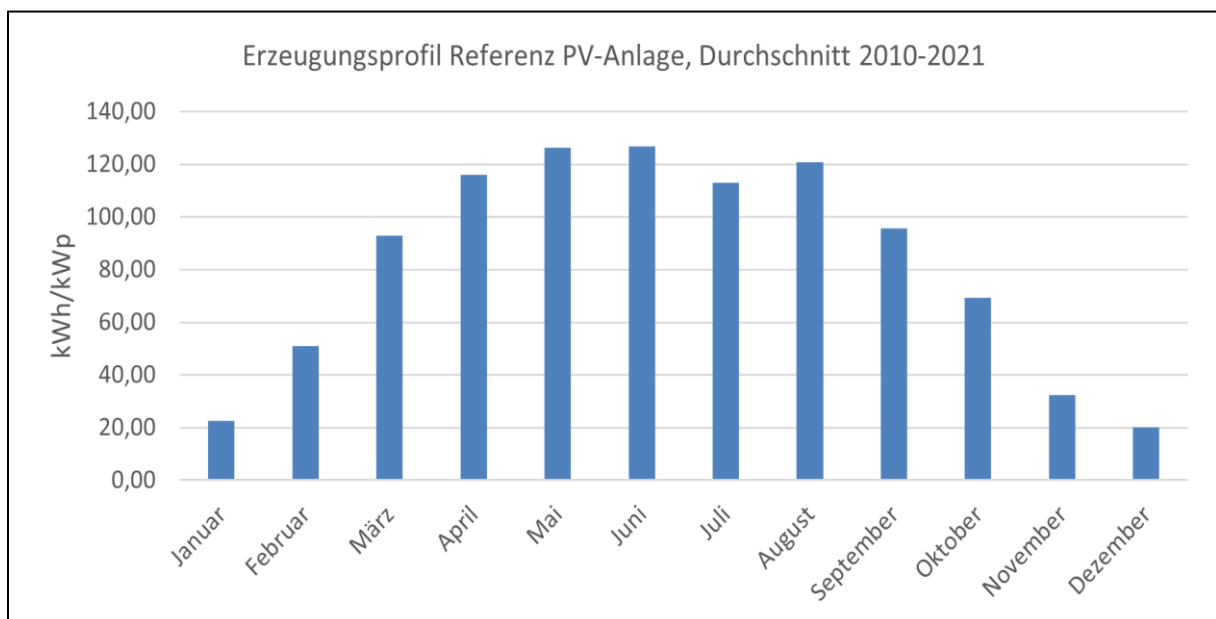


Abbildung 29: Erzeugungprofil der Referenz PV-Anlage

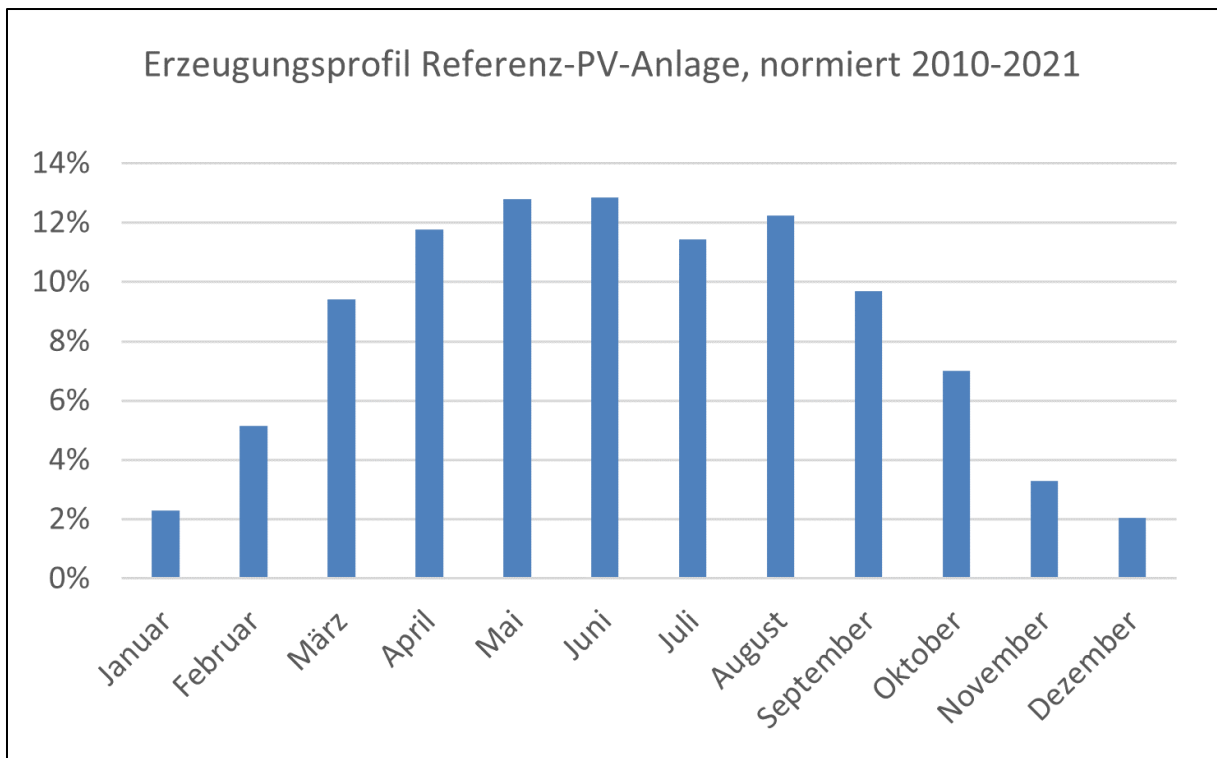


Abbildung 30: Erzeugungsprofil der Referenz-PV-Anlage

9.2 Stufenweiser Anlagenaufbau/Anlagenumrüstung

9.2.1 Stufe 1

In der ersten Stufe der Umsetzung sollen folgende Maßnahmen umgesetzt werden

- Umrüstung der zum Quartier dazugehörigen SBL-Anlagen auf LED-Technik

Tabelle 7: Anschlussleistung der sich im Quartier befindlichen SBL-Anlagen nach Umrüstung auf LED-Technik

SBL-Anlage	Anzahl Lichtpunkte	Anschlussleistung in kW
Kiefernweg	50	1,5
Storkower Straße	30	0,9
Stadtfeld	4	0,12
Lübbener Chaussee	20	0,6
Südwald	9	0,27
Kohlsdorfer Chaussee	7	0,21
Birkenweg	8	0,24
Gartenstraße	15	0,45
Reitplatz	15	0,45
Vorheider Weg	15	0,45
Leitungsverluste/Reserve		1
Anschlussleistung gesamt in kW:		6,19

- Überprüfung vorhandener Anlagentechnik (Kühlanlagen, etc.) und Beleuchtungsanlagen hinsichtlich ihrer Energieeffizienz, ggf. Austausch
- Aufbau Mittelspannungsanschluss mit eigenem 1600kVA (2x800kVA)-Transformator und Übergabestation inkl. Lastabwurfmanagement entsprechend den Vorgaben des örtlichen EVU (erste Abstimmungsrunde mit dem EVU hat bereits stattgefunden)
 - Zusammenfassung der vorhandenen Niederspannungsanschlüsse zu einem gemeinsamen Niederspannungsnetz, Errichtung einer neuen Niederspannungshauptverteilung (NSHV)
- Anschluss der vorab benannten SBL-Anlagen an die neue NSHV (Vorleistungen sind teilweise erledigt)
- Installation und Anschluss eines Kabelverteilers im Bereich Spreepark

- Anschluss des Hauses des Gastes, des Blauen Hauses, des Schmidt-Hauses, des Strandbads, des Campingplatzes, und des Preußen-Hauses an den Kabelverteiler Spreepark
- Errichtung des Kabelverteilers in der Gartenstraße inkl. 3 Stück E-Ladesäulen á 2x22kW (gesamt 132 kW), Einspeisung erfolgt an Kabelverteiler Spreepark, Leistungsreduzierung im Winterhalbjahr auf jeweils 2x11kW (gesamt 66 kW)
- Anschluss eines 150kWh-Batteriespeichers (Modul 1) an neue NSHV. 92,85kWh werden schon für SBL-Anlagen benötigt.

Tabelle 8: Beispielhafte Auslegung eines Batteriespeichers für SBL-Anlagen

durchschnittliche Brenndauer SBL (bezogen auf 1 Jahr)	9,0h/d
Gesamtenergiebedarf SBL im Quartier pro Jahr	$9,0h \times 6,19kW \times 365d = 20.334kWh$
maximale Zeitdauer ohne PV-Nachladung (Dunkelheit)	15 h
Benötigte Speichergröße SBL	$15h \times 6,19kWh = \underline{92,85kWh}$

9.2.2 Stufe 2

In Stufe 2 sollen folgende Maßnahmen umgesetzt werden:

- Leistungserhöhung der PV-Anlage von 140kWp auf mindestens 290kWp (abhängig von der Kapazität an noch freien Dachflächen)
- Anschluss eines weiteren Batteriespeichers 150kWh-300kWh (Modul 2)
- Errichtung von 3 Stück E-Ladesäulen 2x22kW auf dem Parkplatz des SFZ, Anschluss erfolgt an neue NSHV, Leistungsreduzierung im Winterhalbjahr auf 2x11kW

9.2.3 Stufe 3

- Ggf. Errichtung einer PV-Freiflächenanlage (150kWp) auf dem Gelände des Quartiers (abhängig vom Energiebedarf innerhalb des Quartiers)
- Errichtung von zusätzlichen 3 Stück E-Ladesäulen 2x22kW in der Gartenstraße, Einspeisung erfolgt aus Kabelverteiler Gartenstraße, Leistungsreduzierung im Winterhalbjahr auf 2x11kW

9.2.4 Ausblick

Nach Umsetzung der Ausbaustufe 3 steht im Quartier eine Spitzen-Erzeugungslleistung durch PV-Anlagen von insgesamt 440 kWp zur Verfügung. In Bezugnahme auf das jährliche Erzeugungsprofil der Referenz-PV-Anlage (siehe 9.1.2.2) bedeutet dies:

- 1.) Eine jährliche Energiemenge von ca. 396.000 kWh wird durch die vorhandenen PV-Anlagen im Quartier erzeugt.
 - a. Davon entfallen ca. 31.680 kWh (8%) auf die Monate November bis Januar.
- 2.) Eine Deckung des Elektro-Energiebedarfs für das Wärmeversorgungssystem nach Stufe1+Stufe2 (siehe Abschnitt 8) in den Monaten November bis Januar (Summe 69.823 kWh_{el}) ist nur zu ca. 45,4% gegeben.

Zum Vergleich: Um 100% des Elektroenergiebedarfes der Wärmeversorgung durch Wärmepumpen (Stufe1+ Stufe2) in den Monaten November bis Januar aus PV-Erzeugungsanlagen zu generieren, wäre eine installierte PV-Leistung von ca. 970 kWp im Quartier von Nöten.

Sollte die Wärmeversorgung bestimmter Teile des Quartiers nicht, wie unter Abschnitt 8 beschrieben, mit Wärmepumpen erfolgen (und somit keine elektrische Energie als Primärenergieträger benötigen), reduziert sich der Gesamtbedarf an Elektroenergie im Quartier ggf. erheblich. In diesem Falle besteht bspw. die Möglichkeit, die Wohnobjekte der Beeskower Wohnungsverwaltung (b.w.v.) in der Gartenstraße mittels Wärmepumpen zu beheizen. Die hierfür notwendige Elektroenergie kann dann nach Anschluss an das eigene Niederspannungsnetz (KV Gartenstraße) aus dem Quartier bezogen werden.

10 Fördermöglichkeiten

Im Interesse einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Energieversorgung ist es erforderlich, den Ausbau des Anteils effizienterer Systeme bzw. des Anteils von Systemen mit Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärme- und Stromenergiemarkt zu erhöhen. Hierzu bedarf es Anreizen solche Technologien zu nutzen. Deshalb wird der stärkere Einsatz solcher Systeme im Wege von Projektförderungen durch Investitionszuschüsse gefördert. Da die Förderpolitik in Deutschland ständigen Änderungen unterworfen ist, muss vor Projektbeginn aktuell geprüft werden, welche Förderprogramme existieren, um das Projekt gegebenenfalls anzupassen und darauf abzustimmen. Es ist darauf zu achten, dass Förderanträge in der Regel vor Abschluss eines Lieferungs- oder Leistungsvertrags zu stellen sind. Der Planungsbeginn hingegen ist nicht förderschädigend. Im Folgenden werden für das Quartier SFZ – Spreepark relevante Fördermöglichkeiten beschrieben

10.1 Förderung für erneuerbare Wärme

10.1.1 Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)

Um die Transformation zu unterstützen, wurde die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) im Juli 2022 neu aufgesetzt. Im Rahmen dieser Förderung werden sowohl der Neubau als auch die Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden gefördert. Die Förderkonditionen unterscheiden sich außerdem je nach Eigentümer bzw. Auftraggeber. Im Rahmen dieses Konzepts sind insbesondere die Förderungen für kommunale Bau- und Sanierungsprojekte bei Nichtwohngebäude relevant. Für den Neubau (3. Turnhalle) besteht die Mindestanforderung darin, das Gebäude nach dem EG 40 Standard mit Nachhaltigkeitsklasse zu errichten. Die förderfähigen Kosten werden in Abhängigkeit von der Nettogrundfläche (2.000 €/m²) bestimmt, bis zu einer maximalen Summe von 10 Mio. €. Als direktauszahlbarer Zuschuss wird dabei ein Betrag von 12,5% also 250 €/m² gewährt. Zudem können Baubegleitung (5€/m², max.

20.000 €) und die Nachhaltigkeitszertifizierung (siehe Baubegleitung) gefördert werden.

Die Sanierung kommunaler Nichtwohngebäude wird gefördert, wenn die Sanierung mindestens das Erreichen des Standards Effizienzgebäude 70 zur Folge hat. Die förderfähigen Kosten werden ebenfalls auf Grundlage der Nettogrundfläche (2.000 €/m²) bestimmt. Die Höhe des tatsächlichen Zuschusses legt sich jedoch anhand des erreichten Effizienzstandards fest. Für EG 40 wird die höchste Förderung von 35 % (plus zusätzliche 5 % beim Erreichen der Erneuerbare Energien oder Nachhaltigkeitsklasse). Die Förderung von Baubegleitung und Nachhaltigkeitszertifizierung erfolgt entsprechend des Neubaus.

10.1.2 Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Die „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ ist Mitte September in Kraft getreten. Entsprechend der veröffentlichten Informationen kann die Förderung beansprucht werden, wenn mindestens 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten Teil des zu bauenden oder modernisierenden Netzes sind. Im betrachteten Quartier befinden sich jedoch lediglich 10 Gebäude, welche als Wärmeverbraucher an das Netz angeschlossen werden könnten. Aus diesem Grund ist eine Förderung entsprechend BEW ausgeschlossen.

10.2 Erneuerbarer Strom

10.2.1 KfW „Ladestationen für Elektrofahrzeuge“ 439, Zuschuss

Gefördert werden:

- der Kaufpreis einer neuen Ladestation mit maximal 22 kW Ladeleistung pro Ladepunkt, inklusive Batteriespeicher
- die Kosten für Einbau und Netzanschluss der Ladestation, inklusive aller Installationsarbeiten.

Beschreibung:

- Die Förderung erfolgt durch einen Investitionszuschuss, der nach Abschluss des Vorhabens überwiesen wird.

- Der Zuschuss beträgt 70 Prozent der förderfähigen Gesamtkosten, jedoch maximal 900 Euro pro Ladepunkt.
- Unterschreiten die Gesamtkosten des Vorhabens 12.857,14 Euro, wird keine Förderung gewährt.
- Die Summe der beantragten Zuschüsse eines Antrags muss mindestens 9.000 Euro betragen. Entsprechend sind in einem Antrag mindestens zehn förderfähige Ladepunkte zu bündeln.

10.2.2 KFW, IKK 201 „Energetische Stadtsanierung-Quartiersversorgung

- Förderkredit ohne Höchstbetrag
- für Investitionen in energieeffiziente Versorgungssysteme, klimafreundliche Quartiersmobilität und in die Grüne Infrastruktur
- Finanzierung zu 100 % möglich
- 10 Jahre Zinsbindung und bis zu 30 Jahre Laufzeit
- bis zu 40 % Tilgungszuschuss

Mit dem Förderprodukt IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung werden nachhaltige Investitionen in die Energieeffizienz kommunaler Wärme-, Kälte-, Wasser- und Abwassersysteme im Quartier gefördert.

11 Kostenschätzung

Die Wirtschaftlichkeit einer technischen Anlage ist abhängig von deren Investitionskosten und den Kosten für den dauerhaften Betrieb (Betriebskosten). Die in erster Sichtweise hohen Investitionskosten tragen jedoch nur zu einem geringen Maße zu den jährlichen Gesamtkosten bei. Der entscheidende Kostenbestandteil sind die Betriebskosten. Die dauerhafte Vermeidung/Verminderung von Personal-, Wartungs-, Instandhaltungs- und Verbrauchskosten ist für den wirtschaftlichen Betrieb einer technischen Anlage ausschlaggebend.

11.1 Investitionskosten / Kapitalgebundene Kosten

Die Investitionskosten wurden entsprechend aktueller Herstellerangaben und Erfahrungswerte ermittelt. Die Investitionskosten enthalten im Falle der Betrachtung der 3. Turnhalle nur jene Kosten, welche zusätzlich zu den obligatorischen Kosten für den Bau des Heizsystems inkl. Heizkörper/Flächenheizungen zu erwarten sind. So bleibt die Abgrenzung der Kosten der Wärmeversorgung von den grundsätzlichen Baukosten der neuen Turnhalle gewährleistet. Für Stufe zwei wurde eine Pauschale von 50.000 € für die Umrüstung des bestehenden Wärmenetzes angenommen.

Aus den anrechenbaren Baukosten und der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) ergeben sich die Planungskosten. Zusätzliche Baunebenkosten sind für Beratungsleistung, Notar/Makler, Baugenehmigung, Förderantragstellung, Bodengutachten und Versicherungen zu erwarten.

11.2 Betriebskosten

11.2.1 Wartungs- und Instandhaltungskosten

Für eine hinreichend genaue Wirtschaftlichkeitsabschätzung müssen für alle technischen Anlagen möglichst umfänglich die Wartungskosten einbezogen werden. Dazu wurden die empfohlenen Wartungssätze laut VDI 2067 angesetzt. Für Wärmepumpen betragen diese 3% der Investitionskosten/Jahr zur Instandsetzung und 1% der Investitionskosten/Jahr für die Wartung. Als Nutzungsdauer der Wärmepumpenanlage werden 20 Jahre angenommen. Die Instandhaltungskosten des Netzes in der zweiten Ausbaustufe wurden mit 1%/Jahr der Investitionskosten angenommen. Wartungskosten sind in diesem Fall vernachlässigbar.

11.2.2 Verbrauchsgebundene Kosten

Die Verbrauchskosten (Strom, Wärme) bzw. Brennstoffkosten (Gas) wurden für das Ausgangsjahr 2021 bestimmt. Als Referenz wurden dazu die Wärmelieferpreise laut Verträgen mit der EZB genutzt. Aufgrund der turbulenten Preisentwicklungen auf dem Energiemarkt sind die angenommenen Werte ausdrücklich als Momentaufnahmen zu verstehen.

12 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

In den letzten Monaten haben sich in Folge des Corona Pandemie und des Kriegs in der Ukraine die Energiepreise stark erhöht. Insbesondere der Gaspreis ist in den vergangenen Monaten stark gestiegen. In der Folge hat auch die Inflation weiter zugenommen. Aus diesem Grund ist die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nur qualitativ, aber nicht quantitativ belastbar.

12.1 Wärmeversorgung

12.1.1 Stufe 1

Für die 1. Stufe des Wärmekonzepts im Quartier wird die Wärmeversorgung der neu zubauenden Turnhalle auf Basis von Wärmepumpen realisiert. Für diese, inkl. Speicher, Heizstab und Peripheriegeräte ergeben sich Gesamtkosten von 107.125 €. Durch die Förderung im Rahmen der BEG bleiben Kosten von knapp 70.000 € stehen. Der jährliche Stromverbrauch der Wärmepumpenanlage beträgt 60 MWh, was einer Jahresarbeitszahl der Anlage von 3,55 entspricht. Mit einem Strompreis von 240 €/MWh ergeben sich gemeinsam mit den Inspektions- und Wartungskosten die Betriebskosten zu 17.660 € pro Jahr.

Demgegenüber stehen die Kosten für ein Anschluss der neuen Turnhalle an das bestehende Wärmenetz. Der Betreiber des Netzes, die EZB, hat einen Anschlusspreis von 35.000 €, verteilt auf 10 Jahre, veranschlagt. Der Grundpreis zur Wärmeversorgung wird mit 2.000 € pro Jahr (Grundpreis SFZ ohne 3. Turnhalle 6.000€ für 3 Objekte) angenommen. Je Kilowattstunde Wärme wird zudem ein Preis von 9 ct, bzw. 90 €/MWh fällig. Damit ergeben sich die jährlichen Kosten zu 20.770 €.

Mit diesen Kosten stellt sich die Wärmepumpenanlage für die dritte Turnhalle nach 10 Jahren als die wirtschaftlichere Wärmeherzeugungsanlage heraus (siehe **Abbildung 31**).

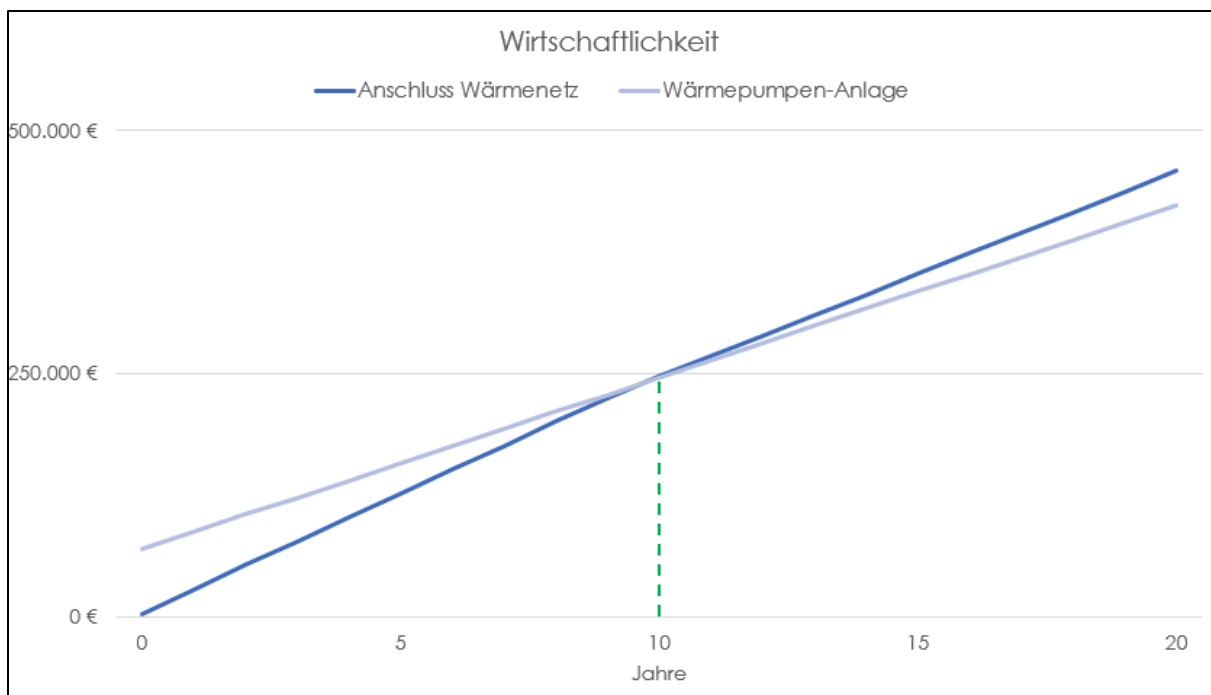


Abbildung 31: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Stufe 1

Beträchtlich sind dagegen die Unterschiede bezüglich der Kohlendioxid-Emissionen: Für das Beheizen der Objekte mittels Wärmepumpenanlage werden durch unter Annahme des Emissionsfaktors im deutschen Strommix 2020 (375 g/kWh, Umweltbundesamt) 22,5 Tonnen CO₂ emittiert. Wird jedoch der Emissionsfaktor des Jahres 2030 (Verdopplung Anteil erneuerbare Energien im Strommix auf 85 %) herangezogen, so halbieren sich die Emissionen auf rund 11 t/a. Die Wärmeerzeugung im Wärmenetz der EZB erfolgt zu rund 55 % aus Holzhackschnitzel, 40 % aus KWK (Erdgas) und 5 % aus einem Erdgasbrennwertkessel. Für die Wärmeerzeugung des Holzhackschnitzelkessels (117 MWh/a) ergibt sich auf Grundlage des Nutzungsgrades von 85 % und dem Emissionsfaktor der Holzhackschnitze (395 g/kWh) die Emissionsmenge zu 54 t/a. Bei der KWK (im Blockheizkraftwerk) werden 62 % des eingesetzten Gases in Wärme umgewandelt. Für die Wärmeerzeugung von 85 MWh/a werden also 137,4 MWh Gas eingesetzt (Emissionsfaktor 202 g/kWh). Die Emissionen des Gesamtgaseinsatzes können nun jedoch reduziert werden, da der erzeugte Strom des BHKW (28% des Gaseinsatzes) Netzstrom mit einem höheren Emissionsfaktor verdrängt. Der Verdrängungsfaktor lag 2020 bei 475 g/kWh. Die Netto-Emissionen aus der KWK ergeben sich somit zu 9,5 t/a.

Die Restwärme (10,6 MWh/a) wird durch den Gaskessel bereitgestellt. Hier ergeben sich mit dem Emissionsfaktor von 202 g/kWh und dem Nutzungsgrad von 85 % Emissionen in Höhe von 2,5 t/a. Die Netto-Gesamtemissionen der Anlage belaufen sich damit auf 66 t/a.

Wird auch für die konventionelle Anlage das Jahr 2030 betrachtet steigen die Nettoemissionen der Anlage auf Grund der zuvor genannten Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien im Strommix. Dies liegt am kleiner werdenden Faktor des Verdrängungsstrom, welcher ungefähr 100 g/kWh über dem Faktor des Strommix liegt. Für das Jahr 2030 läge er also nur noch bei rund 290 g/kWh. Die Nettoemissionen aus der KWK erhöhen sich dadurch auf 16 t pro Jahr und damit die Gesamtemissionen der Anlage auf 72,5 t pro Jahr.

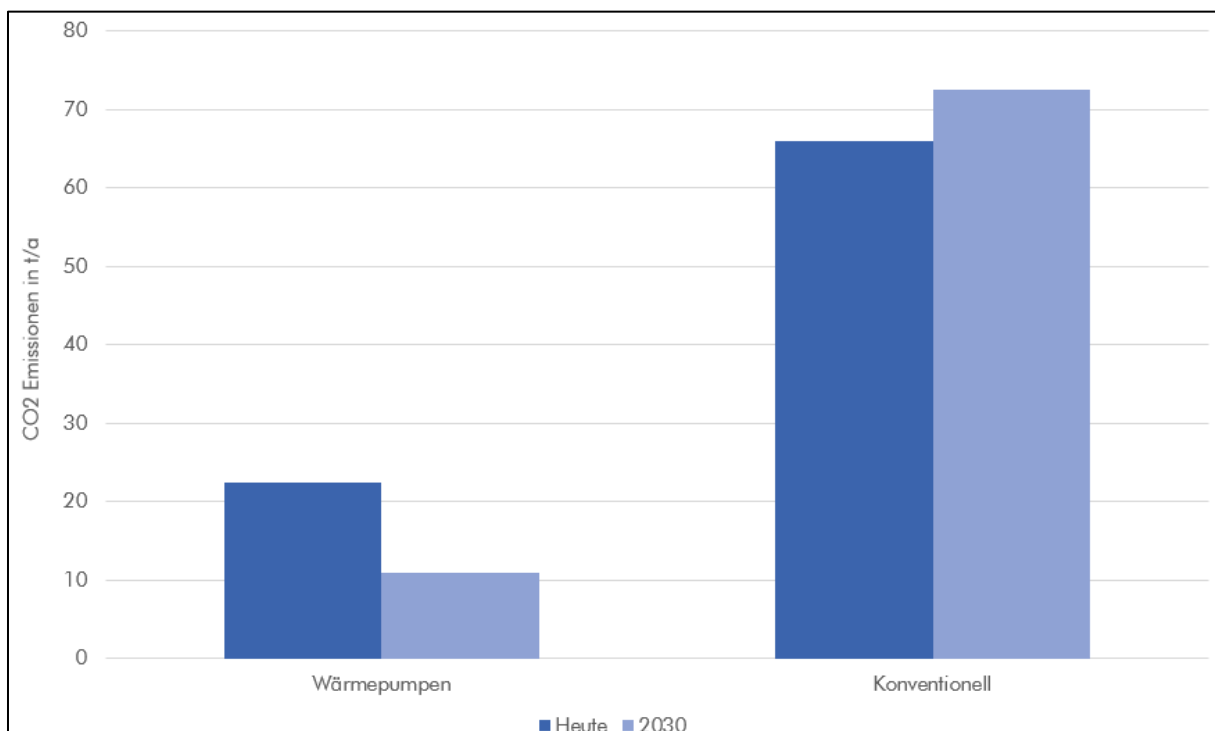


Abbildung 32: CO2 Emissionen der Wärmepumpenanlage verglichen mit einem Anschluss an das bestehende (konventionelle) Wärmenetz

12.1.2 Stufe 2

Die Investitionskosten für Stufe 2, exklusive der 3. Turnhalle, belaufen sich auf 280.875 €. Durch die Förderung nach BEG bleiben Kosten von 180.875 € übrig. Die Wärmepumpenanlage benötigt pro Jahr 97 MWh Strom zur Erzeugung der Wärme im Quartier, was einer Jahresarbeitszahl von 3,58 entspricht. Mit dem

Stromverbrauch ergeben sich die verbrauchsgebundenen Kosten zu 23.280 € (Strompreis 240 €/MWh). Außerdem fallen Kosten für Instandhaltung und Wartung von 6.720 € im Jahr an.

Für den Fall einer weiteren Versorgung des Quartiers durch die EZB fielen insgesamt 7.600 € Grundgebühren (6.000 € SFZ + 1.600 € Spreepark) an. Außerdem würde für den Anschluss des Blauen Haus 15.000 € Anschlussgebühr verteilt auf 10 Jahre anfallen. Die Betriebskosten, bestehend aus dem Vollwärmepreis, belaufen sich für einen Wärmebezug von 347 MWh/a auf 26.025 € bei einem Wärmepreis von durchschnittlich 75 €/MWh (60 €/MWh SFZ bzw. 90 €/MWh Spreepark, annähernd gleicher Wärmebezug). Es zeigt sich, dass sowohl die Investitionskosten als auch die Betriebsausgaben für die Wärmepumpenanlage höher sind, als jene Kosten für den weiteren Wärmebezug von der EZB, die die Wärme hauptsächlich durch Hackschnitzelverbrennung und Erdgasbetriebene KWK bereitstellt.

Reduziert sich jedoch die Differenz zwischen Strom- und Wärmepreis um mindestens 1,4 ct/kWh (Strom wird günstiger oder Wärmepreis teurer, oder Wärmepreis steigt stärker als Strompreis), so wäre nach 20 Jahren selbst mit den größeren Investitionskosten die Wärmepumpenanlage die günstigere Wärmeherzeugung.

Wie bereits häufiger erwähnt, erfolgt zurzeit eine starke Preissteigerung (Inflation). Diese wird insbesondere durch steigende Energiepreise ausgelöst. Infolge der Reduktion der Gaslieferungen aus Russland und der gleichzeitig gewollten Unabhängigkeit von russischem Erdgas, wird sich die Nachfrage nach alternativen Energieträgern weiter erhöhen. Insbesondere der Preis von Holzhackschnitzel stieg im letzten Quartal sprunghaft an, wie auch in folgender Grafik zu sehen ist (siehe **Abbildung 33**).

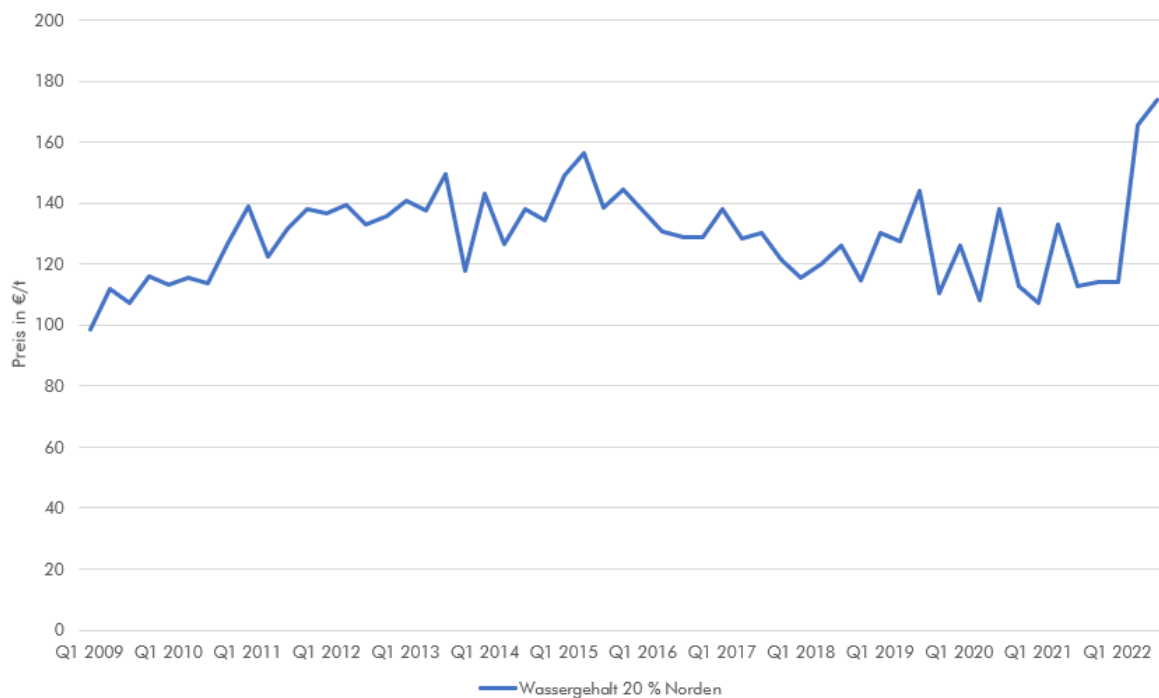


Abbildung 33: Holzhackschnitzelpreis 2009 - jetzt (Carmen e.V., 2022)

Wird außerdem im Zuge der elektrischen Sanierung des Quartiers, inkl. Anschluss an das Mittelspannungsnetz, der Strompreis für die Verbraucher im Quartier weiter gesenkt, sollte die Wirtschaftlichkeit von Stufe 2 neu bewertet werden. Insbesondere durch die, für Luftwärmepumpen, sehr gute Jahresarbeitszahl von 3,57 zeigt sich das Potential einer solchen Lösung. Zudem muss hinterfragt werden, ob die Wirtschaftlichkeit auch in Zukunft das Hauptentscheidungs-Kriterium für oder gegen eine Lösung sein soll. So beläuft sich der CO₂-Ausstoß der Wärmepumpenanlage mit dem Emissionsfaktor des deutschen Strommix von 2020 auf 36 t. Betrachtet man das Jahr 2030, bis zu dem der Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Strommix auf 85 % erhöht werden soll, so beläuft sich der Emissionsfaktor nur noch auf die Hälfte des heutigen Stands (rund 188 g/kWh). Dann betrügen die jährlichen CO₂-Emissionen lediglich 18 t.

Im Gegensatz dazu würden durch den Weiterbetrieb des bisherigen Wärmenetzes zur Versorgung des gesamten Quartiers (außer 3. Turnhalle und Kegelhalle) deutlich höhere Emissionen entstehen. Mit der Annahme, dass die Anteile der Wärmeerzeugung zwischen Hackschnitzelkessel, BHKW und Gastkessel gleich bleiben ergeben sich Emissionen wie folgt. 55 % der Wärmeerzeugung von insgesamt 347 MWh/a erfolgt durch Holzhackschnitzel. Dies entspricht 191

MWh Wärmemenge bzw. 224 MWh Primärenergiemenge im Holz (bei Nutzungsgrad 85 %). Mit dem Emissionsfaktor von 395 g/kWh ergeben sich die Emissionen zu 88,5 t. Hinzu kommt der Anteil von 40 % aus der Kraftwärmekopplung, was einer Wärmemenge von 139 MWh entspricht. 28 % des eingesetzten Erdgases werden zur Stromerzeugung genutzt und 62 % stehen zur Wärmeerzeugung bereit. Insgesamt werden also 224 MWh Erdgas eingesetzt. Durch Verrechnung mit dem Verdrängungsstromfaktor von 475 g/kWh ergeben sich Kohlenstoffdioxid-Emissionen von 15,5 t CO₂. Die restlichen 5 % der Wärme (17 MWh/a) werden durch den Erdgasbrennwertkessel bereitgestellt. Damit entstehen Emissionen in Höhe von 3,5 t. Die Nettoemissionen (durch Verrechnung mit dem Verdrängungsfaktor KWK) der konventionellen Anlage belaufen sich damit auf 107,5 t CO₂. Werden die Nettoemissionen aus der KWK für das Jahr 2030 betrachtet, erhöhen sich die Emissionen der KWK (siehe vorheriges Kapitel) auf 27 t pro Jahr und damit die Gesamtemissionen der Anlage auf 118 t pro Jahr.

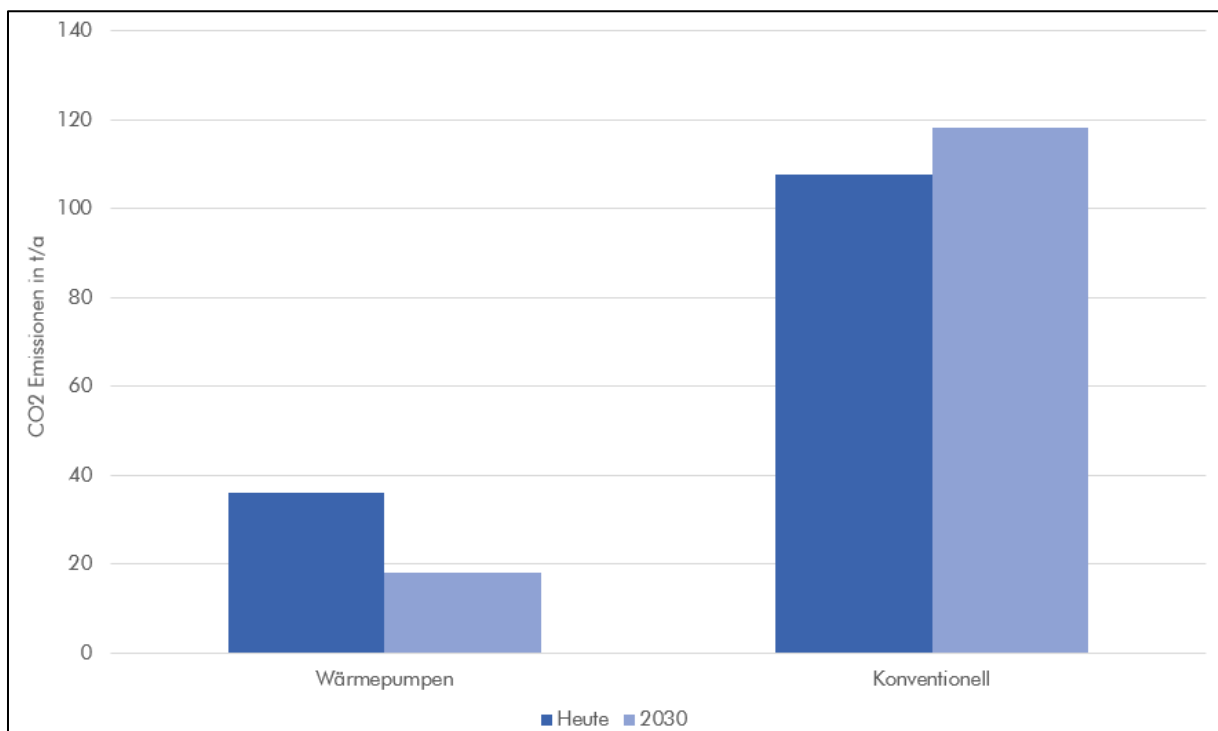


Abbildung 34: Emissionen der Wärmepumpenanlage verglichen mit den bestehenden Wärmenetz

12.2 Stromversorgung

12.2.1 Stufe 1

- Umrüstung der zum Quartier dazugehörigen SBL-Anlagen auf LED-Technik:

SBL-System „Storkower Straße“	30 LP x 853,35€/LP = 25.600,50€ (Neu) 30 LP x 297,50€/LP = 8.925,00€(Retrofit)
SBL-System „Lübbener Chaussee“	18 LP x 297,50€/LP = 5.355,00€ (Retrofit)
SBL-System“ Breitscheidstraße“	18 LP x 853,35€/LP= 15.260,30€ (Neu) 57 LP x 297,50€/LP= 16.957,50€(Retrofit)
Kosten Umrüstung SBL auf LED ohne Förderung	72.098,30€ brutto
Abzgl. Förderung	10.215,20€ brutto
Kosten Umrüstung SBL auf LED	<u>61.883,10€ brutto</u>

- Überprüfung vorhandener Anlagentechnik(Kühlanlagen, etc.) und Beleuchtungsanlagen hinsichtlich ihrer Energieeffizienz, ggf. Austausch:

Kosten Überprüfung: 3.500€ brutto, zzgl. ggf. Umrüstung

- Aufbau Mittelspannungsanschluss mit eigenem 1600 kVA(2x800kVA)-Transformator und Übergabestation inkl. Lastabwurfmanagement entsprechend den Vorgaben des örtlichen EVU (erste Abstimmungsrunde mit dem EVU hat bereits stattgefunden), Lieferzeit Transformatoren und Stationskörper derzeit 50 Kalenderwochen:

Kosten: 238.000€ brutto, zzgl. Anschlusskosten Netzbetreiber

- Zusammenfassung der vorhandenen Niederspannungsanschlüsse zu einem gemeinsamen Niederspannungsnetz, Errichtung einer neuen Niederspannungshauptverteilung (NSHV):

Anschlusslänge Kabeltyp NAYY-J 4x1x300mm ²	480m
Anschlusslänge Kabeltyp NAYY-J 4x1x185mm ² :	275m
Anschlusslänge Kabeltyp NAYY-J 4x1x50mm ²	140m
Kosten Erdkabel	74.615€ brutto
Kosten Kabelgraben/ Oberflächen	9.600€+ 12.000€ brutto=21.600€ brutto
Anschlusskosten	8.000€ brutto
Gesamtkosten	104.215€ brutto

- Errichtung HV „Alte Turnhalle“ inkl. Erdungsanlage

Gesamtkosten: 35.000€ brutto

- Anschluss der vorab benannten SBL-Anlagen an die HV Alte Turnhalle (Vorleistungen sind teilweise bereits umgesetzt):

SBL-System „Storkower Straße“

Anschlusslänge System „Storkower Str. etc.	520m
Kosten Erdkabel Kabeltyp NAYY-J 4x70mm ²	8.260€ brutto
Kosten Kabelgraben	10.400€brutto
Anschlusskosten	1.300€ brutto
Kosten System „Storkower Str. etc.	19.960€ brutto

SBL-System „Lübbener Chaussee“

Einspeisung erfolgt an Pumpenhaus, Kabel ist bereits verlegt.	
Trennstelle Lübbener Chaussee	2.500€ brutto
Kosten System „Lübbener Chaussee“	2.500€ brutto
Gesamtkosten Anschluss SBL-Anlagen	22.460€ brutto

- Installation und Anschluss eines Kabelverteilers im Bereich Spreepark, Anschluss erfolgt an Trafostation:

Anschlusslänge	260m
Kosten Erdkabel NAYY-J 4x1x300mm ²	22.000€ brutto
Kosten Kabelgraben	5.200€ brutto
Kosten KV Spreepark	5.900€ brutto
Gesamtkosten	33.100€ brutto

- Anschluss des Hauses des Gastes, des Blauen Hauses, des Schmidt-Hauses, des Strandbads, des Campingplatzes, und des Preußen-Hauses an den Kabelverteiler Spreepark:

Anschlusslänge	300m
Kosten Erdkabel NAYY-J 4x25mm ² -4x95mm ²	5.500€ brutto
Kosten Kabelgraben	6.000€ brutto
Anschlusskosten	3.600€ brutto
Gesamtkosten	15.100€ brutto

- Errichtung von 3 Stück E-Ladesäulen 2x22kW in der Gartenstraße, Einspeisung erfolgt an Kabelverteiler Spreepark, Errichtung eines KV für Ladesäulen im Bereich Parkplatz Gartenstraße, Leistungsreduzierung im Winterhalbjahr auf 2x11kW:

Anschlusslänge	130m
Kosten Erdkabel NAYY-J 4x1x300mm ²	11.000€ brutto
Kosten Kabelgraben	2.600€ brutto
Kosten KV Ladesäulen	4.200€ brutto
3 Ladesäulen 2x22kW	21.000€ brutto
Gesamtkosten	38.800€ brutto

- Anschluss eines 150kWh-Batteriespeichers(Modul 1) an neue NSHV. 92,85kWh werden schon für SBL-Anlagen benötigt.:

Kosten: 130.000€ brutto

13 Risikoanalyse

Für die Auslegung der Heizungsanlage in der neu zu bauenden Turnhalle werden aufgrund des modernen Baustandards und der Möglichkeit zur Berücksichtigung der passenden Heizungstechnik kaum Risiken gesehen. Vor der Anbindung der Kegelbahn an das Heizungssystem der dritten Turnhalle muss überprüft werden, ob die Heizflächen für den Betrieb mit niedrigeren Vorlauftemperaturen ausreichend sind. Da jedoch der Betreiber der Anlage berichtete, dass aufgrund deutlicher Überdimensionierung rund die Hälfte der Heizkörper zwischenzeitlich außer Betrieb gesetzt wurden, stehen Reserven bezüglich der Heizfläche zur Verfügung.

Die Umrüstung des Nahwärmenetzes und der Objekte im Quartier auf niedrigere Vorlauftemperaturen ist dagegen mit größeren Risiken behaftet, da die Zahl der Anpassungen recht groß sein wird. Da jedoch empfohlen wird, die einzelnen Objekte nach und nach Niedertemperatur-ready zu machen, erfolgt eine Aufteilung der Risiken auf kleinere Anpassungsschritte.

Durch die geplante Installation des eigenen Mittelspannungsanschlusses können Lastspitzen aufgrund großer Heizlasten im Winter bei niedrigen Außentemperaturen gut abgefangen werden. Die entsprechenden elektrischen Leitungen sind ohnehin auf die großen Erzeugungsspitzen der PV-Anlagen ausgelegt. Da diese deutlich höher liegen als maximale Last aus der Wärmeerzeugung, droht keine Überlastung des Stromnetzes im Quartier.

Das wirtschaftliche Risiko der vorgeschlagenen Anlagen wird als eher gering im Vergleich zur Wärmeversorgung durch das bestehende Wärmenetz angesehen. Die Investitionskosten sind dabei das größte Risiko, da diese aufgrund der aktuellen Inflationslage stetig steigen.

Mit einer Wärmeerzeugung auf Basis von Wärmepumpen wären jedoch die Betriebskosten als konstanter anzunehmen, da Preise für Erdgas und auch Holzhackschnitzel wie zuvor beschrieben weiter steigen werden. Der Strompreis

hingegen wird, auch politisch gewollt, auch in den kommenden Jahren eher stabil gehalten werden. Insbesondere, da die Elektrifizierung und die damit einhergehenden Effizienzgewinne entscheidend für die erfolgreiche Energiewende sind. Hinzu kommt, die große Menge an Photovoltaikanlagen im Quartier, die selbst im Winter bei wenig Sonneneinstrahlung noch eine signifikante Stromproduktion erwarten lassen. Damit sorgen sie für eine zusätzliche Resilienz gegenüber höheren Energiekosten.

Im Rahmen der eingehenden Risikoanalyse wurde zudem festgestellt, dass der Anschluss des Gebäudes von Fa. Opitz an das Wärmenetz nicht wirtschaftlich wäre. Selbst bei einem erwarteten Gasbezugspreis von 15 €/MWh würde sich durch die Versorgung mittels Nahwärmenetze nur eine Einsparung von 360 € pro Jahr ergeben (Wärmebedarf 9 MWh, Vollwärmepreis Nahwärme siehe Kap. 12.1.2). Demgegenüber stehen geschätzte Kosten von 30.000 € für den Neubau der Wärmeleitung ausgehend vom Haus des Gastes zzgl. 10.000 € für die Wärmeübergabestation. Als Alternative wird die Installation einer kleinen Wärmepumpe direkt am/im Objekt empfohlen. Insbesondere da die Warmwassererzeugung bereits elektrisch erfolgt kann mit einem geringen Aufwand für die Umrüstung auf eine Wärmepumpe gerechnet werden.

Unter Berücksichtigung von Strompreisen vor Beginn des russischen Krieges gegen die Ukraine wäre zudem der recht hohe Strombezugspreis ein Risiko für die Elektrifizierung der Wärmeversorgung im Quartier. Durch die vereinbarte Strompreisdeckelung von 30ct/kWh sind die Verträge in Anbetracht des aktuellen Energiepreisgefüges jedoch sehr vorteilhaft. Insbesondere, da die Stromerzeugung der EZB in erster Linie auf PV-Anlagen basiert, ist davon auszugehen, dass die Preise auch langfristig auf niedrigem Niveau gehalten werden können.

14 Betreiberstruktur

Wie bereits erwähnt, wird die Wärmeerzeugung und auch die PV-Anlagen im Quartier durch die Firma „Energiezentrale Beeskow“ betrieben. Die Stadt Beeskow, welche Auftraggeber dieses Quartierskonzepts ist, stellt der EZB dafür entsprechende Flächen zur Verfügung. Gleichzeitig ist die Stadt mit den Objekten im SFZ (Turnhallen, Sportplatz, Straßenbeleuchtung, etc.) einer der größten Verbraucher für Strom und Wärme im Quartier.

Aufgrund der verbrauchsabhängigen Bezahlung bestünde für einen rein wirtschaftlich agierenden Energieversorger kaum ein Interesse, bei der Modernisierung der Objekte im Quartier und einer damit verbundenen Reduzierung des Wärme- bzw. Strombedarfs mitzuwirken.

Der Inhaber der EZB hat jedoch seinen Willen zur Mitwirkung am Umbau und der Sanierung der Energieversorgung im Objekt signalisiert.

Langfristig könnte die Übernahme der Energieversorgung durch die Stadt bzw. ein städtisches Unternehmen trotzdem dazu führen, dass die Versorgung der Objekte mit besserer Wirtschaftlichkeit realisiert werden könnte.

Ein weiteres Konzept für eine künftigen Betreiberstruktur der Elektroanlagen befand sich zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Konzepts noch in Abstimmungsprozessen mit dem lokalen Netzbetreiber (E.DIS Netz GmbH). Es wird deshalb als Anhang 19.5 nachgereicht.

15 Bürgerbeteiligung und -information

Im Quartier befinden sich keine Wohngebäude. Aus diesem Grund wird keine Bürgerinformation notwendig sein. Das Konzept soll den Mitgliedern der Stadtverordnetenversammlung von Beeskow, den Pächtern im Quartier und Herrn Kossatz (Fa. EZB) vorgestellt werden.

16 Zusammenfassung / Handlungsempfehlung

Die Wärmeversorgung der dritten Turnhalle sollte separiert vom sonstigen Wärmenetz über eine eigene Wärmepumpenanlage erfolgen. Um die bestmögliche Funktionsweise zu sichern, sollten dafür entsprechende Maßnahmen beim Bau der Turnhalle ergriffen werden. Dies sind zum Beispiel die Optimierung auf niedrige Vorlauftemperaturen im Heizsystem (35°C) und ausreichend Stellplatz für einen Pufferspeicher.

In den bestehenden Objekten im Spreepark und SFZ können einige Optimierungen vorgenommen werden, um diese perspektivisch für Niedertemperaturbetrieb vorzubereiten bzw. kurzfristig die Effizienz zu erhöhen. Zum Beispiel sollten im Heizkreis der alten Turnhalle die verbauten Mischventile ersetzt werden.

Im Spreepark könnte das Heizsystem optimiert werden, indem die Warmwasserbereitung für den Saal und Tresenbereich im Haus des Gastes auf elektrische Durchlauferhitzer umgestellt wird. Durch den geringen Bedarf an Warmwasser können somit Bereithaltungsverluste reduziert werden. Außerdem sollte die Heizzentrale im Spreepark allgemein gewartet und besser gepflegt werden.

Um sowohl für die Verbraucher als auch den Wärmeversorger Effizienzsteigerungen im Quartier realisieren zu können, sollten die Stadt, die Pächter und die EZB bei der Sanierung und dem Umbau eng zusammenarbeiten.

17 Primär- und Endenergiebedarf

17.1 Wärme

Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die zur Deckung des Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs einschließlich der Verluste der Anlagentechnik benötigt wird.

In den vorgestellten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen entspricht der Endenergiebedarf dem Wärmebedarf (Raumheizung und Warmwasser). Der erzeugte elektrische Strom ist vom BHKW-Energieeinsatz abzuziehen.

Der Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser auch die Verluste, die von der Gewinnung des Energieträgers an seiner Quelle über Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude und der Verteilung, Speicherung im Gebäude anfallen.

In der nachfolgenden **Tabelle 9** sind die Primär- und Endenergiebedarfe von denen als Stufe 1 und 2 beschrieben Empfehlungen für die alternative Wärmeversorgung, im Vergleich zum Anschluss an das konventionell betriebene Nahwärmenetz, aufgestellt. Die Daten sind klimabereinigt. Für die Dritte Turnhalle wurde eine beheizte Nutzfläche von 2.500 m² angenommen.

		Endenergiebedarf		Primärenergiebedarf	
		in MWh/a	in kWh/m ² -a	in MWh/a	in kWh/m ² -a
Stufe 1	Anschluss an konventionelles Wärmenetz	213	85,2	232	92,8
	WP-Anlage	213	85,2	60	24
Stufe 2	Konventionelle Erweiterung Wärmenetz	347	40,8	380	46,6
	WP-Wärmenetz	347	40,8	97	11,4

Tabelle 9: Primär- und Endenergiebedarfe der Maßnahmen

17.2 Strom

Der Primär- und Endenergiebedarf zur Stromerzeugung wurde bereits in Abschnitt 9 beschrieben.

18 Zeitplan

Stufe 1 sollte im Rahmen des Baus der Dritten Turnhalle umgesetzt werden. Ein genauer Zeitpunkt für den Baubeginn ist aktuell nicht bekannt.

In den folgenden Jahren sollten zudem die empfohlenen Modernisierungsmaßnahmen an den restlichen Objekten im Quartier nach und nach angegangen werden, um die Gebäude Niedertemperaturfähig zu machen. Aufgrund des aktuellen Zustands der Heizsysteme sollte mit diesen Maßnahmen zuerst im Spreepark begonnen werden. Insbesondere die empfohlenen Anpassungen im Haus des Gastes (Umstellung Warmwasserbereitung Treppen und Saal auf elektrische Durchlauferhitzer, fachgerechte Wartung Heizungssystem) versprechen große Effizienzgewinne. Diese sollten im Zuge des Anschlusses des Spreeparks an die Heizzentrale der EZB umgesetzt werden.

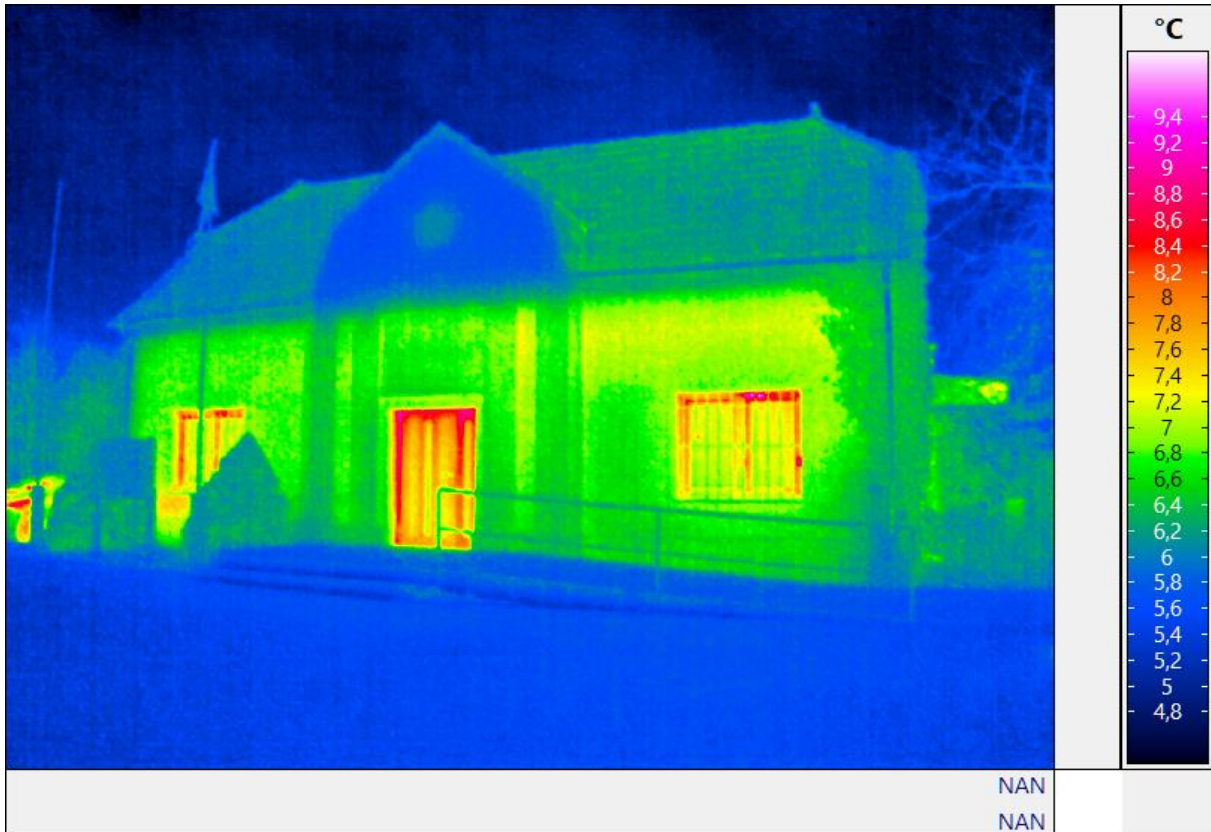
Mit dem Austausch der Wärmeerzeuger im Wärmenetz sollte spätestens 2034 begonnen werden, da dann die bestehenden Anlagen der EZB das Ende ihrer Nutzungsdauer erreichen. Als Planungs- und Bauzeitraum für die Maßnahmen sollten mindestens zwei Jahre angesetzt werden.

Ungeachtet dessen empfehlen sich immer transparente Projektumsetzungen, beispielsweise mit einer Bürgerbeteiligung. Hier gibt es die Möglichkeit eines Sanierungsmanagements, welches öffentlichkeitswirksam Projekte begleitet und beispielsweise technische Aufklärungsarbeit leistet. Eine positive Grundhaltung und die Akzeptanz von Projekten bei den betroffenen Pächtern und Besuchern im Quartier können erheblich zum Gelingen von Sanierungsmaßnahmen beitragen. Deshalb sollten Projekte im Vorfeld der Öffentlichkeit zum Beispiel im Rahmen einer Stadtratssitzung und in den regionalen Medien in Form von Pressemitteilungen vorgestellt werden.

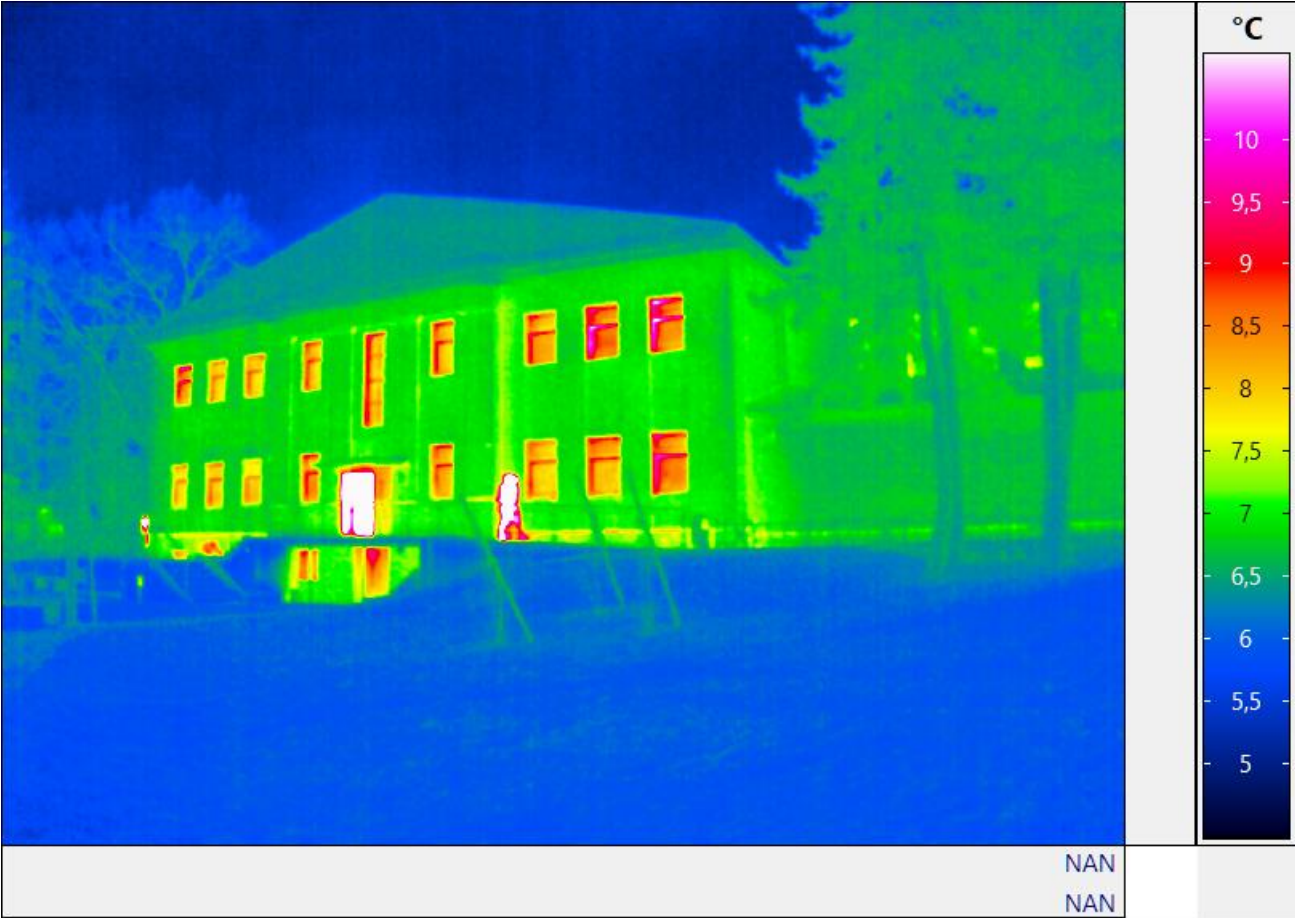
19 Anlagen

19.1 Thermografische Aufnahmen

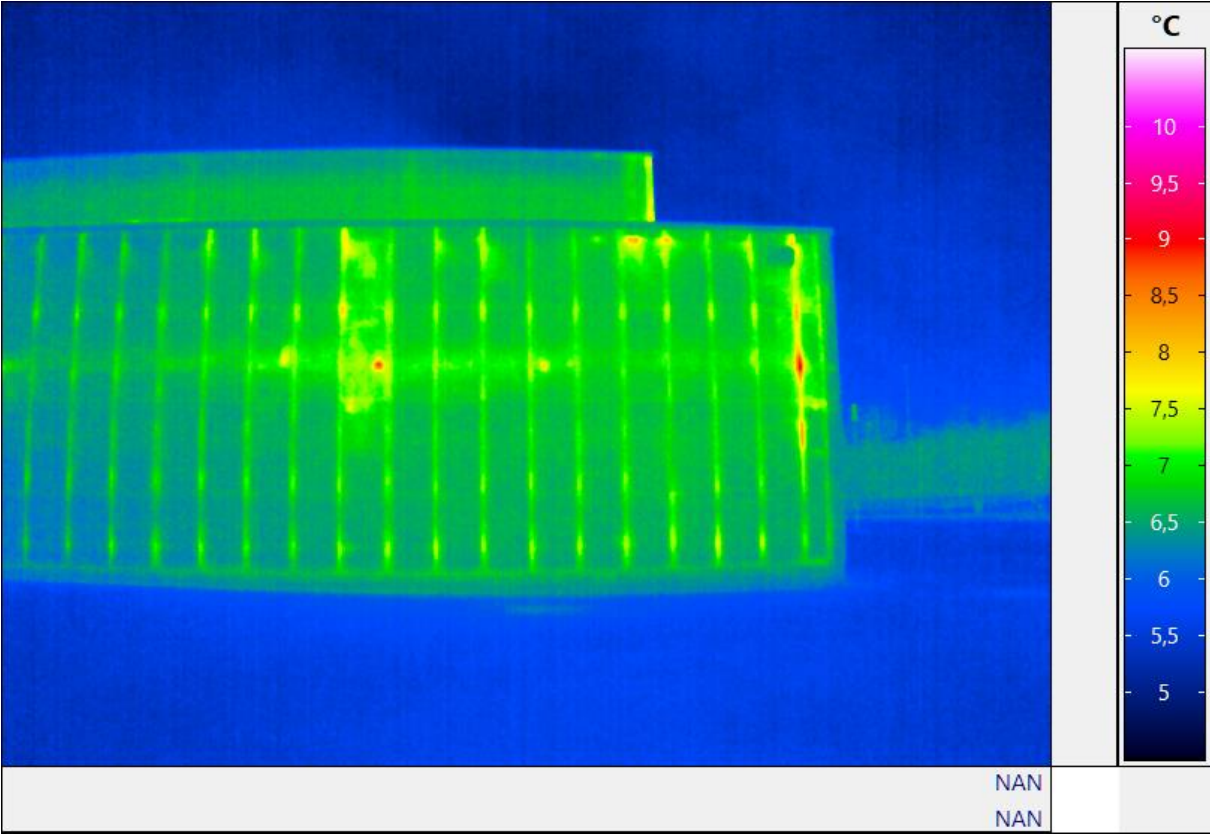
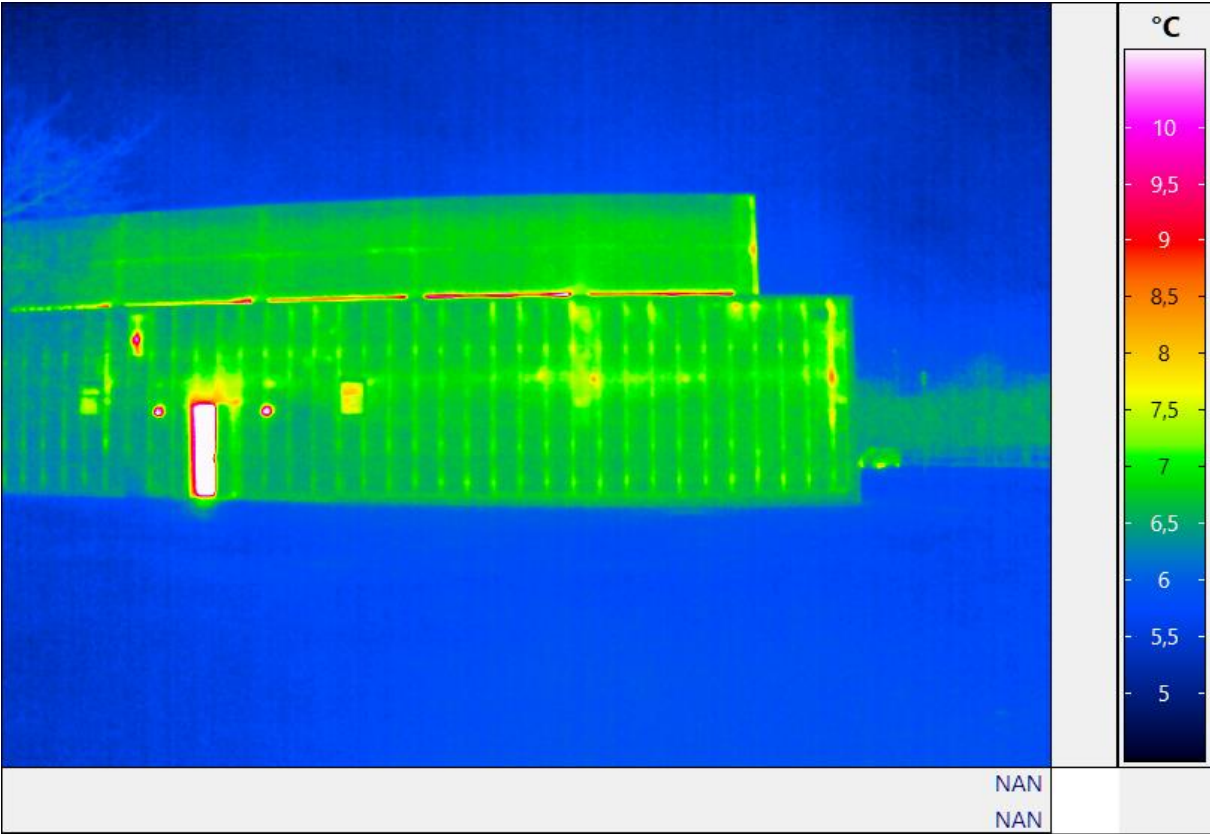
19.1.1 ACB-Vereinshaus

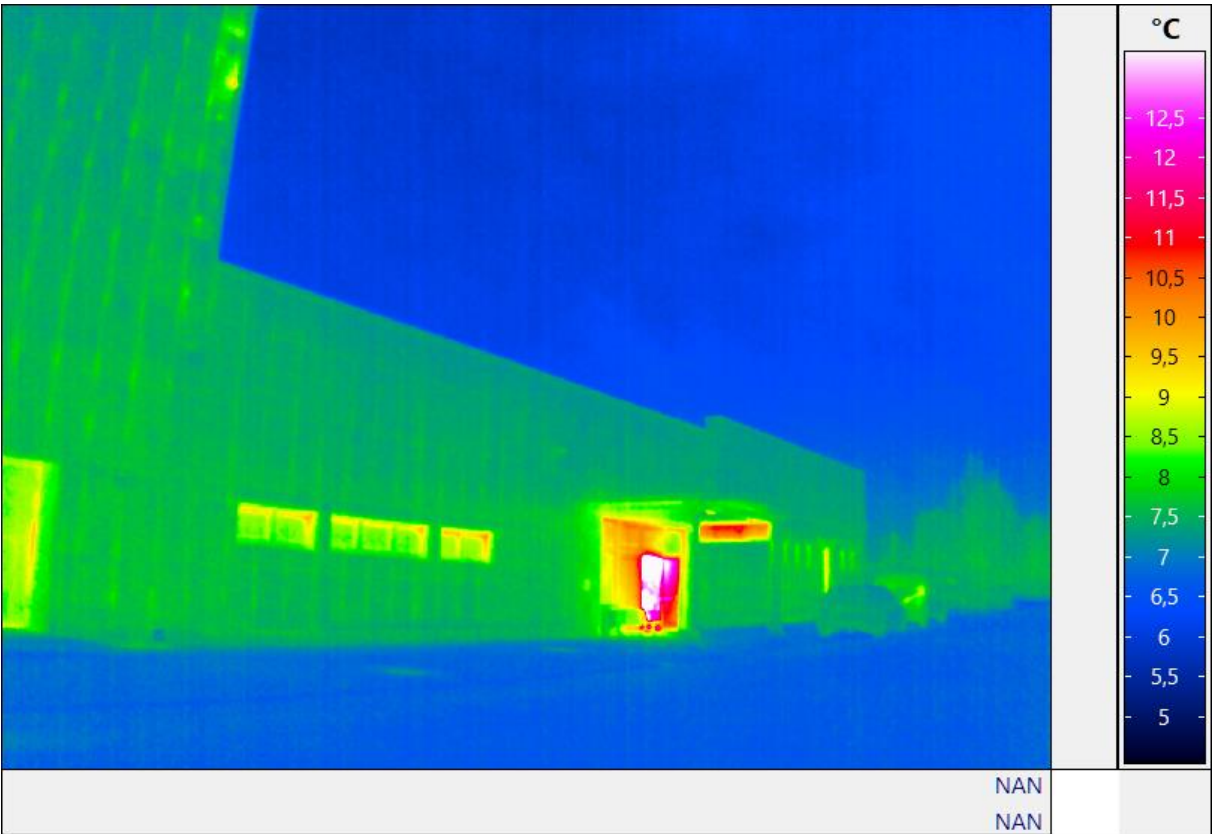
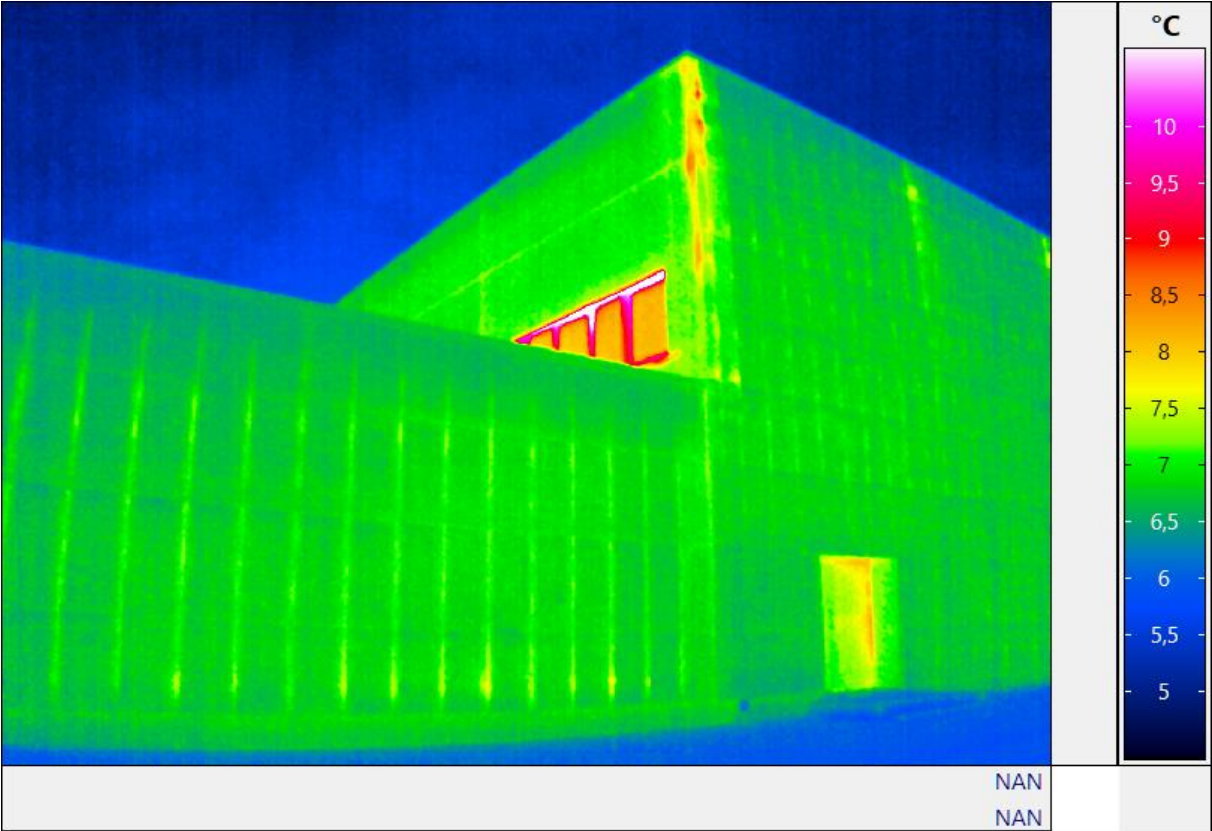


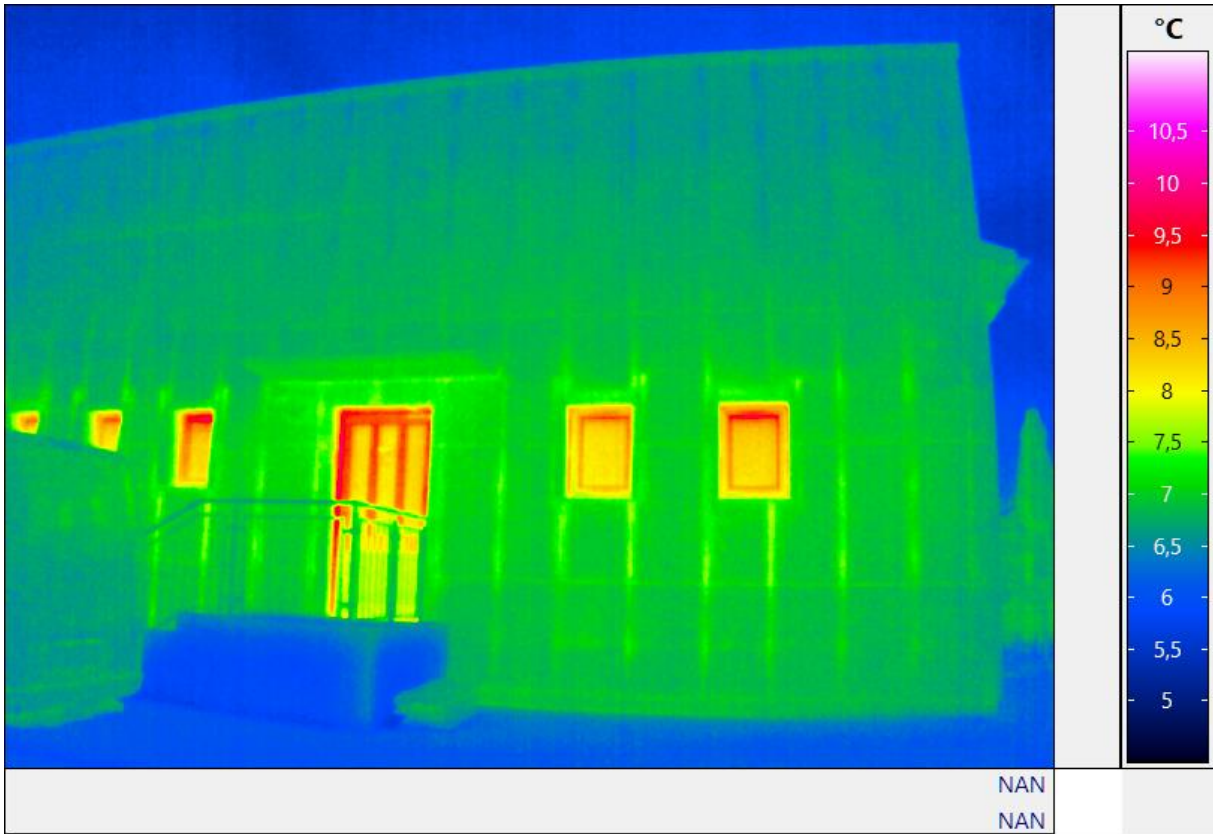
19.1.2 Alte Turnhalle



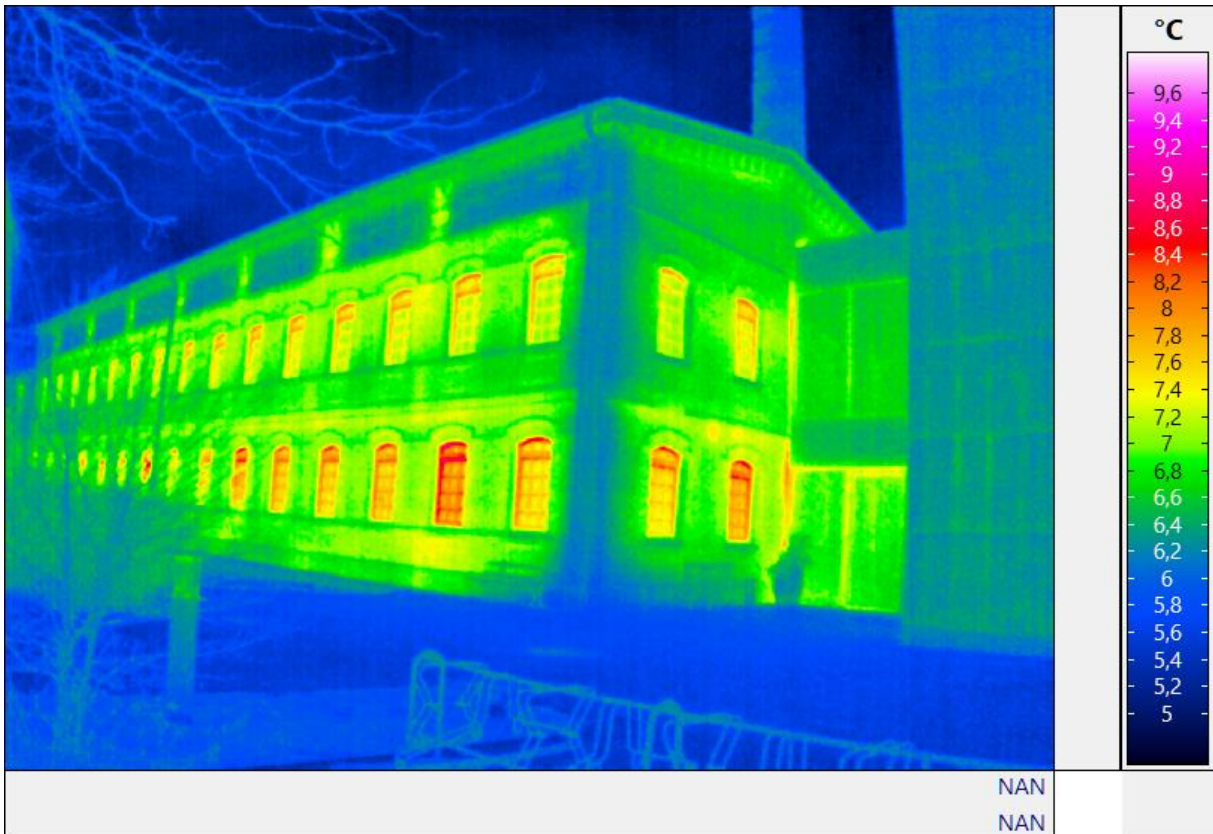
19.1.3 Große Turnhalle

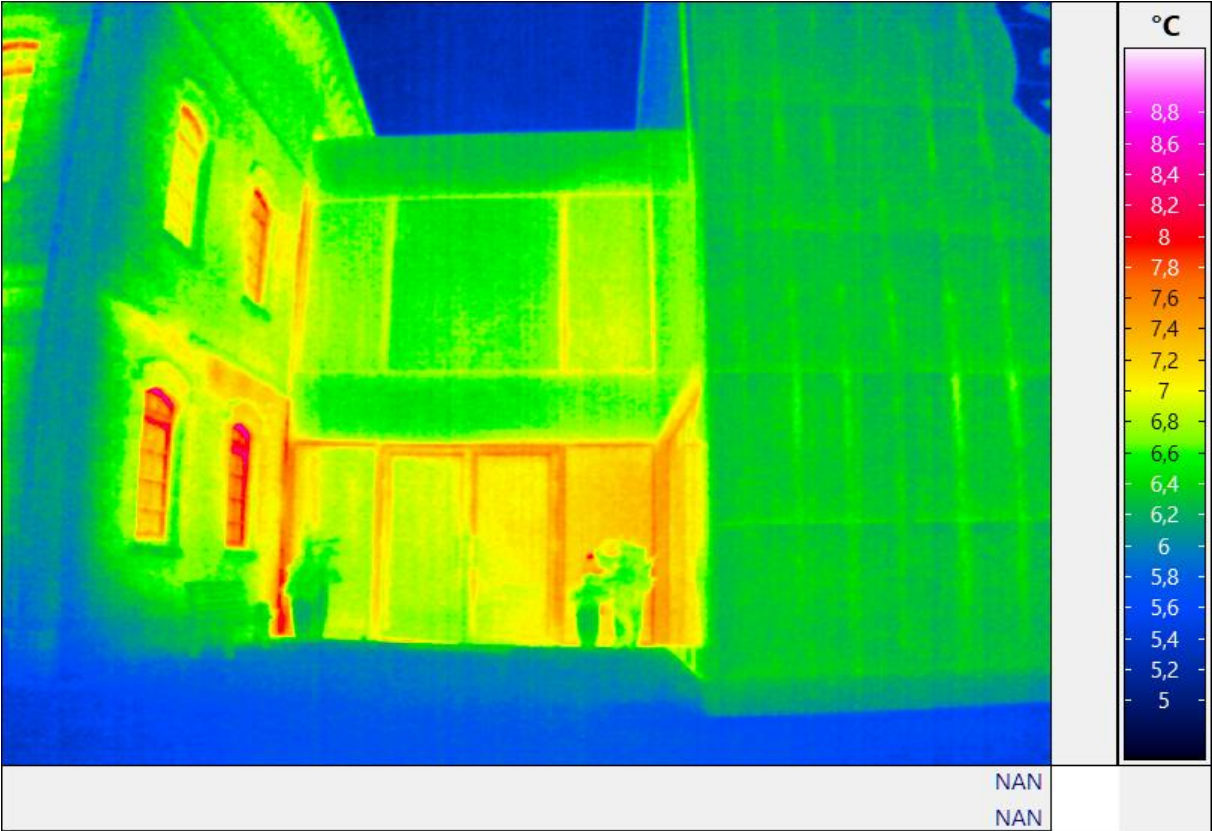






19.1.4 Haus des Gastes

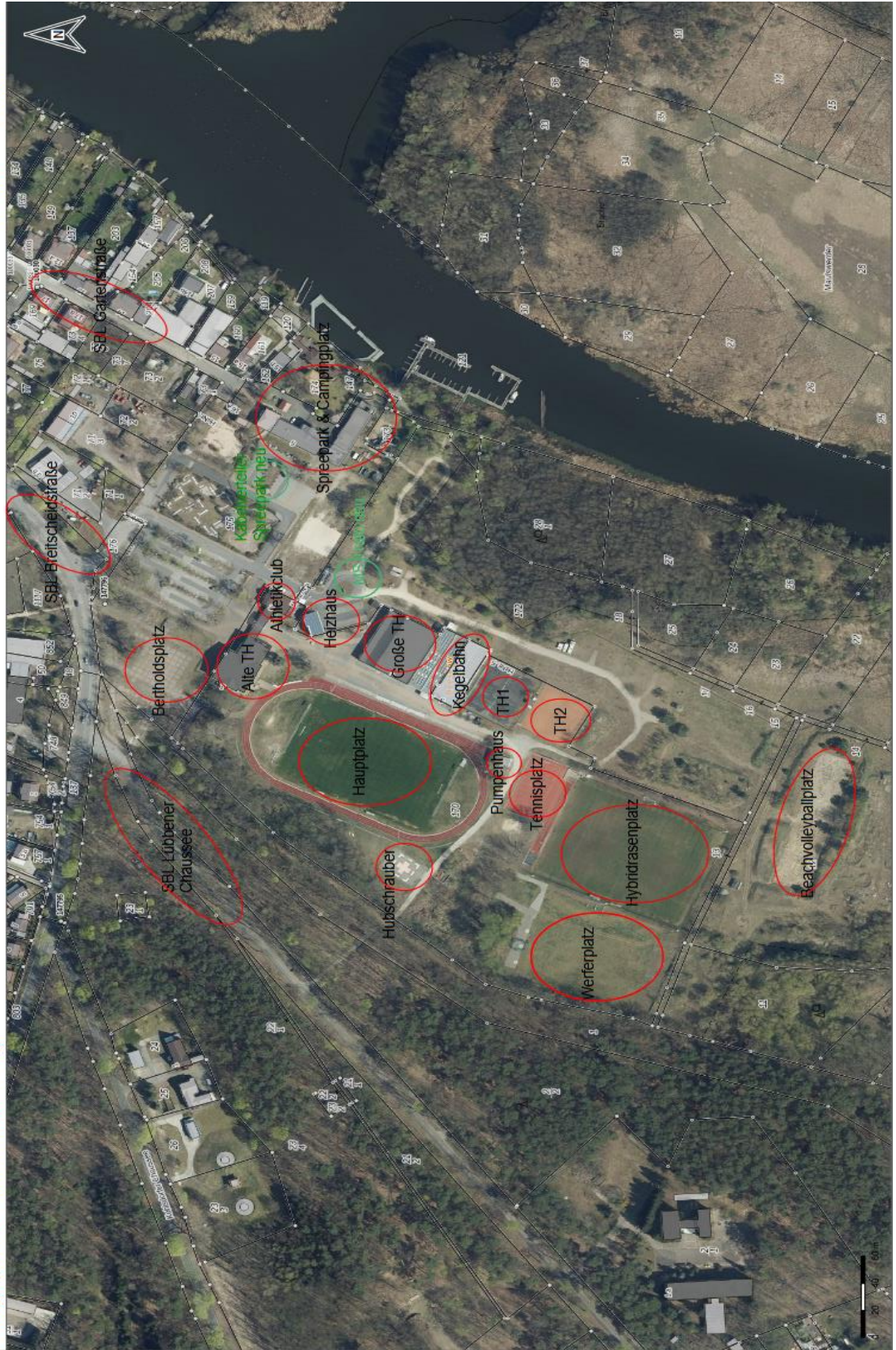




19.2 Objektübersicht - Wärmeverbraucher

Objekt	Baujahr	Erweiterung/ Sanierung	Beheizte Grundfläche m ²	Art der Erzeugung	Leistung kW	2019 klimabereinigt Faktor 1,14	2020 klimabereinigt Faktor 1,13	2021 klimabereinigt Faktor 1,01
1. Sport- und Freizeitzentrum								
Große Turnhalle inkl. Bowlingbahn	1978	2013	1.964,00	Holzhackschmitzel+ Erdgas	130	141,00	123,00	154,53
Alte Turnhalle	1927	2007	1.516,20	Holzhackschmitzel+ Erdgas	70	104,00	100,00	112,11
"Kiosk" + Kassenhaus	ca. 1975		49,92	keine	-	kein Anschluss am Wärmenetz / bei Bedarf Elektro-Heizkörper		
ACB-Vereinshaus	1927	1975	232,38	Holzhackschmitzel+ Erdgas	25	32,00	30,00	37,37
Kegelbahn	1982		1.097,08	Erdgas				31,31
Heizhaus (BHKW+ Holzhackschmitzel+ PV-Anlage)	2014			Hackschmitzel 250 kW BHKW 35 kWth und 16 kWel Gaskessel 100 kWth Pufferspeicher 10.000 L	250 35 th 16 el 100 th			
2. Spreepark								
Haus des Gastes	1910	2002	2.520,10	Erdgas	350	o.A.	119,81	151,81
Blaues Haus	1910	2002	320,00	Erdgas	22	o.A.	27,05	31,82
ehem. Wohnhaus Schmidt	o.A.		67,00	Erdgas		o.A.	8,34	11,39
Strandbadgebäude/ Badeanstalt	1915	2002	436,10	Erdgas über Spreepark Haus des Gastes		44,65	36,22	44,34
3. Kinder- und Jugendhof (Ökohof)								
Hauptgebäude	ca. 1920	2004	950,4	Erdgas	105	148	156	194,93
Haus "Schnute"	1920	2006	325,17	Erdgas		26	25	26,26
Schäfermuseum	ca. 1910	2009	417,38	Wärmepumpe		14	8	12,11
Jugendclub "Treibstoff"	ca. 1910	2010	1020,01	Erdgas		22	9	26,424

19.3 Übersicht Elektroinstallationen (Verbraucher / Erzeuger)



19.4 Datenblatt Batteriespeicher

LadeEngel GRES System

Parameter	GRES-75-50	GRES-150-100	GRES-225-150	GRES-300-200
AC-Parameter (netzgebunden)				
Nennausgangsleistung (kW)	50	100	150	200
Max. Ausgangsleistung (kW)	55	110	165	220
Netzennspannung (V)	3W+N+PE, 380			
Netzspannungsbereich	± 15%			
Nenn-Netzfrequenz (Hz)	50			
Netzfrequenzbereich (Hz)	± 2%			
Verzerrung	<3% (Nennspannung)			
Gleichstromanteil	<0,5% In			
Leistungsfaktor	>0,99 (Nennspannung)			
Leistungsfaktor	1 (Vorlauf) ~ 1 (Nachlauf)			
Einstellbereich				
Überlastbarkeit	110%			
AC-Parameter (netzunabhängig)				
Nennausgangsleistung (kW)	50	100	150	200
Max. Ausgangsleistung (kW)	55	110	165	220
Netzennspannung (V)	3W+N+PE, 380			
Verzerrung	<3% (lineare Last)			
Nennfrequenz (Hz)	50			
Überbelastbarkeit	110% langfristig			
Batterietyp	Lithium-Eisenphosphat			
Energie pro Modul (kWh)	15,36			
Anzahl der Module	5	10	15	20
Gesamtleistung (kWh)	76,8	153,6	230,4	307,2
Laufzeit (h) bei Vollast	1.5 (Optional durch Änderung der Modulmenge)			
Zykluslebensdauer	25°C 0.5C/0.5C 100%DOD EOL80%≥2500			
Max. Wirkungsgrad	95%			
Schutz	DC Sicherung, AC Sicherung, Netzüberwachung			
Überspannungsschutz	DC/AC 2.Stufe			
Abmessungen (H*B*T) (mm)	1300*1540*1600	1300*2300*1600	1300*3060*1600	2400*1540*2300
Gewicht (kg)	1060	1780	2470	3170
Optionale DCDC Module (keine Nachrüstung möglich)	1 x 50 kW	2 x 50 kW	2 x 50 kW	1 x 50 kW
Trenntransformator	Nein			
Ein/Aus Netzumschalter	STS serienmässig			
Schutzart	Außenbereich IP55			
Arbeitstemperatur	-20~55°C (>45°C reduzierte Leistung)			
Relative Luftfeuchtigkeit	0-95°C (keine Kondensation)			
Kühlung	Intelligente Luftkühlung (intelligente Heizung optional)			
Max. Arbeitshöhe (m)	4000 (>2000 reduzierte Leistung)			
Display	Touchscreen			
Kommunikation	RS485, CAN, LAN			
Kommunikationsprotokoll	Modbus-RTU, Modbus-TXP, Can2.0B			

19.5 Betreiberkonzept Elektroanlagen

Wird nachgereicht