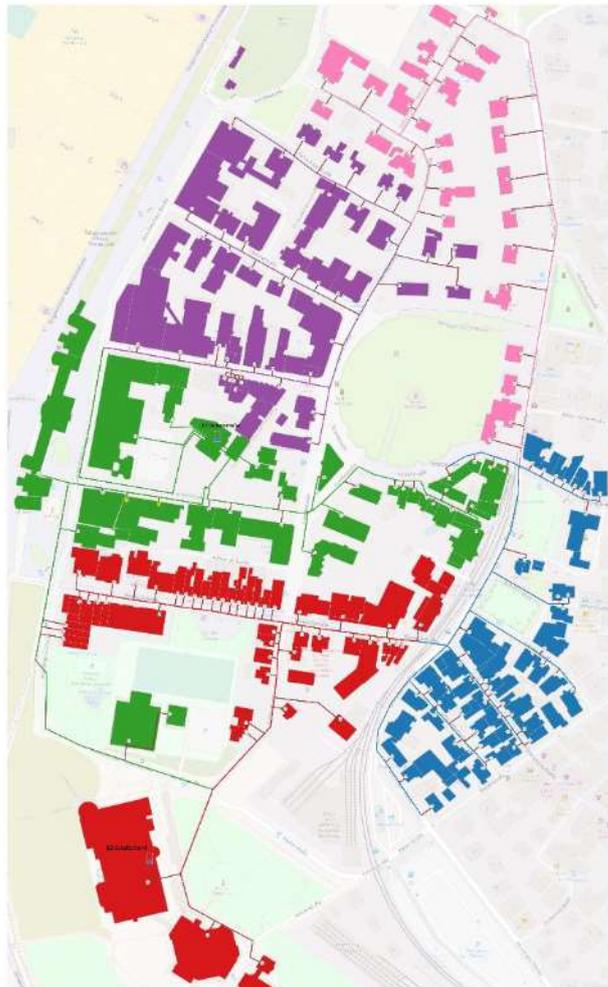


**Energetisches Quartierskonzept „Borkum Kurviertel“  
im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische  
Stadtsanierung“**



**Schlussbericht  
22.05.2023**

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

---

## **Auftraggeber**

---

**Herr Axel Held**  
**Nordseeheilbad Borkum GmbH**  
Goethestraße 1  
26757 Borkum

---

## **Bearbeitung**

---

Philipp Lieberodt  
Shams Osman

**Megawatt** Ingenieurgesellschaft mbH  
Paul-Lincke-Ufer 8b  
10999 Berlin  
T 030-85 79 18-0  
kontakt@megawatt.de  
www.megawatt.de

Enno van der Linde  
Patrick Reinicke  
Frederick Buhr

**Averdung** Ingenieure & Berater GmbH  
Planckstraße 13  
22765 Hamburg  
T 040 771 8501-0  
info@averdung.de  
www.averdung.de

Charlotte Herbst  
Frank Schlegelmilch

**BPW** Stadtplanung  
Ostertorsteinweg 70-71  
28203 Bremen  
T 0421 517016 40  
office@bpw-stadtplanung.de  
www.bpw-stadtplanung.de

Wilfried Schmeling  
Paul Hentschel

Ingenieurbüro **Bröggelhoff**  
Langenweg 26  
26125 Oldenburg  
T 0441 36159-100  
info@broeggelhoff.de  
www.broeggelhoff.de

Berlin, den 22. Mai 2023

Die Bearbeitung erfolgte im Zeitraum Mai 2022 bis Mai 2023. Dieser Auftrag wird bei Megawatt unter der Nummer 21.136 geführt.

## **Inhaltsverzeichnis**

---

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>8</b>
<b>1. Einführung</b>	<b>10</b>
1.1. Zielsetzung	10
1.2. Methodik und Ablauf	10
1.3. Bestehende Untersuchungen und Pläne	11
<b>2. Bestandsaufnahme</b>	<b>12</b>
2.1. Gebäudebestand	12
2.2. Bevölkerung und Sozialstruktur	19
2.3. Energie- und Treibhausgas-Bilanz	22
2.4. Mobilität	36
<b>3. Potenzialanalyse</b>	<b>40</b>
3.1. Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung	40
3.2. Erneuerbare Wärmeversorgung	42
3.3. Erneuerbare Stromversorgung	54
3.4. Sektorenkopplung	59
3.5. Mobilität	61
<b>4. Akteursbeteiligung</b>	<b>74</b>
<b>5. Strategie- und Maßnahmenentwicklung</b>	<b>75</b>
5.1. Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung	75
5.2. Wärmeversorgung	76
5.3. Photovoltaik	97
5.4. Nachhaltige Mobilität	102
5.5. Sektorenkopplung	105
<b>6. Öffentlich-rechtliche Handlungsoptionen zur Flankierung der Umstellung auf erneuerbare Wärmeversorgung</b>	<b>107</b>
6.1. Überblick	107
6.2. Einordnung der Wärmeversorgung von Gebäuden in den allgemeinen Klimaschutzpolitischen Rahmen	108

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

6.3.	Bundesrechtlicher Rahmen	111
6.4.	Landesgesetzlicher Rahmen	121
6.5.	Fazit	125
7.	Maßnahmenkatalog	127
7.1.	Handlungsfeld Allgemeine Quartiersentwicklung	129
7.2.	Handlungsfeld Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung	130
7.3.	Handlungsfeld erneuerbare Wärme	132
7.4.	Handlungsfeld erneuerbare Stromversorgung	138
7.5.	Handlungsfeld Sektorenkopplung	142
7.6.	Handlungsfeld Mobilität	144
8.	Durchführungs- und Monitoringskonzept	148
8.1.	Durchführungskonzept	148
8.2.	Monitoring	149
9.	Zusammenfassung	150
	Anlagenverzeichnis	152

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteile der Gebäudenutzung nach Brutto-Geschossfläche	14
Abbildung 2: Gebäudenutzung im Untersuchungsgebiet	14
Abbildung 3: Geschossigkeiten der Gebäude im Kurviertel	16
Abbildung 4: Anteile (links) und Verteilung (rechts) der baulichen Sanierungsbedarfe nach Gebäudeanzahl	18
Abbildung 5: Anteile (links) und Verteilung (rechts) der baulichen Sanierungsbedarfe nach Brutto-Geschossfläche	18
Abbildung 6: Bauliche Sanierungsbedarfe der Gebäude im Kurviertel	19
Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung Borkum	20
Abbildung 8: Stromlastgang Borkum Kurviertel 2019 – 2021	23
Abbildung 9: Stromlastgang Borkum Kurviertel 2019	24
Abbildung 10: Gas-Brennwertkessel in der Energiezentrale Bubertstraße (links); Blockheizkraftwerke in der Energiezentrale Bubertstraße (rechts)	25
Abbildung 11: Pufferspeicher in der Energiezentrale Bubertstraße	25
Abbildung 12: Heizbedarfe der Gebäude im Kurviertel: flächenspezifisch (links); absolut (rechts)	27
Abbildung 13: Heat-Map des Kurviertels	28
Abbildung 14: Wärmelastgang im Kurviertel (einzelne Darstellung)	29
Abbildung 15: Wärmelastgang im Kurviertel (kumulierte Darstellung)	29
Abbildung 16: Wärmelastgang des Kurviertels	30
Abbildung 17: THG- Emissionen: nach Sektor (oben); der einzelnen Umwandlungs-technologien in Abhängigkeit des Sektors (Wärme unten links, Strom unten rechts)	35
Abbildung 18: THG-Emissionen, Primärenergiebedarf und Endenergie der Sektoren	36
Abbildung 19: Verkehrszonen auf Borkum: Einschränkung des Autoverkehrs in der Stadtmitte und umliegenden Wohngebieten während der Saison	38
Abbildung 20: Die 20 größten Verbraucher des Kurviertels	42

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Abbildung 21: Verfügbare Stromkapazität über das Jahr	43
Abbildung 22: Häufigkeitsverteilung der verfügbaren elektrischen Leistung über das Jahr	44
Abbildung 23: Jährlicher Verlauf des Wärmebedarfs bei Unterscheidung zwischen Außenlufttemperatur über und unter 5 °C.	45
Abbildung 24: Einschränkungen zur geothermischen Nutzung durch Erdwärmesonden auf Borkum	46
Abbildung 25: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren auf Borkum	47
Abbildung 26: Brunnenbohrung mit nachgeschalteter ORC-Produktionsanlage	49
Abbildung 27: Potenzielle Standorte für die Meerwassernutzung	50
Abbildung 28: Standort der Kläranlage Borkum	52
Abbildung 29: Dach-Solarthermie Potenzial im Kurgebiet	53
Abbildung 30: Freiflächen Cluster für potenzielle Solarthermieanlagen	54
Abbildung 31: PV-Potenzial im Kurviertel: Geeignete Dachflächen und Parkplätze	56
Abbildung 32: Kommunale Gebäude in Borkum	57
Abbildung 33: PV-Potenziale kommunaler Gebäude im Kurviertel	58
Abbildung 34: Verfügbare elektrische Leistung für die Mobilität	63
Abbildung 35: Dauerlinie der verfügbaren elektrischen Leistung für die Mobilität	64
Abbildung 36: Durchschnittliche Ladeleistung	66
Abbildung 37: Durchschnittliche Ladeleistung; Schnellladen mit 50 kW pro PKW, Normalladen mit unterschiedlichen durchschnittlichen Stand- bzw. Ladezeiten der PKW (logarithmische Auftragung der Anzahl der ladenden PKW).	68
Abbildung 38: Ladeleistung in Abhängigkeit von der Ladezeit für Elektrobusse	69
Abbildung 39: verfügbare Leistung in Abhängigkeit von der Anzahl der bidirektional ladenden Autos. Je nach Bedarfshöhe kann die Leistung verschieden lange abgerufen werden (hier beispielhaft 1, 2, 5, 10 und 25 Stunden).	73

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>Abbildung 40: Bestehendes Wärmenetz und Energiezentrale in der Bubertstraße</b>	<b>77</b>
<b>Abbildung 41: Ausbaustufen des Wärmenetzes im Kurviertel</b>	<b>78</b>
<b>Abbildung 42: Wärmebedarfe nach Ausbaustufen in MWh/a</b>	<b>79</b>
<b>Abbildung 43: Übersicht Wärmenetztrassen</b>	<b>81</b>
<b>Abbildung 44: Trassenlängen Wärmenetz nach Ausbaustufen</b>	<b>82</b>
<b>Abbildung 45: Prognostizierter Wärmebedarf des Kurviertels in 2030</b>	<b>84</b>
<b>Abbildung 46: Strom für Wärmezwecke des Kurviertels</b>	<b>85</b>
<b>Abbildung 47: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse Variante 1 (Meerwasser-WP)</b>	<b>86</b>
<b>Abbildung 48: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse Variante 2 (Luft-WP)</b>	<b>86</b>
<b>Abbildung 49: Relative Wärmeversorgungsanteile der untersuchten Versorgungsvarianten</b>	<b>90</b>
<b>Abbildung 50: Investitionskosten der Versorgungsvarianten</b>	<b>93</b>
<b>Abbildung 51: Jährliche Kosten der Versorgungsvarianten und Wärmegestehungskosten</b>	<b>95</b>
<b>Abbildung 52: Treibhausgasemissionen je Variante für die Stützjahre 2020 und 2030</b>	<b>96</b>
<b>Abbildung 53: Durchführungskonzept für das EQK Borkum Kurviertel</b>	<b>148</b>
<b>Abbildung 54: Grafische Darstellung des quantitativen Monitorings</b>	<b>149</b>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1: Nutzungsarten im Kurviertel nach Geschossfläche, absolut und prozentual</b>	<b>13</b>
<b>Tabelle 2: Energiebilanz: Strom- und Wärmebereitstellung und -verbrauch</b>	<b>31</b>
<b>Tabelle 3: Spezifische THG-Emissionen und Primärenergiefaktoren der Energiequellen</b>	<b>32</b>
<b>Tabelle 4: Erzeuger im Vergleich: THG-Emissionen und Primärenergiebedarf</b>	<b>34</b>
<b>Tabelle 5: Das Heizwärmeeinsparpotenzial verschiedener Gebäudekategorien mit Angabe des Sanierungszeitplans</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle 6: Die Entwicklung des Heizwärmebedarfs verschiedener Gebäudekategorien</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle 7: Potenzial von PV im Kurviertel</b>	<b>55</b>
<b>Tabelle 8: PV-Potenzial der Parkplätze im Kurviertel und in seiner unmittelbaren Nähe</b>	<b>55</b>
<b>Tabelle 9: Potenzial der kommunalen Gebäude</b>	<b>58</b>
<b>Tabelle 10: Potenzial der Freiflächen-Photovoltaikanlage - Cluster A</b>	<b>59</b>
<b>Tabelle 11: Übersicht der verschiedenen Speicherarten mit ihren jeweiligen Speicherzeiten</b>	<b>60</b>
<b>Tabelle 12: Annahmen für ein durchschnittliches Elektrofahrzeug.</b>	<b>65</b>
<b>Tabelle 13: Ladetechnik.</b>	<b>65</b>
<b>Tabelle 14: Annahmen zur Fahrzeugnutzung und die daraus folgende durchschnittliche Ladeleistung.</b>	<b>66</b>
<b>Tabelle 15: Gleichzeitig ladende PKW entsprechend verfügbarer Leistung</b>	<b>67</b>
<b>Tabelle 16: Parameter der PKWs der Inselbesucher:innen bei Elektrifizierung des PKW-Verkehrs</b>	<b>67</b>
<b>Tabelle 17: Parameter für die Elektrifizierung des ÖPNV (Lokomotive)</b>	<b>71</b>
<b>Tabelle 18: Szenarien der Akkukapazität und Ladeleistung des ÖPNV (Lokomotive)</b>	<b>71</b>
<b>Tabelle 19: Gesamte Kapazität aller bidirektional ladenden Fahrzeuge (beispielhaft für unterschiedliche Anzahlen ladender Fahrzeuge).</b>	<b>72</b>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>Tabelle 20: Energie- und THG-Einsparpotenziale - Ergebnisse der Sanierungskonzepte für sechs exemplarische Gebäude im Kurviertel</b>	<b>75</b>
<b>Tabelle 21: Parameter der hydraulischen Rohrnetzrechnung</b>	<b>80</b>
<b>Tabelle 22: Wärmeversorgungsvarianten südliches Kurviertel</b>	<b>82</b>
<b>Tabelle 23: Wärmeversorgungsvarianten südliches Kurviertel</b>	<b>88</b>
<b>Tabelle 24: Simulationsergebnisse der Wärmeversorgung anteilig mit PV-Strom aus Freiflächenanlage für 4 Varianten, alle Angaben in MWh pro Jahr</b>	<b>89</b>
<b>Tabelle 25: Alternative Brennstoffe für die KWK-Anlage</b>	<b>91</b>
<b>Tabelle 26: Vor- und Nachteile bei PV-Eigennutzung mit Überschusseinspeisung</b>	<b>98</b>
<b>Tabelle 27: Vor- und Nachteile bei PV-Volleinspeisung</b>	<b>99</b>
<b>Tabelle 28: Strombedarf und Spitzenlast der verschiedenen Sektoren</b>	<b>105</b>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 1. Einführung

### 1.1. Zielsetzung

Die Insel Borkum hat sich in einem Leitbildprozess die ambitionierten Ziele gesetzt, die Energieversorgung und Mobilität auf der Insel bis 2030 auf nachhaltige, klimaneutrale und emissionsfreie Quellen umzustellen.

Das Kurviertel – neben dem Ortsteil Reede am Hafen, das als Demonstrator für die zukünftige Energieversorgung dienen soll – ist als Herzstück der Stadt Borkum ein zentrales Vorhaben, bei dem einerseits schnell eine relevante Emissionsminderung erreicht, andererseits der Grundstein für eine klimaneutrale und nachhaltige Energieversorgung der gesamten Insel gelegt werden soll.

Das vorliegende integrierte energetische Quartierskonzept (IEQK) „Borkum Kurviertel“ wird im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“ durchgeführt. Die Nordseeheilbad Borkum GmbH hat das integrierte energetische Quartierskonzept des Gebiets „Kurviertel“ im Zentrum von Borkum in Auftrag gegeben. Die Megawatt Ingenieurgesellschaft begleitet die Nordseeheilbad Borkum GmbH als kommunales Stadtwerk bei Erreichung der oben genannten Ziele, u.a. durch die Entwicklung des IEQK Borkum Kurviertel.

### 1.2. Methodik und Ablauf

Die Herangehensweise und Zielsetzung der Konzepterstellung orientiert sich an den Förderbedingungen des Programms „Energetische Stadtsanierung“ der KfW sowie an den Erkenntnissen der Forschung zur „Energetischen Stadterneuerung“ des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI) und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt-, und Raumforschung (BBSR) und den entsprechenden Leitlinien. In dessen Rahmen sowie anhand von Verbrauchswerten der Energieversorgungsunternehmen und der Vorbereitenden Untersuchungen für das Quartier wird die Bestandssituation aufgenommen.

Anschließend wird eine Potenzialanalyse der lokalen Ressourcen für eine nachhaltige Energieversorgung durchgeführt. Die Potenzialanalyse legt gemeinsam mit der Bestandsaufnahme den Grundstein für die Entwicklung geeigneter Maßnahmen für das Quartier. Neben den Potenzialen zur nachhaltigen Wärme- und Stromversorgung werden Potenziale zur Sanierung des Gebäudebestandes und der damit einhergehenden Bedarfsreduktionen untersucht. Flankiert werden die Potenziale in den drei Bereichen von Potenzialuntersuchungen zur Kopplung der Sektoren zur Identifikation möglicher Synergien. Insbesondere auch die Potenziale für Mobilitätsalternativen werden für das Quartierskonzept mitgedacht.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Ein Kernelement des Konzepts ist die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen, die konkrete Ansätze für das spätere Sanierungsmanagement beinhaltet. Diese bilden die Grundlage für die Umsetzung des Konzepts in den nächsten Jahren. Die Handlungsempfehlungen basieren auf Strategien und Maßnahmen, die im Rahmen des Projektes erörtert werden. Diese werden mit den betroffenen Akteuren des Kurviertels durch Öffentlichkeitsbeteiligungsmaßnahmen sowie der Teilnahme an Stadtratssitzungen besprochen und abgestimmt. Zusätzlich dazu werden die Klimaschutzpolitischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, die für die Umstellung auf treibhausgasneutrale Wärmeversorgung von Gebäuden entscheidend sind, aufgezeigt.

Abschließend wird ein Monitoring- und Durchführungskonzept die wichtigsten Aspekte des entwickelten Konzepts für die Implementierungsphase übersichtlich zusammenfassen und diesen als Zeitplan mit konkreten Maßnahmen – vor allem für die ersten Schritte – und Verantwortlichkeiten darstellen.

### **1.3. Bestehende Untersuchungen und Pläne**

Im Vorfeld des Energetischen Quartierskonzepts „Borkum Kurviertel“ wurden bereits unterschiedliche Untersuchungen durchgeführt, welche im Zuge der Bestandsaufnahme dabei helfen die Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet zu verstehen und sinnvolle Annahmen zu treffen. Insbesondere die Vorbereitende Untersuchungen für das Untersuchungsgebiet „Kurviertel“ auf der Insel Borkum, angefertigt von BPW Stadtplanung im Jahr 2021 dient als Grundlage für die städtebaulichen und sozialen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet. Weiterhin gibt das in 2018 angefertigte integrierte Städtebauliche Entwicklungskonzept (ISEK) Borkum, welches von BPW Stadtplanung in Kooperation mit Destination LAB und der BauBeCon erarbeitet wurde, weitere Einblicke in die sozialen, städtebaulichen und wirtschaftlichen Gegebenheiten der Insel Borkum und stellt Konzepte für die zukünftige Entwicklung der Insel dar. Als Grundlage der energetischen und technischen Umstände auf der Insel Borkum dient die „Machbarkeitsstudie zur Wärmeversorgung der Nordseeinsel Borkum“, welche im Jahr 2021 durch unsere Unternehmensgruppe angefertigt wurde. Neben der Beschreibung und Analyse der gegenwertigen Energieversorgung auf Borkum, wurden in der Machbarkeitsstudie bereits verschiedene Wärmeversorgungstechnologien untersucht und bewertet. Dies hilft vor allem dabei sinnvolle Annahmen bezüglich der Energiebedarfe und deren zeitlichen Verläufen zu treffen und bei der Bewertung verschiedener Energiepotenziale auf Borkum.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 2. Bestandsaufnahme

Für die Entwicklung eines ganzheitlichen, integrierten energetischen Quartierskonzeptes ist die Bestandsaufnahme des Projektgebiets als erster Schritt essenziell, da jedes Quartier sich durch eigene, meist baualtersgerechte Nutzungs- und Siedlungsstrukturen, Bauweisen und Eigentumsverhältnisse sowie energetische Ausgangssituationen und Herausforderungen auszeichnet.

Es wird an dieser Stelle von einer tiefergehenden städtebaulichen Analyse abgesehen. Im Vorfeld zum Energetischen Quartierskonzept fanden vorbereitende Untersuchungen nach § 141 BauGB statt, sie wurden im August 2021 beschlossen. Der Umgriff der vorbereitenden Untersuchungen sowie des energetischen Quartierskonzeptes sind deckungsgleich. In den vorbereitenden Untersuchungen sind die Problemlagen sowie städtebaulichen Missstände ausführlich geschildert. Es sind dort u.a. Karten und Aussagen zu den folgenden Themen: Nutzung, Stadtbild (u.a. denkmalgeschützte Gebäude), Eigentumsstruktur, Erschließung und Barrierefreiheit sowie Grün- und Freiflächen

### 2.1. Gebäudebestand

Im Untersuchungsgebiet befinden sich 276 Gebäude (bzw. Gebäudeabschnitte bei mehreren Nutzungsarten eines Gebäudes) mit einer Gesamt-Brutto-Geschossfläche von ca. 302.455 m<sup>2</sup>. Der Gebäudebestand ist geprägt von einem hohen Anteil an Hotelbetrieben, Ferienwohnungen (Beherbergung) sowie Klinik/Kur Einrichtungen. Diese haben einen Anteil von ca. 62 % (30 % Beherbergung, 18 % Klinik/Kur und 14 % Hotel) an der gesamten Geschossfläche der Gebäude im Kurviertel, während Wohngebäude lediglich einen Anteil von 8,5 % ausmachen. Viele Hotelanlagen besitzen gastronomische Einrichtungen im Erdgeschoss, welche jedoch nicht in die Geschossfläche der Hotels mit einfließt, sondern der Fläche der gastronomischen Einrichtungen zugerechnet wird. Ein Großteil der Gebäude mit (Ferien-)Wohnungen weisen eine Nutzung durch Einzelhandelsgeschäfte oder Gastronomie im Erdgeschoss auf.

Die nachfolgende Abbildung 1 und Tabelle 1 stellen die Gebäude im Untersuchungsgebiet mit den jeweiligen Nutzungsformen sowie den prozentualen Anteil der Nutzungsformen dar. Zur Abbildung 2 ist zu ergänzen, dass lediglich die Nutzungsarten im Erdgeschoss dargestellt sind. Da keine Daten zu den Nutzungsarten der darüberliegenden Geschosse verfügbar sind, müssen Annahmen getroffen werden. Es wird angenommen, dass sich die Nutzung für Einzelhandel und Gastronomie auf das Erdgeschoss beschränkt und darüber liegende Stockwerke zu 80 % als Ferienwohnungen und zu 20 % als Wohnsitz genutzt werden. Ist eine Nutzung als Gastronomie und Hotel angegeben wie beispielsweise beim Nordseehotel (Bubertstraße 9), wird angenommen, dass sich die gastronomische Nutzung auf das Erdgeschoss beschränkt und darüberliegende Stockwerke vollständig als Hotel genutzt werden.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

*Tabelle 1: Nutzungsarten im Kurviertel nach Geschossfläche, absolut und prozentual*

<b>Nutzungsart der Gebäude</b>	<b>Brutto-Geschossfläche (in m<sup>2</sup>)</b>	<b>Anteil an der Gesamt-Geschossfläche (in %)</b>
<b>Beherbergung</b>	90.320	30 %
<b>Klinik/Kur</b>	54.630	18 %
<b>Hotel</b>	42.020	14 %
<b>Kulturelle/soziale/öffentliche Einrichtungen</b>	34.320	11,3 %
<b>Wohnen</b>	25.900	8,5 %
<b>Gastronomie</b>	11.510	3,8 %
<b>Dienstleistungen</b>	11.255	3,7 %
<b>Gewerbe/Insellogistik</b>	10.705	3,5 %
<b>Einzelhandel</b>	10.045	3,3 %
<b>Leerstand</b>	6.320	2,1 %
<b>Sonderwohnformen</b>	5.430	1,8 %
<b>Gesamt</b>	<b>302.455</b>	<b>100%</b>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

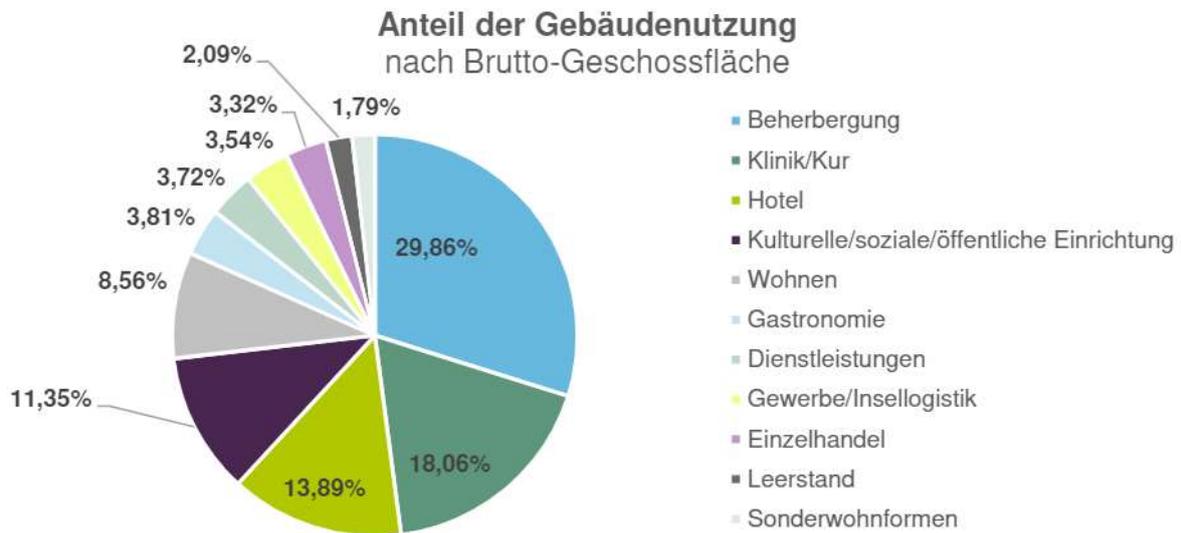


Abbildung 1: Anteile der Gebäudenutzung nach Brutto-Geschossfläche

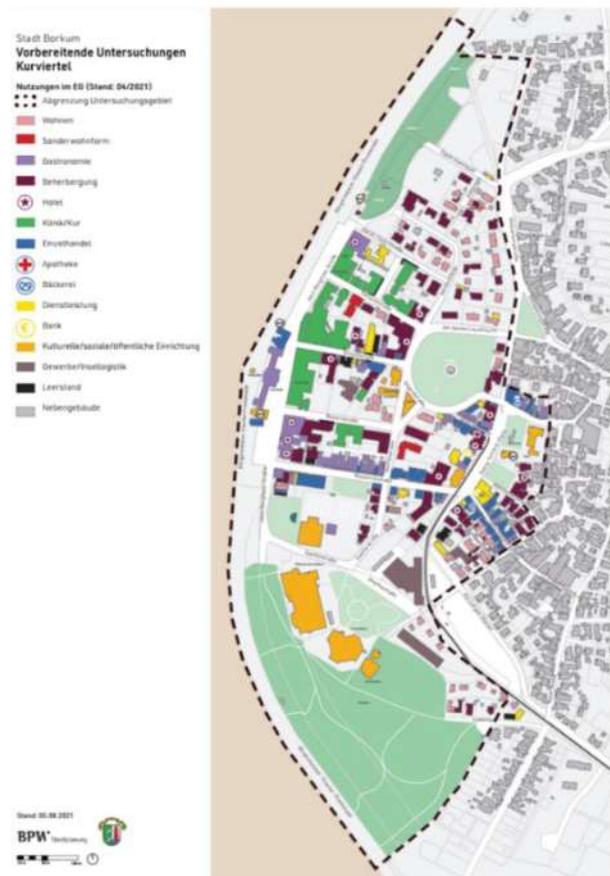


Abbildung 2: Gebäudenutzung im Untersuchungsgebiet<sup>1</sup>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## Eigentümerstruktur

Ein Großteil des Gebäudebestands im Kurviertel ist im Besitz privater Eigentümer. Im Untersuchungsgebiet gibt es über 800 Privateigentümer, wobei zu beachten ist, dass allein in der Immobilie „Haus Seeblick“ ca. 200 Wohnungen im Einzeleigentum sind. Ein Großteil der Eigentümer nutzt die Immobilie jedoch nicht als Hauptwohn- oder Arbeitsort<sup>1</sup>. Das Eigentum der AG Ems/Borkumer Kleinbahn konzentriert sich hauptsächlich im Süd-Osten des Kurviertels, entlang der Bahntrasse. Unter anderem besitzt die Borkumer Kleinbahn die Gebäude entlang des Bahnhofs Borkum (Nordseebad) in denen sich beispielsweise das Hotel VierJahresZeiten sowie das Casino befindet. Weiterhin ist der Busbahnhof sowie eine Werkstatt im Besitz der Borkumer Kleinbahn. Entlang der Goethestraße möchte die Borkumer Kleinbahn auf ihren Grundstücken drei Gebäude mit Betriebswohnungen errichten. Die Nordseeheilbad Borkum GmbH besitzt das Gezeitenland, die Wandelhallen inkl. des Musikpavillons sowie die Energiezentrale in der Bubertstraße, mit den zwei BHKWs und den drei Kesseln, welche das Fernwärmenetz im Kurviertel speisen. Die Stadt Borkum hat die Spielinsel, die Kulturinsel und die Touris-Information am Bahnhof als Gebäudebesitz sowie alle Straßenräume und der Kurpark. Weitere Eigentümer wie das Land Niedersachsen, das Wasser- und Schifffahrtsamt Emden, die Bundesrepublik Deutschland und die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) haben, einzelne kleinere Gebäude in ihrem Eigentum. Auch größere unbebaute Flächen sind im Besitz verschiedener Eigentümer. So ist der Kurpark beispielsweise ebenfalls im Besitz der Stadt Borkum.

## Geschossigkeit

Das Kurviertel ist entlang der orthogonal zur Jann-Berghaus-Straße verlaufenden Straßen (Goethestraße, Bismarckstraße, Bubertstraße, Strandstraße, Viktoriastraße und Gorch-Fock-Straße) von zwei- bis siebengeschossigen Gebäuden geprägt und erzeugt damit einen urbanen Raumcharakter, welcher im Norden durch eine Einfamilienhausbebauung mit ein- bis dreigeschossigen Gebäuden (Am Westkaap und Gorch-Fock-Straße) und im Süden zu den Solitärbauten mit Freizeitangeboten (Kulturinsel, Spieleinsel, Schwimmbad) führt<sup>2</sup>. Die Gebäude im Untersuchungsgebiet weisen ein bis maximal sieben Geschosse auf, wobei sich die siebengeschossigen Gebäude entlang der Jann-Berghaus-Straße konzentrieren. Abbildung 3 zeigt die Gebäude mit ihren jeweiligen Geschossigkeiten. Die Geschossigkeiten wurden mit Hilfe der Gebäudehöhen aus den Daten des Landesamts für Geoinformation und Landvermessung Niedersachsen (LGLN) bestimmt. Hierzu wurde eine Geschosshöhe von 3,3 m angenommen.

---

<sup>2</sup> Stadt Borkum Vorbereitende Untersuchungen gemäß § 141 Baugesetzbuch für das Untersuchungsgebiet „Kurviertel“ auf der Insel Borkum (Seite 20); BPW Stadtplanung; 2021

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

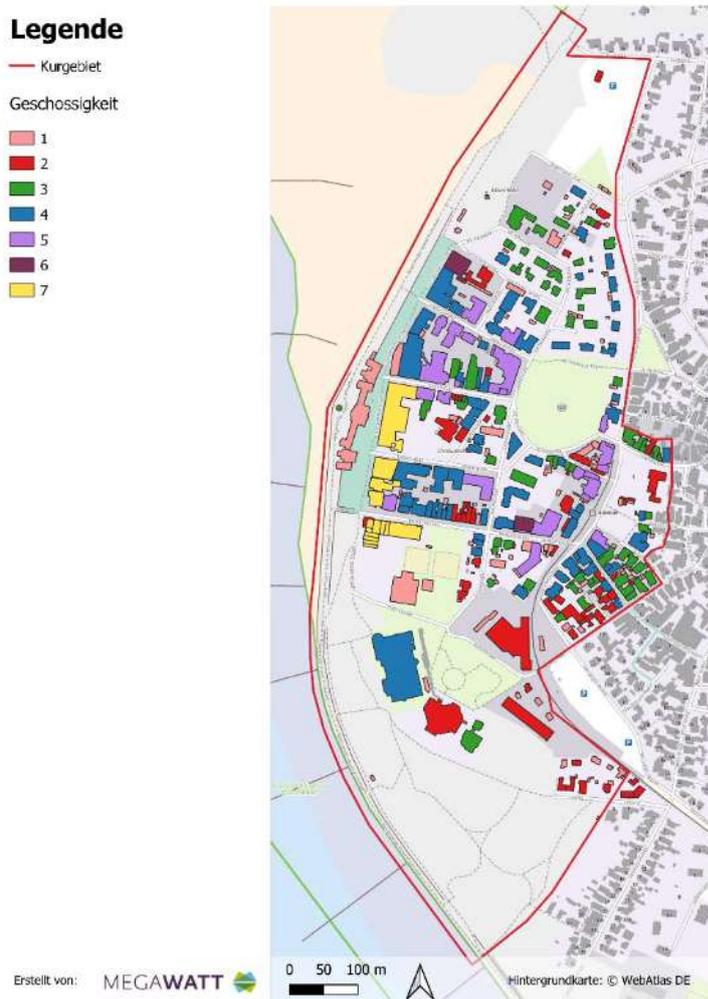


Abbildung 3: Geschossigkeiten der Gebäude im Kurviertel

## Baualtersklassen

Genauere Daten zu den Baualtersklassen der einzelnen Gebäude liegen nicht vor. Das Kurviertel ist in Teilen noch durch die Bäderarchitektur (zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts) und andererseits Bauten, welche im letzten Jahrhundert (vornehmlich in den 1960er bis 1980er Jahren) errichtet wurden, geprägt<sup>3</sup>. Es finden sich nur wenige Neubauten im Untersuchungsgebiet. Das südliche Kurviertel (Gezeitenland, Kulturinsel und Spielinsel) wurde erst seit den 1970er Jahren entwickelt, wobei die Spielinsel erst in den 1990er Jahren errichtet wurde. Die Bebauung des nördlichen Kurviertels (Gorch-Fock-Straße, Am Westkaap, Hindenburgstraße und Riffstraße) begann in den 1960er Jahren,

<sup>3</sup> Stadt Borkum Vorbereitende Untersuchungen gemäß § 141 Baugesetzbuch für das Untersuchungsgebiet „Kurviertel“ auf der Insel Borkum (Seite 19); BPW Stadtplanung; 2021

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

vornehmlich durch kleinteilige Wohnbebauung. Das Haus Seeblick entstand in den 1970er Jahren.

### **Sanierungsstand der Wohngebäude**

Für die Beurteilung des Sanierungsstands im Projektgebiet wurde durch BPW Stadtplanung das äußere Erscheinungsbild der Gebäude bewertet. Dabei wurde insbesondere der Fassadenzustand, Fenster, Türen und das Dach betrachtet. Es handelt sich somit um eine Abschätzung des baulichen und nicht des energetischen Sanierungsstands. Da jedoch die bewerteten Merkmale, besonders Fenster, Türen und das Dach großen Einfluss auf die Transmissionswärmeverluste von Gebäuden haben, lässt die bauliche Bewertung auch Rückschlüsse auf den energetischen Sanierungsbedarf zu. Nach der Inaugenscheinnahme der Gebäude wurden rund 52 % der Gebäude im Projektgebiet mit einem mittleren Sanierungsbedarf bewertet. Etwa 13 % der Gebäude weisen einen hohen Sanierungsbedarf auf. Folglich haben 35 % der bewerteten Gebäude einen niedrigen bzw. keinen Sanierungsbedarf. Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen eine Darstellung des geschätzten Sanierungsbedarfs der einzelnen Gebäude im Kurviertel nach Gebäudeanzahl und Brutto-Geschossfläche. Die hohe Anzahl an sanierungsbedürftigen Gebäuden ist auf die Errichtung vieler Gebäude seit den 1960er Jahren, bzw. auf Sanierungen Ende des letzten Jahrhunderts zurückzuführen. Eine Verortung der Gebäude mit dem zugehörigen Sanierungsbedarf ist in Abbildung 6 dargestellt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

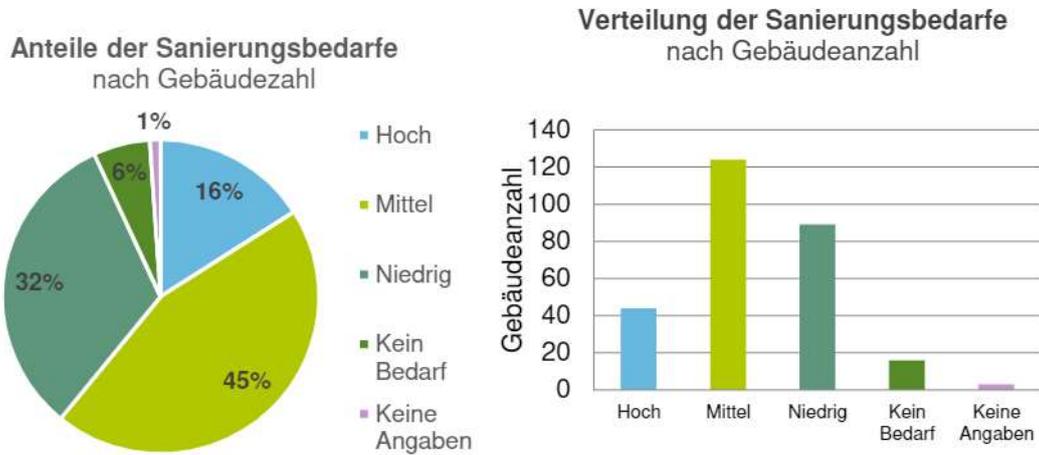


Abbildung 4: Anteile (links) und Verteilung (rechts) der baulichen Sanierungsbedarfe nach Gebäudeanzahl

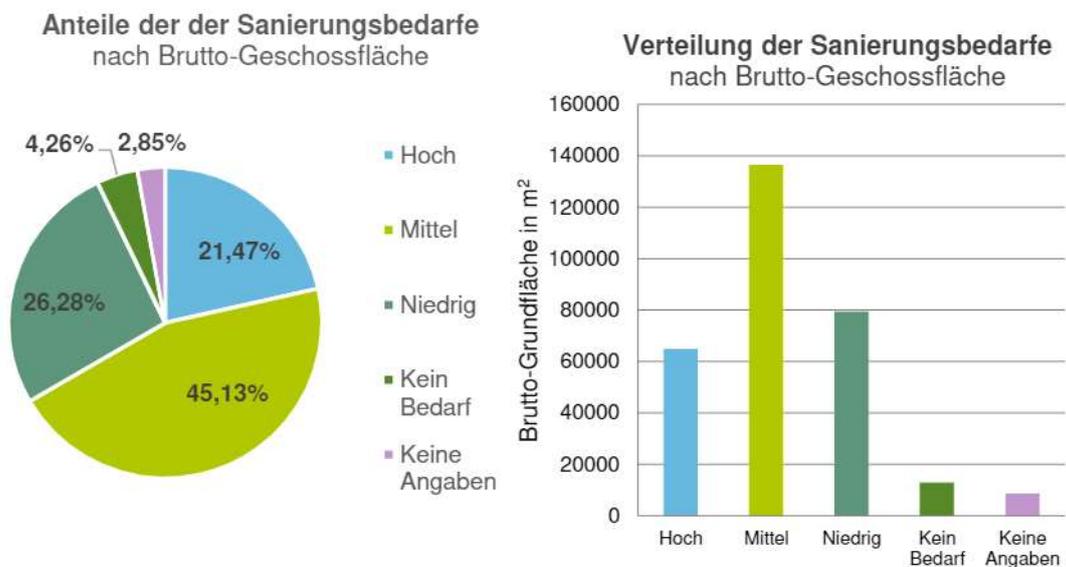


Abbildung 5: Anteile (links) und Verteilung (rechts) der baulichen Sanierungsbedarfe nach Brutto-Geschossfläche

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“



Abbildung 6: Bauliche Sanierungsbedarfe der Gebäude im Kurviertel<sup>4</sup>

## 2.2. Bevölkerung und Sozialstruktur

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Kaapdelle im Norden bis zur Straße Lüderitz im Süden. Neben dem historischen Kurviertel (Bismarckstraße, Bubertstraße, Goethestraße, Strandstraße, Viktoriastraße, Jann-Berghaus-Straße, Alter Postweg) werden auch die angrenzenden Bereiche des Kurviertels im weitesten Sinne einbezogen. So wird sowohl der gesamte Kurpark im Süden, der Parkplatz am Oppermann Pad im Norden und im Westen Teile des Ortszentrums untersucht. Das Gebiet ist ca. 45 ha groß. Im Westen wird das Untersuchungsgebiet vom Strand begrenzt, im Norden

<sup>4</sup> Datenquelle: Stadt Borkum Vorbereitende Untersuchungen gemäß § 141 Baugesetzbuch für das Untersuchungsgebiet „Kurviertel“ auf der Insel Borkum; BPW Stadtplanung; 2021

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

verläuft die Grenze entlang der Kaapdelle und im Osten entlang des Engel'se Pad und in der Verlängerung der Hindenburgstraße. Das Untersuchungsgebiet schließt den Georg-Schütte-Platz ein und nach Osten die Strandstraße mit einer Gebäudetiefe inkl. des Polizeigebäudes.

## Altersstruktur der Bevölkerung

Die Bevölkerung Borkums ist im Vergleich zum Kreisdurchschnitt älter. Der Anteil von unter 18-jährigen liegt mit 13 % unter dem von Niedersachsen und dem Landkreis Leer (beide 17 %). Es gab nach 2011 ein kurzes Wachstum, seitdem nimmt die Bevölkerungszahl ab. Das prognostizierte Bevölkerungswachstum (vgl. ISEK) ist nicht eingetreten. Die Bevölkerungsvorausberechnung von 2017 prognostizierte für 2025 12 % mehr Bewohner. Möglicherweise hat die Prognose den Bevölkerungstrend weitergezeichnet, der durch die Flüchtlingswelle 2015 einen besonderen Anstieg erfuhr.



Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung Borkum<sup>5</sup>

Die Bevölkerungsentwicklung ist maßgeblich auch von der Bereitstellung von Wohnraum abhängig. Auf Borkum sowie den anderen ostfriesischen Inseln gibt es einen starken Druck auf den Wohnungsmarkt. Zum einen ist Bauland endlich, aufgrund der hohen naturschutzrechtlichen Auflagen können nicht ohne weiters neue Bauflächen ausgewiesen werden. Zum andern gibt es eine hohen Quote von Ferienwohnungen oder Zweitwohnungen zu Lasten von Dauerwohnungen<sup>6</sup>. Durch angepasstes Planungsrecht und der BauGB Novelle von Mai 2017 und eine Verschärfung des § 22 BauGB (Bildung von Wohnungseigentum, Teileigentum, Wohnungserbbaurecht und Bruchteilseigentum kann auf Basis einer Satzung durch die Kommune gesteuert werden)

<sup>5</sup> Datenquelle: Stadt Borkum Vorbereitende Untersuchungen gemäß § 141 Baugesetzbuch für das Untersuchungsgebiet „Kurviertel“ auf der Insel Borkum; BPW Stadtplanung; 2021

<sup>6</sup> Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept (ISEK) Borkum; BPW Stadtplanung, Baumgart+Partner, DestinationLab, BauBeCon; 2018

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

wird versucht diese Entwicklung einzudämmen. Miet- und Kaufpreise sowie Bodenrichtwerte liegen daher in allen Segmenten deutlich über Kreisniveau. Im September 2020 hat der Landkreis Leer ein Wohnraumversorgungskonzept vorgelegt. Für Borkum liegt ein Steckbrief mit spezifischen Daten und Aussagen zu Handlungsbedarfen vor. „Die zielgruppenspezifische Wohnraumversorgung von allen Nachfragegruppen ist von hoher Relevanz. Dabei geht es sowohl, um finanziell leistbaren Wohnraum, als auch familien- und altersgerechten Wohnraum. Allerdings sind durch Insellage und Restriktionen die Wohnbauflächenpotenziale gering und eine Entlastung des stark angespannten Wohnungsmarktes durch Angebotsausweitung eingeschränkt.“ (empirica 2020). Durch eine zielgerechte Steuerung und der Schaffung von Wohnraum soll die Zahl der Bevölkerung mit Erstwohnsitz und der damit verbundenen Wohnraumnachfrage zukünftig stabilisiert werden.

Aufbauend auf der Untersuchung des Landkreises wird aktuell eine Wohnraumbedarfsanalyse durchgeführt, diese hat zum Ziel die Bedarfe zum spezifischen Wohnungsmarkt und die Potenziale für den Wohnungsbau zu quantifizieren. Insgesamt gibt es auf Borkum ca. 7.000 Wohnungen, davon rund 3.000 als Dauerwohnungen, der Rest sind Zweit- oder Ferienwohnungen. Zukünftig gilt es für die folgenden Gruppen Wohnraum zu schaffen: ältere Menschen, Saisonsarbeitskräfte und neue Arbeitskräfte, Auszubildende/Nestflüchter, Borkumer:innen in allen Lebensphasen. Es werden bis 2030 ca. 270 neue Wohnungen benötigt (Zwischenstand 2022 aus dem Wohnraumversorgungskonzept von protze+theilng).

Es handelt sich bei dem Untersuchungsgebiet Kurviertel nicht um ein klassisches Wohnquartier auf Borkum. Aufgrund der vielen touristischen Einrichtungen, Kurkliniken und Sondernutzungen gibt es nur vereinzelt Wohncluster, z.B. Wohnhäuser für Mitarbeitende. Es gibt relativ viele Zweitwohnungen oder Ferienwohnungen im Untersuchungsgebiet.

## **Sozialstruktur**

Der Tourismus bildet das Rückgrat der Wirtschaft Borkums. Im Jahresdurchschnitt sind auf Borkum 2569 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt, wobei knapp die Hälfte (47 %) im Gastgewerbe, Handel und Verkehr arbeitet, 43 % im Dienstleistungssektor und 10 % im produzierenden Gewerbe (Stand 2016, LSN). Bezogen auf die Einwohnerzahl von 5.008 im Jahr 2022 ergibt sich ein relativer Pendlersaldo von -1,86 % mit 301 Einpendlern und 394 Auspendlern (pendleratlas.de). Jährlich besuchten etwa 300.000 Touristen die Insel (vor 2020), die für rund 2.500.000 Übernachtungen sorgten.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 2.3. Energie- und Treibhausgas-Bilanz

Die Erstellung einer Gesamtenergie- und Treibhausgas-Bilanz (THG) dient der Bewertung der aktuellen energetischen Situation im Quartier und der Entwicklung gezielter Maßnahmen zur langfristigen Reduktion der THG-Emissionen. Der Energieverbrauch im Quartier setzt sich aus den einzelnen Verbräuchen in den Sektoren Wärme und Strom zusammen. Ziel dieser Bilanzierung ist es, die Energiebedarfe und die damit einhergehenden THG-Emissionen zu bilanzieren, um eine Grundlage für Modernisierungsmaßnahmen der Energieversorgung herzustellen und diese hinsichtlich ihrer ökologischen Vorteile bewerten zu können.

Die aktuelle Energieversorgung der Insel Borkum wird über eine Gasleitung und eine Stromleitung vom Festland sichergestellt. Das Kurgebiet hat neben dem Hafenbereich Reede den höchsten Energiebedarf der Insel. Die Stromleitung hat eine Anschlusskapazität von 10 MW.

### Strom

Der Strombedarf Borkums wird vornehmlich über den Festlandanschluss gedeckt. Weiterhin speisen auf der Insel drei erdgasbetriebene Bestands-BHKWs am Gezeitenland und an der Bubertstraße mit einer elektrischen Nennleistung von 140 bzw. 237 kW<sub>el</sub>, zwei Windenergieanlagen am Hafen mit einer elektrischen Leistung von jeweils 1,8 MW und ein Solarpark an der alten Mülldeponie Borkums mit einer Spitzenleistung von etwa 1,4 MWp in das Stromnetz ein. Zusätzlich sind auf Borkum dezentrale PV-Anlagen mit einer Leistung von etwa 270 kWp installiert. Die Haltwertzeit der beiden Windkraftanlagen (WEA) ist abgelaufen, es soll kein Repowering angestrebt werden, da der Deutsche Wetterdienst (DWD) eine Wetterradarstation auf der Reede plant und die Daten durch die WEA gestört werden.

Von diesen Anlagen befinden sich nur die BHKWs im Kurviertel. Alle Anlagen speisen in einem Gesamtstromnetz, das die ganze Insel mit Strom versorgt. Abbildung 8 zeigt den Lastverlauf des Stromverbrauchs der Jahre 2019 bis 2021 im Untersuchungsgebiet.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtansanierung“

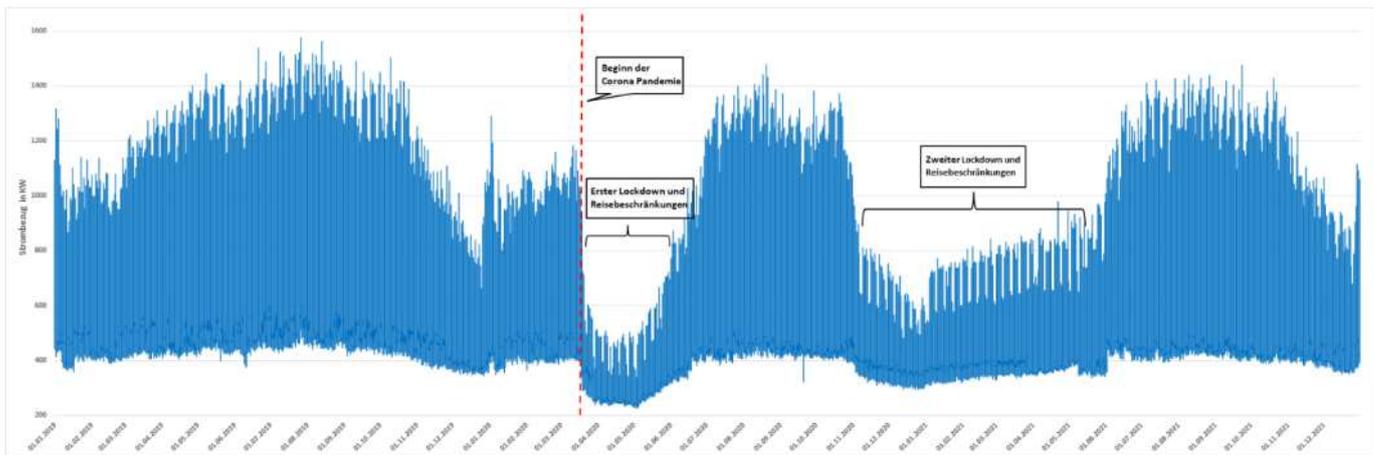


Abbildung 8: Stromlastgang Borkum Kurviertel 2019 – 2021

Es ist eine deutliche Minderung des Strombezugs im vom Tourismus geprägten Kurviertel mit Beginn der Corona Pandemie Mitte März 2020 zu erkennen. Die dem Netz entnommene Leistung fällt schlagartig von zu dieser Jahreszeit üblichen Spitzenwerten von etwa 1,1 MW auf untypische Spitzenleistungen von 500 bis 600 kW ab. Die Reduktion der entnommenen elektrischen Leistung um etwa 50% zeigt deutlich die Bedeutung des Tourismus für das Kurviertel, welcher durch den ersten landesweiten Lockdown und Reisebeschränkungen eingeschränkt wurde. Von Herbst 2020 bis zum Ende des Frühlings 2021 zeigen sich erneut untypisch geringe Strombezugswerte, welche sich als Folge des zweiten Lockdowns und Reisebeschränkungen ergeben. Neben den Auswirkungen der Corona-Pandemie bzw. der Abwesenheit der Touristen lässt sich jedoch auch erkennen, dass der Strombedarf in Zeiten mit geringen pandemiebedingten Beschränkungen, wie im Sommer 2020 oder in der zweiten Jahreshälfte 2021, schnell wieder auf ein typisches Niveau aus der Zeit vor der Pandemie steigt. Da der Lastverlauf der Jahre 2020 und 2021 aufgrund der Corona-Pandemie und den damit einhergehenden Beschränkungen untypische Strombedarfe aufweist, können diese Jahre nicht als Referenz für den tatsächlichen Strombedarf des Kurviertel herangezogen werden. Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass der Strombedarf zu Zeiten mit wenigen pandemiebedingten Beschränkungen wieder auf das Niveau vom Jahr 2019 steigt. Aus diesem Grund werden die Strombezugsdaten aus 2019 betrachtet, um den Bedarf des Kurviertels zu beschreiben. Abbildung 9 stellt den Lastverlauf des Strombezugs im Kurviertel dar. Der Lastgang zeigt starke Schwankungen im Tagesverlauf zwischen ca. 400 kW und 1,6 MW. Die jahreszeitlichen Schwankungen hingegen fallen geringer aus, so ist vor allem in den Wintermonaten, mit Ausnahme der Zeit um Weihnachten und Silvester, eine Reduktion des Strombedarfs erkennbar, während sich die Werte im restlichen Jahr nur leicht ändern und ihr Maximum in den Sommermonaten erreichen. Hier wird erneut die bereits beschriebene Bedeutung des Tourismus für das Kurviertel sichtbar.

Die Festland-Stromleitung Borkums verfügt über eine Kapazität von 10 MW. Wobei der Mittelwert des Strombezugs im Kurviertel 2019 etwa 800 kW betrug, während die Gesamtinsel 2019 einen durchschnittlichen Strombezug von etwa 2 MW hatte. Dies zeigt

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

zum einen die Bedeutung des Kurviertels als größten Verbraucher der Insel und die damit einhergehende Signifikanz der energetischen Optimierung des Kurviertels, um das Ziel einer emissionsfreien Insel bis 2030 zu erreichen. Weiterhin zeigt sich, dass es Potenzial zum Einsatz von Strom zur Wärmeversorgung gibt.

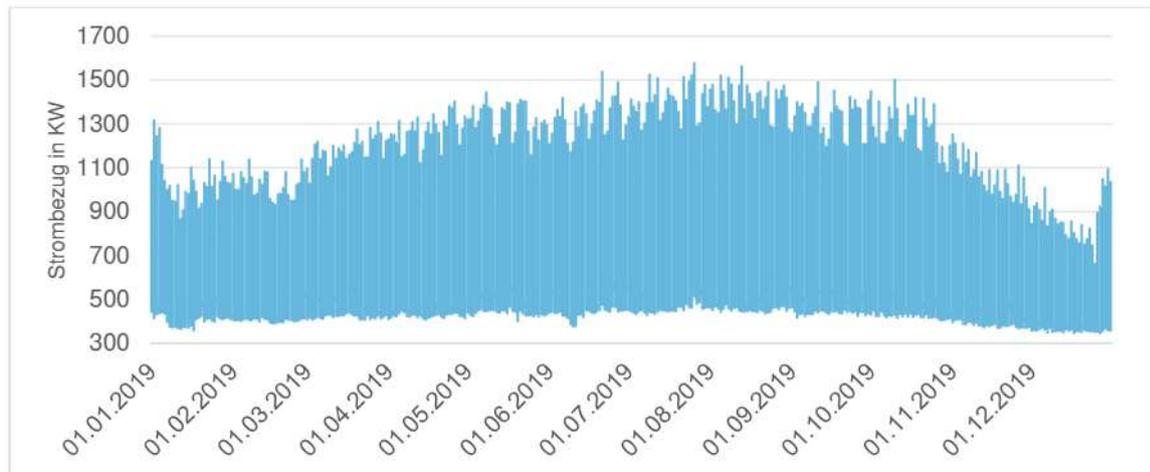


Abbildung 9: Stromlastgang Borkum Kurviertel 2019

**Im Jahr 2019 belief sich der gesamte Stromverbrauch des Kurviertels auf etwa 7,1 GWh, wovon 38,7% durch die Einspeisung der auf der Insel installierten Windenergieanlagen und PV-Anlagen gedeckt worden ist.** <sup>7</sup>

## Wärme

Der Wärmebedarf im Kurviertel wird über das Bestands-Fernwärmenetz mit den Energiezentrale „BubertråÙe“ und „Gezeitenland“ und annahmsweise über dezentrale Gaskessel in den Gebäuden, welche nicht an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, gedeckt. Die Speisung des Fernwärmenetzes übernehmen zwei Energiezentralen. Die Energiezentrale in der BubertråÙe besteht aus zwei Blockheizkraftwerken mit unterschiedlichen thermischen Leistungen von 215 bzw. 365 kW<sub>th</sub>. Zudem sind 4 baugleiche Gas-Brennwertkessel mit einer thermischen Leistung von jeweils 620 kW<sub>th</sub> sowie zwei Puffer-Wärmespeicher mit einem Fassungsvermögen von jeweils 20.000 Litern installiert. Insgesamt ergibt sich die Leistung aller Anlagen der Energiezentrale BubertråÙe zu 3.050 kW<sub>th</sub>. In der Energiezentrale im Gezeitenland befindet sich ein BHKW mit einer thermischen Leistung von 365 kW<sub>th</sub>, weiterhin sind drei baugleiche Brennwertkessel mit einer thermischen Leistung von jeweils 620 kW<sub>th</sub> sowie zwei Pufferspeicher mit einem Fassungsvermögen von jeweils 2.000 Litern verbaut. Insgesamt wird das Fernwärmenetz somit durch drei BHKWs und sieben Brennwertkesseln gespeist. Insgesamt ergibt

<sup>7</sup> <https://islander-project.eu/borkum/>; zuletzt abgerufen am 01.12.2023

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

sich die Leistung der Anlagen in der Energiezentrale Gezeitenland zu 2.225 kW<sub>th</sub>. Zum Peak-Shaving werden insgesamt vier Warmwasser-Pufferspeicher eingesetzt werden. Die nachfolgenden Abbildung 10 und Abbildung 11 zeigen die oben beschriebenen Erzeugungs- bzw. Speichertechnologien in der Energiezentrale Bubertstraße, die auf einer Begehung des Projektgebiets im Juli 2022 aufgenommen worden sind.



Abbildung 10: Gas-Brennwertkessel in der Energiezentrale Bubertstraße (links); Blockheizkraftwerke in der Energiezentrale Bubertstraße (rechts)



Abbildung 11: Pufferspeicher in der Energiezentrale Bubertstraße

Nachfolgend soll die grundlegende Vorgehensweise zur Ermittlung des Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet beschrieben werden.

Die Wärmeversorgung im Kurviertel basiert aktuell lediglich auf Erdgas als Energieträger. Das Fernwärmenetz wird durch insgesamt 3 Blockheizkraftwerke sowie sieben Brennwertkessel in den Energiezentralen in der Bubertstraße und im Gezeitenland

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

gespeist. Den Daten des Gasversorgers EWE ist zu entnehmen, dass das Kurviertel 2019 einen Gasverbrauch insgesamt von 48.531 MWh hatte. Der Erdgasbedarf zur Speisung des Fernwärmenetzes lässt sich durch Analyse von Erzeugungsdaten der Anlagen der Stadtwerke Borkum (KWK-Anteil ca. 67%, Brennwertkessel-Anteil ca. 33%), einem typischen mittleren Nutzungsgrad der Fernwärme-Kessel von 86,2 % und einem thermischen Wirkungsgrad der Blockheizkraftwerke von 54,8 % ( $365 \text{ kW}_{\text{th}}$  und  $215 \text{ kW}_{\text{th}}$ ) zu ca. 15.251 MWh bestimmen. Der übrige Gasverbrauch (ca. 33.280 MWh) ist dezentralen Gaskesseln in den Gebäuden ohne Fernwärmeanschluss zuzuschreiben. Der Wärmeabsatz des Fernwärmenetzes betrug 2019 rund 9.500 MWh<sub>th</sub> (Stadtwerke Borkum). Für die Gebäude mit dezentralen Wärmeerzeugern wird ein Kesselwirkungsgrad von 90 % (bezogen auf den Brennwert, H<sub>o</sub>) und ein Kesselnutzungsgrad von 86,2 % (H<sub>o</sub>) angenommen. Durch Verrechnung des Gasverbrauchs mit dem Nutzungsgrad der Kessel ergibt sich eine durch die dezentralen Kessel, bereitgestellte Wärmemenge von etwa 28.690 MWh<sub>th</sub> für die Gebäude ohne Fernwärmeanschluss. **Insgesamt hat das gesamte Untersuchungsgebiet folglich einen jährlichen Wärmebedarf von ca. 38.190 MWh<sub>th</sub>.**

Abbildung 12 stellt nachfolgende die Heizbedarfe der jeweiligen Gebäude im Untersuchungsgebiet dar. Große Verbraucher wie beispielsweise das Gezeitenland, die Nordseeklinik oder das BSW-Inselhotel Rote Erde sind schnell identifizierbar. Gerade große Verbraucher bieten ein hohes Einsparpotenzial durch energetische Sanierung und somit auch einen großen Effekt in der THG-Bilanz der Wärmeversorgung.

# Energetisches Quartierskonzept „Borkum Kurviertel“

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

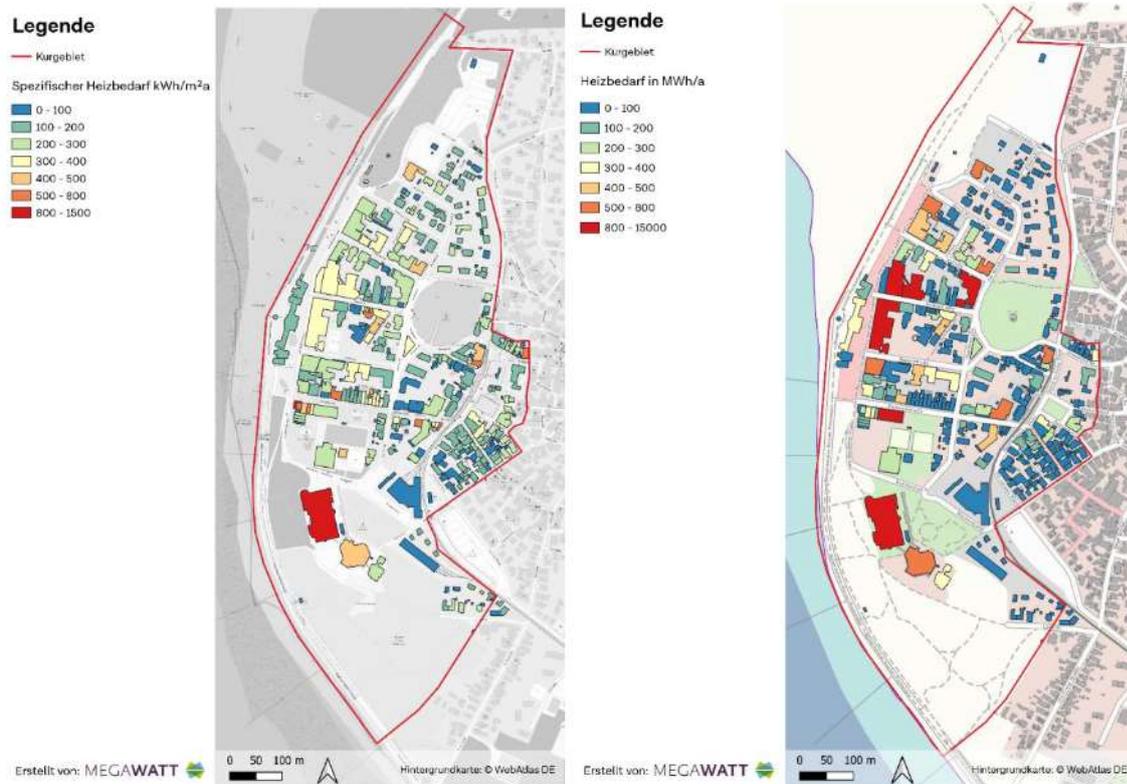


Abbildung 12: Heizbedarfe der Gebäude im Kurviertel: flächenspezifisch (links); absolut (rechts)

Weiterhin stellt Abbildung 13 eine Heat-Map des Kurviertels dar. Diese Darstellung ermöglicht die Identifikation von Gebieten mit hohe, konzentrierten Wärmebedarfen im Kurviertel. Auch hier zeigt sich ein auffällig hoher Wärmebedarf entlang der Jann-Berg-haus-Straße, an der sich große Verbraucher wie Hotels und die Klinik reihen. Weiterhin lässt sich auch hier das Gezeitenland als größter Verbraucher identifizieren.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

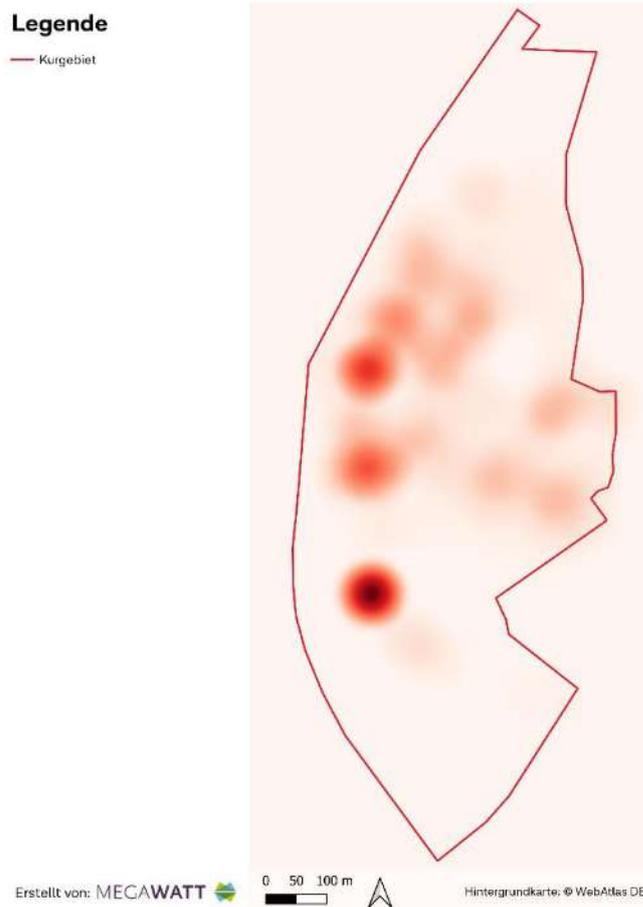


Abbildung 13: Heat-Map des Kurviertels

Da neben dem jährlichen Heizwärmebedarf auch der zeitliche Verlauf des Bedarfs, gerade in Hinblick auf die Gleichzeitigkeit von Bedarf und Erzeugung bei regenerativen Wärmequellen, eine wesentliche Rolle spielt, soll nachfolgend der Jahresverlauf des Wärmebedarfs im Kurviertel abgeschätzt werden. Der Lastgang wurde mit Hilfe des Wärmelastgangs für gesamt Borkum, welche aus der „Machbarkeitsstudie zur Wärmeversorgung der Nordseeinsel Borkum“ bekannt ist, abgeschätzt. Hierzu wurde der Lastgang der gesamten Insel auf den Wärmebedarf im Kurviertel herunter skaliert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 14 dargestellt. Der Lastgang der Heizwärme zeigt den erwarteten Verlauf mit einem hohen Heizwärmebedarf in den Wintermonaten zu Jahresbeginn, welcher im weiteren Verlauf zum Frühling hin sinkt, bis in den Sommermonaten zwischen Anfang Juni und Ende August, wo kein Heizwärmebedarf besteht. Ab September steigt der Bedarf an Heizwärme dann wieder in Richtung der kälteren Monate an. Auch der Trinkwarmwasserbedarf (TWW) im Kurviertel zeigt einen nachvollziehbaren Verlauf. In Zeiten außerhalb der Saison ist der TWW-Bedarf sichtbar geringer als zu Zeiten mit einer hohen Anzahl an Touristen auf der Insel. Anders als an Orten, an denen Tourismus keine wichtige Rolle einnimmt, ist der Bedarf an Trinkwarmwasser also nicht in etwa konstant über das Jahr, sondern er steigt mit der touristischen Aktivität auf der Insel. Es ist ein erster

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

deutlicher Sprung im TWW-Bedarf in der Zeit um Ostern zu erkennen. Danach sinkt der Bedarf wieder, bis Anfang Mai, wenn wieder mehr Touristen die Insel besuchen. Der erhöhte Bedarf hält sich über den gesamten Sommer, bis etwa Ende September. Die sinkende Touristenanzahl auf der Insel führt auch wieder zu einem geminderten TWW-Bedarf. Um die Weihnachtszeit bis hin zu Neujahr sind steigende Bedarfe an Trinkwarmwasser zu erkennen. Auch hier ist die Änderung maßgeblich mit der Zahl an Touristen auf der Insel zu begründen.

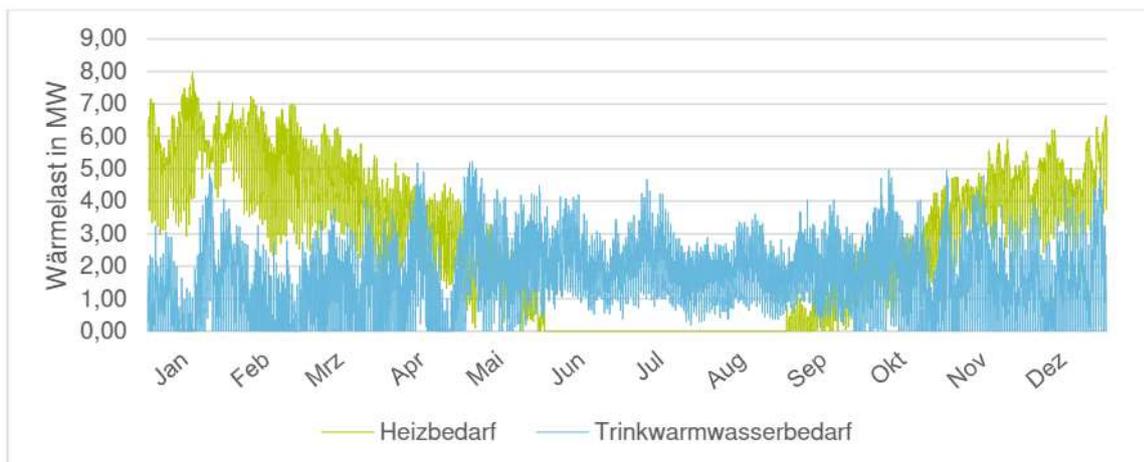


Abbildung 14: Wärmelastgang im Kurviertel (einzelne Darstellung)

Die nachfolgende Abbildung 15 zeigt den kumulierten Bedarf an Heizwärme und Trinkwarmwasser. Es wird ersichtlich, dass in den Wintermonaten vor allem der Bedarf an Heizwärme maßgeblich für den gesamten Wärmebedarf des Kurviertels ist, während in den Sommermonaten lediglich Wärme zur Trinkwarmwasserbereitstellung benötigt wird.

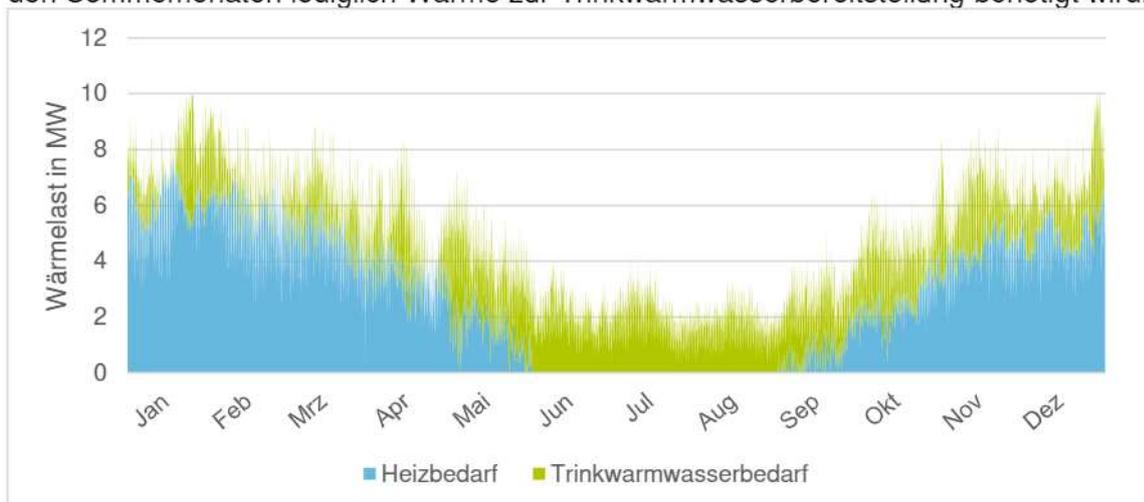


Abbildung 15: Wärmelastgang im Kurviertel (kumulierte Darstellung)

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Abschließend stellt Abbildung 16 den Gesamten Wärmebedarf (Trinkwarmwasser und Heizwärme) im Kurviertel dar. Die Spitzenlast des Wärmebedarfs im Kurviertel beträgt 10 MW. Die insgesamt benötigte Wärmemenge des Kurviertels beträgt 38.190 MWh/a und macht damit einen Anteil von etwa 29 % des gesamten Wärmebedarfs Borkums aus. Aufgrund des hohen Touristenaufkommens im Sommer und den damit verbundenen hohen Anteil an Trinkwarmwasserbedarf am Gesamtwärmebedarf wurde an dieser Stelle davon ausgegangen, dass der TWW-Bedarfsanteil 35 % und der Heizwärmebedarfsanteil 65 % des Gesamtwärmebedarfs beträgt. Diese Aufteilung wurde dem bereits bekannten jährlichen Wärmelastgang Borkums entnommen. Somit ergibt sich der Heizwärmebedarf zu 24.188 MWh/a und der Trinkwarmwasserbedarf zu 13.025 MWh/a.

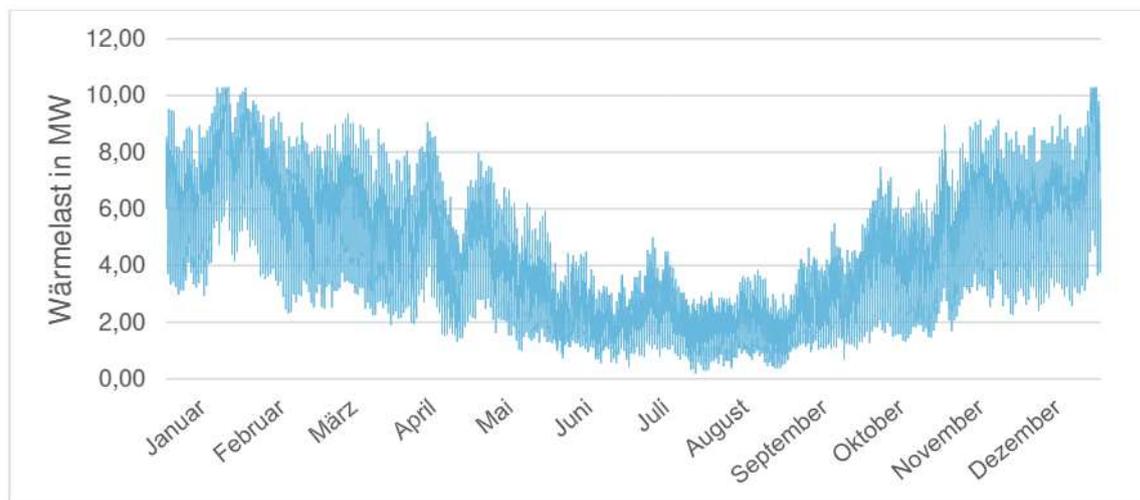


Abbildung 16: Wärmelastgang des Kurviertels

Die erzeugte elektrische Energie aus Windkraft und PV deckt rund 38,7 % des Strombedarfs der gesamten Insel<sup>8</sup>. Es wird angenommen, dass der Deckungsbeitrag im Kurviertel ebenfalls 38,7 % (ca. 2,75 GWh<sub>el</sub>) beträgt. Der restliche Strombedarf (4,35 GWh<sub>el</sub>) wird über die Blockheizkraftwerke und das öffentliche Stromnetz gedeckt. Wie bereits beschrieben stellen die drei bestands BHKW's rund 67 % der Wärmemenge des Fernwärmenetzes (6.365 MWh<sub>th</sub>) bereit. Die verbleibenden 33 % (3.135 MWh<sub>th</sub>) werden durch die 7 Brennwertkessel gedeckt. Der elektrische Wirkungsgrad der Blockheizkraftwerke beträgt ca. 35,7 % (140 kW<sub>el</sub>) bzw. 35,4 % (237 kW<sub>el</sub>). Der Brennstoffbedarf der Blockheizkraftwerke beträgt insgesamt rund 11.615 MWh. Es wird davon ausgegangen, dass zwei BHKW's mit einer Leistung von 365 kW<sub>th</sub> und 237 kW<sub>el</sub> sowie ein BHKW mit einer Leistung von 215 kW<sub>th</sub> und 140 kW<sub>el</sub> installiert sind. Aufgrund mangelnder Daten zu den Betriebszeiten der einzelnen BHKW's wird angenommen, dass alle Blockheizkraftwerke dieselbe Volllaststunden pro Jahr haben, wodurch der elektrische Wirkungsgrad zu 35,5 % gemittelt wird. Folglich ergibt sich die jährlich durch die BHKW's bereitgestellte elektrische Energie zu 4.123 MWh. Als Diskrepanz zwischen erzeugter und

<sup>8</sup> <https://islander-project.eu/borkum/>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

verbrauchter elektrischer Energie ergeben sich lediglich 227 MWh, welche dem öffentlichen Stromnetz entzogen werden. Die nachfolgende Tabelle stellt noch einmal die bereitgestellten Energiemengen der jeweiligen Erzeuger dar. Die vollständige Energiebilanz ist in Tabelle 2 dargestellt.

*Tabelle 2: Energiebilanz: Strom- und Wärmebereitstellung und -verbrauch*

Erzeuger	Wärmemenge [MWh]	Strommenge [MWh]
2x BHKW (365 kW <sub>th</sub> , 237 kW <sub>el</sub> )	4.917	3.183
1x BHKW (215 kW <sub>th</sub> , 140 kW <sub>el</sub> )	1.448	940
7x Brennwertkessel	3.135	0
<b>Zwischensumme Energiezentrale Burtstraße und Gezeitenland</b>	<b>9.500</b>	<b>4.123</b>
Dezentrale Gaskessel	28.690	0
Regenerative Erzeuger (PV- und Windenergie)	0	2.750
<b>Netzbezogener Strom</b>	<b>0</b>	<b>227</b>
<b>Energieverbrauch</b>	<b>38.190</b>	<b>7.100</b>

Die THG-Emissionen im Untersuchungsgebiet werden nach der Stromgutschriftmethode bilanziert. Die Bilanz umfasst somit alle Strom- und Wärmeverbräuche, die innerhalb des Kurviertels anfallen. Die THG-Emissionen werden ermittelt, indem die spezifischen THG-Emissionsfaktoren (g/kWh) der jeweiligen Energiequelle mit den bereitgestellten Energiemengen der einzelnen Erzeuger (kWh) verrechnet werden. Für die Strommenge, welche aus dem öffentlichen Netz bezogen wird, ist der spezifische THG-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes (2019) angesetzt. Tabelle 3 stellt die spezifischen THG - Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren der jeweiligen Energiequellen dar.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Tabelle 3: Spezifische THG-Emissionen und Primärenergiefaktoren der Energiequellen

	THG-Emissionsfaktor <sup>9</sup> [g <sub>CO2äq</sub> /kWh]	Primärenergiefaktor [-]
Strommix (DE, 2019)	427	1,8
Erdgas (Hs)	202,76	1,1
Erneuerbare Energie- quellen (Windenergie, Photovoltaik)	0	0

Die THG-Emissionen der BHKW's werden nach der Stromgutschriftmethode berechnet. Wie bereits beschrieben, stellen die drei BHKW's in den Energiezentralen rund 4.123 MWh elektrische Energie zur Verfügung. Mit der Annahme, dass alle BHKW's dieselbe Betriebszeit haben, ergibt sich der Gasverbrauch der beiden großen BHKW's mit einer elektrischen Leistung von 237 kW zu 8.916 MWh und 2.655 MWh für das kleinere BHKW mit einer elektrischen Leistung von 140 kW. Durch Verrechnung der Gasverbräuche mit dem elektrischen Wirkungsgrad der jeweiligen BHKW's und dem spezifischen Emissionsfaktor für Erdgas ergibt sich die THG-Emission der Stromgestehung der beiden großen BHKW's zu insgesamt 645 t<sub>CO2äq</sub> und 191 t<sub>CO2äq</sub> für das kleinere BHKW.

Zur Ermittlung der THG-Emissionen, welche bei der Wärmebereitstellung der BHKW's anfällt, wird der spezifische Emissionsfaktor für Erdgas mit der gesamten Brennstoffmenge der jeweiligen BHKW's verrechnet, anschließend werden die THG-Emissionen, welche der Strombereitstellung zugeschrieben wurden, von dem Ergebnis abgezogen, um die Emissionen der Wärmeerzeugung zu erhalten. Folglich ergeben sich die THG-Emissionen für die Wärmeerzeugung der BHKW's zu ca. 1.173 t<sub>CO2äq</sub> für die beiden großen BHKW's und ca. 346 t<sub>CO2äq</sub> für das kleine BHKW.

Die THG-Emissionen der übrigen Erzeuger berechnen sich durch Multiplikation der bezogenen Brennstoffmenge, welche zur Bereitstellung der jeweiligen Energiemenge benötigt wird, mit dem spezifischen Emissionsfaktor des bezogenen Brennstoffs. Die sieben Brennstoffkessel in den beiden Energiezentralen benötigen ca. 3.637 MWh Erdgas für die Bereitstellung der 3.135 MWh Wärme. Es ergibt sich eine THG-Emission von etwa 737 t<sub>CO2äq</sub>. Die Wärmeversorgung durch dezentrale Gaskessel in den Gebäuden ohne Wärmenetzanschluss hat einen Brennstoffverbrauch von 33.280 MWh und somit THG-Emissionen in Höhe von rund 6.748 t<sub>CO2äq</sub>.

<sup>9</sup> Tabelle 11 Seite 92; [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc\\_08-2023\\_dekarbonisierung\\_von\\_energieinfrastrukturen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_08-2023_dekarbonisierung_von_energieinfrastrukturen.pdf); zuletzt abgerufen am 01.03.2023

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Durch Verrechnung der netzbezogenen Strommenge mit dem Emissionsfaktor für den deutsche Strommix ergeben sich Emissionen von rund 98 t<sub>CO2äq</sub>. Die Energieumwandlung aus regenerativen Quellen (Wind und PV) wird mit einem spezifischen THG-Emissionsfaktor von 0g<sub>CO2äq</sub>/kWh bewertet und verursacht somit keine Emissionen.

**Die Energieversorgung des Kurviertels hat somit 2019 THG-Emissionen in Höhe von 9.938 t<sub>CO2äq</sub> verursacht**, wobei der Großteil der Emissionen (ca. 91 %) der Wärmeversorgung zuzuschreiben ist.

Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung werden von den dezentralen Gaskesseln in den Gebäuden ohne Fernwärmeanbindung mit einem Anteil von etwa 75 % dominiert. Dies zeigt eindrücklich die Signifikanz der Wärmeversorgung auf dem Weg zu einer klimaneutralen Energieversorgung des Kurviertels. Die THG-Bilanz ist in Tabelle 4 dargestellt.

Der Primärenergieverbrauch der einzelnen Erzeuger ergibt sich durch Multiplikation des jeweiligen Brennstoffverbrauchs mit dem Primärenergiefaktor. Auch hier wird die Energieumwandlung aus erneuerbaren Quellen mit einem Faktor von 0 bewertet, es wird also keine Primärenergie für regenerative Erzeugung benötigt. **Der gesamte Primärenergiebedarf für die Energieversorgung des Untersuchungsgebiets in 2019 ergibt sich zu 53.796 MWh**, wobei etwa 48.849 MWh auf die Wärmeerzeugung entfallen und ca. 4.947 MWh auf die Erzeugung elektrischer Energie. Der Primärenergiebedarf der Stromerzeugung fällt deshalb so gering aus, da der Primärenergiebedarf analog zur Stromgutschriftmethode berechnet wurde. Diese Methode führt dazu, dass sowohl THG-Emissionen als auch der Primärenergiebedarf für die Stromerzeugung durch KWK-Anlagen geringer ausfallen als für die Wärmeerzeugung. Die abschließenden Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 4 dargestellt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Tabelle 4: Erzeuger im Vergleich: THG-Emissionen und Primärenergiebedarf

Erzeuger	THG-Emissionen [t <sub>CO2äq</sub> ]		Primärenergie [MWh]
2x BHKW (365 kW <sub>th</sub> , 237 kW <sub>el</sub> )	<u>Strom</u> : 645	<u>Wärme</u> : 1.173	9.867
	Gesamt: 1818		
1x BHKW (215 kW <sub>th</sub> , 140 kW <sub>el</sub> )	<u>Strom</u> : 191	<u>Wärme</u> : 346	2.909
	Gesamt: 537		
7x Brennwertkessel	737,4		4.001
<b>Zwischensumme Energiezentrale Buberstraße und Gezeitenland</b>	<b>3.092,4</b>		<b>16.777</b>
Dezentrale Gaskessel	6.747,7		36.607
Regenerative Erzeuger (PV- und Windenergie)	0		0
Netzbezogener Strom	97,8		412
<b>Summe</b>	<b>9.938</b>		<b>53.796</b>

Die folgende Abbildung 17 stellt abschließend die THG-Emissionen in Abhängigkeit des Sektors sowie die THG-Emissionen der einzelnen Umwandlungstechnologien (Wärme, Strom) dar. Abbildung 18 zeigt den Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf sowie die THG-Emissionen der jeweiligen Sektoren im Untersuchungsgebiet.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

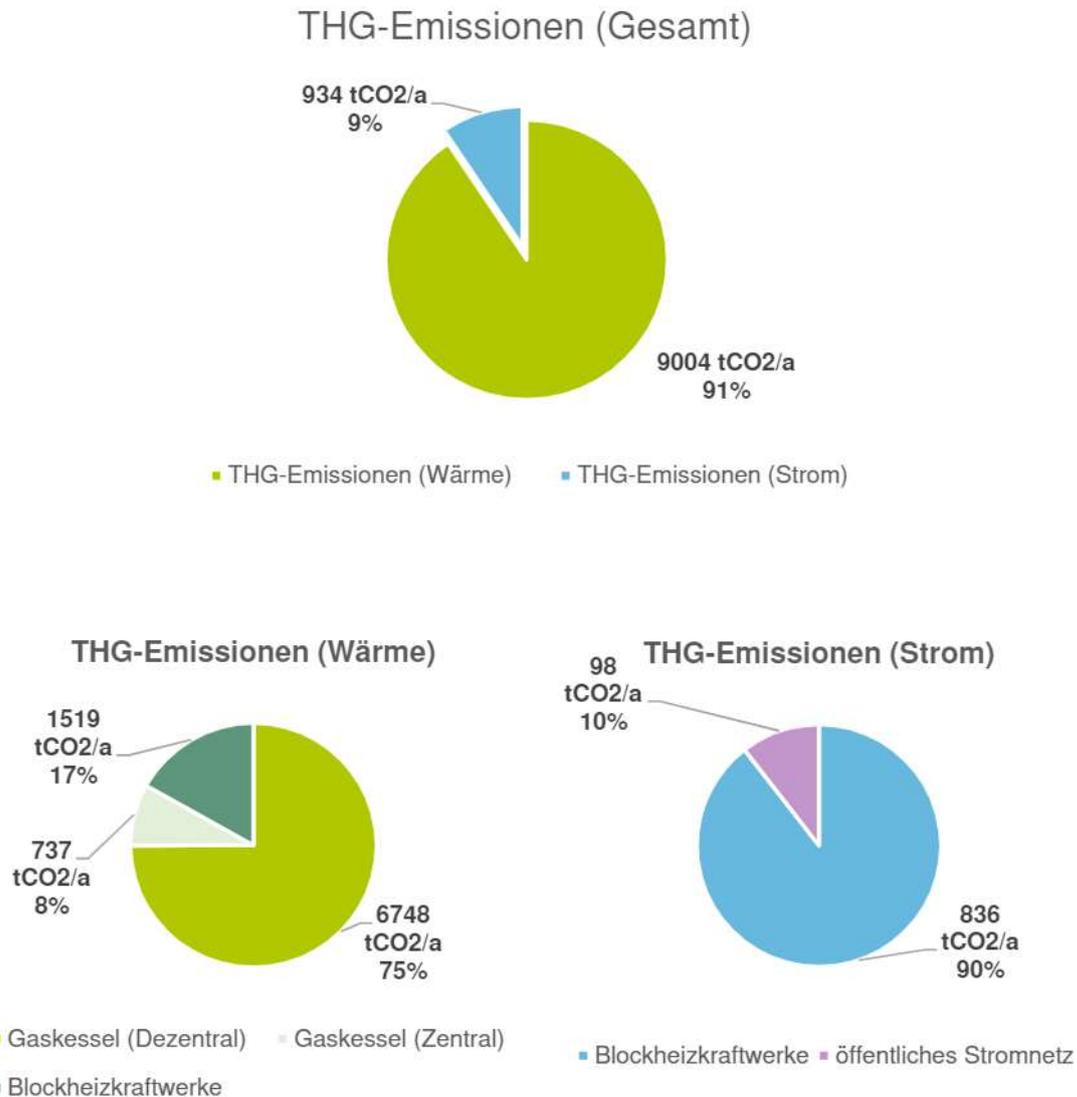


Abbildung 17: THG- Emissionen: nach Sektor (oben); der einzelnen Umwandlungs-  
technologien in Abhängigkeit des Sektors (Wärme unten links, Strom un-  
ten rechts)

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

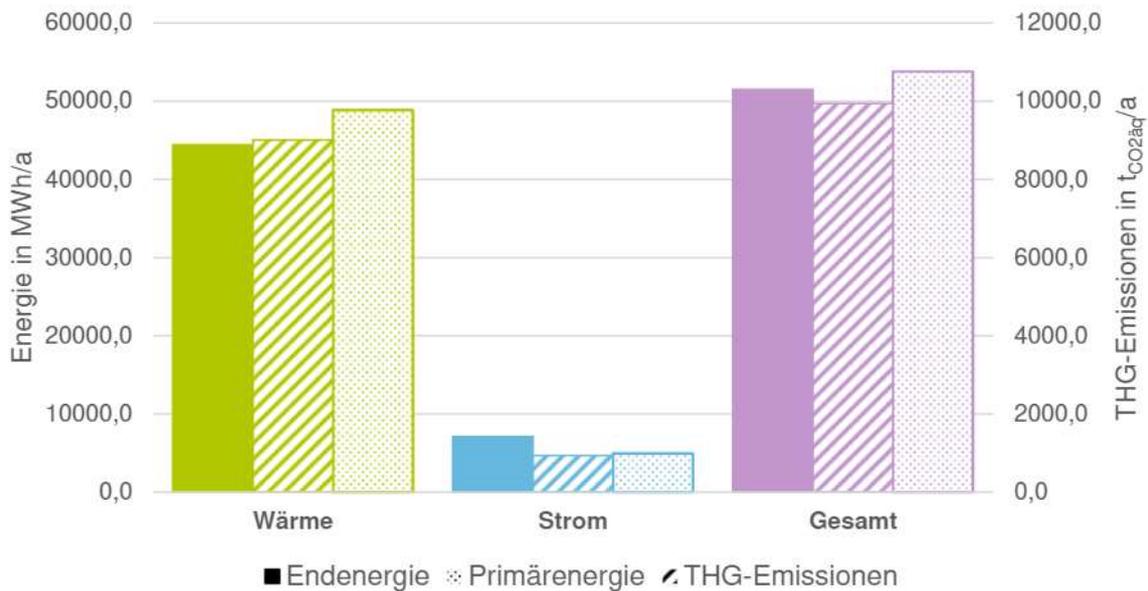


Abbildung 18: THG-Emissionen, Primärenergiebedarf und Endenergie der Sektoren

## 2.4. Mobilität

In diesem Kapitel werden die Ausgangsbedingungen für ein umweltfreundliches Mobilitätsverhalten der Bewohner\*innen anhand der Themen Öffentlicher Personennahverkehr, Fuß- und Radverkehr (Aktive Mobilität (AM)), motorisierter Individualverkehr sowie weitere Mobilitätsangebote beschrieben.

Borkum und Norderney sind die einzigen nicht-autofreien ostfriesischen Inseln. Auf der Insel sind über 2.000 PKW gemeldet, davon 3,2 % batterieelektrisch. Seit 2010 ist die Zahl der auf der Insel gemeldeten PKW leicht zurückgegangen<sup>10</sup>. Es gibt Borkumer\*innen, die ihr Auto auf dem Festland parken, die Anzahl ist unbekannt.

Die längste Strecke, die mit dem Auto auf Borkum zurückgelegt werden kann, um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen und dabei keine Umwege zu machen, sind 15 km.

Es gibt 394 Borkumer\*innen, die auspendeln und 301 Festlandbewohner\*innen, die zum Arbeiten auf die Insel einpendeln. Der genaue Anteil der mit dem Auto pendelnden Personen ist unbekannt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass der Anteil wegen der hohen Kosten verschwindend klein ist.

<sup>10</sup> Kraftfahrt-Bundesamt; 2023

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Die Insel kann mit einer Fähre, einem Katamaran oder einem Flugzeug erreicht werden. Auf der Fähre können Fahrzeuge mitgenommen werden. Jedes zusätzliche Fahrzeug (Fahrrad / Auto) ist mit Kosten verbunden. Ein kleines Auto (3,6 m lang) kostet von Eemshaven 133,60 €. Einwohner\*innen, die Wohnsitz und Arbeitsplatz auf Borkum nachweisen können, zahlen die Hälfte. Für Fahrräder zahlt man ab 12,00 €.

Touristen und Touristinnen auf Borkum bleiben im Durchschnitt 7,5 Tage<sup>12</sup>. Nur ein geringer Anteil von 2 % bleibt weniger als 3 Tage<sup>11</sup>. In der Tendenz steigt dieser Anteil aber<sup>12</sup>. 55 % der Gäste kommen mit dem Auto auf die Insel. 90 % der Gäste verneinen eine Notwendigkeit eines eigenen Autos auf der Insel<sup>12</sup>. Der Großteil aller Autofahrten der Gäste fällt für das Einkaufen an.

In der Saison ist der Autoverkehr auf Borkum stark eingeschränkt. Borkum ist zugunsten des Fuß- und Radverkehrs in unterschiedliche Verkehrszonen unterteilt. In der Stadtmitte liegt die „rote Zone“, welche in der Saison den Kraftverkehr (mit Ausnahme von Ver- und Entsorgung sowie An- und Abreisen) gänzlich untersagt. Umliegende Wohngebiete liegen in der „blauen Zone“. Hier gilt ein Verbot für Kraftfahrzeuge zwischen 21:00 und 07:00 Uhr<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> Mobilitätskonzept Borkum, SHP Ingenieure, 2013

<sup>12</sup> Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept (ISEK) Borkum; BPW Stadtplanung, Baumgart+Partner, DestinationLab, BauBeCon; 2018

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtansanierung“

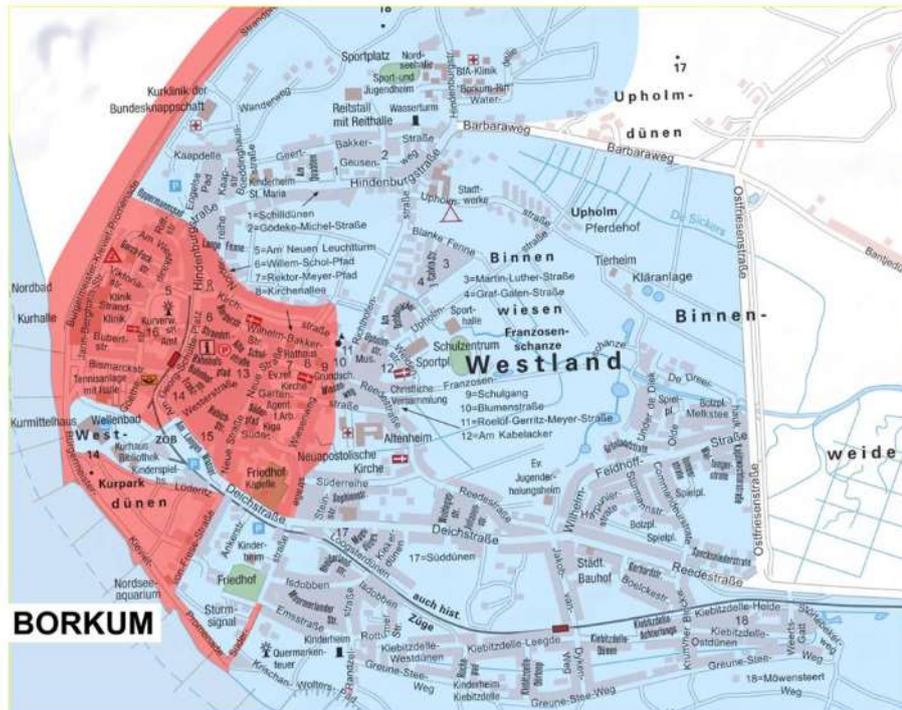


Abbildung 19: Verkehrszonen auf Borkum: Einschränkung des Autoverkehrs in der Stadtmitte und umliegenden Wohngebieten während der Saison

Die Bismarckstraße, die Franz-Habich-Straße sowie Teile der Wilhelm-Bakker-Straße und der Strandstraße sind Fußgängerzonen ohne oder mit beschränktem Radverkehr. Zwischen Hindenburg- und Deichstraße existiert in Nord-Süd-Richtung eine Fahrradstraße. Es gibt umfangreiche Fahrradwegweisungen, die es ermöglichen ausgewiesenen Ziele ganz ohne Karte erreichen zu können. Die Fahrradwegweisungen sind zudem so konzipiert, dass Routen mit wenig Autoverkehr und um vorhandene Fußgängerzonen herum bevorzugt werden.

Neben der Errichtung von verkehrsberuhigten Zonen versuchen verschiedene Akteure auf Borkum die Mobilität auf der Insel durch unterschiedliche Angebote nachhaltig und zukunftsweisen zu gestalten. Es gibt die Borkumer Taxivereinerung. Die Borkumer Kleinbahn hat bereits 2017 den ersten Elektrobus auf Borkum eingeführt. 2019 wurde dann der zweite Elektrobus in Betrieb genommen. Die Busse laden nachts mit 75 kW Leistung je Bus. Neben den Elektrobusen betreibt die Borkumer Kleinbahn einen Gelenkbus und zwei weitere Busse. Die Linie fährt seltener als einmal die Stunde. Es werden Erkundungstouren über die Insel für Touristen angeboten.

Weiterhin sind auch öffentliche Fahrzeuge, wie Polizei- oder Postautos teilweise elektrisch. Die Fahrzeugflotte der Stadtwerke Borkum ist bereits vollelektrisch. Neben den Bussen ist auch die historische Borkumer Kleinbahn auf der Strecke zwischen Reede und dem Stadtzentrum im Einsatz, um Touristen eine An- und Abfahrt ohne

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

eigenen PKW zu ermöglichen. Entsprechend orientiert sich die Taktung an den An- und Abfahrtszeiten der Fähren. Die Bahn wird aktuell noch mit Öl betrieben, Pläne des H<sub>2</sub>Watt-Projekts wollen die Bahn jedoch zukünftig mit Wasserstoff antreiben. Der Umstieg auf die öffentlichen Verkehrsmittel wird durch den von der AG Ems organisierten kostenpflichtigen Gepäcktransport von der Fähre zum Bahnhof Borkum oder direkt zur Unterkunft zusätzlich erleichtert.

Die Stadtwerke Borkum haben seit 2015 drei E-Ladesäulen, welche zu 100% mit Ökostrom betrieben werden, installiert. Die Ladesäulen befinden sich auf den öffentlichen Parkplätzen „Am Langen Wasser“ (195 Stellplätze), am Oppermans Pad (240 Stellplätze) und in der Ankerstraße (295 Stellplätze). Die AC-Ladesäulen der Parkplätze am „Oppermans Pad“ und „Ankerstraße“ können bis zu 22 kW abrufen. Der Parkplatz „Am Langen Wasser“ verfügt über eine AC/DC-Ladesäule mit gegebenenfalls 50 kW Leistung. Ebenfalls vorhanden ist eine Ladesäule für Elektro-Fahrräder. Darüber hinaus bieten die Stadtwerke seit 2018 einen E-Carsharing-Dienst namens „Elektro Ahoi“ an. Aktuell besteht die Flotte aus zwei Elektro-Autos, welche ebenfalls mit 100% Ökostrom betrieben werden. Für den Carsharing-Dienst gibt es zwei weitere Ladepunkte an der Upholmstraße und am Nordufer. Zukünftig soll dieser Dienst weiter ausgebaut werden.

Auf der Insel gibt es in Teilen eine Parkraumbewirtschaftung (4,00 €/24h, 0,5 €/h für Kurzzeitparken, 80 €/Monat, 150 €/a). Batterieelektrische Fahrzeuge parken überall kostenlos. Der Parkplatz „Am Langen Wasser“ ist aus einer Fördermaßnahme entstanden und deswegen von der Parkraumbewirtschaftung ausgenommen.

An den Endpunkten der Fahrradwegweisungen „Hauptstrand“ und „Zentrum“ gibt es einige Fahrradabstellanlagen. Laut dem ISEK aus dem Jahr 2018 das bestehende Fahrradwegenetz zu erweitern und auszubauen. Zudem wird die Entwicklung und Umsetzung eines Fahrradstellplatzsystems gefordert, welches das Wiederauffinden des eigenen Fahrrads erleichtert und das wahllose und störende Abstellen von Fahrrädern im Kurviertel verhindern soll.

Die ergriffenen Maßnahmen und Entwicklungen zeigen, dass Borkum sich den zukünftigen Anforderungen an die Mobilität bewusst ist und die Mobilitätswende fördert.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 3. Potenzialanalyse

In diesem Kapitel werden verschiedene Aspekte der energetischen Potenzialanalyse eines Quartiers behandelt, darunter die Steigerung der Energieeffizienz durch Gebäudesanierung, die Umstellung auf erneuerbare Wärme- und Stromversorgung, Sektorenkopplung und Mobilität im Kontext der nachhaltigen Energieversorgung.

### 3.1. Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung

Die nachfolgenden Szenarien verfolgen das Ziel, die THG-Emissionen langfristig zu reduzieren. Hierbei liegt der Fokus zunächst auf dem Heizwärmeeinsparpotenzial, beispielsweise durch umfangreiche Dämmungsmaßnahmen. Der Sanierungsanteil bezieht sich auf den Prozentsatz der Gebäude im Kurviertel, die bis zum jeweiligen Jahr renoviert werden sollen. Ein höherer Sanierungsbedarf bedeutet in der Regel, dass mehr Renovierungsarbeiten notwendig sind, um den Energieverbrauch – vor allem den Heizwärmebedarf – des Gebäudes zu reduzieren, im Vergleich mit einem Gebäude mit einem niedrigen Sanierungsbedarf. In Tabelle 5 werden Sanierungspotenziale, die zur Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs dienen, aufgeführt. Dort wird den Gebäuden je nach aktueller Sanierungsbedarf einem Heizwärmeeinsparpotenzial zugeordnet. Darüber hinaus werden Annahmen bzgl. der Anteile der Gebäude im Kurviertel, die bis 2030 und 2045 potenziell saniert werden, aufgeführt. Die Gebäude sind dabei in drei Kategorien eingeteilt: hoher, mittlerer und niedriger Sanierungsbedarf. Die angenommenen Werte werden nach Durchführung der Sanierungskonzepte für sechs modellhafte Gebäude im Kurviertel verifiziert bzw. etwaige Abweichungen und deren Einfluss auf dem gesamtheitlichen Energiekonzept bewertet.

*Tabelle 5: Das Heizwärmeeinsparpotenzial verschiedener Gebäudekategorien mit Angabe des Sanierungszeitplans*

<b>Aktueller Sanierungsbedarf</b>	<b>Heizwärmeeinsparpotenzial</b>	<b>Sanierungsanteil bis 2030</b>	<b>Sanierungsanteil bis 2045</b>
<b>Hoch</b>	50 %	25 %	100 %
<b>Mittel</b>	25 %	25 %	50 %
<b>Niedrig</b>	10 %	10 %	25 %

Gebäude der Kategorie „hoch“ weisen den höchsten Sanierungsbedarf auf. Es wird davon ausgegangen, dass dafür ein Einsparpotenzial durch umfassende Sanierungsmaßnahmen von 50 % erreicht werden kann, somit kann der Heizwärmebedarf halbiert werden. Bis 2030 sollen 25 % dieser Gebäude saniert werden, bis 2045 alle Gebäude mit

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

einem hohen Sanierungsbedarf. In der Kategorie „mittel“ beträgt das Einsparpotenzial 25 %. Bis 2030 sollen 25 % der Gebäude saniert werden, bis 2045 die Hälfte. Die Kategorie „niedrig“ weist das geringste Einsparpotenzial von lediglich 10 % auf. Bis 2030 sollen 10 % dieser Gebäude saniert werden, bis 2045 ein Viertel.

Tabelle 6: Die Entwicklung des Heizwärmebedarfs verschiedener Gebäudekategorien

Aktueller Sanierungsbedarf	Aktuell	2030	2045
<b>Heizwärmebedarf in MWh</b>			
<b>Hoch</b>	8.582	7.510	4.291
<b>Mittel</b>	10.686	8.682	6.678
<b>Niedrig</b>	5.554	5.054	4.304
<b>Summe</b>	<b>24.821</b>	<b>21.245</b>	<b>15.274</b>
<b>Gesamtwärmebedarf in MWh bei TWW = 13.365 MWh</b>			
<b>Summe</b>	<b>37.187</b>	<b>34.610</b>	<b>28.639</b>

Der Heizwärmebedarf der drei Gebäudekategorien reduziert sich gemäß diesem Sanierungsplan. **So nimmt der Bedarf nach aktuellen Annahmen bis 2030 um 14 % und bis 2045 um 38 % voraussichtlich ab.**

Wie bereits beschrieben besteht der Gesamtwärmebedarf eines Gebäudes aus dem Heizwärme- und Trinkwarmwasserbedarf. Um die Auswirkung der Sanierung der größten Wärmeverbraucher im Kurviertel zu untersuchen, wurde der Gesamtwärmebedarf der 20 größten Verbraucher ermittelt. Dieser beläuft sich auf insgesamt 19.098 MWh pro Jahr, welches die Hälfte des gesamten Wärmebedarfs des Kurviertels entspricht. Der jährliche Wärmebedarf der 10 größten Verbraucher beläuft sich auf 13.932 MWh bzw. 36 % des Wärmebedarfs des Kurviertels.

In Abbildung 20 sind die 20 größten Verbraucher aufgeführt und nach ihrem Verbrauch farblich gruppiert. Folglich wird durch Sanierungsmaßnahmen an diesen Verbrauchern eine erhebliche Reduktion des Wärmebedarfs des Kurviertels erwartet.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

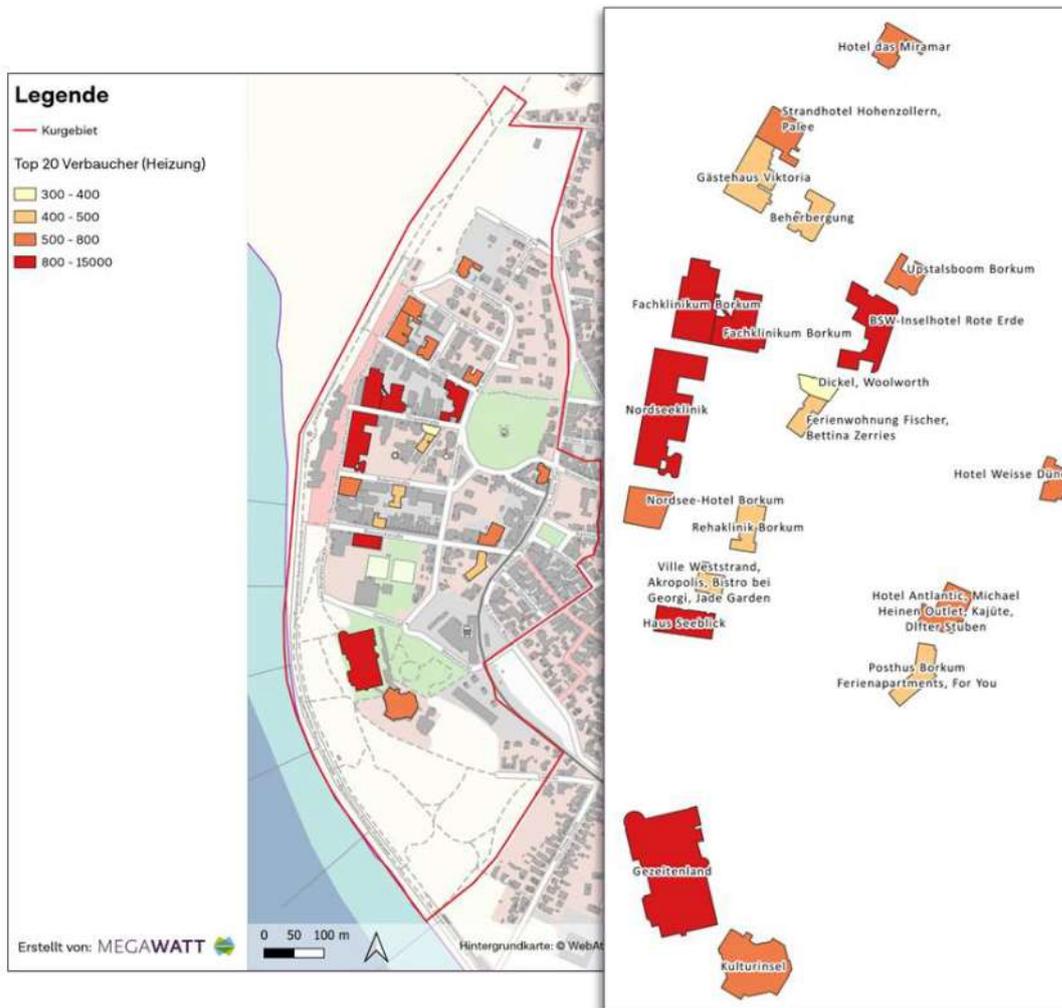


Abbildung 20: Die 20 größten Verbraucher des Kurviertels

## 3.2. Erneuerbare Wärmeversorgung

In diesem Abschnitt werden die erneuerbaren Wärmequellen erörtert und ihre Verfügbarkeit im Kurviertel geprüft. Das Potenzial der Wärmeversorgung aus diesen Quellen wird – sofern vorhanden – dem prognostizierten Wärmebedarf für das Jahr 2030 gegenübergestellt. In 2030 soll Borkum und damit das Kurviertel emissionsfrei mit Energie versorgt werden. Der Wärmebedarf wird bei stetiger energetischer Gebäudesanierung eine sinkende Tendenz haben. Deckung des Wärmebedarfs in 2030 mit erneuerbaren Wärmequellen bedeutet damit auch Deckung des voraussichtlich geringeren Wärmebedarfs in 2045. Im Folgenden wird auf die einzelnen Technologien zur Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Quellen eingegangen.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

### 3.2.1. Power-to-Heat

Power-to-Heat bezieht sich auf die Umwandlung elektrischer Energie in Wärmeenergie und wird in der Regel in Verbindung mit der Nutzung von zeitweiligen Stromüberschüssen verwendet. Überschussstrom entsteht oft durch erneuerbare Energiequellen wie Wind- oder Solarenergie und kann genutzt werden, um Wärme zu erzeugen. Dies kann durch verschiedene Technologien, z. B. Wärmepumpen oder Elektrokessel erfolgen. Die Verwendung von Power-to-Heat kann dazu beitragen, den Anteil erneuerbarer Energien im Energiesystem zu erhöhen.

Da die Entwicklung der Wärmeversorgungskonzepte auf Borkum durch die begrenzte Kapazität der Stromleitung vom Festland auf maximal 10 MW erschwert wird, stellt der Umgang mit Power-to-Heat eine Herausforderung dar. Dies ist in Abbildung 21 durch die hellblaue Fläche dargestellt, die die maximale verfügbare Strommenge für die Wärmegewinnung auf Borkum darstellt.

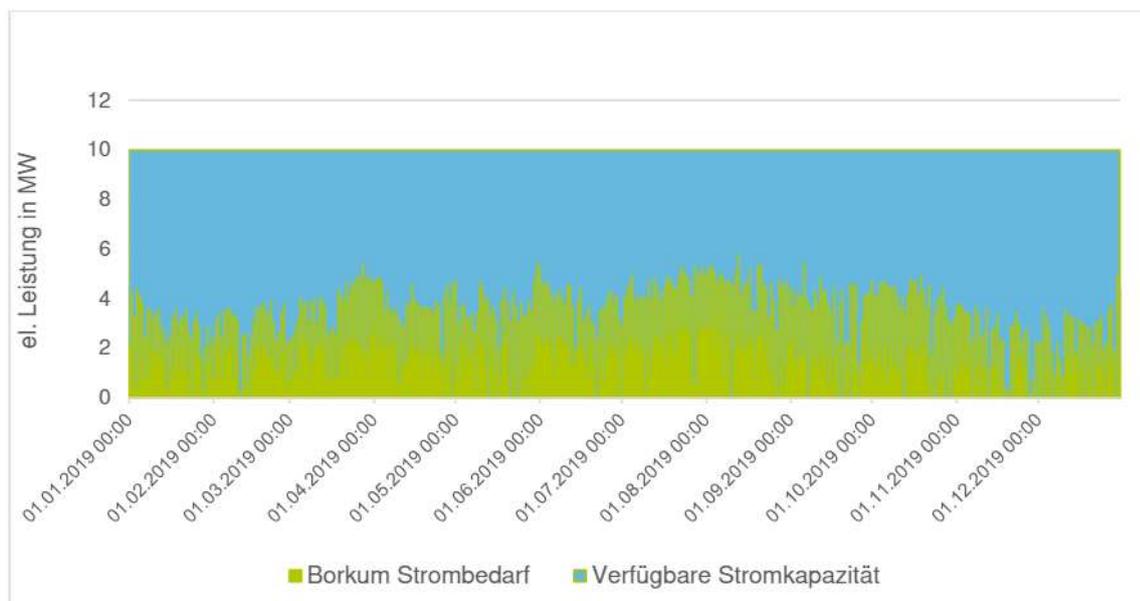


Abbildung 21: Verfügbare Stromkapazität über das Jahr

Insgesamt stehen jährlich knapp 70 GWh Strom für die Wärmegewinnung auf der gesamten Insel zur Verfügung, wobei eine elektrische Leistung von 8 bis 10 MW 50 % der Zeit im Jahr zur Verfügung steht (s. Abbildung 22). Demgegenüber stehen 6 bis 8 MW elektrische Leistung für 44 % der Zeit zur Verfügung, während die verfügbare Leistung lediglich bei 6 % der Zeit unterhalb von 6 MW liegt. Der verfügbare Strom aus der Festlandleitung ist für die Insel Borkum vorgesehen, sodass im Rahmen des energetischen Quartierskonzepts fürs Kurviertel darauf geachtet wird, dass das Kurviertel dem entsprechend seines Wärmebedarfs zuzuordnenden Anteil an Strommenge sowie -leistung nicht übersteigt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

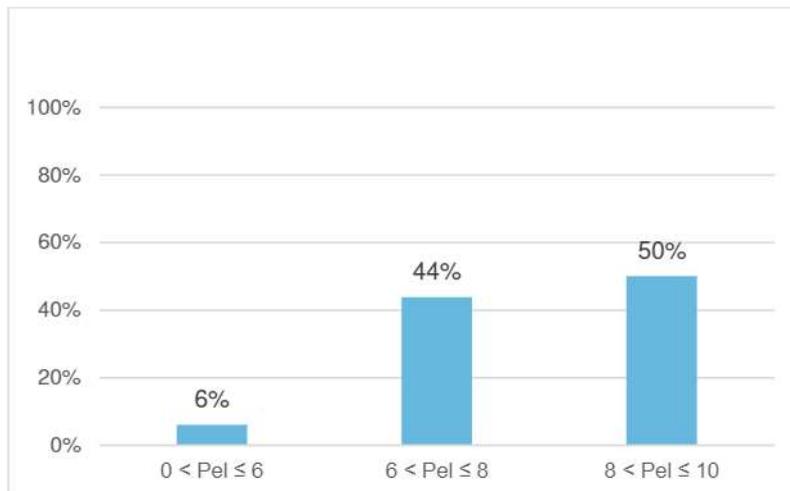


Abbildung 22: Häufigkeitsverteilung der verfügbaren elektrischen Leistung über das Jahr

Durch den Einsatz von Strom können Wärmepumpen Umweltwärme aus verschiedenen Quellen wie der Außenluft, der Erdwärme oder Abwasserquellen wie Abwassersielen auf ein höheres Temperaturniveau bringen und somit nutzbar machen. Die Umweltwärme wird mithilfe von Rückkühlwerken bei der Nutzung von Außenluft oder durch Erdsonden bzw. Erdkollektoren bei der Verwendung von Erdwärme gewonnen.

### 3.2.2. Luft-Wärmepumpen

Luft-Wärmepumpen nutzen die Umweltwärme aus der latenten Energie der Außen- oder Abluft. Zur Übertragung der Wärme von der Luft auf das Trägermedium in der Wärmepumpe werden Luftkühler oder Rückkühler eingesetzt. Diese Wärme wird dann durch das Verdichten des Trägermediums auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben, um den Wärmebedarf des Verbrauchers zu erfüllen.

Um den voraussichtlich im Jahr 2030 anfallenden Wärmebedarf im Kurviertel durch Wärmepumpen zu decken, werden laut einer ersten Abschätzung jährlich etwa 13,6 GWh Strom und eine maximale elektrische Leistung von ca. 5,6 MW benötigt, wenn eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3 angenommen wird. Die JAZ gibt das Verhältnis zwischen der abgegebenen Wärme und der zugeführten elektrischen Energie an und ist somit ein Maß für die Effizienz einer Wärmepumpe über das gesamte Jahr hinweg. Da diese Leistung nicht zu jedem beliebigen Zeitpunkt im Jahr verfügbar ist, ist für eine Aussage über die technische Eignung von Luft-Wärmepumpen für die Wärmeversorgung des Kurviertel eine detailliertere, stundengenaue Betrachtung notwendig.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

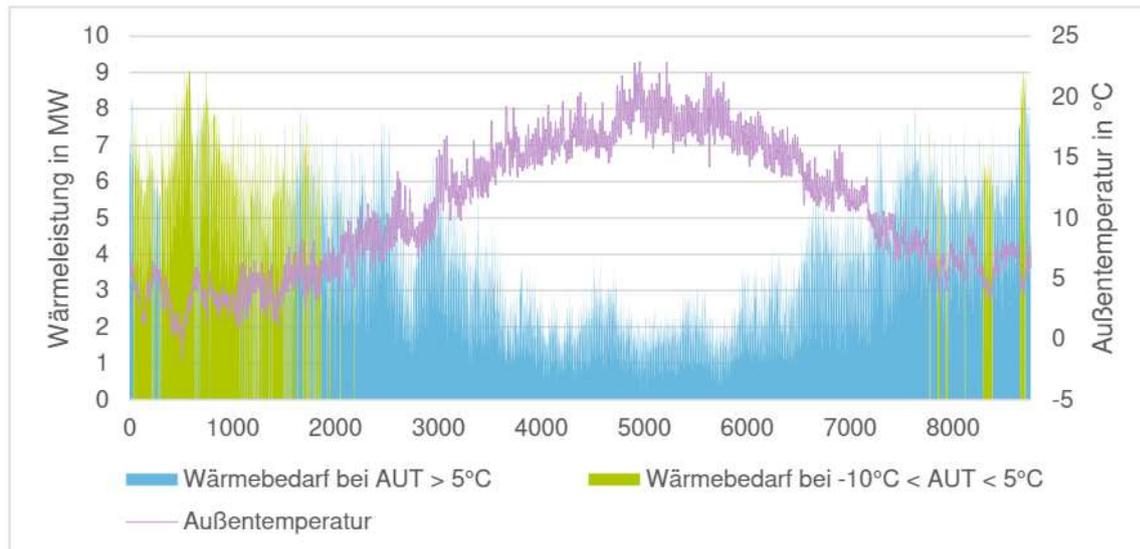


Abbildung 23: Jährlicher Verlauf des Wärmebedarfs bei Unterscheidung zwischen Außenlufttemperatur über und unter 5 °C.

Luft-Wärmepumpen können ab einer Außenlufttemperatur (AUT) von ca. 5°C effizient eingesetzt werden. Auf der Insel Borkum fällt etwa 71% des Wärmebedarfs bei einer Außenlufttemperatur über 5°C an, während ca. 29% bei einer Temperatur unter 5°C anfällt (s. Abbildung 23). Dies liegt an dem speziellen Nutzungsverhalten auf der Insel, wo der Tourismus vorwiegend in den Sommermonaten stattfindet und somit ein höherer Wärmebedarf im Sommer besteht. Außerdem ist die durchschnittliche Außenlufttemperatur auf Borkum höher als in anderen Regionen Deutschlands.

Zusätzlich zu den genannten Faktoren ist es auch wichtig beim Einsatz von Luft-Wärmepumpen sicherzustellen, dass ausreichend Platz für Rückkühlwerke vorhanden ist und dass **eine sorgfältige Abwägung zwischen der verfügbaren Stromanschlussleistung und der erforderlichen Stromanschlussleistung** erfolgt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

### 3.2.3. Geothermische Nutzung durch Erdwärmesonden

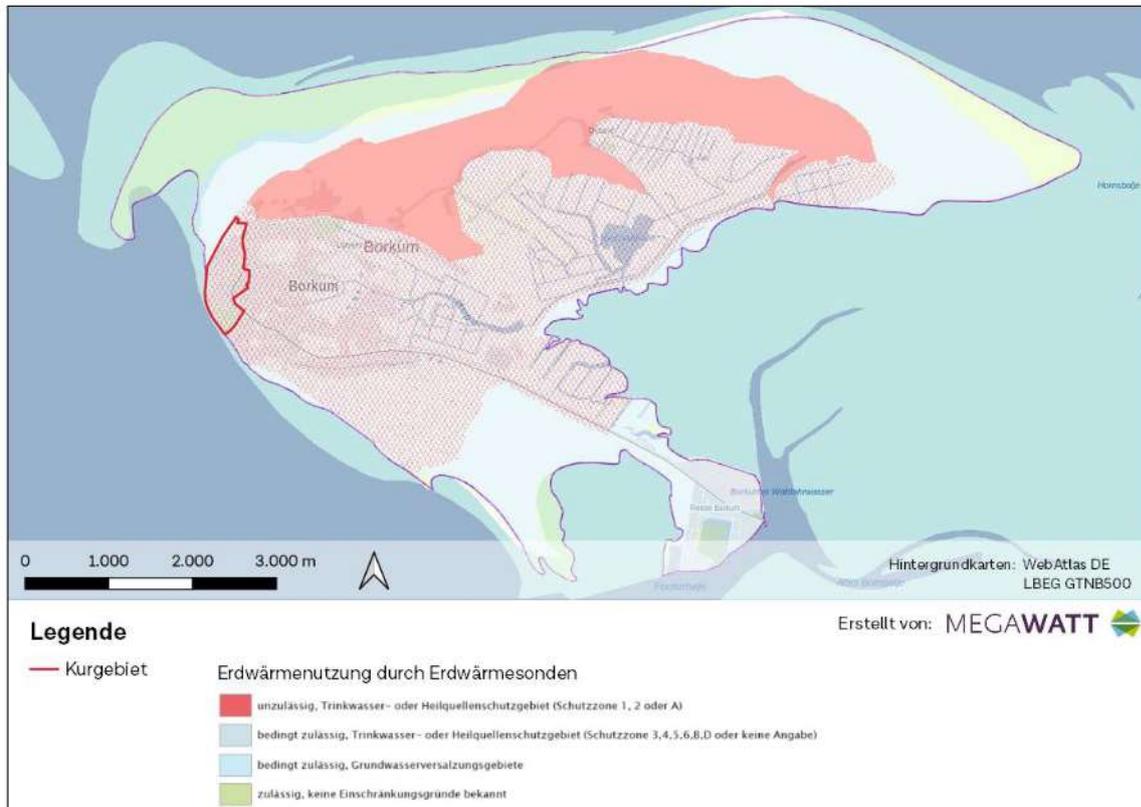


Abbildung 24: Einschränkungen zur geothermischen Nutzung durch Erdwärmesonden auf Borkum

Die geothermische Nutzung durch Erdwärmesonden erfolgt durch das Einlassen von U-Sonden in den Boden bis zu einer Tiefe von 100 bis 150 Metern. Dabei wird ein Wasser-Kältemittel-Gemisch (Sole) als Arbeitsmedium eingesetzt, wobei die gewonnene Wärme an einer Wärmepumpe abgegeben wird, sodass diese auf ein brauchbares Temperaturniveau angehoben wird. Trotz ihres theoretischen Potenzials wurde in der Machbarkeitsstudie Borkum 2030 festgestellt, dass **Erdsondenbohrungen im Kurviertel aufgrund des Trinkwasserschutzes nicht oder nur eingeschränkt einsetzbar** sind (siehe Abbildung 24). Die geringe Überdeckung des Grundwasserkörpers und die hohe Durchlässigkeit des Sandbodens machen eine Genehmigung durch das Amt für Wasserwirtschaft des Landkreises Leer unwahrscheinlich. Daher wird die geothermische Nutzung durch Erdwärmesonden an diesem Standort nicht weiterverfolgt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

### 3.2.4. Geothermische Nutzung durch Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren bieten eine weitere Möglichkeit zur geothermischen Nutzung von Wärme. Im Gegensatz zu Erdwärmesonden werden sie horizontal in einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 Metern im Boden verlegt und sind daher nicht mit dem Grundwasser oder der Süßwasserlinse in Berührung. Dadurch eignen sich große Teile der Insel grundsätzlich für die Verwendung von Erdwärmekollektoren in Verbindung mit Wärmepumpen. Aufgrund dieser Vorteile wurden Erdwärmekollektoren als eine mögliche Alternative zur geothermischen Nutzung von Wärme in Erwägung gezogen.

Im Kurviertel beträgt die Wärmeentzugsleistung für Erdwärmekollektoren aus dem Erdreich etwa 20 bis 30 W/m<sup>2</sup>. Hier gilt: Je niedriger die Entzugsleistung, desto größer ist die benötigte Fläche für einen bestimmten Wärmeertrag. Jedoch befinden sich im Kurviertel keine ausreichenden Flächen für Erdwärmekollektoren, sodass die geothermische Nutzung durch Erdwärmekollektoren ebenfalls nicht weiterverfolgt wird.

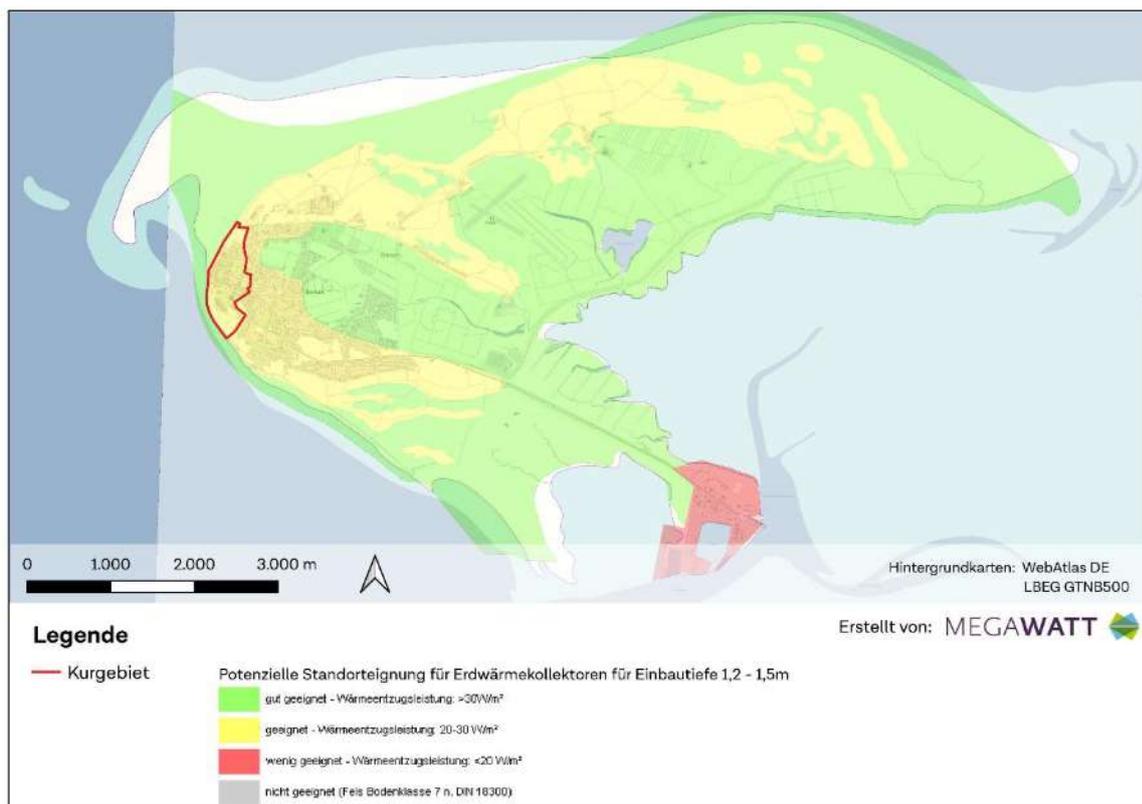


Abbildung 25: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren auf Borkum

### 3.2.5. Tiefengeothermie

Tiefengeothermie ist eine Technologie, bei der Wärme aus dem Inneren der Erde in Tiefen zwischen 400 und 5.000 Metern genutzt wird. Hierbei werden in der Regel

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Bohrungen in eine Tiefe von mehreren Kilometern vorgenommen, um die benötigte Erdwärme zu gewinnen. Die Bohrungen können dabei unterschiedliche Tiefen aufweisen, je nach Beschaffenheit des Untergrunds und der gewünschten Leistung.

Die einfachste Form der Geothermie mit zwei Bohrungen wird auch als Dublette bezeichnet. Dabei werden zwei Bohrungen in das Erdreich getrieben, wobei eine Bohrung als Förderbohrung und die andere als Injektionsbohrung dient. Die Förderbohrung wird in das geothermische Reservoir getrieben, um das heiße Wasser oder Dampf zu fördern. Das Wasser wird zur Oberfläche befördert und zur Stromerzeugung bzw. Wärmeversorgung genutzt. Nach der Nutzung wird das abgekühlte Wasser über die Injektionsbohrung wieder in das geothermische Reservoir zurückgeführt. Das abgekühlte Wasser wird in das Reservoir injiziert, um den natürlichen Kreislauf aufrechtzuerhalten und das Reservoir wieder aufzufüllen. Für große Anlagen mit hoher Leistung werden mehrere Bohrungen in das Reservoir getrieben.

Durch die Bohrungen wird heißes Wasser oder Dampf aus einem geothermischen Reservoir entnommen und über Rohrleitungen an die Oberfläche transportiert. Dort kann mithilfe einer nachgeschalteten Produktionsanlage des Typs Organic-Rankine-Cycle (ORC) Strom und Wärme erzeugt werden.

Die Machbarkeitsstudie für Borkum im Jahr 2030 ergab, dass aufgrund des Trinkwasserschutzes Tiefengeothermie im Kurviertel nur bedingt möglich ist. Trotzdem ist es möglich, auf der Reede gewonnene Energie aus Tiefengeothermie zum Kurviertel zu transportieren. Sollte die Tiefengeothermie technisch und wirtschaftlich umsetzbar sein, wird sie voraussichtlich für die Strom- und Wärmeversorgung der Insel genutzt werden. Dadurch würden andere Technologien entfallen. Eine Arbeitsgemeinschaft bestehend aus den Organisationen Ghiocel, Orcan und Avacon gemeinsam mit Megawatt und der Stadtwerke Borkum arbeiten zurzeit an den ersten Schritten bzgl. der Machbarkeit von Tiefengeothermie für Borkum.

Für die Energieversorgung wird von zwei bis drei Bohrungen (Dublette oder Triplette) in einer Tiefe von 3,5 km ausgegangen. Die vorläufigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Temperaturniveau im Brunnen 135/72°C betragen wird und der Massenstrom sich auf 150 kg/s bei der Dublette einstellt. Für die Strom- und Wärmeerzeugung wird eine nachgeschaltete Produktionsanlage des Typs Organic-Rankine-Cycle (ORC) verwendet, siehe Darstellung in Abbildung 26. Das Temperaturniveau des ORC liegt bei 133/69 °C. Dabei wird bei einer Dublette eine elektrische Leistung von 3,1 MW erzeugt und eine thermische Leistung von 40 MW bereitgestellt. Bei einer Triplette können sogar 6,3 MW elektrische Leistung und 80 MW thermische Leistung erzeugt werden. Diese vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass **Tiefengeothermie für eine komplette und nachhaltige Strom- und Wärmeerzeugung der Insel, inklusive des Kurviertels**, potenziell ausreichend ist.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtanierung“

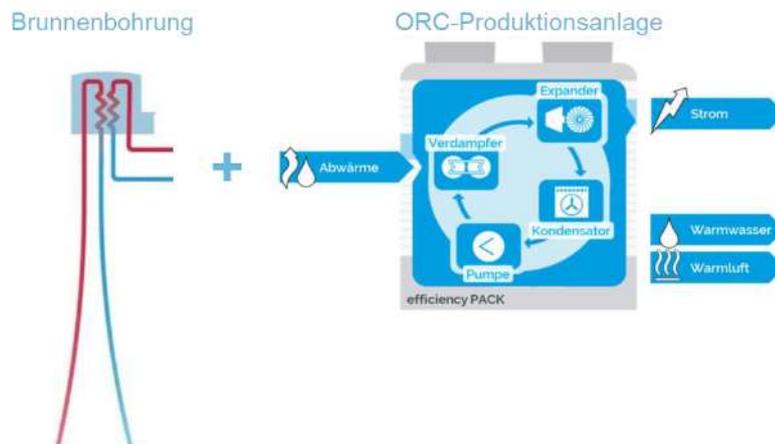


Abbildung 26: Brunnenbohrung mit nachgeschalteter ORC-Produktionsanlage<sup>13</sup>

### 3.2.6. Grundwasserwärme

Die Gewinnung von Grundwasserwärme aus einem Aquifer für Wärmezwecke ist durch die Nutzung von Brunnen-Dubletten möglich, wobei auch hier Wärmepumpen zum Einsatz kommen, um die Wärme auf ein nutzbares Temperaturniveau anzuheben. Allerdings hat die Machbarkeitsstudie Borkum 2030 ergeben, dass **das Kurviertel aus Trinkwasserschutzgründen für die Nutzung von Grundwasserwärme ungeeignet** ist (wie in Abbildung 24 für die Erdwärmesonden dargestellt). Aus diesem Grund wird die Nutzung von Grundwasserwärme an diesen Standorten nicht weiterverfolgt.

### 3.2.7. Meerwasserwärme

Die Umweltwärme des Meerwassers kann mithilfe einer Meerwasser-Wärmepumpe genutzt werden, indem Meerwasser durch eine Leitung zwischen dem Meer und dem Land angesaugt wird. Da eine Bestandsleitung zur Nutzung von Meerwasser im Schwimmbad „Gezeitenland“ bereits vorhanden ist, könnte diese für eine gleichzeitige Nutzung zur Wärmeerzeugung dienen. Es stellt sich die Frage, ob eine Reservekapazität vorhanden ist. Außerdem wurde in der Vergangenheit etwa 16 Stunden pro Tag Meerwasser aus der Bestandsleitung entnommen, jedoch hat sich diese Entnahmedauer mittlerweile auf 8 Stunden pro Tag aufgrund Versandung reduziert. Dieser Standort ist damit als kritisch zu bewerten.

Sollte eine neue Standortfindung der vorhandenen Leitung erforderlich sein, bietet sich der Bereich nahe des Aquariums als vielversprechende Option an, um das Meerwasser sowohl für das Gezeitenland als auch für Wärmezwecke zu nutzen. Durch die Kostenteilung entstehen in diesem Fall Synergien für die beiden Maßnahmen: Ersatzleitung für das Gezeitenland und Meerwasserwärmenutzung für Wärmezwecke. Im Bereich nahe

<sup>13</sup> Ghiocel, Orcan

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

dem Aquarium ist der Standort aufgrund der Nähe zu einem Lagerplatz, das als Energiezentrale dienen könnte, geeignet. Die Verlegung der Leitung erfordert ein technisch anspruchsvolles Horizontal-Bohrverfahren mit Schiffseinsatz, da es im Tidegewässer sowie zwischen/im sensiblen Küstenbereich stattfindet. Es gibt jedoch Firmen, die sich darauf spezialisieren. Beide Standorte sind in der Abbildung 27 dargestellt.



Abbildung 27: Potenzielle Standorte für die Meerwassernutzung

**Eine Meerwasser-Wärmepumpengruppe mit einer Leistung von ca. 8 MW hat das Potenzial, den vollständigen Wärmebedarf des Kurviertels zu decken.** Voraussetzung dafür ist eine Stromanschlussleistung von ca. 2,7 MW und einen hemmungslosen Strombezug.

Es müssen zahlreiche Faktoren wie Fahrwasser, Schüttstellen, Seekabel, Auskolkung, Schutzgebiete, Sturmflutgebiet und Sperrgebiete berücksichtigt werden. Der Genehmigungsaufwand ist somit sehr hoch und zeitaufwändig. Die Leitung verläuft unter dem Deich (Absprache mit dem Deichverband notwendig) und dem Nationalpark (Absprache mit der Umweltbehörde notwendig) sowie im Meer (Absprache mit dem Wasser- und Schifffahrtsamt notwendig). Die wasserrechtliche Genehmigung wird voraussichtlich unproblematisch sein, während die naturschutzrechtliche Genehmigung noch unklar ist.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Die lokalen Gegebenheiten, wie der Einfluss der Tide und der Rohrleitungsbau im Watt, müssen noch tiefer betrachtet werden.

Aufgrund von Korrosion ist ein hoher Wartungsaufwand – entweder durch häufiges Reinigen oder den Ersatz des Wärmetauschers nach kurzer Zeit – zu erwarten.

Der Bereich Reede stellt einen günstigen Standort für eine Meerwasser-Wärmepumpe dar, jedoch ist eine lange Trasse notwendig, um eine Leistung von 8 MW bei einem Durchmesser von ca. DN 600 und einer Mindestdurchflussrate von 680 m<sup>3</sup>/h zu gewährleisten. Die vorhandene Bestandsleitung für die Einleitung ins Gezeitenland hat einen Durchmesser von DN 150 und ist auf eine Einleitungsmenge von bis zu 300 m<sup>3</sup>/h begrenzt, so dass diese im Fall der Wärmeleitung aus der Reede erneuert und vergrößert werden müsste.

### 3.2.8. Abwasserwärme

Die Gewinnung von Wärme aus Abwasser kann genutzt werden, um kleinere Wohngebiete oder auch ganze Quartiere anteilig mit Wärme zu versorgen. Die Abwasserwärmenutzung kann über das gesamte Jahr genutzt werden, da das Temperaturniveau von Abwasser über das Jahr nur leichte Schwankungen hat – im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Wärmequellen wie Außenluft oder Solarthermie.

In Bestandskanälen lassen sich ab einem Durchmesser ab etwa DN 500 Wärmeübertrager gut in die Kanäle einbringen. Die Abwasserwärme wird über Wärmetauscher ausgekoppelt und so für Wärmepumpen nutzbar gemacht.

Einem Plan der Abwasserkanäle im Kurviertel – bereitgestellt durch die Stadtwerke Borkum – ist zu entnehmen, dass die Mehrheit der Kanäle einen Durchmesser von DN200 - DN300 besitzen. Diese sind für Wärmezwecke nicht geeignet, da der Durchmesser für die Einbringung von Abwasserwärmetauschern zu klein ist. Außerdem ist aus den Leitungsdimensionen von niedrigen Durchflussmengen auszugehen, sodass sie für den Wärmeentzug nicht geeignet sind.

Alternativ kann die Abwasserwärme aus dem Klärwerk im östlichen Teil der Insel zur Wärmeversorgung mit Hilfe einer Wärmepumpe genutzt werden. Die Kläranlage befindet sich etwa 3,5 km vom Kurviertel entfernt (s. Abbildung 28), was aufgrund von erwarteten Wärmeverlusten in der Leitung bis zum Kurviertel eine Herausforderung darstellt. **Das Abwasserwärmepotenzial der Kläranlage beträgt ca. 13 % des Gesamtwärmebedarfs des Kurviertels.**

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

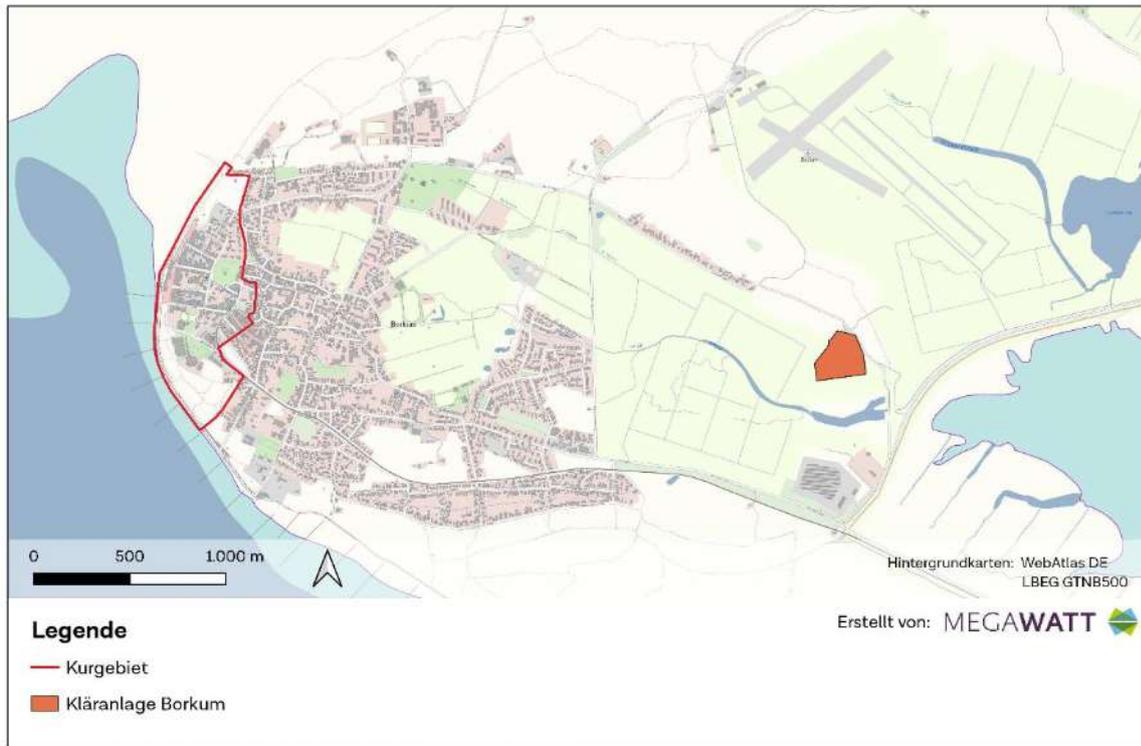


Abbildung 28: Standort der Kläranlage Borkum

### 3.2.9. Solarthermie

Solarthermie-Anlagen stellen i.d.R. Wärme auf einem Nutztemperaturniveau von  $> 60$  °C zur Verfügung. Sie dienen jedoch durch die jahres- und tageszeitliche Schwankung der Sonneneinstrahlung nur in einem zeitlich begrenzten Rahmen zur Bereitstellung von Wärme. Durch den Einsatz von Pufferspeichern können Solarthermieanlagen jedoch solare Wärme durchaus auch nachts zur Verfügung stellen. Sie werden auf Dächern oder Freiflächen installiert und speisen Wärme in ein Wärmenetz oder eine Heizungsverteilung ein. Sie haben den Vorteil, dass sie je nach Kollektortyp Wärme direkt auf hohen Temperaturniveaus von bis zu 90°C bereitstellen und so direkt in den Vorlauf der Wärmenetze einspeisen können. Die Solarthermie ist eine flächenintensive Energieerzeugung und benötigt entsprechende Frei- oder Dachflächen zur Aufstellung von Anlagen.

Die Dach-Solarthermie eignet sich aufgrund des hohen Trinkwarmwasserbedarfs im Sommer auf Kurviertel gut für die Deckung des TWW-Bedarfs. Dabei geht jedoch die Fläche für Photovoltaik verloren. Die Eignung der Dachflächen (flach bzw. schräg) des Kurgebiets sind in der Abbildung 29 farblich gekennzeichnet.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

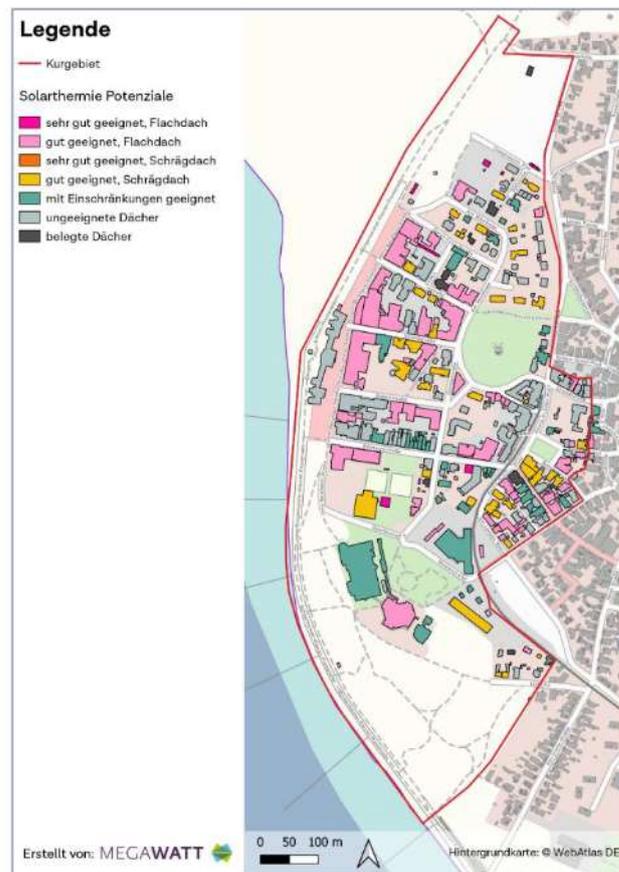


Abbildung 29: Dach-Solarthermie Potenzial im Kurgebiet

**Das solarthermische Potenzial der Dach-Solarthermie im Kurviertel beträgt 17 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs.** Allerdings gibt es eine zeitliche Diskrepanz zwischen der Wärmeerzeugung und dem Bedarf der Abnehmer, da Wärme aus Solarthermie größtenteils im Sommer vorhanden ist, sodass dies als reiner theoretischer Wert zu verstehen ist. Der Wert bei gleichzeitiger Wärmeerzeugung und -verbrauch fällt in der Regel geringer aus. So richtet sich die Auslegungsgröße einer solarthermischen Freiflächenanlage nach dem sommerlichen Wärmebedarf, wobei für das Kurviertel auf Borkum eine Fläche von ca. 37.600 m<sup>2</sup> notwendig ist. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie Borkum 2030 wurden die Flächen im Cluster A (s. Abbildung 30) als geeignet befunden. **Das solarthermische Potenzial auf Freiflächen beträgt auch 17 % des Gesamtwärmebedarfs bzw. 85 % des sommerlichen Trinkwarmwasserbedarfs des Kurviertels.**

Bei einer Freiflächen-Anlage im Cluster A außerhalb des Kurviertels wird eine Leitung von ca. 3 km Länge benötigt, was zu hohen Wärmeverlusten führen kann.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

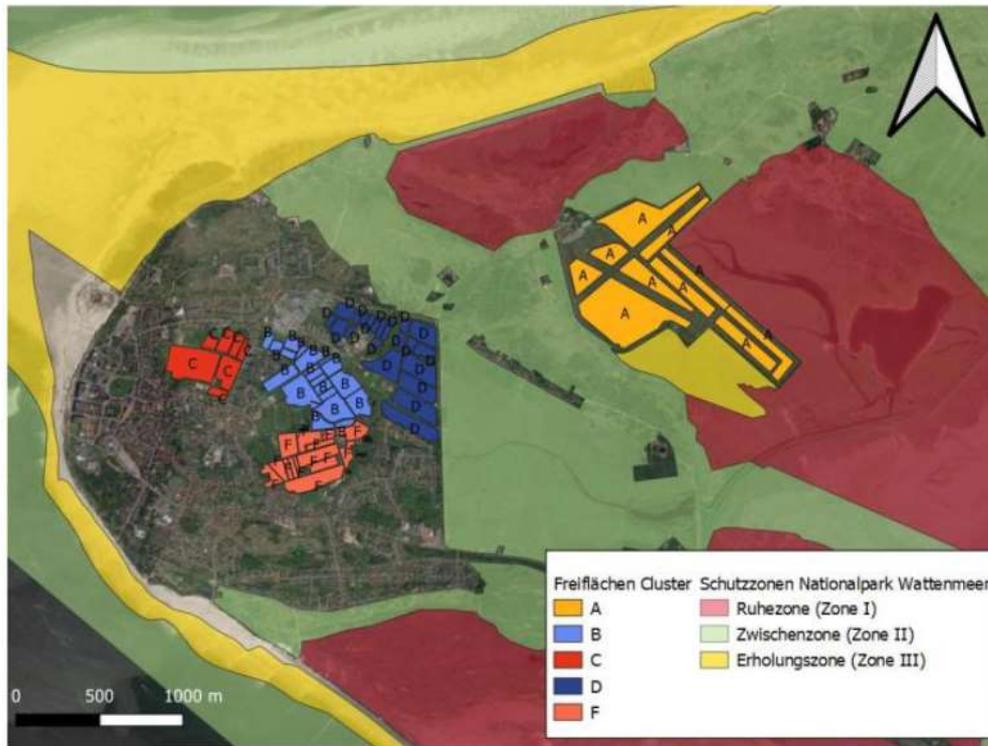


Abbildung 30: Freiflächen Cluster für potenzielle Solarthermieanlagen

## 3.3. Erneuerbare Stromversorgung

### 3.3.1. Aufdach- und Parkplatz-Photovoltaikanlagen

Unter Aufdachphotovoltaikanlagen versteht man Anlagen, die auf einem Gebäude mittels einer geeigneten Befestigungsmöglichkeit errichtet werden. Die Art der Anlagenerichtung richtet sich stark nach der Art und Eindeckung des Daches, der Ausrichtung und Lage des Daches sowie der Größe des Daches.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen dachparallelen und aufgeständerten Anlagen. Bei dachparallelen Anlagen werden die Module entlang des Daches verlegt und richten sich somit nach dessen Ausrichtung und Neigung. Hierbei gibt es je nach gewählter Unterkonstruktion verschiedene Ausführungsvarianten. Bei aufgeständerten Anlagen unterscheidet man zwischen einer Südausgerichteten und einer Ost-West-ausgerichteten Aufstellart. Die Aufständigung kommt hauptsächlich auf Flachdächern mit bis zu 5° Neigung zum Einsatz. Bei der Südausrichtung der Module müssen Verschattungsabstände eingehalten werden. Typischerweise kann aufgrund dieser Einschränkung durch eine Ost-West-Belegung mehr Leistung auf eine Dachfläche gebracht werden als bei Südbelegung. Das Erzeugerprofil der beiden Aufstellvarianten unterscheidet sich dadurch, dass bei einer Südbelegung zur Tagesmitte eine hohe Spitzenproduktion des

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Solarstroms auftritt, während bei einer Ost-West-Belegung die Stromproduktion über den Tag etwas geglätteter verläuft. Es besteht auch eine hohe Produktion in den Morgen- und Abendstunden und die Erzeugungsspitze zur Mittagszeit wird geglättet.

Unter Parkplatzphotovoltaikanlagen versteht man die Belegung der Überdachung von Parkplätzen mit Photovoltaikanlagen oder aber die Errichtung einer Photovoltaikanlage, die gleichzeitig als Überdachung dient. Die Ausrichtung der Anlage richtet sich dabei meist nach der Konstruktion des Parkplatzdaches.

Das PV-Potenzial aus Dachanlagen im Kurviertel kann bilanziell 47 % des Strombedarfs des Kurviertels decken. Darin ist der Betriebsstrom für Wärmezwecke nicht enthalten.

*Tabelle 7: Potenzial von PV im Kurviertel*

<b>Bruttodachfläche Kurviertel</b>	ca. 92.300 m <sup>2</sup>
<b>Nettodachfläche für PV</b>	ca. 37.200 m <sup>2</sup>
<b>Theoretisches PV-Potenzial</b>	3.500 kWp
<b>Spezifischer PV-Ertrag Borkum</b>	950 kWh/kWp
<b>Stromertrag</b>	3.300 MWh/a

Das PV-Potenzial auf Parkplätzen im Kurviertel sowie in seiner unmittelbaren Nähe ergibt sich zu 21% des Strombedarfs des Kurviertels. Der Betriebsstrom für Wärmezwecke ist auch hier nicht berücksichtigt worden. Die geeignete Dachfläche und Parkplätze sind in Abbildung 31 auf einer Karte des Projektgebiets dargestellt.

*Tabelle 8: PV-Potenzial der Parkplätze im Kurviertel und in seiner unmittelbaren Nähe*

Parkplatz	Fläche	Nennleistung	Ertrag
<b>Oppermannspad</b>	8.330 m <sup>2</sup>	957 kWp	910 MWh/a
<b>Am Langen Wasser</b>	5.570 m <sup>2</sup>	641 kWp	610 MWh/a
<b>Gesamtpotenzial</b>	13.900 m <sup>2</sup>	1.598 kWp	1.520 MWh/a

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

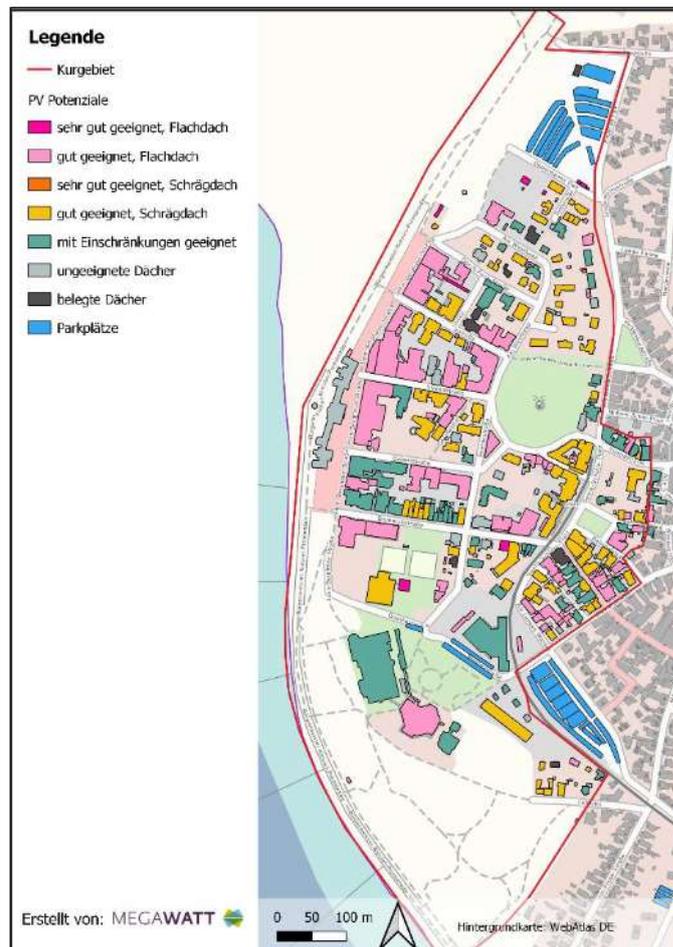


Abbildung 31: PV-Potenzial im Kurviertel: Geeignete Dachflächen und Parkplätze

### 3.3.2. PV-Potenzial der kommunalen Gebäude

Im Folgenden werden die vorhandenen kommunalen Gebäude auf Borkum untersucht, um das Potenzial für eine Photovoltaik-Anlage zu ermitteln. Bei der Betrachtung des PV-Potenzials kommunaler Gebäude in Borkum werden verschiedene Aspekte berücksichtigt, darunter die Dachform und -fläche, die Ausrichtung der Gebäude sowie die qualitative Eignung anhand von Faktoren wie z.B. Verschattung und bereits installierten PV-Modulen.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“



## Legende

- PV Potenziale (kommunal)

Erstellt von: MEGAWATT 

Abbildung 32: Kommunale Gebäude in Borkum

Insgesamt wurden 22 verschiedene Adressen ausgewertet. Diese sind im Eigentum der Stadtverwaltung Borkum, der Nordseeheilbad Borkum und Stadtwerke Borkum. Anhand von Abbildung 32 ist zu erkennen, dass der Großteil der kommunalen Gebäude im Kurgebiet konzentriert ist. Weitere kommunale Gebäude, darunter größtenteils technische Einrichtungen wie das Pumpwerk, die Heizzentrale, das Klärwerk, das Wasserwerk oder der Flugplatz, sind hingegen an mehreren Standorten über die Insel verteilt.

Die qualitative Betrachtung der Eignung der Dächer der Gebäude in kommunaler Hand ergab, dass nur ein Gebäude als „sehr gut“ geeignet eingestuft wurde, während die meisten Gebäude als „gut“ und 6 Gebäude als „teilweise“ geeignet bewertet wurden. Die Bewertung der Gebäude, die sich im Kurviertel befinden, wird in Abbildung 33 dargestellt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

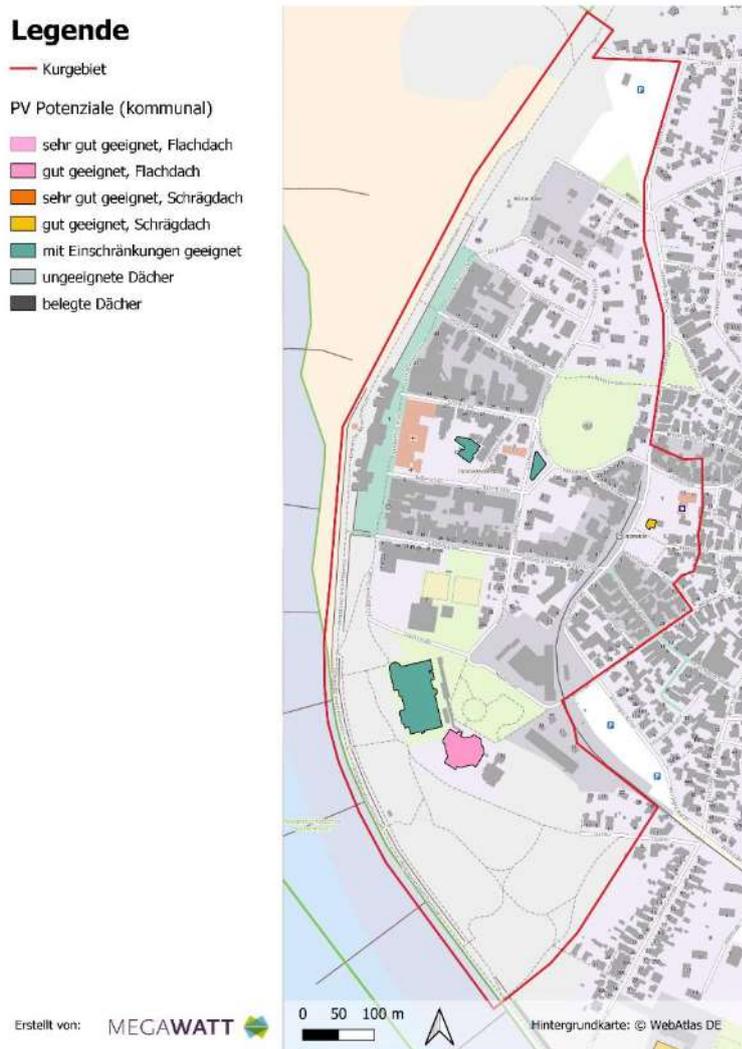


Abbildung 33: PV-Potenziale kommunaler Gebäude im Kurviertel

Zusammenfassend wird das PV-Potenzial der kommunalen Gebäude in der folgenden Tabelle 9 dargestellt:

Tabelle 9: Potenzial der kommunalen Gebäude

	Nutzfläche in m <sup>2</sup>	Nennleistung in kWp	Ertrag in MWh/a
<b>Gesamt</b>	5401,7	512,6	486,9
<b>Durchschnitt</b>	192,9	18,3	17,4

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

### 3.3.3. Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Unter Freiflächenphotovoltaikanlagen versteht man Photovoltaikanlagen, die nicht an ein Gebäude oder sonstige Bauten geknüpft sind, sondern auf einer freien Landschaftsfläche errichtet werden. Typischerweise werden diese Anlagen auf einer gegründeten Unterkonstruktion mit Modultischen errichtet. Wie bei Aufdachanlagen unterscheidet man hier zwischen einer Aufstellung mit Südausrichtung oder Ost-West-Aufstellung. Aufgrund der Größe der Modultische sind bei einer Südaufstellung große Verschattungsabstände einzuhalten. Somit muss für eine bestehende Fläche die optimale Aufstellungsvariante ermittelt werden, um die Fläche möglichst effizient auszunutzen. Freiflächenphotovoltaikanlagen werden überwiegend in großen Solarparks errichtet und haben typischerweise Leistungen im Megawattbereich. In der Planung von Freiflächenanlagen muss eine Genehmigungsplanung durchgeführt werden. Für das Kurviertel eignet sich diese Art der PV-Anlagen vor allem zur zusätzlichen Bereitstellung von Strom.

#### 3.3.3.1. Potenzial Borkum

In der Potenzialermittlung für Freiflächen-Solarthermieanlagen wurde bereits das Freiflächenpotenzial der Insel Borkum dargestellt, da hierbei die gleichen Flächen betrachtet werden. Die Flächen im Cluster A, s. Abbildung 30, wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie Borkum 2030 als geeignete Flächen abgestimmt.

Das abgeschätzte Potenzial der Flächen des Clusters A ergibt sich wie in der nachfolgenden Tabelle 10 dargestellt:

Tabelle 10: Potenzial der Freiflächen-Photovoltaikanlage - Cluster A

	Fläche	Nennleistung	Ertrag
<b>Cluster A</b>	446.914 m <sup>2</sup>	44.691 kWp	42.456 MWh/a

Die abgestimmte Fläche befinden sich im Zuständigkeitsgebiet der Nordseeheilbad Borkum, gepachtet vom Land Niedersachsen, und können daher für die Installation von Freiflächenphotovoltaik in Betracht gezogen werden. Das große Solarstrompotenzial ist besonders im Hinblick auf die Sektorenkopplung interessant.

## 3.4. Sektorenkopplung

Da die Verfügbarkeit von Strom begrenzt ist und eine emissionsfreie Wärmeversorgung größtenteils von strombetriebenen Anlagen abhängig ist, spielt das Lastmanagement eine wichtige Rolle in der Energieversorgung des Kurviertels. Dabei geht es um die

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Anpassung der Lastabnahme an äußere Gegebenheiten wie die aktuelle Stromerzeugung und die verfügbare Strommenge im Netz nach Abzug des Stromverbrauchs der Haushalte und der Gebäude allgemein. Es gibt verschiedene Ansätze zur Umsetzung, wie beispielsweise die Reduktion der Last durch energetische Sanierung der Gebäude (siehe Abschnitt 3.1) und den Einsatz effizienter Wärmepumpen oder die Verschiebung der Last durch den Einsatz von Wärmespeichern. In Tabelle 11 werden die Speicher zusammengefasst und nach der Speicherzeit kategorisiert.

*Tabelle 11: Übersicht der verschiedenen Speicherarten mit ihren jeweiligen Speicherzeiten*

<b>Speicher</b>	<b>Speicherzeit</b>
Pufferspeicher	Kurzzeitspeicher
Hochtemperatur-Wärmespeicher	Kurzzeitspeicher
Saisonaler Warmwasserspeicher	Saisonaler Speicher
Eisspeicher	Saisonaler Speicher
Wasserstoff	Langzeitspeicher

### **3.4.1. Hochtemperatur-Wärmespeicher**

Hochtemperatur-Wärmespeicher arbeiten mit Materialien wie Stahl, Beton oder Keramik und können Strom stunden- bis tagelang speichern, um ihn bei Bedarf als Wärme bereitzustellen. Diese Technologie bietet die Möglichkeit der Umwandlung von Strom – nach der Speicherung – in Wärme oder der Rückverstromung des Stromes. Hochtemperatur-Wärmespeicher können modular erweitert werden, um die Kapazität zu skalieren. Die spezifischen Investitionskosten solcher Speicher liegt je nach Technologie (Material und Verfügbarkeit von P2H-Modul inklusive) zwischen 20.000 und 150.000 EUR/MWh<sub>th</sub>. Die Speichertemperatur variiert dabei zwischen 390 °C und 1.300 °C, wobei die Entladungstemperatur (Heizwasser) zwischen 80 und 120 °C variiert. Darüber hinaus ergeben sich Rückstromungswirkungsgrade im Bereich von 25-35 %. Bei der Wärme ergeben sich Wirkungsgrade zwischen 55 und 70 %.

### **3.4.2. Wasserstoff**

#### **Abwärmenutzung**

Durch Elektrolyse mit erneuerbarem Strom kann grüner Wasserstoff erzeugt werden und die dabei entstehende Abwärme zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Aufgrund des

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

begrenzten Angebots an erneuerbarem Strom ist die **Herstellung vor Ort eingeschränkt**, jedoch ist **eine netzdienliche Wasserstoffproduktion bei niedrigem Strombedarf grundsätzlich möglich**.

### Spitzenlastdeckung

Grüner Wasserstoff, der mithilfe erneuerbarer Energien erzeugt wird, kann in einer Brennstoffzelle oder einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Besonders an kalten Tagen, wenn andere Wärmequellen nicht verfügbar sind, kann diese Technologie Wärme bereitstellen. Regional produzierter Wasserstoff wird in erster Linie von der Industrie genutzt. **Bei der Fremdproduktion und Lieferung von grünem Wasserstoff ist das technische Potenzial unbegrenzt**, jedoch sollte die gesamte Lieferkette betrachtet werden, da der Transport mit THG-Emissionen verbunden sein kann.

## 3.5. Mobilität

Zu einer langfristigen Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen muss auch der Verkehr beitragen. Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, gibt es auf Borkum bereits diverse Maßnahmen und Akteure, um die Mobilität nachhaltig und zukunftsweisend zu gestalten. Neben verschiedenen Angeboten des ÖPNV, des einzigen und regionalen, vollelektrischen Carsharing-Anbieters „ElektroAhoi“ und diversen weiteren Maßnahmen, gibt es aber immer noch mehr als 2.000 gemeldete PKW auf Borkum von denen gerade 3,2 % elektrisch fahren. 55 % der Besucher:innen kommen mit dem Auto auf die Insel.

Wenn das Ziel der emissionsfreien Insel in 2030 erreicht werden soll, ist das nur möglich, wenn die gemeldeten PKW der Borkumer:innen, die PKW der Besucher:innen und der gewerbliche Verkehr vollständig elektrifiziert sind. Dies macht eine ausgebaute Ladeinfrastruktur notwendig. Dabei muss beachtet werden, dass beim gleichzeitigen Laden vieler Fahrzeuge hohe Leistungen notwendig sein werden.

Das gleichzeitige Laden mit hoher Leistung eines Großteils der auf Borkum gemeldeten PKW brächte das Stromnetz Borkums an seine Belastungsgrenze, das zeigt ein kurzes Beispiel:

Wenn 1.000 der 2.000 auf Borkum gemeldeten PKW gleichzeitig mit 11 kW laden, dann würde eine Leistung von 11 MW benötigt. Damit würde die Anschlusskapazität der Leitung vom Festnetz mit 10 MW mehr als ausgereizt.

Hier gibt es verschiedenen Möglichkeiten zu reagieren. Für eine nachhaltigere Mobilität muss einerseits die Reduzierung des motorisierten Verkehrs erfolgen, andererseits muss der vorhandene motorisierte Verkehr elektrifiziert werden und die Ladeleistung angepasst an die anderen Verbraucher möglichst gleichmäßig über die Zeit verteilt werden.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

### 3.5.1. Reduzierung des motorisierten Verkehrs

Es gibt verschiedenen Maßnahmen eine Reduzierung des motorisierten Verkehrs voranzutreiben, von denen wie oben gezeigt, schon einige umgesetzt werden.

**Das Fahrradnetz kann weiter ausgebaut werden**, Fahrradwege gegenüber den Autos deutlich (zum Beispiel durch Leitboys) geschützt werden. Außerdem müssen über die Strecken alle Orte gut und ohne Umwege erreichbar sein.

Der **ÖPNV** fährt zurzeit mit einer Taktung von weniger als einer Fahrt pro Stunde auf zwei Linien. Hier wäre eventuell Potenzial für eine **dichtere Taktung und noch weitere Linien**.

Alternativ könnte ein **Ridesharing-Dienst** (vergleichbar zum Beispiel mit Moia) zusätzlich eingeführt werden. Dafür muss kein großer zusätzlicher Linienbus angeschafft werden. Ohne Haltestellen verbindet das Fahrzeug beliebige Orte der Insel und kombiniert die Fahrten verschiedener Menschen auf Bestellung intelligent miteinander. Das spart viele Einzelfahrten.

**Der Carsharing-Anbieter kann sein Angebot ausbauen**. Neben weiteren Abhol-Stationen und weiteren E-PKWs wäre es denkbar auch Fahrräder und E-Lastenräder zum Verleih anzubieten – die Carsharing-Stationen also zu **Mobilitätsstationen** auszubauen. Dadurch kann die Anschaffung eines Zweitwagens teilweise vermieden werden, einige Fahrten werden mit dem Fahrrad oder ÖPNV geleistet. E-Lastenräder machen sogar große Einkäufe möglich.

Ein **Gepäcktransport zwischen Parkplätzen und Unterkunft** kann die einzelnen Fahrten bei An- und Abfahrt vom Parkplatz in die rote Zone und zurück ersparen.

**Warentransporte** werden schon Größtenteils von der Borkumer Kleinbahn organisiert. Hierauf sollte weiterhin ein großes Augenmerk gelegt werden. Eventuell sind neben dem Umschlag im Hafen **weitere Hubs** in zentraler Lage möglich, über welche die letzte Meile mit kleinen Verteilerfahrzeugen / Lastenrädern organisiert wird.

### 3.5.2. Elektrifizierung des motorisierten Verkehrs

#### Einschätzung zum Verbot von Verbrenner-Autos auf Borkum:

Das Verbot von Verbrenner-Autos auf Borkum ist bisher mit dem Straßenverkehrsrecht in Deutschland nicht vereinbar. Es laufen politische Diskussionen dazu, aber zurzeit ist eine entsprechende Möglichkeit nicht absehbar.

Eine andere Möglichkeit wäre die Einrichtung von Umweltzonen über das Bundesemissionsschutzgesetz (mit der 39. Emissionsschutzverordnung). Dieses sieht feste Grenzwerte für Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub vor, die durch die EU vorgegeben werden.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Auf dieser Grundlage werden regionale Luftreinhaltepläne mit entsprechenden Maßnahmen (zum Beispiel Umweltzonen) entwickelt. Da die Grenzwerte auf Borkum sicherlich nicht erreicht werden, greifen diese Maßnahmen jedoch für Borkum auch nicht.

Um die Zahl der Verbrenner-Autos wenigstens auf ein Minimum zu reduzieren, wäre es möglich, die Kosten für den Betrieb in die Höhe zu treiben. Angriffspunkte wären hier eventuell die Parkgebühren und die Fahrpreise für Verbrenner-Autos deutlich zu steigern.

### Elektrifizierung:

Wie oben gezeigt, ist es sinnvoll eine konstant verteilte Ladeleistung unter Berücksichtigung der anderen Verbraucher anzustreben.

Wir begrenzen die zur Verfügung stehende elektrische Leistung für die Mobilität für unsere Analyse auf 15 % der für das südliche Kurviertel verfügbaren Leistung. Dem Kurviertel stehen 29 % der Leistung der Versorgungsleitung vom Land (10 MW) abzüglich des Lastgangs von Borkum aus dem Jahr 2019 (hier spielte das veränderte Verhalten der Menschen während der Corona-Pandemie noch keine Rolle) zur Verfügung.

Die zur Verfügung stehende Leistung für die Mobilität ist in

Abbildung 34 gezeigt. Die zugehörige Dauerlinie zeigt Abbildung 35.

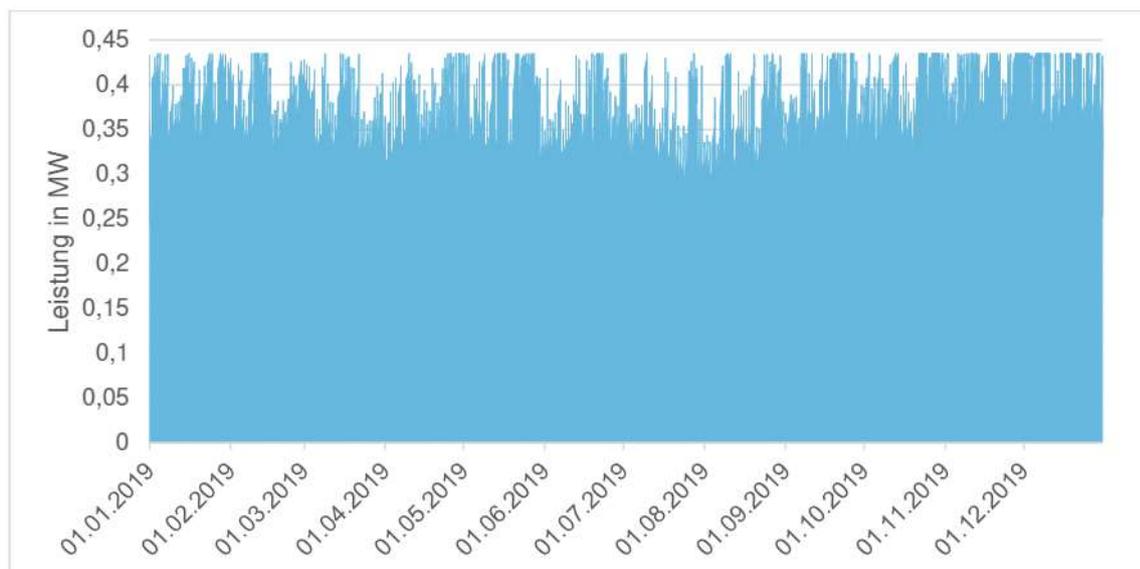


Abbildung 34: Verfügbare elektrische Leistung für die Mobilität

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

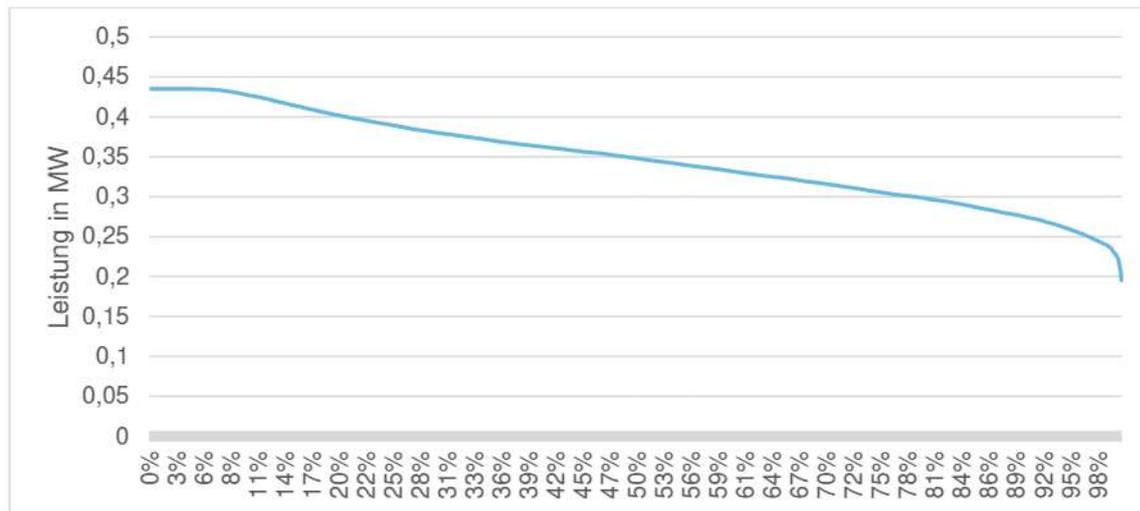


Abbildung 35: Dauerlinie der verfügbaren elektrischen Leistung für die Mobilität

Die minimal zur Verfügung stehende Leistung beträgt 195 kW, die Maximal zur Verfügung stehende Leistung 435 kW. In der Zeit zwischen 0 Uhr und 5 Uhr stehen immer mehr als 300 kW zur Verfügung. Knapp 50 % der Zeit stehen mehr als 350 kW zur Verfügung. Besonders in den Sommermonaten Juli und August steht eine geringere durchschnittliche Leistung von 315 kW für die Mobilität zur Verfügung. Im Jahresdurchschnitt sind es knapp 350 kW.

Für die Steuerung von Leistungsabfrage stehen verschiedene Instrumente zur Verfügung.

- Lenken der Ladezeiten, so dass die Last gleichmäßig über den Tag verteilt ist.
- Laden im Hafen, wenn das Auto bei Reisen nicht mit aufs Festland genommen wird
- Laden an der Arbeitsstelle, um die Standzeiten auch zu nutzen
- Zeitflexible Stromtarife – günstig, wenn geringe Nachfrage nach Strom.
- Möglichst wenige Kurzurlauber mit PKW – Reduzierung der hohen Leistungen aufgrund kurzer Zeitspanne für das Vollladen des PKW-Akkus
- Schnellladesäulen vermeiden – sehr hohe Leistungen
- Dynamisches Lastmanagement, um die Leistungsabfrage der Verfügbaren Leistung anzupassen
- ÖPNV: Elektrobusse nicht nur nachts laden, sondern auch bei Standzeiten zwischendurch – zum Beispiel in den Pausenzeiten der Busfahrer

Eine vorherige Analyse von Nutzung und Standzeiten der PKW ist notwendig, um an den richtigen Stellen anzusetzen.

Es wird für die durchschnittliche Akkukapazität eines Elektrofahrzeuges etwa 50 kWh angenommen (siehe Tabelle 12). Im Durchschnitt verbraucht es (mit Ladeverlusten) in etwa 0,2 kWh/km.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

*Tabelle 12: Annahmen für ein durchschnittliches Elektrofahrzeug.*

<b>Akkukapazität in kWh</b>	50
<b>Verbrauch in kWh/km</b> <i>(einschließlich Ladeverluste)</i>	0,2

Verschieden Möglichkeiten der Ladetechnik sind in der folgenden Tabelle 13 dargestellt:

*Tabelle 13: Ladetechnik.*

	<b>Stecker</b>	<b>Leistung</b>	<b>Ladedauer für 10 km</b>
<b>Haushaltssteckdose</b>	„Schuko“	2,4 kW	50 min
<b>Wallbox</b>	Typ 2	3,7 kW	30 min
<b>Wallbox</b>	Typ 2 / CCS	11 kW	10 min
<b>DC-Säule</b>	CCS	50 kW	2 min

### **Borkumer:innen und Pendler:innen**

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, gibt es auf Borkum etwas mehr als 2.000 gemeldete PKW. Einige Borkumer:innen parken ihren PKW dauerhaft auf dem Festland und sparen sich damit die hohen Gebühren für die Überfahrt mit der Fähre. Wie groß der Anteil ist, ist leider nicht bekannt.

Von den einpendelnden Menschen wird angenommen, dass sie ihren Arbeitsweg auf der Insel ohne PKW zurücklegen, da der Fährtransport der PKW als zu teuer für tägliche Fahrten eingeschätzt wird.

PKW, die auf Borkum geparkt werden, werden sich wegen der teuren Überfahrten auf das Festland meistens auf Borkum bewegen. Da die längstmögliche Autofahrt ohne Umwege auf der Insel nur knapp 15 km beträgt, die Stätten des täglichen Bedarfs aber noch deutlich näher beieinander liegen, werden die Autos auf Borkum nur kurze Strecken zurücklegen.

Es wird eine durchschnittliche wöchentliche Fahrstrecke von 50 km angenommen. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass durchschnittlich ein Fahrzeug 6 volle Tage die Woche steht und damit auch 6 Tage lang laden kann (Ladezeit).

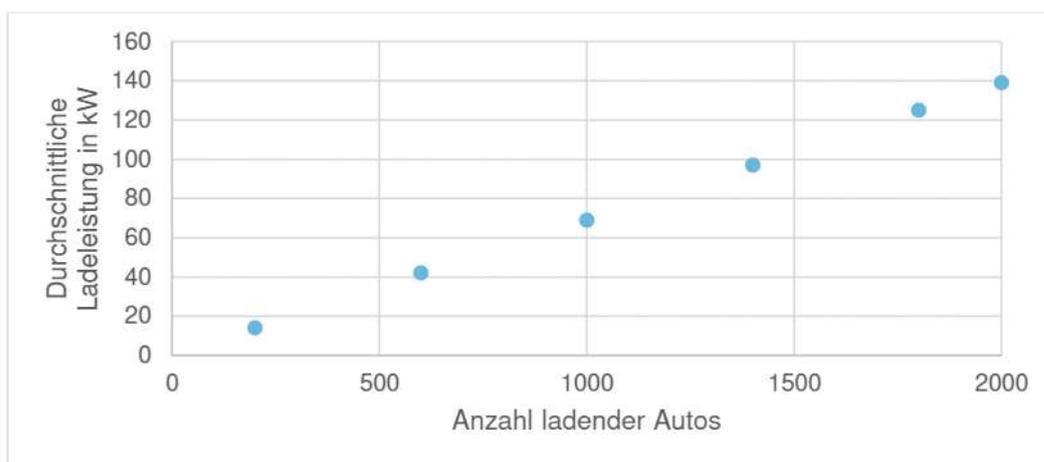
Auspendelnde Menschen fahren höchstens zum Hafen und zurück mit dem PKW. Sie sind in den oben gemachten Annahmen mitberücksichtigt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Um den Akku in der Standzeit vollständig zu laden, muss das Fahrzeug, wegen der angenommenen wöchentlichen Fahrstrecke, durchschnittlich etwa 10 kWh pro Woche mit einer durchschnittlichen Leistung von 0,07 kW laden. Je nachdem, wie viele Autos auf Borkum laden, ergibt sich eine entsprechende kumulierte durchschnittliche Leistung, die im Diagramm in Abbildung 36 abzulesen ist.

*Tabelle 14: Annahmen zur Fahrzeugnutzung und die daraus folgende durchschnittliche Ladeleistung.*

Zurückgelegte Strecke	Durchschnittliche Ladezeiten	Durchschnittliche Lademenge	Durchschnittliche Ladeleistung
50 km pro Woche	6 Tage pro Woche	10 kWh pro Woche	0,07 kW



*Abbildung 36: Durchschnittliche Ladeleistung*

Bei einer gleichmäßigen Lastverteilung durch die PKW, wird eine Ladeleistung von höchstens 140 kW erreicht, die deutlich unter der für die Mobilität immer verfügbaren Leistung von 195 kW liegt.

Wie viele PKW bei einer verfügbaren Leistung von 195 kW gleichzeitig laden können, wenn eine bestimmte Ladetechnik verwendet wird, ist in der folgenden Tabelle 15 dargestellt:

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

*Tabelle 15: Gleichzeitig ladende PKW entsprechend verfügbarer Leistung*

	Stecker	Leistung	Möglicher Gleichzeitigkeitsfaktor
<b>Haushaltssteckdose</b>	„Schuko“	2,4 kW	0,04
<b>Wallbox</b>	Typ 2	3,7 kW	0,03
<b>Wallbox</b>	Typ 2 / CCS	11 kW	0,008
<b>Ladesäule</b>	CCS	50 kW	0,002

Meist werden nur kurze Strecken von 5 km bis 10 km zurückgelegt, so dass die Fahrzeuge nur geringe Strommengen in kurzer Zeit laden müssen. Geringe Gleichzeitigkeitsfaktoren sind daher wahrscheinlich. Trotzdem wird hier eine gute Steuerung der Lasten benötigt, um die volle Last von 195 kW nur selten zu erreichen.

### Inselbesucher:innen

Auf den drei Parkplätzen beim Kurviertel gibt es insgesamt knapp 750 Stellplätze. Es stehen dort vor allem die Fahrzeuge der Inselbesucher:innen. Je nachdem, wie viele Stellplätze man mit einer Ladesäule ausrüstet und welcher Art die Ladesäule ist, können unterschiedliche große Leistungen abgerufen werden. Durch ein Lastmanagement kann die Leistungsabnahme gesteuert werden und eine Netzüberlastung vermieden werden.

Aus dem ISEK ist bekannt, dass die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Touristen:innen auf Borkum in etwa 7,5 Tage beträgt.

Folgende Annahmen werden getroffen, wobei die tatsächlich durchschnittlich zurückgelegte Strecke (meist nur Ankunft und Abfahrt und einmal Einkaufen) möglicherweise noch kürzer ist.

*Tabelle 16: Parameter der PKWs der Inselbesucher:innen bei Elektrifizierung des PKW-Verkehrs*

Akkustand bei Ankunft auf Borkum	Durchschnittlich zurückgelegte Strecke	Durchschnittliche Ladezeit
20 %	5 km pro Tag	6 Tage pro Urlaub (7,5 Tage)

Bei diesen Annahmen reicht eine niedrige durchschnittliche Ladeleistung von 0,333 kW pro Fahrzeug, um die Fahrzeuge am Ende ihres Urlaubs vollständig zu laden.

Bei vollständiger Belegung der 750 Stellplätze wird eine kumulierte durchschnittliche Ladeleistung von 250 kW benötigt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Diese Leistung kann gerade im Sommer nicht über das Leistungsprofil (

Abbildung 344) abgebildet werden. Es ist sinnvoll, die zumeist stehenden Fahrzeuge über ein Lastmanagement zu laden. Dann können die zur Verfügung stehenden und zusätzlich aus den PV-Anlagen bezogenen Leistungen voll berücksichtigt werden.

In Abbildung 37 ist die mit der Anzahl der ladenden Fahrzeuge kumulierte Leistung dargestellt. Zum Vergleich sind auch kürzere Standzeiten mit einer entsprechend höheren Ladeleistung abgebildet. Kurzzeiturlauber mit entsprechend kurzen Stand- und Ladezeiten von ein bis zwei Tagen benötigen höhere Leistungen zum Vollladen.

Das Diagramm zeigt auch, dass Schnellladesäulen, bei denen jeweils die volle Leistung von 50 kW abgerufen wird, zu einer deutlich erhöhten Ladeleistung führen und schon bei 10 gleichzeitig ladenden Fahrzeugen eine Ladeleistung von 500 kW benötigt wird.

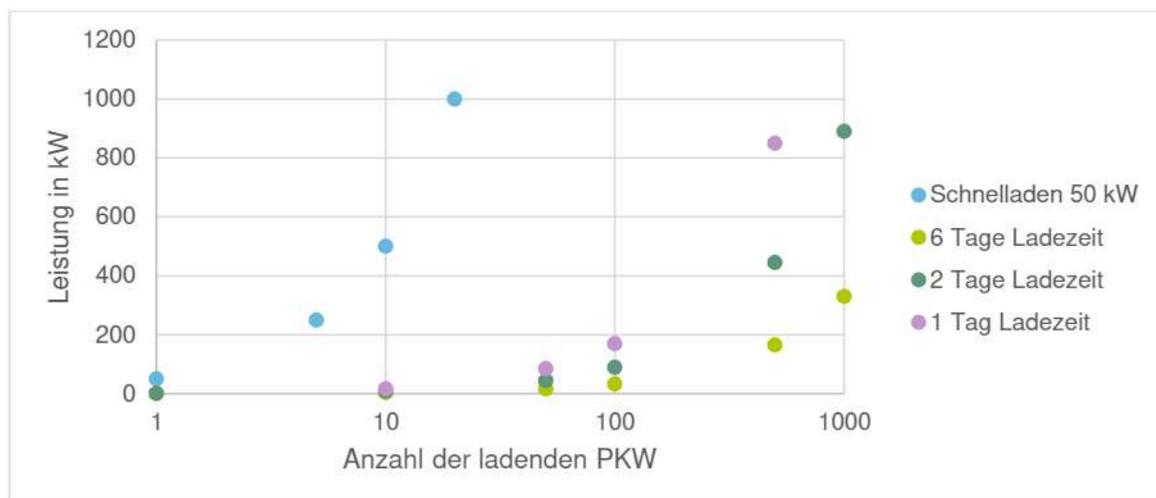


Abbildung 37: Durchschnittliche Ladeleistung; Schnellladen mit 50 kW pro PKW, Normalladen mit unterschiedlichen durchschnittlichen Stand- bzw. Ladezeiten der PKW (logarithmische Auftragung der Anzahl der ladenden PKW).

### 3.5.3. ÖPNV

#### Elektrobusse

Die Borkumer Kleinbahn besitzt zwei Elektrobusse (12 m), zwei weitere mit Diesel betriebene Busse (12 m) und einen mit Diesel betriebenen Gelenkbus (18 m).

Einer der Elektrobusse legt täglich eine Strecke von knapp 300 km im Linienbetrieb zurück. Für die anderen Busse sind die Fahrleistungen saisonal unterschiedlich. Der zweite Elektrobus fährt im Sommer etwas 85 km pro Tag, es können bis zu 120 km sein. Der Gelenkbus fährt im Sommerhalbjahr 80 % seiner Fahrleistung. Es ist mit

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Tagesleistungen von 150 km zur rechnen. Die anderen Busse werden zu gelegentlichen Fahrten eingesetzt.

Ein üblicher Elektrobus mit 12 m Länge verbraucht in etwa 1,2 kWh/km, ein 18 m-Gelenkbus verbraucht in etwa 1,5 kWh/km<sup>14</sup>. Bei einer Strecke von 120 km verbraucht der 12-m-Bus dann 144 kWh, bei 300 km etwa 360 kWh. Der 18 m-Gelenkbus verbraucht auf 150 km etwa 225 kWh.

In der folgenden Abbildung 38 ist die Ladeleistung einmal der beiden 12 m-Elektrobusse sowie der beiden 12 m-Elektrobusse und eines 18 m-Gelenkbusses dargestellt, die benötigt wird, um die täglich verfahrene Energie in einer bestimmten Zeit wieder zu laden.

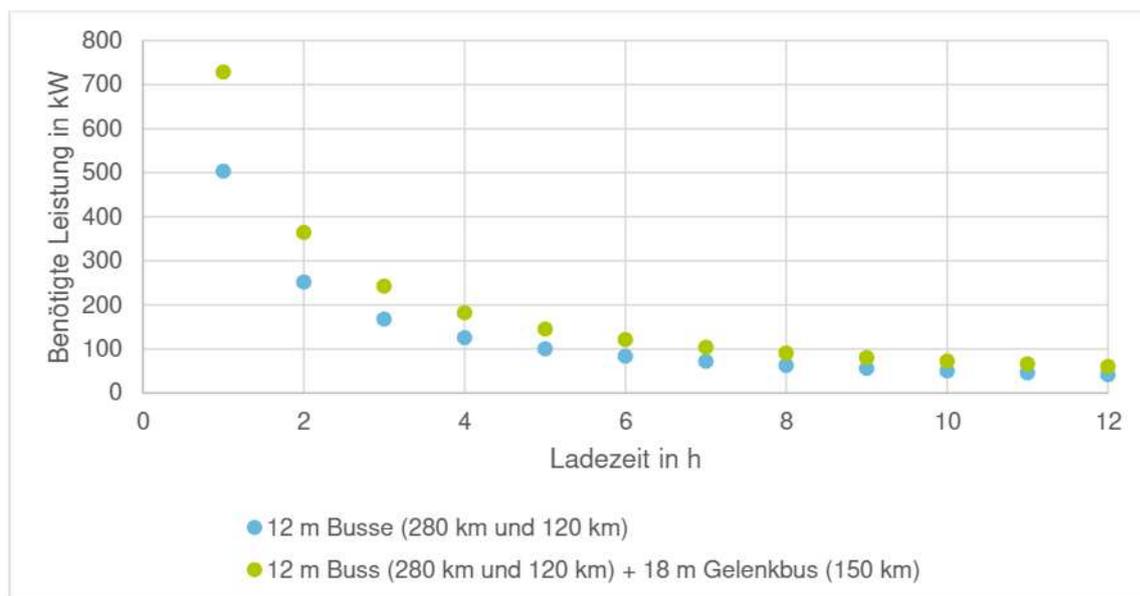


Abbildung 38: Ladeleistung in Abhängigkeit von der Ladezeit für Elektrobusse

Wenn man das Leistungsprofil der verfügbaren Leistung für die Mobilität (

Abbildung 344) mit der benötigten Leistung (Abbildung 38) vergleicht, ist besonders in den Sommermonaten Juli und August die verfügbare Leistung knapp bemessen. Für die beiden vorhandenen 12 m Elektrobusse mit der bekannten Fahrleistung und einer elektrischen Leistungsabfrage von 50 kW über Nacht (10 h von 21 Uhr bis 7 Uhr des Folgetages) reicht die Leistung (abzüglich 195 kW für die privaten PKW) aus.

Für einen weiteren Gelenkbus (20 kW zusätzlich über 10 h) ist die verfügbare Leistung an einigen Tagen zu knapp bemessen. Teilweise stehen aber auch deutlich größere Leistungen zur Verfügung.

<sup>14</sup> E-Bus Performance, VitriCiti, 2020

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Eine Möglichkeit hierauf zu reagieren ist ein dynamisches Lastmanagement, dass die abgefragte Leistung an die verfügbare Leistung anpasst.

Eine weitere Möglichkeit ist das Laden der Fahrzeuge in den täglichen Pausenzeiten. Hierfür könnten weitere Ladestationen errichtet werden. Eventuell auch an Orten, die für die täglichen Pausen genutzt werden.

Für die weiteren eher gelegentlich genutzten Fahrzeuge bietet es sich an die Ladezeiten an die Verfügbarkeit elektrischer Leistung anzupassen und die Pausenzeiten tagsüber zu nutzen.

Belässt man die Ladezeiten in der Nacht und lädt nur die gelegentlich genutzten Fahrzeuge bei verfügbarerer Leistung am Tag, benötigt man Spitzenleistungen von 70 kW.

Möchte man den ÖPNV weiter deutlich ausbauen, reicht die bisher verfügbare Leistung nicht aus.

### **Borkumer Kleinbahn**

Die Lokomotiven der Borkumer Kleinbahn werden zurzeit mit Diesel betrieben. Oberleitungen sind nicht vorhanden. Die Lokomotiven könnten auf Elektrobetrieb mit Akkumulatoren umgerüstet werden. Dies bietet sich gerade wegen der sehr kurzen Strecke von 7,5 km an, die die Bahn mehrmals am Tag von der Fähre zum Bahnhof zurücklegt <sup>15</sup>. Eine Abschätzung zeigt die Machbarkeit.

Die Bahn fährt mit 2 Lokomotiven, damit ein Rangieren im Bahnhof nicht notwendig ist. Eine Lokomotive übernimmt den Antrieb in eine Richtung, entsprechend muss die Akkukapazität ausfallen.

Eine Lokomotive hat eine Masse von etwa 20 t; mit wenigen Wagons und der zweiten Lok kann man von einer Gesamtmasse eines Zuges von weniger als 100 t ausgehen.

Ein 20 t Elektrobus hat einen Verbrauch von 1,2 kWh/km. Rechnet man auf eine Gesamtmasse von 100 t hoch, ist von einem Verbrauch von etwa 6 kWh/km auszugehen (nicht berücksichtigt, und zu niedrigeren Verbräuchen führend, ist hier, dass die Bahn mit geringer Geschwindigkeit von höchstens etwa 50 km/h fährt und der Rollwiderstand auf den Gleisen deutlich geringer ist als für Reifen auf Asphalt). Auf der Strecke von der Fähre zum Bahnhof (7,5 km) ist dann mit einem Verbrauch von weniger als 50 kWh zu rechnen.

Bei hohen Fahrleistungen im Sommer wird die Strecke bis zu 8 Mal am Tag in beide Richtungen gefahren (im Winter etwa 3 Mal). Man kann jeweils eine Standzeit von mindesten 15 Minuten sowohl im Bahnhof als auch im Fährhafen annehmen. Diese kann

---

<sup>15</sup> Frank, F.; Gnann, T.: Alternative Antriebe im Schienenverkehr. Working Papers Sustainability and Innovation, No. S 01/22. Karlsruhe: Fraunhofer ISI

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

bei entsprechender Ausrüstung eventuell zum Laden genutzt werden (eine geschickte Ladeinfrastruktur zum Beispiel über Pantographen oder induktives Laden kann das Ankoppeln beschleunigen und somit dabei unterstützen, die Standzeiten bestmöglich für das Laden zu nutzen.

*Tabelle 17: Parameter für die Elektrifizierung des ÖPNV (Lokomotive)*

Streckenlänge	Verbrauch	Standzeit
7,5 km	50 kWh	15 min

Für 8 Fahrten benötigt die Lokomotive ohne zwischenzeitliche Ladezeiten eine Akkukapazität von 400 kWh. Bei einer nächtlichen Standzeit von mindestens 10 Stunden, die zum Laden genutzt wird, ist eine Ladeleistung von 40 kW zum Vollladen notwendig. Werden nur drei Fahrten durchgeführt, kann die Ladeleistung auf wenige kW reduziert werden.

Bei 8 Fahrten und mit Ladezeiten im Bahnhof und im Fährhafen während des täglichen Betriebs seien beispielhaft folgende Szenarien gezeigt:

*Tabelle 18: Szenarien der Akkukapazität und Ladeleistung des ÖPNV (Lokomotive)*

Akkukapazität in kWh	Ladeleistung (Pause) in kW	Ladeleistung (Nacht) in kW
400	0	40
400	100	20
400	200	5
300	60	40

Wählt man die zweite Variante ist mit Spitzenleistungen für die Nacht von zwei Mal 20 kW, also 40 kW notwendig.

Diese Szenarien sind in den Sommermonaten, weder nachts noch tagsüber, mit der verfügbaren Leistung für Mobilität (abzüglich der Leistung für die Bewohnerfahrzeuge und die Elektrobusse) nicht abbildbar.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten darauf zu reagieren:

- Ein größerer Batteriespeicher, der die möglichen Ladezeiten flexibilisiert
- Dynamisches Lastmanagement, das verfügbare Leistungen vollständig abgreift. Das hilft gerade bei flexiblem Solarstrom in den Sommermonaten.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Es ist hier wichtig zu erwähnen, dass bei der verfügbaren Leistung kein Strom aus Photovoltaikanlagen berücksichtigt wurde. Gerade in den Sommermonaten steht dieser aber zur Verfügung.

Wegen der langen Standzeiten, gerade auch im Winter, bietet es sich an, die Akkus der Lokomotiven bidirektional auch als Batteriespeicher zu nutzen, die Strom bei Bedarf wieder ins Netz zurückspeisen und die hohen Leistungen der Wärmepumpen abpuffern. Ein größerer Speicher ist auch hier hilfreich.

### 3.5.4. Bidirektionales Laden

Das bidirektionale Laden ermöglicht neben dem Laden des Fahrzeugakkus auch das zurückspeisen von Energie aus dem Akku ins Stromnetz. Dadurch können Spitzen abgefangen und eine gleichmäßigere Leistungsverteilung ermöglicht werden. Dies ist zurzeit leider nur teilweise möglich, da die rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen noch nicht ausreichend geschaffen wurden.

Die Akkus in PKW sind deutlich günstiger als Heimspeicher (etwa 25 %) und mit dem Fahrzeug schon vorhanden. Be- und Entladen der Akkus in einem Bereich von etwa 20 % der vollständigen Akkukapazität führt kaum zu einer Belastung und damit einer Einschränkung der Lebensdauer der Akkus<sup>16</sup>.

Mit folgenden Annahmen lässt sich das Potential der bidirektionalen Nutzung von Autoakkus abschätzen:

- Freigabe von 15 % der Akkukapazität (durchschnittliche Gesamtakkukapazität: 50 kWh)
- Entladeverlust von 15 %

Dann steht pro Auto eine Kapazität von etwa 6,4 kWh zur Verfügung. Beispielhaft kumulierte Werte sind in Tabelle 19 angegeben.

*Tabelle 19: Gesamte Kapazität aller bidirektional ladenden Fahrzeuge (beispielhaft für unterschiedliche Anzahlen ladender Fahrzeuge).*

Anzahl	1	10	100	500	1000	2000
<b>Kapazität in kWh</b>	6,4	64	638	3188	6375	12750

In Abbildung 39 ist die Leistung dargestellt, die, von einer bestimmten Anzahl Fahrzeugen, in einer bestimmten Zeit, mit den obigen Annahmen, bereitgestellt werden kann.

<sup>16</sup> <https://batteryuniversity.com/article/bu-808-how-to-prolong-lithium-based-batteries>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

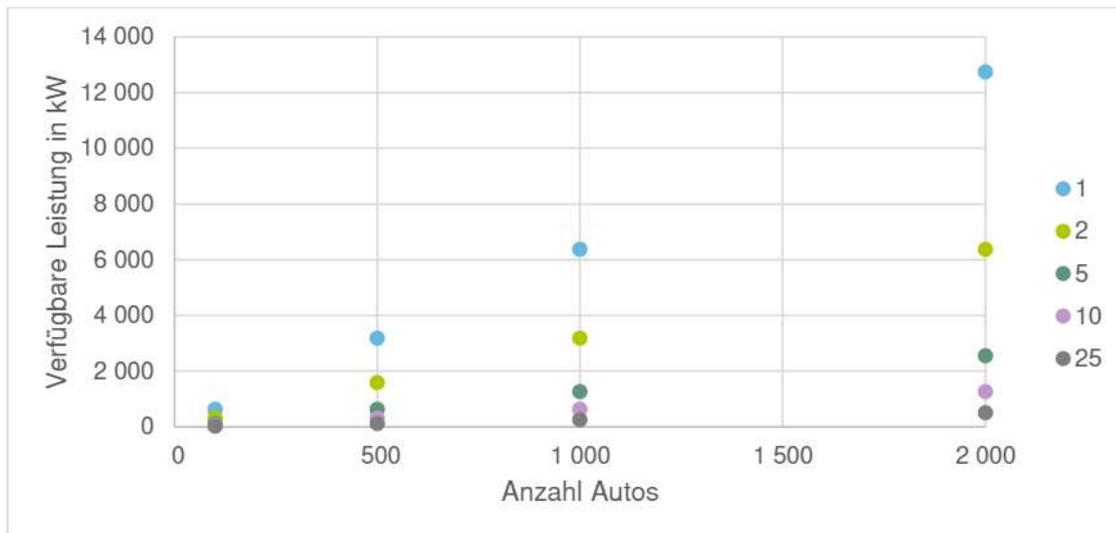


Abbildung 39: verfügbare Leistung in Abhängigkeit von der Anzahl der bidirektional ladenden Autos. Je nach Bedarfshöhe kann die Leistung verschieden lange abgerufen werden (hier beispielhaft 1, 2, 5, 10 und 25 Stunden).

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 4. Akteursbeteiligung

Im Rahmen des EQK Kurviertel fanden unterschiedliche Maßnahmen der Öffentlichkeits- und Akteursbeteiligung statt. Bereits im Vorfeld wurde die Bevölkerung bei der Erstellung diverser Konzepte mit eingebunden (Lebensraum Borkum 2030+, Borkum 2030, ISEK Borkum, Vorbereitende Untersuchungen Kurviertel). Schon in vorherigen Öffentlichkeitsformaten haben sich die Menschen für eine Sanierung des Kurviertels ausgesprochen. Im Rahmen der Beteiligungsformate wurde die Öffentlichkeit über die Planungsstände informiert und wichtige Akteure in die Bearbeitung einbezogen. Es fanden die folgenden Veranstaltungen während der Bearbeitung des EQK Kurviertel statt:

- 29.09.2022 Workshop mit Schlüsseleigentümer:innen: Im Rahmen der Analyse wurden Gebäude mit besonders hohen Energiebedarfen ermittelt. Diese Eigentümer:innen wurden zu einem Online-Dialog eingeladen. Ziel der Veranstaltung war es, weitere Informationen zur energetischen Situation zu sammeln, Einsparpotenziale aus der Praxis zu erörtern und über den Stand des Verfahrens zu informieren. Außerdem galt es Interessenten für die Erstellung eines Sanierungskonzeptes zu ermitteln. Es haben ca. 15 Personen/Institutionen an der Veranstaltung teilgenommen, es haben sich sieben Personen zurückgemeldet, die Interesse an der Erarbeitung eines energetischen Sanierungskonzept für ihre Immobilie hatten. Es wurden sechs Sanierungskonzepte erarbeitet. (vgl. Kapitel 5.1 und Anlagen C1 bis C6)
- 11./12.11.2022 Inselwerkstatt: Borkum verändert sich, viele Entwicklungen laufen parallel. Im Rahmen einer Inselwerkstatt wurde die interessierte Öffentlichkeit in die Kulturinsel eingeladen. Ca. 50 Personen folgten der Einladung zur Präsentation der aktuellen Entwicklung im Kurviertel. Es sollte deutlich gemacht werden, wie die aktuellen Entwicklungen (Wohnraumbedarfsanalyse, Energetisches Quartierskonzept, Sanierungsgebiet, European-Wettbewerb) Hand in Hand gehen. Am zweiten Tag wurde konkret an einer Fläche die zukünftige Entwicklung Borkums diskutiert.
- 17.04.23 Informationsveranstaltung zur nachhaltigen Stromerzeugung auf dem eigenen Dach: Im Rahmen eines Onlineformates wurden die aktuellen Ergebnisse des Energetischen Quartierskonzeptes vorgestellt, Fokus lag auf dem Potenzial durch PV-Anlagen. Ziel war es der Inselöffentlichkeit Hintergründe und praktische Hinweise zu vermitteln. Es waren daher auch Installateure aus Borkum eingeladen, die aus der Praxis berichteten. Es haben ca. 20 Personen an dem Termin teilgenommen.
- Abschlussveranstaltung: Vor der Sommerpause werden die Ergebnisse des EQKs sowie die Sanierungskonzepte für sechs ausgewählte Gebäude im Untersuchungsgebiet vorgestellt. Fokus liegt dabei auf der Übertragbarkeit auf andere Gebäude.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 5. Strategie- und Maßnahmenentwicklung

### 5.1. Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung

Nach der Beteiligung der Schlüsselakteure an einer Veranstaltung zur Identifizierung von modellhaften Gebäuden zu sanieren, ist die folgende Liste entstanden:

1. Bahnhofsgebäude
2. Evangelisch-lutherische Christus-Kirchengemeinde
3. Gezeitenland
4. Hotel Atlantik
5. Inselhotel Rote Erde
6. Tourist Info mit WC-Komplex

Für diese Gebäude wurden Sanierungskonzepte erstellt. Die Konzepte befinden diesem Bericht angehängt (siehe Anlage C1 bis C6). Die energetischen Einsparungen, die sich aus der Sanierung der Gebäude ergeben können, sind im Folgenden zusammengefasst.

*Tabelle 20: Energie- und THG-Einsparpotenziale - Ergebnisse der Sanierungskonzepte für sechs exemplarische Gebäude im Kurviertel*

	Endenergieeinsparung		Primärenergieeinsparung	Treibhausgaseinsparung
	kWh/a	prozentual	kWh/m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> äq/a
<b>Bahnhofsgebäude</b>	20.284	11%	203	4.336
<b>Ev.-luth. Christus-Kirchengemeinde</b>	14.117	7%	244	3.063
<b>Gezeitenland</b>	75.463	4%	200	16.432
<b>Hotel Atlantik</b>	1.251.691	57%	290	271.322
<b>Inselhotel Rote Erde</b>	478.500	16%	214	103.831
<b>Tourist Info mit WC-Komplex</b>	23.075	29%	324	4.967
<b>Gesamteinsparung</b>	<b>1.863.130</b>		<b>-</b>	<b>403.951</b>
<b>Durchschnittliche Einsparung</b>	<b>-</b>	<b>21%</b>	<b>246</b>	<b>-</b>

Die Ergebnisse bestätigen die Annahmen aus Abschnitt 3.1 Tabelle 5. Das Hotel Atlantik weist der höchste Endenergieeinsparpotenzial von 57%, während das Gezeitenland und die Ev.-luth. Christus-Kirchengemeinde Endenergieeinsparungen von lediglich 4% bzw. 11% erzielen können. Das Gezeitenland ist dabei ein Spezialfall aufgrund seiner Nutzungsart und die Ergebnisse sind damit nicht auf weitere Gebäude übertragbar. Jedoch

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

ist seiner Betrachtung äußerst wichtig, da dies der größte Wärmeverbraucher im Kurviertel ist.

## 5.2. Wärmeversorgung

### 5.2.1. Wärmenetz

#### 5.2.1.1. Grundlagen und Annahmen

Basierend auf Ergebnissen der Bedarfsermittlung und Potenzialanalyse wurden vier Wärmeversorgungsvarianten definiert. Alle Varianten werden als zentral mit einem Wärmenetz für das Kurviertel angedacht, um die Vorteile der Gleichzeitigkeit sowie des Erzeugungs- und Lastmanagements nutzen zu können. Bei der Wärmebedarfsermittlung werden ebenfalls die Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt. Für das Wärmenetz werden vier Ausbaustufen geplant. In der Ausbaustufe 1 sollen bis 2025 nur die Fernwärmekunden angeschlossen werden. In 2028 (Ausbaustufe 2) wird der Anschluss des südlichen Kurviertels und allen Gebäuden zwischen dem Bestandwärmenetz und des südlichen Kurviertels geplant. Ab 2030 (Ausbaustufe 3) soll der restliche Kurviertel nördlich des Bestandwärmenetz angeschlossen werden.

Alle Ausbaustufen wurden anhand einer hydraulischen Simulation auf ihre Umsetzbarkeit überprüft. Hierfür war es erforderlich das Bestandsnetz zu digitalisieren und mittels der neu berechneten Verbrauchswerte potenziellen Handlungsspielraum zu identifizieren und somit Wärmequelle und Wärmesenke optimal einzubinden.

Für die Planung des Wärmenetzes wurde das bereits bestehende Wärmenetz und die dazugehörigen Hausanschlüsse aufgenommen und als Grundlage für die Erweiterung und Ertüchtigung angenommen.

Wie in der folgenden Abbildung 40 zu sehen, besteht das Bestandsnetz aus mehreren Strängen unterschiedlichen Rohrtyps, die aus der Heizzentrale Buberstraße versorgt werden.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

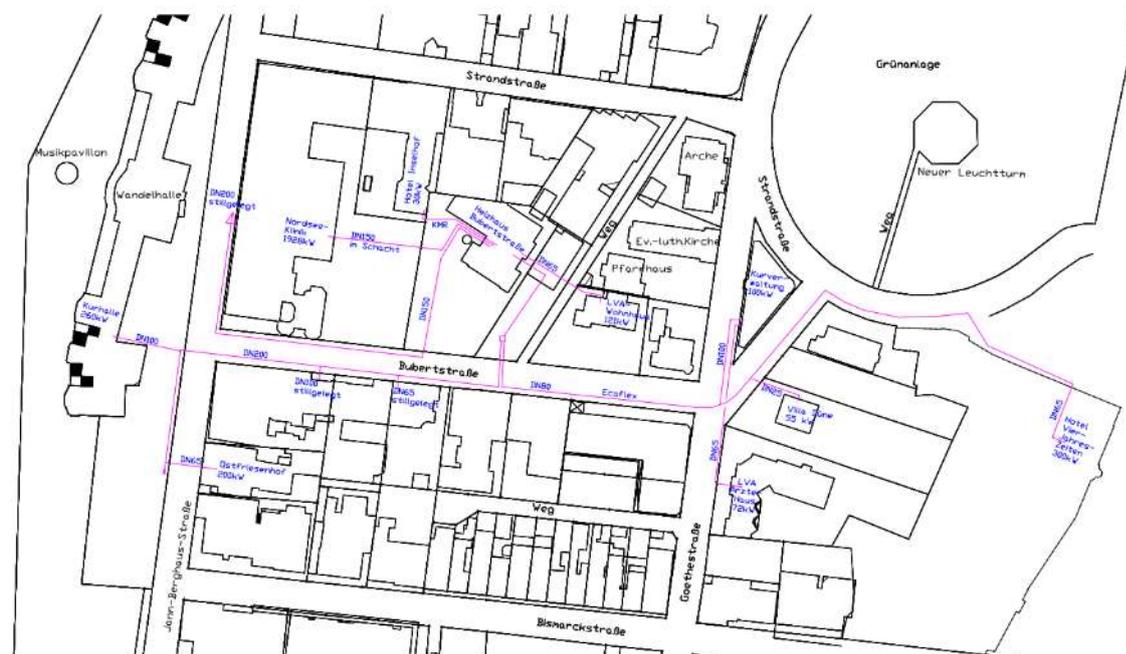


Abbildung 40: Bestehendes Wärmenetz und Energiezentrale in der Buberstraße

Nicht alle Hausanschlüsse, die aus der Abbildung 40 hervorgehen, sind aktiv, können aber reaktiviert werden, sodass eine Versorgung wieder über das Bestandsnetz möglich ist. Die Hauptleitungen wurden damals mit ausreichend Reserven geplant. Das bedeutet, dass das Bestandsnetz zusätzliche Abnehmer in dem Gebiet versorgen kann und dass weitere Leitungen aus der Energiezentrale nicht benötigt werden. Dies beruht auf der Annahme, dass weitere Hausanschlussleitungen an die bestehenden Leitungen angeschlossen werden können.

Alles im allen weist das Bestandsnetz inkl. Hausanschlussleitungen ca. 1.600 Trassenmeter auf. Hervorzuheben ist die Bestandsleitung mit einem Durchmesser von DN 200, die sich durch die komplette Jann-Berghaus-Straße zieht und somit das Projektgebiet hervorragend im Westen umschließt.

## 5.2.1.2. Wärmenetz Erweiterung

Um die Erweiterung des Wärmenetzes im Kurviertel umzusetzen, ist ein mehrstufiger Ausbau erforderlich. In jeder Ausbaustufe werden neue Gebäude an das Netz angeschlossen und somit der Umfang der Versorgung erweitert. Diese mehrstufige Herangehensweise ermöglicht es, die Kosten für den Ausbau des Wärmenetzes auf mehrere Jahre zu verteilen. Abbildung 41 zeigt die einzelnen Ausbaustufen farblich unterteilt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

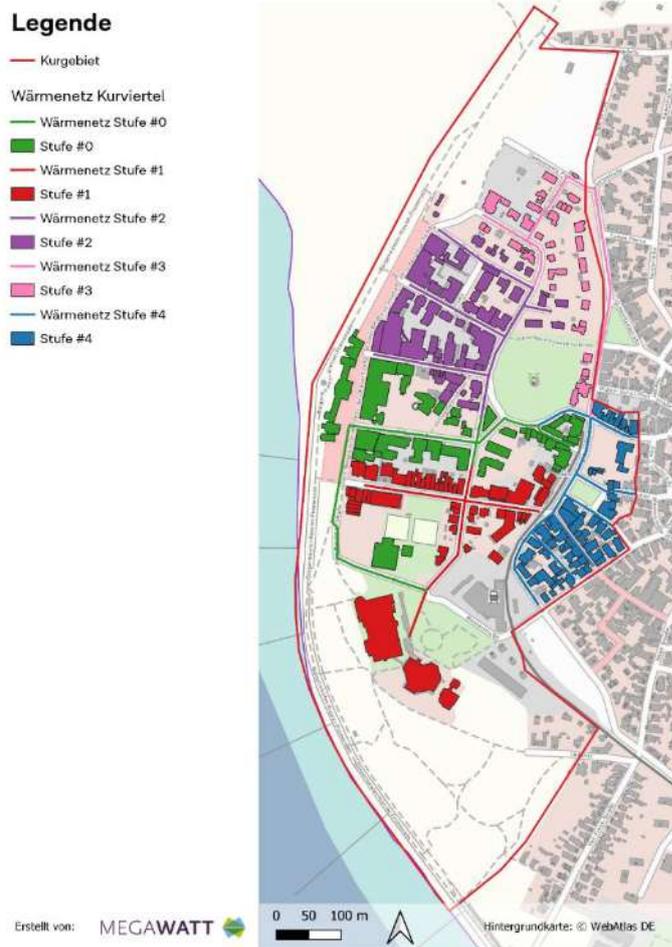


Abbildung 41: Ausbaustufen des Wärmenetzes im Kurviertel

Die Ausbaustufe 0 bedeutet, dass die Gebäude in unmittelbarer Nähe zur zentralen Wärmeerzeugungsanlage über die bestehenden Leitungen angeschlossen werden.

In der Ausbaustufe 1 werden die rot markierten Gebäude, die sich in unmittelbarer Nähe des Bestandsnetzes befinden, angeschlossen. Hierfür, und für alle weiteren Ausbaustufen, sind neue Wärmetrassen notwendig. Die Ausbaustufe 2 ist lila hervorgehoben und befindet sich nördlich vom Bestandsnetz. In der dritten und vierten Ausbaustufe wird das Wärmenetz in den Randbereichen des Kurviertels erweitert, um auch diese Gebäude an das Netz anzuschließen.

Für einen Überblick der Wärmebedarfe der Ausbaustufen wurde die folgende Abbildung 42 erstellt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“



Abbildung 42: Wärmebedarfe nach Ausbaustufen in MWh/a

Hier wird deutlich, dass der Großteil des Bedarfs in den ersten Ausbaustufen gedeckt wird und Stufe 3 bis 4 einen relativ kleinen Anteil mit knapp 2 MWh/a bzw. 4 MWh/a, am Gesamtausbau von ca. 35 MWh/a aufweisen.

Einige Gebäude, die sich im Süden des Gebiets befinden, sind aus Sicht einer Wärmeversorgung im Kurviertel nicht wirtschaftlich erschließbar. Bei diesen Gebäuden handelt es sich um das Depot und Werkstatt der Borkumer Kleinbahn und die weiter südlich an der Westerstraße und der Lüderitz liegenden Gebäude. Hier wird zu einem späteren Zeitpunkt die Erschließung über ein weiteres Wärmenetz außerhalb des Projektgebiets nahegelegt oder den Anschluss an die aus dem Süden kommende potenzielle Verbindungsleitung.

### 5.2.1.3. Hydraulische Berechnung und Dimensionierung

Die hydraulische Berechnung und Dimensionierung des Wärmenetzes erfolgt mit dem Programm „ROKA<sup>3</sup>“. Die Berechnungssoftware zeigt für jeden Strang und Leitungsabschnitt die jeweiligen strömungstechnischen Zustände auf. Dadurch lassen sich für jede Teilstrecke auf Basis des spezifischen Druckverlustes die optimalen Leitungsdimensionen ermitteln.

Für die Dimensionierung der Rohrleitungen wird ein Modell des Wärmenetzes im Programm erstellt. Dort werden neben dem Bestandsnetz und den Ausbaustufen auch die einzelnen Verbraucher in Form von Wärmeübergabestationen sowie auch die beiden Heizzentralen als Wärmeeinspeiser abgebildet. Anhand des benötigten Wärmebedarfs je Verbraucher wird für jeden Leitungsabschnitt ein spezifischer Druckverlust berechnet. Die Rohrdimensionen werden so gewählt, dass der spezifische Druckverlust des entsprechenden Abschnitts 150 Pa/m nicht übersteigt. Damit die Berechnung durchgeführt

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

werden kann müssen zudem noch weitere, hydraulisch relevante, Parameter definiert werden. Die eingesetzten Werte lassen sich der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** entnehmen.

*Tabelle 21: Parameter der hydraulischen Rohrnetzberechnung*

Parameter	Wert
Rohrleitungstyp	Kunststoffmantelrohr (KMR)
Vor- und Rücklauftemperatur	75°C und 45°C
Vor- und Rücklaufdruck	6 bar und 2 bar
Maximaler spez. Druckverlust	150 Pa/m

Abbildung 43 zeigt das Netzmodell mit Bestandsnetz und die Ausbaustufen sowie die beiden Energiezentralen und die Wärmeabnehmer. Die Datei ist auch in Anlage A zu finden.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

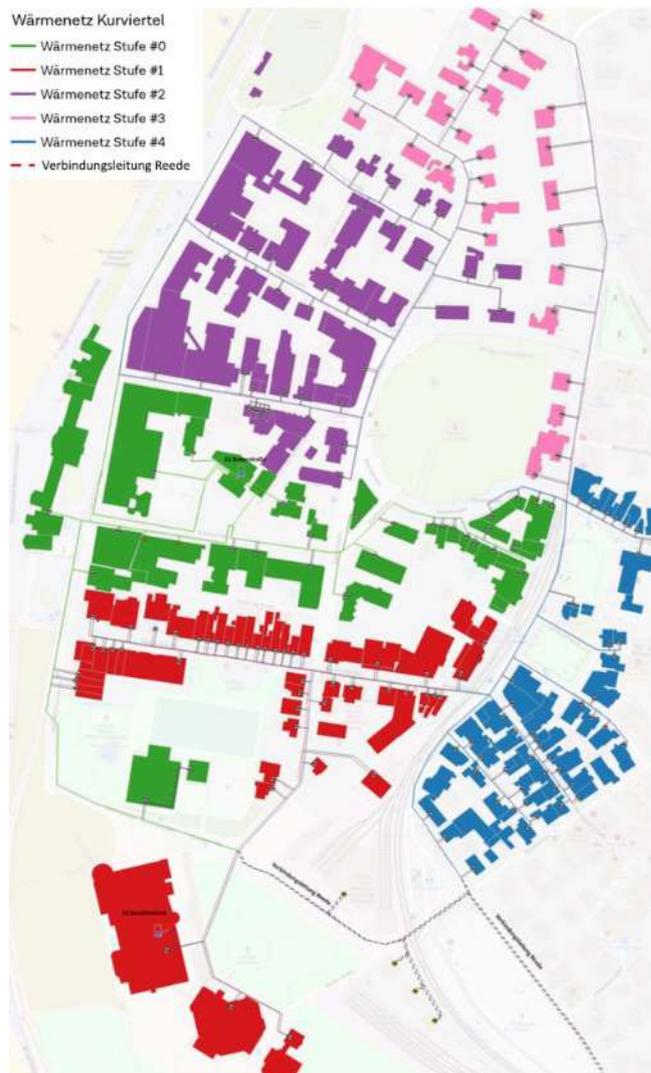


Abbildung 43: Übersicht Wärmenetztrassen

Das Ergebnis der Berechnung ergibt Rohrdimensionen von DN 20 bis DN 250. Die kleineren Durchmesser werden vor allem für die Hausanschlüsse benötigt, während die größeren dem Ringnetz zugeordnet werden können. In Abbildung 44 sind die Trassenlängen je Ausbaustufe dargestellt. Die Trassenlänge des geplanten Netzes inklusive des Bestandsnetzes beträgt insgesamt etwa 6.660 m. Davon sind etwa 5.040 m neu zu verlegen, welche sich in ca. 2.870 m Ringnetz und 2.170 m Hausanschlüsse aufteilen lassen.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

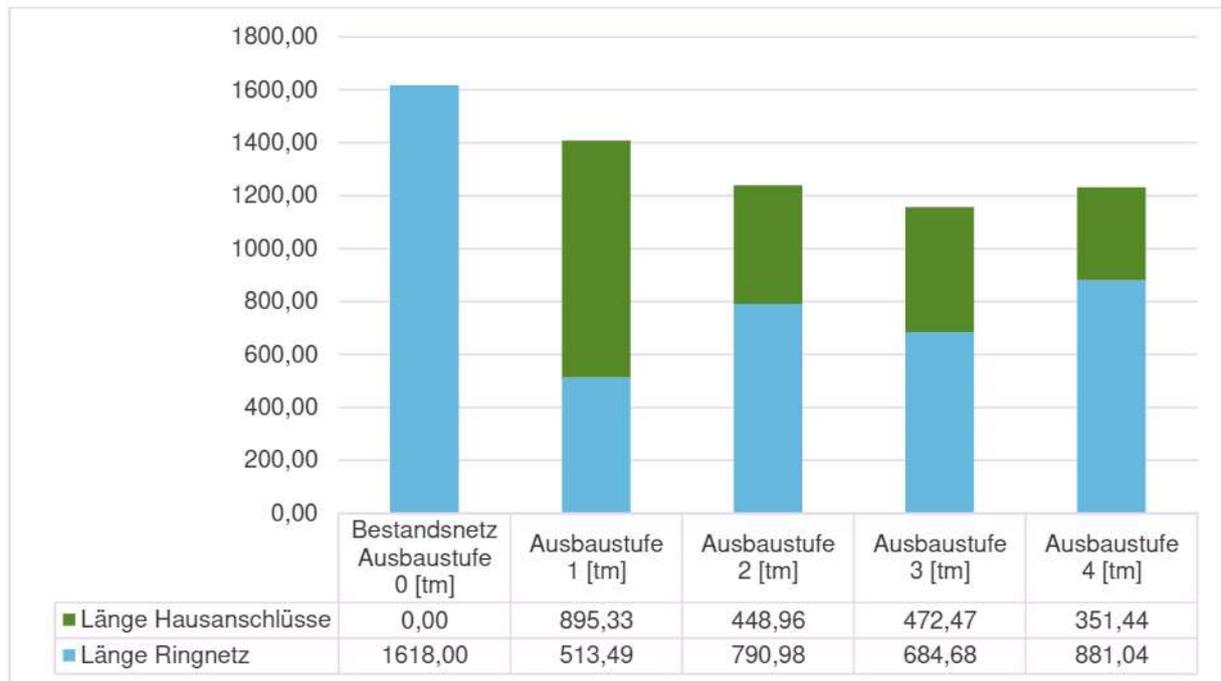


Abbildung 44: Trassenlängen Wärmenetz nach Ausbaustufen

## 5.2.2. Variantenentwicklung

### 5.2.2.1. Auswahl der Technologie

Die festgelegte Wärmeversorgungsvarianten werden nachfolgend in Tabelle 22 zusammengefasst.

Tabelle 22: Wärmeversorgungsvarianten südliches Kurviertel

Parameter / Komponente	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Referenzvariante
<b>Netztemperat- uren</b>	75°C / 45°C	Kein Netz				
<b>Luft-Wasser- Wärmepumpe</b>		x	x	x		x (dezentral)
<b>Meerwasser- Wärmepumpe</b>	x		x			

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Wärmespeicher	x (saisonal)	x (saisonal)	x	x(Puffer)	
KWK(Wasserstoff/Methanol)				x	
Elektrodenheizkessel					x (dezentral)
Tiefengeothermie mit ORC					x

In **Variante 1** ist eine zentrale Meerwasser-Wärmepumpe vorgesehen. Als Wärmequelle wird das Meerwasser aus der Nordsee verwendet. Die Temperaturdaten wurden vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie für das Jahr 2019 entnommen und haben gezeigt, dass ein ganzjähriger Betrieb einer Meerwasser-Wärmepumpe prinzipiell möglich wäre. Über einen Wärmetauscher wird das Wasser aus der Nordsee an die Wärmepumpe geleitet, welche die Wärmeenergie auf ein brauchbares Temperaturniveau anhebt. Der Ansaugpunkt für das Meerwasser kann entweder in der Strandnähe oder in dem Tiefwasser positioniert werden.

Neben der Wärmepumpe ist in dieser Variante ein saisonaler Wärmespeicher vorgesehen, der die überschüssige Solarenergie im Sommer nach Umwandlung durch die Wärmepumpe als Wärme speichert. In der Heizperiode wird die Wärme aus dem saisonalen Speicher genutzt. Der Speicher muss ausreichend groß dimensioniert werden, sodass die Lastspitzen bei nicht ausreichender, momentaner elektrischer Leistung gedeckt werden können. In dieser Variante spielt die prädiktive Regelung zum stromnetzdienlichen Betrieb eine große Rolle, damit möglichst viel Solarenergie gespeichert werden kann, wenn kalte Tage mit einem hohen Wärmebedarf vorhergesehen werden.

**Variante 2** ähnelt sich der Variante 1 nur mit dem Unterschied, dass in dieser Variante die Luft-Wärmepumpe als Wärmeerzeuger dient. Über die Rückkühlwerke, die auf Dächer oder auf Freiflächen installiert werden, wird die Außenluftwärme an die Wärmepumpe geleitet, die dann das Temperaturniveau anhebt. Da die Luft-Wärmepumpe in der Regel eine schlechtere Effizienz als eine Meerwasser-Wärmepumpe aufweist, soll in dieser Variante der saisonale Speicher größer dimensioniert werden, damit mehr Solarstrom im Sommer gespeichert werden kann. Die Infrastruktur für eine Luftwärmepumpe ist vergleichsweise günstiger als bei der Meerwasser-Wärmepumpe, sodass hier ein Investitionskosten-Einsparpotenzial zu erwarten ist.

In **Variante 3** werden diese beiden Technologien kombiniert. Die Luft-Wärmepumpe wird entsprechend dem sommerlichen Wärmebedarf ausgelegt, weil diese im Sommer die hohen Umgebungstemperaturen als Vorteil hat. Die Meerwasser-Wärmepumpe deckt

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

den Wärmebedarf in der Heizperiode. Da in dieser Variante auf den Spitzenlasterzeuger verzichtet wird, muss die Meerwasser-Wärmepumpe ausreichend groß dimensioniert werden. Allerdings ist die Wärmepumpenleistung wie bei Variante 1 und 2 durch die begrenzten Stromverfügbarkeit begrenzt. Um einen netzdienlichen Betrieb der Wärmepumpen zu ermöglichen, wird in dieser Variante ebenfalls ein großer Speicher ange-dacht.

In **Variante 4** wird analog zu Variante 2 eine zentrale Luft-Wärmepumpe geplant. Zur Unterstützung soll eine KWK-Anlage, die mit Wasserstoff oder Methanol betrieben wird, eingesetzt werden. Mit Hilfe der KWK-Anlage kann nicht nur Wärme, sondern auch Strom produziert werden. Der Strom aus der KWK-Anlage wird demnächst für den Wärmepumpenbetrieb eingesetzt. In dieser Variante wird kein saisonaler Speicher, sondern ein zentraler Pufferspeicher vorgesehen.

**Variante 5** wird Tiefengeothermie darstellen, um diese im Vergleich mit den restlichen Varianten zu bewerten.

Außerdem wird eine **Referenzvariante** bei dem energetischen Vergleich mitbetrachtet. In dieser Variante wird für jedes Gebäude eine dezentrale Luft-Wärmepumpe ange-dacht. Zur Unterstützung wird ein dezentraler Elektrodenheizkessel vorgesehen. Im wei-teren Verlauf muss untersucht, ob die zur Verfügung stehende elektrische Leistung aus dem vorhandenen Seekabel für den Betrieb der Referenzvariante ausreichend ist.

### 5.2.2.2. Simulation eines stromnetzschonenden Betriebs

Zur Bestimmung der Erzeugeranteile und der Größe der Anlagenkomponenten wurden die einzelnen Versorgungsvarianten mit energyPRO für ein Jahr stundengenau simuliert. Hierfür wird ein prognostizierter Wärmebedarf des Kurviertels in 2030 verwendet. Der Lastgang ist in Abbildung 45 zu sehen.

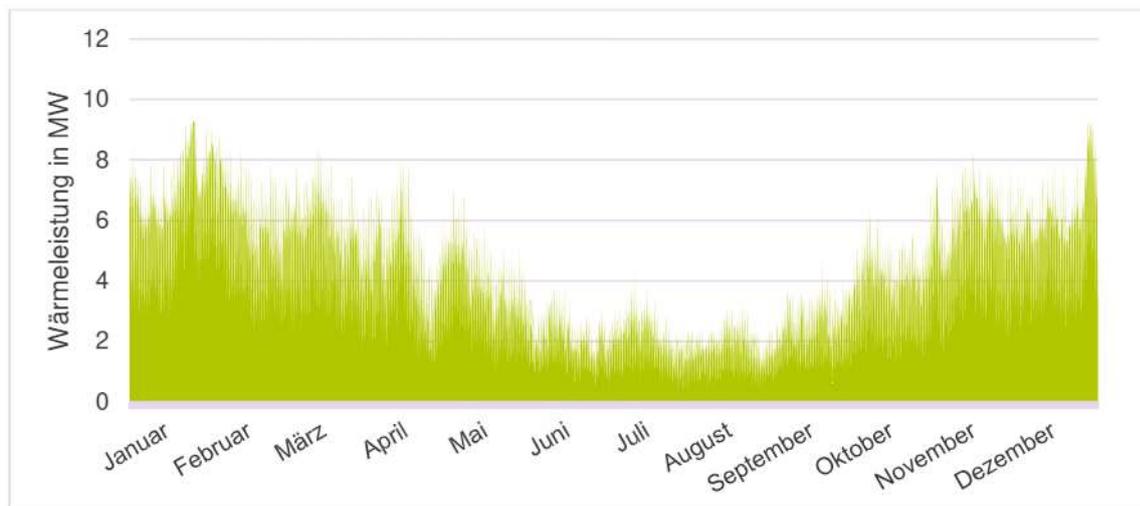


Abbildung 45: Prognostizierter Wärmebedarf des Kurviertels in 2030

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Wie oben beschrieben wurde, ist die Stromverfügbarkeit im Kurviertel begrenzt. Deswegen wird für jede Variante eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der ein Stromnetzlastungsfaktor variiert wird. Unter dem Stromnetzlastungsfaktor versteht man den Stromanteil, den für z. B. Elektromobilität vorgesehen ist und für die Wärmeversorgung nicht zur Verfügung steht. Ein Stromnetzlastungsfaktor von 0,2 bedeutet zum Beispiel, dass der Stromanteil, der für den Wärmepumpenbetrieb genutzt werden kann, um 20 % reduziert wird. Demzufolge hat eine Wärmepumpe bei einem größeren Stromnetzlastungsfaktor weniger elektrische Leistung und muss kleiner dimensioniert werden. Durch die Sensitivitätsanalyse wird untersucht, wie groß der saisonale Speicher bei einem bestimmten Stromnetzlastungsfaktor sein muss. Da in der Variante 4 kein saisonaler Speicher vorgesehen wird, wird stattdessen die Leistung der KWK-Anlage variiert.

Der Strominput aus dem Stromnetz für die Energieanlagen wird in der Simulation durch die Zeitreihe der Stromverfügbarkeit limitiert. Für den Anlagenbetrieb kann ebenfalls der Strom aus Photovoltaik-Anlagen genutzt werden. Für Strom aus Photovoltaikanlagen wurde eine separate Zeitreihe erstellt, die weiterhin mit der Zeitreihe für die Stromverfügbarkeit zusammenaddiert wird. In Abbildung 46 sind die Zeitreihe des verfügbaren Stroms aus Seekabel und des PV-Stroms aus Freiflächenanlage dargestellt.

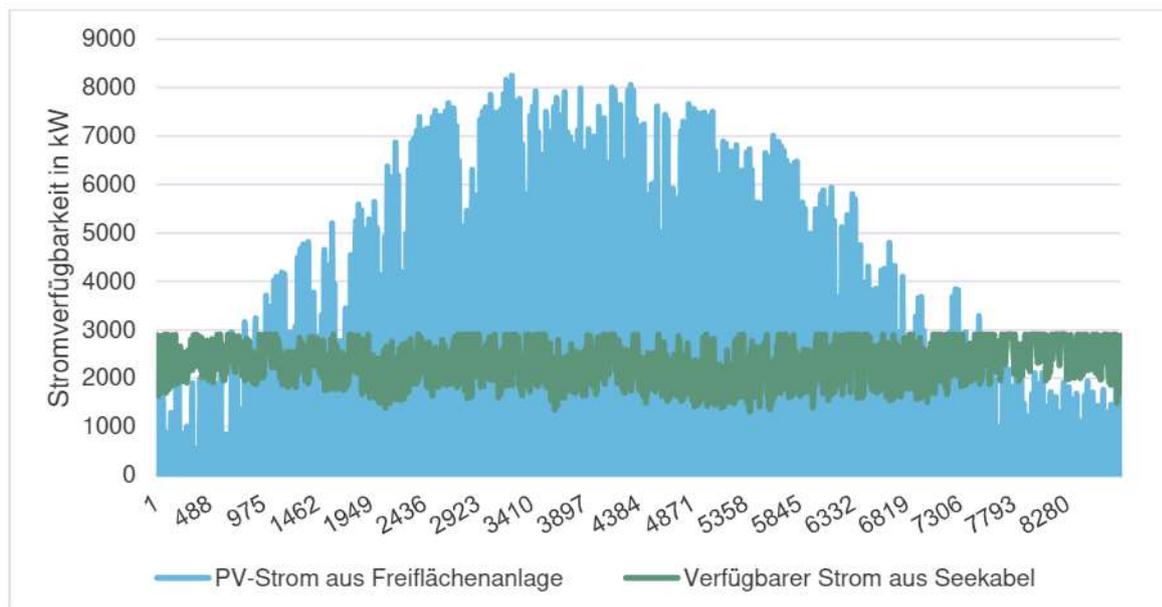


Abbildung 46: Strom für Wärmewecke des Kurviertels

Für jede Variante wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der die Stromverfügbarkeit von 15 % bis 30 % reduziert wird. Der abgezogene Teil ist für die Mobilität oder Haushalt vorgesehen. An dieser Stelle ist es wichtig zu erwähnen, dass ausschließlich der Stromteil reduziert wird, der aus dem Seekabel aufgenommen wird. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse für Varianten 1 und 2 sind in Abbildung 47 und Abbildung 48 dargestellt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

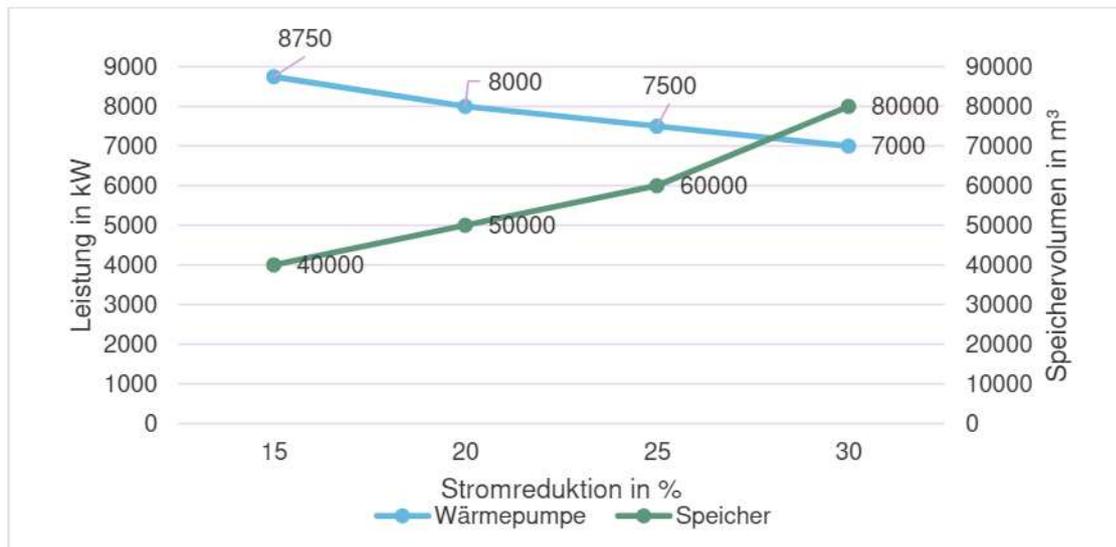


Abbildung 47: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse Variante 1 (Meerwasser-WP)

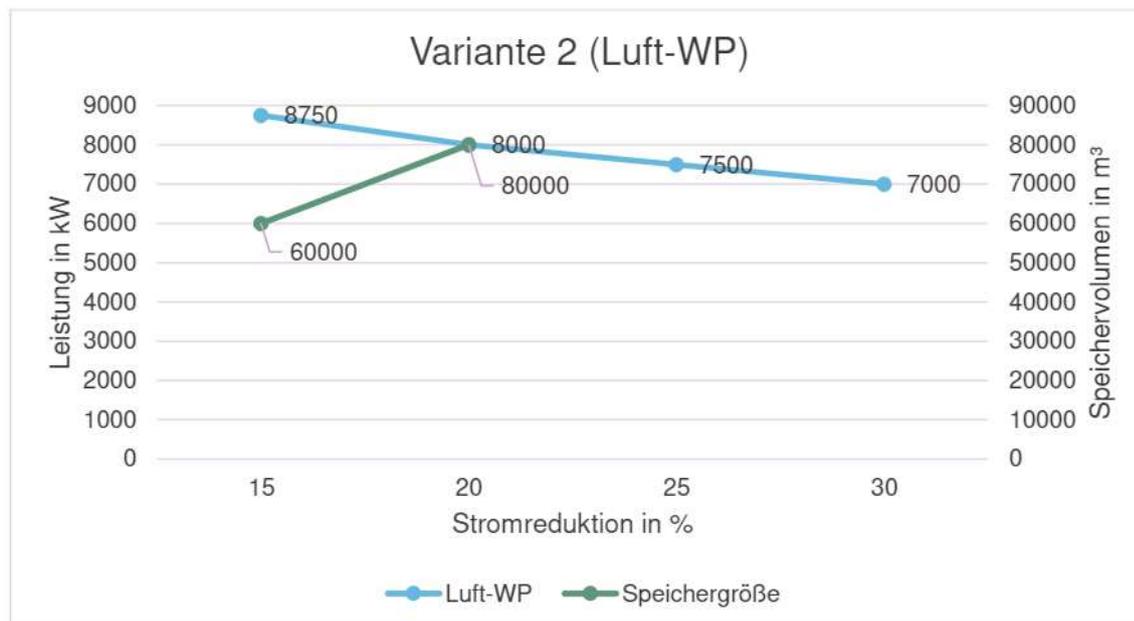


Abbildung 48: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse Variante 2 (Luft-WP)

Aus der Sensitivitätsanalyse lässt sich sehen, welche elektrische Leistung die Wärmepumpe bei der entsprechenden Stromreduktion maximal erreichen kann. Dabei wird entsprechend die Speichergröße so ausgewählt, dass der Wärmebedarf immer noch gedeckt werden kann. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen, dass bei der Stromreduktion um 5 % eine deutliche Vergrößerung des Speichers (um ca. 10.000 m³) erforderlich ist. In der Variante 1 ist ab einer Stromreduktion von 30 % keine weitere Entlastung des Stromnetzes technisch möglich, da sonst der Wärmebedarf nicht gedeckt wird. Für die Variante 2 ist die Stromreduktion von 20 % die Grenze. Der Grund dafür liegt

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

darin, dass die Effektivität einer Luft-Wärmepumpe aufgrund der Wärmequellentemperaturen im Vergleich zu Meerwasserwärmepumpe schlechter ist. Das heißt, dass bei gleich zur Verfügung stehenden elektrischen Leistung weniger Wärme durch die Luft-Wärmepumpe produziert wird.

Für die weitere Betrachtung soll aus der Sensitivitätsanalyse ein Optimum zwischen Stromreduktion und Wärmepumpen- und Speichergroße ermittelt werden. Für die Variante 1 wurde als Auslegungsgroße die Stromreduktion von 25 % gewählt. Für die Variante 2 soll die Stromreduktion 20% betragen. In der Variante 3 hat die Stromreduktion keinen Einfluss auf die Dimensionierung der Luft-Wärmepumpe, weil die Luft-Wärmepumpe ausschließlich im Sommer betrieben wird und auf den sommerlichen Bedarf ausgelegt wird. Die Größen der Meerwasserwärmepumpe und des Speichers variieren identisch zu diesen der Variante 1. Bei Variante 4 wird aus der KWK-Anlage zusätzlicher Strom erzeugt, sodass sich dies positiv auf das Stromnetz auswirkt und keine zusätzliche Stromnetzbelastung notwendig ist.

In Tabelle 23 werden die Anlagenleistungen der Wärmeerzeuger sowie die Dimensionen weiterer Komponenten, die aus der Simulation und den Vorbetrachtungen hervorgehen, aufgelistet.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Tabelle 23: Wärmeversorgungsvarianten südliches Kurviertel

Komponente	Referenz- variante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Netztemperatu- ren	(kein Netz)	75°C / 45°C				
Meerwasser- Wärmepumpe		7,5 MW		7,5 MW		
Luft-Wärme- pumpe	5,5 MW (dezentral)		8 MW	3 MW	7 MW	
KWK (Wasser- stoff/Methanol)					3 MW <sub>th</sub> 2,7 MW <sub>el</sub>	
Elektrodenheiz- kessel	3,5 MW (dezentral)					
Wärmespeicher		60.000 m <sup>3</sup>	80.000 m <sup>3</sup>	60.000 m <sup>3</sup>	1.000 m <sup>3</sup>	
Tiefengeother- mie mit ORC						25 MW <sub>th</sub> 4 MW <sub>el</sub>

Einzelheiten wie Wärmeabsatz, Anteile der Wärmeerzeugung sowie Strombedarf der Wärmepumpen sind in Tabelle 24 gegenübergestellt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

*Tabelle 24: Simulationsergebnisse der Wärmeversorgung anteilig mit PV-Strom aus Freiflächenanlage für 4 Varianten, alle Angaben in MWh pro Jahr*

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
<b>Wärmeabsatz inkl. Netz- und Speicher- verluste</b>	35.840	35.997	35.798	35.306
<b>Wärmeerzeugung</b>				
Meerwasserwärmepumpe	35.803	0	31.096	33.908
Luftwärmepumpe	0	35.935	4.553	0
KWK	0	0	0	1.398
<b>Strombedarf für Wärmepumpen</b>				
Meerwasserwärmepumpe	13.051		11.569	13.184
Luftwärmepumpe	0	13.848	1.502	0
<b>PV-Stromerzeugung</b>	11.764	11.764	11.764	11.764
<b>PV-Strom exportiert</b>	5.591	5.293	5.529	7.727
<b>Strombezugsquelle der Wärmepumpen</b>				
PV-Eigenstromnutzung	6.173	6.471	6.236	4.037
Netzstrom	6.878	7.377	6.835	7.889

Aus der Tabelle ist zu merken, dass der Strombedarf keine großen Abweichungen unterhalb der Varianten aufweist, obwohl verschiedene Stromnetzlastungsfaktoren zu Grunde gelegt worden sind.

In Abbildung 49 sind die Anteile der verschiedenen Wärmeerzeuger an der Wärmeversorgung in den untersuchten Versorgungsvarianten bildlich dargestellt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

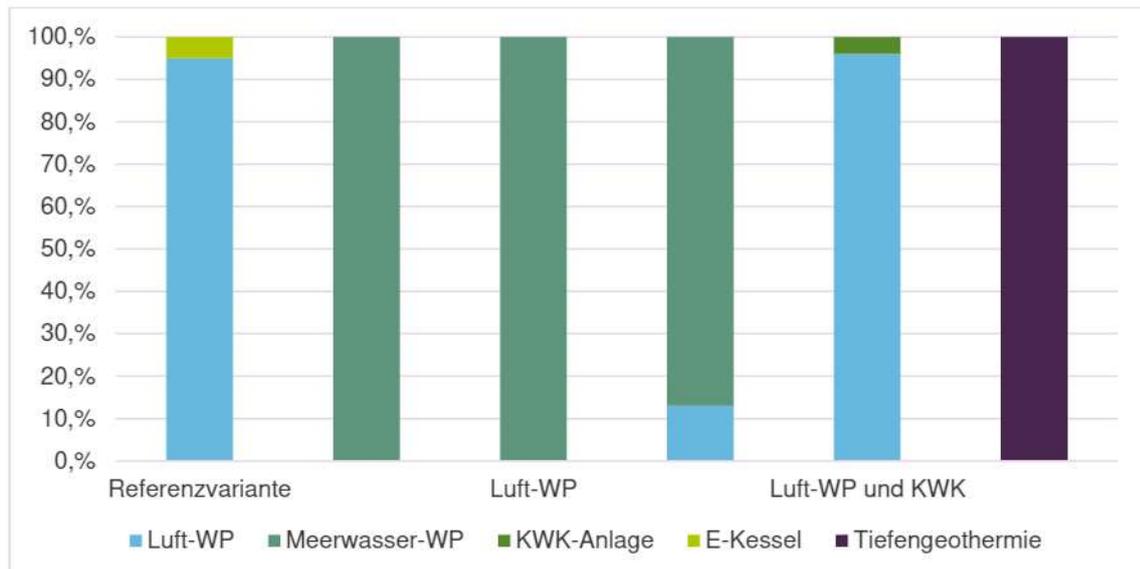


Abbildung 49: Relative Wärmeversorgungsanteile der untersuchten Versorgungsvarianten

Nach der Dimensionierung der Anlagenkomponenten ist deutlich geworden, dass die Kombination von Meerwasser- und Luft-Wärmepumpen nicht zu einer Reduzierung der Speichergröße im Vergleich mit der Nutzung einer einzelnen Technologie führt. Wenn die Luft-Wärmepumpe nur im Sommer betrieben wird, muss die Meerwasser-Wärmepumpe wie in Variante 1 dimensioniert werden, um den Wärmebedarf im Winter zu decken. Die Speichergröße muss dementsprechend ebenfalls identisch der Variante 1 sein.

Für die Variante 1 und 2 wurde zuerst ein zusätzlicher Elektrodenheizkessel als Spitzenlastherzeuger vorgesehen. Die Simulationen haben jedoch gezeigt, dass das keine Vorteile zum Energiesystem bringt. Die begrenzte elektrische Leistung führt dazu, dass der Elektrodenheizkessel nur wenige Stunden im Jahr betrieben werden kann, damit die elektrische Leistung immer noch ausreichend ist. Variante 4 wurde mit alternativen Brennstoffen für die KWK-Anlage untersucht. Die Verfügbarkeit von Wasserstoff steigt aktuell und zukünftig an. Wasserstoff hat auch eine sehr hohe Energiedichte, sodass geringere Mengen im Vergleich zu anderen Brennstoffen benötigt werden. Die alternative Brennstoffe Methanol und Ammoniak sind welche, die potenziell für die Schifffahrt Verwendung finden werden. Sollte dies der Fall sein, werden sich damit Synergien zwischen der Schifffahrt und der Wärmeversorgung ergeben. Tabelle 25 zeigt ein Vergleich der drei Brennstoffen in Hinsicht auf die Energiedichte und die daraus resultierende benötigte Menge für den Betrieb der KWK-Anlage.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Table 25: Alternative Brennstoffe für die KWK-Anlage

Alternative Brennstoffe	Wasserstoff	Methanol	Ammoniak
Energiedichte H2 in MWh/t	33,3	5,6	5,4
Menge in t	101	599	621

Die Beschaffung von grünem Methanol sowie die Nutzung von Ammoniak in KWK-Anlagen sind noch nicht Stand der Technik, sodass hier der Fokus auf Wasserstoff gelegt wird. Bei 3 Tonnen Wasserstoff pro Lieferung werden 34 Lieferungen pro Jahr benötigt.

Insgesamt wird für die zentrale Versorgungsvarianten keine zusätzlichen Anlagen anzuschaffen. Die Bestandsanlagen (BHKWs und Kessel) können testweise als Reserveanlagen dienen. Ab 2030 kann entschieden werden, ob diese oder andere Reserveerzeuger weiterhin benötigt werden.

Die Wärmeversorgung nach der Referenzvariante benötigt eine Stromleistung von 7,3 MW, um den Wärmebedarf im Winter über dezentrale Luft-Wärmepumpen in allen Gebäuden im Kurviertel zu decken. Die Kapazität des vorhandenen Seekabels ist dafür nicht ausreichend. Aus diesem Grund wird die Referenzvariante in der Untersuchung nicht weiter betrachtet.

### 5.2.3. Variantenvergleich aus wirtschaftlicher Sicht

In diesem Abschnitt werden die untersuchten Versorgungsvarianten hinsichtlich ökonomischer Kriterien miteinander verglichen.

Der ökonomische Vergleich beinhaltet die Gegenüberstellung verschiedener wirtschaftlicher Kenngrößen unter Einbeziehung von Fördermitteln sowie eine Differenzierung in Investitions-, Betriebs- und Verbrauchskosten. Insbesondere werden ermittelt:

- Summe der Investitionskosten für Anlagenteile in €
- Mittlere jährliche Wärmekosten über 30 Jahre nach Kostengruppen
- Spezifische Wärmegestehungskosten in €/MWh

Zur Ermittlung der ökonomischen Kenngrößen werden insbesondere in Bezug auf die Energiebezugskosten unterschiedliche Annahmen getroffen, von denen die wesentlichen Einflussgrößen im Folgenden beschrieben werden.

### Strompreise

Für die Berechnungen wird für Allgeneralestrom inkl. Grundgebühren ein Preis von 300 €/MWh und für Wärmepumpenstrom ein Preis von 250 €/MWh abgeschätzt. Für den PV-Strom, der für Eigenverbrauch der Energieanlagen genutzt wird, wird ein Preis von 120 €/MWh. Bei der Einbeziehung dieses Wertes für den PV-Strom werden die

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Investitionskosten für Photovoltaikmodulen überschlägig berücksichtigt. Unter diesen Wert versteht man ein Erfahrungswert, der als Mittelwert aus anderen Projekten ermittelt wurde.

## Gaspreise

Für den Wasserstoffbezug wird ein Wasserstoffpreis von 9 €/kg<sup>17</sup> und Transportpreis von 1,5 €/kg<sup>18</sup> angenommen.

## Baunebenkosten inklusive Planungsleistungen und Unvorhergesehenes

Planungsleistungen werden mit 20 % der Investitionskosten bzw. bezogen auf die jährlichen Kosten 20 % der resultierenden Annuität des jeweiligen Anlagenteils angesetzt, sodass die Planungsleistungen über den gleichen Zeitraum abgeschrieben werden, wie die jeweils geplante Komponente. In den versorgungsvarianten wird zudem ein Puffer für Unvorhergesehenes in Höhe von 10 % der Investitionskosten berücksichtigt.

## Fördersätze

Untersuchte Versorgungsvarianten können nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert werden. Für förderfähige Komponenten wird ein aktueller Fördersatz von 40 % der Investitionskosten angesetzt. Nach BEW-Förderung können ebenfalls die Betriebskosten für Wärmepumpenstrom gefördert werden. Die Förderhöhe hängt von der Effektivität der Wärmepumpe und beträgt maximal 90 % der Betriebskosten.

## Abschreibungszeiträume

Abschreibungsdauern, Betriebs- und Instandhaltungskosten der verschiedenen Komponenten orientieren sich an der VDI-Richtlinie 2067.

### 5.2.3.1. Investitionskosten

Die Investitionskosten beruhen auf marktüblichen Kosten sowie Richtpreisanfragen von Anlagenherstellern und Energieversorgungsunternehmen. Bepreist werden je nach Variante die Investitionskosten der Wärmepumpen, Wärmeübertrager sowie Kosten zur Erschließung der Quelle, KWK-Anlage und Speicher. Hinzu kommen Kosten der Energiezentrale, sowie der Nebenanlagen, wie: EMSR, Druckhaltungsanlagen, Netzpumpen, Verrohrung, Netzwasseranschluss, Raumluftechnik der Energiezentrale, elektrische Anlagen, IT und Sicherheitstechnik. Für das Wärmenetz fallen zudem Kosten für die Trassen inklusive Bauarbeiten und Leitungen sowie Wärmeübertrager an den Hausübergabestationen der einzelnen Gebäude an. Die Investitionskosten schließen Kosten der

---

<sup>17</sup> Gaspreis: Herstellerangabe (Enertrag) 12.2022

<sup>18</sup> Transport: Durchschnittliche Kosten aus verschiedenen Studien für Wasserstoff-Transport über LOHC oder Ammoniak; Hydrogenius; 02.2023

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Anlagen und Materialien inklusive deren Liefer- und Montagekosten. Planungsleistungen nach HOAI werden mit 20% der Investitionskosten vorgesehen.

Für die Investitionskosten des Wärmenetzes wurden 1.750 €/m für die Haupttrasse und 600 €/m für die Hausanschlussleitungen ermittelt. Diese enthalten sämtliche Erdarbeiten, Rohrverlegungsarbeiten, Materialien und die Oberflächenwiederherstellung. Weiterhin sind dort alle notwendigen Armaturen sowie die Hausanschlüsse enthalten. Eine Kostensteigerung bei späteren Wärmenetzausbau durch die Ausbaustufen wird in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berücksichtigt.

Im Folgenden werden die erforderlichen Investitionen für die einzelnen Versorgungsvarianten ohne Berücksichtigung von Fördermitteln dargestellt.

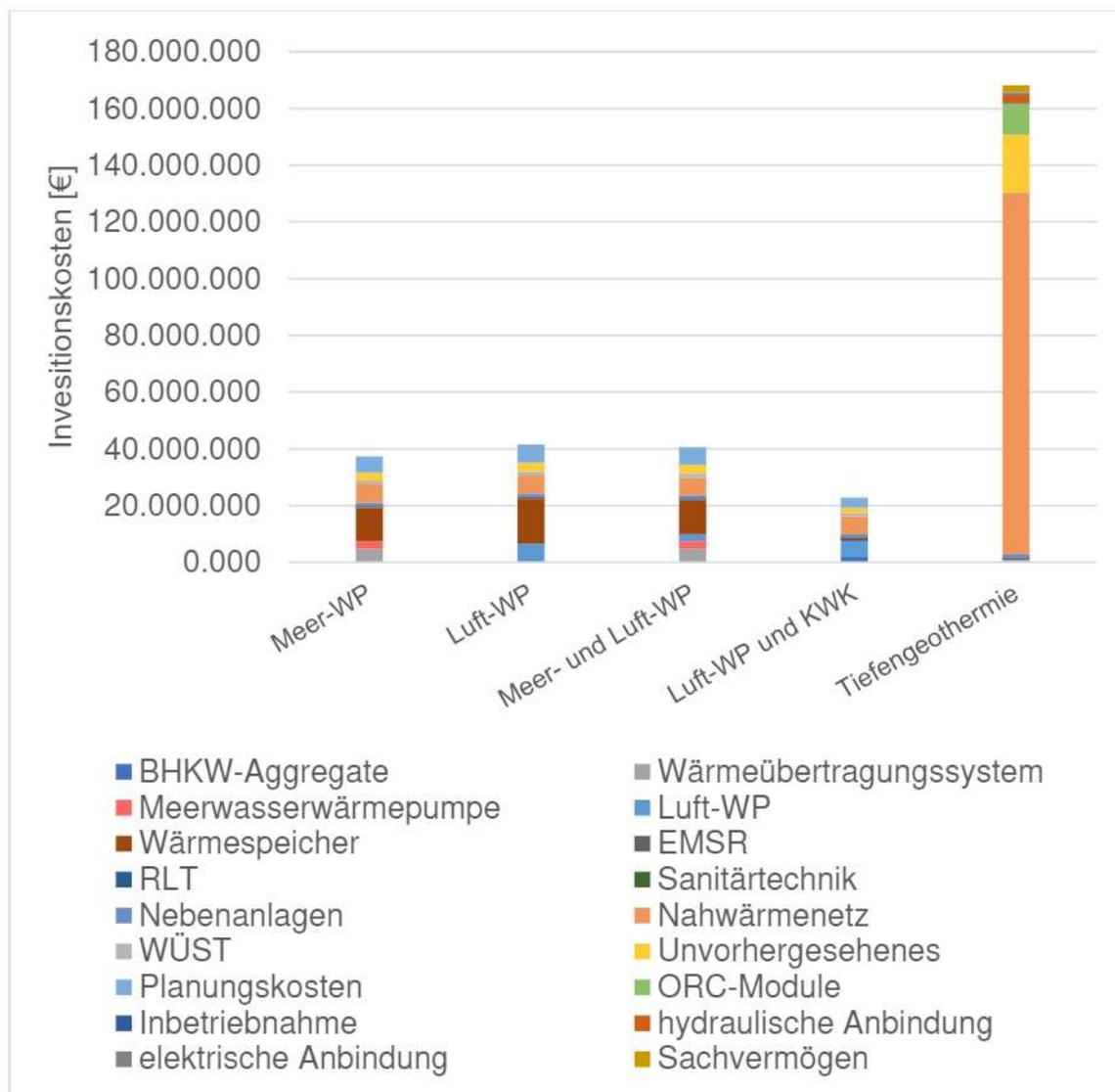


Abbildung 50: Investitionskosten der Versorgungsvarianten

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Abbildung 50 zeigt, dass die Investitionskosten für die Variante 5 (Tiefengeothermie) viel höher im Vergleich zu anderen Varianten sind. Diese Variante ist jedoch für die ganze Insel angedacht, sodass die Investitionskosten für die Anlagen, die einen höheren Wärmebedarf als der Wärmebedarf des Kurviertels decken, angegeben werden.

Im Vergleich zwischen den vier anderen Varianten sind die Investitionskosten bei der Variante 4 (Luft-WP und KWK) am geringsten. Der Grund dafür liegt darin, dass in der Variante 4 kein saisonaler Speicher vorgesehen ist. In den anderen Varianten machen die Kosten für saisonaler Speicher und Nahwärmenetz einen Großteil der Investitionen aus.

Bei Variante 2 (Luft-WP) sind die Investitionskosten am höchsten. Dies ist auf den vergleichsweise größeren Speicher zurückzuführen.

### **5.2.3.2. Jährliche Kosten der Wärmeversorgung und Wärmegestehungskosten (WGK)**

Alle Investitionen werden nach der Annuitätenmethode in einen jährlichen Anteil umgerechnet, sodass die verschiedenen Lebensdauern vergleichbar gemacht werden können. Diese Kapitalkosten ergeben zusammen mit den verbrauchsabhängigen Energie- und anderen Betriebskosten sowie den vermiedenen Stromkosten (z.B. Betriebskostenförderung für Wärmepumpen nach dem BEW) die jährlichen Gesamtkosten für die Wärmeversorgung. Werden die jährlichen Gesamtenergiekosten auf den Wärmeabsatz umgelegt, ergeben sich die sogenannten Wärmegestehungskosten in €/MWh. Abbildung 51 zeigt die jährlichen Gesamtkosten der Wärmeversorgungsvarianten und die Wärmegestehungskosten in €/MWh.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

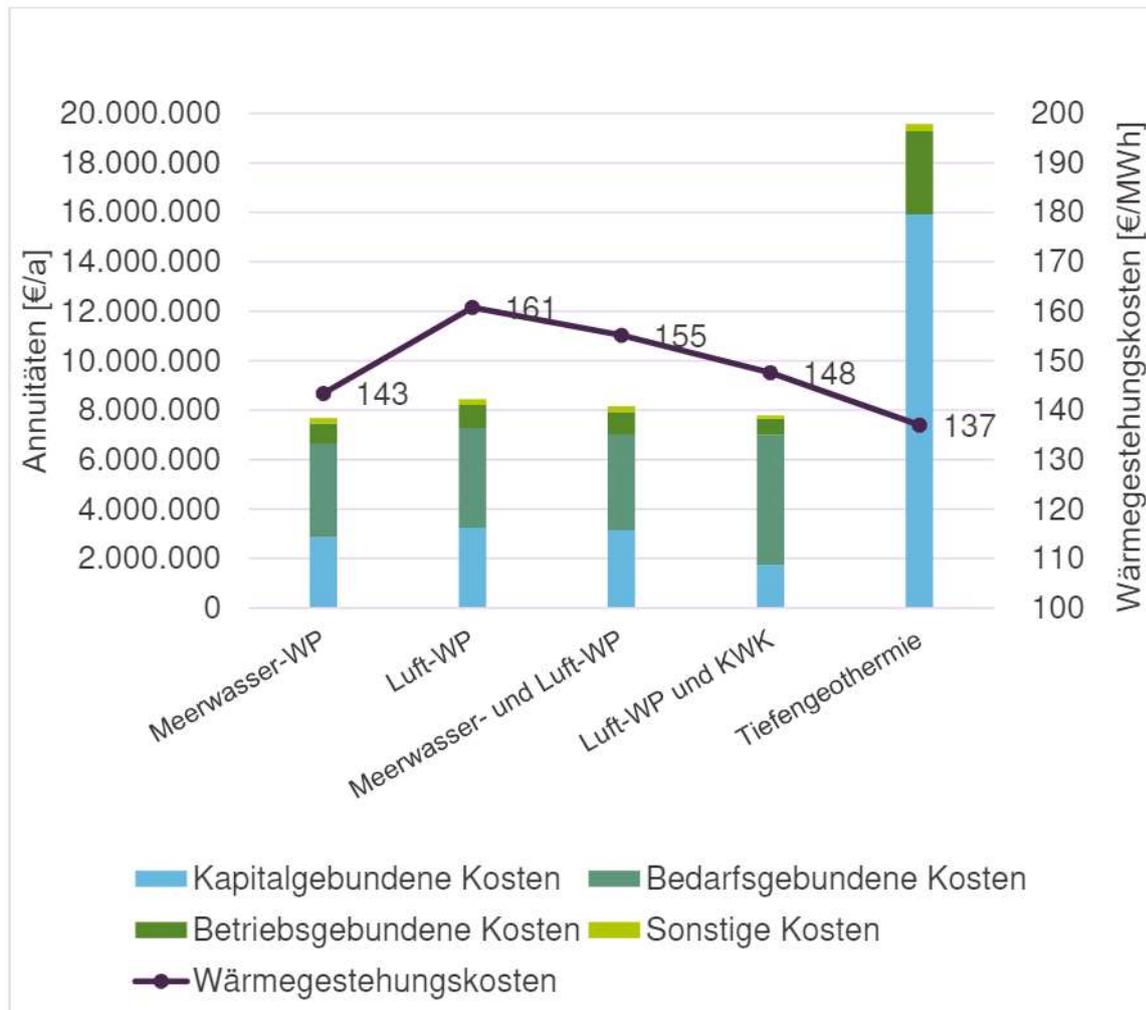


Abbildung 51: Jährliche Kosten der Versorgungsvarianten und Wärmegestehungskosten

Es zeigt sich, dass die Variante 4 (Luft-WP und KWK) niedrigere bedarfsgebundene Kosten aufweisen. Dies ist auf zusätzliche Kosten für Wasserstoff der KWK-Anlage zurückzuführen. Bei Variante 2 (Luft-WP) sind die jährliche Gesamtwärmekosten und entsprechend die Wärmegestehungskosten am höchsten. Diese Variante ist aufgrund der vergleichsweise schlechteren Jahresarbeitszahlen der Luft-Wärmepumpe mit relativ hohen Stromkosten verbunden. Wie oben bereits gezeigt wurde, sind die Investitionskosten für diese Variante am höchsten.

Bei Halbierung des Wasserstoffpreises (Absenkung von 10,5 €/kg auf 5,25 €/kg inkl. Transportkosten) zur Berücksichtigung, dass diese in der Zukunft deutlich geringer sein könnten, verringern sich die Wärmegestehungskosten der Variante 4 auf 126 €/kWh. Dies ist Variante 4 konkurrenzfähig und schneidet wirtschaftlich am besten ab. Zu den umwelttechnischen Bedenken siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Die Wärmegestehungskosten für Variante 5 (Tiefengeothermie) beziehen sich auf den Wärmeabsatz für die gesamte Insel. Es zeigt sich, dass diese Variante die geringsten Wärmegestehungskosten aufweist.

Eine genaue Aufschlüsselung der Kosten sind Anlage B zu entnehmen.

### 5.2.1. Variantenvergleich aus ökologischer Sicht

Bei der Berechnung der Treibhausgasemissionen werden hier ausschließlich Emissionen, die durch den Betrieb der Anlagen und den Betrieb des Wärmenetzes entstehen, eingerechnet. Emissionen, die durch Herstellung und Rückbau der Anlagen entstanden sind, werden nicht einbezogen.

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen für jede Variante bedarf der Nutzung von spezifischen Emissionsfaktoren, die die Menge der entstehenden Treibhausgasemissionen pro erzeugter Energieeinheit angibt. Es wird davon ausgegangen, dass der Stromemissionsfaktor bei Strombezug aus dem Netz aktuell 427 gCO<sub>2</sub>äq/kWh beträgt und dass dieser zukünftig bis zum Jahr 2030 auf 50 gCO<sub>2</sub>äq/kWh absinken wird. Dem Photovoltaik-Strom werden keine Emissionen zugeordnet, sowie auch für grünen Wasserstoff. Nur im Falle der emissionsfreien Schifffahrt zur Lieferung von grünem Wasserstoff gelten diese Ergebnisse. Die Berechnungsmethode der Treibhausgasemissionen erfolgt analog zu dieser aus dem Abschnitt 2.3.

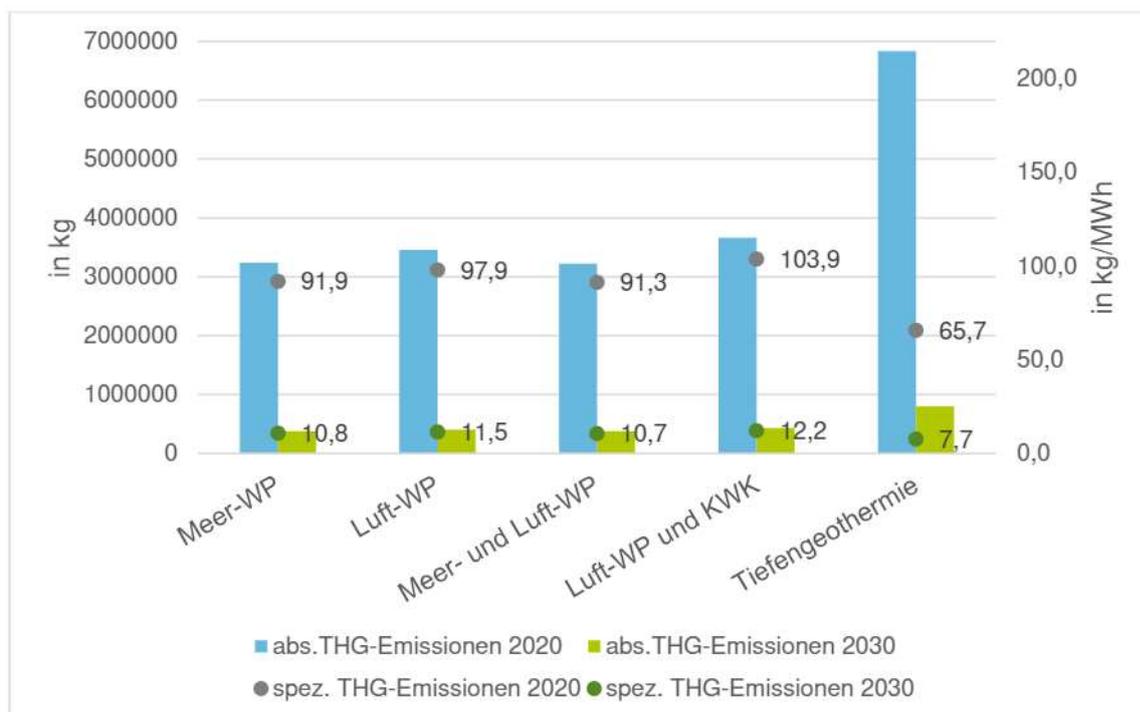


Abbildung 52: Treibhausgasemissionen je Variante für die Stützjahre 2020 und 2030

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 5.2.2. Zusammenfassung

Die Variante 5 mit Tiefengeothermie, die im Rahmen einer Wärmenetz 4.0 Studie aktuell separat gefertigt wird, hat die niedrigsten Treibhausgasemissionen sowie Wärmege-  
stehungskosten. Sie stellt eine Gesamtmaßnahme für das Kurviertel und darüber hin-  
aus – für die gesamte Insel Borkum – dar. Da eine finale Aussage über die technische  
Machbarkeit der Tiefengeothermie am ausgewählten Standort in Borkum Reede erst  
ca. 2028 zu treffen ist, wird die Variante 1 mit einer Meerwasser-Wärmepumpe (7,5  
MW) als alternative Variante gesehen, sodass die im Rahmen dieses Konzeptes ge-  
wonnen Erkenntnissen bei Nichtvorhandensein der Geothermie direkt in die Umset-  
zung gehen können. Variante 1 kann nur in Kombination mit einem saisonalen Wärme-  
speicher und einer Freiflächen-Photovoltaikanlage zur Sicherung ausreichenden Stro-  
mes für die Wärmeherzeugung umgesetzt werden.

## 5.3. Photovoltaik

Um den Ausbau der Photovoltaikanlagen auf Dächern von Gebäudeeigentümer:innen  
auf der Insel Borkum voranzutreiben, können unterschiedliche PV-Produkte angeboten  
werden. Im ersten Teil des Kapitels 3.3.1. wird auf die Nutzungsarten von Aufdach-Pho-  
tovoltaikanlagen eingegangen. Darauf folgend werden Möglichkeiten für PV-Produkte,  
die die Stadtwerke Borkum anbieten kann, aufgezeigt. Abschließend wird auf die emp-  
fohlene Freiflächen-Photovoltaikanlage näher eingegangen.

### 5.3.1. Nutzungsarten von Aufdach-Photovoltaikanlagen

Zunächst sollen hier die zwei hauptsächlichen Nutzungsarten von Aufdach-Photovolta-  
ikanlagen beschrieben werden.

#### **Stromnutzung Photovoltaik – Eigennutzung + Überschusseinspeisung**

Die Kombination aus Strom-Eigennutzung und Überschusseinspeisung ist die gängigste  
Nutzungsart für Photovoltaikstrom auf bzw. an Gebäuden. Hierbei wird ein bestimmter  
Prozentsatz abhängig vom Gebäudeverbrauch unmittelbar in der Liegenschaft ver-  
braucht. Das Ziel hierbei ist eine möglichst hohe Eigenverbrauchsquote, welches eine  
Optimierung der Anlagengröße auf den Verbrauch der Liegenschaft erfordert. Über-  
schüssiger Strom wird in das Stromnetz eingespeist. Hierfür erhält der Anlagenbetreiber  
eine EEG-Vergütung. Die Voraussetzung hierfür ist, dass die Personenidentität aus PV-  
Betreiber und Strom-Letzterverbraucher übereinstimmt. Letzterverbraucher ist nur dieser,  
der den Strom tatsächlich verbraucht. Die Strombeschaffung ist für diesen dabei uner-  
heblich. Als Beispiele hierfür kommen Eigenheime, Kliniken, Hotels oder Veranstaltungs-  
gebäude in Frage.

Die Vor- und Nachteile dieser Nutzungsart sind in der folgenden Tabelle 26 zusammen-  
gefasst.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

*Tabelle 26: Vor- und Nachteile bei PV-Eigennutzung mit Überschusseinspeisung*

Vorteile	Nachteile
Einsparung von teurem Netzstrom aufgrund von Entfall von Stromnebenkosten (z.B. Netzentgelte)	<p>Alternativ können Mieter jeweils ihre eigene PV-Anlage betreiben, dadurch entstehen allerdings einige Nachteile:</p> <p>Unsicherheiten aufgrund Mieterwechsel</p> <p>Erhöhter Aufwand für Mieter durch Betrieb der Anlage</p> <p>Welcher Mieter darf welche Dachfläche nutzen?</p> <p>Ineffizientere Baumaßnahmen aufgrund von mehreren Einzelmaßnahmen</p>
Zusätzliche Einnahmen durch Überschusseinspeisung. Bei sehr hoher Eigenverbrauchsquote kann es sinnvoller sein, auf eine Vergütung zu verzichten (Vermeidung administrativer Aufwand und Dienstleistunggebühren)	-

**Stromnutzung Photovoltaik – Volleinspeisung**

Im Gegensatz zur Überschusseinspeisung speist der Anlagenbetreiber den PV-Strom vollständig ins Stromnetz ein. Hierbei ist ab einer Grenze von 100 kWp eine Direktvermarktung des Stroms verpflichtend. Diese Direktvermarktung kann beispielsweise durch einen Dienstleister gegen Entgelt geleistet werden. Die monetären Einnahmen stellen sich dann aus dem Börsenpreis des Stroms, der Marktprämie sowie den Direktvermarktungsgebühren in folgendem Zusammenhang dar:

$$\text{Einnahmen} = \text{Börsenpreis} + \text{Marktprämie} - \text{Direktvermarktungsgebühr}$$

Die Vor- und Nachteile dieser Nutzungsart sind in der folgenden Tabelle 27 zusammengefasst.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

*Tabelle 27: Vor- und Nachteile bei PV-Volleinspeisung*

Vorteile	Nachteile
Sehr einfaches Betreibermodell ohne großen administrativen Aufwand	Einnahmen im Vergleich zu Kosten gering (lange Amortisationsdauer)
Einnahmen durch Volleinspeisung, Gewinn nach Amortisation	Strom wird nicht vor Ort genutzt, dadurch keine Netzeinsparung
EEG-Förderung garantiert feste Mindestvergütung für 20 Jahre, erhöhte Vergütungssätze seit EEG 2023	Betrieb und Wartung durch Anlagenbetreiber (kann aber ausgelagert werden)

### 5.3.2. Mögliche PV-Produkte der Stadtwerke Borkum

Für die Stadtwerke Borkum wurden unterschiedliche PV-Produkte ermittelt, um den Ausbau von Photovoltaikanlagen auf der Insel voranzutreiben.

#### Kaufmodell der Photovoltaikanlage

Im Kaufmodell wird die PV-Anlage auf dem Dach von Gebäudeigentümer:innen zunächst von den Stadtwerken Borkum vorfinanziert und errichtet. Anschließend kauft der Gebäudeeigentümer die PV-Anlage von den Stadtwerken ab und betreibt sie. Der erzeugte Photovoltaikstrom wird direkt durch die Eigentümer:innen verbraucht. Für diesen Eigenstrom fallen somit keine Netzentgelte an. Der überschüssige Strom wird in das Stromnetz eingespeist und die/der Eigentümer:in erhält dafür eine Einspeisevergütung. Dieses Modell in seiner einfachsten Version eignet sich vor allem für Immobilien, in denen der Betreiber der Anlage auch der Letztverbraucher des Stroms ist. Bei Mietverhältnissen müssen die Prinzipien des Mieterstroms beachten werden, die zu einem späteren Zeitpunkt erläutert werden. Folgende Hauptakteure sind in diesem PV-Produkt vorhanden:

- Errichter der Anlage: Der Errichter der Anlage sind die Stadtwerke Borkum.
- Betreiber der Anlage: Der Betreiber der Anlage ist der Gebäudeeigentümer.
- Finanzierung der Anlage: Die Vorfinanzierung der Anlage übernehmen die Stadtwerke Borkum. Ab dem Kaufzeitpunkt ist der Gebäudeeigentümer auch für die Finanzierung der Anlage zuständig.

Die Verantwortung der Stadtwerke für die Anlage ist im Verhältnis als gering anzusehen, da die Anlage nach dem Bau und der Vorfinanzierung in das Eigentum des Gebäudeeigentümers übergeht. Die Vorteile einer solchen Konstellation lassen sich stichpunktartig für die Stadtwerke und die Gebäudeeigentümer:innen zusammenfassen.

Vorteile aus Sicht der Stadtwerke:

- Einnahmen durch den Verkauf der Anlage
- Schnelle Möglichkeit, PV-Installationen auf Dächer zu bekommen

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Vorteile aus Sicht der Gebäudeeigentümer:innen:

- Einnahmen durch die EEG-Förderung bei Einspeisung von Strom ins Netz
- Wenig Aufwand während der Planung und Errichtung

## Anlagenpacht Photovoltaikanlage

Im Modell der Anlagenpacht wird die Photovoltaikanlage von den Stadtwerken errichtet. Im Unterschied zum Kaufmodell verbleibt die Anlage in diesem Szenario im Eigentum der Stadtwerke und wird an die Eigentümer:innen gegen einen monatlichen Betrag verpachtet. Der erzeugte Strom wird direkt vor Ort von Eigentümer:innen verbraucht und der Überschussstrom in das Stromnetz eingespeist. Typischerweise kann die Anlage nach einer Betriebsdauer von 20 Jahren mit einer Übernahmeoption durch die Eigentümer:innen verkauft werden. Auch dieses Modell eignet sich vor allem für Immobilien, die nicht vermietet werden. Folgende Hauptakteure sind in diesem PV-Produkt vorhanden:

- Errichter der Anlage: Der Errichter der Anlage sind die Stadtwerke Borkum.
- Betreiber der Anlage: Offizieller Betreiber der Anlage ist der Gebäudeeigentümer. Hierbei ist es jedoch sinnvoll, die Betriebsführung auch an die Stadtwerke auszulagern.
- Finanzierung der Anlage: Die Finanzierung der Anlage übernehmen die Stadtwerke Borkum, welche vom Gebäudeeigentümer eine Pacht erhalten.

Die Verantwortung der Stadtwerke für die Anlage ist im Verhältnis als erhöht anzusehen, da die Anlage nach dem Bau und der Finanzierung im Eigentum verbleibt, Pachtverträge ausgehandelt werden und meist die Betriebsführung der Anlage mit abgefragt wird.

Es ergeben sich mit dieser Konstellation folgende Vorteile für die Stadtwerke und die Gebäudeeigentümer:innen:

Vorteile aus Sicht der Stadtwerke:

- Feste Einnahmen aus Pachtzahlungen des Gebäudeeigentümers
- Schnelle Möglichkeit, PV-Installationen auf Dächer zu bekommen

Vorteile aus Sicht der Gebäudeeigentümer:innen:

- Keine hohen Investitionskosten
- Günstiger PV-Strom (Eigenstrom) ohne energiewirtschaftliche Verpflichtungen

## Dachpacht – Modell

Im Modell der Dachpacht verpachtet ein Dacheigentümer seine Dachflächen an die Stadtwerke Borkum, damit diese die Flächen für die Errichtung einer Photovoltaikanlage nutzen können. Die Stadtwerke Borkum setzen die Anlage inklusive Planung, Auslegung, Finanzierung, Errichtung und Betrieb um und versorgen den Gebäudeeigentümer mit PV-Strom sowie mit der Reststrommenge. Insbesondere die Übernahme aller rechtlichen und energiewirtschaftlichen Aufgaben wie Messtechnik, Abrechnungen, Lieferverträge und Steuern obliegt den Stadtwerken. Sie verkaufen den erzeugten Strom an die Gebäudeeigentümer:innen und sowohl als Stromlieferant als auch als Anlagenbetreiber auf. Somit generieren die Stadtwerke ihre Einnahmen durch die EEG-Vergütung und

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

den Verkauf des Stroms an die Gebäudeeigentümer:innen und haben zusätzlich noch die Pachtgebühren zu entrichten. Dieses Modell eignet sich vor allem für große Gebäude mit entsprechend großer Dachfläche wie Kliniken oder große Hotels. Folgende Hauptakteure sind in diesem PV-Produkt vorhanden:

- Errichter der Anlage: Der Errichter der Anlage sind die Stadtwerke Borkum.
- Betreiber der Anlage: Der Betreiber der Anlage sind die Stadtwerke Borkum.
- Finanzierung der Anlage: Die Finanzierung der Anlage übernehmen die Stadtwerke Borkum.

Die Verantwortung der Stadtwerke für die Anlage ist im Verhältnis als am höchsten zu bewerten, da die Gebäudeeigentümer:innen lediglich das Dach zur Verfügung stellen und alles Weitere im Verantwortungsbereich der Stadtwerke Borkum liegt. Ebenso lassen sich die Vorteile dieser Konstellation stichpunktartig zusammenfassen:

Vorteile aus Sicht der Stadtwerke:

- Kundenakquise einfacher, da sehr attraktiv für Eigentümer (keine Verpflichtungen)
- Schnelle Möglichkeit, Flächen für PV-Installationen zu gewinnen

Vorteile aus Sicht der Gebäudeeigentümer:innen:

- Keine Verpflichtungen bezüglich der PV Anlage
- Pachteinahmen durch Dachbereitstellung
- Option: Günstiger Strombezug aus Anlage auf eigenem Dach

### **Option: Mieterstrom**

Das Betreibermodell des Mieterstroms tritt auf, wenn der Gebäudeeigentümer als Betreiber der Anlage in einem Mietverhältnis zu den Stromverbrauchern im Gebäude steht. Dann gilt Verbrauch nicht mehr als Eigenverbrauch. In diesem Fall kommt das Mieterstrommodell zum Einsatz, in dem der Anlagenbetreiber einen Stromliefervertrag mit den Mietern des Gebäudes schließt und damit auch als Stromlieferant für die Reststrommenge auftritt. Hierfür wird vertraglich ein Strompreis für die Gesamtlieferung vereinbart. Die Einspeisevergütung sowie den Mieterstromzuschlag erhält in diesem Fall dann der Anlagenbetreiber. Durch die Tatsache, dass der Anlagenbetreiber auch zum Stromlieferanten der Mieter wird, ergeben sich diverse energiewirtschaftliche und rechtliche Pflichten, die nicht von jedem Betreiber geleistet werden können. Aus diesem Grund kann dieser die Abwicklung des Mieterstrommodells auch an einen Dritten vergeben (sog. Lieferkettenmodell).

Der bekannteste Anwendungsfall für das Mieterstrommodell sind Eigentümer:innen von Wohnhäusern, bei denen den Mietern der selbst erzeugte PV-Strom zur Verfügung gestellt werden soll.

#### **5.3.3. Beratung von Eigentümer:innen**

Im Zuge der Auswahl von geeigneten Dachflächen wird eine erste Beratung von Eigentümer:innen von Liegenschaften im Kurviertel der Insel Borkum angeboten. Zur Abfrage von ersten Zusatzinformationen der Liegenschaft wurde ein Fragebogen entwickelt, der

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

es ermöglicht, von den Eigentümer:innen vorab bereits wichtige Informationen über das Gebäude und das Dach zu erfahren. Auf Basis eines Aufrufs zur Beratungskampagne wird der Fragebogen an die Interessent:innen verteilt. Im Anschluss wird in Form eines gesammelten Beratungstermins das grundlegende Vorgehen bei der Planung einer Photovoltaikanlage erläutert und erste Fragen beantwortet. Eine tiefergehende Individualberatung pro Gebäude ist im weiteren Projektverlauf zu klären.

### 5.4. Nachhaltige Mobilität

#### Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs:

Nachhaltige Mobilität geht auch immer mit einer Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs und damit einer Reduzierung der benötigten Energie für den Verkehr einher. Nachhaltige Mobilität verbraucht damit weniger der knappen elektrischen Energie.

Erfolgreiche Maßnahmen zur Reduzierung des motorisierten Verkehrs gehen immer mit einer relativen Attraktivitätssteigerung der Alternativen einher.

Folgende Maßnahme wird von uns empfohlen:

Erstellung eines Gesamtkonzepts, das die verschiedenen Angebote zu einem Gesamtpaket entwickelt, bei dem die einzelnen Verkehrsmittel ineinandergreifen und bei Bedarf leicht gewechselt werden können. Die Entleihe oder der Ticketkauf sollte einfach und die Preise leicht zu durchschauen sein.

Die Einführung der Alternativen zum motorisierten Individualverkehr muss mit einer entsprechenden Werbekampagne begleitet werden und das Gesamtkonzept vorgestellt werden. Nur dann trauen sich die Besucher:innen auch, ihre Gewohnheiten hinter sich zu lassen und das nächste Mal ohne Auto zu kommen.

Wichtige Elemente des Gesamtkonzeptes sind:

1. Einführung eines Ridesharing-Dienstes, zunächst mit einem einzelnen elektrifizierten Kleinbus. Eventuell als autonomes Fahrzeug im Modellprojekt. Der Nachfrage entsprechend wird das Angebot sukzessive erweitert.
2. Einrichtung von Mobilitätsstationen an den bisherigen Standorten des Carsharing-Dienstes: An den Mobilitätsstationen sollen zusätzlich zu den Elektroautos auch Fahrräder und E-Lastenräder entleihbar sein. Die erste halbe Stunde der Entleihe soll möglichst günstig, eventuell sogar kostenlos sein. Das Angebot wird schnell umgesetzt und der Nachfrage entsprechend erweitert.
3. Einführung eines Lieferdienstes der Supermärkte (z. B. Lidl, Markant, Brantjes, CityCenter). Erspart viele einzelne Wege, die häufig mit dem Auto zurückgelegt werden.
4. Einrichtung eines günstigen Gepäcktransportes zwischen Parkplatz und Unterkunft. Dieser wird mit Elektrofahrzeugen durchgeführt und den Fährankünften und -abfahrten entsprechend getaktet.

Einrichtung von Waren-Hubs in zentraler Lage. Organisation der letzten Meile mit kleinen elektrifizierten Verteilerfahrzeugen oder Lastenrädern.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## Umstellung des motorisierten Individualverkehrs auf Elektroantrieb:

Wenn auf Borkum keine CO<sub>2</sub>-Emissionen mehr verursacht werden sollen, dann dürfen einerseits keine Verbrenner-Autos mehr über die Insel fahren. Die Besucher:innen müssen davon abgehalten werden, mit Verbrenner-Autos auf die Insel zu kommen. Die vorhandenen Autos der Borkumer:innen müssen auf Elektrobetrieb umgestellt werden. Eine entsprechende Ladeinfrastruktur muss geschaffen werden.

Andererseits muss gewährleistet werden, dass die hohen Ladelasten das Stromnetz nicht überlasten.

Eine Verbotszone für Verbrenner-Autos kann nach geltendem Recht nicht eingeführt werden. Um Anreize zu schaffen, sich ein Elektroauto zuzulegen und um die Besucher:innen davon abzuhalten mit Verbrenner-Autos Borkum zu besuchen, müssen andere Maßnahmen ergriffen werden, die die Kosten für die Nutzung von Verbrenner-Autos stark erhöhen:

1. Es wird empfohlen, die Parkgebühren von Verbrenner-Autos sukzessive bis 2030 zu erhöhen. Elektroautos sollten hingegen weiterhin vollständig von den Gebühren befreit sein oder wenigsten weiterhin günstig parken.
2. Es wird empfohlen, den Fahrpreis für Verbrenner-Autos sukzessive bis 2030 zu erhöhen. Elektroautos sollten davon nicht betroffen sein.

Diese Maßnahmen werden, wie oben beschrieben, mit dem Ausbau der alternativen Mobilitätsmöglichkeiten flankiert, so dass die Besucher:innen von Borkum und die Borkumer:innen gerne auf alternative Mobilitätsmöglichkeiten umsteigen.

1. Um die Bewohner:innen Borkums und Betriebe mit eigenem Fuhrpark zu überzeugen, sich statt eines neuen Verbrenner-Autos ein Elektroauto anzuschaffen, empfehlen wir Informationsveranstaltungen durchzuführen. Dabei wird die Möglichkeit der Kopplung von günstigem Solarstrom und dem Laden des eigenen Elektroautos hervorgehoben. Weiterhin wird darüber informiert, dass, dank der kurzen Strecken auf der Insel, keine großen Investitionen in eigene Ladeinfrastruktur notwendig sind und gegebenenfalls die Haushaltssteckdose zum Laden reicht, keinesfalls aber Wallboxen mit einer Leistung größer als 3,7 kW notwendig sind. Es werden Förderprogramme vorgestellt.
2. Um die Leistungsnachfrage zeitlich zu steuern, empfehlen wir, dass die Stadtwerke Borkum flexible Strompreise als attraktiven Tarif für das Laden anbieten. Der Tarif muss mit der Möglichkeit der Steuerung durch den Netzbetreiber gekoppelt sein, um die gesamte Last auf das verfügbare Maß zu begrenzen. Es wird empfohlen, auf der oben genannten Informationsveranstaltung den Tarif vorzustellen.

Die drei großen Parkplätze „Am langen Wasser“, „Ankerstraße“ und „Oppermanns Pad“ werden hauptsächlich von Besucher:innen Borkums genutzt. Die Fahrzeuge haben oft sehr lange Standzeiten und nur bei Ankunft und Abfahrt und zum Einkaufen bewegt.

1. Es wird empfohlen, 20 % der Stellplätze der drei großen Parkplätze „Am langen Wasser“, „Ankerstraße“ und „Oppermanns Pad“ mit 11 kW Ladesäulen auszustatten. Für die Parkplätze muss ein dynamisches Lastmanagement eingerichtet werden, so dass nur die tatsächlich verfügbare Leistung abgefragt wird. Die Fahrzeugfahrer werden darüber informiert, wann voraussichtlich der Akku vollständig geladen ist. Das Fahrzeug muss dann, innerhalb einer gewissen Toleranzzeit, auf einen Stellplatz ohne Ladesäule umgeparkt werden. Danach werden hohe Parkgebühren fällig. So kann sichergestellt werden, dass die

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Stellplätze mit Ladesäule für das Laden der Fahrzeuge zur Verfügung stehen. Eine App sollte darüber informieren, wann der Akku tatsächlich vollständig geladen ist.

2. Es muss geprüft werden, ob in den Sommermonaten die benötigte durchschnittliche Leistung von 200 kW auch nachts für die drei Parkplätze bereitgestellt werden kann. Alternativ sollte geprüft werden, ob die Errichtung eines Batteriespeichers an den Parkplätzen die Ladelasten abfangen kann. Hierbei sollte auch der verfügbare Solarstrom berücksichtigt werden.

## Umstellung des ÖPNV auf Elektrobetrieb oder Wasserstoff:

Ein emissionsfreier ÖPNV ist nur mit den einem elektro- oder wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen möglich. Daher werden sich die Maßnahmen für den ÖPNV auf die Umstellung auf diese beiden Antriebe konzentrieren. Dabei werden sowohl die Busse als auch die Borkumer Kleinbahn berücksichtigt. Bei beiden Umstellungen muss einerseits sichergestellt sein, dass ein emissionsfreier Betrieb erreicht wird und andererseits, dass die Stromnetze nicht überlastet werden. Zunächst die Empfehlungen für die Busse:

1. Wir empfehlen die Möglichkeit der Umrüstung der vorhandenen Busse mit Verbrennerantrieb auf Elektrobetrieb zu prüfen.
2. Dazu müssen weitere Ladesäulen errichtet werden, die das gleichzeitige Laden aller Elektrobusse über Nacht ermöglichen.
3. Wir empfehlen ein dynamisches Lastmanagement einzurichten, um die Ladeleistung an die verfügbaren Leistungen anzupassen.
4. Wir empfehlen die Buslinien dahingehend zu untersuchen, wo gegebenenfalls weitere Ladeinfrastruktur für Pausenzeiten eingerichtet werden kann. Dadurch können die nächtlichen Leistungen reduziert werden.
5. Bei einem weiteren Ausbau des ÖPNV ist zu prüfen, ob die zusätzlich benötigten Leistungen eventuell über große Batteriespeicher zur Verfügung gestellt werden können oder ob hier Wasserstoffbusse mit der entsprechenden Infrastruktur sinnvoll eingesetzt werden können, um die Stromnetze zu entlasten.

Da die Borkumer Kleinbahn täglich nur wenige, recht kurze Strecken zwischen Bahnhof und Hafen zurücklegt, empfehlen wir für die Umstellung der Borkumer Kleinbahn Folgendes:

1. Wir empfehlen, zu prüfen, ob die vorhandenen Lokomotiven auf Elektrobetrieb mit Akkumulator umgerüstet werden können.
2. Wir empfehlen die langfristige Umstellung aller regelmäßig zum Einsatz kommenden Lokomotiven auf Elektrobetrieb.
3. Wir empfehlen, zu prüfen, ob sich das konduktive Laden oder das Laden über Pantographen besser für das schnelle Laden der Lokomotiven in den kurzen Standzeiten zwischen den Fahrten eignet. Durch den zeitlichen Vorteil können die Lokomotiven länger Laden, was der Netzentlastung dient.

## Spitzenleistungen durch die empfohlenen Maßnahmen:

Durch Umsetzung der Maßnahmen werden die Spitzenleistungen für die Mobilität in der Nacht auf insgesamt 275 kW beschränkt. Dabei sind die Fahrzeuge der Borkumer:innen mit einer Spitzenleistung von 195 kW, die vorhandenen Busse nach einer Elektrifizierung mit etwa 70 kW und die Borkumer Kleinbahn mit einer Spitzenleistung von 10 kW berücksichtigt. Diese Leistung ist in einem Zeitraum von 10 Stunden in der Nacht tatsächlich verfügbar. Ein Ausbau des ÖPNV und weitere Verbraucher für, zum Beispiel den Warenverkehr, kann zu größeren Spitzenleistungen führen.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Das implementierte Lastmanagement soll die Lastabfrage so steuern, dass vorhandene Leistungen auch tatsächlich abgefragt werden. Tagsüber, bei entsprechender Verfügbarkeit, zum Beispiel von PV-Strom, könnten dann auf den Parkplätzen, bei einer Ausstattung von 20 % der Stellplätze mit 11 kW Ladepunkten, Leistungen von 1,8 MW durch die Fahrzeuge der Besucher:innen abgefragt werden. Werden zusätzlich die Leistung von 195 kW durch die Bewohner:innen und bis zu 400 kW durch die Borkumer Kleinbahn berücksichtigt, kommt eine Spitzenlast von 2,4 MW zustande.

## **Bidirektionales Laden:**

Bidirektionales Laden kann der Netzentlastung dienen und gegebenenfalls puffernd auf die Wärmeleistungen wirken. Für die Wärmewende kann es somit ein wichtiges Instrument sein.

1. Wir empfehlen, zu prüfen, ob bidirektionales Laden bei den umgerüsteten Bussen und Lokomotiven möglich ist oder entsprechend eingerichtet werden kann. Gegebenenfalls sollte dieses zur Netzentlastung eingerichtet werden.
2. Wir empfehlen, zu prüfen, ob es begleitende Forschungsprogramme und Fördermöglichkeiten gibt, um ein regional begrenztes Netz mit bidirektionaler Ladeinfrastruktur zur Netzentlastung aufzubauen. Dabei muss ein attraktives Tarifsystms und Finanzierungsmöglichkeiten für bidirektionales Laden entwickelt werden und sukzessive Haushalte mit Auto mit der entsprechenden Infrastruktur ausgestattet und angeschlossen werden.

## **5.5. Sektorenkopplung**

Ein abgestimmtes Lastmanagement ist aufgrund des steigenden Strombedarfs durch die Kopplung von Strom mit den Sektoren Mobilität und Wärme zwingend notwendig. Eine Möglichkeit der Netzentlastung ist die Limitierung der zu beziehenden Stromleistung der Wärmepumpen beispielweise im Falle der Umsetzung der Variante 1. Nach Abzug des Haushaltsstrombedarfs von der gesamten verfügbaren Strommenge werden zusätzliche 25% des verbleibenden Stromes anderer Nutzungen, wie Elektromobilität und dezentrale Wärmeversorgung, vorbehalten. Der Rest darf durch die Meerwasser-Wärmepumpe für Wärmeerzeugungszwecke verwendet werden. Für die Abstimmung dieser Bedarfe aufeinander gibt Tabelle 28 eine Übersicht.

*Tabelle 28: Strombedarf und Spitzenlast der verschiedenen Sektoren*

<b>Sektor</b>	<b>Strombedarf</b>	<b>Spitzenlast</b>
Strom (Haushaltsstrom)	7.100 MWh	1,6 MW
Wärme	13.051 MWh	2,7 MW
Mobilität	2,6 MWh	2,4 MW

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Die Integration eines saisonalen Speichers (60.000 m<sup>3</sup>) ermöglicht die vorausschauende Wärmeproduktion bei hoher Stromverfügbarkeit und anschließender Nutzung zu Zeiten mit hohem Wärmebedarf und niedriger Stromverfügbarkeit.

Mit Hilfe der prädikativen Regelung kann der Prozess der Speicherung und Nutzung optimiert werden. Faktoren wie Wetterprognosen und Netzbelastungen werden aufgenommen und durch eine künstliche Intelligenz aufgearbeitet. Ziel ist es, durch diese Informationen eine Optimierung zu erreichen, sodass der Speicher bestmöglich genutzt wird und Autos zum Zeitpunkt eines Stromüberschusses geladen werden. Die Optimierungsberechnung erfolgt hierbei automatisch. Grundlage ist, dass ein Regler Prognosen für den Energieverbrauch und -verfügbarkeit aus aktuellen und historischen Werten erstellt. Hierbei gibt ein Algorithmus Aufschluss über Faktoren, die den Energieverbrauch beeinflussen. Der Wärmebedarf der darauffolgenden Stunden bis Tage kann dadurch abgeschätzt werden. Des Weiteren kann durch den Aufschluss über den Verbrauch Einsparpotenzial erkannt werden und dieses optimiert werden. Unnötige Lastspitzen können so erkannt und vermieden werden, indem Einzelelemente (z. B. durch Wärmepumpen) seriell und nicht parallel fahren.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## **6. Öffentlich-rechtliche Handlungsoptionen zur Flankierung der Umstellung auf erneuerbare Wärmeversorgung**

### **6.1. Überblick**

Eine zentrale Rolle bei der Umstellung von fossiler Energieversorgung auf erneuerbare Energien spielt der Rechtsrahmen. Für die Transformation der Wärmeversorgung von Quartieren ist für Kommunen und Städte vor allem von Interesse, welche öffentlich-rechtlichen Handlungsmöglichkeiten ihnen zur Verfügung stehen, um möglichst viele Verbraucher:innen in das neue Wärmekonzept einzubinden. Von Bedeutung sind jedoch auch das Energiefachrecht mit seinen wärmespezifischen Vorgaben sowie anstehende Klimaschutz- und krisenbedingten Novellierungen der energierechtlichen Rahmenbedingungen.

#### **6.1.1. Energiekonzept**

Im Rahmen der Zukunftsstrategie „Borkum 2030“ ist eine klimaneutrale Wärmeversorgung des Kurviertels Borkum geplant. Die derzeit überwiegende dezentrale gasbasierte Wärmeversorgung soll durch eine (möglichst) flächendeckende leitungsgebundene Wärmeversorgung (Fernwärme) im Kurviertel ersetzt werden. Dies soll über einen stufenweisen Ausbau des bestehenden Wärmenetzes erfolgen, das perspektivisch zentral durch Großwärmepumpen und Tiefengeothermie gespeist wird.

Aufgrund der nur begrenzten Kapazität der bestehenden Festland-Stromleitung sind aktuell nur geringe Strommengen für die Wärmeerzeugung verfügbar. Zum einen werden daher zusätzliche erneuerbare Stromquellen, wie z.B. Stromerzeugung mittels Photovoltaik (PV)-Dachanlagen, PV-Carports sowie PV-Freiflächenanlagen oder im Realisierungsfalle des Tiefengeothermie-Projekts zusätzliche Stromproduktion mittels ORC-Prozess auf der Insel benötigt. Zum anderen werden neben Maßnahmen zur Absenkung der Wärmebedarfe ein effizientes Lastmanagement und der Einsatz von Wärmespeichern sowie gegebenenfalls mit nicht-fossilen Brennstoffen betriebene Wärmeerzeuger zur Spitzenlastabdeckung benötigt.

#### **6.1.2. Städtebauliche Situation**

Das ca. 45 ha große Kurviertel Borkum gilt mit seiner Bäderarchitektur und Meerespromenade als Aushängeschild Borkums. Es weist eine überwiegend heterogene Bebauung auf. Im Rahmen der von der Stadt Borkum 2020 in Auftrag gegebenen Vorbereitenden Untersuchungen (VU) gemäß § 141 BauGB<sup>19</sup> wurden städtebauliche Missstände ermittelt.<sup>20</sup> Auf dieser Grundlage wurde das Kurviertel in das Städtebauförderprogramm aufgenommen und soll nunmehr als förmliches Sanierungsgebiet ausgewiesen werden.

---

<sup>19</sup> Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), zuletzt geändert durch Artikel 11 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726).

<sup>20</sup> [https://www.stadt-borkum.de/city\\_info/display/dokument/show.cfm?region\\_id=347&id=421856](https://www.stadt-borkum.de/city_info/display/dokument/show.cfm?region_id=347&id=421856)

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Die Bebauungspläne (B-Pläne) setzen die Insel und dementsprechend auch das Kurviertel größtenteils als Sondergebiet fest, z. B. „Kurgebiet/Gebiet für Fremdenbeherbergung“.<sup>21</sup>

### 6.1.3. Aufgabenstellung

Vorliegend sind die öffentlich-rechtlichen Handlungsmöglichkeiten der Stadt Borkum in Bezug auf die Umstellung der Wärmeversorgung des Kurviertels in den Blick zu nehmen und insbesondere darzustellen, mit welchen Mitteln die Stadt Borkum eine hohe Anschlussdichte an ein zentrales Wärmenetz erreichen kann. Einzubeziehen sind dabei auch etwaige Vorgaben für Versorgungsflächen und -leitungen. Da es sich bei dem in Rede stehenden Kurviertel um ein Bestandsgebiet handelt, in dem Neubau eine untergeordnete Rolle spielt, stehen Regelungen für den Bestand im Mittelpunkt der Betrachtung.

## 6.2. Einordnung der Wärmeversorgung von Gebäuden in den allgemeinen Klimaschutzpolitischen Rahmen

Mehr als ein Drittel des gesamten Energiebedarfs in Deutschland wird zur Deckung des Wärmebedarfs in Gebäuden benötigt.<sup>22</sup> Die Dekarbonisierung des Wärmesektors ist deshalb ein zentraler Baustein der Energiewende. Während im deutschen Strommix der Anteil an erneuerbar erzeugtem Strom inzwischen auf über 40 Prozent angestiegen ist,<sup>23</sup> wird die Wärmeversorgung noch zu einem großen Anteil aus fossilen Energieträgern bestritten: Nach wie vor heizen deutsche Haushalte überwiegend mit fossilem Erdgas und Heizöl.<sup>24</sup> Angesichts dieser zögerlichen Entwicklungen wird auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene die Einführung strengerer Vorgaben vorbereitet.

### 6.2.1. Klimaschutzziele

Hintergrund von klimaschützenden Vorgaben sind in erster Linie internationale Abkommen wie europäische Verträge und das Pariser Klimaabkommen,<sup>25</sup> die die Bundesrepublik zur Einhaltung bestimmter Klimaschutzziele verpflichten.

---

<sup>21</sup> Vgl. Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept (ISEK) Borkum, S. 22, [https://www.stadt-borkum.de/city\\_info/display/dokument/show.cfm?region\\_id=347&id=420089](https://www.stadt-borkum.de/city_info/display/dokument/show.cfm?region_id=347&id=420089)

<sup>22</sup> Gesetzesentwurf der Bundesregierung zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes, zur Änderung der Heizkostenverordnung und zur Änderung der Kehr- und Prüfungsordnung vom 19.04.2023, S. 1.

[https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1\\_cid287?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1_cid287?__blob=publicationFile&v=1)

<sup>23</sup> AGEE-Stat/Umweltbundesamt, Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien in 2021 <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>

<sup>24</sup> Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung vom 28. Juli 2022, S. 2.

[https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

<sup>25</sup> Übereinkommen von Paris vom Dezember 2015.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 6.2.1.1. Europäische Klimaschutzziele

Als Mitgliedstaat der Europäischen Union muss Deutschland einerseits europarechtliche Vorgaben einhalten, gleichzeitig aber auch eigenen vertraglichen Verpflichtungen aus dem Pariser Klimaschutzabkommen nachkommen.

Ein zentraler Maßstab für die deutschen Klimaschutzziele sind deshalb zum einen die europäischen Klimaschutzziele, die vom europäischen Gesetzgeber als verbindliche Unionsvorgabe in Form einer Verordnung verankert wurden, um die Verpflichtungen der Europäischen Union aus dem Pariser Klimaabkommen zu erfüllen. Darin ist Klimaneutralität bis 2050<sup>26</sup> und als verbindliches Zwischenziel eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 55 Prozent bis 2030 vorgesehen.<sup>27</sup>

## 6.2.1.2. Klimaschutzziele des Bundes

Im Dezember 2019 wurde in Deutschland ein Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)<sup>28</sup> verankert. Damit wurde vom Bundesgesetzgeber erstmals eine zentrale gesetzliche Grundlage für den Klimaschutz geschaffen.<sup>29</sup> Zunächst waren darin die europäischen Klimaschutzziele enthalten, die aufgrund der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts (BVerfG) vom 24. März 2021<sup>30</sup> jedoch bereits verschärft werden mussten. Nunmehr ist im KSG Klimaneutralität bis 2045<sup>31</sup> und als verbindliches Zwischenziel eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 65 Prozent bis 2030<sup>32</sup> und 88 Prozent bis 2040<sup>33</sup> vorgesehen. Diese Vorgaben dienen gleichzeitig dazu, die eigenen nationalen Verpflichtungen aus dem Pariser Klimaschutzabkommen zu erfüllen.

## 6.2.1.3. Klimaschutzziele der Länder

Neben europäischen und bundesrechtlichen Vorgaben wurden Klimaschutzziele auch in verschiedenen Landesklimaschutzgesetzen verankert.<sup>34</sup> In Niedersachsen ist im Dezember 2020 das Niedersächsische Klimaschutzgesetz (NKlimaG)<sup>35</sup> in Kraft getreten,

---

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/uebereinkommen-von-paris#ziele-des-ubereinkommens-von-paris-uvp>

<sup>26</sup> Art. 2 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2021/1119.

<sup>27</sup> Art. 4 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2021/1119.

<sup>28</sup> Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 1513) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905).

<sup>29</sup> Bis zu diesem Zeitpunkt wurden Klimaschutzbelange ausschließlich in fachspezifischen Bundes-<sup>29</sup> und einzelnen Landesklimaschutzgesetzen geregelt.

<sup>30</sup> Beschluss des Bundesverfassungsgerichts (BVerfG) vom 24. März 2021, NJW 2021, 1723

<sup>31</sup> § 3 Abs. 2 KSG.

<sup>32</sup> § 3 Abs. 1 Nr. 1 KSG.

<sup>33</sup> § 3 Abs. 1 Nr. 2 KSG.

<sup>34</sup> Inzwischen haben insgesamt elf Bundesländer eigene Landesklimaschutzgesetze erlassen.

<sup>35</sup> Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (Niedersächsisches Klimagesetz – NKlimaG) vom 10. Dezember 2020 zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28.06.2022 (GVBl. S. 388).

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

dessen Klimaschutzziele ebenfalls auf Grund der Entscheidung des BVerfG verschärft wurden.<sup>36</sup>

## 6.2.2. Klima- und energierechtliche Entwicklungen auf europäischer Ebene

- **„EU-Winterpaket“** Mit dem sog. „EU-Winterpaket“ (oder Gesetzespaket „Saubere Energie für alle Europäer“) und den darin enthaltenen Rechtsakten wie der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II),<sup>37</sup> der Strombinnenmarkt-Richtlinie<sup>38</sup> und der Gebäudeeffizienz-Richtlinie,<sup>39</sup> hat die EU ihren Mitgliedstaaten umfangreiche Regelungen für das Klimaschutz- und Energierecht bis 2030 vorgegeben. Die meisten dieser europarechtlichen Vorgaben wurden in Deutschland inzwischen umgesetzt.
- **„Green Deal“** Viele der europäischen Vorgaben aus dem EU-Winterpaket befinden sich aufgrund des europäischen „Green Deal“<sup>40</sup> bereits in Überarbeitung. Im Mittelpunkt des „Green Deal“ steht das oben erwähnte<sup>41</sup> europäische Klimaschutzziel der Klimaneutralität bis 2050.<sup>42</sup> Das vor diesem Hintergrund entwickelte Rechtspaket „Fit for 55“ legt unter anderem einen Schwerpunkt auf die Dekarbonisierung des Gebäudesektors. Dafür werden u.a. die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III), die Energieeffizienzrichtlinie als auch die Gebäudeeffizienz-Richtlinie überarbeitet. Weiterhin soll ein Emissionshandel in Bezug auf Brennstoffe für Gebäude eingerichtet werden.<sup>43</sup>
- **„REPowerEU“** Zusätzlich hat die Europäische Kommission im Mai 2022 als Reaktion auf die Belastungen und Störungen des globalen Energiemarkts durch die russische Invasion der Ukraine den Plan REPowerEU vorgelegt, der die Energiewende beschleunigen soll. Er enthält zahlreiche kurzfristige Maßnahmen mit Hilfe derer der Energieverbrauch gesenkt und der Ausbau von erneuerbaren Energien beschleunigt werden soll. Davon umfasst sind z.B. die Notfall-Verordnung zur Beschleunigung des Ausbaus Erneuerbarer Energien. Auch wird im Zuge der Beschleunigungsmaßnahmen ein weiteres Mal die Erneuerbare-Energien-Richtlinie überarbeitet
  
- Inzwischen haben sich die europäischen Gremien im informellen Trilog vorläufig auf eine Neufassung geeinigt und die parallelen Gesetzgebungsanträge aus „Fit for 55“ und „REPowerEU“ zur RED III zusammengeführt. Darin sind neue EE-Mindestzeile, z.B. für den Gebäudesektor ein indikatives Mindestziel von 49 Prozent, und eine Umsetzungsfrist für die Mitgliedstaaten bis 31.12.2024 festgesetzt.<sup>44</sup>

## 6.2.3. Rolle des Gebäudesektors

Die Umstellung auf klimaneutrale Wärmeversorgung ist eine komplexe Aufgabe. Zum einen sind daran zahlreiche unterschiedliche Akteure wie private Hauseigentümer, die Wohnungswirtschaft, Wärmenetzbetreiber, Gewerbebetriebe und Industrieunternehmen

---

<sup>36</sup> Im Gegensatz zu vielen anderen Formulierungen in Landesklimaschutzgesetzen sind die Klimaschutzziele in Niedersachsen entsprechend des Bundes-Klimaschutzgesetzes verbindlich ausgestaltet. Weiterführend zum Inhalt der jeweiligen

<sup>37</sup> Richtlinie 2018/2001 vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RED II), ABl. L 328 v. 21.12.2018, 82 – 209.

<sup>38</sup> Richtlinie 2019/944 vom 5. Juni 2019 mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU, ABl. L 158 v. 14.6.2019, 125 – 199.

<sup>39</sup> Richtlinie (EU) 2018/844 (Gebäudeeffizienz-RL) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz, ABl. L 156 v. 19.06.2018, 75–91.

<sup>40</sup> Der European Green Deal wurde von der Europäischen Kommission am 11. Dezember 2019 vorgestellt und hat die Treibhausgasneutralität Europas bis 2050 zum Ziel.

<sup>41</sup> Siehe 6.2.1.

<sup>42</sup> Art. 2 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2021/1119.

<sup>43</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869448/Buildings\\_Factsheet\\_DE.pdf.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869448/Buildings_Factsheet_DE.pdf.pdf)

<sup>44</sup> Da noch kein finaler Gesetzestext vorliegt, stehen die Aussagen unter Vorbehalt.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

beteiligt. Zum anderen kommt es auf die jeweiligen lokalen Gegebenheiten wie den energetischen Zustand der Gebäude, die Struktur des Quartiers und die unterschiedlichen Nutzungen an. Schließlich ist entscheidend, welche Möglichkeiten vor Ort für die Erzeugung von erneuerbaren Energien bestehen, da Wärme aufgrund von Temperaturverlusten nicht über weite Strecken transportiert werden kann.<sup>45</sup> Für die Wärmeversorgung innerhalb von Quartieren und kürzeren Entfernungen bieten Wärmenetze ein erhebliches Potenzial zur Einbindung von erneuerbaren Energien, denn damit können größere Wärmequellen, wie Tiefengeothermie oder Großwärmepumpen eingebunden werden. Der Ausbau von Wärmenetzen spielt daher eine zentrale Rolle bei dem Ausbau erneuerbarer Energien. Vor diesem Hintergrund ist eine Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) am 15. September 2022 in Kraft getreten.<sup>46</sup>

## 6.3. Bundesrechtlicher Rahmen

Nach bundesrechtlichen Vorgaben soll der Einsatz von fossilen Energieträgern im Gebäudebereich bis spätestens 2045 vollständig beendet werden.<sup>47</sup> Dementsprechend sind im KGS für den Gebäudebereich bis 2030 die zulässigen Jahresemissionsmengen festgeschrieben.<sup>48</sup> Das KGS entfaltet jedoch keine unmittelbare Wirkung für die Umsetzung von erneuerbaren Wärmekonzepten; vielmehr setzt sich der Rechtsrahmen aus verschiedenen fachspezifischen Bundesgesetzen zusammen.

### 6.3.1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Zentrale Regelung für den Gebäudebereich ist das Gebäudeenergiegesetz (GEG),<sup>49</sup> in dem 2020 das Energieeinspargesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammengeführt wurden.

Während darin für Neubauten die Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs vorgesehen ist (§ 10 Abs. 2 Nr. 3, §§ 34-45 GEG), gilt derzeit eine solche Pflicht für Bestandsgebäude nicht.

In Bezug auf den Bestand ist aktuell lediglich ein Betriebsverbot für fossile Heizkessel, die vor dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, verankert<sup>50</sup> und für

---

<sup>45</sup> Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung vom 28. Juli 2022, S. 3.

[https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

<sup>46</sup> [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html)

<sup>47</sup> Gesetzesentwurf der Bundesregierung vom 19.04.2023, S.2. [https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1\\_cid287?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1_cid287?__blob=publicationFile&v=1)

<sup>48</sup> Die Jahresemissionsmengen finden sich in der Anlage 2 des Gesetzes.

<sup>49</sup> Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden\* (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728) zuletzt geändert durch Artikel 18a des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237).

<sup>50</sup> § 72 Abs. 1 GEG

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Heizkessel, die nach dem 1. Januar 1991 eingebaut wurden, eine maximale Betriebszeit von 30 Jahren vorgesehen d.h. diese müssen sukzessive ausgetauscht werden.<sup>51</sup> Gleichzeitig verbietet das GEG (nur sehr eingeschränkt) unter bestimmten Voraussetzungen ab dem 1. Januar 2026 die Aufstellung von fossil betriebenen Heizkesseln.

Um den strengeren Klimaschutzzielen des KSG zu genügen, wird das GEG jedoch gegenwärtig nochmals novelliert.<sup>52</sup> Der Gesetzesentwurf der Bundesregierung (sog. GEG 2023) soll am 1. Januar 2024 in Kraft treten. In dem GEG 2023 ist vorgesehen, dass ab 2024 jede neue Heizung zu mindestens 65 Prozent mit erneuerbaren Energien betrieben werden muss.<sup>53</sup>

Da als Erfüllungsoption der Anschluss an ein „grüne“ Wärmenetz vorgesehen ist, dürfte mit Inkrafttreten dieser Regelung die Nachfrage nach dem Anschluss an ein Wärmenetz kontinuierlich steigen.

Zu berücksichtigen ist dabei allerdings, dass in Sonder- und Härtefällen die verpflichteten Eigentümer:innen mehr Zeit zur 65-Prozent-EE-Vorgabe erhalten. Dies gilt insbesondere bei sog. Heizungshavarien sowie geplanten, aber nicht unmittelbar möglichen Anschluss an ein Wärmenetz. Ist der Anschluss an ein Wärmenetz absehbar, aber noch nicht möglich, besteht für die Übergangszeit die Möglichkeit, eine Heizungsanlage zu nutzen, die die 65-Prozent-Vorgabe nicht erfüllt, sofern sich der Eigentümer dazu verpflichtet innerhalb von 10 Jahren, spätestens bis zum 31. Dezember 2034 an das Wärmenetz anschließen zu lassen.<sup>54</sup> Zudem gelten weiterhin sog. Härteregeleungen wonach auf Antrag bei den Landesbehörden die zuständigen Stellen Ausnahmen von der Pflichterfüllung zulassen können.<sup>55</sup>

### 6.3.2. Gesetz für die kommunale Wärmeplanung

Um die komplexen Anforderungen aus der Umstellung auf erneuerbare Wärmeversorgung zu koordinieren, bedarf es einer strategischen Planung. Zudem ist Planungssicherheit gerade bei leitungsggebundener Wärmeversorgung, der eine Schlüsselrolle bei der Wärmewende zukommt und die mit erheblichen Kosten einhergeht und deshalb hohe Investitionen erfordert, dringend erforderlich.

---

<sup>51</sup> § 72 Abs. 2 GEG.

<sup>52</sup> Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor (EEGAusbGuEnFG) vom 20.07.2022 (BGBl. I 1237, zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 08.10.2022 (BGBl. I S. 1726).

<sup>53</sup> Gesetzesentwurf der Bundesregierung vom 19.04.2023 [https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1\\_cid287?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1_cid287?__blob=publicationFile&v=1)

<sup>54</sup> § 71i ff GEG 2023 des Gesetzesentwurfes der Bundesregierung vom 19.04.2023 [https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1\\_cid287?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1_cid287?__blob=publicationFile&v=1)

<sup>55</sup> § 102 Absatz 1 Satz 2 GEG 2023 des Gesetzesentwurfes der Bundesregierung vom 19.04.2023 [https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1\\_cid287?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1_cid287?__blob=publicationFile&v=1)

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Aus diesem Grund bereitet der Bundesgesetzgeber ein Gesetz für die kommunale Wärmeplanung vor, in dem die Länder zur Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung verpflichtet werden. Im Rahmen dieser kommunalen Wärmepläne sollen eine Bestandsanalyse (aktueller Wärmebedarf- oder Verbrauch, der Emissionen und der Gebäudetypen), eine Potenzialanalyse (zur Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierung und klimaneutrale Wärmeversorgung) und eine Zielszenario (Meilensteine bis 2045) erfolgen. Nach dem Willen des Bundesgesetzgebers sollen Wärmepläne zum aktuellen Bezugspunkt der Wärmeversorgung in der Kommune werden.<sup>56</sup> Eine entsprechende Verpflichtung findet sich bereits in einigen bestehenden Landesklimaschutzgesetzen.<sup>57</sup> Laut BMWK sollen sich die Vorgaben möglichst an den bestehenden Landesregelungen orientieren<sup>58</sup> und die Wärmepläne drei Jahre nach in Kraft treten des Bundesgesetzes erstellt sein.<sup>59</sup> Das BMWK begreift die kommunale Wärmeplanung als „Bottom up-Prozess“, d.h., dass er maßgeblich von den Kommunen gestaltet, vorangetrieben und gesteuert wird.<sup>60</sup> Im Kern ist eine Verzahnung mit den Vorgaben zur Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) und dem Gebäudeenergiegesetz (GEG)<sup>61</sup> vorgesehen.

Schließlich soll die Wärmeplanung nach den Vorstellungen des BMWK als Planungsinstrument auch auf die Bauleitplanung, v. a. auf die Erstellung von Flächennutzungs- und Bebauungsplänen, ausstrahlen und im Rahmen ihrer Aufstellung und Festsetzungen möglichst verbindlich berücksichtigt werden. Die Verbindlichkeit des Wärmeplans ist auch hier notwendige Voraussetzung dafür, dass die genannten Instrumente der Bauleitplanung hierauf rechtssicher Bezug nehmen können. Bedeutung kann der Wärmeplanung dann etwa im Zusammenhang mit Interessenabwägungen zukommen, vgl. etwa die in § 1 Abs. 5 oder Abs. 6 BauGB aufgeführten Belange. Auch könnten Festsetzungen im Bebauungsplan nach § 9 Abs. 1 Nr. 12 oder Nr. 23 b) BauGB unmittelbar auf der

---

<sup>56</sup> Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung vom 28. Juli 2022, S. 17.

[https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publication-File&v=4)

<sup>57</sup> Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Baden-Württemberg (KSG BW) vom 23. Juli 2013 (GBl. 2013, 229); Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein – EWKG) vom 7. Dezember 2017 zuletzt geändert mit Gesetz vom 2. Dezember 2021 (GVBl. S. 1339).

<sup>58</sup> Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung vom 28. Juli 2022, S. 8.

[https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publication-File&v=4)

<sup>59</sup> Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung vom 28. Juli 2022, S. 11.

[https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publication-File&v=4)

<sup>60</sup> Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung vom 28. Juli 2022, S. 13.

[https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publication-File&v=4)

<sup>61</sup> Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden\* (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728) zuletzt geändert durch Artikel 18a des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237).

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Grundlage des Wärmeplans erfolgen. Weiterhin kann der Wärmeplan grundsätzlich auch auf Planfeststellungsverfahren im Sinne der §§ 72 ff. VwVfG Einfluss nehmen.<sup>62</sup>

Im Ergebnis kommen auf Kommunen neue und umfangreiche Aufgaben zu, wobei ein zentraler Teil in der Planung der erforderlichen Infrastruktur besteht und für die es auf die Zusammensetzung der Energieträger und Wärmeerzeugungstechnologien ankommt. Dafür ließen sich Erkenntnisse aus dem Wärmekonzept für das Kurviertel Borkum nutzen, sodass bei entsprechender Aufarbeitung ein Synergieeffekt erzielt werden könnte.

### 6.3.3. Baugesetzbuch (BauGB)

Die gesetzlichen Grundlagen für kommunale Steuerungsinstrumente finden sich überwiegend im Baugesetzbuch (BauGB).<sup>63</sup>

#### 6.3.3.1. Bauleitplanung

Dort sind auch die Regelungen zur Bauleitplanung, die bislang als Rechtsrahmen für kommunale Wärmeplanungen herangezogen werden (müssen), verankert. Zwar hat es mit der sog. Klimaschutznovelle 2011 auch im BauGB Anpassungen gegeben, wonach die Bauleitplanung einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels leisten soll. Damit wurden zahlreiche neue Möglichkeiten eröffnet. Jedoch sind viele Rechtsfragen, die sich auf städtebauliche Steuerungsmöglichkeiten aus Gründen des (globalen) Klimaschutzes beziehen, noch nicht abschließend geklärt und es wird nur zögerlich von ihnen Gebrauch gemacht.

Die Bauleitplanung umfasst Flächennutzungspläne (FNP), die zur Darstellung eines gesamträumlichen Entwicklungskonzepts für das Gemeindegebiet dienen<sup>64</sup> und Bebauungspläne (B-Pläne), in denen verbindlich detaillierte, grundstückbezogene Vorgaben festgesetzt werden.

Da sich für die Stadt Borkum vorrangig die Frage stellt, ob und inwieweit eine leitungsgebundene Wärmeversorgung in B-Plänen festgesetzt werden kann, wird auf die Steuerungsmöglichkeiten des FNP, in dem bspw. vorbereitend Flächen für Versorgungsanlagen und Hauptversorgungsleitungen dargestellt werden können,<sup>65</sup> nicht näher eingegangen. An solche Darstellungen wäre allerdings zu denken, wenn sich im Verlauf der Planung die Versorgungsvarianten konkretisieren und sich Flächenbedarfe für EE-Anlagen abzeichnen, die das Wärmenetz speisen sollen.

### Festlegungsmöglichkeiten

---

<sup>62</sup> Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung vom 28. Juli 2022, S. 18. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publication-File&v=4)

<sup>63</sup> Söfker/Runkel in Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Kautzberger, BauGB, 2022, § 1 Rn. 254 f.

<sup>64</sup> BVerwG, NVwZ 2006, 87 (89).

<sup>65</sup> § 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Was in B-Plänen festgesetzt werden darf, ist abschließend in § 9 BauGB aufgezählt, d.h. darüberhinausgehende Festsetzungen sind nicht möglich. § 9 BauGB enthält folgende, für leitungsgebundene Wärmeversorgung relevante, Festsetzungsmöglichkeiten:

## **Verwendungsverbot**

Zum einen kommen sog. Verwendungsverbote bzw. Verwendungsbeschränkungen in Betracht, d.h. in B-Plänen können Gebiete festgesetzt werden, in denen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes<sup>66</sup> bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen.<sup>67</sup>

Diese Festsetzungsmöglichkeit zielte ursprünglich auf sog. Luftreinhaltegebiete selbst oder besonders schutzwürdige Gebiete in deren Nachbarschaft ab. Aus diesem Grund sind solche Festsetzungen nicht generell für das gesamte Gemeindegebiet möglich, sondern auf bestimmte Gebiete beschränkt. In der Regel handelt es sich dabei um größere zusammenhängende Bereiche, die von einem oder auch mehreren B-Plänen oder Teilen erfasst werden.<sup>68</sup> Insoweit kommt ein Gebiet, wie das Kurviertel, das nicht das gesamte Gemeindegebiet jedoch mehrere B-Pläne umfasst, für ein Verwendungsverbot grundsätzlich in Frage.

Aufgrund ihrer Ausrichtung auf Luftreinhaltegebiete und unmittelbar wahrnehmbare Immissionen (insbesondere Ruß, Staub, Geruch) müssen Heizstoffverwendungsverbote aus städtebaulichen Gründen erfolgen und im Sinne einer planerischen Konzeption der Gemeinde erforderlich und durch städtebauliche Gründe gerechtfertigt sein, also sich mit den Besonderheiten der örtlichen Situation im Plangebiet rechtfertigen lassen.<sup>69</sup>

Für die Erforderlichkeit kommen die Konzepte für die Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung und die Pläne für eine energetische Sanierung des Kurviertels zum Tragen. Für das Vorliegen städtebaulicher Gründe, die ein Verwendungsverbot rechtfertigen, reichen Belange des Umweltschutzes allein jedoch nicht.<sup>70</sup> Vielmehr ist zusätzlich ein städtebaulicher Bodenbezug erforderlich, der sich nur durch die konkrete bauliche Situation herstellen lässt.<sup>71</sup> Städtebauliche Gründe wurden vom VGH Mannheim z.B. bei einem Verwendungsverbot wegen Emissionen durch Schornsteine, die aufgrund einer Hanglage die Wohngeschosse höher liegender Gebäude beeinträchtigten, angenommen.<sup>72</sup> Insofern eignet sich ein solches Verwendungsverbot nur, wenn die Stadt Borkum fundierte städtebauliche Gründe für die Festsetzung vorbringen kann. Da ein

---

<sup>66</sup> Der Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen wird im § 3 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) definiert.

<sup>67</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 23 a) BauGB lautet: „Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden, (...) 23. Gebiete, in denen a) zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen.“

<sup>68</sup> Mitschang/Reidt in Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB 15. Aufl. 2022, § 9 Rn. 125.

<sup>69</sup> VGH Mannheim, Beschluß vom 02.12.1997 – NVwZ-RR 1998, 554 (555).

<sup>70</sup> § 1 Abs. 6 Nr. 7 e) BauGB.

<sup>71</sup> Söfker in Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Kautzberger, BauGB, 2022, § 9 Rn. 190 f.

<sup>72</sup> VGH Mannheim, Beschluß vom 02.12.1997 – NVwZ-RR 1998, 554 (555).

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

städtebaulicher Bezug auch für Kurorte und ähnlich schützenswerte Orte<sup>73</sup> angenommen wird, könnte ggf. bereits der Charakter „Kurviertel“ als schützenswert eingestuft und damit das Vorliegen eines städtebaulichen Grundes begründet werden. Darüber hinaus ließe sich wohl auch als Zielsetzung lokale Beiträge zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels heranziehen.<sup>74</sup>

Allerdings greifen Verwendungsverbote lediglich bei Umbauten oder wesentlichen Erweiterungen baulicher Anlagen, denn der Vollzug des Verwendungsverbotes tangiert die Grundrechte der Bestandseigentümer aus Art. 14 GG (Bestandsschutz).<sup>75</sup> Aus diesem Grund muss bei der Abwägung der unterschiedlichen Interessen im Hinblick auf die Durchführbarkeit zwischen Neubaugebieten und Bestandsgebieten unterschieden werden.

Um unverhältnismäßige Belastungen von Bestandseigentümern und damit Abwägungsfehler zu vermeiden, sollte ein passender Ausnahmeverbehalt aufgenommen und die Hintergründe in der B-Planbegründung ausgeführt werden. Die Anforderungen an die Überplanung eines bebauten Gebietes, in dem die vorhandenen Gebäude Bestandsschutz genießen, ist von daher regelmäßig höher als im Neubau.

Bei der Formulierung ist zudem zu berücksichtigen, dass die Festsetzung eines Verwendungsverbotes eine dem Bestimmtheitsgrundsatz entsprechende Bezeichnung der luftverunreinigenden Stoffe, die nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen, erfordert.

Grundlegende Voraussetzung für ein Verwendungsverbot ist schließlich, dass eine anderweitige Versorgung sichergestellt ist. Den betroffenen Haushalten müssen andere Wärmeversorgungsmöglichkeiten zu wirtschaftlich zumutbaren Bedingungen zur Verfügung stehen.<sup>76</sup>

### **Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Wärme**

Zum anderen können in B-Plänen Gebiete festgesetzt werden, in denen „*bei der Errichtung von Gebäuden oder bestimmten sonstigen baulichen Anlagen Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Wärme aus erneuerbaren Energien getroffen werden müssen.*“<sup>77</sup> Diese Regelung wurde im Zuge der Klimaschutz-Novelle 2011 in das BauGB aufgenommen, um die Reichweite der Vorschrift zu vergrößern. Sie bezieht sich nicht nur auf Gebäude, sondern auch auf sonstige bauliche Anlagen und verpflichtet zu Maßnahmen, die dem Einsatz erneuerbarer Energien dienen. Darunter fallen auch

---

<sup>73</sup> Mitschang/Reidt in Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB 15. Aufl. 2022, § 9 Rn. 129; Söfker in Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Kautzberger, BauGB, 2022, § 9 Rn. 191.

<sup>74</sup> Mitschang/Reidt in Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB 15. Aufl. 2022, § 9 Rn. 129.

<sup>75</sup> Weiterführend Söfker in Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Kautzberger, BauGB, 2022, § 9 Rn. 192.

<sup>76</sup> Mitschang/Reidt in Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB 15. Aufl. 2022, § 9 Rn. 132.

<sup>77</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 23 b) BauGB.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Festsetzungen von Anschlüssen an gemeinsame Einrichtungen zur Verteilung von Energie aus Nah- und Fernwärmenetzen.<sup>78</sup>

Allerdings erstrecken sich diese Festsetzungen ausschließlich auf die Errichtung und nicht auf bereits errichtete Gebäude und/oder Anlagen. Sie umfassen zudem nicht die Änderung oder Nutzungsänderung von Gebäuden. Insoweit beschränkt sich diese Festsetzungsmöglichkeit auf Erweiterungsbauten von Gebäuden oder sonstigen baulichen Anlagen und entfaltet für Bestandsgebiete kaum Wirkung.

### **Sicherung von Flächen**

Keine Frage der Anschlussdichte oder spezifisch der Wärmeversorgung mittels erneuerbarer Energien, aber wichtig für die Errichtung eines Wärmenetzes, ist die Sicherung von Flächen. Zu diesem Zweck können Versorgungsflächen, einschließlich der Flächen für Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung und Nutzung oder Speicherung von Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien in B-Plänen festgesetzt werden.<sup>79</sup> Damit zusammenhängend sind die Führung von Versorgungsanlagen und -leitungen<sup>80</sup> und die mit Leitungsrechten zu belastenden Flächen<sup>81</sup> festsetzbar. Die Festsetzung von Leitungsrechten soll sicherstellen, dass notwendige Flächen auch gegen den Willen der Eigentümer genutzt werden können.<sup>82</sup>

### **Ergänzung von B-Plänen**

Für die Änderung, Ergänzung oder Aufhebung von B-Plänen gelten grundsätzlich dieselben Vorgaben, wie für deren Aufstellung,<sup>83</sup> wobei einzelne Vorschriften des BauGB zwischen Aufstellung, Änderung, Ergänzung und Aufhebung unterscheiden.<sup>84</sup> Während die Änderung eines B-Plans die inhaltliche Veränderung von Darstellungen oder Festsetzungen beinhaltet, treten bei einer Ergänzung Darstellungen oder Festsetzungen hinzu.<sup>85</sup> Wird ein Verwendungsverbot festgesetzt, dass zuvor nicht bestanden hat, tritt eine Festsetzung hinzu. Auch bei der Festsetzung von Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung dürfte es sich um Ergänzungen des B-Plans handeln, da zuvor keine vergleichbaren Vorgaben vorhanden waren.

Als Mittel der Wahl käme für das Kurviertel insoweit eine Ergänzung der B-Pläne in Betracht. Ggf. können Ergänzungen im Weg des vereinfachten Planänderungsverfahrens durchgeführt werden, solange damit keine Veränderung des Bisherigen einhergeht, sondern der planerische Grundgedanke erhalten bleibt.<sup>86</sup>

---

<sup>78</sup> Söfker in Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Kautzberger, BauGB, 2022, § 9 Rn. 197e.

<sup>79</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB.

<sup>80</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB.

<sup>81</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 22 BauGB.

<sup>82</sup> Mitschang/Reidt in Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB 15. Aufl. 2022, § 9 Rn. 76.

<sup>83</sup> § 1 Abs. 8 BauGB.

<sup>84</sup> Weiterführend

<sup>85</sup> Söfker/Runkel in Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Kautzberger, BauGB, 2022, § 1 Rn. 254.

<sup>86</sup> Die Vorgaben für das Vereinfachte Verfahren finden sich in § 13 BauGB. Weiterführend Krautzberger in Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Kautzberger, BauGB 148 EL 2022, § 13 Rn. 16 ff.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Welches Verfahren in Betracht kommt und welche Maßnahmen für eine Ergänzung der B-Pläne erforderlich sind, insbesondere in Bezug auf die im Bestand notwendigen Ausnahmevorhalte, kann nur anhand einer individuellen Betrachtung des jeweiligen B-Plans und einer entsprechenden Abwägung geklärt werden. Denn grundsätzlich ist für die Aufstellung und dementsprechend auch die Ergänzung eines B-Plans stets die Sach- und Rechtslage zum Zeitpunkt des jeweiligen Satzungsbeschlusses maßgeblich.<sup>87</sup>

### 6.3.3.2. Städtebauliche Verträge

Einen größeren Spielraum haben Gemeinden im Rahmen von städtebaulichen Verträgen. Darin können mit den jeweiligen Vorhabenträgern der Anschluss und die Benutzung eines lokalen Fernwärmenetzes vereinbart werden. Städtebauliche Verträge können sich im Gegensatz zu bauplanungsrechtlichen Vorgaben auch unmittelbar auf den Bestand beziehen. Ein weiterer Vorteil gegenüber B-Plänen besteht darin, dass die Gemeinde nicht an den Festsetzungskatalog in § 9 Abs. 1 BauGB gebunden ist, sondern Regelungen treffen kann, die in einem B-Plan nicht zulässig wären. Dadurch lassen sich nicht nur die Besonderheiten des Einzelfalls wesentlich besser berücksichtigen, sondern es können Fristen für die Umsetzung und die Kostenübernahme durch Private vereinbart werden, um das Verfahren zu beschleunigen und den Gemeindehaushalt zu entlasten.

Da im Zuge der sog. Klimanovelle des BauGB 2011 die zentrale Regelung für städtebauliche Verträge (§ 11 BauGB) dahingehend erweitert wurde, dass nunmehr auch die Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur Erzeugung, Verteilung, Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung vereinbart werden kann, ist die Aufnahme einer entsprechenden Verpflichtung unproblematisch. Entsprechende Vertragsgestaltungen werden in der Praxis genutzt und sind auch seit längerem anerkannt.<sup>88</sup> Wird eine solche Vereinbarung in Betracht gezogen, ist von der Gemeinde sicherzustellen, dass die Vereinbarung den Vertragspartner nicht unangemessen benachteiligt und der Vertrag nicht zu etwas verpflichtet, worauf der Vertragspartner Anspruch gehabt hätte (Kopplungsverbot).<sup>89</sup>

Allerdings gilt - da es sich um Verträge handelt - der Grundsatz der Vertrags- und Dispositionsfreiheit, d.h. der Abschluss städtebaulicher Verträge kann nicht erzwungen werden. Für potenzielle Vertragspartner, wie z.B. Investoren, wird es in der Regel auf die (wirtschaftliche) Attraktivität des Vorhabens ankommen. Die Verhandlungsmacht wird demzufolge bei den Gemeinden liegen, wenn die Nachfrage hoch und die Nutzung sowie Durchführung von Maßnahmen für private Investoren wirtschaftlich attraktiv ist.<sup>90</sup> In der

---

<sup>87</sup> § 214 Abs. 3 Satz 1 BauGB.

<sup>88</sup> Weiterführend Kahl/Schmidtchen, Kommunalen Klimaschutz durch Erneuerbare Energien, S. 188f.

<sup>89</sup> Weiterführend Buchmüller/Hoffmann/Schäfer, Einbindung von Wärmeverbraucher in grüne Wärmenetze – kommunale Steuerungsinstrumente (April 2020), S. 24 ff. [https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/03/202004\\_Kurzstudie\\_Kommunale\\_Steuerungsmo%CC%88lichkeiten\\_Wa%CC%88rmenetze.pdf?media=1667839188](https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/03/202004_Kurzstudie_Kommunale_Steuerungsmo%CC%88lichkeiten_Wa%CC%88rmenetze.pdf?media=1667839188)

<sup>90</sup> Reidt in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB 15. Aufl. 2022, § 11, Rn. 4.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Praxis werden Anforderungen an eine klimaschonende Wärmeversorgung von daher häufig an einen kommunalen Grundstückskaufvertrag geknüpft.<sup>91</sup>

### 6.3.3.3. Vorhabenbezogene B-Pläne

Alternativ kann zwischen Vorhabenträger und Gemeinde ein Durchführungsvertrag im Rahmen eines vorhabenbezogenen B-Plans geschlossen werden. Dieses auf Kooperation zwischen Gemeinde und Vorhabenträger ausgestaltetes Instrument hat zwar den Vorteil, dass im Geltungsbereich des Vorhaben- und Erschließungsplans die Bindung an den Festsetzungskatalog des § 9 BauGB nicht besteht,<sup>92</sup> d.h. klimaschützende Maßnahmen, wie der Anschluss an ein Wärmenetz, vereinbart werden können. Zudem verpflichtet sich der Vorhabenträger zur Verwirklichung und Kostentragung des Vorhabens sowie zur Durchführung innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Allerdings bedarf es dafür der Mitwirkungsbereitschaft der Vorhabenträger, da der Abschluss eines Durchführungsvertrages auf Freiwilligkeit beruht.

### 6.3.3.4. Sanierungsgebiet

Darüber hinaus können Gemeinde als Instrument des besonderen Städtebaurechts Sanierungsgebiete festsetzen. Da die Stadt Borkum bereits die erforderlichen formellen Schritte für die Ausweisung des Kurviertels als Sanierungsgebiet unternommen hat (die vorbereitenden Untersuchungen wurden am 28.10.2020 eingeleitet, am 26.08.2021 beschlossen und die Aufnahme in das Städtebauförderprogramm im November 2022 beschlossen), soll an dieser Stelle in erster Linie auf die Funktion und Wirkung von Sanierungsgebieten im besonderen Städtebaurecht eingegangen werden.

Grundsätzlich können mit dem Sanierungsrecht auch kommunale Klimaschutzziele verfolgt werden. Zwar ist die Ausweisung eines Sanierungsgebiets für Gemeinden mit einem erheblichen Zeit- und Personalaufwand verbunden, gleichzeitig bringt sie aber zahlreiche Vorteile mit sich. Zum einen bietet das Instrument der städtebaulichen Sanierungsmaßnahme zeitlich und räumlich begrenzte Eingriffsrechte, um schwerwiegende städtebauliche Probleme zu beheben. Voraussetzung sind städtebauliche Missstände, die auch dann vorliegen,

*„[...] wenn das Gebiet nach seiner vorhandenen Bebauung oder nach seiner sonstigen Beschaffenheit den allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse oder an die Sicherheit der in ihm wohnenden oder arbeitenden Menschen auch unter Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung nicht entspricht [...].“<sup>93</sup>*

---

<sup>91</sup> Weiterführend Kahl/Schmidtchen, Kommunalen Klimaschutz durch Erneuerbare Energien, S. 187f.

<sup>92</sup> § 12 Abs. 3 Satz 2, 2. Halbsatz BauGB.

<sup>93</sup> § 136 Abs. 2 Satz 2 Nr. 1 BauGB.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Ob eine Gebäudesubstanzschwäche vorliegt beurteilt sich auch angesichts von Klimaschutzfragen,<sup>94</sup> sodass Gebäude, die den Anforderungen an den Klimaschutz nicht genügen, Substanzmängel nach dem Sanierungsrecht aufweisen.<sup>95</sup>

Da damit unter Umständen erheblich in Rechte privater Grundstückseigentümer:innen<sup>96</sup> eingegriffen wird, muss im Rahmen der vorbereitenden Untersuchungen geprüft werden, ob sich die angestrebten Ziele sich auch durch andere, weniger eingriffsintensive städtebauliche Maßnahmen erreichen lassen.<sup>97</sup>

Zudem muss das Sanierungsgebiet in Form einer Sanierungssatzung förmlich festgelegt und beschlossen werden.<sup>98</sup> In dem Beschluss muss sich die Gemeinde auch darauf festlegen, wann die Sanierungsmaßnahme vollends realisiert sein wird.<sup>99</sup> Da die Sanierungssatzung die Rechtsgrundlage für alle Vollzugshandlungen der Gemeinde im Sanierungsgebiet ist und von Dritten rechtlichen angegriffen werden kann, bedarf ihr Inhalt einer sorgfältigen Prüfung.

Ist ein förmliches Sanierungsgebiet festgelegt, dann zählt zu den Eingriffsmöglichkeiten insbesondere das Auskunftsrecht,<sup>100</sup> die umfassenden Genehmigungsvorbehalte,<sup>101</sup> sowie das sanierungsrechtliche Vorkaufsrecht.<sup>102</sup> Daraus folgt z.B., dass der Abschluss von Miet- und Pachtverträgen, die Teilung oder der Verkauf eines Grundstücks von der Gemeinde schriftlich genehmigt werden müssen.

Gleichzeitig ist damit die Grundlage für den Abruf von Städtebaufördermitteln geschaffen, um die Durchführungsmaßnahmen zu finanzieren<sup>103</sup>. Zu den Durchführungsmaßnahmen gehören unter anderem Baumaßnahmen, die auch erneuerbare Energieanlagen und den Anschluss an ein Wärmenetz umfassen und in erster Linie in den Aufgabenbereich der privaten Eigentümer:innen fallen. § 148 Abs. 2 Nr. 5 BauGB bestimmt dazu ausdrücklich:

*„Zu den Baumaßnahmen gehören [...]*

*die Errichtung oder Erweiterung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung. [...]“*

---

<sup>94</sup> § 136 Abs. 3 Nr. 1 h BauGB.

<sup>95</sup> Weiterführend Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen, Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen, Arbeitshilfe, 2019.

<sup>96</sup> Die Rechte privater Eigentümer:innen sind durch die Eigentumsgarantie des Grundgesetzes (Art. 14 GG) geschützt.

<sup>97</sup> § 141 BauGB.

<sup>98</sup> § 142 BauGB.

<sup>99</sup> § 142 BauGB.

<sup>100</sup> § 138 BauGB.

<sup>101</sup> §§ 144, 145 BauGB.

<sup>102</sup> § 24 Abs. 1 Nr. 3 BauGB,

<sup>103</sup> § 164a BauGB.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Ein weiterer Vorteil, in diesem Falle für die betroffenen Hauseigentümer:innen – besteht darin, dass die baulichen Maßnahmen komplett steuerlich abgesetzt werden können.<sup>104</sup> Voraussetzung für die Absetzbarkeit ist, dass es sich zum einen sachlich um Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen i. S. d. § 177 BauGB handelt. Gleichzeitig müssen diese sanierungsbedingt sein. Letzteres ist in der Regel durch Vorlage der erteilten Genehmigung, die eine Übereinstimmung der Maßnahme mit den Sanierungszielen belegt, nachweisbar.

### 6.3.3.5. Stadtumbau

Ein weiteres Instrument des besonderen Städtebaurechts und ein – auf die Eingriffsintensität bezogenes – milderer Instrument als die Festsetzung eines Sanierungsgebiets ist der Stadtumbau.<sup>105</sup> Dabei handelt es sich allerdings um eine konsensuale Vorgehensweise und die Verpflichtung erfolgt durch städtebauliche Verträge, d.h. für die Umsetzung bedarf es der Mitwirkung der Eigentümer bzw. Vorhabenträger.

## 6.4. Landesgesetzlicher Rahmen

### 6.4.1. Niedersächsisches Klimaschutzgesetz (NKlimaG)<sup>106</sup>

Das Niedersächsische Klimaschutzgesetz (NKlimaG), welches sich stark an den Formulierungen des Bundes-Klimaschutzgesetzes orientiert, ist im Dezember 2020 in Kraft getreten.

#### 6.4.1.1. Inhalt

Angesichts der Bundesverfassungsgerichtsentscheidung im April 2021 wurden – wie bereits im KGS – die niedersächsischen Klimaschutzziele verschärft und das NKlimaG entsprechend novelliert.<sup>107</sup> Aktuell ist darin eine Senkung der Treibhausgase um mindestens 65 Prozent bis 2030, um mindestens 75 Prozent bis 2035 und um mindestens 86 Prozent bis 2040 und festgelegt. Außerdem ist die Erreichung von Treibhausgasneutralität bis 2045 vorgesehen.<sup>108</sup>

Im Gegensatz zu vielen anderen Bundesländern, die sich in ihren Klimaschutzgesetzen überwiegend auf „Soll-Ziele“ beschränken,<sup>109</sup> sind die Klimaschutzziele im NKlimaG

---

<sup>104</sup> § 7h Einkommensteuergesetz (EstG) neugefasst durch B. v. 08.10.2009 (BGBl. I S. 3366, 3862); zuletzt geändert durch Artikel 2 G. v. 19.10.2022 (BGBl. I S. 1743).

<sup>105</sup> § 171a BauGB.

<sup>106</sup> Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (Niedersächsisches Klimagesetz – NKlimaG) vom 10. Dezember 2020 zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28.06.2022 (GVBl. S. 388).

<sup>107</sup> § 3 Abs. 1 Nr. 1 NKlimaG.

<sup>108</sup> § 3 Abs. 1 Nr. 1 NKlimaG.

<sup>109</sup> Siehe Vergleich der Klimaschutzziele in den Landesklimagesetzen Baden-Württemberg, Berlin, Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Bremen, Thüringen und Schleswig-Holstein von Kohlrausch, Lena, Die deutschen Klimaschutzgesetze im Vergleich, ZUR 2020, 262 - 272.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

verbindlich ausgestaltet.<sup>110</sup> Angelehnt an das KSG können die Klimaschutzziele zudem nur erhöht, nicht aber gesenkt werden.<sup>111</sup>

Konkrete Vorgaben zur Nutzung „grüner“ Wärme, wie z.B. in Schleswig-Holstein oder Baden-Württemberg enthält das NKlimaG nicht. An Gemeinden richtet sich lediglich die Anforderung, mindestens 1,7 Prozent der Landesfläche als Vorranggebiete für Windenergienutzung mit der Wirkung von Eignungsgebieten oder als Vorranggebiete für Windenergienutzung in den Regionalen Raumordnungsprogrammen bis zum Jahr 2027 und von mindestens 2,2 Prozent der Landesfläche bis zum Jahr 2033 sowie die Ausweisung von mindestens 0,47 Prozent der Landesfläche bis zum Jahr 2033 als Gebiete für die Nutzung von solarer Strahlungsenergie zur Erzeugung von Strom durch Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Bebauungsplänen der Gemeinden auszuweisen,

Die Klimaschutzaufgaben der Kommunen sind in § 16 NKlimaG. vorgesehen. Im Kern handelt es sich dabei um die Erstellung eines Energieberichts, der erstmalig für das Jahr 2022 erstellt und bis Ende 2023 veröffentlicht sein muss, (§ 17 Abs. 3 Satz 1).

Für Gemeinden, die Ober- und Mittelzentren sind, enthält das novellierte Gesetz eine Verpflichtung zur Aufstellung von Wärmeplänen (die §§ 20 ff. NKlimaG treten zum 01.01.2024 in Kraft; Borkum gehört nicht zu den Ober- und Mittelzentren, weswegen die Anforderungen an die Erstellung der Wärmepläne hier zum jetzigen Zeitpunkt nicht vertieft werden).

## 6.4.2. Anschluss- und Benutzungszwang

Für die Stadt Borkum besteht zudem die Möglichkeit, einen öffentlich-rechtlichen Anschluss- und Benutzungszwang (ABZ) einzuführen, um die Anschlussdichte an ein lokales Wärmenetz zu erhöhen. Dieses Instrument ist aufgrund des Zwangscharakters und der Begrifflichkeit allerdings häufig etwas unbeliebt – obgleich gesetzlich klar vorgesehen. Während in der bundesgesetzlichen Regelung des GEG und in den meisten landesgesetzlichen Regelungen von einem Anschluss- und Benutzungszwang die Rede ist, verwendet die Freie und Hansestadt Hamburg im Rahmen der gesetzlichen Festsetzung den Begriff Anschluss- und Benutzungsgebot.<sup>112</sup> Inhaltlich unterscheiden sich die Instrumente jedoch nicht.

Formelle Grundlage für den ABZ ist der Erlass einer kommunalen Satzung (Fernwärmesatzung), die alle im Satzungsgebiet belegenen Grundstücke verpflichtet, sich an das Fernwärmenetz anzuschließen und den Wärmebedarf aus dem Wärmenetz zu decken. Der ABZ umfasst sowohl Neu- als auch Bestandsgebäude, wobei für Bestandsgebäude Einschränkungen gelten.

---

<sup>110</sup> § 3 Nr. 1 NKlimaG.

<sup>111</sup> Vgl. § 3 Abs. 4 Satz 2 KSG.

<sup>112</sup> Vgl. § 8 Hamburgisches Gesetz zum Schutz des Klimas (Hamburgisches Klimaschutzgesetzes – HmbKliSchG) vom 20. Februar 2020, HmbGVBl. S. 148.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Für Gemeinden in Niedersachsen besteht die Möglichkeit den Erlass einer Fernwärmesatzung entweder auf eine landes- und/oder eine bundesrechtliche Ermächtigungsgrundlage stützen.

Beispielsweise stützt sich die Fernwärmesatzung Hannover<sup>113</sup> sowohl auf die landesrechtliche als auch die bundesrechtliche Ermächtigungsgrundlage.

### 6.4.2.1. Niedersächsisches Kommunalverfassungsgesetz (NKomVG)<sup>114</sup>

Die Verpflichtung zu Anschluss und Benutzung der Fernwärmeversorgung ist in Niedersachsen in § 13 Satz 1 Nr. 1a) NKomVG geregelt und begrifflich als Zwang formuliert. Danach können Kommunen für die Grundstücke ihres Gebietes den Anschluss an die Fernwärmeversorgung anordnen (Anschlusszwang) und die Benutzung nach § 13 Satz 1 Nr. 2 a) NKomVG vorschreiben (Benutzungszwang).

Der Erlass einer Fernwärmesatzung setzt stets voraus, dass ein dringendes öffentliches Bedürfnis für die Einrichtung eines ABZ besteht.<sup>115</sup> In aller Regel sind mit diesem Erfordernis keine unüberwindbaren Hürden verbunden. Sowohl das Bundesverwaltungsgericht<sup>116</sup> als auch niedersächsische Gerichte gehen von einer unwiderleglichen gesetzlichen Vermutung aus, dass der Anschluss- und Benutzungszwang an Fernwärmenetze bzw. die lokale Nahwärmeversorgung in einem Quartier zum Klima- und Ressourcenschutz geeignet ist. Und, dass damit Gefahren für Leben und Gesundheit der Bevölkerung vermieden werden können.

Wichtig ist allerdings, dass Wärmenetze bestimmten Standards genügen und der Satzungszweck „Klimaschutz“ in der Fernwärmesatzung zum Ausdruck kommt.<sup>117</sup> In der Fernwärmesatzung Hannover lautet die diesbezügliche Formulierung z.B. „Zweck dieser Satzung ist [...] die Senkung von Treibhausgasemissionen in der Energieversorgung und die Einsparung und weitest mögliche Vermeidung der Verwendung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdgas und Heizöl [...]“.<sup>118</sup> Außerdem ist erforderlich, dass durch den ABZ im Quartier ein relevanter Klimaschutzeffekt gegenüber dem Betrieb von Einzelbefeuerungsanlagen eintritt.<sup>119</sup> Maßstab ist, dass nur durch den ABZ die Auslastung und

---

<sup>113</sup> Satzung über die öffentliche Versorgung mit Fernwärme in der Landeshauptstadt Hannover (Fernwärmesatzung Hannover) vom 29.09.2022.

<https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Klimaschutz-Energie/Klimaschutz-konkret/W%C3%A4rmewende-Hannover/Hannover-baut-Fernw%C3%A4rme-aus>

<sup>114</sup> Niedersächsisches Kommunalverfassungsgesetz (NKomVG) vom 17. Dezember 2010 zuletzt geändert durch das Gesetz vom 23.03.2022 (Nds. GVBl. S. 191).

<sup>115</sup> § 13 Satz 1 NKomVG lautet: „Die Kommunen können im eigenen Wirkungskreis durch Satzung [...], wenn sie ein dringendes öffentliches Bedürfnis dafür feststellen.“

<sup>116</sup> BVerwG, ZUR 2017, 29 ff.

<sup>117</sup> BVerwG, NVwZ 2004, 1131 (1131 f.).

<sup>118</sup> § 1 Abs. 2 a) und b) der Fernwärmesatzung Hannover.

<sup>119</sup> So sieht z.B. das OVG Schleswig-Holstein eine Treibhausgasminderung von 40 Prozent als ausreichend an (OVG Schleswig, BeckRS 2005, 25866), während das OVG Magdeburg sogar nur mehr als einen Bagatelleffekt verlangt (OVG Magdeburg, BeckRS 2018, 13014 Rn. 53).

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzbetriebs und damit die Klimaschutzwirkung erreicht werden können.

Entscheidet sich eine Gemeinde für einen ABZ muss die Fernwärmeversorgung im Weg einer „öffentlichen Einrichtung“ betrieben werden. Das bedeutet, dass die Gemeinde die Fernwärmeversorgung entweder selbst in die Hand nehmen muss oder den Betrieb, dann jedoch unter engen Voraussetzungen, an einen privaten Dritten abgibt. Hintergrund ist, dass ein Grundrechtseingriff, wie der Erlass eines ABZ, nur dann als verhältnismäßig gilt, wenn die Kommune über hinreichende Einflussmöglichkeiten verfügt, um die Versorgungssicherheit der Fernwärmekunden zu gewährleisten.<sup>120</sup> Dafür ist nach der ständigen Rechtsprechung ein Betreibervertrag zwischen Kommune und privatem Betreiber der Fernwärmeversorgung erforderlich, in dem der Gemeinde eine Selbsteintritts-, Übernahme- und Vetorecht eingeräumt ist und der Betreiber alle wesentlichen Fragestellungen, wie z.B. die Preisgestaltung, von der Gemeinde genehmigen lassen und mit ihr abstimmen muss.<sup>121</sup> Im Kern geht es darum, dass die Gemeinde große Einflussmöglichkeiten auf den Betrieb der Fernwärmeversorgung hat.

Schließlich ist zu berücksichtigen, dass ein ABZ zwar sowohl für Neubauten als auch für Bestandsgebäude gilt, aufgrund von Grundrechten, wie der Eigentumsfreiheit (Art. 14 GG), der allgemeinen Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) und dem Gleichbehandlungsgrundsatz (Art. 3 Abs. 1 GG), jedoch Einschränkungen unterworfen ist. Auch hier geht es darum, dass Eingriffe durch den ABZ in die aufgeführten Grundrechte verhältnismäßig bleiben. Hat z.B. der Eigentümer eines Bestandsgebäudes in den letzten Jahren vor der Einführung eines ABZ in eine neue Heizungsanlage investiert und auf eine bestimmte Nutzungsdauer vertraut, darf ein ABZ nicht unmittelbar greifen. Vielmehr unterfällt ein Bestandsgebäude dem ABZ erst bei einem freiwilligen Austausch der Heizungsanlage oder nach einer Nutzungsdauer von z.B. 15 oder 20 Jahren.<sup>122</sup> Dementsprechend sieht § 7 der Fernwärmesatzung Hannover z.B. bei Bestandsanlagen eine Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang vor,<sup>123</sup> die erlischt, wenn eine wesentliche Änderung oder Erneuerung der Wärmeversorgungsanlage erfolgt.<sup>124</sup> Die Regel ist also die Pflicht aller Haushalte, sich an ein bestehendes Wärmenetz anzuschließen und die Wärme zu nutzen, sobald die zur Fernwärmeversorgung bestimmten Leistungen betriebsfertig hergestellt sind. Der/die Eigentümer:in kann jedoch für eine vorhandene Wärmeerzeugungsanlage eine Befreiung beantragen. Entsprechende Formulare bzw. Muster finden sich auf der Homepage der Stadt Hannover. Folglich gilt für den Anschluss kein definiertes Datum, sondern es kommt auf den Einzelfall, d.h. die individuelle Situation an, über die im Antragsweg entschieden werden muss.

---

<sup>120</sup> BVerwG, NVwZ 2005, 1072 (1074).

<sup>121</sup> BVerwG, NVwZ 2005, 1072 (1074).

<sup>122</sup> Weiterführend Buchmüller/Hoffmann/Schäfer, Einbindung von Wärmeverbrauchern in grüne Wärmenetze – Kommunale Steuerungsinstrumente (2020), [https://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/04/202004\\_Kurzstudie\\_Kommunale\\_Steuerungsmo%CC%88glichkeiten\\_Wa%CC%88rmenetze.pdf](https://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/04/202004_Kurzstudie_Kommunale_Steuerungsmo%CC%88glichkeiten_Wa%CC%88rmenetze.pdf)

<sup>123</sup> Vgl. § 7 Abs. 2 und 3 Fernwärmesatzung Hannover.

<sup>124</sup> Vgl. § 7 Abs. 6 a) Fernwärmesatzung Hannover.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Insoweit greift ein ABZ bei Bestandsanlagen nicht unmittelbar und ist in seiner Reichweite durch Bestandsschutzregelungen ebenfalls beschränkt.

## 6.4.2.2. § 109 GEG

Die Stadt Borkum kann den Erlass einer Fernwärmesatzung zusätzlich auch auf die bundesrechtliche Vorschrift des § 109 GEG stützen. Diese Vorschrift stellt keine eigenständige Ermächtigungsgrundlage dar, erfüllt allerdings eine Klarstellungsfunktion in Fällen, in denen die landesgesetzliche Ermächtigung den Fall des Anschlusses an ein Wärmenetz im Wortlaut nicht ausdrücklich auch zu Zwecken des Klimaschutzes erlaubt.

## 6.5. Fazit

Der Stadt Borkum stehen unterschiedliche öffentlich-rechtliche Handlungsinstrumente zur Verfügung, um die Anschlussdichte an ein zukünftiges „grünes“ Wärmenetz im Kurviertel zu erhöhen.

Zum einen könnte unter bestimmten Voraussetzungen in den entsprechenden B-Plänen des Kurviertels ein **Verbot fossiler Brennstoffe** festgesetzt werden. Da es sich beim Kurviertel um ein Bestandsgebiet handelt, würde ein Verwendungsverbot **jedoch nur bei Umbauten oder wesentlichen Erweiterungen** greifen, da mit dem Vollzug des Verwendungsverbotes ein unverhältnismäßiger Eingriff in die Grundrechte der Bestandseigentümer aus Art. 14 GG (Bestandsschutz) verbunden wäre. Darüber hinaus könnten in den B-Plänen des Kurviertels auch der **Anschluss an ein Wärmenetz** festgesetzt werden, Allerdings müssen auch hier aus Gründen des Bestandsschutzes **Ausnahmeregelungen für Bestandsgebäude und Bestandsanlagen** getroffen werden. Im Ergebnis muss deshalb abgewogen werden, ob die Festsetzung eines Verbrennungsverbotes und Anschluss an ein Wärmenetz die im Bestand (nur) sukzessiv greifen, den Aufwand für eine B-Planergänzung rechtfertigt.

Zudem hat die Stadt Borkum für das Kurviertel am 05.04.2023 die **förmliche Festsetzung eines Sanierungsgebietes** beschlossen und hat somit bereits von einem zentralen mit Fördermitteln verknüpften Instrument des besonderen Städtebaurechts Gebrauch gemacht.

Die Stadt Borkum könnte für das Kurviertel den Anschluss an die Fernwärmeversorgung anordnen und die Benutzung vorschreiben. Ein **ABZ** würde auch für Bestandsgebiete greifen; für den Bestand müssten allerdings ebenfalls Ausnahmeregelungen bzw. Übergangsfristen vorgesehen werden.

Da Festsetzungen nach dem BauGB grundsätzlich neben dem Kommunalrecht anwendbar sind, könnte die Stadt Borkum gleichzeitig Verbrennungsverbote, eine Verpflichtung zum Ergreifen von Maßnahmen festsetzen als auch einen Anschluss- und Benutzungszwang vorsehen.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Im Ergebnis werden die öffentlich-rechtlichen Handlungsmöglichkeiten der Stadt Borkum durch den Bestandscharakter des Kurviertels eingeschränkt.

Allerdings dürfte sich der **Anschlussbedarf an ein aus erneuerbaren Energien gespeistes Wärmenetz** aufgrund anderer Vorgaben **kontinuierlich erhöhen**. Zum einen ist mit strengeren Anforderungen aus europäischen Rechtsakten zu rechnen, denn gegenwärtig befinden sich zahlreiche Regelungen aufgrund der Klimaschutzziele des „European Green Deal“ in Überarbeitung. Gleichzeitig werden diese noch nicht verabschiedeten Rechtsakte aus dem „Fit for 55“-Paket durch kurzfristige Notfallregelungen aus dem Plan REPowerEU verschärft bzw. ergänzt. Zahlreiche Vorgaben aus diesem Plan sollen von den Mitgliedstaaten kurzfristig umgesetzt werden.

Zudem werden die Klimaschutzziele kontinuierlich angehoben und müssen in Form rechtlicher Handlungsmöglichkeiten bzw. Verpflichtungen umgesetzt werden. Im niedersächsischen Klimaschutzgesetz ist bspw. aktuell auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität 2045 eine Senkung der Treibhausgase um mindestens 65 Prozent bis 2030 und um mindestens 86 Prozent bis 2040 festgelegt.

Vor diesem Hintergrund soll im GEG 2023 ab 01.01.2024 eine EE-Nutzungspflicht für erneuerbare Wärme im Umfang von 65 Prozent eingeführt werden.<sup>125</sup> Diese soll auch für Bestandsgebäude im Falle des Austauschs der Heizungsanlage gelten. Als Erfüllungsoption sieht der Regierungsentwurf vor, dass diese Pflicht durch den Anschluss an ein Wärmenetz erfüllt werden kann, was die Attraktivität eines Wärmenetzanschlusses zukünftig weiter steigern dürfte.

---

<sup>125</sup> Gesetzesentwurf der Bundesregierung vom 19.04.2023, § 71 ff GEG 2023 [https://www.bmwsb.bund.de/Shared-Docs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1\\_cid287?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwsb.bund.de/Shared-Docs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/kabinettsfassung/geg-20230419.pdf;jsessionid=F32C75535CB409BEF0A4F9584EEC0147.1_cid287?__blob=publicationFile&v=1)

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 7. Maßnahmenkatalog

Der folgende Maßnahmenkatalog enthält umsetzungsorientierte Maßnahmen, die aus den bisherigen Untersuchungen im Rahmen des EQK Kurviertel hervorgegangen sind. In jedem Maßnahmensteckbrief sind die Maßnahmennummer und der Titel der Maßnahme aufgelistet. Für jede Maßnahme wird zudem ein kurzes prägnantes „Ziel“, das durch die Umsetzung der Maßnahme erreicht werden soll, und eine „Kurzbeschreibung“ mit ggf. erforderlichen Verweisen innerhalb des Dokumentes aufgeführt. In der „Priorität“ wird der Maßnahme eine Relevanz in der Einteilung hoch, mittel, niedrig in Bezug auf die zu erreichenden Klimaziele zugewiesen. Die Einteilung wurde anhand der Einschätzung der Gutachter:innen vorgenommen. In der Kategorie „Zeithorizont“ wird zwischen kurz-, mittel und langfristig umzusetzenden, sowie fortlaufenden Maßnahmen unterschieden. Diese Kategorie bezieht sich auf den Zeitpunkt der Umsetzung.

- **Kurzfristig:** innerhalb der nächsten 3 Jahre
- **Mittelfristig:** innerhalb der nächsten 3 bis 10 Jahre
- **Fortlaufend:** unmittelbar beginnend und während der nächsten 30 Jahre

Die Kategorie „erste Handlungsschritte“ gibt Aufschluss über die ersten und auch weiteren Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Maßnahme. Neben der Beantwortung der Frage was zu tun ist, wird, wenn möglich, auch ein passender Akteur benannt. Für jede Maßnahme wurden die möglichen „Einsparpotenziale“ im Hinblick auf die End- und Primärenergie, sowie Einsparungen zu CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet, insofern dies möglich und sinnvoll ist. Für jede Maßnahme wurden Hinweise zur „Finanzierung und Förderung“ gegeben. Für das Monitoring zum Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmen wurden „Erfolgsindikatoren“ definiert, welche jährlich evaluiert und ausgewertet werden können.

Die Handlungsfelder des Quartierskonzeptes spiegeln sich im Maßnahmenkatalog wie folgt wider:

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

Handlungsfelder	
<b>Q</b>	<b>Allgemeine Quartiersentwicklung</b>
Q1	Einrichtung eines Sanierungsmanagements
<b>G</b>	<b>Gebäudemodernisierung</b>
G1	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an kommunalen Gebäuden
G2	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an privaten Wohn- und Nichtwohngebäuden
<b>W</b>	<b>Nachhaltige Wärmeversorgung</b>
W1	Letter of Intent möglicher Ankerkund:innen
W2	Erst-Beratungsangebot der Hotelbetriebe, Kur-/Klinikbetreiber und Ferienwohnungsbesitzer
W3	Wärmenetzerweiterung und Wärmenetzanschluss als gemeinsame Maßnahme mit der Straßensanierung
W4	Umstellung der Wärmeversorgung auf 100% Erneuerbare Energien
W5	Einführung einer Anschluss- und Benutzungszwang
W6	Verbot fossiler Brennstoffe in B-Plänen
<b>S</b>	<b>Regenerative Stromversorgung</b>
S1	Installation von PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften
S2	Installation von PV-Anlagen auf privaten Liegenschaften
S3	Installation von PV-Anlagen auf Parkplätzen
S4	Installation von PV-Anlagen auf Freiflächen
<b>M</b>	<b>Klimagerechte Mobilität</b>
M1	Reduzierung des motorisierten Verkehrs:
M2	Elektrifizierung des motorisierten Verkehrs:
M3	Umstellung des ÖPNV auf Elektrobetrieb oder Wasserstoff
M4	Ermöglichung des bidirektionalen Ladens

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 7.1. Handlungsfeld Allgemeine Quartiersentwicklung

Q1 Einrichtung eines Sanierungsmanagements 	
<b>Übergeordnetes Ziel</b>	<b>Priorität</b> Hoch
Einrichtung einer Personalstelle (intern oder extern) für das Sanierungsmanagement zur Koordinierung und Umsetzung der im Konzept ermittelten Maßnahmen.	<b>Umsetzung</b> kurzfristig
	<b>Link im Bericht</b> /
	<b>Maßnahmen</b>
<p>Das Sanierungsmanagement des Quartiers plant die Konzeptumsetzung, aktiviert und vernetzt die Akteur:innen, koordiniert und kontrolliert die Maßnahmen und ist zentrale Ansprechperson für die Konzeptumsetzung. Damit das Quartierskonzept erfolgreich in die Umsetzung überführt wird, ist das Sanierungsmanagement absolut maßgeblich.</p> <p>Zusätzlich zu den Koordinationsaufgaben ist das Sanierungsmanagement für die Weitergabe an Informationen, Unterstützungs- und Beratungsangeboten verantwortlich. In Zusammenarbeit mit dem Klimaschutzmanagement können diese Bausteine auch für Bewohner:innen der gesamten Gemeinde ausgeweitet werden, sodass ein „Mitnahme“-Effekt erzielt wird und das Wissen und die Motivation bei vielen weiteren Bürger:innen gestärkt wird.</p>	
<b>Zuständigkeit</b>	<b>Einzubindende Akteure</b>
➤ Nordseeheilbad Borkum: Initiierung, Antragstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ KfW Förderbank</li> <li>➤ Interessierte aus der Gemeinde</li> </ul>
<b>Erste Handlungsschritte</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planung der Haushaltsmittel</li> <li>2. Einplanung eines Sanierungsmanagements</li> <li>3. Zustimmung durch die Gemeindevertretung</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Beantragung und Bewilligung bei KfW</li> <li>5. Ausschreibung für interne oder externe Stelle</li> </ol>
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<b>Erfolgsindikatoren</b>
➤ KfW Förderprogramm 432	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bewilligung und Einrichtung einer Personalstelle</li> <li>➤ Aktive:r Sanierungsmanager:in</li> <li>➤ Vernetzung, Koordination und Unterstützung der Akteure und Bewohner:innen</li> </ul>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 7.2. Handlungsfeld Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung

<h1>G1</h1>	<b>Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an kommunalen Gebäuden</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>	Hoch
Senkung des Wärmebedarfes bei kommunalen Wohngebäuden durch Maßnahmen der energetischen Gebäudemodernisierung		<b>Umsetzung</b>	fortlaufend
		<b>Link im Bericht</b>	5.1
<b>Maßnahmen</b>			
Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die Umstellung der Wärmeversorgung der Einzelgebäude stellen einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einem klimafreundlichen Quartier dar.			
Die Gebäudehülle und die Wärmeversorgung sind dabei als System zu sehen. Durch die Senkung des Wärmebedarfes kann der Anteil erneuerbarer Wärme (z. B. Meerwasserwärmepumpe) gesteigert werden. Bei einer Versorgung durch Wärmepumpen sind diese besonders bei einem reduzierten Wärme- und Temperaturniveau wirtschaftlich realisierbar.			
Wie die Bestandsaufnahme zeigt, besteht u.a. bei den kommunalen Gebäuden ein weitergehender energetischer Modernisierungsbedarf. Nur ein geringer Teil des Gebäudebestands inkl. Gebäude in städtischem Eigentum bereits modernisiert. Konkrete Beispielmaßnahmen sind den Sanierungskonzepten „Touristen-Info“ und „Gezeitenland“ zu entnehmen.			
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadtverwaltung</li> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> <li>➤ Jeweilige Nutzer:innen der Gebäude</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>			
1. Erstellung eines Sanierungsfahrplans		5. Beantragung von Fördermitteln	
2. Identifikation eines Pilotprojekts		6. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen	
3. Kostenschätzung für die Maßnahmen			
4. Einbindung in die kommunale Finanzplanung			
<b>Einsparpotenzial G1 und G2</b>		<b>Erläuterung</b>	
Endenergie	970,6 MWh/a	Einsparpotenziale ergeben sich durch den reduzierten Heizwärmebedarf und die dadurch vermiedenen Emissionen.	
Primärenergie	1.067,7 MWh/a		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	232.948 t/a		
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ BEG-Förderung (ehem. KfW)</li> <li>➤ Heizen mit Erneuerbaren Energien (Bafa)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Umgesetzte Modernisierungsprojekte</li> <li>➤ Eingesparte Endenergie</li> <li>➤ CO<sub>2</sub>-Reduzierung</li> </ul>	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>G2</b>		<b>Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an privaten Wohn- und Nichtwohngebäuden</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>	Hoch	
Senkung des Wärmebedarfes bei privaten Wohngebäuden durch Maßnahmen der energetischen Gebäudemodernisierung		<b>Umsetzung Link im Bericht</b>	fortlaufend 5.1	
<b>Maßnahmen</b>				
<p>Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die Umstellung der Wärmeversorgung der Einzelgebäude stellen einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einem klimafreundlichen Quartier dar.</p> <p>Die Gebäudehülle und die Wärmeversorgung sind dabei als System zu sehen. Durch die Senkung des Wärmebedarfes kann der Anteil erneuerbarer Wärme (z. B. Meerwasserwärmepumpe) gesteigert werden. Bei einer Versorgung durch Wärmepumpen sind diese besonders bei einem reduzierten Wärme- und Temperaturniveau wirtschaftlich realisierbar.</p> <p>Wie die Bestandsaufnahme zeigt, besteht im Bereich der privaten Wohn- und Nichtwohngebäuden, wie Hotels und Ferienwohnungen, ein weitergehender energetischer Modernisierungsbedarf. Nur ein geringer Teil des Gebäudebestands inkl. Gebäude im privaten Eigentum ist bereits modernisiert. Konkrete Beispielmaßnahmen sind den Sanierungskonzepten „Hotel Rote Erde“ und „Bahnhofsgebäude“ zu entnehmen.</p>				
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement: Initiierung und Direktsprache der Eigentümer:innen</li> <li>➤ Eigentümer:innen von eigengenutzten Wohnbauten: Fördermittelbeantragung, Umsetzung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eigentümer:innen</li> </ul>		
<b>Erste Handlungsschritte</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vermittlung von Informationen und Beratungsangeboten durch Sanierungsmanagement</li> <li>2. Vorstellung der bereits erstellten modellhaften Sanierungskonzepte für Eigentümer:innen bauähnlicher Gebäude durch Sanierungsmanagement</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Erstellung von Modernisierungskonzepten durch Energieberater:innen</li> <li>4. Beantragung von Fördermitteln</li> <li>5. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen</li> </ol>		
<b>Einsparpotenzial G1 und G2</b>		<b>Erläuterung</b>		
Endenergie	970,6	MWh/a	Einsparpotenziale ergeben sich durch den reduzierten Heizwärmebedarf und die dadurch vermiedenen Emissionen.	
Primärenergie	1.067,7	MWh/a		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	232.948	t/a		
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ BEG-Förderung (ehem. KfW)</li> <li>➤ Heizen mit Erneuerbaren Energien (Bafa)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anzahl durchgeführter Beratungen</li> <li>➤ Umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen</li> <li>➤ Eingesparte Endenergie</li> <li>➤ CO<sub>2</sub>-Reduzierung</li> </ul>		

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

### 7.3. Handlungsfeld erneuerbare Wärme

<b>W1</b>		<b>Letter of Intent möglicher Ankerkund:innen</b>			
<b>Übergeordnetes Ziel</b>			<b>Priorität</b>	Hoch	
Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Quartier.			<b>Umsetzung</b>	Kurzfristig	
			<b>Link im Bericht</b>	/	
<b>Maßnahmen</b>					
<p>Als Ankerkunde werden die Parteien bezeichnet, die sich direkt zu Beginn an ein Wärmenetz anschließen und ihr Interesse auch bekunden. Durch die Unterzeichnung eines Letter Of Intents (LOI) oder einer Absichtserklärung der Großverbraucher (Hotels und Eigentümer:innen in der Bismarckstraße, z. B. Haus Seeblick) wird für potenzielle Wärmelieferanten aufgezeigt mit welchen Wärmeab-sätzen zukünftig mindestens gerechnet werden kann. Auch ist dadurch klarer zu welchen Zeitpunkten das Wärmenetz und die Energiezentrale zu errichten sind. Diese Planungssicherheit dient zum einen möglichen Wärmenetzbetreibern bei der Erstellung eines Angebotes, zum anderen aber auch den Wärmekunden bei der langfristigen Planung der Wärmeversorgung der Gebäude. Darüber hinaus können auch Synergien bei dem Ausbau der Stromnetze, der Ladeinfrastruktur und anderen bauli-chen Maßnahmen im öffentlichen Straßenraum geschaffen werden.</p>					
<b>Zuständigkeit</b>			<b>Einzubindende Akteure</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement in Kooperation mit dem Kli-maschutzmanagement der Gemeinde</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hotels</li> <li>➤ Ferienwohnungen</li> <li>➤ Eigentümer:innen in der Bismarckstraße</li> </ul>		
<b>Erste Handlungsschritte</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausarbeitung eines ersten LOI-Entwurfes</li> <li>2. Austausch und Rückkoppelung mit den einzubin-denden Akteuren und der Gemeinde</li> </ol>			<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Überarbeitung durch das Sanierungsmanage-ment und Unterschrift der Absichtserklärung durch die einzelnen Akteure</li> </ol>		
<b>Einsparpotenzial</b>			<b>Erläuterung</b>		
Endenergie	0	MWh/a	Einsparungen ergeben sich erst bei Anschluss ans Netz, das mit erneuerbarer Wärme gespeist wird.		
Primärenergie	0	MWh/a			
CO <sub>2</sub> -Emissionen	0	t/a			
<b>Finanzierung und Förderung</b>			<b>Erfolgsindikatoren</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Keine Förderung erhältlich und erforderlich, Ausarbeitung erfolgt im Rahmen des Sanie-rungsmanagements</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anzahl der Akteure, die den LOI unterzeichnen</li> <li>➤ Interesse der Akteure am Verfahren</li> </ul>		

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

W2	Erst-Beratungsangebot der Hotelbetriebe, Kur-/Klinikbetreiber und Ferienwohnungsbesitzer								
Übergeordnetes Ziel	Weitestgehende Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen und Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2030.		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white; font-weight: bold;">Priorität</td> <td>Hoch</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white; font-weight: bold;">Umsetzung</td> <td>fortlaufend</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white; font-weight: bold;">Link im Bericht</td> <td>/</td> </tr> </table>	Priorität	Hoch	Umsetzung	fortlaufend	Link im Bericht	/
Priorität	Hoch								
Umsetzung	fortlaufend								
Link im Bericht	/								
Maßnahmen									
<p>Durch die verschärfte Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizungsanlage sind Eigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften perspektivisch ab 2024 dazu verpflichtet mindestens 65 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien zu decken.</p> <p>Dieser Umstand wird dazu beitragen, dass auch die Wärmeversorgung in den dezentral mit Wärme versorgenden Bereichen nach und nach umgestellt wird. Vor allem die Transformation einer dezentralen Wärmeversorgung hin zu einem Fernwärmeanschluss, der Wärme aus erneuerbaren bereitstellt, wird eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung einnehmen.</p> <p>Im Quartier ist der Anteil insbesondere von Ferienunterkünften sehr groß, sodass Beratungsangeboten durch das Sanierungsmanagement abgedeckt werden sollten. Für die Gebäude im Quartier wird die Umstellung der Wärmeversorgung und der Anschluss an das Fernwärmenetz mit der Maßnahmen G1 und G2 empfohlen. Die Reduktion des Wärmebedarfs und die Möglichkeit durch technische Maßnahmen oder den Einbau von Flächenheizungen ermöglicht die Absenkung der Vorlauftemperaturen und verbessert die Effizienz der Wärmeversorgung.</p>									
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure							
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> <li>➤ Verbraucherzentrale Nordseeheilbad Borkum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gebäudeeigentümer:innen</li> </ul>							
Erste Handlungsschritte									
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verweis auf und Beratungen durch die Verbraucherzentrale</li> <li>2. Vorprüfung der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit durch das Sanierungsmanagement für einzelne typische Gebäude im Quartier</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Einholung und Gegenüberstellung von konkreten Angeboten vom Fachhandwerk</li> <li>4. Sammelberatungen und Erfahrungsaustausch</li> </ol>							
Einsparpotenzial		Erläuterung							
Endenergie	0 MWh/a	Einsparungen ergeben sich erst bei Anschluss ans Netz, das mit erneuerbarer Wärme gespeist wird.							
Primärenergie	0 MWh/a								
CO <sub>2</sub> -Emissionen	0 t/a								
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren							
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die Beratungsleistungen können im Rahmen des Sanierungsmanagements erfolgen</li> <li>➤ Der Einbau von erneuerbaren Raumheizungen ist durch die Einzelmaßnahmen in der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) mit 25 % und bis zu 40 % förderfähig</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anzahl der in Anspruch genommenen Beratungsleistungen</li> <li>➤ Anzahl der ausgebauten Heizungsanlagen und ans Wärmenetz angeschlossenen Gebäuden</li> <li>➤ Anzahl der Umsetzungen in Kombination mit G2</li> <li>➤ Höhe des eingesparten Erdgasverbrauchs</li> </ul>							

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">W3</h1>	<b>Wärmenetzerweiterung und Wärmenetzzusammenschluss als gemeinsame Maßnahme mit der Straßensanierung</b>		
	<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>
	Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung und Zusammenschluss mehrerer kleiner Netze zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei der perspektivischen Umstellung auf eine 100% erneuerbare Wärmeversorgung.		<b>Umsetzung</b>
			<b>Link im Bericht</b>
		Hoch	Mittelfristig
		5.2.1	
<b>Maßnahmen</b>			
<p>Wärmenetze gewinnen zunehmend an Bedeutung und besitzen eine große Hebelwirkung bei der Umstellung hinzu einer nachhaltigen und klimaneutralen Wärmeversorgung. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung hat viele Vorteile im Vergleich zur dezentralen Wärmeversorgung, vor allem bei der zentralen Erzeugungs- und Lastmanagement, sodass die vorhandene Stromnetzkapazität für die Wärmeversorgung und andere Nutzungen ausreicht. Zudem wird für eine große Wärmenetzlösung im Quartier eine bessere Wirtschaftlichkeit als für mehrere kleine Netzvarianten erwartet. Auch die Verbesserung der Gleichzeitigkeiten sorgt dafür, dass insgesamt weniger Erzeugerleistung installiert werden muss. Zudem steigen die Förderquoten bei großen Wärmenetzvarianten.</p> <p>Um in eine große Wärmenetzlösung im Quartier zu realisieren, ist der Bau von zusätzlichen 5.040 Trassenmetern, wie in Abschnitt 5.2.1 erläutert, erforderlich.</p>			
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> <li>➤ Ausführendes Unternehmen</li> <li>➤ Private Eigentümer mit möglichen Wärmenetzanschluss</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gesprächsfortführung und Einbindung aller Akteure durch das Sanierungsmanagement</li> <li>2. Kundenakquise durch den Wärmenetzbetreiber</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Planung und Ausführung durch den zukünftigen Wärmenetzbetreiber</li> </ol>	
<b>Einsparpotenzial</b>		<b>Erläuterung</b>	
Endenergie	0 MWh/a	Das Wärmenetz dient dem Wärmetransport und ist somit von der Art der Wärmeerzeugung und den damit verbundenen Emissionen unabhängig	
Primärenergie	0 MWh/a		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	0 t/a		
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die Trassen- und Wärmeübergabestationskosten können über BEW gefördert werden</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verlegte Trassenmeter</li> <li>➤ Anschlussrate der Gebäude</li> </ul>	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>W4</b>		<b>Umstellung der Wärmeversorgung auf 100% Erneuerbare Energien</b>	
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>	Hoch
Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung und Zusammenschluss mehrerer kleiner Netze zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei der perspektivischen Umstellung auf eine 100% erneuerbare Wärmeversorgung.		<b>Umsetzung</b>	Mittelfristig
		<b>Link im Bericht</b>	5.2.1
<b>Maßnahmen</b>			
<p>Im Rahmen des Konzepts wurde aufgezeigt, mit welcher Erzeugerkombination zukünftig eine regenerative leitungsgebundene Wärmeversorgung aufgebaut und die geplanten Klimaschutzziele zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht werden können. Im Quartier eignet sich besonders die Nutzung der Umweltwärmequellen Bode und Meerwasser in Kombination mit großen Wärmepumpen, sowie der Einsatz von Wärmespeichern zur Umstellung der Wärmeversorgung.</p> <p>Durch die Verringerung des Wärmeverbrauchs durch energetische Sanierungen (Siehe G1 und G2) wird eine erneuerbare Wärmeversorgung schneller erreicht.</p>			
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> <li>➤ Ingenieurbüro für die Planung</li> <li>➤ Bauunternehmen für die Durchführung</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wärmenetzausbau und Zusammenschluss</li> <li>2. Energetische Gebäudesanierung zur Reduktion des Wärmebedarfs (siehe G1 und G2)</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Überarbeitung durch das Sanierungsmanagement und Unterschrift der Absichtserklärung durch die einzelnen Akteure</li> </ol>	
<b>Einsparpotenzial</b>		<b>Erläuterung</b>	
Endenergie	34.508,0 MWh/a	Die hier berechneten Einsparungen ergeben sich bei der Umsetzung der Variante 1 (Meerwasserwärmepumpe).	
Primärenergie	37.268,3 MWh/a		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	11.594,6 t/a		
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die Investitionskosten der Anlagen sowie die Kosten der Erschließung der Wärmequellen können über BEW gefördert werden.</li> <li>➤ - Ein Betriebskostenzuschuss für den Wärmepumpenstrom ist auch durch die BEW-Förderung für 10 Jahre möglich.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hohe Anteile erneuerbarer Wärme an der Wärmeerzeugung</li> <li>➤ Vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen seit der Umstellung der Wärmeversorgung auf 100% EE</li> </ul>	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>W5 Einführung eines Anschluss- und Benutzungszwangs</b>			
<b>Übergeordnetes Ziel</b> Hohe Anschlussdichte an zukünftiges Wärmenetz sicherstellen.		<b>Priorität</b>	Hoch
		<b>Umsetzung</b>	Mittelfristig
		<b>Link im Bericht</b>	6.4
<b>Maßnahmen</b>			
<p>Grundlage für ABZ ist der Erlass einer kommunalen Satzung (Fernwärmesatzung), die alle im Satzungsgebiet belegenen Grundstücke – auch bei Bestandsgebäuden - verpflichtet, sich an das Fernwärmenetz anzuschließen und den Wärmebedarf aus dem Wärmenetz zu decken. Wichtig ist, dass der Satzungszweck „Klimaschutz“ in der Fernwärmesatzung benannt wird. Zur Wahrung der Grundrechte darf ABZ erst beim Heizungsaustausch greifen, d.h. es muss eine Regelung geben, die den Bestand schützt, z.B., wie in der Fernwärmesatzung Hannover, eine Befreiung des Bestands ermöglicht. Eine Verpflichtung zu Anschluss- und Benutzung gilt erst, wenn die zur Fernwärmeversorgung bestimmten Leistungen betriebsfertig hergestellt sind.</p>			
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadt Borkum, Bauabteilung</li> <li>➤ Gemeinderat: Beschluss als Satzung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Meinungsbild Gemeinderat</li> <li>2. Entwurf einer Satzung der Gemeinde</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring zur Durchsetzung der Satzung</li> </ol>	
<b>Einsparpotenzial</b>		<b>Erläuterung</b>	
Endenergie	0 MWh/a	Keine direkten Einsparungen, Folgeeinsparungen durch Gebot zur Wärmenetznutzung und damit verbundenem Wechsel auf EE-Wärmeversorgung.	
Primärenergie	0 MWh/a		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	0 t/a		
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>	
-		anzahl der zusätzlichen Fernwärmeanschlussnehmer	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>W6</b>		<b>Verbot fossiler Brennstoffe in B-Plänen</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>	Hoch	
Vermeidung der Entstehung zusätzlicher Emissionen und Sicherstellung des Anschlusses ans Wärmenetz.		<b>Umsetzung</b>	fortlaufend	
		<b>Link im Bericht</b>	6.3	
<b>Maßnahmen</b>				
<p>Neu aufzustellenden und bestehende B-Pläne können um sog. Verwendungsverbote bzw. Verwendungsbeschränkungen ergänzt werden. D.h. darin werden Gebiete festgesetzt, in denen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht verwendet werden dürfen. Um unverhältnismäßige Belastungen von Bestandseigentümern und damit Abwägungsfehler zu vermeiden, sollte ein passender Ausnahmeverbehalt aufgenommen und die Hintergründe in der B-Planbegründung ausgeführt werden. Bei der Formulierung ist zudem zu berücksichtigen, dass die Festsetzung eines Verwendungsverbotes die konkrete Bezeichnung der luftverunreinigenden Stoffe, die nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen, erfordert. Da ein Verwendungsverbot voraussetzt, dass eine anderweitige Versorgungsmöglichkeit besteht, darf das Verbot erst greifen, wenn der Anschluss an und die Versorgung durch das Wärmenetz möglich ist. Die Festsetzung eines Verwendungsverbots muss für jeder B-Plan einzeln vorgenommen und geprüft werden, ob die Ergänzung i Weg eines vereinfachten Verfahrens durchgeführt werden kann.</p> <p>Kurzfristig: Berücksichtigung bei der Aufstellung neuer B-Pläne; Prüfung und ggf. Einleitung des Verfahrens zur Überarbeitung einzelner bestehender B-Pläne</p> <p>Mittelfristig: Ergänzung der B-Pläne</p>				
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadt Borkum, Bauabteilung</li> <li>➤ Gemeinderat: Beschluss als Satzung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> </ul>		
<b>Erste Handlungsschritte</b>				
1. Prüfung der B-Pläne auf Ergänzung		3. Vorbereitung Gemeinderatsbeschluss		
2. Klärung, ob Ergänzung im vereinfachten Verfahren möglich		4. Monitoring zur Prüfung der Umsetzung		
<b>Einsparpotenzial</b>		<b>Erläuterung</b>		
Endenergie	0 MWh/a	Keine direkten Einsparungen, Folgeeinsparung durch Unzulässigkeit der Nutzung fossiler Brennstoffe bei neuen Vorhaben und beim Heizungstausch in Bestandsgebäuden im Projektgebiet.		
Primärenergie	0 MWh/a			
CO <sub>2</sub> -Emissionen	0 t/a			
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>		
-		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erhöhung der Anschlussrate an Wärmenetz im B-Plangebiet bzw. Erhöhung der Anzahl fossilfreier dezentraler Heizsysteme</li> <li>➤ Sukzessive Verbesserung der Luftgüte im B-Plangebiet</li> </ul>		

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 7.4. Handlungsfeld erneuerbare Stromversorgung

<b>S1 Installation von PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften</b>			
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>	Hoch
Ausbau der dezentralen und erneuerbaren Stromerzeugung unter optimierter Nutzung von großen Potenzialflächen		<b>Umsetzung</b>	Kurzfristig
		<b>Link im Bericht</b>	3.3.2
<b>Maßnahmen</b>			
Dächer öffentlicher Liegenschaften, die nicht für die Bereitstellung von Wärme benötigt werden, bieten aufgrund ihrer großen zusammenhängenden Dachflächen ein technisch sehr gutes Potenzial zur dezentralen Stromerzeugung aus Sonnenenergie. Im Rahmen einer ersten Vorprüfung zur technischen Machbarkeit sollte das PV-Potenzial dieser Dächer geprüft werden. Eine zusätzliche Visualisierung von Stromerzeugung und -verbrauch kann zur Auseinandersetzung mit den Themen Energieverbrauch und Energieeffizienz beitragen. Kommunale Einrichtungen haben eine große Vorbildfunktion und sollten auch bei mäßiger Wirtschaftlichkeit Investitionen in die erneuerbare Stromversorgung in Angriff nehmen. Auf die Großverbraucher ist der Fokus als erstes zu legen, um möglichst schnell möglichst viel erneuerbaren Strom zu erzeugen.			
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadtverwaltung</li> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement zur Initiierung</li> <li>➤ Ingenieurbüro für die Planung größerer Anlagen</li> <li>➤ Ortshandwerkerschaft für Vermittlung zur Planung und Montage</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>			
1. Unterstützung der Vorprüfung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit durch Sanierungsmanagement		3. Planung zur Finanzierung der Anlage und Antragstellung für zinsgünstige Kredite bzw. Förderungen begleitet durch das Sanierungsmanagement	
2. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung		4. Auswahl des Installateurs und Durchführung der Maßnahmen, ggf. Sanierung des Daches durch Objektverwalter	
<b>Einsparpotenzial S1, S2 und S3</b>		<b>Erläuterung</b>	
Endenergie	11.764,0 MWh/a	Die Einsparungen ergeben sich bei der Umsetzung von 100 % des technischen Potenzials nach Abschätzung im Konzept.	
Primärenergie	- MWh/a		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	- t/a		
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einsparungen aus vermiedenen Stromkosten</li> <li>➤ Einspeisevergütung und Zuschlag für Volleinspeisung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz</li> <li>➤ Förderkredite von der KfW „Erneuerbare Energien – Standard“</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Installierte Gesamtleistung PV auf kommunalen Liegenschaften</li> <li>➤ Anzahl der PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften</li> <li>➤ Eingesparte Emissionen</li> </ul>	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>S2 Installation von PV-Anlagen auf privaten Liegenschaften</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>
Ausbau der dezentralen und erneuerbaren Stromerzeugung zur Deckung des Eigenstrombedarfs und Aufwertung der Immobilien		<b>Umsetzung</b>
		<b>Link im Bericht</b>
		Hoch fortlaufend  3.3.1
Maßnahmen		
<p>Im Rahmen der Konzepterstellung wurden technische Potenziale zur dezentralen Erzeugung von erneuerbarem Strom aus PV-Anlagen auf allen Gebäuden im Kurviertel untersucht. Bei Interesse können Eigentümer:innen diese Potenziale auf die technische und wirtschaftliche Machbarkeit hin überprüfen lassen. Im Zuge der Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors sind auch im privaten Haushalt und für Hotels und Ferienwohnungen perspektivisch in Verbindung mit Stromspeichern höhere Eigenstromquoten und wirtschaftlichere Projekte realisierbar.</p> <p>Denkbar ist für Einfamilienhäuser neben der eigenen Investition in eine PV-Anlage auch eine PV-Anlage zum Teil inkl. Stromspeicher zu mieten. Dem Eigenheimbesitzer wird so ohne langfristige Kapitalbindung die Produktion und Nutzung von eigenem Sonnenstrom ermöglicht.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eigentümer:innen der privaten Liegenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement für die Erstberatungsvermittlung</li> <li>➤ Ingenieurbüro für die Planung größerer Anlagen</li> <li>➤ Ortshandwerkerschaft für Vermittlung zur Planung und Montage</li> <li>➤ Ggf. Anbieter für die Anmietung einer Anlage</li> </ul>	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inanspruchnahme der Erstberatung z.B. durch Sanierungsmanagement</li> <li>2. Ggf. Vorprüfung der technischen Machbarkeit durch Fachplaner</li> <li>3. Abschätzung des derzeitigen und zukünftigen Eigenstrombedarfs</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung und Besichtigung vor Ort durch einen oder mehrere lokale Anbieter</li> <li>5. Ggf. Antragsstellung für zinsgünstige KfW-Kredite bei der Hausbank</li> <li>6. Auswahl des Installateurs und Durchführung der Maßnahme, ggf. in Kombination mit einer Sanierung des Daches</li> </ol>	
Einsparpotenzial S1, S2 und S3		Erläuterung
Endenergie	11.764,0 MWh/a	Die Einsparungen ergeben sich bei der Umsetzung von 100 % des technischen Potenzials nach Abschätzung im Konzept.
Primärenergie	- MWh/a	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	- t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einsparungen aus vermiedenen Stromkosten</li> <li>➤ Einspeisevergütung aus der Überschusseinspeisung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz</li> <li>➤ Förderkredite von der KfW „Erneuerbare Energien – Standard“</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anzahl neu installierter PV-Anlagen</li> <li>➤ Leistung der installierten PV-Leistung</li> <li>➤ Eingesparte Emissionen</li> </ul>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

S3 Installation von PV-Anlagen auf Parkplätzen		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b> Hoch
Ausbau der dezentralen und erneuerbaren Stromerzeugung und Kopplung der Sektoren Strom und Verkehr		<b>Umsetzung</b> Kurzfristig
		<b>Link im Bericht</b> 3.3.1
<b>Maßnahmen</b>		
<p>Im Zuge der Elektrifizierung des Verkehrssektors steigt der Bedarf an öffentlich zugänglichen E-Ladesäulen stetig an. Eine Parkplatz-Überdachung mit PV kann einen Teil des benötigten Ladestroms direkt vor Ort klimaneutral produzieren.</p> <p>Der Strom aus der PV-Anlage kann zudem für weitere Anwendung im Projektgebiet bzw. allgemein auf Borkum, wie beispielsweise die Beleuchtung, die Beladung von E-Roller oder für sonstige Strombedarfe wie bei Elektrifizierung der Wärmeversorgung genutzt werden. In Kombination mit Stromspeichern können sehr gute Eigenstromquoten erzielt werden.</p>		
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadtverwaltung</li> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement für Initiierung und Koordination der Akteure</li> <li>➤ Ingenieurbüro für die Planung größerer Anlagen</li> <li>➤ Ortshandwerkerschaft für die Durchführung</li> </ul>
<b>Erste Handlungsschritte</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Überprüfung, ob die städtebauliche Entwicklungen am Oppermannspad mit einer Parkplatzüberdachung zu vereinbaren sind</li> <li>2. Überprüfung, ob die Förderung der Sanierung von am Langen Wasser eine Parkplatzüberdachung zulässt</li> <li>3. Detaillierte Bedarfsermittlung</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Vorprüfung der technischen Machbarkeit und Abschätzung des zukünftigen Strombedarfs durch ein Planungsbüro</li> <li>5. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung durch ein Ingenieurbüro</li> <li>6. Umsetzung und Betrieb ggf. durch ein Contractor/ Betreiber</li> </ol>
<b>Einsparpotenzial S1, S2 und S3</b>		<b>Erläuterung</b>
Endenergie	11.764,0 MWh/a	Die Einsparungen ergeben sich bei der Umsetzung von 100 % des technischen Potenzials nach Abschätzung im Konzept.
Primärenergie	- MWh/a	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	- t/a	
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einsparungen aus vermiedenen Stromkosten</li> <li>➤ Einspeisevergütung aus der Überschusseinspeisung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz</li> <li>➤ Förderkredite von der KfW „Erneuerbare Energien – Standard“</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Integration von PV-Anlagen auf Parkplätzen</li> <li>➤ Installierte PV-Leistung</li> <li>➤ Eingesparte Emissionen</li> <li>➤ Genutzter Eigenstromanteil durch Elektromobilität und andere Anwendungen</li> </ul>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>S4 Installation von PV-Anlagen auf Freiflächen</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b> Hoch
Ausbau der dezentralen und erneuerbaren Stromerzeugung zur Deckung des Eigenstrombedarfs und Aufwertung der Immobilien		<b>Umsetzung</b> Kurzfristig
		<b>Link im Bericht</b> 3.3.3
<b>Maßnahmen</b>		
Im Rahmen der Konzepterstellung wurden technische Potenziale zur dezentralen Erzeugung von erneuerbarem Strom aus PV-Anlagen auf allen Gebäuden im Kurviertel untersucht. Dieser Strom dient vorrangig der Wärmeversorgung sollte diese elektrifiziert werden bzw. Variante 1 (Meerwasserwärmepumpe) implementiert werden. Dieser Strom ist zwingend notwendig, um die Anlagen mit den in der Beschreibung der Variante 1 angegebenen Anlagengrößen weiter zu planen und zu installieren. Überschussstrom kann für alle weiteren Nutzungen verwendet werden.		
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadtverwaltung</li> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement für die Initiierung</li> <li>➤ Ingenieurbüro für die Planung größerer Anlagen</li> <li>➤ Ortshandwerkerschaft für Vermittlung zur Planung und Montage</li> </ul>
<b>Erste Handlungsschritte</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorprüfung der technischen Machbarkeit durch Fachplaner</li> <li>2. Abschätzung des derzeitigen und zukünftigen Eigenstrombedarfs</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung sowie Besichtigung vor Ort durch einen oder mehrere Anbieter</li> <li>4. Ggf. Antragsstellung für zinsgünstige KfW-Kredite bei der Hausbank</li> <li>5. Auswahl des Installateurs und Durchführung der Maßnahme</li> </ol>
<b>Einsparpotenzial</b>		<b>Erläuterung</b>
Endenergie	0 MWh/a	Die Einsparungen ergeben sich bei der Umsetzung von 100 % des technischen Potenzials nach Abschätzung im Konzept.
Primärenergie	0 MWh/a	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	0 t/a	
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einsparungen aus vermiedenen Stromkosten</li> <li>➤ Einspeisevergütung aus der Überschusseinspeisung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Leistung der installierten PV-Leistung</li> <li>➤ Eingesparte Emissionen</li> </ul>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 7.5. Handlungsfeld Sektorenkopplung

<b>K1</b>	<b>Lastmanagement durch Begrenzung des Stromanteils für die Wärmeversorgung und Nutzung saisonaler Wärmespeicher</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>	Hoch
Begrenzung des Strombedarfs sowie verringern der Lastspitzen für ein stabiles und nachhaltiges Stromnetz.		<b>Umsetzung</b>	Fortlaufend
		<b>Link im Bericht</b>	5.5
<b>Maßnahmen</b>			
<p>Eine vorausschauende Nutzung des begrenzten Stromes ist aufgrund der zunehmenden Auslastung durch die Umstellung zu einer strombasierten Wärmeversorgung unverzichtbar. Durch ein Lastmanagement kann der verfügbare Strom für die Wärmepumpen limitiert werden. Es wird somit sichergestellt, dass genügend Strom für Haushalte, Elektromobilität und die dezentrale Wärmeversorgung vorhanden sind.</p> <p>Wärmespeicher können dabei helfen extreme Lastspitzen abzdämpfen. Bei einer hohen Stromverfügbarkeit und zukünftigen Bedarf kann ein Speicher vorzeitig gefüllt werden. Hierdurch wird die benötigte Erzeugung zum eigentlichen Zeitpunkt des Bedarfs abgesenkt und kann anteilig aus dem Speicher gedeckt werden. Eine Überlastung des Stromnetzes wird dadurch vermieden.</p> <p>Eine Sanierung der Bestandsgebäude wie bereits in G1 und G2 beschrieben trägt dazu bei, dass der Wärmebedarf sinkt, wodurch eine geringere Last zustande kommt.</p> <p>Für ein sinnvolles und nachhaltiges Lastmanagement sollte die Kombination der Reduzierungsmöglichkeiten und Lastmanagement genutzt werden. Da ein saisonaler Speicher aufgrund seiner Größe mit städtebaulichen Veränderungen verbunden ist, ist hier die Beteiligung der Öffentlichkeit – besonders der Einwohner:innen in unmittelbarer Nähe – wichtig.</p>			
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadtverwaltung</li> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> <li>➤ Einwohner:innen</li> <li>➤ Planungsbüro</li> <li>➤ Ausführendes Unternehmen</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Detailliertes Auflisten von Synergiemaßnahmen</li> <li>2. Erstellung einer Informationskampagne</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Öffentlichkeitswirksame Information aller Akteure über mögliche Maßnahmen</li> <li>4. Planung parallel zur Planung des Wärmenetzes und der Wärmeerzeugungsanlagen</li> </ol>	
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die Investitionskosten können über BEW gefördert werden.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Benötigter Anteil der verfügbaren Netzkapazität für die Wärmeversorgung</li> <li>➤ Inbetriebnahme des Wärmespeichers</li> </ul>	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>K2</b>		<b>Nutzung der Prädikative Regelung für ein intelligentes und nachhaltiges Versorgungskonzept</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>		<b>Priorität</b>	Hoch	
Begrenzung des Strombedarfs sowie verringern der Lastspitzen für ein stabiles und nachhaltiges Stromnetz.		<b>Umsetzung</b>	Fortlaufend	
		<b>Link im Bericht</b>	5.5	
<b>Maßnahmen</b>				
Für eine optimale Nutzung der Synergien ist es vorteilhaft die prädikative Regelung, anstatt der herkömmliche Regelungsmethoden zu nutzen. Die Prädikative Regelung verarbeitet Faktoren wie Wetterprognosen und Netzbelastungen und erstellt hieraus eine Optimierung, durch welche eine möglichst geringe Netzbelastung erreicht werden soll. Die Optimierungsberechnung findet hierbei automatisch statt. Für die Erstellung der zukünftigen Prognose sind sowohl aktuelle als auch historische Werte von Bedeutung, aus denen Trends für die Energieverbrauch und -verfügbarkeit abgeleitet werden. Durch den Anschluss über den Verbrauch können Einsparpotenziale erkannt werden. Unnötige Lastspitzen werden vermieden und befördern das Lastmanagement.				
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nordseeheilbad Borkum</li> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sanierungsmanagement</li> <li>➤ Planungsbüro</li> <li>➤ Ausführendes Unternehmen</li> </ul>		
<b>Erste Handlungsschritte</b>				
1. Vorprüfung der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit durch das Sanierungsmanagement für einzelne typische Gebäude im Quartier		2. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen		
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>		
➤ Kosten für Umsetzung: Eigentümer:innen, Sanierungsmanagement		➤ Umgesetzte Maßnahmen im Rahmen der Lastreduzierung und -managements		

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 7.6. Handlungsfeld Mobilität

<b>M1 Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>	<b>Priorität</b>	Hoch
Reduzierung des Verkehrs insgesamt und Entlastung des Stromnetzes	<b>Umsetzung</b>	Kurz- bis mittelfristig
	<b>Link im Bericht</b>	3.5.1
<b>Maßnahmen</b>		
<p>Für eine Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs müssen die Alternativen an Attraktivität gegenüber diesem gewinnen. Es wird die Erstellung eines Gesamtkonzeptes empfohlen, dass die verschiedenen Angebote zu einem Gesamtpaket entwickelt, bei dem die einzelnen Verkehrsmittel ineinandergreifen und bei Bedarf leicht gewechselt werden können. Die Entleihe oder der Ticketkauf sollten einfach und die Preise leicht zu durchschauen sein. Es wird eine Werbekampagne empfohlen, die die Einführung des Gesamtkonzepts begleitet und auch weiterhin über die Annehmlichkeiten des Alternativen Verkehrs informiert. Wichtige Einzelmaßnahmen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einführung und sukzessiver Ausbau eines Ridesharing-Dienstes</li> <li>➤ Einrichten von Mobilitätsstationen an den bisherigen Standorten des Carsharing-Dienstes, zusätzliches Bereitstellen von Fahrrädern und E-Lastenrädern mit günstigen Tarifen (Sukzessiver Ausbau)</li> <li>➤ Einführung eines Lieferdienstes der Supermärkte (besonders Lidl)</li> <li>➤ Einrichten eines kostengünstigen Gepäcktransports zwischen Parkplatz und Unterkünften</li> </ul>		
<b>Zuständigkeit</b>	<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Borkumer Kleinbahn</li> <li>➤ Stadtwerke Borkum</li> <li>➤ Gemeinde Borkum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadtwerke Borkum, Gemeinde Borkum, Planungsbüro, Betreiber von On-Demand-Verkehren, Supermärkte, Werbeagentur</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bestandsaufnahme der bestehenden Verkehrsmittel</li> <li>2. Entwicklung eines Gesamtkonzepts unter Einbeziehung der Borkumer:innen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Abstimmung mit den Beteiligten</li> <li>4. Initiierung der Einzelmaßnahmen und Umsetzung</li> </ol>	
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<b>Erfolgsindikatoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Förderprogramm: Modellprojekte zur Stärkung des ÖPNV von BMDV und BALM</li> <li>➤ Förderprogramm: Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme, BMDV, VDI/VDE</li> <li>➤ Förderprogramm: IKT für Elektromobilität: wirtschaftliche E-Nutzfahrzeug-Anwendungen und Infrastrukturen, BMWK, DLR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verfügbarkeit von Stationsgebundenen Leihrädern und E-Lastenrädern</li> <li>➤ Langfristig: weniger Autoverkehr</li> </ul>	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>M2 Umstellung des motorisierten Individualverkehrs auf Elektroantrieb</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>	<b>Priorität</b>	Hoch
Einsparen der Treibhausgasemissionen durch den Individualverkehr	<b>Umsetzung</b>	Kurz- bis mittelfristig
	<b>Link im Bericht</b>	3.5.2
<b>Maßnahmen</b>		
<p>Die Umstellung des motorisierten Individualverkehrs auf Elektrobetrieb muss von Maßnahmen begleitet werden, die dafür sorgen, dass die Nutzung von Verbrennern auf der Insel unattraktiv wird.</p> <p>Andererseits müssen Maßnahmen durchgeführt werden, die die Nutzung von Elektroautos attraktiv machen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erhöhung der Parkgebühren für Verbrenner</li> <li>➤ Erhöhung des Fährpreises für Verbrenner</li> <li>➤ Informationsveranstaltungen zur Elektromobilität</li> <li>➤ Einrichten eines flexiblen Stromtarifs mit Eingriffsmöglichkeit durch den Netzbetreiber</li> <li>➤ Ladeinfrastruktur mit dynamischem Lastmanagement auf den Parkplätzen „Am langen Wasser“, „Oppermanns Pad“, „Ankerstraße“</li> <li>➤ Prüfen, ob ausreichend elektrische Leistung für die Versorgung der Parkplätze vorhanden ist. Prüfen, ob große Batteriespeicher den Solarstrom puffern können.</li> <li>➤ Prüfen, ob ausreichend elektrische Leistung für die Versorgung der Parkplätze vorhanden ist. Prüfen, ob große Batteriespeicher den Solarstrom puffern können.</li> </ul>		
<b>Zuständigkeit</b>	<b>Einzubindende Akteure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gemeinde Borkum für Parkgebühren und Fährticket</li> <li>➤ Stadtwerke Borkum für Ladeinfrastruktur und Strompreis für die Elektromobilität</li> <li>➤ AG Ems für den Fährpreis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gemeinde Borkum, Stadtwerke Borkum, AG Ems, Planungsbüro, Ausführende Unternehmen, Borkumer:innen</li> </ul>	
<b>Erste Handlungsschritte</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorstellung der Handlungsansätze in der zuständigen Fachabteilung der Gemeinde</li> <li>2. Prüfung der Umsetzbarkeit der Maßnahmen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Öffentlichkeitsarbeit</li> <li>4. Umsetzung der Maßnahmen</li> </ol>	
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<b>Erfolgsindikatoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Förderprogramm: Klimaschutzinitiative - Klimaschutzprojekte im kommunalen Umfeld (kommunalrichtlinie), BMWK, ZUG GmbH</li> <li>➤ Förderung städtebaulicher Erneuerungsmaßnahmen (Städtebauförderungsrichtlinie - R - StBauF), Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung, Amt für regionale Landesentwicklung Weser-Ems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Weniger Verbrennerautos</li> </ul>	

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

<b>M3 Umstellung des ÖPNV auf Elektrobetrieb oder Wasserstoff</b>		
<b>Übergeordnetes Ziel</b>	<b>Priorität</b>	Hoch
Einsparen der Treibhausgasemissionen durch den ÖPNV	<b>Umsetzung</b>	Kurz- bis mittelfristig
	<b>Link im Bericht</b>	3.5.3
<b>Maßnahmen</b>		
<p>Trotz der Umstellung des ÖPNV auf Elektrobetrieb muss sichergestellt sein, dass die verfügbare Leistung für die Mobilität ausreichend ist. Ergänzt man die bisherigen Elektrobusse und rüstet zusätzlich die vorhandenen Busse auf Elektrobetrieb um, ist das gewährleistet. Kommen weitere Fahrzeuge für eine Erweiterung des ÖPNV hinzu, ist das nicht mehr sicher. Folgende Maßnahmen werden deshalb empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prüfen der Möglichkeit der Umrüstung der vorhandenen Busse auf Elektrobetrieb.</li> <li>➤ Errichten von Ladesäulen mit dynamischem Lastmanagement, die das gleichzeitige Laden aller Elektrobusse (in der Nacht) ermöglicht</li> <li>➤ Prüfen, wo gegebenenfalls Ladeinfrastruktur für die Pausenzeiten der Busse errichtet werden kann.</li> <li>➤ Prüfen, ob, bei einem weiteren Ausbau des ÖPNV, die zusätzliche Leistung durch große Batteriespeicher zur Verfügung gestellt werden kann oder ob gegebenenfalls Wasserstoffbusse mit einer entsprechenden Infrastruktur sinnvoll sein können.</li> <li>➤ Prüfen, ob die vorhandenen Lokomotiven auf Elektrobetrieb mit Akkumulator umgestellt werden können.</li> <li>➤ Prüfen, ob sich induktives Laden oder das Laden über Pantographen für das schnelle Laden der Lokomotiven in den kurzen Standzeiten eignet.</li> </ul>		
<b>Zuständigkeit</b>		<b>Einzubindende Akteure</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Borkumer Kleinbahn</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Borkumer Kleinbahn, Stadtwerke Borkum, Schöma, Planungsbüro, Ausführendes Unternehmen</li> </ul>
<b>Erste Handlungsschritte</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kontaktierung von Schöma und Abstimmung der Möglichkeiten einer Umrüstung</li> <li>2. Beauftragung eines Planungsbüros für die Machbarkeit einer entsprechenden Ladeinfrastruktur</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Abstimmung mit den Stadtwerken Borkum über die Errichtung passender Ladestationen</li> </ol>
<b>Finanzierung und Förderung</b>		<b>Erfolgsindikatoren</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Förderprogramm: Alternative Antriebe im Schienenverkehr, BMDV, PtJ</li> <li>➤ Darlehen: IKK- Energetische Stadtsanierung - Quartiersversorgung, BMWSB, KfW</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elektrobusse auf der Straße</li> <li>➤ Borkumer Kleinbahn im Elektrobetrieb</li> </ul>

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

M4 Bidirektionales Laden		
<b>Übergeordnetes Ziel:</b>	<b>Priorität</b>	Hoch
Entlastung des Stromnetzes und Unterstützung einer strombasierten Wärmeversorgung	<b>Umsetzung</b>	Kurz- bis mittelfristig
	<b>Link im Bericht</b>	3.5.4 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.
Maßnahmen		
<p>Bidirektionales Laden kann gerade in Kombination mit erneuerbaren Energien die gleichmäßige Verteilung der verfügbaren Leistungen ermöglichen. Bei der Wärmenutzung können Zeiten, in denen wenig Strom durch erneuerbare Energien zur Verfügung steht, mit Strom aus den Fahrzeugbatterien überbrückt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prüfen, ob bidirektionales Laden mit den Elektrobussen und Lokomotiven möglich ist. Gegebenenfalls einrichten von bidirektionalem Laden mit einem entsprechenden Lastmanagement.</li> <li>➤ Prüfen, ob es begleitende Forschungsprogramme oder Fördermöglichkeiten gibt, um ein regional begrenztes Netz mit bidirektionaler Ladeinfrastruktur zur Netzentlastung aufzubauen.</li> <li>➤ Entwickeln eines Tarfsystems und Finanzierungssystems für bidirektionales Laden, das es für die Bewohner:innen Borkums, die ein Elektroauto erwerben wollen, attraktiv macht, sich daran zu beteiligen.</li> <li>➤ Sukzessiver Aufbau des Netzes mit bidirektionaler Ladeinfrastruktur zur Netzentlastung</li> </ul>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Borkumer Kleinbahn</li> <li>➤ Stadtwerke Borkum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stadtwerke Borkum, Planungsbüros, Ausführendes Unternehmen, Forschungsakteure, interessierte Bewohner:innen Borkums</li> </ul>	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Partner aus der Wissenschaft suchen</li> <li>2. Forschungsprogramme und Fördermöglichkeiten prüfen und beantragen</li> </ol>		
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Förderprogramm: Nachhaltige Mobilität in regionalen Transformationsräumen - in Metropolregionen, Regioporegionen und interkommunalen Verbänden, BMBF, DLR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verbesserung der Nutzung des Solarstroms auf Borkum</li> </ul>	

## Energetisches Quartierskonzept „Borkum Kurviertel“

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Förderprogramm: Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität, BMUV, VDI/VDE</li><li>➤ Darlehen: IKK- Energetische Stadtsanierung - Quartiersversorgung, BMWBSB, KfW</li></ul> |  |
|--|--|

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 8. Durchführungs- und Monitoringskonzept

### 8.1. Durchführungskonzept

Die Kombination der im Konzept vorgeschlagenen Maßnahmen ermöglicht es in Verbindung mit übergeordneten Maßnahmen, wie der nahezu vollständigen Dekarbonisierung der Stromerzeugung in Deutschland bis 2045, die Klimaziele für Borkum Kurviertel zu erreichen. Eine sinnvolle zeitliche Abfolge der Maßnahmen zum Beitrag des Kurviertels ans Ziel „emissionsfreie Insel“ ist in Abbildung 53 dargestellt. Integriert sind hier alle Handlungsempfehlungen, die aus Sicht der Gutachter notwendige Voraussetzung für die Zielerreichung sind. Die entsprechenden Maßnahmen sind in den jeweiligen Maßnahmenkarten in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gekennzeichnet. Der Großteil der Maßnahmen zielt auf den mittelfristigen Umsetzungszeitraum bis 2030 ab. Weitere Maßnahmen wie die Gebäudesanierung und der Ausbau von PV-Anlagen können kontinuierlich über die nächsten Jahre bis 2045 und darüberhinaus stattfinden.



Abbildung 53: Durchführungskonzept für das EQK Borkum Kurviertel

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 8.2. Monitoring

Mit Hilfe des Monitoringkonzeptes können erste Erfolge aus der Umsetzung der im Quartierskonzept entwickelten Maßnahmen verfolgt werden. Das übergeordnete Ziel dient der Erfassung der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in einem fest definierten Bereich, wie beispielsweise der Wärmeversorgung. Das Sanierungsmanagement kann so erste Erfolge im Hinblick auf den Klimaschutz und der Umsetzung des Quartierskonzeptes ableiten. Um die Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen für das Quartier im Rahmen eines quantitativen fortlaufenden Prozesses zu erfassen und Veränderungen zu monitoren, wurde eine Bilanzierung in ExcelFormat entwickelt. Die folgende Grafik veranschaulicht die zu erfassenden Daten und Ergebnisse. Die Fortführung der THG-Bilanzierung sollte jahresscharf erfolgen.



Abbildung 54: Grafische Darstellung des quantitativen Monitorings

Neben dem Monitoring der Energieverbräuche sollte zusätzlich der Umsetzungsfortschritt der einzelnen Maßnahmen, durch die in den jeweiligen Maßnahmensteckbriefen aufgelisteten Erfolgsindikatoren überprüft werden, da nicht alle Maßnahmen zu einer direkten Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen. Das Monitoring-Konzept wurde dem Auftraggeber mit Fertigstellung des Quartierskonzeptes zur Weiterführung und Übergabe an das Sanierungsmanagement übergeben.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## 9. Zusammenfassung

Das vorliegende energetisches Quartierskonzept „Borkum Kurviertel“ wurde im Rahmen des KfW432-Förderprogramms „Energetische Stadtsanierung“ im Auftrag der Nordseeheilbad Borkum GmbH in Auftrag gegeben. Innerhalb eines Jahres hat ein Bearbeiterteam bestehend aus den Unternehmen Megawatt Ingenieurgesellschaft, Averdung Ingenieure und Berater, BPW Stadtplanung und Ingenieurbüro Bröggelhoff das Konzept mit dem Ziel „emissionsfreie Insel bis 2030“ entwickelt. Das Kurviertel ist ein zentraler Ort für Touristenaktivitäten auf Borkum, sodass es auch das Viertel mit der höchsten Energiedichte Borkums repräsentiert. Im EQK liegt der Fokus auf den Handlungsfeldern Gebäudeenergieeffizienz, Wärmeversorgung, Stromversorgung sowie Mobilität, unter Berücksichtigung der Sektorenkopplung. In einer Bestandsaufnahme wird die Ist-Situation dieser u.a. mit Hilfe einer Standortbegehung analysiert und dokumentiert. Der Wärmebedarf beträgt 38.190 MWh und der Strombedarf 7.100 MWh jährlich. Daraus resultieren THG-Emissionen von 9.938 tCO<sub>2</sub>äq jährlich.

In der Potenzialanalyse wird zuerst der Einfluss der gebäudeseitigen Energieeffizienzmaßnahmen auf den Wärmebedarf näher beleuchtet. Geringere Heizwärmebedarfe vereinfachen die Senkung der THG-Emissionen, die durch die Wärmeerzeugung entstehen. Im nächsten Schritt werden lokale erneuerbare Quellen für die Strom- und Wärmeerzeugung sowie potenzielle nachhaltige Maßnahmen für die Dekarbonisierung des Verkehrs aufgezeigt. Eine Herausforderung stellt die begrenzte Stromleitungskapazität vom Festland dar.

An dieser Stelle hat die Öffentlichkeitsbeteiligung angefangen. Wichtige Akteure wurden vor allem für die Gebäudesanierung und den Ausbau der Photovoltaik einbezogen. Eine Vorstellung der bisherigen Schritte hat auch im Rahmen der Inselwerkstatt auf Borkum stattgefunden, um das Konzept mit den Borkumer:innen vor Ort zu besprechen und sie in seiner Erstellung zu integrieren.

Aufbauend auf der Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse werden Strategien und Maßnahmen im Rahmen der genannten Handlungsfelder entwickelt. Nach der Erstellung von Sanierungskonzepten für sechs ausgewählte und möglichst unterschiedliche Gebäude im Kurviertel, wird gezeigt, dass Einsparungen an dem Wärmebedarf zwischen 4% und 57% möglich sind. Dies bestätigt die Machbarkeit des angenommenen Sanierungsplans, der von einer Senkung des Heizwärmebedarfs von 2021 bis 2030 um 14 % und bis 2045 um 38 % ausgeht.

Die Wärmeversorgung sieht Varianten mit verschiedenen Wärmeerzeugern vor, wovon Tiefengeothermie als Gesamtinsellösung ökologisch und ökonomisch am attraktivsten erscheint. Da die technische Machbarkeit der Tiefengeothermie erst wenige Jahre vor dem Zieljahr der Emissionsfreiheit 2030 sichergestellt werden kann, wird hier als Alternative eine andere Variante näher untersucht. Diese sieht eine 7,5 MW Wärmepumpengruppe in Kombination mit einem 60.000 m<sup>3</sup> großen saisonalen Wärmespeicher vor. Die Wärmepumpen sollen Umweltwärme aus dem Meerwasser entziehen und Wärme über

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

ein Wärmenetz an die Gebäude im Kurviertel transportieren. Anhand dieser Wärmeversorgungsvariante werden 3.240 t<sub>CO2aq</sub> Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 bzw. 379 t<sub>CO2aq</sub> im Jahr 2045 unter der Annahme der Verwendung des Strommix Deutschlands verursacht. Da auf Borkum aktuell 38,9% des Stromes aus erneuerbaren Energien erzeugt wird und die Wärmeversorgung nach Variante 1 nur mit Freiflächen-PV umsetzbar ist, wird emissionsfreier Strom – verglichen mit dem Strommix Deutschlands – für die Wärmeversorgung bezogen. Somit werden die Emissionen aus der Wärmeversorgung bereits bis 2030 nahezu null betragen.

Zur Stromversorgung wird der Ausbau der Photovoltaik auf geeigneten Dächern, Parkplätzen sowie einer Freifläche empfohlen. Die zentrale Wärmeversorgung durch Meerwasser-Wärmepumpen kann nur mit Stromeinspeisung von der Freiflächen-Photovoltaikanlage gelingen, um genügend Strom für den Betrieb der Wärmepumpen sichern zu können.

Öffentlich-rechtliche Handlungsoptionen, die die nachhaltige Wärmeversorgung des Kurviertels beschleunigen können, wurden erläutert und führen zum folgenden Ergebnis: die Integration eines Anschluss- und Benutzungszwangs in einer Fernwärmesatzung sowie eines Verbrennungsverbot für neuen Heizungsanlagen im B-Plan sind Maßnahmen zur Näherung und Erreichung der Emissionsfreiheit im Kurviertel.

Weitere Maßnahmen für alle untersuchten Handlungsfelder im Rahmen des EQK Borkum Kurviertel sind in Kapitel 7 als Maßnahmenkarten dargestellt.

Abschließend wird ein konkreter, realistischer Durchführungsfahrplan zur Umsetzung des EQK und die Nutzung eines excelbasiertes Monitoringtools zur Beobachtung der Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zur Dekarbonisierung der Strom- und Wärmenetze empfohlen.

im Rahmen des KfW432-Programms „Energetische Stadtsanierung“

## **Anlagenverzeichnis**

*Anlage A: Wärmenetzplan*

*Anlage B: Kosten der Wärmeversorgung*

*Anlage C1: Sanierungskonzept Bahnhofsgebäude*

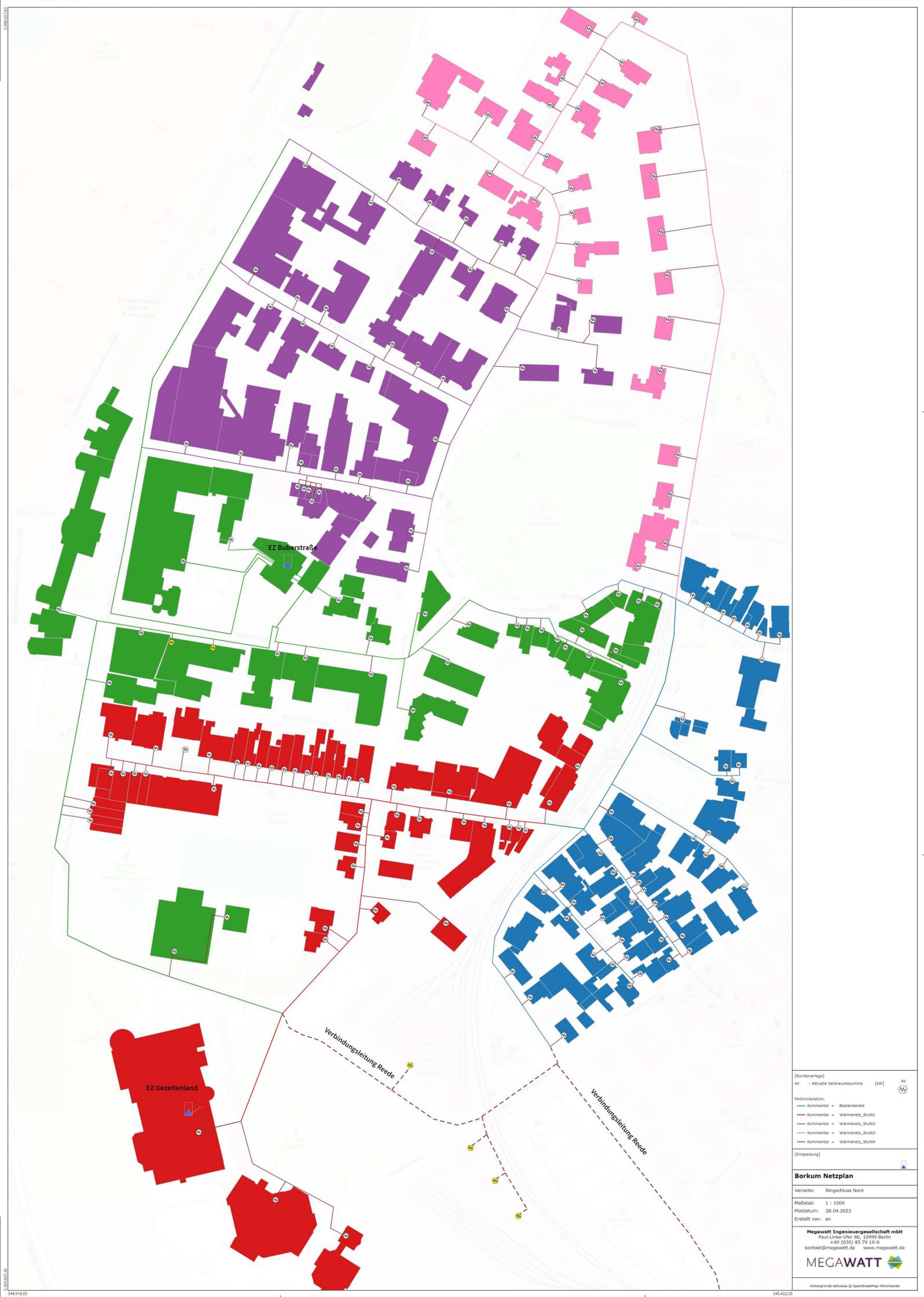
*Anlage C2: Sanierungskonzept Ev.-luth. Gemeindehaus*

*Anlage C3: Sanierungskonzept Gezeitenland*

*Anlage C4: Sanierungskonzept Hotel Atlantik*

*Anlage C5: Sanierungskonzept Inselhotel Rote Erde*

*Anlage C6: Sanierungskonzept Tourist-Info*



[Kundenanlage]  
 AV : Aktuelle Verbrauchssumme [kW] AV

Farbmodulation:  
 — Kommentar = Bestandsnetz  
 — Kommentar = Wärmenetz\_Stufe1  
 — Kommentar = Wärmenetz\_Stufe2  
 — Kommentar = Wärmenetz\_Stufe3  
 — Kommentar = Wärmenetz\_Stufe4

[Einspeisung]

**Borkum Netzplan**

Variante: Ringschluss Nord  
 Maßstab: 1 : 1000  
 Plottedatum: 28.04.2023  
 Erstellt von: en

Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH  
 Paul-Linke-Ufer 8b, 10999 Berlin  
 +49 (0)30 85 79 19-0  
 kontakt@megawatt.de www.megawatt.de

**MEGAWATT**

Hintergründe teilweise © OpenStreetMap Mitwirkende

Investitionskosten		Meer-WP		Luft-WP		Meer- und Luft-WP		Luft-WP und KWK		Tiefengeothermie	
Komponente	Investitionskosten	Betriebsgebundene Kosten (im 1. Jahr)	Komponente	Investitionskosten	Betriebsgebundene Kosten (im 1. Jahr)						
BHKW-Aggregate									ORC Module	10.900.000 €	272.700 €
Wärmeübertragungssystem	4.755.000,00 €	95.100,00 €			4.755.000,00 €	95.100,00 €			Inbetriebnahme	240.000 €	
Meerwasserwärmepumpe	2.622.974,80 €	65.774,37 €			2.622.974,80 €	65.774,37 €			Hydraulische Anbindung	2.800.000,00 €	28.000,00 €
Luft-WP			6.588.536,45 €	164.913,41 €	2.470.701,17 €	61.967,53 €	5.764.969,40 €	144.324,23 €	Elektrische Anbindung	1.100.000,00 €	33.200,00 €
Wärmespeicher	11.880.000,00 €	237.600,00 €	15.840.000,00 €	316.800,00 €	11.880.000,00 €	237.600,00 €	483.731,87 €	9.874,64 €	Wärmeübertragungssystem	900.000,00 €	18.000,00 €
EMSR	500.000,00 €	15.000,00 €	500.000,00 €	15.000,00 €	500.000,00 €	15.000,00 €	500.000,00 €	15.000,00 €	Sachvermögen	2.400.000,00 €	72.000,00 €
RLT	90.000,00 €	1.800,00 €	90.000,00 €	1.800,00 €	90.000,00 €	1.800,00 €	90.000,00 €	1.800,00 €	EMSR	500.000,00 €	15.000,00 €
Sanitärtechnik	20.000,00 €	400,00 €	20.000,00 €	400,00 €	20.000,00 €	400,00 €	20.000,00 €	400,00 €	RLT	90.000,00 €	1.800,00 €
Nebenanlagen	1.173.000,00 €	35.230,00 €	1.173.000,00 €	35.230,00 €	1.173.000,00 €	35.230,00 €	1.173.000,00 €	35.230,00 €	Sanitärtechnik	20.000,00 €	400,00 €
Nahwärmnetz	6.322.700,18 €	63.227,00 €	6.322.700,18 €	63.227,00 €	6.322.700,18 €	63.227,00 €	6.322.700,18 €	63.227,00 €	Nebenanlagen	1.173.000,00 €	100,00 €
WUSt	1.372.297,27 €	41.168,92 €	1.372.297,27 €	41.168,92 €	1.372.297,27 €	41.168,92 €	1.372.297,27 €	41.168,92 €	Nahwärmnetz	127.721.610,00 €	1.277.216,10 €
Unvorhergesehenes	2.873.587,22 €	- €	3.120.653,39 €	- €	3.120.653,39 €	- €	1.740.179,81 €	- €	Unvorhergesehenes	20.302.816,00 €	- €
Planungskosten	5.747.194,45 €	- €	6.241.334,68 €	- €	6.241.334,68 €	- €	3.488.350,62 €	- €	<b>Gesamt</b>	<b>168.147.426,00 €</b>	<b>1.741.476,10 €</b>
<b>gesamt</b>	<b>37.356.763,92 €</b>	<b>555.300,29 €</b>	<b>41.478.494,07 €</b>	<b>638.539,33 €</b>	<b>40.568.675,44 €</b>	<b>617.267,82 €</b>	<b>22.739.337,56 €</b>	<b>455.432,75 €</b>	<b>Gesamt</b>	<b>168.147.426,00 €</b>	<b>1.741.476,10 €</b>
<b>Betriebs- und bedarfsgebundene Kosten</b>									<b>Betriebs- und bedarfsgebundene Kosten</b>		
Bedienen	240,00 €		240,00 €		440,00 €		440,00 €		Bedienen	400,00 €	
Instandhaltung	595.090,29 €		638.299,33 €		616.827,82 €		461.162,75 €		Instandhaltung	2.310.961,60 €	
Strom	1.761.769,00 €		1.888.624,00 €		1.802.038,00 €		1.972.250,00 €		Strom	- €	
Erdgas	- €		- €		- €		- €		Erdgas	- €	
Wasserstoff	- €		- €		- €		1.035.985,00 €		Wasserstoff	- €	
Versicherung	172.419,83 €		191.439,20 €		187.240,04 €		104.950,79 €		Versicherung	150.000,00 €	
<b>gesamt</b>	<b>2.489.515,12 €</b>		<b>2.716.602,53 €</b>		<b>2.606.545,86 €</b>		<b>3.588.618,53 €</b>		<b>gesamt</b>	<b>2.461.361,60 €</b>	
<b>Annuitäten [€/a]</b>									<b>Annuitäten [€/a]</b>		
Kapitalgebundene Kosten	2.859.896,10 €		3.243.890,85 €		3.140.684,90 €		1.731.851,46 €		Kapitalgebundene Kosten	15.916.946,16 €	
Bedarfsgebundene Kosten	3.798.033,59 €		4.032.222,62 €		3.895.069,17 €		5.239.599,93 €		Bedarfsgebundene Kosten	- €	
Betriebsgebundene Kosten	808.017,29 €		929.144,82 €		866.155,31 €		661.979,31 €		Betriebsgebundene Kosten	3.363.368,52 €	
Sonstige Kosten	220.117,63 €		244.404,14 €		239.043,20 €		133.987,22 €		Sonstige Kosten	293.633,44 €	
<b>Summe</b>	<b>7.686.034,61 €</b>		<b>8.449.632,43 €</b>		<b>8.162.952,59 €</b>		<b>7.787.405,93 €</b>		<b>Summe</b>		
<b>Förderung</b>											
BEW-Förderung	11.494,39 €		12.762,61 €		12.482,67 €		6.294,68 €				
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>143 €/MWh</b>		<b>161 €/MWh</b>		<b>155 €/MWh</b>		<b>148 €/MWh</b>		<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>137 €/MWh</b>	

Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, Langenweg 26, 26125 Oldenburg

Averdung Ingenieur & Berater GmbH  
Dipl.-Phys. Philipp Lieberodt  
Planckstraße 13  
22765 Hamburg

**ib** – Beratende Ingenieure im Bauwesen

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schmeling  
Dipl.-Ing. Edzard Wulf

Prokurist:  
Dipl.-Ing. Jürgen Janßen

Langenweg 26 - 26125 Oldenburg  
Tel. 0441 / 361 59 -0

Schweckendieckplatz 5 - 26721 Emden  
Tel. 0441 / 361 59 -200

Kutterstraße 3 - 26386 Wilhelmshaven  
Tel. 0441 / 361 59 -250

Hafenstr. 15 – 26789 Leer  
Tel. 0441 / 361 59 -260

[www.broeggelhoff.de](http://www.broeggelhoff.de)

Ihr Ansprechpartner:  
Paul Hentschel B. Eng.  
Tel.: 0441-36 159 0  
E-Mail: [p.hentschel@broeggelhoff.de](mailto:p.hentschel@broeggelhoff.de)

**22047: Kurviertel Stadt Borkum  
Energetisches Sanierungskonzept**

## **E n e r g e t i s c h e s S a n i e r u n g s k o n z e p t**

Kurviertel Stadt Borkum

aufgestellt: 05. Mai 2023

Diese Stellungnahme umfasst 36 Seiten (inkl. Anlagen).

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 2

## Inhalt

<b>1.0</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Ortstermine der Bestandsaufnahme .....	4
1.3	Beschreibung des Bauwerks – Hier: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude) .....	4
<b>2.0</b>	<b>Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise</b> .....	<b>5</b>
2.1	Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	5
2.2	Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen.....	5
2.3	Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	7
<b>3.0</b>	<b>Bewertung – Ist Zustand</b> .....	<b>8</b>
3.1	U-Werte – Ist Zustand.....	9
3.2	Anlagentechnik – Ist Zustand.....	11
3.3	Energiebilanz – Ist Zustand .....	12
<b>4.0</b>	<b>Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen</b> .....	<b>14</b>
4.1	U-Wert Variante 1 – Hier: Austausch der Fenster .....	14
4.2	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1 .....	15
4.3	U-Wert Variante 2 – Hier: Boden gegen unbeheizten Keller (z.B. Sprühdämmung) .....	16
4.4	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2.....	17
4.5	Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand .....	18
<b>5.0</b>	<b>Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023</b> .....	<b>19</b>
5.1	KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) .....	20
5.1.1	Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW) .....	20
5.1.2	Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW) .....	21
5.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).....	22
5.2.1	Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA) .....	23
<b>6.0</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>24</b>
<b>Anlage A01</b>	<b>Fotodokumentation</b> .....	<b>26</b>
<b>a.</b>	<b>Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)</b> .....	<b>26</b>

## 1.0 Allgemeines

### 1.1 Einleitung

Im Zuge der Zielsetzung die Insel Borkum bis 2030 klimaneutral zu gestalten, wurde die Ingenieurbüro Bröggelhoff GmbH von Averdung Ingenieur & Berater GmbH beauftragt, für 6 ausgewählte typische oder ortsprägende Objekte im Kurviertel Borkum energetische Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit zu erstellen.

Die Insel Borkum ist die größte und westlichste der ostfriesischen Inseln und ein beliebtes Reiseziel für Touristen. Das Kurviertel auf Borkum ist ein historischer Teil der Insel und liegt direkt an der Strandpromenade und ist somit nicht nur ein wichtiger Teil von Borkum, sondern auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Insel. Es zieht das ganze Jahr über Touristen an und bietet eine Vielzahl von Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten.



Quelle: BPW Stadtplanung – Kurviertel Borkum

Für die Erstellung der energetischen Sanierungskonzepte wird für jedes Gebäude eine Bestandsaufnahme der energetischen Kennzahlen zur Gebäudehülle und Anlagentechnik vor Ort durchgeführt. Anschließend an die Bestandsaufnahme erfolgt eine Ist-Zustandserfassung mittels Wärmeschutzberechnung. Für die jeweiligen Gebäude werden konkrete und umsetzbare Sanierungsmaßnahmen (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 4

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle ist ein wichtiger Bestandteil zur Erreichung der Ziele der Klimaneutralität. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle trägt dazu bei, den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren.

Zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle gehören Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern und Türen gegen energieeffiziente Modelle sowie die Gebäudedichtheit. Durch diese Maßnahmen wird der Wärmeverlust des Gebäudes reduziert und damit der Heizbedarf gesenkt. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle kann nicht nur zur Senkung der Energiekosten beitragen, sondern auch den Wohnkomfort steigern. Durch die Dämmung wird beispielsweise die Raumtemperatur konstant gehalten und somit ein angenehmes Raumklima geschaffen.

## 1.2 Ortstermine der Bestandsaufnahme

26.01.2023 – 28.01.2023

Paul Hentschel, B. Eng.

## 1.3 Beschreibung des Bauwerks – Hier: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)

Bei dem zu betrachtenden Gebäude handelt es sich um die Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude) am Georg-Schütte-Platz 8 auf der Insel Borkum. Das Gebäude besteht aus vier Geschossen, dem Erdgeschoss (Eingangsgeschoss / Empfang / Fahrradverleih), dem Obergeschoss (Büros), dem Dachgeschoss (Wohnungen) sowie aus einem Teilkeller. Der Spitzboden oberhalb der OG-Decke (über den Wohnungen) sowie der Teilkeller sind unbeheizt.

Außenwände	- zweischaliges Mauerwerk (d = 43 cm) mit Kerndämmung (d = 7 cm)
Böden	- Stahlbeton inkl. schwimmenden Estrich
Fenster	- Kunststoff mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung - Holzrahmenfenster mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung (Dach) - Lichtband pulverbeschichtetes Aluminium mit Isolierverglasung
Rolltore	- Pulverbeschichtetes Aluminium mit Isolierverglasung
Oberste Geschossdecke	- Kehlbalckenkonstruktion inkl. Dämmung (d = nicht messbar)
Dach	- Kehlbalckenkonstruktion inkl. Dämmung (d = 20 cm)

Weitere Informationen zum Bauwerk sind der **Anlage A01** zu entnehmen.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 5

## 2.0 Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise

### 2.1 Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

- [A] Bauantrag Borkumer Kleinbahn vom 14.02.1989
- [B] Baubeschreibung vom 06.02.1989
- [C] Bestandsunterlagen Ansichten (Ost- und West) Empfangsgebäude Borkumer Kleinbahn im Maßstab 1:100 vom 8. März 2000
- [D] Bestandsunterlagen Ansicht Süd Empfangsgebäude ohne Maßstab und Datum
- [E] Bestandsunterlagen Grundrisse ohne Maßstab und Datum

### 2.2 Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

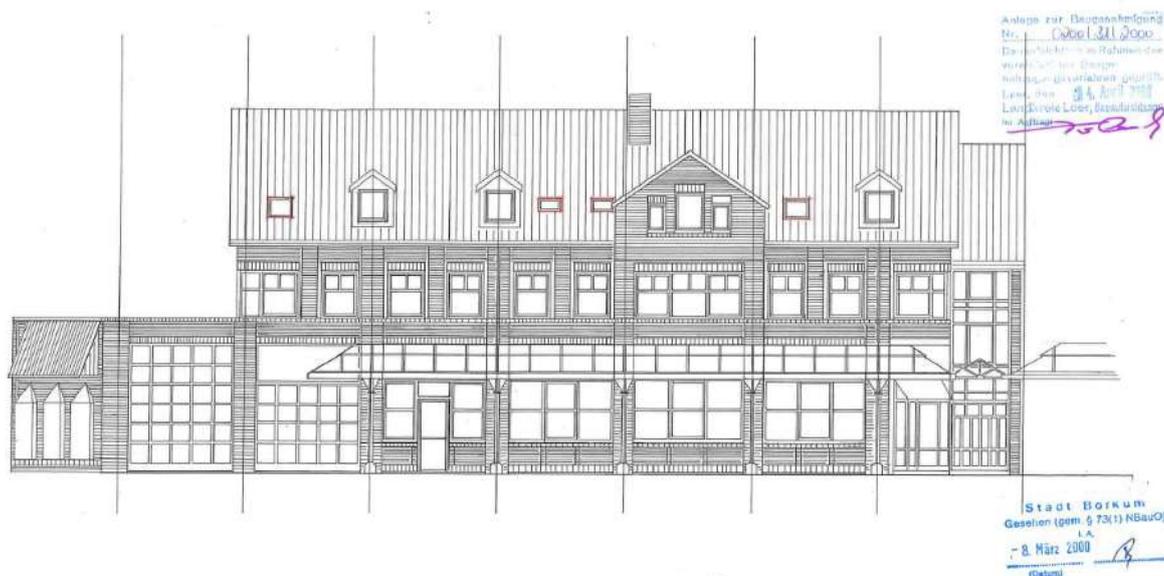
GEG		- Gebäudeenergiegesetz
DIN 277	Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
DIN EN 832		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
DIN 4108	Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108	Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
DIN V 4108	Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN V 4108 Bbl 2		- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN ISO 6946		- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1		- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN EN 12524		- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
DIN EN ISO 13370		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
DIN V 18599 Teil 1		- Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599 Teil 2		- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599 Teil 3		- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599 Teil 4		- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599 Teil 5		- Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599 Teil 6		- Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 6

- DIN V 18599 Teil 7 - Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
- DIN V 18599 Teil 8 - Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
- DIN V 18599 Teil 9 - End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
- DIN V 18599 Teil 10 - Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

### 2.3 Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

Für das Gebäude der Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude) liegen zum Zeitpunkt der Erstellung Bestandsunterlagen vor.



Eine Baubeschreibung zu der jeweiligen geplanten Ausführung von Bauteilen gibt zusätzliche Erkenntnisse über den energetischen Zustand des Gebäudes. Aus den Grundrissen sowie der Baubeschreibung geht hervor, dass die Außenwände (zweischalig) mit einer Kerndämmung ausgeführt wurden.

**Außenwände:** Zweischaliges Mauerwerk aus KSV 12, d = 24 cm, 7 cm Luftschicht mit Kerndämmung und außenseitig Verblendschale, d = 11,5 cm. Die Kelleraußenwände und die Trennwand zum alten Bahnhof werden in Stahlbeton ausgeführt.

Auch das Dach wurde im Zuge der Ausführung mit einer Wärmedämmung versehen. Im Laufe der Zeit wurde die Dämmung der obersten Geschossdecke sowie vom Dach erneuert.

**Dach:** Hölzernes Satteldach - Kehlbalkenkonstruktion - mit Ziegeldachsteinen auf Holzlattung und Hartfaserplatte. Wärmedämmung mit 12 cm Isolierung und Deckenverkleidung mit 12,5 mm Gipskartonplatten.

### 3.0 Bewertung – Ist Zustand

Die energetische Bewertung des Ist-Zustands der Borkumer Kleinbahn erfolgt gemäß GEG § 50 „Energetische Bewertung eines bestehenden Gebäudes“ für ein Nichtwohngebäude. Es wird der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung sowie für die eingebaute Beleuchtung berechnet.



Hottgenroth Energieberater 18599 – HottCAD 3D Modell

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	3317,7 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	1687,2 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	881,8 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	125,3 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	40,3 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Wärmebrückenzuschlag	0,10 W/mK (Bestandsgebäude)
Luftdichtheit	Kategorie III Gebäudebestand

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurde ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von 0,10 W/m<sup>2</sup>K – ohne Wärmebrückennachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2 – angesetzt. Eine Luftdichtheitsmessung (Blower-Door-Test) wurde nicht berücksichtigt.

### 3.1 U-Werte – Ist Zustand

Nachfolgend werden die wesentlichen Feststellungen der Bestandsaufnahme vor Ort zu den jeweiligen Bauteilaufbauten (U-Werte) dargestellt. Zum Teil wurden Bauteilkonstruktionen auf Basis vorliegender Bestandsunterlagen und Annahmen (z.B. mittels Gebäudetypologie / Baujahr etc.) erstellt.

In den Bauteilübersichten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel angesehen werden müssen.

Bauteilbezeichnung : <b>Oberste Geschossdecke</b>		Fläche / Ausrichtung : <b>145,26 m²</b>				
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900,0	0,05	
2	<i>Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 35,0 cm; um 90° gedreht</i> Konterlattung ruhende Luftschicht	2,40		1,3	0,16	
			0,130	500,0	0,18	
3	Dampfbremse	0,015	0,330	960,0	0,00	
4	<i>Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 10,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 75,0 cm</i> Mineralwolle Konstruktionsholz	14,00	0,035	60,0	4,00	
			0,130	500,0	1,08	
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>m,zul.</sub> = 1,0</b>		<b>R<sub>m</sub> = 3,31</b>	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04	
145,26 m²		8,6 %	28,3 kg/m²	42,14 W/K INF %	10cm-Regel : 513 Wh/K 3cm-Regel : 784 Wh/K	
					<b>U-Wert = 0,29 W/(m²K)</b>	

Bauteilbezeichnung : <b>Dachfläche zu beh. Räumen</b>		Fläche / Ausrichtung : <b>174,05 m²</b>				
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900,0	0,05	
2	<i>Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 35,0 cm; um 90° gedreht</i> Konterlattung ruhende Luftschicht	2,40		1,3	0,16	
			0,130	500,0	0,18	
3	Dampfbremse	0,015	0,330	960,0	0,00	
4	<i>Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 10,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 75,0 cm</i> Konstruktionsholz Mineralwolle	20,00	0,130	500,0	1,54	
			0,035	60,0	5,71	
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>m,zul.</sub> = 1,0</b>		<b>R<sub>m</sub> = 4,61</b>	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04	
174,05 m²		10,3 %	35,0 kg/m²	26,02 W/K INF %	10cm-Regel : 436 Wh/K 3cm-Regel : 667 Wh/K	
					<b>U-Wert = 0,21 W/(m²K)</b>	

Bauteilbezeichnung :		Dachfläche im Bereich Fahrradverleih / Werkstatt (unbekannt / Annahme)				Fläche / Ausrichtung :		157,53 m <sup>2</sup>	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
	1	Gipskartonplatten	1,50	0,250	900,0	0,06			
	2	Leichtbauplatten mit Holzwollschichten (DIN 1101 - d= 10-25 mm - WLG 090)	5,00	0,090	555,0	0,56			
	3	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 33,5 cm; um 90° gedreht Konstruktionsholz ruhende Luftschicht	2,40	0,130	500,0	0,18			
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>m,zul.</sub> = 1,0</b>		<b>R<sub>m</sub> = 0,78</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,10		R <sub>se</sub> = 0,04	
157,53 m <sup>2</sup>		9,3 %	42,6 kg/m <sup>2</sup>	171,60 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K	3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 1,09 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung :		Zweischaliges Mauerwerk inkl. Kerndämmung				Fläche / Ausrichtung :		600,93 m <sup>2</sup>	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
	1	Putzmörtel	1,50	1,000	1800,0	0,02			
	2	Kalksandstein	17,50	0,790	2000,0	0,22			
	3	Mineralische Dämmstoffe WLG 035	7,00	0,035	60,0	2,00			
	4	Verblender	11,50	0,580	1400,0	0,20			
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 2,43</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13		R <sub>se</sub> = 0,04	
600,93 m <sup>2</sup>		35,6 %	542,2 kg/m <sup>2</sup>	230,70 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K	3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,38 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung :		Boden gegen unb. Keller (Erdgeschoss)				Fläche / Ausrichtung :		179,36 m <sup>2</sup>	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
	1	Zement-Estrich	6,00	1,400	2000,0	0,04			
	2	Dämmung	4,00	0,040	30,0	1,00			
	3	PE-Folie	0,015	0,330	960,0	0,00			
	4	Beton armiert	18,00	2,500	2400,0	0,07			
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 1,12</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,17		R <sub>se</sub> = 0,17	
179,36 m <sup>2</sup>		10,6 %	553,3 kg/m <sup>2</sup>	123,25 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K	3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,69 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung :		Boden gegen Erdreich (Erdgeschoss)				Fläche / Ausrichtung :		262,72 m <sup>2</sup>	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
	1	Zement-Estrich	6,00	1,400	2000,0	0,04			
	2	Dämmung	4,00	0,040	30,0	1,00			
	3	PE-Folie	0,015	0,330	960,0	0,00			
	4	Beton armiert	18,00	2,500	2400,0	0,07			
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 1,12</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,17		R <sub>se</sub> = 0,17	
262,72 m <sup>2</sup>		15,6 %	553,3 kg/m <sup>2</sup>	180,53 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K	3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,69 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Bauteilbezeichnung : Außentüren		Fläche / Ausrichtung : 19,29 m <sup>2</sup>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Konstruktionsholz	2,79	0,130	500,0	0,21
<b>R<sub>zul.</sub> =</b>					<b>R = 0,21</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
19,29 m <sup>2</sup>	1,1 %	14,0 kg/m <sup>2</sup>	50,15 W/K	INF % 10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 2,60 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Fenster : Dachflächenfenster		Anzahl : 7	
Verglasung:	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	A <sub>g</sub> = 0,80 m <sup>2</sup>	U <sub>g</sub> = 1,50 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen:	Holzrahmen	A <sub>f</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> = 1,90 W/m <sup>2</sup> K
Randverbund:	Aluminium	l <sub>g</sub> = 3,60 m	Ψ <sub>g</sub> = 0,07 W/m K
		<b>Fläche A<sub>w</sub> = 1,20 m<sup>2</sup></b>	<b>U-Wert U<sub>w</sub> = 1,84 W/m<sup>2</sup> K</b>

Fenster : Fenster			
Verglasung:	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	A <sub>g</sub> = 0,80 m <sup>2</sup>	U <sub>g</sub> = 1,50 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen:	Kunststoffrahmen	A <sub>f</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> = 1,90 W/m <sup>2</sup> K
Randverbund:	Aluminium	l <sub>g</sub> = 3,60 m	Ψ <sub>g</sub> = 0,07 W/m K
		<b>Fläche A<sub>w</sub> = 1,20 m<sup>2</sup></b>	<b>U-Wert U<sub>w</sub> = 1,84 W/m<sup>2</sup> K</b>

### 3.2 Anlagentechnik – Ist Zustand

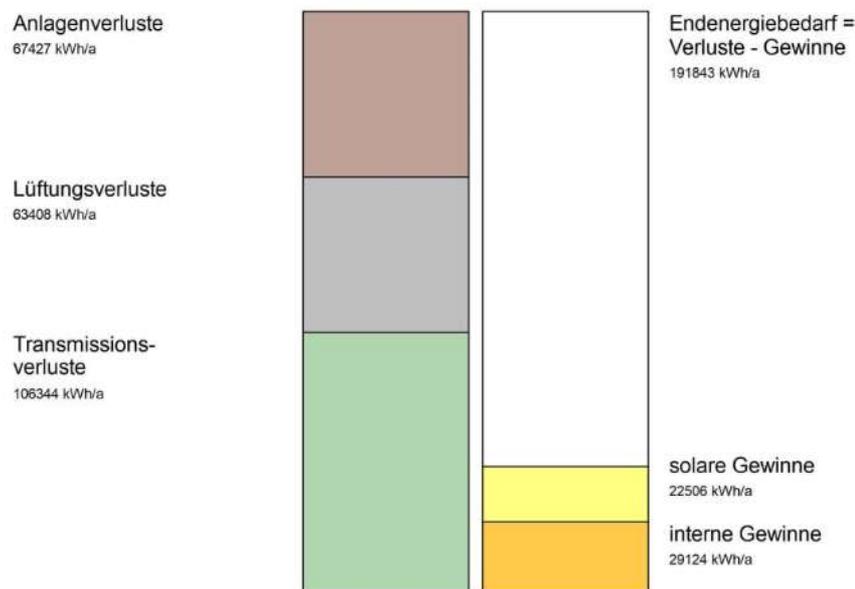
Heizung	- NT Kesselanlage (Brötje) - Umluftheizung (Fahrradverleih - Annahme)
Warmwasser	- z.T. Elektro-Durchlauferhitzer
Kühlung	- Raumklimasystem / Kompaktklimageräte
Lüftung	- Nicht vorhanden / Nicht ersichtlich
Beleuchtung	- Leuchtstofflampe – kompakt, EVG-Vorschaltgerät extern (Annahme) - z.T. umgestellt auf LED-Beleuchtung (z.B. Büros im Obergeschoss)

 Ingenieurbüro Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 12

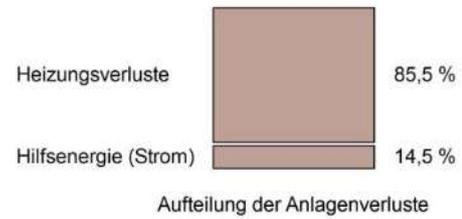
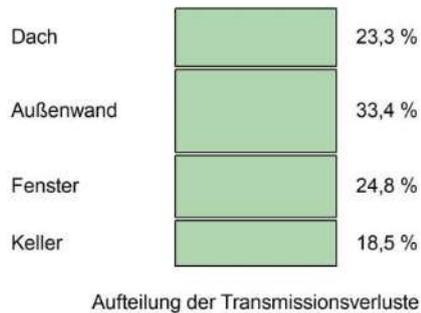
### 3.3 Energiebilanz – Ist Zustand

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können den folgenden Diagrammen entnommen werden. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen.



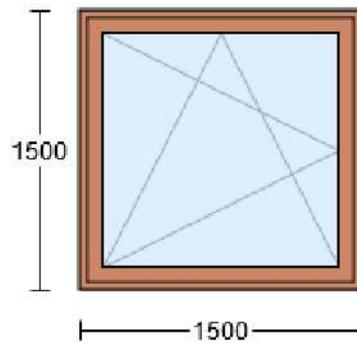
Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 255 kWh/m<sup>2</sup>a.



#### 4.0 Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen

##### 4.1 U-Wert Variante 1 – Hier: Austausch der Fenster

###### Skizze



###### Flächen

Fenster:	2,25 m <sup>2</sup>
Rahmen:	0,677 m <sup>2</sup>
Verglasung:	1,57 m <sup>2</sup>
Länge Randverbund:	5,02 m
Rahmenanteil:	30,1 %

**U-Wert:**  $U_w = 0,924 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Exemplarische Darstellung eines neuen Fensters

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 15

## 4.2 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1

Vorgeschlagene Maßnahme: Austausch der Fenster / Türen / Sektionaltore

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 65.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor F <sub>Gt</sub> [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	1,84	75	125,30	17.291,40
<b>U-Wert, Neu</b>	0,90	75	125,30	8.457,75
<b>Differenz</b>	0,94			8.833,65

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$17.291,40 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 1.884,76 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$8.457,75 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 921,89 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

Investitionssumme	65.000 EUR	
Energiekosteneinsparung	962,87 EUR/a	(8.833,65 kWh * 0,109 €)
Amortisation	65.000 EUR : 962,87 EUR/a = 67,51 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 65.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 9.750 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

### 4.3 U-Wert Variante 2 – Hier: Boden gegen unbeheizten Keller (z.B. Sprühdämmung)



Alle Angaben ohne Gewähr

## Kellerdecke

Kellerdecke  
erstellt am 25.4.2023

### Wärmeschutz

$U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

sehr gut

mangelhaft

### Feuchteschutz

Kein Tauwasser

sehr gut

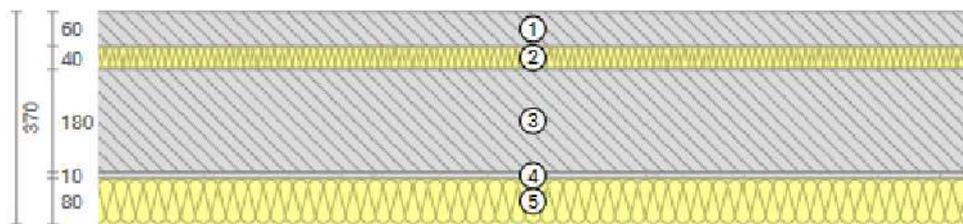
mangelhaft

### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100  
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen: 397 kJ/m<sup>2</sup>K

sehr gut

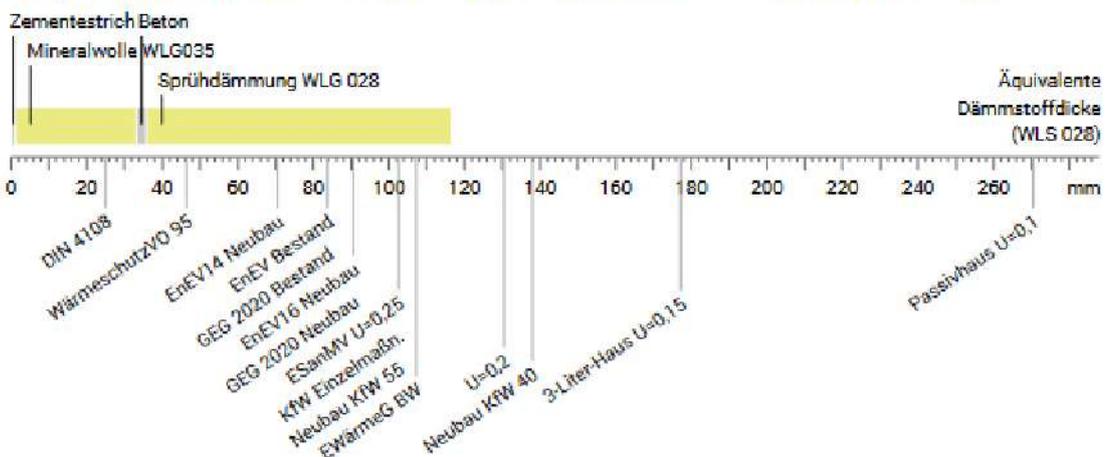
mangelhaft



- ① Zementestrich (60 mm)
- ② Mineralwolle WLG035 (40 mm)
- ③ Beton (180 mm)
- ④ Kalkputz (10 mm)
- ⑤ Sprühdämmung WLG 028 (80 mm)

### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d. h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,028 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%

Unbeheizter Raum: 5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 19,2°C / 5,1°C

sd-Wert: 24,6 m

Dicke: 37,0 cm

Gewicht: 568 kg/m<sup>2</sup>

Wärmekapazität: 546 kJ/m<sup>2</sup>K

GEG 2020 Bestand  BEG Einzelmaßn.  GEG 2020 Neubau  DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 80% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG20 Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 17

#### 4.4 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2

Vorgeschlagene Maßnahme: Boden gegen unbeh. Keller (Sprühdämmung)

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 7.500 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	0,69	75	179,36	9.281,88
<b>U-Wert, Neu</b>	0,23	75	179,36	3.093,96
<b>Differenz</b>	0,46			6.187,92

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$9.281,88 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 1.011,72 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$3.093,96 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 337,24 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

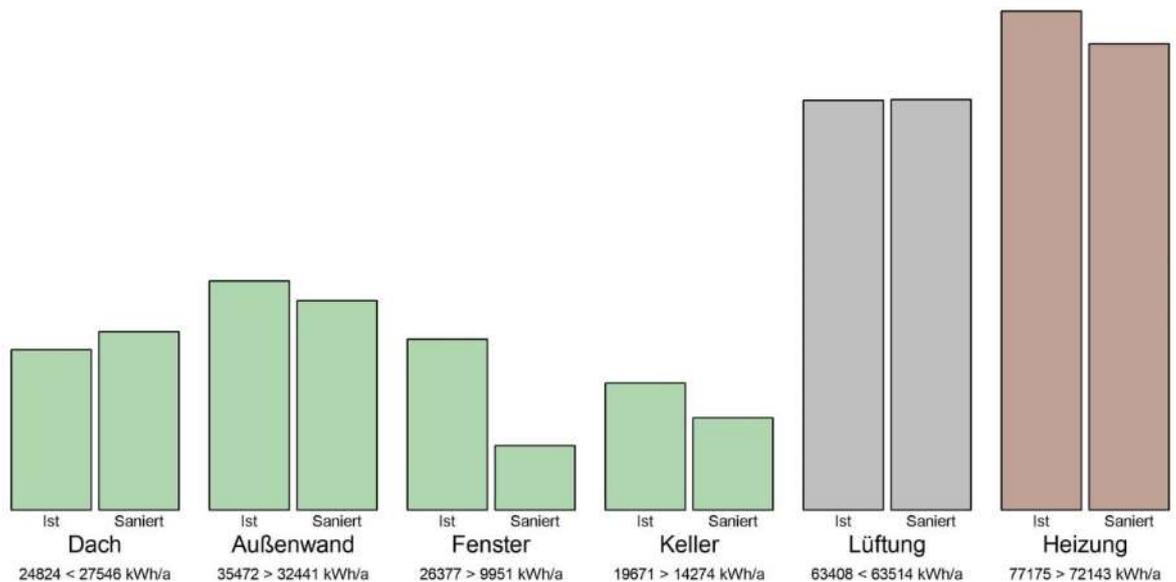
Investitionssumme	7.500 EUR	
Energiekosteneinsparung	674,48 EUR/a	(6.187,92 kWh * 0,109 €)
Amortisation	7.500 EUR : 674,48 EUR/a = 11,12 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 7.500 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 1.125 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

#### 4.5 Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand

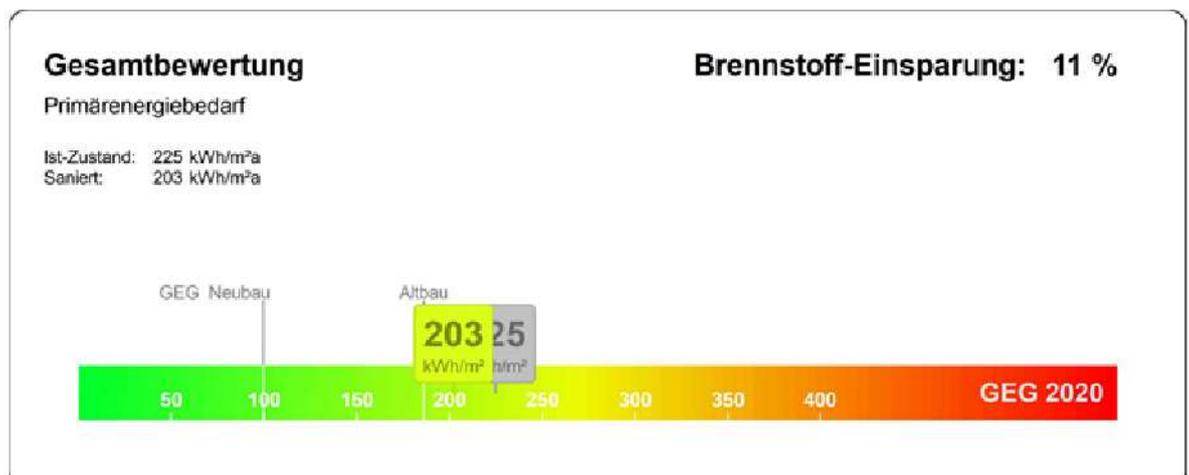
Nach Umsetzung der Varianten reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 11 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 191843 kWh/Jahr reduziert sich auf 171559 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 20284 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 4336 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 203 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 19

## 5.0 Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fasst Förderprogramme zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zusammen und unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM - BAFA)

Die Antragstellung im Förderprogramm BEG EM ist zum 1. Januar 2021 in der Zuschussvariante beim BAFA gestartet.

Die BEG WG und BEG NWG (Zuschussförderung für Kommunen und Kreditvariante) werden durch die KfW gefördert.

## 5.1 KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

### 5.1.1 Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Wohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzhaus	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit	Betrag je Wohneinheit
Effizienzhaus 40	20 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 24.000 Euro
Effizienzhaus 40 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	25 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 37.500 Euro
Effizienzhaus 55	15 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 18.000 Euro
Effizienzhaus 55 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	20 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 30.000 Euro
Effizienzhaus 70	10 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 12.000 Euro
Effizienzhaus 70 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	15 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 22.500 Euro
Effizienzhaus 85	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus 85 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem zusätzlichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss gefördert werden.

Immobilie	Max. förderfähige Kosten	Tilgungszuschuss
Ein- und Zweifamilienhäuser, Doppel- o. Reihenhäuser	10.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 5.000 Euro
Mehrfamilienhäuser mit 3 oder mehr Wohneinheiten	4.000 Euro je Wohneinheit, bis zu 40.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 20.000 Euro

### 5.1.2 Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten orientiert sich an der Nettogrundfläche (relevant ist die NGF innerhalb der beheizten Gebäudehülle) des Gebäudes: Bis zu 2.000 Euro pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, insgesamt maximal 10 Mio. Euro sind förderfähig. Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem alternativ mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzgebäude	Tilgungszuschuss in %
Effizienzhaus 40	20 %
Effizienzhaus 40 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	25 %
Effizienzhaus 55	15 %
Effizienzhaus 55 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	20 %
Effizienzhaus 70	10 %
Effizienzhaus 70 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	15 %
Effizienzhaus Denkmal	5 %
Effizienzhaus Denkmal EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	10 %

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem Rechnungsbetrag von 10 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal 40.000 Euro pro Vorhaben gefördert werden. Davon 50 % als Tilgungszuschuss, also bis zu 20.000 Euro.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 22

## 5.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Förderfähig sind alle Maßnahmen an Gebäuden, die die Energieeffizienz verbessern. Darüber hinaus lässt sich die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten bezuschussen. Die Förderung ist an bestimmte Randbedingungen / Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmen geknüpft. Nachfolgend eine Übersicht zum Fördergegenstand der BEG EM (Liste nicht vollständig):

- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle wie z.B.:
  - Dämmung der Gebäudehülle (von Außenwänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen)
  - Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Fenstern und Außentüren
  - Ersatz oder erstmaligen Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit optimierter Tageslichtversorgung
- Einbau von Anlagentechnik im Bestand (außer Heizung) wie z.B.:
  - Einbau, Austausch oder Optimierung raumluftechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung;
  - Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung („Efficiency Smart Home“) oder des angeschlossenen (förderfähigen) Gebäudenetzes
- Einbau von Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung im Bestand wie z.B.:
  - Solarkollektoranlagen
  - Biomasseheizungen (jahreszeitbedingter Raumheizungsnutzungsgrad (E-TAs) mindestens 81 %, Staub-Emissionsgrenzwert max. 2,5 mg/m<sup>3</sup>) nur in Kombination mit Solarthermie oder Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und/oder Raumheizungsunterstützung
  - Wärmepumpen (Jahresarbeitszahl mind. 2,7)
  - Stationäre Brennstoffzellenheizungen (Betrieb nur mit grünem Wasserstoff oder Biomethan)
  - Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes
  - Anschluss an ein Gebäudenetz oder Wärmenetz
- Optimierung der Heizung im Bestand wie z.B.:
  - hydraulische Abgleich der Heizungsanlage
  - der Austausch von Heizungspumpen sowie der Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung
  - Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur bei Gebäudenetzen im Sinne der Richtlinien

### 5.2.1 Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG EM für Wohn- und Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg).

Gefördert wird mit einem Zuschuss auf die anrechenbaren förderfähigen Kosten.

## Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg)

<p style="color: white; font-weight: bold; margin: 0;">Gebäudehülle</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold; margin: 0;">Anlagentechnik</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold; margin: 0;">Wärmeerzeuger</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">bis zu 40 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold; margin: 0;">Heizungsoptimierung</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">15 %</p>
--	--	---	---

**bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung**

Bundesagentur für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0)

Quelle: BAFA

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)	Seite: 24

## 6.0 Zusammenfassung

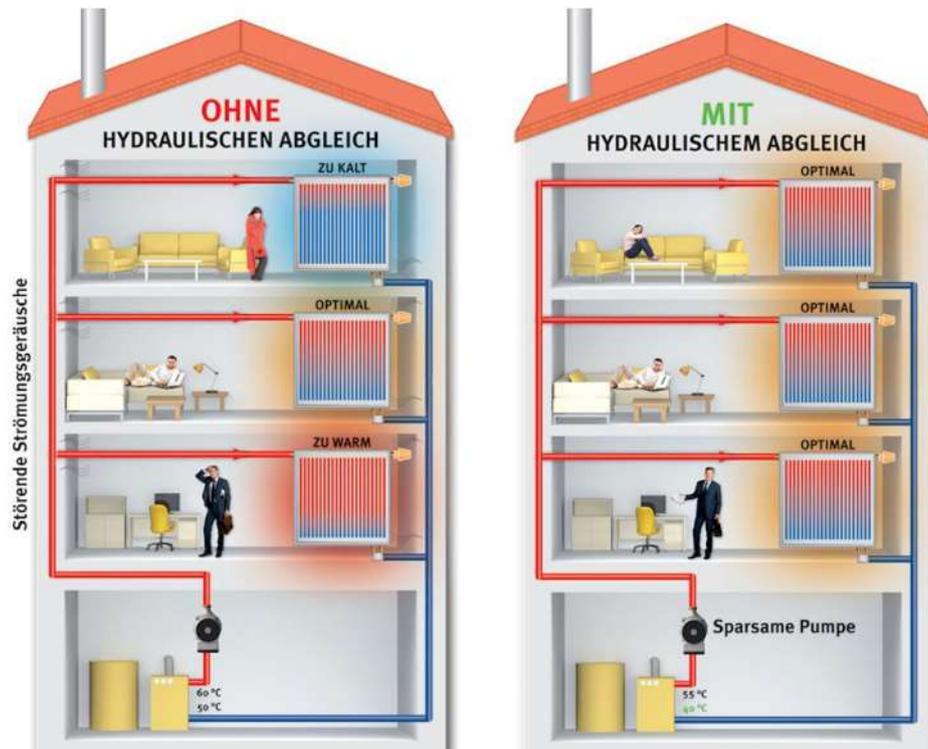
Für das Gebäude der Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude) soll ein konkretes und umsetzbares Sanierungskonzept (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet werden.

Gem. vorliegenden Bestandsunterlagen sowie der Erstbegehung zur Bestandsaufnahme von energetischen Kennzahlen der Gebäudehülle, ist die Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude) in einem, dem Baujahr entsprechend, „mäßigen“ energetischen Zustand.

Die oberste Geschossdecke (Dämmung  $d = 14$  cm) sowie die Dachflächen (Dämmung  $d = 20$  cm) zu den beheizten Räumen sind im aktuellen Zustand gedämmt. Gemäß vorliegenden Bestandsunterlagen wurde das zweischalige Mauerwerk mit einer Kerndämmung von  $d = 7$  cm ausgeführt. Die Dachflächenfenster, Lichtbänder, Sektionaltore sowie Fenster im Allgemeinen weisen augenscheinlich keine Schäden auf. Die Fußböden im Erdgeschoss zum Erdreich und unbeheizten Teilkeller sind z.T. mit Fußbodenheizung ausgestattet. Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle zur Verbesserung des bestehenden energetischen Zustands ist nur mit erheblichem Aufwand umsetzbar.

Im Zuge der Bestandsaufnahme wurden diverse Klimaanlage für die jeweiligen Räumlichkeiten festgestellt. Sollten die Fenster im Laufe der Jahre ausgetauscht werden, sind entsprechend bauliche Maßnahmen (z.B. Sonnenschutzglas, Außen- oder Innenliegender Sonnenschutz) zur Sicherstellung des sommerlichen Wärmeschutzes zu überprüfen. Das führt zu einer Reduktion des Energiebedarfs, der zum Zweck der Kühlung benötigt wird.

Unabhängig von einer Sanierung der Gebäudehülle, ist zudem ein hydraulischer Abgleich im Bestand zu empfehlen. Durch den hydraulischen Abgleich wird jeder Heizkörper im Gebäude mit der gleichen Wassermenge bedient.



Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Die Vorteile eines hydraulischen Abgleichs:

- Alle Räume werden gleichmäßig beheizt
- Minimierung von Strömungsgeräuschen
- Die Thermostatventile funktionieren effizienter
- Die Pumpe verbraucht weniger Strom
- Die Heizung, z.B. ein Brennwertkessel, verbraucht weniger Brennstoff

*i. A. P. Hentschel*

i.A. Paul Hentschel B. Eng.

## Anlage A01 Fotodokumentation

### a. Borkumer Kleinbahn (Bahnhofsgebäude)

#### Bild 1

Übersicht

Südostseite



#### Bild 2

Übersicht

Südostseite



**Bild 3**

Übersicht

Südostseite



**Bild 4**

Übersicht

Südostseite



**Bild 5**

Übersicht

Südostseite



**Bild 6**

Übersicht

Südwestseite



**Bild 7**

Übersicht

Nordwestseite



**Bild 8**

Übersicht

Nordwestseite



**Bild 9**

Übersicht

Nordwestseite



**Bild 10**

Übersicht

Nordwestseite



**Bild 11**

Brötje Heizung  
NT Kesselanlage



**Bild 12**

Heizungsvorlauf 60°C

Dämmung der Leitung  
vorhanden



### Bild 13

Leuchtstofflampe –  
kompakt, EVG-  
Vorschaltgerät extern  
(Annahme)

z.T. umgestellt auf  
LED-Beleuchtung  
(z.B. Büros im Oberge-  
schoss)



### Bild 14

Heizkörper mit  
Thermostatventil (alt)



### Bild 15

Diverse Klima-Split-Geräte zur Kühlung der Räumlichkeiten



### Bild 16

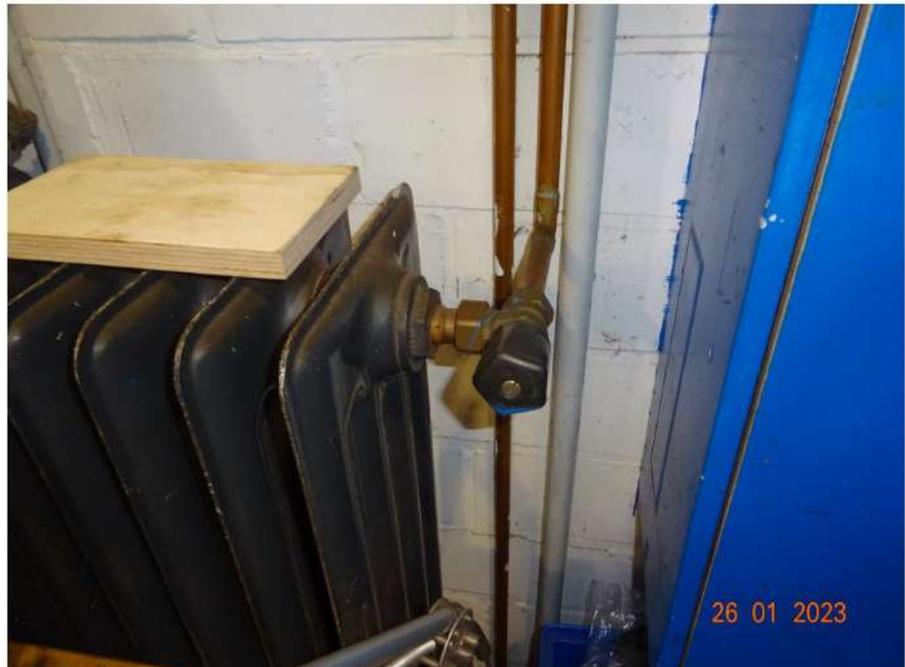
Umluftheizung im Bereich vom Fahrradverleih

Unterseitige Dämmung der Decke mittels Heraklitplatten



**Bild 17**

Heizkörper mit  
Thermostatventil (alt)



**Bild 18**

Übersicht  
Spitzboden über Woh-  
nungen im DG



### Bild 19

Sparren 8/20 cm im  
Bestand gemessen



### Bild 20

Dämmung der obersten  
Geschossdecke zum  
unbeh. Dachraum mit  
ca.  $d = 14$  cm

Dämmung der Abseiten  
(Dach) als Zwischen-  
sparrendämmung  
ersichtlich



### Bild 21

Mauerwerkswand  
(Außenwand) im  
Bestand d = 43 cm

Gemäß Bestands-  
unterlagen:

11.5 cm Verblender  
7 cm Kerndämmung  
24 cm Innenschale  
1.5 cm Putz



### Bild 22

Mauerwerkswand  
(Außenwand) im  
Bestand d = 43 cm

Gemäß Bestands-  
unterlagen:

11.5 cm Verblender  
7 cm Kerndämmung  
24 cm Innenschale  
1.5 cm Putz



Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, Langenweg 26, 26125 Oldenburg

Averdung Ingenieur & Berater GmbH  
Dipl.-Phys. Philipp Lieberodt  
Planckstraße 13  
22765 Hamburg

**ib** – Beratende Ingenieure im Bauwesen

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schmeling  
Dipl.-Ing. Edzard Wulf

Prokurist:  
Dipl.-Ing. Jürgen Janßen

Langenweg 26 - 26125 Oldenburg  
Tel. 0441 / 361 59 -0

Schweckendieckplatz 5 - 26721 Emden  
Tel. 0441 / 361 59 -200

Kutterstraße 3 - 26386 Wilhelmshaven  
Tel. 0441 / 361 59 -250

Hafenstr. 15 – 26789 Leer  
Tel. 0441 / 361 59 -260

[www.broeggelhoff.de](http://www.broeggelhoff.de)

Ihr Ansprechpartner:  
Paul Hentschel B. Eng.  
Tel.: 0441-36 159 0  
E-Mail: [p.hentschel@broeggelhoff.de](mailto:p.hentschel@broeggelhoff.de)

**22047: Kurviertel Stadt Borkum  
Energetisches Sanierungskonzept**

## **E n e r g e t i s c h e s S a n i e r u n g s k o n z e p t**

Kurviertel Stadt Borkum

aufgestellt: 05. Mai 2023

Diese Stellungnahme umfasst 37 Seiten (inkl. Anlagen).

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 2

## Inhalt

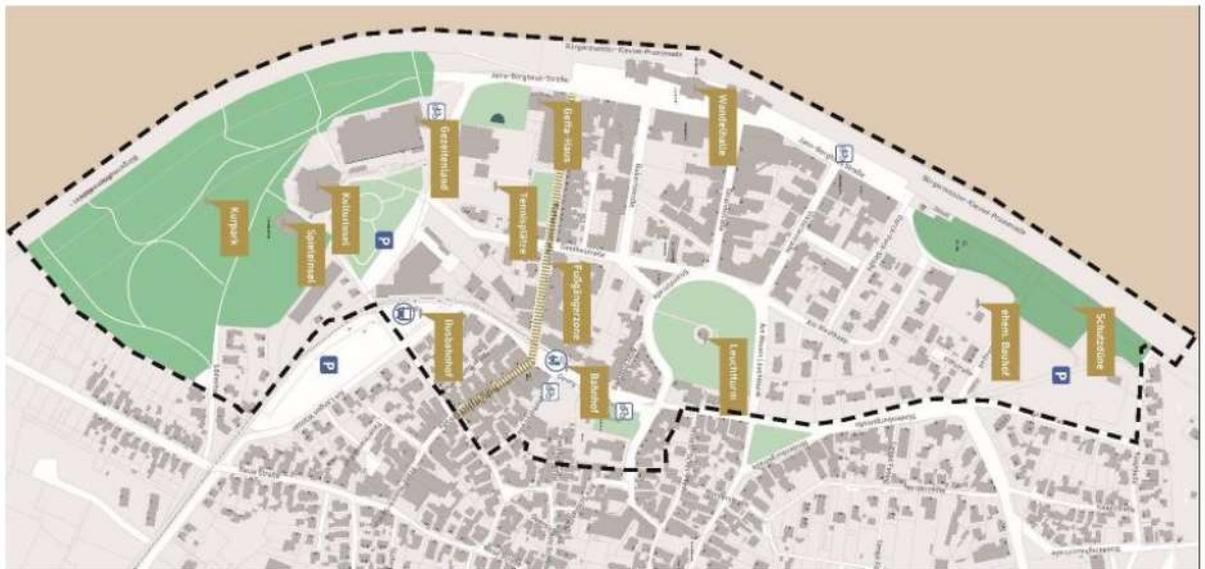
<b>1.0</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Ortstermine der Bestandsaufnahme .....	4
1.3	Beschreibung des Bauwerks – Hier: Gemeindehaus .....	4
<b>2.0</b>	<b>Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise</b> .....	<b>5</b>
2.1	Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	5
2.2	Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen.....	5
2.3	Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	7
<b>3.0</b>	<b>Bewertung – Ist Zustand</b> .....	<b>9</b>
3.1	U-Werte – Ist Zustand.....	10
3.2	Anlagentechnik – Ist Zustand.....	13
3.3	Energiebilanz – Ist Zustand .....	13
<b>4.0</b>	<b>Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen</b> .....	<b>15</b>
4.1	U-Wert Variante 1 – Hier: Zusätzliche Hohlschichtdämmung .....	15
4.2	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1 .....	16
4.3	U-Wert Variante 2 – Hier: Dämmung der obersten Geschossdecke.....	17
4.4	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2 .....	18
4.5	Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand .....	19
<b>5.0</b>	<b>Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023</b> .....	<b>20</b>
5.1	KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) .....	21
5.1.1	Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW) .....	21
5.1.2	Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW) .....	22
5.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).....	23
5.2.1	Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA) .....	24
<b>6.0</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>25</b>
<b>Anlage A01</b>	<b>Fotodokumentation</b> .....	<b>27</b>
<b>a.</b>	<b>Gemeindehaus</b> .....	<b>27</b>

## 1.0 Allgemeines

### 1.1 Einleitung

Im Zuge der Zielsetzung die Insel Borkum bis 2030 klimaneutral zu gestalten, wurde die Ingenieurbüro Bröggelhoff GmbH von Averdung Ingenieur & Berater GmbH beauftragt, für 6 ausgewählte typische oder ortsprägende Objekte im Kurviertel Borkum energetische Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit zu erstellen.

Die Insel Borkum ist die größte und westlichste der ostfriesischen Inseln und ein beliebtes Reiseziel für Touristen. Das Kurviertel auf Borkum ist ein historischer Teil der Insel und liegt direkt an der Strandpromenade und ist somit nicht nur ein wichtiger Teil von Borkum, sondern auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Insel. Es zieht das ganze Jahr über Touristen an und bietet eine Vielzahl von Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten.



Quelle: BPW Stadtplanung – Kurviertel Borkum

Für die Erstellung der energetischen Sanierungskonzepte wird für jedes Gebäude eine Bestandsaufnahme der energetischen Kennzahlen zur Gebäudehülle und Anlagentechnik vor Ort durchgeführt. Anschließend an die Bestandsaufnahme erfolgt eine Ist-Zustandserfassung mittels Wärmeschutzberechnung. Für die jeweiligen Gebäude werden konkrete und umsetzbare Sanierungsmaßnahmen (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 4

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle ist ein wichtiger Bestandteil zur Erreichung der Ziele der Klimaneutralität. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle trägt dazu bei, den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren.

Zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle gehören Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern und Türen gegen energieeffiziente Modelle sowie die Gebäudedichtheit. Durch diese Maßnahmen wird der Wärmeverlust des Gebäudes reduziert und damit der Heizbedarf gesenkt. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle kann nicht nur zur Senkung der Energiekosten beitragen, sondern auch den Wohnkomfort steigern. Durch die Dämmung wird beispielsweise die Raumtemperatur konstant gehalten und somit ein angenehmes Raumklima geschaffen.

## 1.2 Ortstermine der Bestandsaufnahme

26.01.2023 – 28.01.2023

Paul Hentschel, B. Eng.

## 1.3 Beschreibung des Bauwerks – Hier: Gemeindehaus

Bei dem zu betrachtenden Gebäude handelt es sich um das Gemeindehaus an der Strandstraße 39 auf der Insel Borkum. Das Gebäude besteht aus drei Geschossen, dem Erdgeschoss, dem Dachgeschoss (mit drei Wohneinheiten), sowie aus einem Teilkeller. Der Spitzboden oberhalb der OG-Decke (über den Wohnungen) sowie der ein Teilbereich vom Keller sind unbeheizt.

Außenwände (allgemein)	- zweischaliges Mauerwerk (d = 43,5 cm) mit Dämmung (d = 4 cm) und einer Luftschicht (d = 4 cm)
KG-Wände	- Stahlbeton (d = 36,5 cm)
Kellerdecke u. EG-Boden allg.	- Stahlbeton inkl. Estrich Dämmmatten (d = 4cm) und schwimmenden Estrich
Fenster	- Kunststofffenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, 2017 wurden sämtliche Fenster erneuert
Oberste Geschossdecke	- Kehlbalkenkonstruktion inkl. Dämmung (d = ca. 12 cm) lose verlegt
Dach	- Kehlbalkenkonstruktion inkl. Dämmung (d = nicht messbar), 2013 wurde eine Dachsanierung durchgeführt

Weitere Informationen zum Bauwerk sind der **Anlage A01** zu entnehmen.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 5

## 2.0 Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise

### 2.1 Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

- [A] Bauantrag Gemeindehaus Borkum vom 17.07.1979
- [B] Nachweis des Wärmeschutzes vom 25.10.1979
- [C] Gebäudeerfassungsbericht ohne Datum
- [D] Bestandsunterlagen Ansichten im Maßstab von 1:100 vom 06.07.1979
- [E] Bestandsunterlagen Grundrisse im Maßstab von 1:50 vom 05.10.1979

### 2.2 Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

GEG		- Gebäudeenergiegesetz
DIN 277	Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
DIN EN 832		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
DIN 4108	Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108	Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
DIN V 4108	Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN V 4108	Bbl 2	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN ISO 6946		- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1		- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN EN 12524		- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
DIN EN ISO 13370		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
DIN V 18599	Teil 1	- Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599	Teil 2	- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599	Teil 3	- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599	Teil 4	- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599	Teil 5	- Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599	Teil 6	- Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
DIN V 18599	Teil 7	- Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 6

- DIN V 18599 Teil 8 - Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
- DIN V 18599 Teil 9 - End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
- DIN V 18599 Teil 10 - Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten



	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 8

Gem. der vorliegende Gebäudeerfassung wurden sämtliche Fenster im Jahr 2017 mit Kunststofffenstern inkl. Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ausgetauscht. Des Weiteren wurde im Jahr 2013 eine Dachsanierung durchgeführt.

Sämtliche Fenster und Eingangstüren in dem Gebäude wurden 2017 erneuert. Es wurden Kunststofffenster der Marke Veka eingebaut; Wärmeschutzglas Ug 1, 1, 4 Float / 18 Ar / 4 Float  
gez. Jörg Schulze

**Dach**  
Bedachung  
Dämmung

Dachsanierung 2013  
Zinkblecheindeckung auf Schalung  
Dachboden ungedämmt  
Dämmung der obersten Decke mit Mineralfaser alukaschiert  
Dämmung der Dachschrägen mit Mineralfaser alukaschiert

### 3.0 Bewertung – Ist Zustand

Die energetische Bewertung des Ist-Zustands für das Gemeindehaus erfolgt gemäß GEG § 50 „Energetische Bewertung eines bestehenden Gebäudes“ für ein Nichtwohngebäude. Es wird der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung sowie für die eingebaute Beleuchtung berechnet.



Hottgenroth Energieberater 18599 – HottCAD 3D Modell

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	2664,8 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	1396,8 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	1004,6 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	100,9 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	10,3 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Wärmebrückenzuschlag	0,10 W/mK (Bestandsgebäude)
Luftdichtheit	Kategorie III Gebäudebestand

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurde ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von 0,10 W/m<sup>2</sup>K – ohne Wärmebrückennachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2 – angesetzt. Eine Luftdichtheitsmessung (Blower-Door-Test) wurde nicht berücksichtigt.

### 3.1 U-Werte – Ist Zustand

Nachfolgend werden die wesentlichen Feststellungen der Bestandsaufnahme vor Ort zu den jeweiligen Bauteilaufbauten (U-Werte) dargestellt. Zum Teil wurden Bauteilkonstruktionen auf Basis vorliegender Bestandsunterlagen und Annahmen (z.B. mittels Gebäudetypologie / Baujahr etc.) erstellt.

In den Bauteilübersichten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel angesehen werden müssen.

Bauteilbezeichnung : <b>Oberste Geschossdecke</b>		Fläche / Ausrichtung : <b>308,76 m<sup>2</sup></b>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900,0	0,05
2	Dampfbremse	0,025	0,330	960,0	0,00
3	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 33,5 cm ruhende Luftschicht (horizontal) Konstruktionsholz	2,40	0,130	500,0	0,16 0,18
4	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 8,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 75,0 cm; um 90° gedreht Mineralische Dämmstoffe WLG 035 Konstruktionsholz	12,00	0,035	60,0	3,43 0,92
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>m,zul.</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>m</sub> = 2,99</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,10
308,76 m <sup>2</sup>	21,9 %	25,1 kg/m <sup>2</sup>	96,72 W/K	26,8 %	10cm-Regel : 1124 Wh/K 3cm-Regel : 1592 Wh/K
					<b>U-Wert = 0,31 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : <b>Dach (Annahme)</b>		Fläche / Ausrichtung : <b>105,94 m<sup>2</sup></b>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Gipskartonplatten	1,50	0,250	900,0	0,06
2	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 33,5 cm; um 90° gedreht Konstruktionsholz ruhende Luftschicht (vertikal)	2,40	0,130	500,0	0,18 0,16
3	Dampfbremse	0,025	0,330	960,0	0,00
4	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 10,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 75,0 cm Sparren Mineralische Dämmstoffe WLG 035	16,00	0,130	500,0	1,23 4,57
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>m,zul.</sub> = 1,0</b>			<b>R<sub>m</sub> = 3,75</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
105,94 m <sup>2</sup>	7,6 %	32,9 kg/m <sup>2</sup>	23,42 W/K	6,5 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K
					<b>U-Wert = 0,26 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung :		Außenwand (zweischaliges Mauerwerk)				Fläche / Ausrichtung :		403,34 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Putzmörtel	1,50	1,000	1800,0	0,02				
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m <sup>3</sup> )	24,00	0,810	1800,0	0,30				
3	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 040)	4,00	0,040	60,0	1,00				
4	schwach belüftete Luftschicht	4,00		1,0	0,09				
5	Verblender	11,50	0,580	1400,0	0,20				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 1,55</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13	R <sub>se</sub> = 0,04		
403,34 m <sup>2</sup>	28,6 %	622,4 kg/m <sup>2</sup>	234,33 W/K	65,0 %	10cm-Regel : 6050 Wh/K 3cm-Regel : 20167 Wh/K	<b>U-Wert = 0,58 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Außenwand Kellergeschoss				Fläche / Ausrichtung :		36,01 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Innenputz	1,50	1,000	1800,0	0,02				
2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524)	36,50	2,300	2300,0	0,16				
3	Bitumenbahn	0,50	0,230	1100,0	0,02				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 0,20</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13	R <sub>se</sub> = 0,00		
36,01 m <sup>2</sup>	2,6 %	872,0 kg/m <sup>2</sup>	43,32 W/K	12,0 %	10cm-Regel : 241 Wh/K 3cm-Regel : 871 Wh/K	<b>U-Wert = 3,07 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Boden an Außenluft (Über Eingangsbereiche)				Fläche / Ausrichtung :		17,90 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement-Estrich	3,00	1,400	2000,0	0,02				
2	Dämmung WLG 041	4,00	0,041	25,0	0,98				
3	Beton armiert	22,00	2,500	2400,0	0,09				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 1,75</b>		<b>R = 1,09</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,17	R <sub>se</sub> = 0,00		
17,90 m <sup>2</sup>	1,3 %	589,0 kg/m <sup>2</sup>	14,26 W/K	4,0 %	10cm-Regel : 298 Wh/K 3cm-Regel : 298 Wh/K	<b>U-Wert = 0,80 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Boden gegen Keller (unbeheizt)				Fläche / Ausrichtung :		111,26 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement-Estrich	3,00	1,400	2000,0	0,02				
2	Dämmung WLG 041	4,00	0,041	25,0	0,98				
3	Beton armiert	22,00	2,500	2400,0	0,09				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 1,09</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,17	R <sub>se</sub> = 0,00		
111,26 m <sup>2</sup>	7,9 %	589,0 kg/m <sup>2</sup>	88,65 W/K	24,6 %	10cm-Regel : 1854 Wh/K 3cm-Regel : 1854 Wh/K	<b>U-Wert = 0,80 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Boden gegen Erdreich (nicht unterkellert)				Fläche / Ausrichtung :		216,88 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement-Estrich	4,50	1,400	2000,0	0,03				
2	Dämmung WLG 041	4,00	0,041	25,0	0,98				
3	Beton armiert	18,00	2,500	2400,0	0,07				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 1,08</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,17 R <sub>se</sub> = 0,00		
216,88 m <sup>2</sup> 15,4 %		523,0 kg/m <sup>2</sup>	173,54 W/K 48,1 %		10cm-Regel : 3615 Wh/K 3cm-Regel : 5422 Wh/K		<b>U-Wert = 0,80 W/(m<sup>2</sup>K)</b>		

Bauteilbezeichnung :		Boden gegen Erdreich (Keller)				Fläche :		50,37 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement-Estrich	3,00	1,400	2000,0	0,02				
2	Dämmung WLG 041	4,00	0,041	25,0	0,98				
3	Beton armiert	22,00	2,500	2400,0	0,09				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 1,09</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,17 R <sub>se</sub> = 0,00		
50,37 m <sup>2</sup> 3,6 %		589,0 kg/m <sup>2</sup>	40,13 W/K 11,1 %		10cm-Regel : 839 Wh/K 3cm-Regel : 839 Wh/K		<b>U-Wert = 0,80 W/(m<sup>2</sup>K)</b>		

Bauteilbezeichnung :		Eingangstür				Fläche / Ausrichtung :		7,21 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Konstruktionsholz	2,79	0,070	500,0	0,40				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> =</b>		<b>R = 0,40</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04		
7,21 m <sup>2</sup> 0,5 %		14,0 kg/m <sup>2</sup>	12,69 W/K 3,5 %		10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K		<b>U-Wert = 1,76 W/(m<sup>2</sup>K)</b>		

Fenster :		Kunststofffenster (Allgemein)			
Verglasung:	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung		A <sub>g</sub> = 0,73 m <sup>2</sup>		U <sub>g</sub> = 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen:	Kunststoffrahmen, 3 Kammern		A <sub>f</sub> = 0,47 m <sup>2</sup>		U <sub>f</sub> = 1,30 W/m <sup>2</sup> K
Randverbund:	Aluminium		l <sub>g</sub> = 3,44 m		Ψ <sub>g</sub> = 0,06 W/m K
			<b>Fläche</b> A <sub>w</sub> = 1,20 m <sup>2</sup>		<b>U-Wert</b> U <sub>w</sub> = 1,29 W/m <sup>2</sup> K

 Ingenieurbüro Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 13

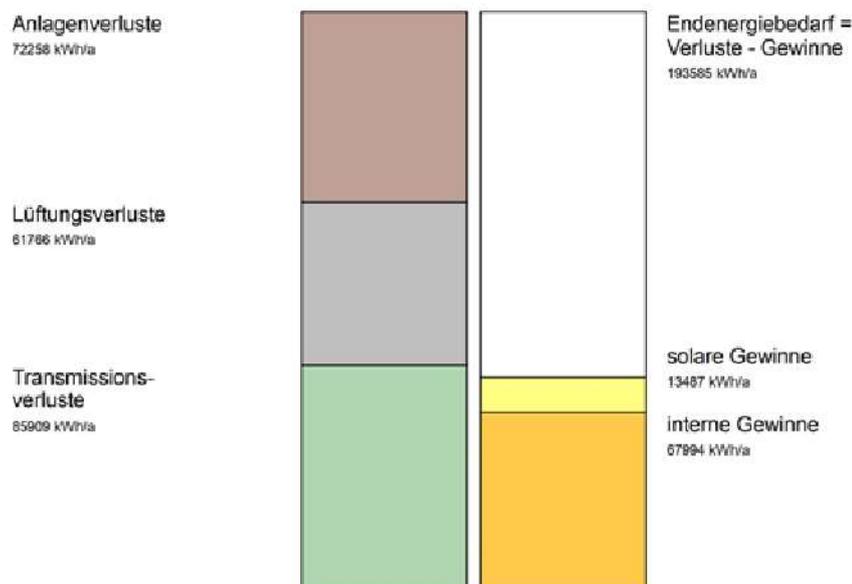
### 3.2 Anlagentechnik – Ist Zustand

Heizung	- Buderus Ecomatic SB 615 (Gas) - Versorgungsbereiche für Wohnungen, Kirche und Gemeindehaus sind voneinander getrennt
Warmwasser	- z.T. Elektro-Durchlauferhitzer – Zentrale Warmwasserbereitung im Bereich der Wohnungen
Kühlung	- Nicht vorhanden / Nicht ersichtlich
Lüftung	- Nicht vorhanden / Nicht ersichtlich
Beleuchtung	- Leuchtstofflampe – kompakt, EVG-Vorschaltgerät extern (Annahme) / Glühbirnen im Bereich vom KG / EG

### 3.3 Energiebilanz – Ist Zustand

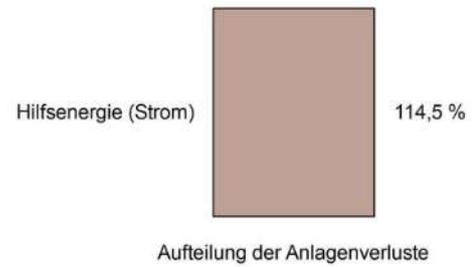
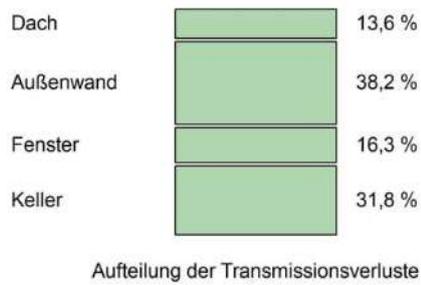
Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

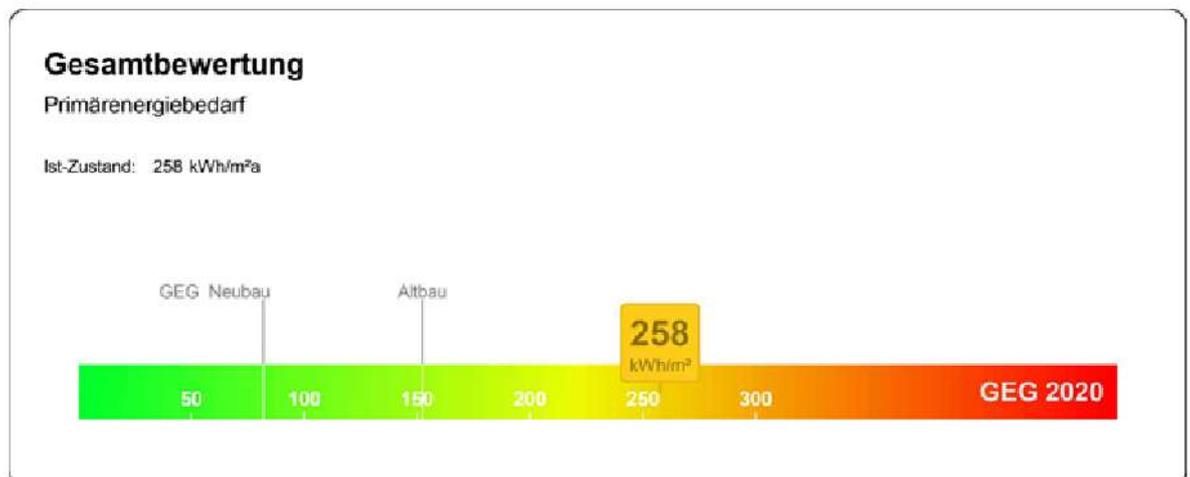


Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser -

Hilfsenergie (Strom) - können den folgenden Diagrammen entnommen werden. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen.



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 258 kWh/m<sup>2</sup>a.



#### 4.0 Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen

##### 4.1 U-Wert Variante 1 – Hier: Zusätzliche Hohlschichtdämmung



Alle Angaben ohne Gewähr

### Zweischaliges Mauerwerk (Hohlschichtdämmung)

Außenwand  
erstellt am 27.4.2023

Wärmeschutz

$U = 0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

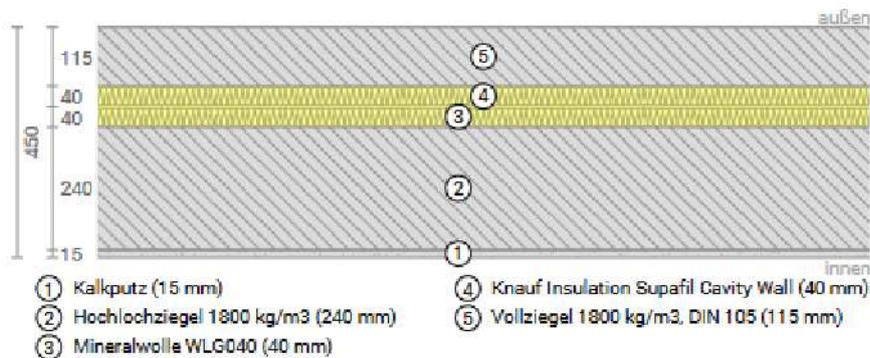


Feuchteschutz

(Tauwasser nur auf Außenschale)

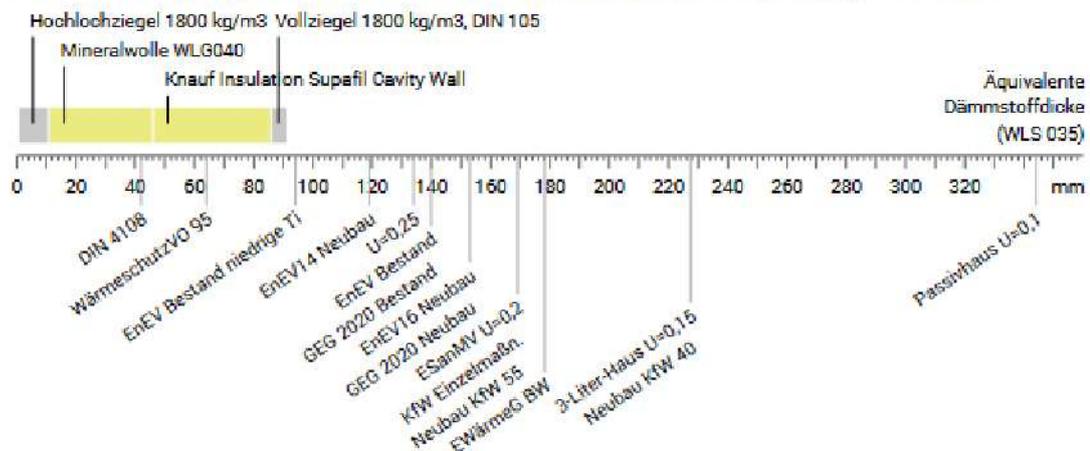
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100  
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen: 400 kJ/m<sup>2</sup>K



#### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 17,8°C / -4,7°C

sd-Wert: 2,6 m

Trocknungsreserve: 635 g/m<sup>2</sup>a

Dicke: 45,0 cm

Gewicht: 662 kg/m<sup>2</sup>

Wärmekapazität: 662 kJ/m<sup>2</sup>K

GEG 2020 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2020 Neubau

DIN 4108

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 16

## 4.2 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1

Vorgeschlagene Maßnahme: Zusätzliche Hohlschichtdämmung

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 5.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor F <sub>Gt</sub> [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	0,58	75	403,34	17.545,29
<b>U-Wert, Neu</b>	0,36	75	403,34	10.890,18
<b>Differenz</b>	0,22			6.655,11

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreiserhöhung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$17.545,29 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 1.912,44 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$10.890,18 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 1187,03 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

Investitionssumme	5.000 EUR	
Energiekosteneinsparung	725,41 EUR/a	(6.655,11 kWh * 0,109 €)
Amortisation	5.000 EUR : 725,41 EUR/a = 6,89 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 5.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 750 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

### 4.3 U-Wert Variante 2 – Hier: Dämmung der obersten Geschossdecke



Alle Angaben ohne Gewähr

## oberste Geschossdecke

Decke  
erstellt am 27.4.2023

### Wärmeschutz

$U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

sehr gut

mangelhaft

### Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 7009 g/m<sup>2</sup>a  
Kein Tauwasser

sehr gut

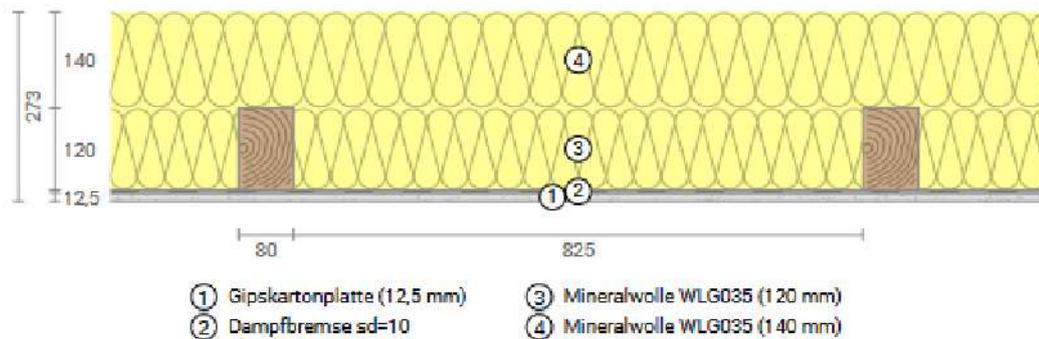
mangelhaft

### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 5,5  
Phasenverschiebung: 6,7 h  
Wärmekapazität innen: 16,4 kJ/m<sup>2</sup>K

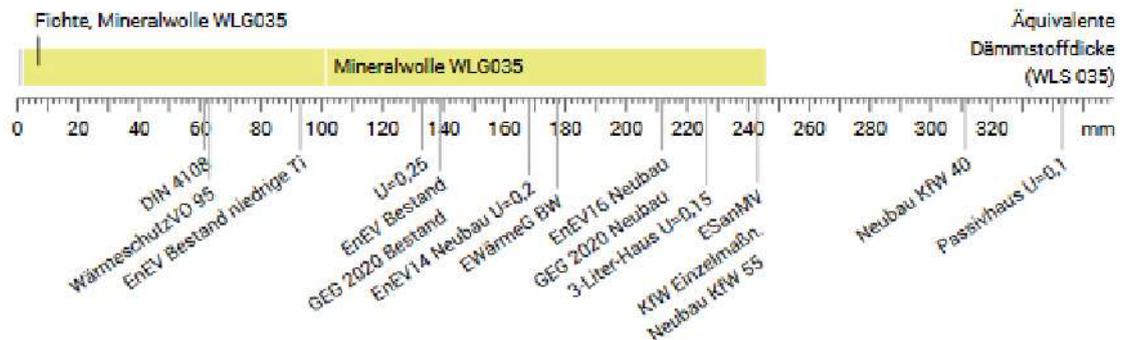
sehr gut

mangelhaft



### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%

Unbeheizter Raum: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 18,6°C / -4,9°C

sd-Wert: 10,7 m

Trocknungsreserve: 7009 g/m<sup>2</sup>a

Dicke: 27,3 cm

Gewicht: 18 kg/m<sup>2</sup>

Wärmekapazität: 20 kJ/m<sup>2</sup>K

GEG 2020 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2020 Neubau

DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 80% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG20 Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 18

#### 4.4 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2

Vorgeschlagene Maßnahme: Dämmung der obersten Geschossdecke

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 12.500 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	0,31	75	308,76	7.178,67
<b>U-Wert, Neu</b>	0,14	75	308,76	3.241,98
<b>Differenz</b>	0,17			3.936,69

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$7.178,67 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 782,48 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$3.241,98 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 353,38 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

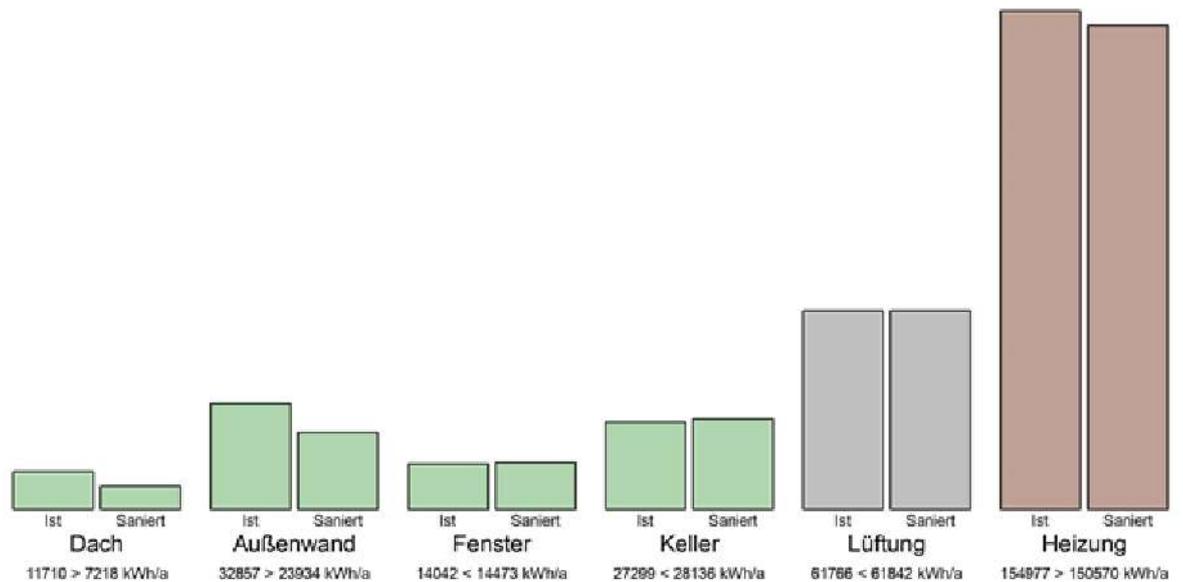
Investitionssumme	12.500 EUR	
Energiekosteneinsparung	429,10 EUR/a	(3.936,69 kWh * 0,109 €)
Amortisation	12.500 EUR : 429,10 EUR/a = 29,13 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 12.500 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 1.875 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

#### 4.5 Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand

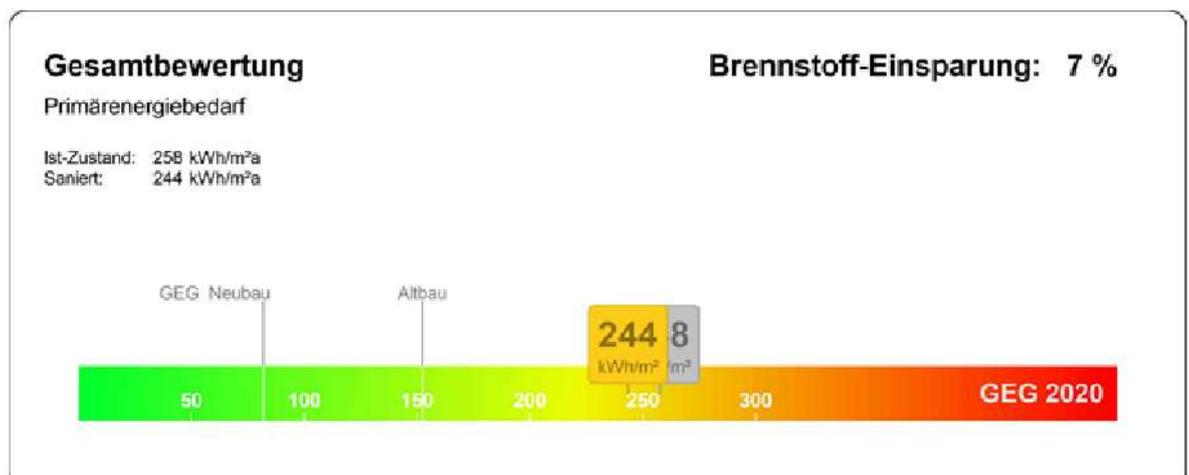
Nach Umsetzung der Varianten reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 7 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 193585 kWh/Jahr reduziert sich auf 179468 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 14117 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 3063 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 244 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 20

## 5.0 Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fasst Förderprogramme zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zusammen und unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM - BAFA)

Die Antragstellung im Förderprogramm BEG EM ist zum 1. Januar 2021 in der Zuschussvariante beim BAFA gestartet.

Die BEG WG und BEG NWG (Zuschussförderung für Kommunen und Kreditvariante) werden durch die KfW gefördert.

## 5.1 KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

### 5.1.1 Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Wohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzhaus	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit	Betrag je Wohneinheit
Effizienzhaus 40	20 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 24.000 Euro
Effizienzhaus 40 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	25 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 37.500 Euro
Effizienzhaus 55	15 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 18.000 Euro
Effizienzhaus 55 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	20 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 30.000 Euro
Effizienzhaus 70	10 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 12.000 Euro
Effizienzhaus 70 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	15 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 22.500 Euro
Effizienzhaus 85	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus 85 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem zusätzlichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss gefördert werden.

Immobilie	Max. förderfähige Kosten	Tilgungszuschuss
Ein- und Zweifamilienhäuser, Doppel- o. Reihenhauser	10.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 5.000 Euro
Mehrfamilienhäuser mit 3 oder mehr Wohneinheiten	4.000 Euro je Wohneinheit, bis zu 40.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 20.000 Euro

### 5.1.2 Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten orientiert sich an der Nettogrundfläche (relevant ist die NGF innerhalb der beheizten Gebäudehülle) des Gebäudes: Bis zu 2.000 Euro pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, insgesamt maximal 10 Mio. Euro sind förderfähig. Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem alternativ mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzgebäude	Tilgungszuschuss in %
Effizienzhaus 40	20 %
Effizienzhaus 40 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	25 %
Effizienzhaus 55	15 %
Effizienzhaus 55 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	20 %
Effizienzhaus 70	10 %
Effizienzhaus 70 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	15 %
Effizienzhaus Denkmal	5 %
Effizienzhaus Denkmal EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	10 %

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem Rechnungsbetrag von 10 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal 40.000 Euro pro Vorhaben gefördert werden. Davon 50 % als Tilgungszuschuss, also bis zu 20.000 Euro.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 23

## 5.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Förderfähig sind alle Maßnahmen an Gebäuden, die die Energieeffizienz verbessern. Darüber hinaus lässt sich die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten bezuschussen. Die Förderung ist an bestimmte Randbedingungen / Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmen geknüpft. Nachfolgend eine Übersicht zum Fördergegenstand der BEG EM (Liste nicht vollständig):

- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle wie z.B.:
  - Dämmung der Gebäudehülle (von Außenwänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen)
  - Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Fenstern und Außentüren
  - Ersatz oder erstmaligen Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit optimierter Tageslichtversorgung
- Einbau von Anlagentechnik im Bestand (außer Heizung) wie z.B.:
  - Einbau, Austausch oder Optimierung raumluftechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung;
  - Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung („Efficiency Smart Home“) oder des angeschlossenen (förderfähigen) Gebäudenetzes
- Einbau von Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung im Bestand wie z.B.:
  - Solarkollektoranlagen
  - Biomasseheizungen (jahreszeitbedingter Raumheizungsnutzungsgrad (E-TAs) mindestens 81 %, Staub-Emissionsgrenzwert max. 2,5 mg/m<sup>3</sup>) nur in Kombination mit Solarthermie oder Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und/oder Raumheizungsunterstützung
  - Wärmepumpen (Jahresarbeitszahl mind. 2,7)
  - Stationäre Brennstoffzellenheizungen (Betrieb nur mit grünem Wasserstoff oder Biomethan)
  - Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes
  - Anschluss an ein Gebäudenetz oder Wärmenetz
- Optimierung der Heizung im Bestand wie z.B.:
  - hydraulische Abgleich der Heizungsanlage
  - der Austausch von Heizungspumpen sowie der Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung
  - Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur bei Gebäudenetzen im Sinne der Richtlinien

### 5.2.1 Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG EM für Wohn- und Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg).

Gefördert wird mit einem Zuschuss auf die anrechenbaren förderfähigen Kosten.

## Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg)

<p style="color: white; font-weight: bold;">Gebäudehülle</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Anlagentechnik</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Wärmeerzeuger</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">bis zu 40 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Heizungsoptimierung</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>
---	---	--	--

+ bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung

Bundesagentur für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0)

Quelle: BAFA

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Gemeindehaus	Seite: 25

## 6.0 Zusammenfassung

Für das Gemeindehaus soll ein konkretes und umsetzbares Sanierungskonzept (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet werden.

Gem. vorliegenden Bestandsunterlagen sowie der Erstbegehung zur Bestandsaufnahme von energetischen Kennzahlen der Gebäudehülle, ist das Gemeindehaus in einem, dem Baujahr entsprechend, „mäßigen“ energetischen Zustand.

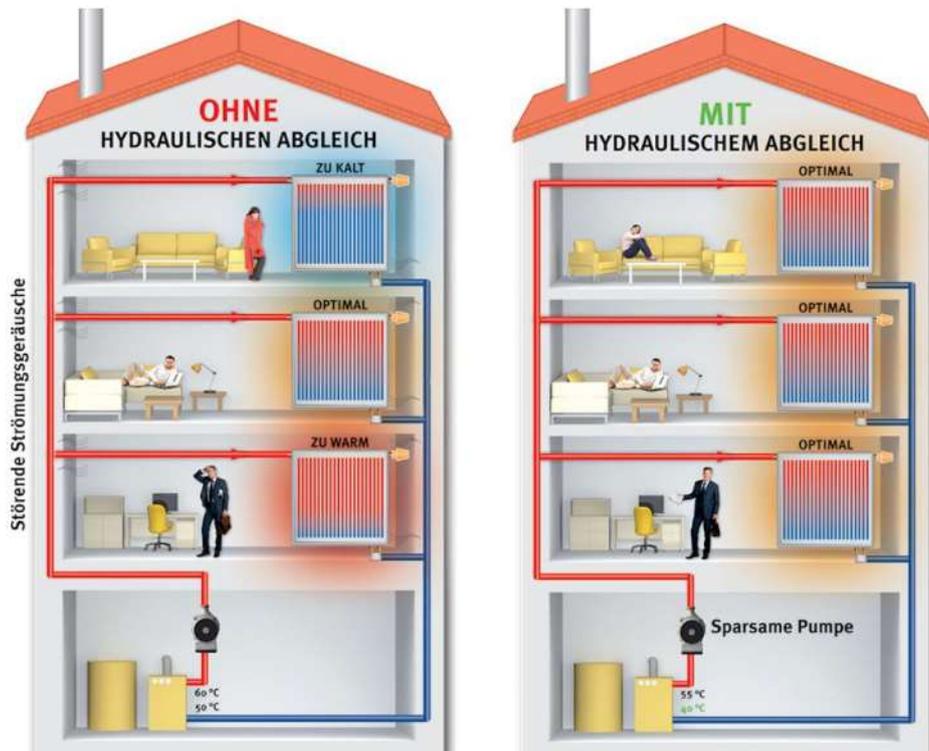
Die oberste Geschossdecke (lose Dämmung  $d = 12$  cm) sowie die Dachflächen (Dämmung  $d = 16$  cm, Annahme) zu den beheizten Räumen sind im aktuellen Zustand gedämmt. Gemäß vorliegenden Bestandsunterlagen wurde das zweischalige Mauerwerk mit einer Dämmung von  $d = 4$  cm ausgeführt. Die Fenster wurden allesamt im Jahr 2017 erneuert und keine Schäden auf. Die Fußböden im Erdgeschoss zum Erdreich und unbeheizten Teilkeller wurden mit einer Dämmung von  $d = 4$  cm ausgeführt.

Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle zur Verbesserung des bestehenden energetischen Zustands ist nur mit erheblichem Aufwand umsetzbar. Lediglich das vorhandene Außenmauerwerk mit einer Dämmung sowie Luftschicht von jeweils 4 cm birgt potential einer zusätzlichen Hohlschichtdämmung (ergänzend zu der bereits vorhandenen Dämmung). Eine Prüfung der Machbarkeit einer zusätzlichen Hohlschichtdämmung ist zu empfehlen und kann entsprechend von einem Fachunternehmen geprüft und bewertet werden. Des Weiteren sollte die lose eingebrachte Dämmung auf der obersten Geschossdecke überprüft und ggf. erneuert werden. Zusätzlich kann im Zuge der energetischen Sanierung der obersten Geschossdecke eine weitere Dämmlage (oberhalb) aufgebracht werden.

### Hinweise zum Einbringen einer Hohlschichtdämmung:

Baulich bedingte Wärmebrücken werden durch eine Hohlschichtdämmung nicht beseitigt. Wird eine Luftschicht mit Dämmung verfüllt, ist die Funktion der Rücktrocknung der Mauerwerksschale nur gewährleistet, wenn diese einen geringen Dampfdiffusionswiderstand (diffusionsoffen) aufweist (z.B. durch das Fugenbild vom Verblender). Die Hinterlüftung zum Abtransport der anfallenden Feuchtigkeit ist nicht mehr gegeben. Bei einer Außenschale mit Putz und einem Anstrich sollte der erforderliche Grenzwert für den Dampfdiffusionswiderstand, z.B. durch Laboruntersuchungen, nachgewiesen werden. Die Fassade darf keinerlei Risse oder sonstige Beschädigungen aufweisen, um einen zusätzlichen Eintrag von Feuchtigkeit zu vermeiden.

Unabhängig von einer Sanierung der Gebäudehülle, ist zudem ein hydraulischer Abgleich im Bestand zu empfehlen. Durch den hydraulischen Abgleich wird jeder Heizkörper im Gebäude mit der gleichen Wassermenge bedient.



Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Die Vorteile eines hydraulischen Abgleichs:

- Alle Räume werden gleichmäßig beheizt
- Minimierung von Strömungsgeräuschen
- Die Thermostatventile funktionieren effizienter
- Die Pumpe verbraucht weniger Strom
- Die Heizung, z.B. ein Brennwertkessel, verbraucht weniger Brennstoff

*i. A. P. Hentschel*

i.A. Paul Hentschel B. Eng.

## Anlage A01 Fotodokumentation

### a. Gemeindehaus

#### Bild 1

Übersicht

Ostseite



#### Bild 2

Übersicht

Ostseite

Eingangsbereich



**Bild 3**

Übersicht

Ostseite



**Bild 4**

Übersicht

Südseite



**Bild 5**

Übersicht

Südseite

Kellerfenster



**Bild 6**

Übersicht

Westseite

Eingangsbereich



**Bild 7**

Übersicht

Westseite



**Bild 8**

Übersicht

Nordseite



### Bild 9

Übersicht

Nordseite



### Bild 10

Fenster im Jahr 2017  
allesamt erneuert

Kunststofffenster mit  
Zwei-Scheiben-Wärme-  
schutzverglasung



### Bild 11

Fenster im Jahr 2017  
allesamt erneuert

Kunststofffenster mit  
Zwei-Scheiben-Wärme-  
schutzverglasung



### Bild 12

Oberste Geschossdecke – Dämmung  
(d=12cm) lose verlegt.

z.T. Lückenhaft / nicht  
fachgerecht ausgeführt



### Bild 13

Oberste Geschossdecke – Dämmung  
(d=12cm) lose verlegt.

z.T. Lückenhaft / nicht  
fachgerecht ausgeführt



### Bild 14

Oberste Geschossdecke – Dämmung  
(d=12cm) lose verlegt.

z.T. Lückenhaft / nicht  
fachgerecht ausgeführt



**Bild 15**

Buderus Ecomatic  
SB 615 (Gas)

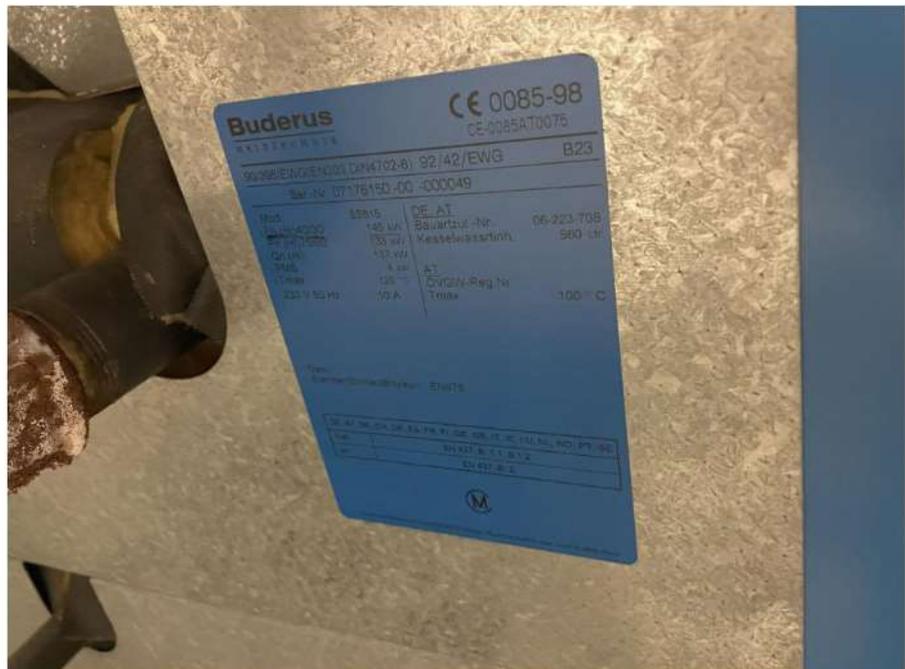
Versorgungsbereiche  
für Wohnungen, Kirche  
und Gemeindehaus  
sind voneinander ge-  
trennt



**Bild 16**

Buderus Ecomatic  
SB 615 (Gas)

Versorgungsbereiche  
für Wohnungen, Kirche  
und Gemeindehaus  
sind voneinander ge-  
trennt



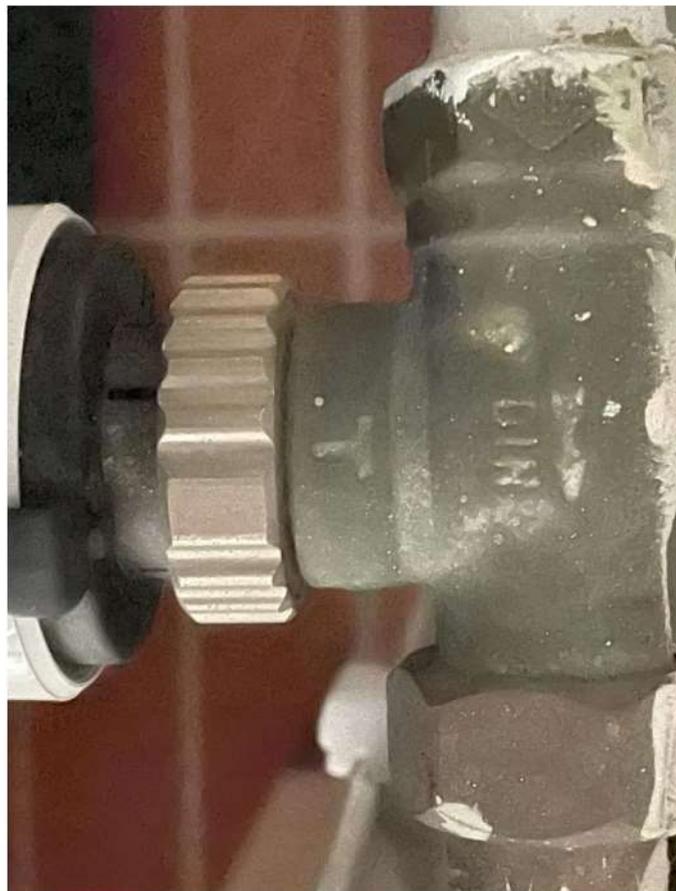
**Bild 17**

Heizungsleitungen im  
Kellergeschoss ge-  
dämmt



**Bild 18**

Heizkörper mit  
Thermostatventil (alt)



### Bild 19

Buderus Ecomatic  
SB 615 (Gas)

Versorgungsbereiche  
für Wohnungen, Kirche  
und Gemeindehaus  
sind voneinander ge-  
trennt

Heizungsvorlauf zwi-  
schen 60°C – 70°C



### Bild 20

Buderus Ecomatic  
SB 615 (Gas)

Versorgungsbereiche  
für Wohnungen, Kirche  
und Gemeindehaus  
sind voneinander ge-  
trennt



### Bild 21

Buderus Ecomatic  
SB 615 (Gas)

Versorgungsbereiche  
für Wohnungen, Kirche  
und Gemeindehaus  
sind voneinander ge-  
trennt



Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, Langenweg 26, 26125 Oldenburg

Averdung Ingenieur & Berater GmbH  
Dipl.-Phys. Philipp Lieberodt  
Planckstraße 13  
22765 Hamburg

**ib** – Beratende Ingenieure im Bauwesen

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schmeling  
Dipl.-Ing. Edzard Wulf

Prokurist:  
Dipl.-Ing. Jürgen Janßen

Langenweg 26 - 26125 Oldenburg  
Tel. 0441 / 361 59 -0

Schweckendieckplatz 5 - 26721 Emden  
Tel. 0441 / 361 59 -200

Kutterstraße 3 - 26386 Wilhelmshaven  
Tel. 0441 / 361 59 -250

Hafenstr. 15 – 26789 Leer  
Tel. 0441 / 361 59 -260

[www.broeggelhoff.de](http://www.broeggelhoff.de)

Ihr Ansprechpartner:  
Paul Hentschel B. Eng.  
Tel.: 0441-36 159 0  
E-Mail: [p.hentschel@broeggelhoff.de](mailto:p.hentschel@broeggelhoff.de)

**22047: Kurviertel Stadt Borkum  
Energetisches Sanierungskonzept**

## **E n e r g e t i s c h e s S a n i e r u n g s k o n z e p t**

Kurviertel Stadt Borkum

aufgestellt: 08. Mai 2023

Diese Stellungnahme umfasst 41 Seiten (inkl. Anlagen).

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 2

## Inhalt

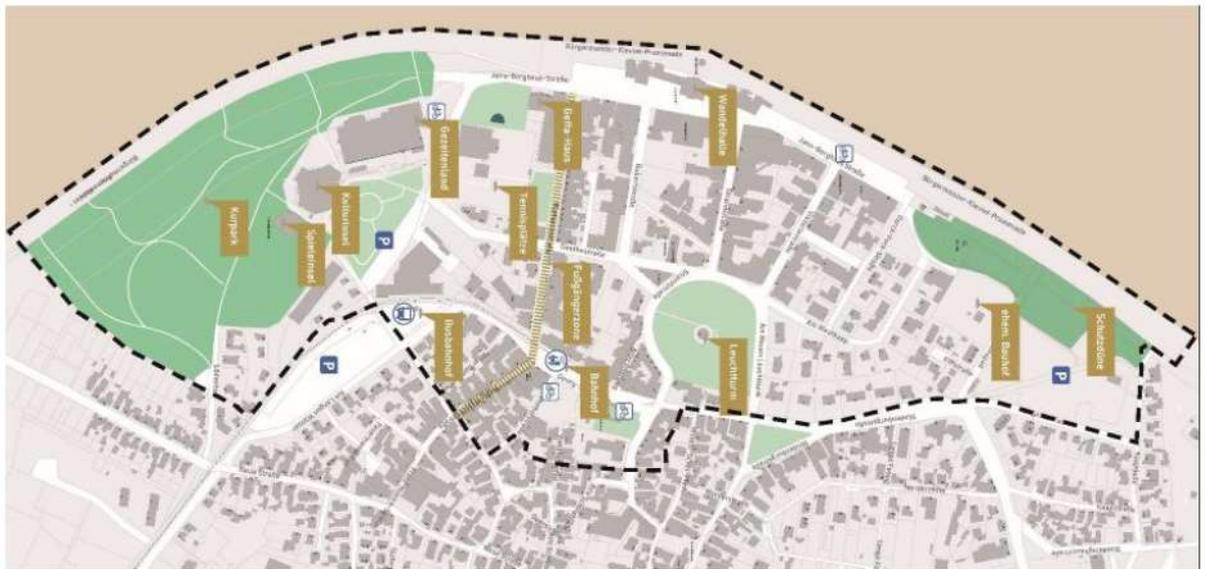
<b>1.0</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Ortstermine der Bestandsaufnahme .....	4
1.3	Beschreibung des Bauwerks – Hier: Hotel Atlantik .....	4
<b>2.0</b>	<b>Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise</b> .....	<b>5</b>
2.1	Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	5
2.2	Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen.....	5
2.3	Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	6
<b>3.0</b>	<b>Bewertung – Ist Zustand</b> .....	<b>7</b>
3.1	U-Werte – Ist Zustand.....	8
3.2	Anlagentechnik – Ist Zustand.....	10
3.3	Energiebilanz – Ist Zustand .....	10
<b>4.0</b>	<b>Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen</b> .....	<b>12</b>
4.1	U-Wert Variante 1 – Hier: Dämmung der „Kellerdecke“ .....	12
4.2	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1 .....	13
4.3	Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand .....	14
<b>5.0</b>	<b>Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023</b> .....	<b>15</b>
5.1	KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) .....	16
5.1.1	Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW) .....	16
5.1.2	Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW) .....	17
5.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).....	18
5.2.1	Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA) .....	19
<b>6.0</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>20</b>
<b>Anlage A01</b>	<b>Fotodokumentation</b> .....	<b>23</b>
<b>a.</b>	<b>Gezeitenland</b> .....	<b>23</b>

## 1.0 Allgemeines

### 1.1 Einleitung

Im Zuge der Zielsetzung die Insel Borkum bis 2030 klimaneutral zu gestalten, wurde die Ingenieurbüro Bröggelhoff GmbH von Averdung Ingenieur & Berater GmbH beauftragt, für 6 ausgewählte typische oder ortsprägende Objekte im Kurviertel Borkum energetische Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit zu erstellen.

Die Insel Borkum ist die größte und westlichste der ostfriesischen Inseln und ein beliebtes Reiseziel für Touristen. Das Kurviertel auf Borkum ist ein historischer Teil der Insel und liegt direkt an der Strandpromenade und ist somit nicht nur ein wichtiger Teil von Borkum, sondern auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Insel. Es zieht das ganze Jahr über Touristen an und bietet eine Vielzahl von Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten.



Quelle: BPW Stadtplanung – Kurviertel Borkum

Für die Erstellung der energetischen Sanierungskonzepte wird für jedes Gebäude eine Bestandsaufnahme der energetischen Kennzahlen zur Gebäudehülle und Anlagentechnik vor Ort durchgeführt. Anschließend an die Bestandsaufnahme erfolgt eine Ist-Zustandserfassung mittels Wärmeschutzberechnung. Für die jeweiligen Gebäude werden konkrete und umsetzbare Sanierungsmaßnahmen (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 4

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle ist ein wichtiger Bestandteil zur Erreichung der Ziele der Klimaneutralität. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle trägt dazu bei, den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren.

Zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle gehören Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern und Türen gegen energieeffiziente Modelle sowie die Gebäudedichtheit. Durch diese Maßnahmen wird der Wärmeverlust des Gebäudes reduziert und damit der Heizbedarf gesenkt. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle kann nicht nur zur Senkung der Energiekosten beitragen, sondern auch den Wohnkomfort steigern. Durch die Dämmung wird beispielsweise die Raumtemperatur konstant gehalten und somit ein angenehmes Raumklima geschaffen.

## 1.2 Ortstermine der Bestandsaufnahme

26.01.2023 – 28.01.2023

Paul Hentschel, B. Eng.

## 1.3 Beschreibung des Bauwerks – Hier: Gezeitenland

Bei dem zu betrachtenden Gebäude handelt es sich um das Gezeitenland an der Goethestraße 27 auf der Insel Borkum. Das Gezeitenland ist ein Wellness Schwimmbad auf ca. 8.000 m<sup>2</sup> Fläche. Es gibt unter anderem ein Saunabereich, ein Erlebnisbad, Wellnessbereich sowie Fitnessräume. Dazu kommen noch kleine Gastrobereiche.

Außenwände (allgemein)	- Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem zwischen d = 6 – 10 cm
KG-Wände	- Stahlbeton (d = 36,5 cm) – Annahme „ungedämmt“
Böden allg.	- Stahlbeton inkl. schwimmenden Estrich (Dämmung nicht bekannt)
Fenster	- Kunststofffenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung aus dem Jahr 2004/2010 (Pfosten-Riegel-Fassaden) - z.T. Kunststofffenster mit Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung
Dach	- z.T. Massiv sowie als Hallendachkonstruktion (Trapezblech) inkl. Dämmung (d = 16 cm)

Weitere Informationen zum Bauwerk sind der **Anlage A01** zu entnehmen.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 5

## 2.0 Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise

### 2.1 Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

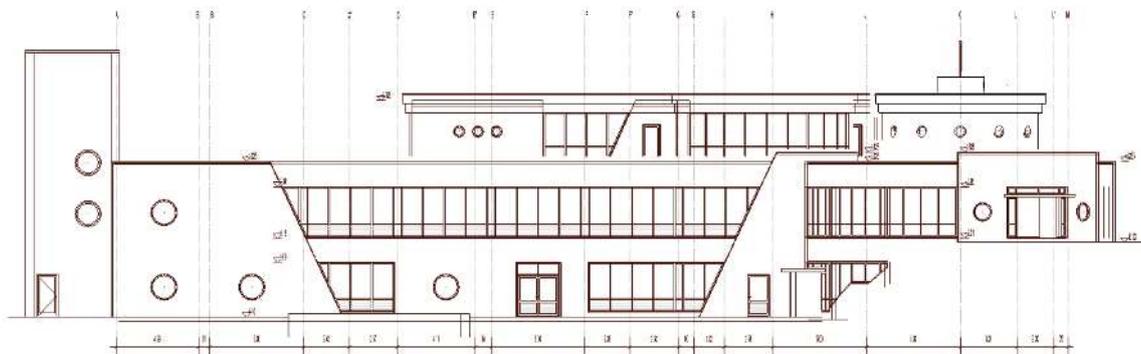
[A] Bestandsunterlagen Grundrisse & Ansichten, z.T. mit Maßstab 1:200

### 2.2 Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

GEG		- Gebäudeenergiegesetz
DIN 277	Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
DIN EN 832		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
DIN 4108	Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108	Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
DIN V 4108	Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN V 4108 Bbl 2		- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN ISO 6946		- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1		- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN EN 12524		- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
DIN EN ISO 13370		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
DIN V 18599	Teil 1	- Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599	Teil 2	- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599	Teil 3	- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599	Teil 4	- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599	Teil 5	- Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599	Teil 6	- Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
DIN V 18599	Teil 7	- Endenergiebedarf von Raumluftheizungs- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
DIN V 18599	Teil 8	- Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
DIN V 18599	Teil 9	- End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
DIN V 18599	Teil 10	- Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

### 2.3 Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

Für das Gezeitenland liegen zum Zeitpunkt der Erstellung Bestandsunterlagen vor.



Ein Nachweis des Wärmeschutzes zu der jeweiligen geplanten Ausführung von Bauteilen lag bei der Erstellung nicht vor. Aus Schnitten sowie Details der Bestandsunterlagen sind Informationen zu energetisch relevanten Bauteilen ersichtlich.

DACHAUFBAU (SAUNADECK):  
HOLZDECK AUF EDELSTAHL-UK  
ELASTOMER-BIT.-SCHWEISSBAHN  
ELASTOMER-BITUMENBAHN  
GEFÄLLE-DÄMMUNG, EPS 035 DAA dh,  
d= 160mm i.M.  
DAMPFSPERRE ALU V 60 S4  
BITUMENVORANSTRICH  
STAHLBETONDECKE d= 16cm

DACHAUFBAU (SAUNADACH):  
ELASTOMER-BIT.-SCHWEISSBAHN  
ELASTOMER-BITUMENBAHN  
MINERALFASERDÄMMUNG, WLG 040, d= 160mm  
DAMPFSPERRE ALU G 200 S4  
TRENNLAGE BIT.-BAHN V13  
RAUHSPUNDSCHALUNG d= 24mm  
HOLZBALKEN 8/18 e= ca. 0.80m

DACHAUFBAU (HALLENDACH):  
ELASTOMER-BIT.-BAHN, beschiefert  
ELASTOMER-BIT.-SCHWEISSBAHN  
ELASTOMER-BITUMENBAHN  
PS-HARTSCHAUM EPS 040 DAA dm, d= 60mm  
BIT.-BAHN-DACHABDICHTUNG, vorh.  
PS-WÄRMEDÄMMUNG, d= 100mm, vorh.  
DAMPFSPERRE, vorh.  
TRAPEZBLECH, h= ca. 80mm, vorh.

Die bestehenden Dachaufbauten wurden umfassend saniert und sind mit d = 16 cm (unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit WLG) Dämmung entsprechend gedämmt.

Aus der Bestandsaufnahme vor Ort ging zudem hervor, dass das gesamte Gebäude umfassend saniert wurde. 2004 sowie 2010 wurde die gesamte Fassade entsprechend erneuert. Es wurde ein Wärmedämmverbundsystem aufgebracht. Die Fenster sowie die Pfosten-Riegel-Fassaden wurden mit Zwei-Scheiben und Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung erneuert.

### 3.0 Bewertung – Ist Zustand

Die energetische Bewertung des Ist-Zustands für das Gezeitenland erfolgt gemäß GEG § 50 „Energetische Bewertung eines bestehenden Gebäudes“ für ein Nichtwohngebäude. Es wird der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung sowie für die eingebaute Beleuchtung berechnet.

Wichtig: Es handelt sich bei dem Objekt um ein Schwimmbad. Prozessenergie zum Beheizen der Schwimmbecken etc. bleiben in den nachfolgenden Berechnungen, im Sinne § 2 Absatz 1 Satz 2 vom GEG, unberücksichtigt.



Hottgenroth Energieberater 18599 – HottCAD 3D Modell

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	43616,3 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	10457,2 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	11928,7 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	1121,6 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	23,4 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Wärmebrückenzuschlag	0,10 W/mK (Bestandsgebäude)
Luftdichtheit	Kategorie III Gebäudebestand

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurde ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von 0,10 W/m<sup>2</sup>K – ohne Wärmebrückennachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2 – angesetzt. Eine Luftdichtheitsmessung (Blower-Door-Test) wurde nicht berücksichtigt.

### 3.1 U-Werte – Ist Zustand

Nachfolgend werden die wesentlichen Feststellungen der Bestandsaufnahme vor Ort zu den jeweiligen Bauteilaufbauten (U-Werte) dargestellt. Zum Teil wurden Bauteilkonstruktionen auf Basis vorliegender Bestandsunterlagen und Annahmen (z.B. mittels Gebäudetypologie / Baujahr etc.) erstellt.

In den Bauteilübersichten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel angesehen werden müssen.

Bauteilbezeichnung :		Dachkonstruktion Halle				Fläche / Ausrichtung :		2471,20 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Deckung: Trapezblech	8,00	1000,000	-	0,00				
2	Bauder Elastomerbitumen-Dampfsperrbahnen	0,40	0,170	1000,0	0,02				
3	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 040)	10,00	0,040	25,0	2,50				
4	Bitumendachbahn (DIN 52128)	1,00	0,170	1200,0	0,06				
5	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 040)	6,00	0,040	25,0	1,50				
6	Bitumendachbahn (DIN 52128)	1,00	0,170	1200,0	0,06				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 1,75</b>		<b>R = 4,14</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04		
2471,20 m <sup>2</sup>	23,6 %	32,0 kg/m <sup>2</sup>	577,21 W/K	20,6 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 4668 Wh/K	<b>U-Wert = 0,23 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Dachkonstruktion Saunadeck etc.				Fläche / Ausrichtung :		1298,70 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524)	16,00	2,300	2300,0	0,07				
2	Bauder Elastomerbitumen-Dampfsperrbahnen	0,40	0,170	1000,0	0,02				
3	Gefälledachdämmung	16,00	0,035	60,0	4,57				
4	Bitumendachbahn (DIN 52128)	1,00	0,170	1200,0	0,06				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 4,72</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04		
1298,70 m <sup>2</sup>	12,4 %	393,6 kg/m <sup>2</sup>	267,04 W/K	9,5 %	10cm-Regel : 24892 Wh/K 3cm-Regel : 82973 Wh/K	<b>U-Wert = 0,21 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Außenwand WDVS				Fläche / Ausrichtung :		1188,70 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Porenbeton-Plansteine PP6	24,00	0,240	500,0	1,00				
2	Mineralische Dämmstoffe WLG 035	10,00	0,035	60,0	2,86				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 3,86</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04		
1188,70 m <sup>2</sup>	11,4 %	126,0 kg/m <sup>2</sup>	295,17 W/K	10,5 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,25 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Wände zu unbeheizten Räumen				Fläche / Ausrichtung :		632,83 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Innenputz	1,50	1,000	1800,0	0,02				
2	Kalksandstein	11,50	1,100	2000,0	0,10				
3	Innenputz	1,50	1,000	1800,0	0,02				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 0,13</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13	R <sub>se</sub> = 0,13		
632,83 m <sup>2</sup>	6,1 %	284,0 kg/m <sup>2</sup>	1603,90 W/K	57,2 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 2,53 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Boden zu unbeh. Räumen				Fläche / Ausrichtung :		2898,61 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement Estrich	6,00	1,400	2000,0	0,04				
2	Dämmung	4,00	0,055	200,0	0,73				
3	Asphalt/Beton Mischung	14,00	0,700	2100,0	0,20				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 0,97</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,10	R <sub>se</sub> = 0,10		
2898,61 m <sup>2</sup>	27,5 %	422,0 kg/m <sup>2</sup>	2326,70 W/K	83,0 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,85 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Boden gegen Erdreich				Fläche / Ausrichtung :		734,16 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement Estrich	6,00	1,400	2000,0	0,04				
2	Dämmung	4,00	0,055	200,0	0,73				
3	Asphalt/Beton Mischung	14,00	0,700	2100,0	0,20				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 0,97</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,10	R <sub>se</sub> = 0,10		
734,16 m <sup>2</sup>	7,0 %	422,0 kg/m <sup>2</sup>	627,42 W/K	22,4 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,85 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Außentür				Fläche / Ausrichtung :		23,38 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Materialbeispiel für Berechnung	1,82	0,040	25,0	0,46				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> =</b>		<b>R = 0,46</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13	R <sub>se</sub> = 0,04		
23,38 m <sup>2</sup>	0,2 %	0,5 kg/m <sup>2</sup>	37,40 W/K	1,3 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 1,60 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Fenster :		Fenster / Pfosten-Riegel-Fassade		Fläche / Ausrichtung :			
Verglasung:	2-3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung			A <sub>g</sub> = 0,80 m <sup>2</sup>	U <sub>g</sub> = 1,20 W/m <sup>2</sup> K		
Rahmen:	Kunststoffrahmen, 4 Kammern			A <sub>f</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> = 1,50 W/m <sup>2</sup> K		
Randverbund:	Kunststoff			l <sub>g</sub> = 3,60 m	Ψ <sub>g</sub> = 0,04 W/m K		
				<b>Fläche</b> A <sub>w</sub> = 1,20 m <sup>2</sup>	<b>U-Wert</b> U <sub>w</sub> = 1,41 W/m <sup>2</sup> K		

 Ingenieurbüro Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 10

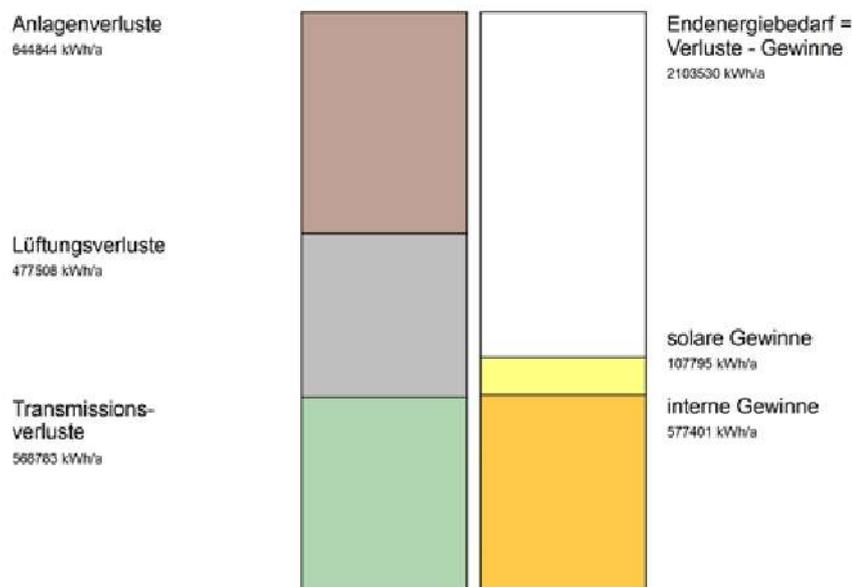
### 3.2 Anlagentechnik – Ist Zustand

Heizung	- BHKW + Brennwert Kesselanlage für Tennisinsel, Schlick- / Moorbadheizung, Gezeitenland und Kulturinsel (Fernwärme)
Warmwasser	- Über Heizungsanlage
Kühlung	- z.T. Klima Split Geräte vorhanden
Lüftung	- Diverse Lüftungsanlagen vorhanden
Beleuchtung	- z.T. wurde die Beleuchtung auf LED umgestellt

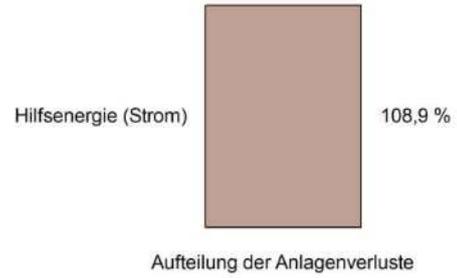
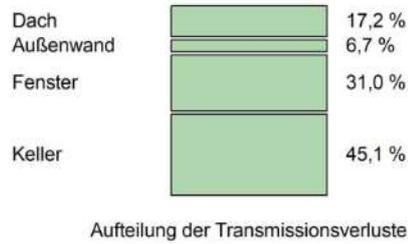
### 3.3 Energiebilanz – Ist Zustand

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können den folgenden Diagrammen entnommen werden. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen.



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 206 kWh/m<sup>2</sup>a.



#### 4.0 Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen

##### 4.1 U-Wert Variante 1 – Hier: Dämmung der „Kellerdecke“



Alle Angaben ohne Gewähr

### Boden gegen unbeheizten Keller

Kellerdecke  
erstellt am 5.5.2023

#### Wärmeschutz

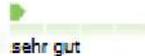
$U = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



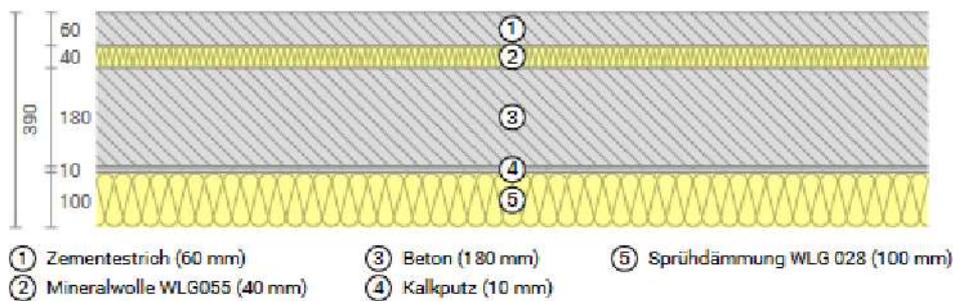
#### Feuchteschutz

Kein Tauwasser



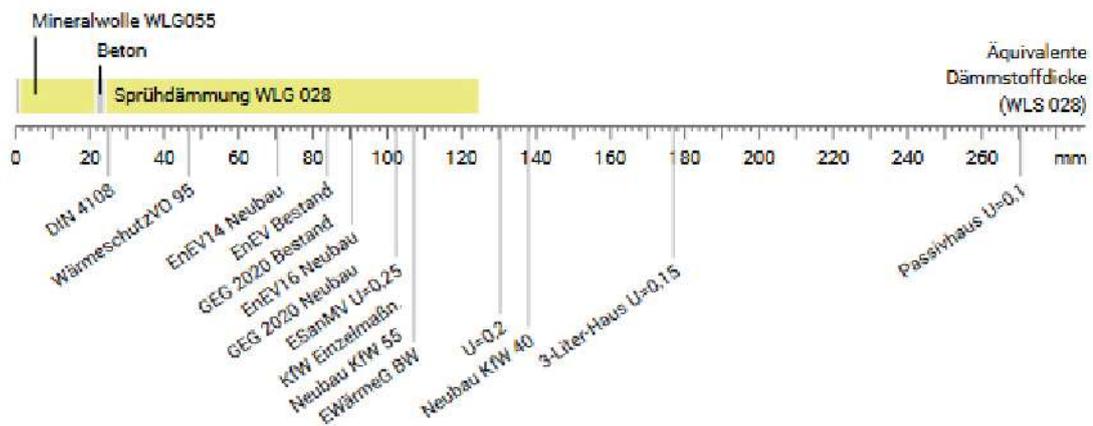
#### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100  
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen: 444 kJ/m²K



#### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,028 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%

Dicke: 39,0 cm

Unbeheizter Raum: 5,0°C / 80%

sd-Wert: 24,6 m

Gewicht: 569 kg/m²

Oberflächentemp.: 19,2°C / 5,1°C

Wärmekapazität: 547 kJ/m²K

GEG 2020 Bestand   
  BEG Einzelmaßn.   
  GEG 2020 Neubau   
  DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 80% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG 2020 Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 13

## 4.2 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1

Vorgeschlagene Maßnahme: Dämmung der „Kellerdecke“

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 125.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor F <sub>Gt</sub> [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	0,85	75	2898,61	184.786,39
<b>U-Wert, Neu</b>	0,21	75	2898,61	45.653,11
<b>Differenz</b>	0,64			139.133,28

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$184.786,39 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 20.141,72 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$45.653,11 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 4976,19 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

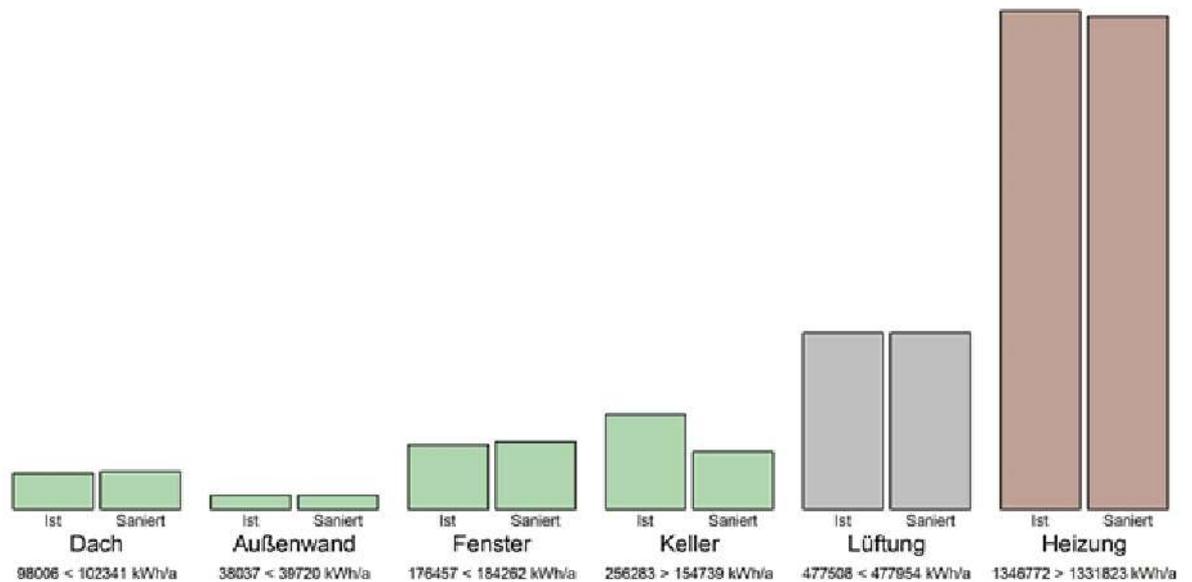
Investitionssumme	125.000 EUR
Energiekosteneinsparung	15.165,53 EUR/a (139.133,28 kWh * 0,109 €)
Amortisation	125.000 EUR : 15.165,53 EUR/a = 8,24 a

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 125.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 18.750 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

### 4.3 Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand

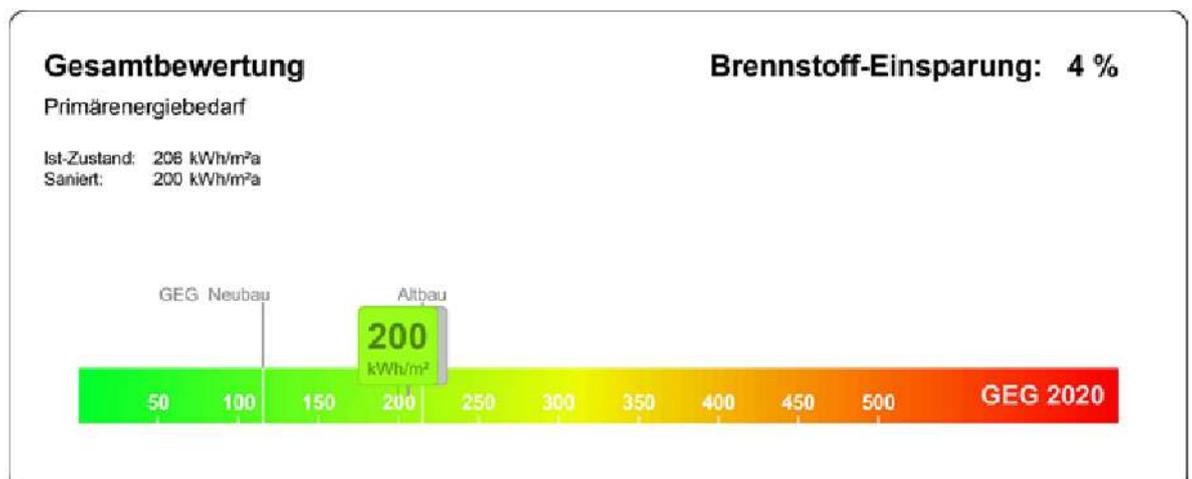
Nach Umsetzung der Varianten reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 4 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2103530 kWh/Jahr reduziert sich auf 2028068 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 75463 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 16432 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 200 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 15

## 5.0 Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fasst Förderprogramme zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zusammen und unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM - BAFA)

Die Antragstellung im Förderprogramm BEG EM ist zum 1. Januar 2021 in der Zuschussvariante beim BAFA gestartet.

Die BEG WG und BEG NWG (Zuschussförderung für Kommunen und Kreditvariante) werden durch die KfW gefördert.

## 5.1 KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

### 5.1.1 Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Wohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzhaus	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit	Betrag je Wohneinheit
Effizienzhaus 40	20 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 24.000 Euro
Effizienzhaus 40 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	25 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 37.500 Euro
Effizienzhaus 55	15 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 18.000 Euro
Effizienzhaus 55 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	20 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 30.000 Euro
Effizienzhaus 70	10 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 12.000 Euro
Effizienzhaus 70 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	15 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 22.500 Euro
Effizienzhaus 85	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus 85 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem zusätzlichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss gefördert werden.

Immobilie	Max. förderfähige Kosten	Tilgungszuschuss
Ein- und Zweifamilienhäuser, Doppel- o. Reihenhauser	10.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 5.000 Euro
Mehrfamilienhäuser mit 3 oder mehr Wohneinheiten	4.000 Euro je Wohneinheit, bis zu 40.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 20.000 Euro

### 5.1.2 Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten orientiert sich an der Nettogrundfläche (relevant ist die NGF innerhalb der beheizten Gebäudehülle) des Gebäudes: Bis zu 2.000 Euro pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, insgesamt maximal 10 Mio. Euro sind förderfähig. Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem alternativ mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzgebäude	Tilgungszuschuss in %
Effizienzhaus 40	20 %
Effizienzhaus 40 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	25 %
Effizienzhaus 55	15 %
Effizienzhaus 55 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	20 %
Effizienzhaus 70	10 %
Effizienzhaus 70 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	15 %
Effizienzhaus Denkmal	5 %
Effizienzhaus Denkmal EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	10 %

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem Rechnungsbetrag von 10 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal 40.000 Euro pro Vorhaben gefördert werden. Davon 50 % als Tilgungszuschuss, also bis zu 20.000 Euro.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 18

## 5.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Förderfähig sind alle Maßnahmen an Gebäuden, die die Energieeffizienz verbessern. Darüber hinaus lässt sich die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten bezuschussen. Die Förderung ist an bestimmte Randbedingungen / Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmen geknüpft. Nachfolgend eine Übersicht zum Fördergegenstand der BEG EM (Liste nicht vollständig):

- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle wie z.B.:
  - Dämmung der Gebäudehülle (von Außenwänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen)
  - Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Fenstern und Außentüren
  - Ersatz oder erstmaligen Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit optimierter Tageslichtversorgung
- Einbau von Anlagentechnik im Bestand (außer Heizung) wie z.B.:
  - Einbau, Austausch oder Optimierung raumluftechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung;
  - Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung („Efficiency Smart Home“) oder des angeschlossenen (förderfähigen) Gebäudenetzes
- Einbau von Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung im Bestand wie z.B.:
  - Solarkollektoranlagen
  - Biomasseheizungen (jahreszeitbedingter Raumheizungsnutzungsgrad (E-TAs) mindestens 81 %, Staub-Emissionsgrenzwert max. 2,5 mg/m<sup>3</sup>) nur in Kombination mit Solarthermie oder Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und/oder Raumheizungsunterstützung
  - Wärmepumpen (Jahresarbeitszahl mind. 2,7)
  - Stationäre Brennstoffzellenheizungen (Betrieb nur mit grünem Wasserstoff oder Biomethan)
  - Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes
  - Anschluss an ein Gebäudenetz oder Wärmenetz
- Optimierung der Heizung im Bestand wie z.B.:
  - hydraulische Abgleich der Heizungsanlage
  - der Austausch von Heizungspumpen sowie der Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung
  - Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur bei Gebäudenetzen im Sinne der Richtlinien

### 5.2.1 Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG EM für Wohn- und Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg).

Gefördert wird mit einem Zuschuss auf die anrechenbaren förderfähigen Kosten.

## Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg)

<p style="color: white; font-weight: bold;">Gebäudehülle</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Anlagentechnik</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Wärmeerzeuger</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">bis zu 40 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Heizungsoptimierung</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>
---	---	--	--

+ bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung

Bundesagentur für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0)

Quelle: BAFA

## 6.0 Zusammenfassung

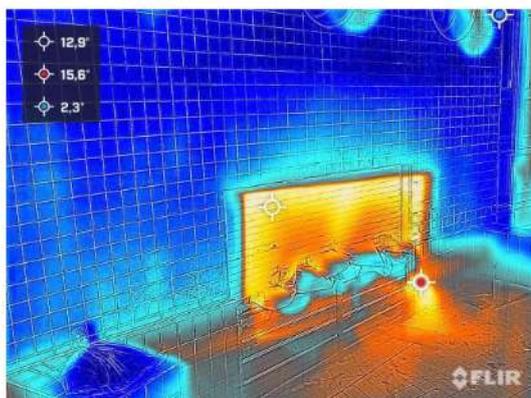
Für das Gezeitenland soll ein konkretes und umsetzbares Sanierungskonzept (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet werden.

Gem. vorliegenden Bestandsunterlagen sowie der Erstbegehung zur Bestandsaufnahme von energetischen Kennzahlen der Gebäudehülle, ist das Gezeitenland in einem, dem Baujahr entsprechend, „guten“ energetischen Zustand.

Wichtig/Hinweis: Es handelt sich bei dem Objekt um ein Schwimmbad. Prozessenergie zum Beheizen der Schwimmbecken etc. bleiben in den Berechnungen, im Sinne § 2 Absatz 1 Satz 2 vom GEG, unberücksichtigt.

Die Gebäudehülle wurde in den letzten Jahren umfassend saniert und ist weitestgehend optimiert. Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle zur weiteren Verbesserung des bestehenden energetischen Zustands ist nur mit erheblichem Aufwand umsetzbar. Ein Austausch der vorhandenen Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung (Jahr 2004) ist aus Kosten-Nutzen Sicht nicht zielführend. Lediglich die Kellerdecke kann ggf. mit einer unterseitigen Dämmung (z.B. Sprühdämmung) versehen werden.

Bei der Bestandsaufnahme wurde zudem erwähnt, dass die vorhandene Lüftungstechnik nicht für Bereiche, wie z.B. Sauna oder Fitnessraum, voneinander differenziert wurde. Hier besteht ggf. die Möglichkeit, ein Lüftungskonzept für die jeweilige Nutzung anzupassen und entsprechend zu optimieren.

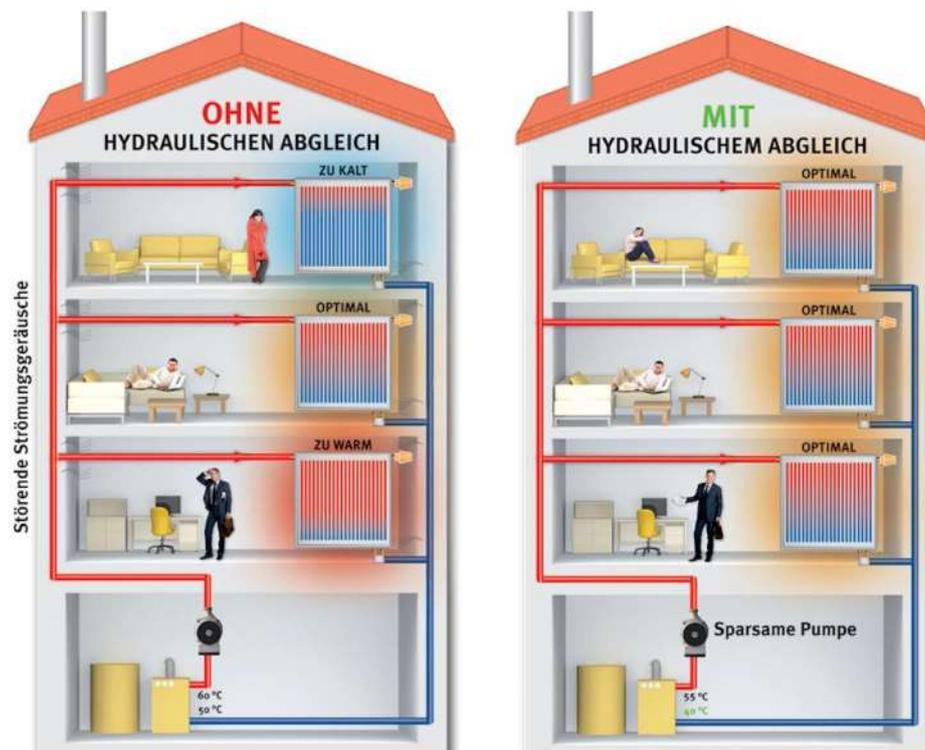


Des Weiteren ist das Außenbecken mit dem Schwimmbecken im Innenraum miteinander verbunden. Nur durch ein vorhandenes Rolltor wird der Verbund miteinander getrennt. Durch die Wärmebildkamera ist ein Wärmeverlust in diesem Bereich ersichtlich. Ggf. besteht die Möglichkeit, das Außenbecken vom Innenraum zu trennen. So ist eine Reduzierung des Energiebedarfs, zur Aufheizung der Wassertemperatur des Schwimmbeckens, möglich.

**Hinweis:** Bei der Bestandsaufnahme wurden diverse Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, Korrosionsablagerungen und Abplatzungen an den Stahlbetonbauteilen festgestellt. Einige dieser Auffälligkeiten weisen auf schwimmbadtypische chloridbedingte Korrosionsschäden hin.

Z.T. wurden auch an den Stahlbetonstützen im Außenbereich erhebliche Schäden (Betonabplatzungen, Rissbildungen etc.) vorgefunden (siehe Anlage A01). Die Standsicherheit der Stahlbetonbauteile kann dadurch eingeschränkt sein. Es wird dringend empfohlen, einen Sachkundigen Planer für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen ggf. zusammen mit einem Tragwerksplaner hinzuzuziehen.

Unabhängig von einer Sanierung der Gebäudehülle, ist zudem ein hydraulischer Abgleich im Bestand zu empfehlen. Durch den hydraulischen Abgleich wird jeder Heizkörper im Gebäude mit der gleichen Wassermenge bedient.



Quelle: Verbraucherzentrale NRW

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	08.05.2023
	Gebäude: Gezeitenland	Seite: 22

Die Vorteile eines hydraulischen Abgleichs:

- Alle Räume werden gleichmäßig beheizt
- Minimierung von Strömungsgeräuschen
- Die Thermostatventile funktionieren effizienter
- Die Pumpe verbraucht weniger Strom
- Die Heizung, z.B. ein Brennwertkessel, verbraucht weniger Brennstoff

*i. A. P. Hentschel*

i.A. Paul Hentschel B. Eng.

## Anlage A01 Fotodokumentation

### a. Gezeitenland

#### Bild 1

Übersicht

Nordseite



#### Bild 2

Übersicht

Nordseite

Eingangsbereich



**Bild 3**

Übersicht

Westseite



**Bild 4**

Übersicht

Westseite



**Bild 5**

Übersicht

Westseite



**Bild 6**

Übersicht

Westseite



**Bild 7**

Übersicht

Südseite



**Bild 8**

Übersicht

Südseite



**Bild 9**

Übersicht

Ostseite



**Bild 10**

Übersicht

Ostseite



### Bild 11

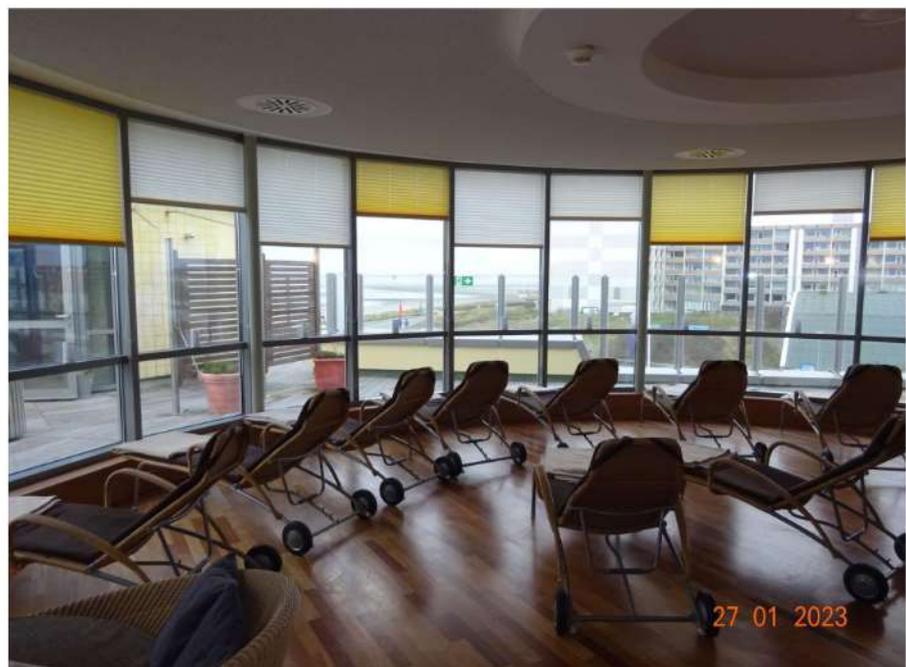
Fensterelemente mit  
Zwei-Scheiben-Wärme-  
schutzverglasung



### Bild 12

Fensterelemente mit  
Zwei-Scheiben-Wärme-  
schutzverglasung

z.T. mit Drei-Scheiben-  
Wärmeschutzverglasu-  
ng



### Bild 13

Fensterelemente mit  
Zwei-Scheiben-Wärme-  
schutzverglasung

z.T. mit Drei-Scheiben-  
Wärmeschutzverglä-  
sung



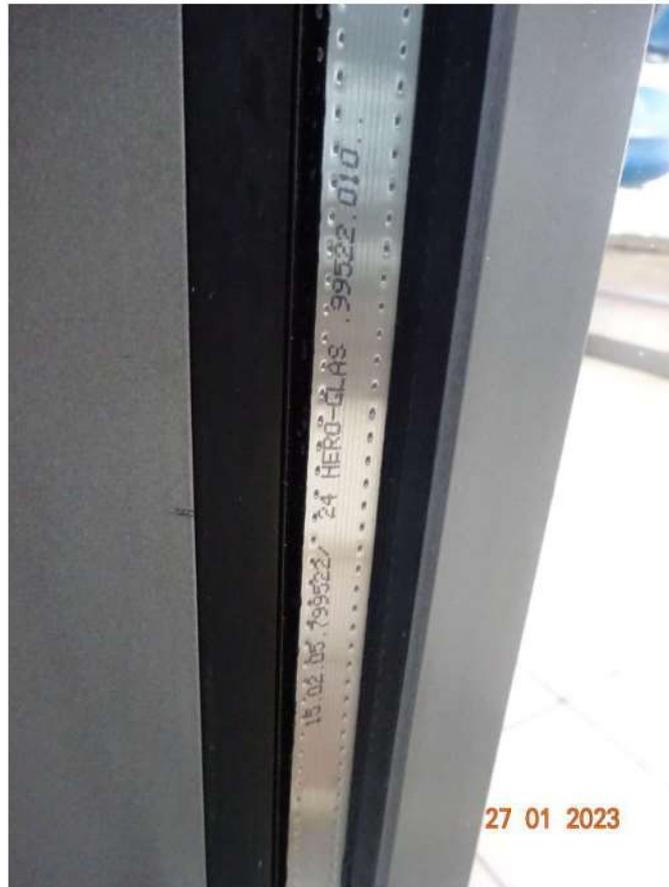
### Bild 14

Datumsstempel der  
Fenster vom 29.10.04



**Bild 15**

Datumsstempel der  
Fenster vom 15.02.05



**Bild 16**

Übersicht  
Außenbecken



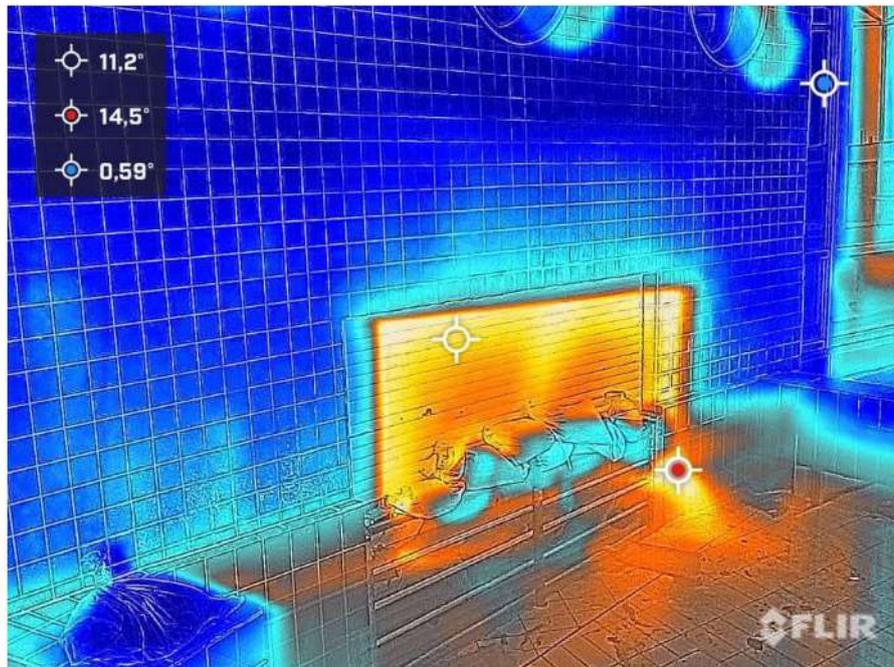
**Bild 17**

Trennung Außenbecken vom Innenbecken



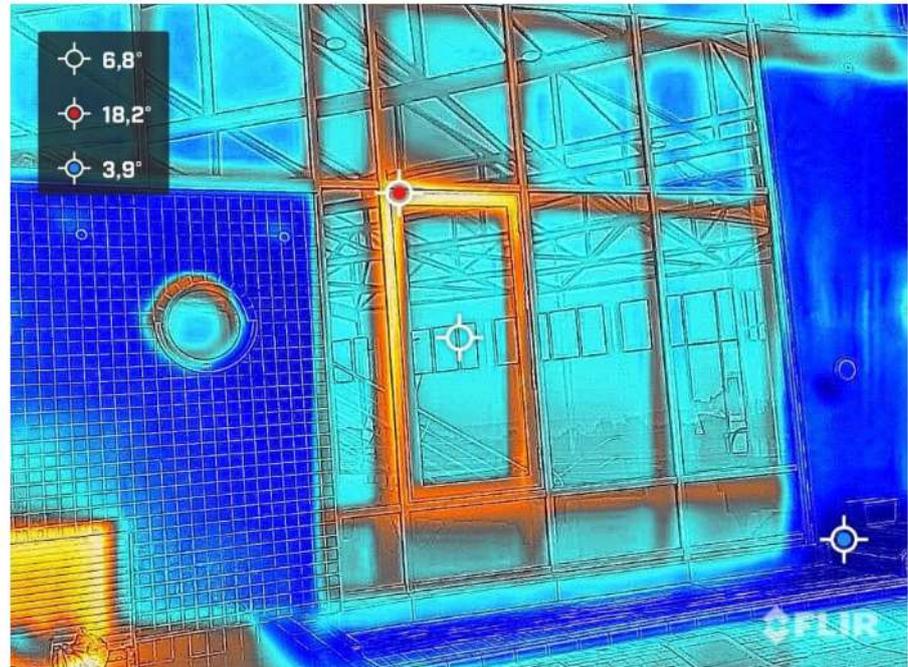
**Bild 18**

Wärmebildkamera –  
Wärmeverluste zwischen  
Außenbecken  
und Innenbecken



**Bild 19**

Wärmebildkamera –  
Fensterelement verzo-  
gen bzw. nicht korrekt  
eingestellt



**Bild 20**

Wärmedämmverbund-  
system d = 10 cm



**Bild 21**

Wärmedämmverbundsystem d = 10 cm



**Bild 22**

Dachflächen wurden umfassend energetisch saniert, Dämmung gem. Bestandsunterlagen von d = 16 cm



### Bild 23

Dachflächen wurden umfassend energetisch saniert, Dämmung gem. Bestandsunterlagen von  $d = 16 \text{ cm}$



### Bild 24

Übersicht

Rutschen-Turm



**Bild 25**

Diverse Rissbildungen  
im Bereich der Fassade  
vorhanden



**Bild 26**

Übersicht

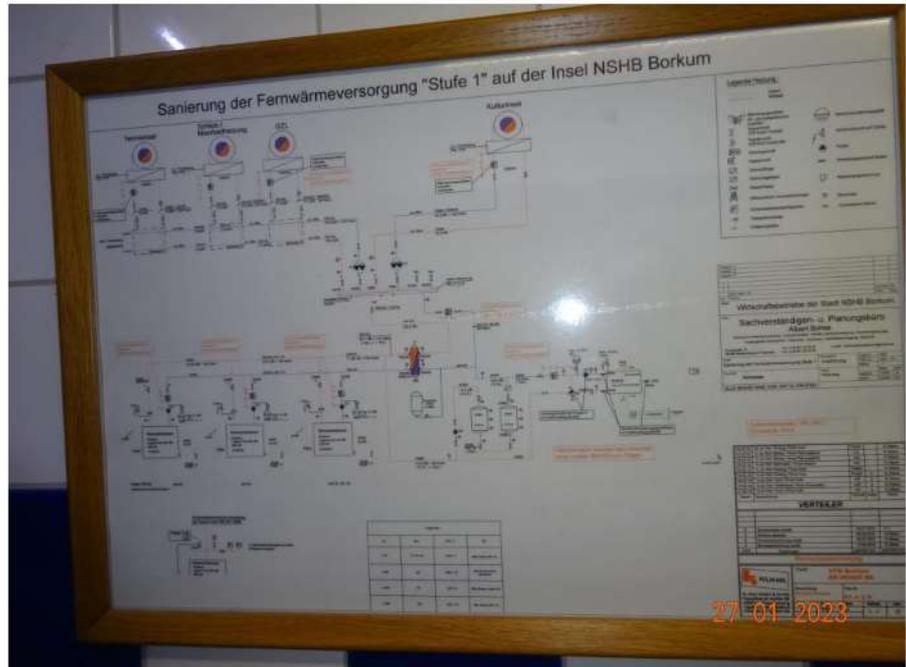
Schwimmbecken  
Umlauf – gänzlich  
ungedämmter Bereich



**Bild 27**

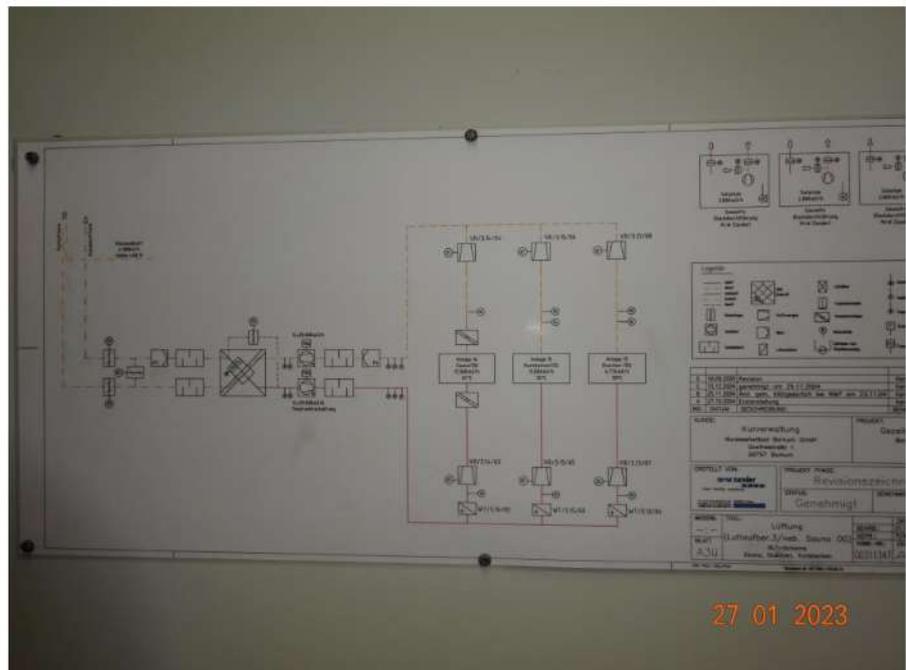
Fernwärmeversorgung

Schema der Versorgung vom Gezeitenland, Tennisinsel, Kulturinsel sowie der Moorbadbeheizung



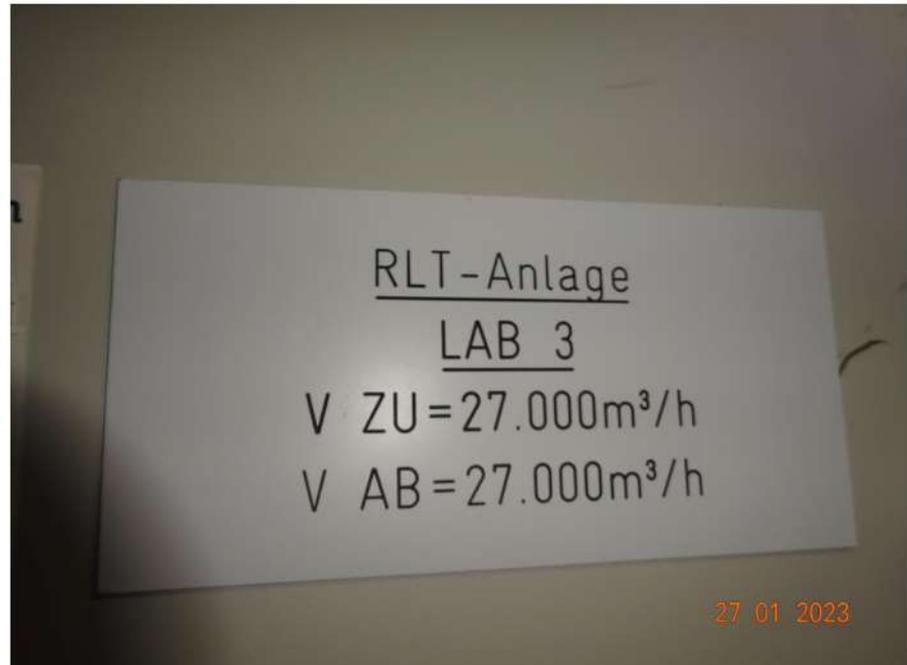
**Bild 28**

Lüftungsschema



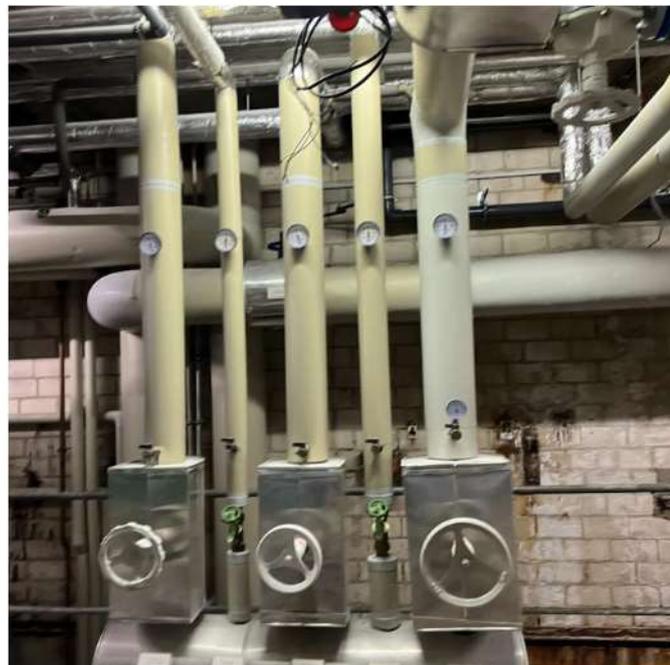
**Bild 29**

RLT Anlage



**Bild 30**

Rohrleitungen im Bestand gedämmt



### Bild 31

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



### Bild 32

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



### Bild 33

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



### Bild 34

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



### Bild 35

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



### Bild 36

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



### Bild 37

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



### Bild 38

Hinweis:

Stahlbetonbauteile weisen Auffälligkeiten in Form von Aussinterungen, geringe Betondeckung, korrodierte Bewehrung etc. auf.



Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, Langenweg 26, 26125 Oldenburg

Averdung Ingenieur & Berater GmbH  
Dipl.-Phys. Philipp Lieberodt  
Planckstraße 13  
22765 Hamburg

**ib** – Beratende Ingenieure im Bauwesen

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schmeling  
Dipl.-Ing. Edzard Wulf

Prokurist:  
Dipl.-Ing. Jürgen Janßen

Langenweg 26 - 26125 Oldenburg  
Tel. 0441 / 361 59 -0

Schweckendieckplatz 5 - 26721 Emden  
Tel. 0441 / 361 59 -200

Kutterstraße 3 - 26386 Wilhelmshaven  
Tel. 0441 / 361 59 -250

Hafenstr. 15 – 26789 Leer  
Tel. 0441 / 361 59 -260

[www.broeggelhoff.de](http://www.broeggelhoff.de)

Ihr Ansprechpartner:  
Paul Hentschel B. Eng.  
Tel.: 0441-36 159 0  
E-Mail: [p.hentschel@broeggelhoff.de](mailto:p.hentschel@broeggelhoff.de)

**22047: Kurviertel Stadt Borkum  
Energetisches Sanierungskonzept**

## **E n e r g e t i s c h e s S a n i e r u n g s k o n z e p t**

Kurviertel Stadt Borkum

aufgestellt: 05. Mai 2023

Diese Stellungnahme umfasst 44 Seiten (inkl. Anlagen).

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 2

## Inhalt

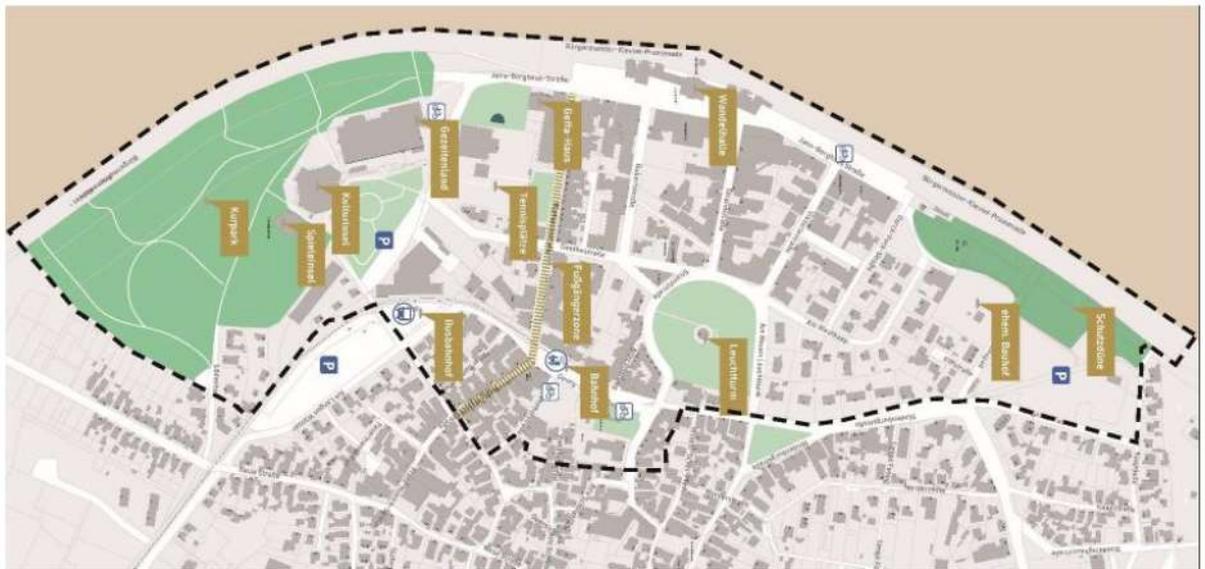
<b>1.0</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>
1.1	Einleitung	3
1.2	Ortstermine der Bestandsaufnahme	4
1.3	Beschreibung des Bauwerks – Hier: Hotel Atlantik	4
<b>2.0</b>	<b>Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise</b>	<b>5</b>
2.1	Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)	5
2.2	Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen	5
2.3	Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)	7
<b>3.0</b>	<b>Bewertung – Ist Zustand</b>	<b>8</b>
3.1	U-Werte – Ist Zustand	9
3.2	Anlagentechnik – Ist Zustand	11
3.3	Energiebilanz – Ist Zustand	11
<b>4.0</b>	<b>Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen</b>	<b>13</b>
4.1	Variante 1 – Hier: Dämmung von Rohrleitungen im unbeheizten Bereich	13
4.2	U-Wert Variante 2 – Hier: Austausch der Fenster	14
4.3	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2	15
4.4	U-Wert Variante 3 – Hier: Dämmung Wand mit einem Wärmedämmverbundsystem	16
4.5	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 3	17
4.6	U-Wert Variante 4 – Hier: Dämmung der Dächer	18
4.7	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 4	19
4.8	Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand	20
<b>5.0</b>	<b>Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023</b>	<b>21</b>
5.1	KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	22
5.1.1	Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW)	22
5.1.2	Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW)	23
5.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)	24
5.2.1	Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA)	25
<b>6.0</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>26</b>
<b>Anlage A01</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>28</b>
<b>a.</b>	<b>Hotel Atlantik</b>	<b>28</b>

## 1.0 Allgemeines

### 1.1 Einleitung

Im Zuge der Zielsetzung die Insel Borkum bis 2030 klimaneutral zu gestalten, wurde die Ingenieurbüro Bröggelhoff GmbH von Averdung Ingenieur & Berater GmbH beauftragt, für 6 ausgewählte typische oder ortsprägende Objekte im Kurviertel Borkum energetische Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit zu erstellen.

Die Insel Borkum ist die größte und westlichste der ostfriesischen Inseln und ein beliebtes Reiseziel für Touristen. Das Kurviertel auf Borkum ist ein historischer Teil der Insel und liegt direkt an der Strandpromenade und ist somit nicht nur ein wichtiger Teil von Borkum, sondern auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Insel. Es zieht das ganze Jahr über Touristen an und bietet eine Vielzahl von Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten.



Quelle: BPW Stadtplanung – Kurviertel Borkum

Für die Erstellung der energetischen Sanierungskonzepte wird für jedes Gebäude eine Bestandsaufnahme der energetischen Kennzahlen zur Gebäudehülle und Anlagentechnik vor Ort durchgeführt. Anschließend an die Bestandsaufnahme erfolgt eine Ist-Zustandserfassung mittels Wärmeschutzberechnung. Für die jeweiligen Gebäude werden konkrete und umsetzbare Sanierungsmaßnahmen (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 4

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle ist ein wichtiger Bestandteil zur Erreichung der Ziele der Klimaneutralität. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle trägt dazu bei, den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren.

Zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle gehören Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern und Türen gegen energieeffiziente Modelle sowie die Gebäudedichtheit. Durch diese Maßnahmen wird der Wärmeverlust des Gebäudes reduziert und damit der Heizbedarf gesenkt. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle kann nicht nur zur Senkung der Energiekosten beitragen, sondern auch den Wohnkomfort steigern. Durch die Dämmung wird beispielsweise die Raumtemperatur konstant gehalten und somit ein angenehmes Raumklima geschaffen.

## 1.2 Ortstermine der Bestandsaufnahme

26.01.2023 – 28.01.2023

Paul Hentschel, B. Eng.

## 1.3 Beschreibung des Bauwerks – Hier: Hotel Atlantik

Bei dem zu betrachtenden Gebäude handelt es sich um das Hotel Atlantik an der Bismarckstraße 6 auf der Insel Borkum. Das Gebäude besteht aus sechs Geschossen, dem Kellergeschoss (Kajüte, Riverboat, Strandschlucht), dem Erdgeschoss (Laden, Gaststätte, Hotelempfang, Küche, Frühstücksraum), dem 1.Obergeschoss – 3.Obergeschoss (Hotelzimmer) sowie aus dem 4. Obergeschoss (Penthouse Wohnung). Ein Teilbereich vom Keller ist unbeheizt.

Außenwände (allgemein)	- monolithisches Mauerwerk (d = 30 cm) ohne Dämmung
KG-Wände	- Stahlbeton (d = 36,5 cm) ohne Dämmung
Böden allg.	- Stahlbeton inkl. schwimmenden Estrich (Dämmung nicht bekannt)
Fenster	- z.T. Holzrahmenfenster mit Ein-Scheiben-Verglasung sowie mit Zwei-Scheiben-Verglasung, Kunststofffenster mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung (einige Fenster wurden im Laufe der Zeit ausgetauscht, z.T. mit Schallschutzglas)
Dach	- Kehlbalkenkonstruktion (Flachdach) inkl. Dämmung (d = nicht messbar), z.T. wurden Dachsanierungen durchgeführt (2011)

Weitere Informationen zum Bauwerk sind der **Anlage A01** zu entnehmen.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 5

## 2.0 Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise

### 2.1 Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

- [A] Nutzflächenermittlung der jeweiligen Geschosse vom 27.11.2020
- [B] Bestandsunterlagen (Brandschutzplanung) Grundrisse im Maßstab im Maßstab 1:100 vom 08.10.2020
- [C] Bestandsunterlagen (Brandschutzplanung) Ansichten und Schnitte im Maßstab 1:100 vom 08.10.2020
- [D] Bestandsunterlagen Grundriss 4.OG im Maßstab von 1:50 vom 06.02.1978

### 2.2 Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

GEG		- Gebäudeenergiegesetz
DIN 277	Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
DIN EN 832		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
DIN 4108	Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108	Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
DIN V 4108	Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN V 4108	Bbl 2	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN ISO 6946		- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1		- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN EN 12524		- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
DIN EN ISO 13370		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
DIN V 18599	Teil 1	- Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599	Teil 2	- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599	Teil 3	- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599	Teil 4	- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599	Teil 5	- Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599	Teil 6	- Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 6

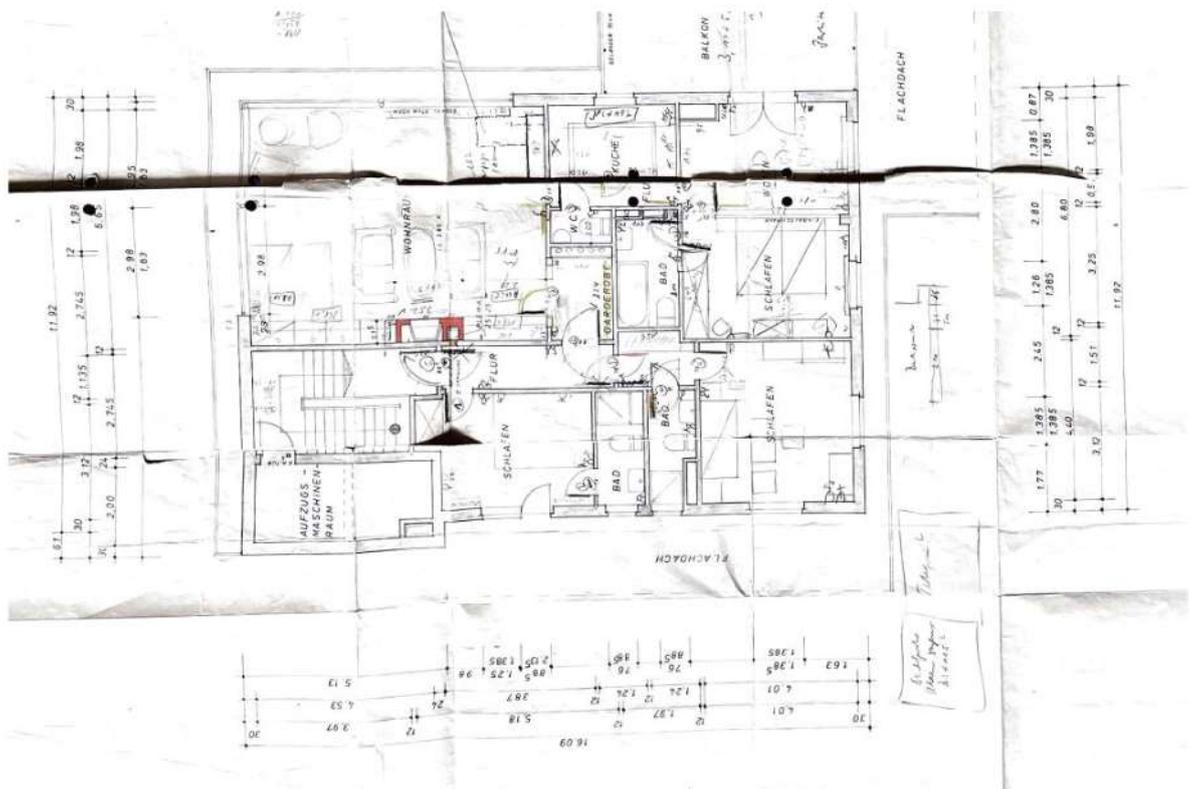
- DIN V 18599 Teil 7 - Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
- DIN V 18599 Teil 8 - Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
- DIN V 18599 Teil 9 - End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
- DIN V 18599 Teil 10 - Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

### 2.3 Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

Für das Hotel Atlantik liegen zum Zeitpunkt der Erstellung Bestandsunterlagen vor.



Ein Nachweis des Wärmeschutzes zu der jeweiligen geplanten Ausführung von Bauteilen lag zum Zeitpunkt der Erstellung nicht vor. Somit gibt es wenig bis keine Erkenntnisse über den energetischen Zustand des Gebäudes. Aus einem alten Grundrisse geht hervor, dass die Außenwände (monolithisch) ausgeführt wurden.



Weitere Informationen aus den Bestandsunterlagen sind nicht ersichtlich.

### 3.0 Bewertung – Ist Zustand

Die energetische Bewertung des Ist-Zustands für das Hotel Atlantik erfolgt gemäß GEG § 50 „Energetische Bewertung eines bestehenden Gebäudes“ für ein Nichtwohngebäude. Es wird der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung sowie für die eingebaute Beleuchtung berechnet.



Hottgenroth Energieberater 18599 – HottCAD 3D Modell

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	13111,5 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	4635,6 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	3360,9 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	352,7 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	40,1 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Wärmebrückenzuschlag	0,10 W/mK (Bestandsgebäude)
Luftdichtheit	Kategorie III Gebäudebestand

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurde ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von 0,10 W/m<sup>2</sup>K – ohne Wärmebrückennachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2 – angesetzt. Eine Luftdichtheitsmessung (Blower-Door-Test) wurde nicht berücksichtigt.

### 3.1 U-Werte – Ist Zustand

Nachfolgend werden die wesentlichen Feststellungen der Bestandsaufnahme vor Ort zu den jeweiligen Bauteilaufbauten (U-Werte) dargestellt. Zum Teil wurden Bauteilkonstruktionen auf Basis vorliegender Bestandsunterlagen und Annahmen (z.B. mittels Gebäudetypologie / Baujahr etc.) erstellt.

In den Bauteilübersichten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel angesehen werden müssen.

Bauteilbezeichnung :		Dachflächen (Annahme)				Fläche / Ausrichtung :		1079,70 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Gipskartonplatten	1,50	0,250	900,0	0,06				
2	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 33,5 cm; um 90° gedreht	2,40							
	Konstruktionsholz ruhende Luftschicht		0,130	500,0	0,18				
				1,3	0,16				
3	Dampfbremse	0,025	0,330	960,0	0,00				
4	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 10,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 75,0 cm	10,00							
	Konstruktionsholz		0,130	500,0	0,77				
	Mineralische Dämmstoffe WLG 040		0,040	60,0	2,50				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>m,zul.</sub> = 1,0</b>		<b>R<sub>m</sub> = 2,24</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04				
1079,70 m <sup>2</sup>	23,3 %	26,2 kg/m <sup>2</sup>	452,99 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,42 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Außenwand allg. (monolithisch)				Fläche / Ausrichtung :		1990,83 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Putzmörtel	1,50	1,000	1800,0	0,02				
2	Ziegelmauerwerk	17,50	0,810	1800,0	0,22				
3	Ziegelmauerwerk	11,50	0,810	1800,0	0,14				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 0,37</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04				
1990,83 m <sup>2</sup>	42,9 %	549,0 kg/m <sup>2</sup>	3280,00 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 1,84 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Boden Kellergeschoss				Fläche / Ausrichtung :		1112,70 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement-Estrich	4,00	1,400	2000,0	0,03				
2	Beton armiert	16,00	2,500	2400,0	0,06				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 0,09</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,17 R <sub>se</sub> = 0,17				
1112,70 m <sup>2</sup>	24,0 %	464,0 kg/m <sup>2</sup>	2572,30 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 2,31 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Außentüren (Annahme)				Fläche / Ausrichtung :		40,10 m <sup>2</sup>	
	Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
	1	Konstruktionsholz				2,79	0,130	500,0	0,21
						<b>R<sub>zul.</sub> =</b>			<b>R = 0,21</b>
	Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13	R <sub>se</sub> = 0,04
	40,10 m <sup>2</sup>	0,9 %	14,0 kg/m <sup>2</sup>	104,26 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 2,60 W/(m<sup>2</sup>K)</b>		

Fenster :		Fenster (Annahme)			
	Verglasung:	2-Scheiben-Isolierverglasung		A <sub>g</sub> = 0,80 m <sup>2</sup>	U <sub>g</sub> = 2,80 W/m <sup>2</sup> K
	Rahmen:	Kunststoffrahmen, 3 Kammern		A <sub>f</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> = 2,80 W/m <sup>2</sup> K
	Randverbund:	Aluminium		l <sub>g</sub> = 3,60 m	Ψ <sub>g</sub> = 0,05 W/m K
					<b>Fläche A<sub>w</sub> = 1,20 m<sup>2</sup></b>

Fenster :		Fenster (Annahme)			
	Verglasung:	Einscheibenverglasung		A <sub>g</sub> = 0,80 m <sup>2</sup>	U <sub>g</sub> = 5,80 W/m <sup>2</sup> K
	Rahmen:	Holzrahmen, alt		A <sub>f</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> = 2,20 W/m <sup>2</sup> K
	Randverbund:	Aluminium		l <sub>g</sub> = 3,60 m	Ψ <sub>g</sub> = 0,08 W/m K
					<b>Fläche A<sub>w</sub> = 1,20 m<sup>2</sup></b>

Fenster :		Fenster (Annahme)			
	Verglasung:	2-Scheiben-Isolierverglasung		A <sub>g</sub> = 0,80 m <sup>2</sup>	U <sub>g</sub> = 2,80 W/m <sup>2</sup> K
	Rahmen:	Kunststoffrahmen, 3 Kammern		A <sub>f</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> = 2,80 W/m <sup>2</sup> K
	Randverbund:	Aluminium		l <sub>g</sub> = 3,60 m	Ψ <sub>g</sub> = 0,05 W/m K
					<b>Fläche A<sub>w</sub> = 1,20 m<sup>2</sup></b>

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 11

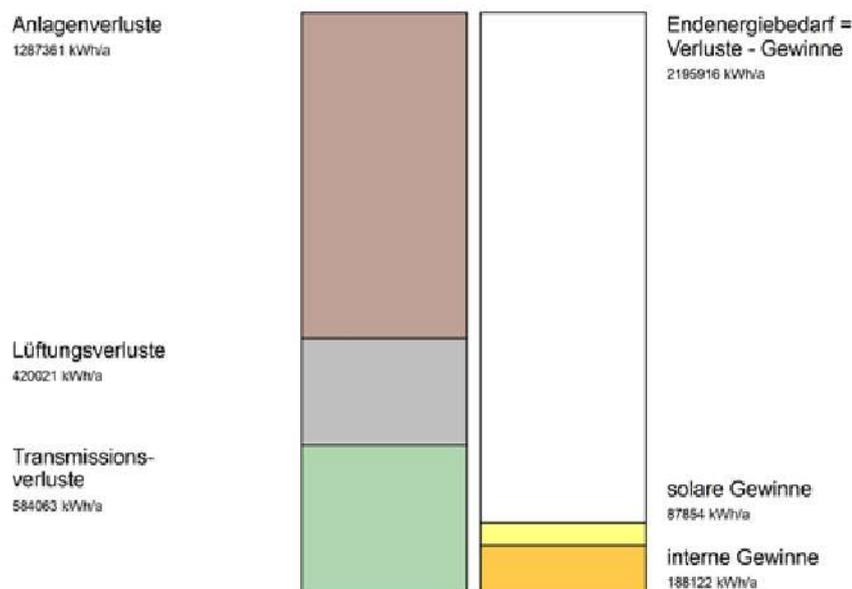
### 3.2 Anlagentechnik – Ist Zustand

Heizung	- 2 x 250 kW Gas Heizung mit unterschiedlichen Versorgungsbereichen - z.T. Gas Heizung für einzelne Bereiche vorhanden
Warmwasser	- Zentrale Warmwasserbereitung, z.T. Durchlauferhitzer
Kühlung	- Nicht vorhanden / Nicht ersichtlich
Lüftung	- z.T. Abluftanlagen vorh. / Zu- und Abluftanlage in der Penthouse Wohnung
Beleuchtung	- Größtenteils wurde die Beleuchtung auf LED umgestellt

### 3.3 Energiebilanz – Ist Zustand

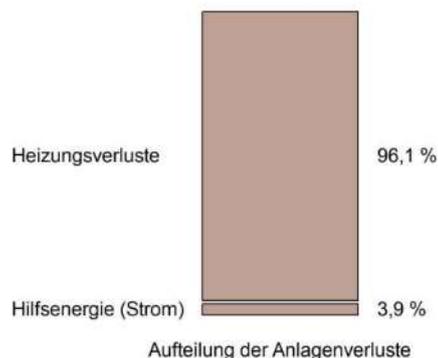
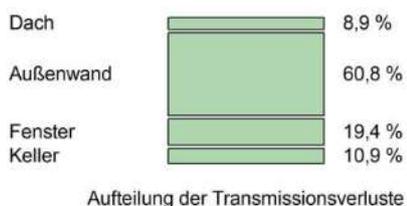
Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

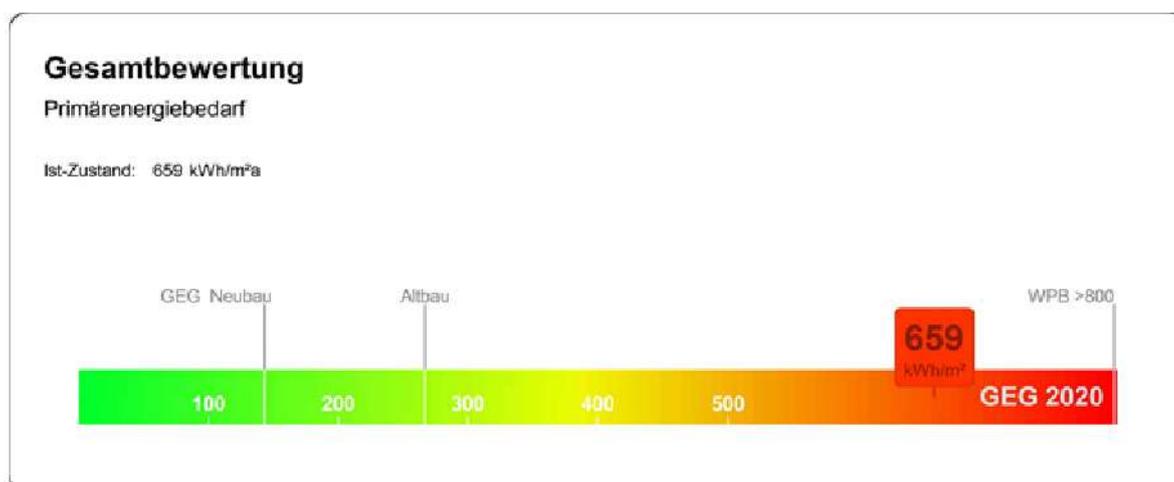


Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser -

Hilfsenergie (Strom) - können den folgenden Diagrammen entnommen werden. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen.



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 659 kWh/m<sup>2</sup>a.



 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 13

#### 4.0 Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen

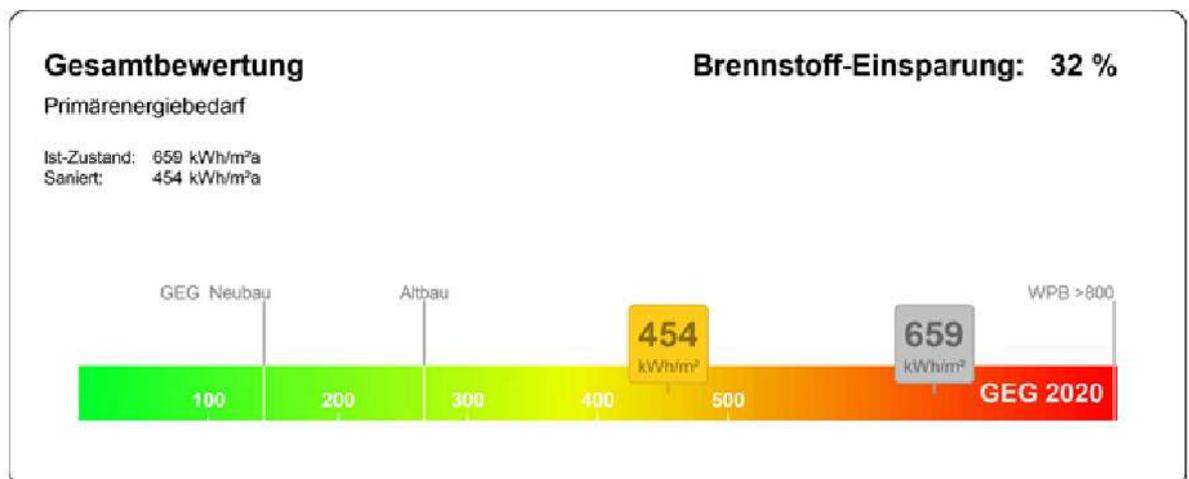
##### 4.1 Variante 1 – Hier: Dämmung von Rohrleitungen im unbeheizten Bereich

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 32 %.

Der derzeitige Endenergiebedarf von 2195916 kWh/Jahr reduziert sich auf 1501724 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 694192 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

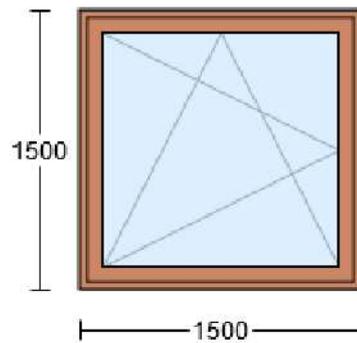
Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 150565 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 454 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



## 4.2 U-Wert Variante 2 – Hier: Austausch der Fenster

### Skizze



### Flächen

Fenster:	2,25 m <sup>2</sup>
Rahmen:	0,677 m <sup>2</sup>
Verglasung:	1,57 m <sup>2</sup>
Länge Randverbund:	5,02 m
Rahmenanteil:	30,1 %

**U-Wert:**  **$U_w = 0,924 \text{ W/(m}^2\text{K)}$**

Exemplarische Darstellung eines neuen Fensters

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 15

### 4.3 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2

Vorgeschlagene Maßnahme: Austausch der Fenster

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 150.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	2,95	75	352,70	78.034,88
<b>U-Wert, Neu</b>	0,90	75	352,70	23.807,25
<b>Differenz</b>	2,05			54.227,63

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$78.034,88 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 8.505,80 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$23.807,25 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 2.594,99 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

Investitionssumme	150.000 EUR	
Energiekosteneinsparung	5.910,81 EUR/a	(54.227,63 kWh * 0,109 €)
Amortisation	150.000 EUR : 5.910,81 EUR/a = 25,37 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 150.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 22.500 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

#### 4.4 U-Wert Variante 3 – Hier: Dämmung Wand mit einem Wärmedämmverbundsystem



Alle Angaben ohne Gewähr

### Monolithisches Mauerwerk mit WDVS

Außenwand  
erstellt am 4.5.2023

#### Wärmeschutz

$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

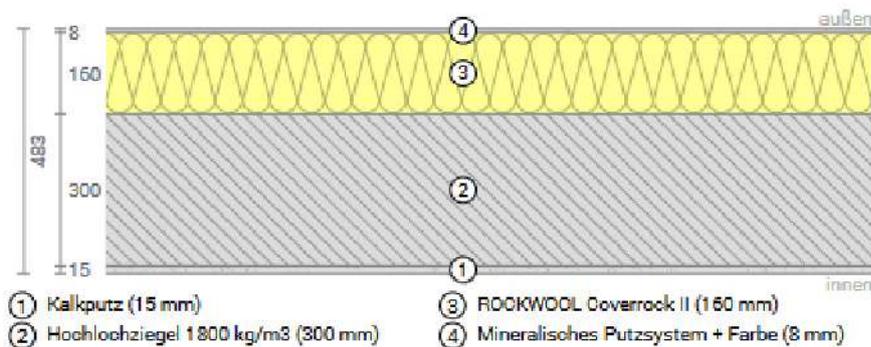


#### Feuchteschutz

Kein Tauwasser

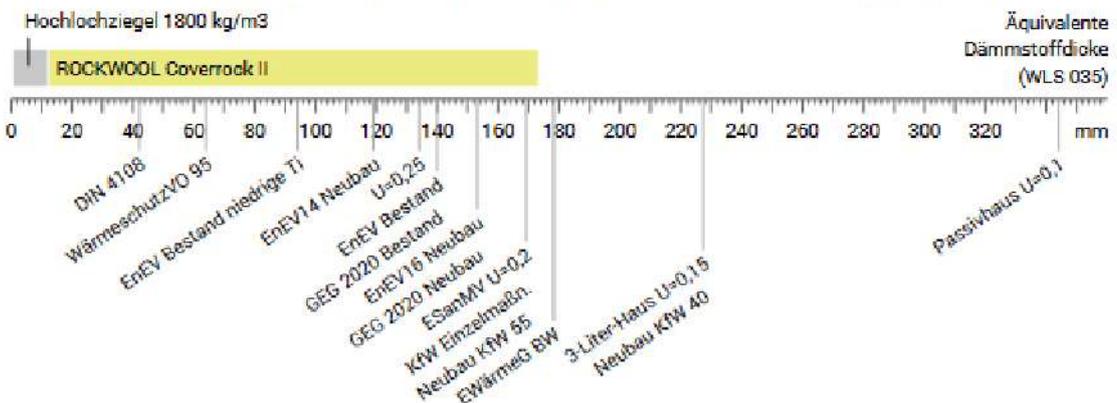
#### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100  
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen: 523 kJ/m²K



#### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 18,8°C / -4,8°C

sd-Wert: 2,0 m  
Trocknungsreserve: 4357 g/m²a

Dicke: 48,3 cm  
Gewicht: 591 kg/m²  
Wärmekapazität: 588 kJ/m²K

GEG 2020 Bestand     BEG Einzelmaßn.     GEG 2020 Neubau     DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 80% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG 2020 Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

#### 4.5 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 3

Vorgeschlagene Maßnahme: Dämmung der Wand mit einem WDVS

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 300.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	1,84	75	1.990,83	274.734,54
<b>U-Wert, Neu</b>	0,20	75	1.990,83	29.862,45
<b>Differenz</b>	1,64			244.872,09

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$274.734,54 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 29.946,06 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$29.862,45 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 3.522,01 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

Investitionssumme	300.000 EUR
Energiekosteneinsparung	26.691,06 EUR/a (244.872,09 kWh * 0,109 €)
Amortisation	300.000 EUR : 26.691,06 EUR/a = 11,24 a

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 300.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 45.000 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

### 4.6 U-Wert Variante 4 – Hier: Dämmung der Dächer



Alle Angaben ohne Gewähr

## Flachdach mit Aufsparrendämmung

Flachdach  
erstellt am 4.5.2023

### Wärmeschutz

$U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



sehr gut

mangelhaft

### Feuchteschutz

Trocknungsreserve:  $1 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$   
(führt zur Abwertung)  
Kein Tauwasser

sehr gut

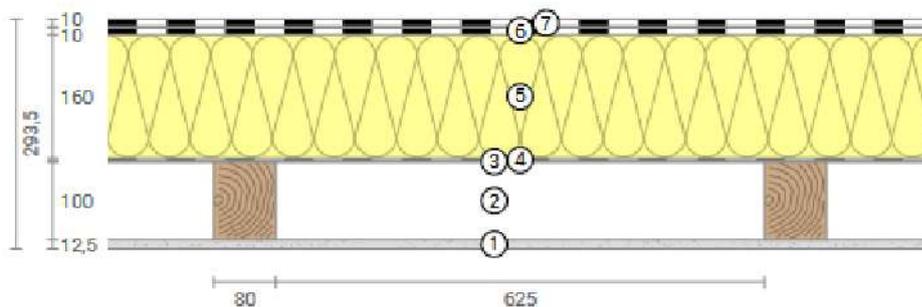
mangelhaft

### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 6,4  
Phasenverschiebung: 7,8 h  
Wärmekapazität innen:  $20 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

sehr gut

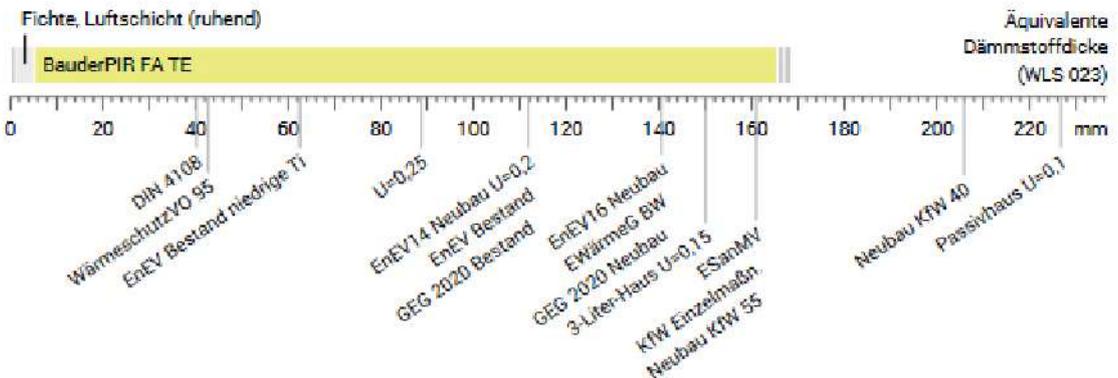
mangelhaft



- ① Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ② Luftschicht (100 mm)
- ③ OSB/3 (0,5 mm)
- ④ Dampfbremse  $sd=5$
- ⑤ BauderPIR FA TE (160 mm)
- ⑥ Bitumen-Dachbahn
- ⑦ Bitumen-Dachbahn

### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit  $0,023 \text{ W}/\text{mK}$ .



Raumluft:  $20,0^\circ\text{C} / 50\%$

Außenluft:  $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$

Oberflächentemp.:  $19,2^\circ\text{C} / -4,9^\circ\text{C}$

$sd$ -Wert: 3105,3 m

Dicke: 29,4 cm

Gewicht:  $43 \text{ kg}/\text{m}^2$

Wärmekapazität:  $48 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

- GEG 2020 Bestand
- BEG Einzelmaßn.
- GEG 2020 Neubau
- DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 80% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG20 Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

#### 4.7 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 4

Vorgeschlagene Maßnahme: Dämmung der Dächer

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 350.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	0,42	75	1.079,70	34.010,55
<b>U-Wert, Neu</b>	0,13	75	1.079,70	10.527,08
<b>Differenz</b>	0,29			23.483,47

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$34.010,55 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 3.707,15 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$10.527,08 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 1.147,45 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

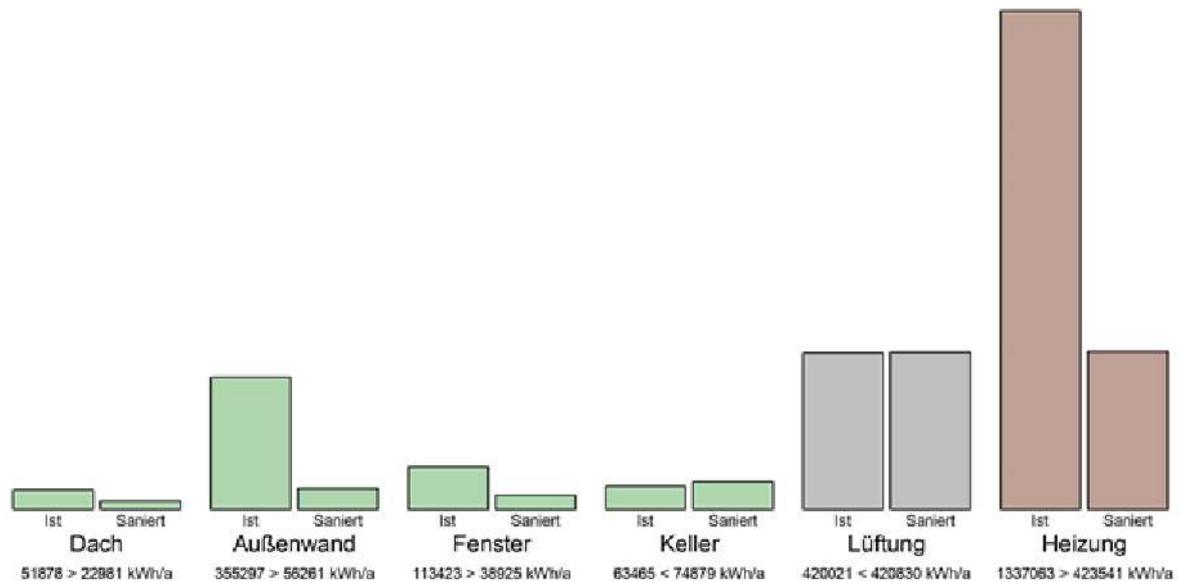
Investitionssumme	350.000 EUR
Energiekosteneinsparung	2.559,70 EUR/a (23.483,47 kWh * 0,109 €)
Amortisation	350.000 EUR : 2.559,70 EUR/a = 136,73 a

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 350.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 52.500 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

#### 4.8 Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand

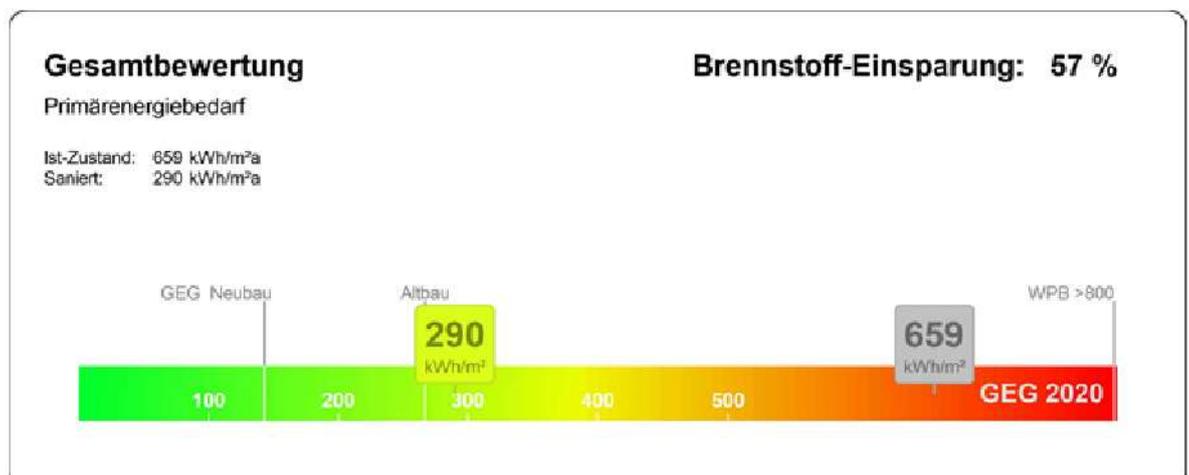
Nach Umsetzung der Varianten reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 57 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2195916 kWh/Jahr reduziert sich auf 944225 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1251691 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 271322 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 290 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 21

## 5.0 Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fasst Förderprogramme zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zusammen und unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM - BAFA)

Die Antragstellung im Förderprogramm BEG EM ist zum 1. Januar 2021 in der Zuschussvariante beim BAFA gestartet.

Die BEG WG und BEG NWG (Zuschussförderung für Kommunen und Kreditvariante) werden durch die KfW gefördert.

## 5.1 KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

### 5.1.1 Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Wohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzhaus	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit	Betrag je Wohneinheit
Effizienzhaus 40	20 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 24.000 Euro
Effizienzhaus 40 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	25 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 37.500 Euro
Effizienzhaus 55	15 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 18.000 Euro
Effizienzhaus 55 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	20 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 30.000 Euro
Effizienzhaus 70	10 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 12.000 Euro
Effizienzhaus 70 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	15 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 22.500 Euro
Effizienzhaus 85	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus 85 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem zusätzlichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss gefördert werden.

Immobilie	Max. förderfähige Kosten	Tilgungszuschuss
Ein- und Zweifamilienhäuser, Doppel- o. Reihenhauser	10.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 5.000 Euro
Mehrfamilienhäuser mit 3 oder mehr Wohneinheiten	4.000 Euro je Wohneinheit, bis zu 40.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 20.000 Euro

### 5.1.2 Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten orientiert sich an der Nettogrundfläche (relevant ist die NGF innerhalb der beheizten Gebäudehülle) des Gebäudes: Bis zu 2.000 Euro pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, insgesamt maximal 10 Mio. Euro sind förderfähig. Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem alternativ mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzgebäude	Tilgungszuschuss in %
Effizienzhaus 40	20 %
Effizienzhaus 40 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	25 %
Effizienzhaus 55	15 %
Effizienzhaus 55 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	20 %
Effizienzhaus 70	10 %
Effizienzhaus 70 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	15 %
Effizienzhaus Denkmal	5 %
Effizienzhaus Denkmal EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	10 %

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem Rechnungsbetrag von 10 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal 40.000 Euro pro Vorhaben gefördert werden. Davon 50 % als Tilgungszuschuss, also bis zu 20.000 Euro.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Atlantik	Seite: 24

## 5.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Förderfähig sind alle Maßnahmen an Gebäuden, die die Energieeffizienz verbessern. Darüber hinaus lässt sich die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten bezuschussen. Die Förderung ist an bestimmte Randbedingungen / Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmen geknüpft. Nachfolgend eine Übersicht zum Fördergegenstand der BEG EM (Liste nicht vollständig):

- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle wie z.B.:
  - Dämmung der Gebäudehülle (von Außenwänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen)
  - Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Fenstern und Außentüren
  - Ersatz oder erstmaligen Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit optimierter Tageslichtversorgung
- Einbau von Anlagentechnik im Bestand (außer Heizung) wie z.B.:
  - Einbau, Austausch oder Optimierung raumluftechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung;
  - Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung („Efficiency Smart Home“) oder des angeschlossenen (förderfähigen) Gebäudenetzes
- Einbau von Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung im Bestand wie z.B.:
  - Solarkollektoranlagen
  - Biomasseheizungen (jahreszeitbedingter Raumheizungsnutzungsgrad (E-TAs) mindestens 81 %, Staub-Emissionsgrenzwert max. 2,5 mg/m<sup>3</sup>) nur in Kombination mit Solarthermie oder Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und/oder Raumheizungsunterstützung
  - Wärmepumpen (Jahresarbeitszahl mind. 2,7)
  - Stationäre Brennstoffzellenheizungen (Betrieb nur mit grünem Wasserstoff oder Biomethan)
  - Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes
  - Anschluss an ein Gebäudenetz oder Wärmenetz
- Optimierung der Heizung im Bestand wie z.B.:
  - hydraulische Abgleich der Heizungsanlage
  - der Austausch von Heizungspumpen sowie der Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung
  - Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur bei Gebäudenetzen im Sinne der Richtlinien

### 5.2.1 Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG EM für Wohn- und Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg).

Gefördert wird mit einem Zuschuss auf die anrechenbaren förderfähigen Kosten.

## Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg)

<p style="color: white; font-weight: bold;">Gebäudehülle</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Anlagentechnik</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Wärmeerzeuger</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">bis zu 40 %</p>	<p style="color: white; font-weight: bold;">Heizungsoptimierung</p>  <p style="color: white; font-weight: bold; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 5px;">15 %</p>
---	---	--	--

+ bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0)

Quelle: BAFA

## 6.0 Zusammenfassung

Für das Hotel Atlantik soll ein konkretes und umsetzbares Sanierungskonzept (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet werden.

Gem. vorliegenden Bestandsunterlagen sowie der Erstbegehung zur Bestandsaufnahme von energetischen Kennzahlen der Gebäudehülle, ist das Hotel Atlantik in einem, dem Baujahr entsprechend, „schlechten“ energetischen Zustand.

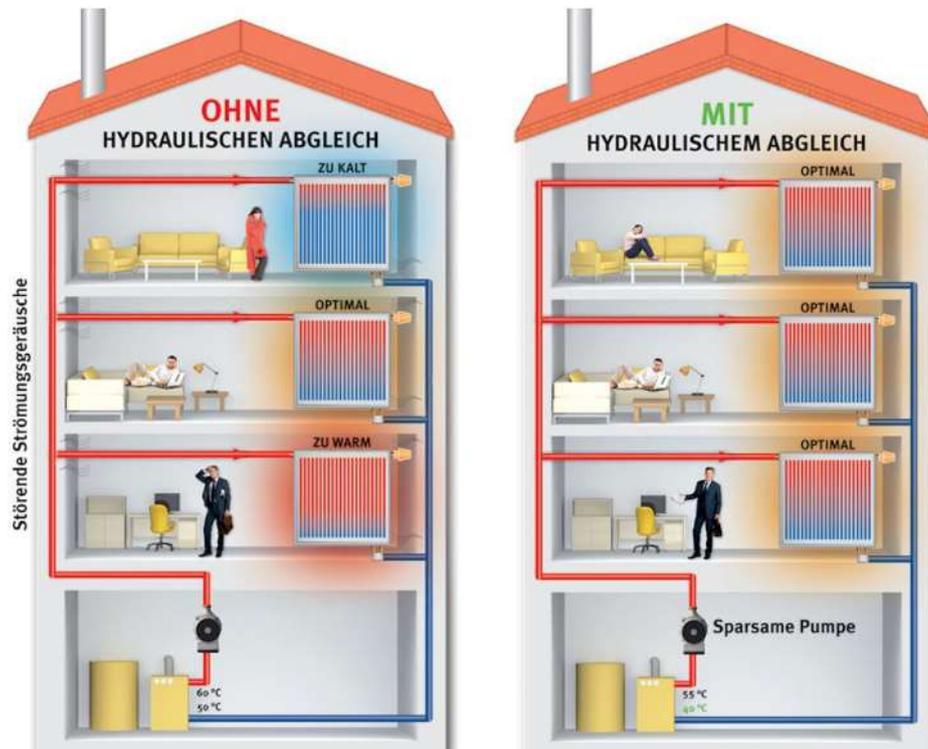


Bei der Begehung wurde festgestellt, dass Rohrleitungen im Heizungsraum (unbeheizt) z.T. nicht gedämmt sind. Dies führt zu enormen Energieverlusten, gerade in Kombination mit hohen Vor- und Rücklauftemperaturen (siehe Aufnahme der Wärmebildkamera). Gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist es Pflicht, Rohrleitungen in unbeheizten Räumen entsprechend mit Dämmung zu versehen.

Die Dächer sind weitestgehend, gem. vorliegenden Informationen zum Bestand sowie zu etwaigen Sanierungen, mit einer Dämmung ausgestattet. Welche Dammschichtdicke hierbei verbaut wurde, ist nicht ersichtlich. Gemäß vorliegenden Bestandsunterlagen wurde das monolithische Mauerwerk ohne Dämmung ausgeführt. Die Fenster wurden nur z.T. über die Jahre erneuert. Des Weiteren weisen einige vorhandene Holzrahmenfenster einen schadhaften Anstrich auf (siehe Anlage A01). Das Holz ist somit nicht vollumfänglich gegen Witterungseinflüsse geschützt und es kann zu weiteren Schädigungen, wie z.B. Rissbildungen, kommen. Die Dämmung im Bereich der Fußböden ist unbekannt.

Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle zur Verbesserung des bestehenden energetischen Zustands ist aufgrund der vorhandenen Bauweise weitestgehend gut umsetzbar. Das vorhandene Außenmauerwerk kann mit einem Wärmedämmverbundsystem ausgestattet werden und kann dabei den aktuellen optischen Charakter weitestgehend behalten, bzw. zum Großteil nachgebildet werden. Noch nicht sanierte Fenster sowie Dachflächen können entsprechend ausgetauscht und erneuert werden.

Unabhängig von einer Sanierung der Gebäudehülle, ist zudem ein hydraulischer Abgleich im Bestand zu empfehlen. Durch den hydraulischen Abgleich wird jeder Heizkörper im Gebäude mit der gleichen Wassermenge bedient.



Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Die Vorteile eines hydraulischen Abgleichs:

- Alle Räume werden gleichmäßig beheizt
- Minimierung von Strömungsgeräuschen
- Die Thermostatventile funktionieren effizienter
- Die Pumpe verbraucht weniger Strom
- Die Heizung, z.B. ein Brennwertkessel, verbraucht weniger Brennstoff

*i. A. P. Hentschel*

i.A. Paul Hentschel B. Eng.

## Anlage A01 Fotodokumentation

### a. Hotel Atlantik

#### Bild 1

Übersicht



#### Bild 2

Übersicht

Südseite

Eingangsbereich



**Bild 3**

Übersicht

Südseite

Eingangsbereich



**Bild 4**

Übersicht

Ostseite



**Bild 5**

Übersicht

Nordseite



**Bild 6**

Übersicht

Nordseite

(Innenhof)



**Bild 7**

Übersicht

Nordseite

(Innenhof)



**Bild 8**

Übersicht

Westseite

(Innenhof)



**Bild 9**

Übersicht

Westseite

(Innenhof)



**Bild 10**

Übersicht  
(Eingangsbereich)

Holzrahmenfenster  
Gaststätte Delfter  
Stube



### Bild 11

Übersicht  
(Ostseite)

Holzrahmenfenster  
Gaststätte Delfter  
Stube / Thekenbereich



### Bild 12

Übersicht  
(Ostseite)

Holzrahmenfenster  
Gaststätte Delfter  
Stube / Thekenbereich

Diverse Rissbildungen  
im Bereich der Fassade  
vorhanden



### Bild 13

Übersicht  
(Ostseite)

Holzrahmenfenster  
Gaststätte Delfter  
Stube / Thekenbereich

Fenster weist schadhaf-  
ten Anstrich auf



### Bild 14

Nordseite (Innenhof)

Im KG-Bereich sind z.T.  
noch Glasbausteine  
vorhanden (unbeheizter  
Bereich)



**Bild 15**

Holzrahmentür mit  
Einscheibenverglasung



**Bild 16**

Holzrahmenfenster mit  
Einscheibenverglasung



**Bild 17**

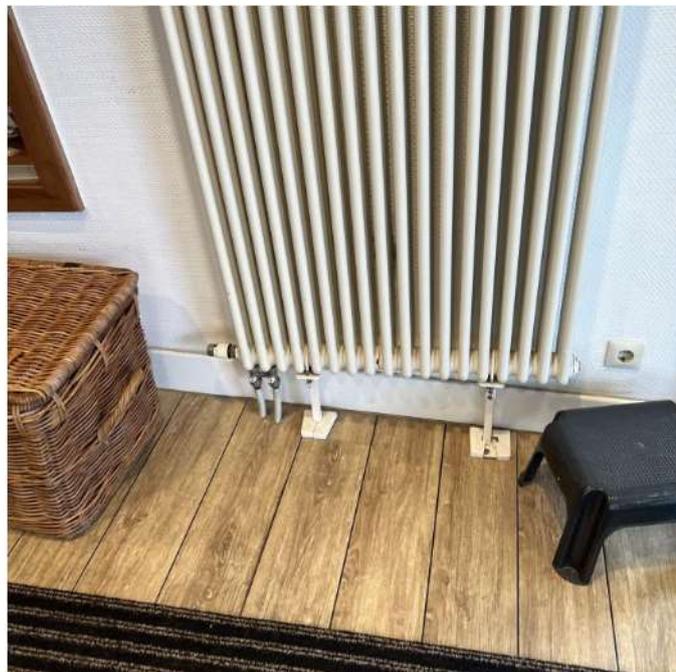
Hotelzimmer

Kunststofffenster mit  
Zwangsbelüftung  
(Regulierung der Zuluft)



**Bild 18**

Heizkörper mit  
Thermostatventil (alt)



**Bild 19**

Heizkörper mit  
Thermostatventil (alt)



**Bild 20**

Heizkörper mit  
Thermostatventil (alt)



**Bild 21**

Heizkörper mit  
Thermostatventil (alt)



**Bild 22**

Große Fensterfassade  
in der Penthouse Wohn-  
ung im 4. OG

Zwei-Scheiben-Isolier-  
verglasung



### Bild 23

Rundbogenfenster Ein-  
scheiben-Verglasung



### Bild 24

Übersicht

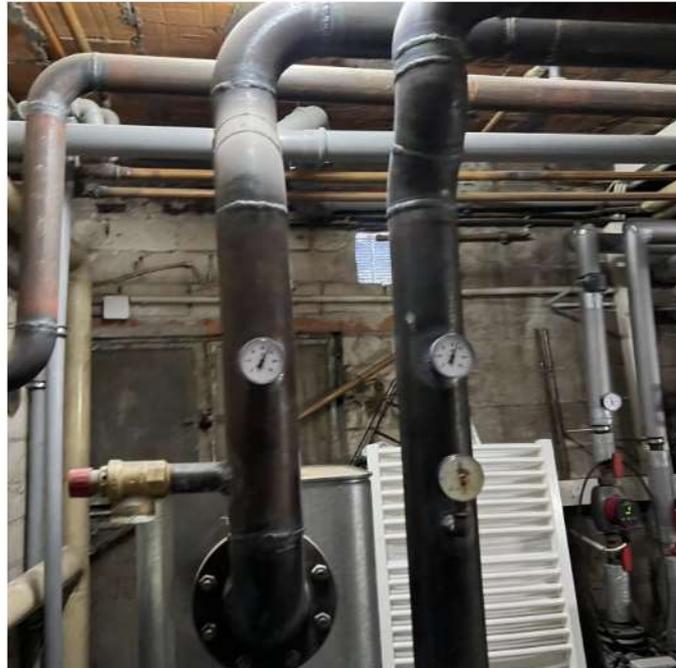
Heizungsraum

2 x 250 kW Doppelkes-  
selanlage inkl. Speicher



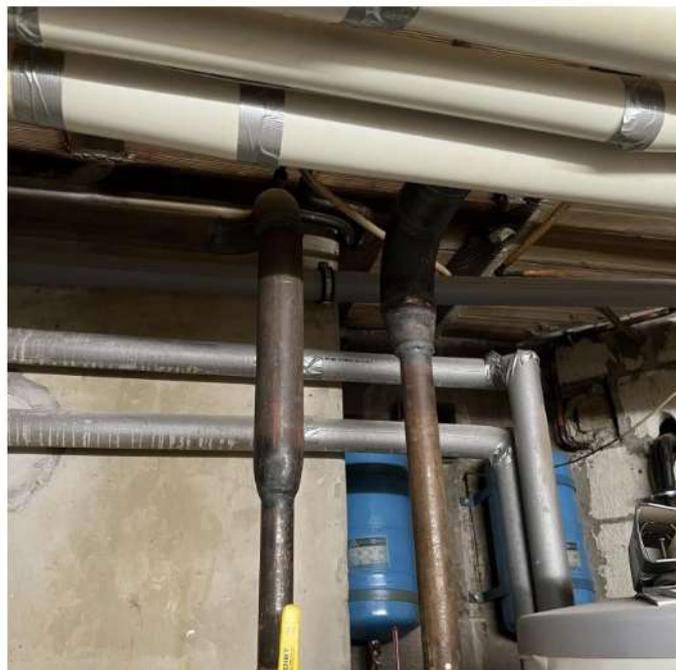
### Bild 25

Ungedämmte Heizungsrohre mit hohen Vor- und Rücklauftemperaturen



### Bild 26

Ungedämmte Heizungsrohre mit hohen Vor- und Rücklauftemperaturen



**Bild 27**

Ungedämmte Heizungsrohre mit hohen Vor- und Rücklauftemperaturen



**Bild 28**

Wärmebildaufnahmen der ungedämmten Rohrleitungen



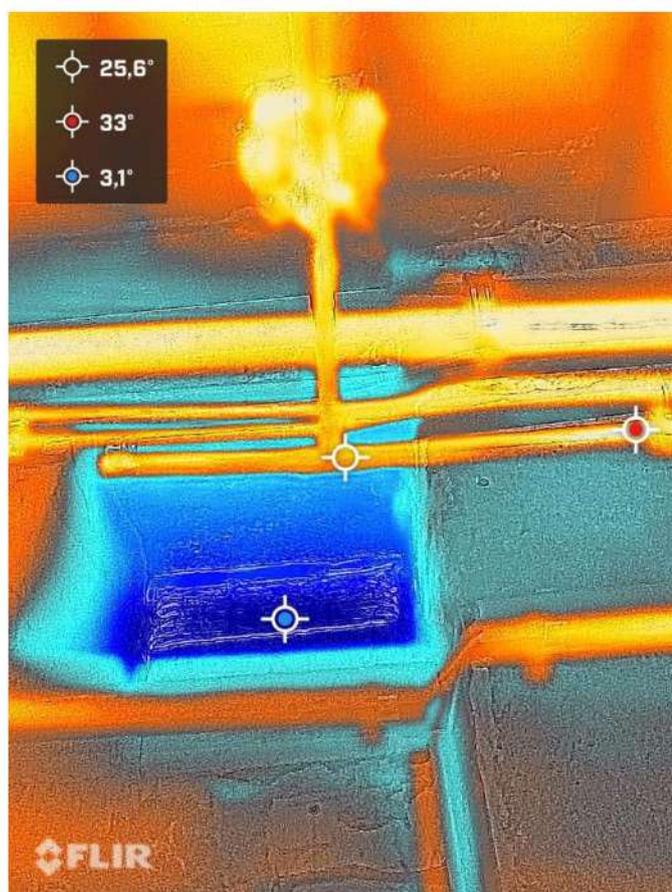
**Bild 29**

Wärmebildaufnahmen  
der ungedämmten  
Rohrleitungen



**Bild 30**

Wärmebildaufnahmen  
der ungedämmten  
Rohrleitungen



**Bild 31**

Wärmebildaufnahmen  
der ungedämmten  
Rohrleitungen



**Bild 32**

Gaskesselanlage für  
anderen Nutzungs-  
bereich



**Bild 33**

Gaskesselanlage für  
anderen Nutzungs-  
bereich



**Bild 34**

Durchlauferhitzer im  
Badezimmer Pent-  
house Wohnung



Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, Langenweg 26, 26125 Oldenburg

Averdung Ingenieur & Berater GmbH  
Dipl.-Phys. Philipp Lieberodt  
Planckstraße 13  
22765 Hamburg

**ib** – Beratende Ingenieure im Bauwesen

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schmeling  
Dipl.-Ing. Edzard Wulf

Prokurist:  
Dipl.-Ing. Jürgen Janßen

Langenweg 26 - 26125 Oldenburg  
Tel. 0441 / 361 59 -0

Schweckendieckplatz 5 - 26721 Emden  
Tel. 0441 / 361 59 -200

Kutterstraße 3 - 26386 Wilhelmshaven  
Tel. 0441 / 361 59 -250

Hafenstr. 15 – 26789 Leer  
Tel. 0441 / 361 59 -260

[www.broeggelhoff.de](http://www.broeggelhoff.de)

Ihr Ansprechpartner:  
Paul Hentschel B. Eng.  
Tel.: 0441-36 159 0  
E-Mail: [p.hentschel@broeggelhoff.de](mailto:p.hentschel@broeggelhoff.de)

**22047: Kurviertel Stadt Borkum  
Energetisches Sanierungskonzept**

## **E n e r g e t i s c h e s S a n i e r u n g s k o n z e p t**

Kurviertel Stadt Borkum

aufgestellt: 05. Mai 2023

Diese Stellungnahme umfasst 38 Seiten (inkl. Anlagen).

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 2

## Inhalt

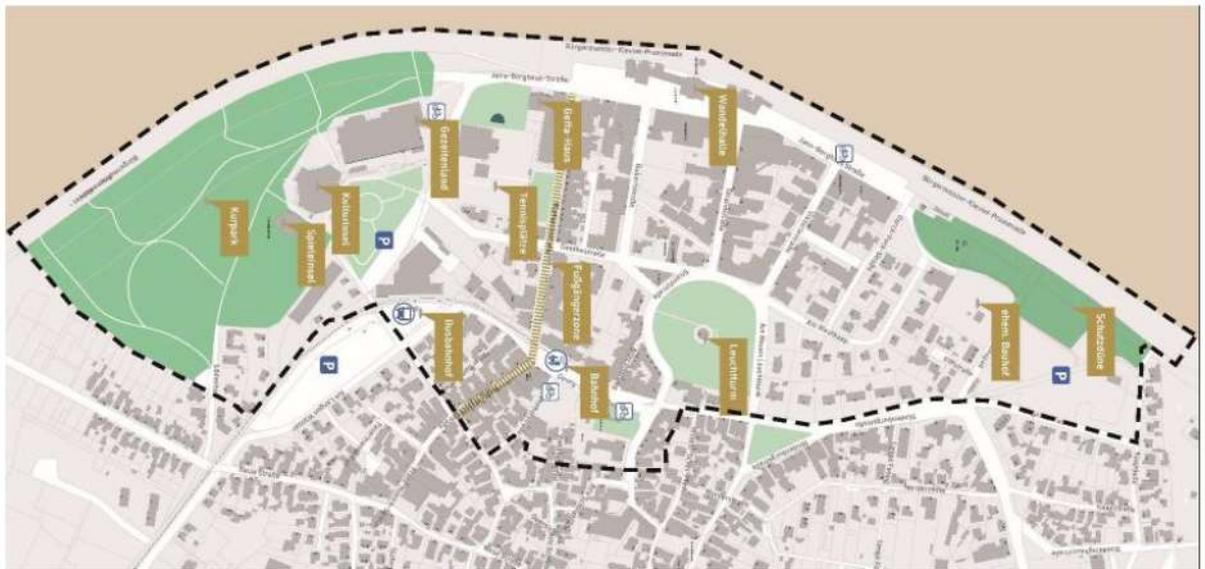
<b>1.0</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Ortstermine der Bestandsaufnahme .....	4
1.3	Beschreibung des Bauwerks – Hier: Hotel Rote Erde .....	4
<b>2.0</b>	<b>Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise</b> .....	<b>5</b>
2.1	Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	5
2.2	Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen.....	5
2.3	Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	6
<b>3.0</b>	<b>Bewertung – Ist Zustand</b> .....	<b>7</b>
3.1	U-Werte – Ist Zustand.....	8
3.2	Anlagentechnik – Ist Zustand.....	10
3.3	Energiebilanz – Ist Zustand .....	10
<b>4.0</b>	<b>Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen</b> .....	<b>12</b>
4.1	U-Wert Variante 1 – Hier: Zusätzliche Hohlschichtdämmung, wenn möglich .....	12
4.2	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1 .....	13
4.3	U-Wert Variante 2 – Hier: Dämmung Wand mit einem Wärmedämmverbundsystem .....	14
4.4	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2 .....	15
4.5	Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand – Variante 1 .....	16
4.6	Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand – Variante 2 .....	17
<b>5.0</b>	<b>Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023</b> .....	<b>18</b>
5.1	KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) .....	19
5.1.1	Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW) .....	19
5.1.2	Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW) .....	20
5.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).....	21
5.2.1	Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA) .....	22
<b>6.0</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>23</b>
<b>Anlage A01</b>	<b>Fotodokumentation</b> .....	<b>25</b>
<b>a.</b>	<b>Hotel Rote Erde</b> .....	<b>25</b>

## 1.0 Allgemeines

### 1.1 Einleitung

Im Zuge der Zielsetzung die Insel Borkum bis 2030 klimaneutral zu gestalten, wurde die Ingenieurbüro Bröggelhoff GmbH von Averdung Ingenieur & Berater GmbH beauftragt, für 6 ausgewählte typische oder ortsprägende Objekte im Kurviertel Borkum energetische Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit zu erstellen.

Die Insel Borkum ist die größte und westlichste der ostfriesischen Inseln und ein beliebtes Reiseziel für Touristen. Das Kurviertel auf Borkum ist ein historischer Teil der Insel und liegt direkt an der Strandpromenade und ist somit nicht nur ein wichtiger Teil von Borkum, sondern auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Insel. Es zieht das ganze Jahr über Touristen an und bietet eine Vielzahl von Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten.



Quelle: BPW Stadtplanung – Kurviertel Borkum

Für die Erstellung der energetischen Sanierungskonzepte wird für jedes Gebäude eine Bestandsaufnahme der energetischen Kennzahlen zur Gebäudehülle und Anlagentechnik vor Ort durchgeführt. Anschließend an die Bestandsaufnahme erfolgt eine Ist-Zustandserfassung mittels Wärmeschutzberechnung. Für die jeweiligen Gebäude werden konkrete und umsetzbare Sanierungsmaßnahmen (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 4

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle ist ein wichtiger Bestandteil zur Erreichung der Ziele der Klimaneutralität. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle trägt dazu bei, den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren.

Zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle gehören Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern und Türen gegen energieeffiziente Modelle sowie die Gebäudedichtheit. Durch diese Maßnahmen wird der Wärmeverlust des Gebäudes reduziert und damit der Heizbedarf gesenkt. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle kann nicht nur zur Senkung der Energiekosten beitragen, sondern auch den Wohnkomfort steigern. Durch die Dämmung wird beispielsweise die Raumtemperatur konstant gehalten und somit ein angenehmes Raumklima geschaffen.

## 1.2 Ortstermine der Bestandsaufnahme

26.01.2023 – 28.01.2023

Paul Hentschel, B. Eng.

## 1.3 Beschreibung des Bauwerks – Hier: Hotel Rote Erde

Bei dem zu betrachtenden Gebäude handelt es sich um das Hotel Rote Erde an der Strandstraße 30 auf der Insel Borkum. Das Gebäude besteht aus sechs Geschossen, dem Kellergeschoss, dem Erdgeschoss sowie aus dem 1.Obergeschoss – 4.Obergeschoss. Ein Teilbereich vom Keller ist unbeheizt.

Außenwände (allgemein)	- zweischaliges Mauerwerk (d = 42,5 cm) ohne Dämmung und einer Luftschicht (d = 7-8 cm) oder monolithisches Mauerwerk (d = 42,5 cm)
KG-Wände	- Stahlbeton (d = 36,5 cm) oder wie Außenwände allgemein (s.o.)
Böden allg.	- Stahlbeton inkl. schwimmenden Estrich (Dämmung nicht bekannt)
Fenster	- Kunststofffenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, 2016 fand eine umfassende Sanierung statt
Dach	- Kehlbalkenkonstruktion (Flachdach) inkl. Dämmung (d = nicht messbar), z.T. wurden Dachsanierungen durchgeführt (2008-2009)

Weitere Informationen zum Bauwerk sind der **Anlage A01** zu entnehmen.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 5

## 2.0 Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise

### 2.1 Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

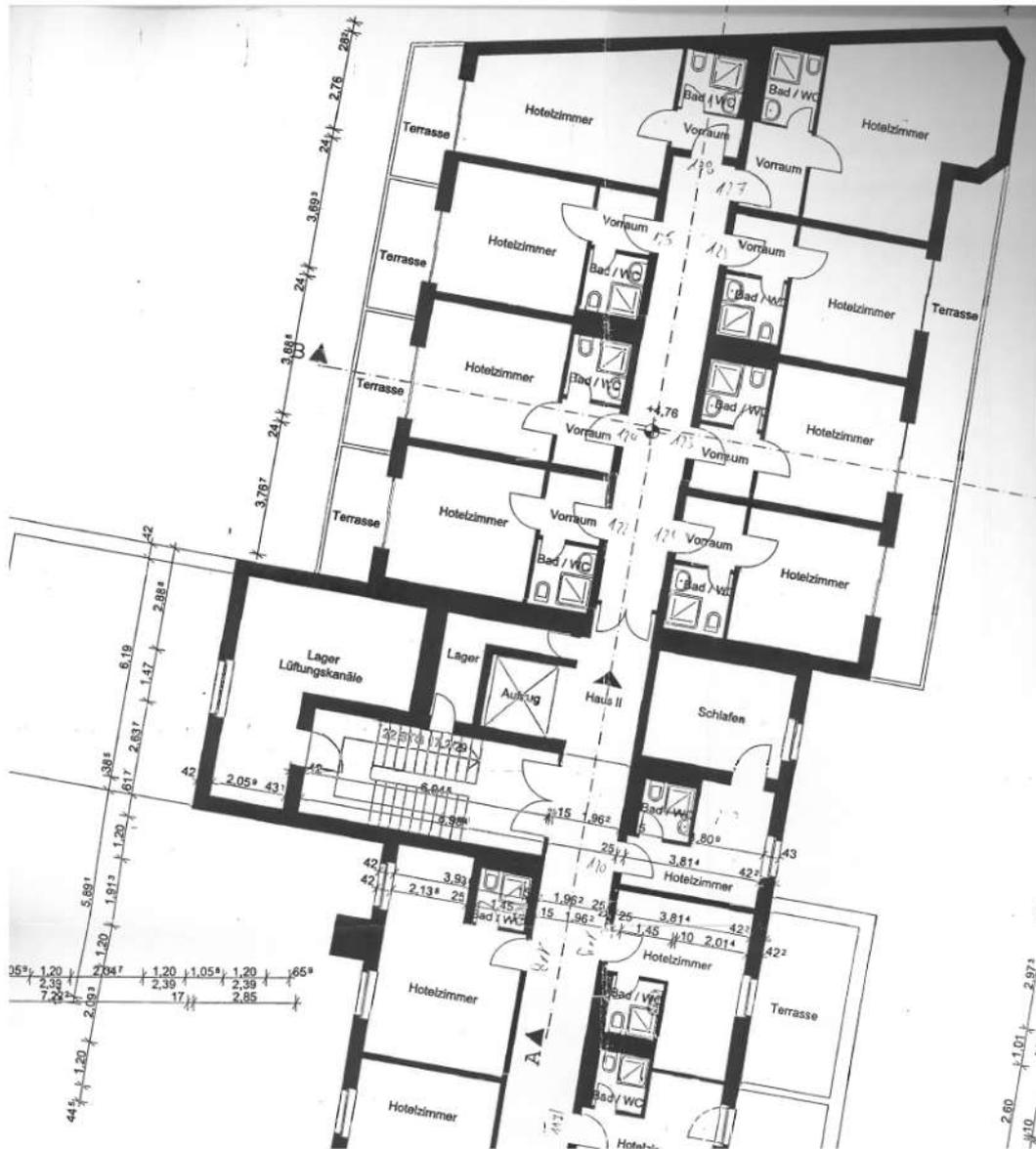
[A] Bestandsunterlagen Grundrisse (KG – 4.OG) ohne Maßstab

### 2.2 Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

GEG		- Gebäudeenergiegesetz
DIN 277	Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
DIN EN 832		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
DIN 4108	Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108	Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
DIN V 4108	Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN V 4108 Bbl 2		- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN ISO 6946		- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1		- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN EN 12524		- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
DIN EN ISO 13370		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
DIN V 18599	Teil 1	- Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599	Teil 2	- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599	Teil 3	- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599	Teil 4	- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599	Teil 5	- Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599	Teil 6	- Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
DIN V 18599	Teil 7	- Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
DIN V 18599	Teil 8	- Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
DIN V 18599	Teil 9	- End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
DIN V 18599	Teil 10	- Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

### 2.3 Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

Für das Hotel Rote Erde liegen zum Zeitpunkt der Erstellung nahezu keine Bestandsunterlagen vor. Lediglich ein Grundrissausschnitt ist dem Ersteller zur Verfügung gestellt worden (siehe folgenden Ausschnitt).



### 3.0 Bewertung – Ist Zustand

Die energetische Bewertung des Ist-Zustands für das Hotel Rote Erde erfolgt gemäß GEG § 50 „Energetische Bewertung eines bestehenden Gebäudes“ für ein Nichtwohngebäude. Es wird der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung sowie für die eingebaute Beleuchtung berechnet.



Hottgenroth Energieberater 18599 – HottCAD 3D Modell

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	28966,7 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	9096,6 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	6474,0 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	1023,7 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	9,4 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Wärmebrückenzuschlag	0,10 W/mK (Bestandsgebäude)
Luftdichtheit	Kategorie III Gebäudebestand

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurde ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von 0,10 W/m<sup>2</sup>K – ohne Wärmebrückennachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2 – angesetzt. Eine Luftdichtheitsmessung (Blower-Door-Test) wurde nicht berücksichtigt.

### 3.1 U-Werte – Ist Zustand

Nachfolgend werden die wesentlichen Feststellungen der Bestandsaufnahme vor Ort zu den jeweiligen Bauteilaufbauten (U-Werte) dargestellt. Zum Teil wurden Bauteilkonstruktionen auf Basis vorliegender Bestandsunterlagen und Annahmen (z.B. mittels Gebäudetypologie / Baujahr etc.) erstellt.

In den Bauteilübersichten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel angesehen werden müssen.

Bauteilbezeichnung : Dach (Annahme)		Fläche / Ausrichtung : 2192,61 m <sup>2</sup>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900,0	0,05
2	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 35,0 cm Konstruktionsholz ruhende Luftschicht (vertikal)	2,40	0,130	500,0 1,0	0,18 0,16
3	Dampfbremse	0,025	0,330	960,0	0,00
4	Gefach - Stützen- / Balkenbreite: 10,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 75,0 cm; um 90° gedreht Konstruktionsholz Mineralische Dämmstoffe WLG 035	10,00	0,130 0,035	500,0 60,0	0,77 2,86
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>m,zul.</sub> = 1,0</b>		<b>R<sub>m</sub> = 2,44</b>
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
	2192,61 m <sup>2</sup>	4,0 %	23,9 kg/m <sup>2</sup>	141,03 W/K INF %	10cm-Regel : 1282 Wh/K 3cm-Regel : 1973 Wh/K
					<b>U-Wert = 0,39 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Außenwand (zweischalig – Annahme)		Fläche / Ausrichtung : 3551,00 m <sup>2</sup>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m <sup>3</sup> )	24,00	0,810	1800,0	0,30
3	schwach belüftete Luftschicht	8,00		1,0	0,09
4	Verblender	11,50	0,580	1400,0	0,20
5	Kunstharzputz	1,50	0,700	1100,0	0,02
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>			<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 0,55</b>
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
	3551,00 m <sup>2</sup>	39,0 %	636,6 kg/m <sup>2</sup>	4923,10 W/K INF %	10cm-Regel : 53266 Wh/K 3cm-Regel : 177552 Wh/K
					<b>U-Wert = 1,39 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung :		Außenwand (Kellergeschoss Annahme)				Fläche / Ausrichtung :		108,33 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,50	1,000	1800,0	0,02				
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m <sup>3</sup> )	24,00	0,810	1800,0	0,30				
3	schwach belüftete Luftschicht	8,00		1,0	0,09				
4	Verblender	11,50	0,580	1400,0	0,20				
5	Kunstharzputz	1,50	0,700	1100,0	0,02				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 1,20</b>		<b>R = 0,55</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13	R <sub>se</sub> = 0,04		
108,33 m <sup>2</sup>	1,2 %	636,6 kg/m <sup>2</sup>	150,19 W/K	INF %	10cm-Regel : 1625 Wh/K 3cm-Regel : 5417 Wh/K	<b>U-Wert = 1,39 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Boden allgemein (Annahme) an unbeh. Keller / Erdreich				Fläche / Ausrichtung :		1357,50 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Zement-Estrich	5,00	1,400	2000,0	0,04				
2	PUR Hartschaumplatten WLG 035	4,00	0,035	25,0	1,14				
3	Beton armiert	14,00	2,500	2400,0	0,06				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> = 0,90</b>		<b>R = 1,23</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,17	R <sub>se</sub> = 0,00		
1357,50 m <sup>2</sup>	14,9 %	437,0 kg/m <sup>2</sup>	966,47 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,71 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Bauteilbezeichnung :		Außentür				Fläche / Ausrichtung :		9,38 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Konstruktionsholz	2,79	0,130	500,0	0,21				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>					<b>R<sub>zul.</sub> =</b>		<b>R = 0,21</b>		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,13	R <sub>se</sub> = 0,04		
9,38 m <sup>2</sup>	0,1 %	14,0 kg/m <sup>2</sup>	24,39 W/K	INF %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 2,60 W/(m<sup>2</sup>K)</b>			

Fenster :		Fenster (Annahme)			
	Verglasung:	2-Scheiben-Isolierverglasung		A <sub>g</sub> = 0,80 m <sup>2</sup>	U <sub>g</sub> = 1,20 W/m <sup>2</sup> K
	Rahmen:	Kunststoffrahmen, 3 Kammern		A <sub>f</sub> = 0,40 m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> = 2,80 W/m <sup>2</sup> K
	Randverbund:	Aluminium		l <sub>g</sub> = 3,60 m	Ψ <sub>g</sub> = 0,06 W/m K
				<b>Fläche</b> A <sub>w</sub> = 1,20 m <sup>2</sup>	<b>U-Wert</b> U <sub>w</sub> = 1,91 W/m <sup>2</sup> K

 Ingenieurbüro Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 10

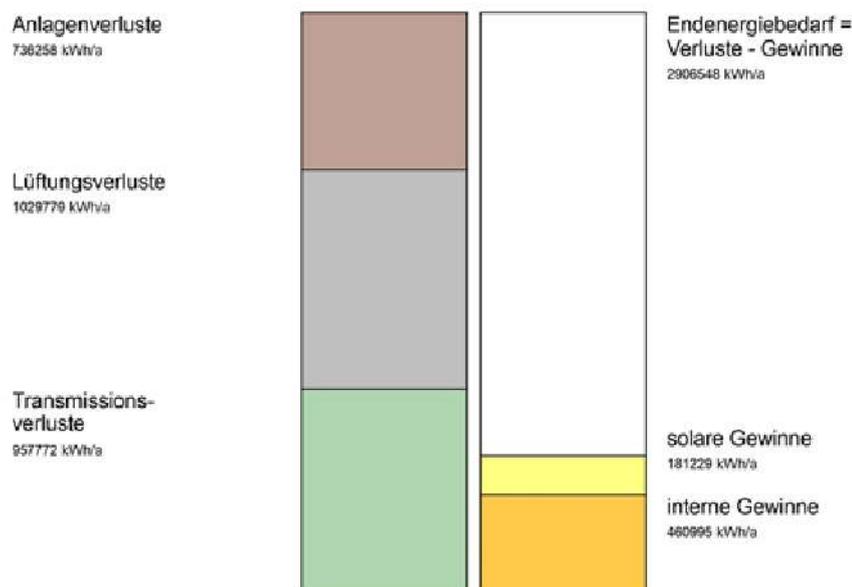
### 3.2 Anlagentechnik – Ist Zustand

Heizung	- Buderus BHKW - 2 x Brennwert Kessel
Warmwasser	- Zentrale Warmwasserbereitung im Bereich der Wohnungen
Kühlung	- Nicht vorhanden / Nicht ersichtlich
Lüftung	- Küche & Saal mit Lüftungsanlage
Beleuchtung	- Größtenteils wurde die Beleuchtung auf LED umgestellt

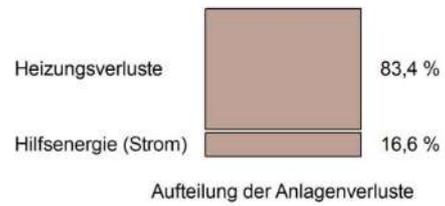
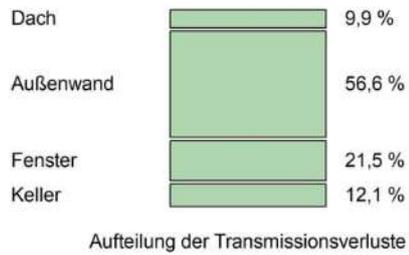
### 3.3 Energiebilanz – Ist Zustand

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

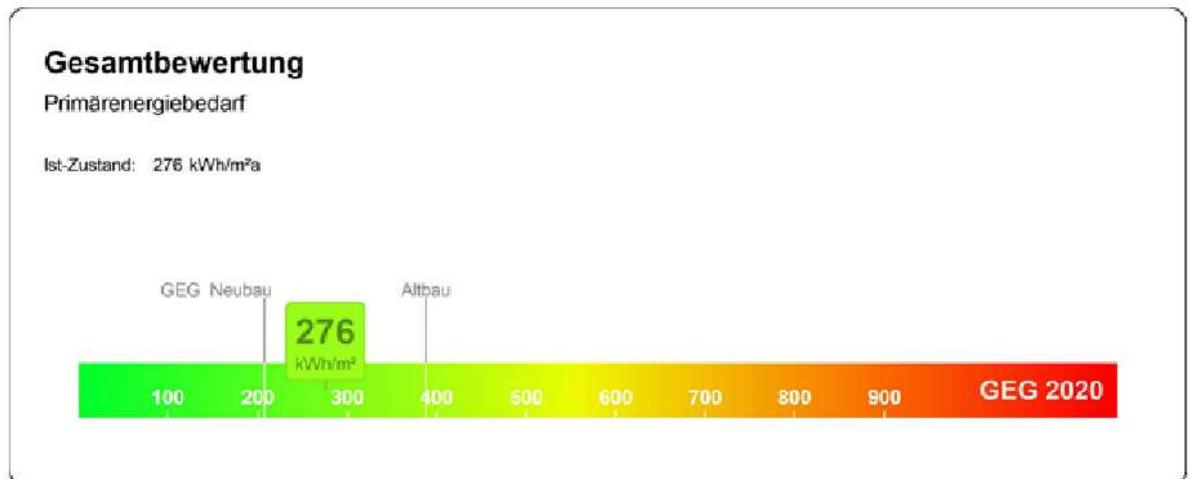
In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können den folgenden Diagrammen entnommen werden. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen.



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 276 kWh/m<sup>2</sup>a.



#### 4.0 Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen

##### 4.1 U-Wert Variante 1 – Hier: Zusätzliche Hohlschichtdämmung, wenn möglich



Alle Angaben ohne Gewähr

### Zweischaliges Mauerwerk (Hohlschichtdämmung)

Außenwand  
erstellt am 4.5.2023

Wärmeschutz

$U = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

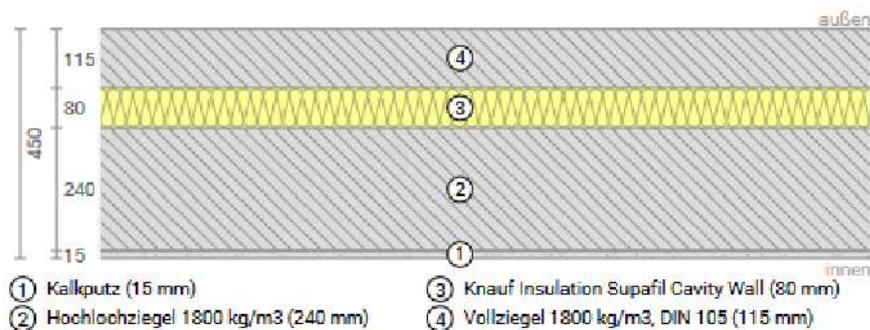
Feuchteschutz

(Tauwasser nur auf Außenschale)

Hitzeschutz

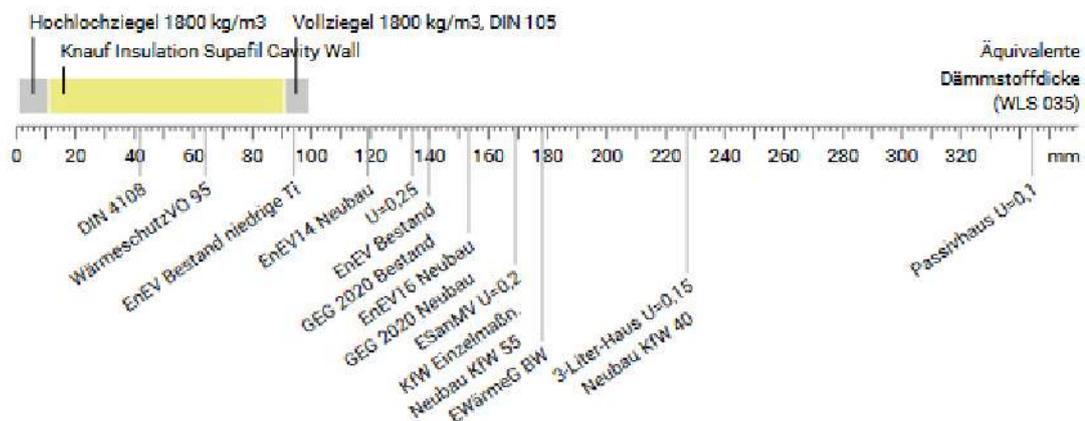
Temperaturamplitudendämpfung:  $>100$   
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen:  $408 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

sehr gut      mangelhaft      sehr gut      mangelhaft      sehr gut      mangelhaft



#### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit  $0,035 \text{ W/mK}$ .



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 18,0°C / -4,7°C

sd-Wert: 2,6 m

Trocknungsreserve: 684 g/m<sup>2</sup>a

Dicke: 45,0 cm

Gewicht: 663 kg/m<sup>2</sup>

Wärmekapazität: 663 kJ/m<sup>2</sup>K

GEG 2020 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2020 Neubau

DIN 4108

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 13

## 4.2 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1

Vorgeschlagene Maßnahme: Zusätzliche Hohlschichtdämmung

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 125.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor F <sub>Gt</sub> [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	1,39	75	3.551,00	370.191,75
<b>U-Wert, Neu</b>	0,33	75	3.551,00	87.887,25
<b>Differenz</b>	1,06			282.304,50

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreiserhöhung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$370.191,75 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 40.350,90 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$87.887,25 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 9.579,71 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

Investitionssumme	125.000 EUR
Energiekosteneinsparung	30.771,19 EUR/a (282.304,50 kWh * 0,109 €)
Amortisation	125.000 EUR : 30.771,19 EUR/a = 4,06 a

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 125.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 18.750 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

### 4.3 U-Wert Variante 2 – Hier: Dämmung Wand mit einem Wärmedämmverbundsystem



Alle Angaben ohne Gewähr

## Monolithisches Mauerwerk mit WDVS

Außenwand  
erstellt am 4.5.2023

### Wärmeschutz

$U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

sehr gut

### Feuchteschutz

Kein Tauwasser

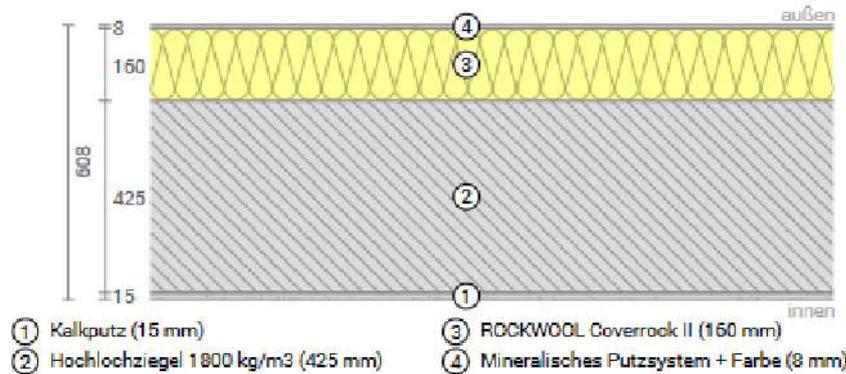
sehr gut

### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100  
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen: 723 kJ/m<sup>2</sup>K

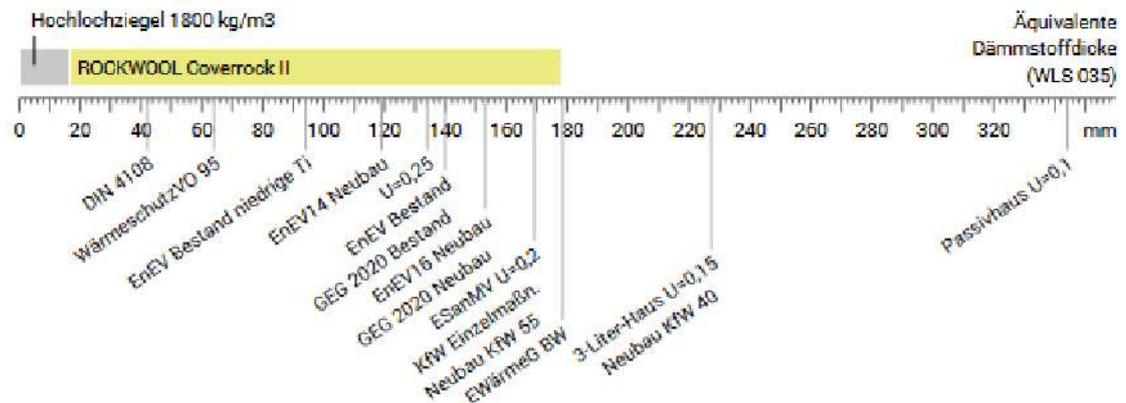
sehr gut

mangelhaft



### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft:	20,0°C / 50%	sd-Wert:	2,6 m	Dicke:	60,8 cm
Außenluft:	-5,0°C / 80%	Trocknungsreserve:	4412 g/m <sup>2</sup> a	Gewicht:	816 kg/m <sup>2</sup>
Oberflächentemp.:	18,8°C / -4,8°C			Wärmekapazität:	813 kJ/m <sup>2</sup> K

- GEG 2020 Bestand     BEG Einzelmaßn.     GEG 2020 Neubau     DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 80% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG20 Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

#### 4.4 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2

Vorgeschlagene Maßnahme: Dämmung der Wand mit einem WDVS

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 550.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	1,39	75	3.551,00	370.191,75
<b>U-Wert, Neu</b>	0,19	75	3.551,00	50.601,75
<b>Differenz</b>	1,20			319.590,00

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreiserhöhung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$370.191,75 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 40.350,90 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$50.601,75 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 5.515,59 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

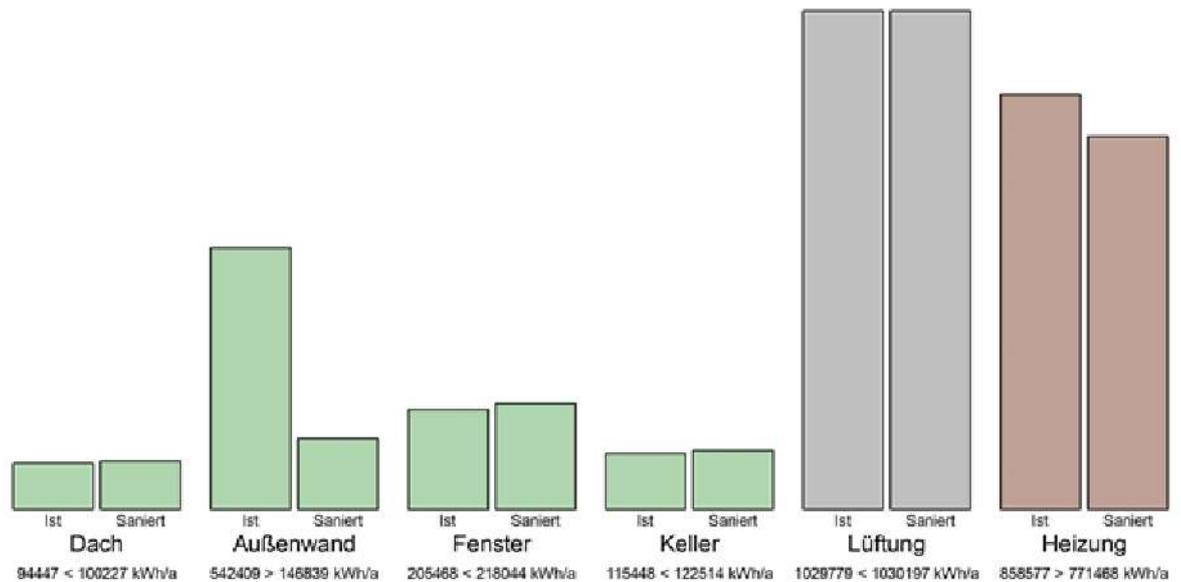
Investitionssumme	550.000 EUR
Energiekosteneinsparung	34.835,31 EUR/a (319.590,00 kWh * 0,109 €)
Amortisation	550.000 EUR : 34.835,31 EUR/a = 15,79 a

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 550.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 82.500 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

#### 4.5 Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand – Variante 1

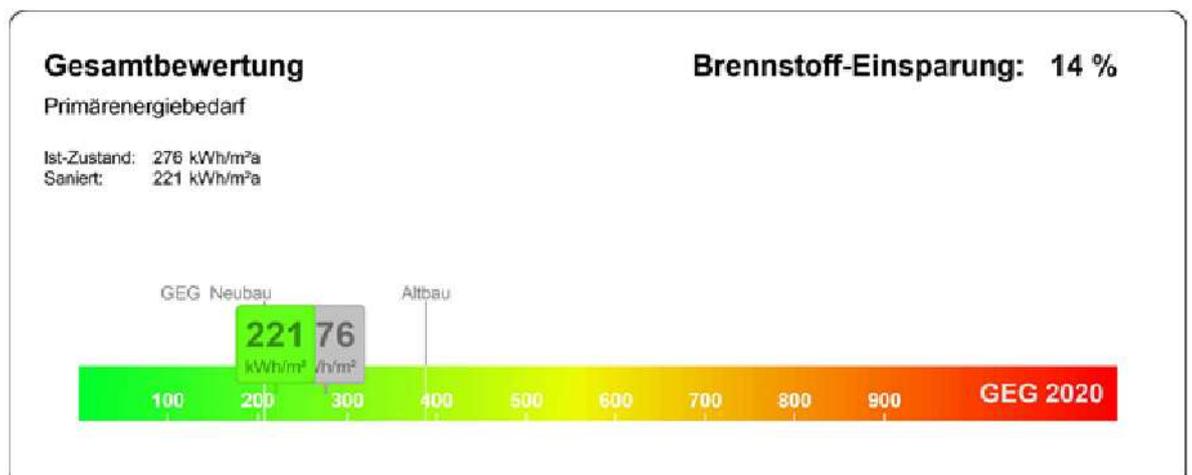
Nach Umsetzung der Varianten reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 14 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2906548 kWh/Jahr reduziert sich auf 2486953 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 419595 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

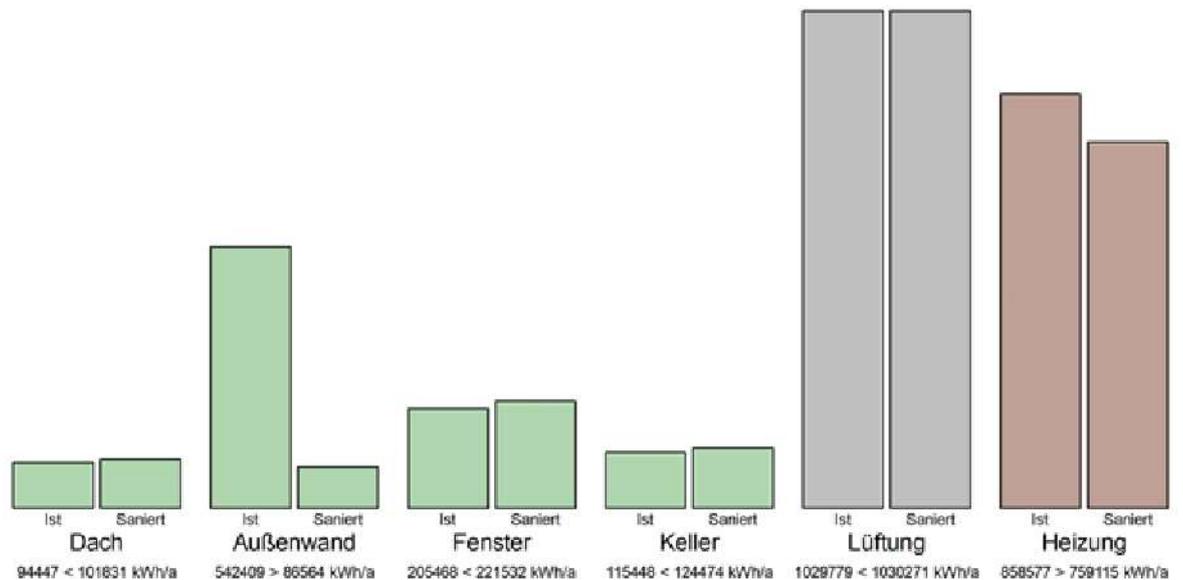
Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 91051 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 221 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



#### 4.6 Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand – Variante 2

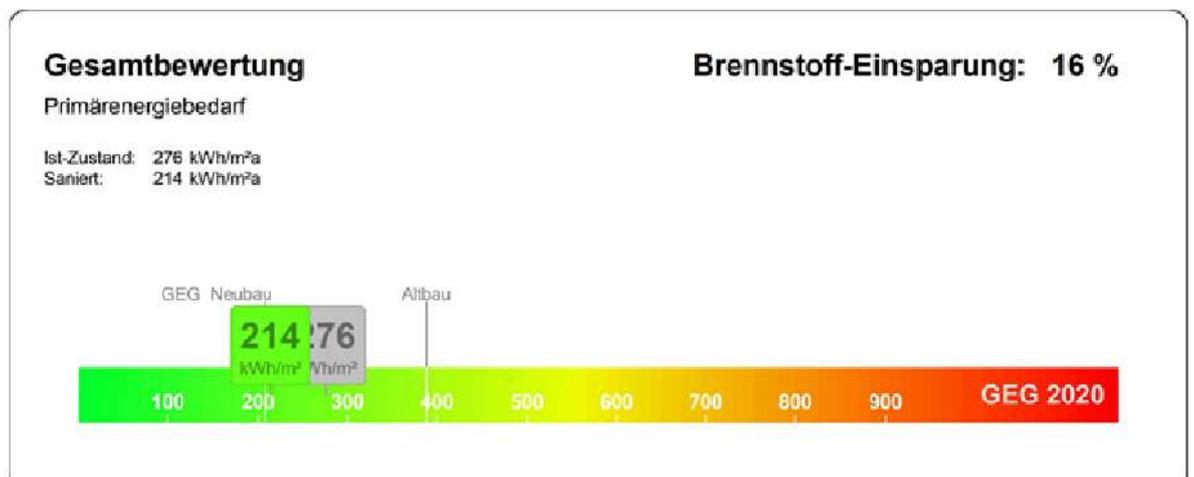
Nach Umsetzung der Varianten reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 16 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2906548 kWh/Jahr reduziert sich auf 2428048 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 478500 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 103831 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 214 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 18

## 5.0 Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fasst Förderprogramme zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zusammen und unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM - BAFA)

Die Antragstellung im Förderprogramm BEG EM ist zum 1. Januar 2021 in der Zuschussvariante beim BAFA gestartet.

Die BEG WG und BEG NWG (Zuschussförderung für Kommunen und Kreditvariante) werden durch die KfW gefördert.

## 5.1 KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

### 5.1.1 Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Wohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzhaus	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit	Betrag je Wohneinheit
Effizienzhaus 40	20 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 24.000 Euro
Effizienzhaus 40 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	25 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 37.500 Euro
Effizienzhaus 55	15 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 18.000 Euro
Effizienzhaus 55 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	20 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 30.000 Euro
Effizienzhaus 70	10 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 12.000 Euro
Effizienzhaus 70 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	15 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 22.500 Euro
Effizienzhaus 85	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus 85 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 20

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem zusätzlichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss gefördert werden.

Immobilie	Max. förderfähige Kosten	Tilgungszuschuss
Ein- und Zweifamilienhäuser, Doppel- o. Reihenhauser	10.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 5.000 Euro
Mehrfamilienhäuser mit 3 oder mehr Wohneinheiten	4.000 Euro je Wohneinheit, bis zu 40.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 20.000 Euro

### 5.1.2 Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten orientiert sich an der Nettogrundfläche (relevant ist die NGF innerhalb der beheizten Gebäudehülle) des Gebäudes: Bis zu 2.000 Euro pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, insgesamt maximal 10 Mio. Euro sind förderfähig. Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem alternativ mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzgebäude	Tilgungszuschuss in %
Effizienzhaus 40	20 %
Effizienzhaus 40 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	25 %
Effizienzhaus 55	15 %
Effizienzhaus 55 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	20 %
Effizienzhaus 70	10 %
Effizienzhaus 70 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	15 %
Effizienzhaus Denkmal	5 %
Effizienzhaus Denkmal EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	10 %

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem Rechnungsbetrag von 10 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal 40.000 Euro pro Vorhaben gefördert werden. Davon 50 % als Tilgungszuschuss, also bis zu 20.000 Euro.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 21

## 5.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Förderfähig sind alle Maßnahmen an Gebäuden, die die Energieeffizienz verbessern. Darüber hinaus lässt sich die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten bezuschussen. Die Förderung ist an bestimmte Randbedingungen / Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmen geknüpft. Nachfolgend eine Übersicht zum Fördergegenstand der BEG EM (Liste nicht vollständig):

- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle wie z.B.:
  - Dämmung der Gebäudehülle (von Außenwänden, Dachflächen, Geschosdecken und Bodenflächen)
  - Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Fenstern und Außentüren
  - Ersatz oder erstmaligen Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit optimierter Tageslichtversorgung
- Einbau von Anlagentechnik im Bestand (außer Heizung) wie z.B.:
  - Einbau, Austausch oder Optimierung raumluftechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung;
  - Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung („Efficiency Smart Home“) oder des angeschlossenen (förderfähigen) Gebäudenetzes
- Einbau von Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung im Bestand wie z.B.:
  - Solarkollektoranlagen
  - Biomasseheizungen (jahreszeitbedingter Raumheizungsnutzungsgrad (E-TAs) mindestens 81 %, Staub-Emissionsgrenzwert max. 2,5 mg/m<sup>3</sup>) nur in Kombination mit Solarthermie oder Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und/oder Raumheizungsunterstützung
  - Wärmepumpen (Jahresarbeitszahl mind. 2,7)
  - Stationäre Brennstoffzellenheizungen (Betrieb nur mit grünem Wasserstoff oder Biomethan)
  - Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes
  - Anschluss an ein Gebäudenetz oder Wärmenetz
- Optimierung der Heizung im Bestand wie z.B.:
  - hydraulische Abgleich der Heizungsanlage
  - der Austausch von Heizungspumpen sowie der Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung
  - Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur bei Gebäudenetzen im Sinne der Richtlinien

### 5.2.1 Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG EM für Wohn- und Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg).

Gefördert wird mit einem Zuschuss auf die anrechenbaren förderfähigen Kosten.

## Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg)

<p>Gebäudehülle</p>  <p><b>15 %</b></p>	<p>Anlagentechnik</p>  <p><b>15 %</b></p>	<p>Wärmeerzeuger</p>  <p><b>bis zu 40 %</b></p>	<p>Heizungsoptimierung</p>  <p><b>15 %</b></p>
---	---	--	--

**+ bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung**

Bundesagentur für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0)

Quelle: BAFA

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Hotel Rote Erde	Seite: 23

## 6.0 Zusammenfassung

Für das Hotel Rote Erde soll ein konkretes und umsetzbares Sanierungskonzept (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet werden.

Gem. vorliegenden Bestandsunterlagen sowie der Erstbegehung zur Bestandsaufnahme von energetischen Kennzahlen der Gebäudehülle, ist das Hotel Rote Erde in einem, dem Baujahr entsprechend, „mäßigen“ energetischen Zustand.

Die Dächer sind, gem. vorliegenden Informationen zu etwaigen Sanierungen, mit einer Dämmung ausgestattet. Die Dachsanierungen haben zwischen 2008 und 2009 stattgefunden. Welche Dammschichtdicke hierbei verbaut wurde, ist nicht bekannt. Gemäß dem Aufmaß vor Ort sowie vorliegenden Bestandsunterlagen handelt es sich ggf. um ein zweischaliges Mauerwerk mit Hohlschicht oder um ein monolithisches Mauerwerk ohne Dämmung. Die Fenster sowie Lichtkuppeln wurden über die Jahre erneuert. 2016 fand eine umfassende Sanierung im / am Hotel statt. Die Dämmung im Bereich der Fußböden ist unbekannt.

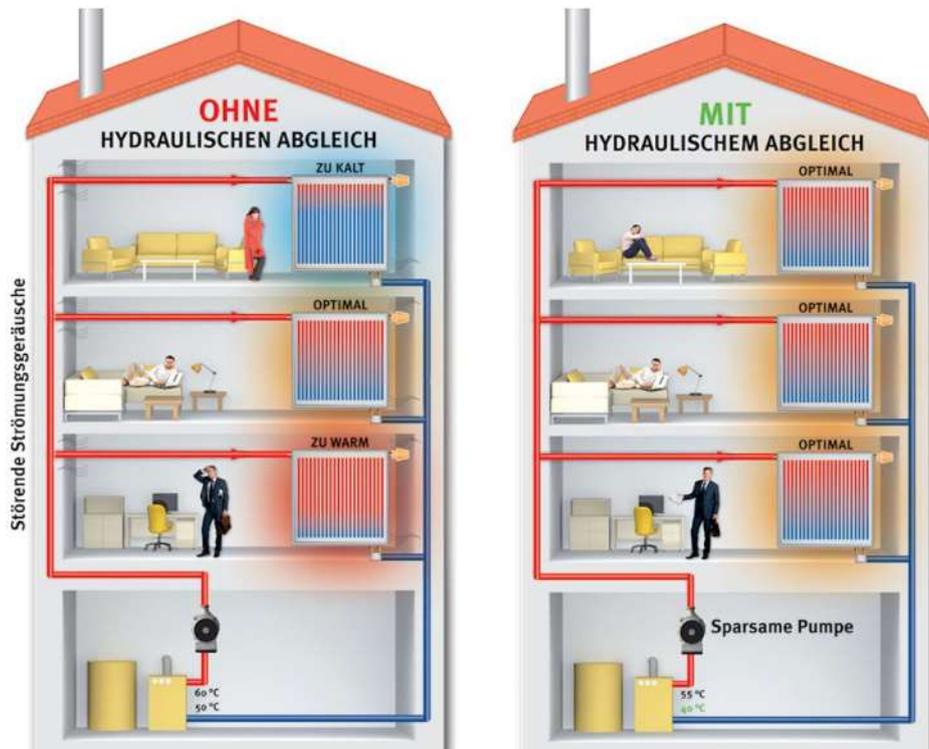
Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle zur Verbesserung des bestehenden energetischen Zustands ist aufgrund der vorhandenen Bauweise weitestgehend gut umsetzbar. Das vorhandene Außenmauerwerk kann mit einem Wärmedämmverbundsystem ausgestattet werden und kann dabei den aktuellen optischen Charakter weitestgehend behalten, bzw. zum Großteil nachgebildet werden.

Sollte eine zweischalige Bauweise vorliegen, kann ggf. eine Hohlschichtdämmung in die vorhandene Luftschicht eingebracht werden. Eine Prüfung der Machbarkeit einer Hohlschichtdämmung ist zu empfehlen und kann entsprechend von einem Fachunternehmen geprüft und bewertet werden.

### Hinweise zum Einbringen einer Hohlschichtdämmung:

Baulich bedingte Wärmebrücken werden durch eine Hohlschichtdämmung nicht beseitigt. Wird eine Luftschicht mit Dämmung verfüllt, ist die Funktion der Rücktrocknung der Mauerwerksschale nur gewährleistet, wenn diese einen geringen Dampfdiffusionswiderstand (diffusionsoffen) aufweist (z.B. durch das Fugenbild vom Verblender). Die Hinterlüftung zum Abtransport der anfallenden Feuchtigkeit ist nicht mehr gegeben. Bei einer Außenschale mit Putz und einem Anstrich sollte der erforderliche Grenzwert für den Dampfdiffusionswiderstand, z.B. durch Laboruntersuchungen, nachgewiesen werden. Die Fassade darf keinerlei Risse oder sonstige Beschädigungen aufweisen, um einen zusätzlichen Eintrag von Feuchtigkeit zu vermeiden.

Unabhängig von einer Sanierung der Gebäudehülle, ist zudem ein hydraulischer Abgleich im Bestand zu empfehlen. Durch den hydraulischen Abgleich wird jeder Heizkörper im Gebäude mit der gleichen Wassermenge bedient.



Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Die Vorteile eines hydraulischen Abgleichs:

- Alle Räume werden gleichmäßig beheizt
- Minimierung von Strömungsgeräuschen
- Die Thermostatventile funktionieren effizienter
- Die Pumpe verbraucht weniger Strom
- Die Heizung, z.B. ein Brennwertkessel, verbraucht weniger Brennstoff

*i. A. P. Hentschel*

i.A. Paul Hentschel B. Eng.

## Anlage A01 Fotodokumentation

### a. Hotel Rote Erde

#### Bild 1

Übersicht

Südostseite

Eingangsbereich



#### Bild 2

Übersicht

Ostseite



**Bild 3**

Übersicht

Ostseite



**Bild 4**

Übersicht

Nordseite



**Bild 5**

Übersicht

Nordseite



**Bild 6**

Übersicht

Südseite



**Bild 7**

Übersicht

Südseite

(Innenhof)



**Bild 8**

Übersicht

Südseite

(Innenhof)



**Bild 9**

Übersicht

Westseite

(Innenhof)



**Bild 10**

Übersicht

Nordseite

(Innenhof)



### Bild 11

Dachflächen inkl. Lichtkuppeln im Jahre 2008  
– 2009 saniert



### Bild 12

Dachflächen inkl. Lichtkuppeln im Jahre 2008  
– 2009 saniert



**Bild 13**

Dachflächen inkl. Lichtkuppeln im Jahre 2008  
– 2009 saniert



**Bild 14**

Kunststofffenster mit  
Zwei-Scheiben-Verglasung



### Bild 15

Kunststofffenster mit  
Zwei-Scheiben-Vergla-  
sung



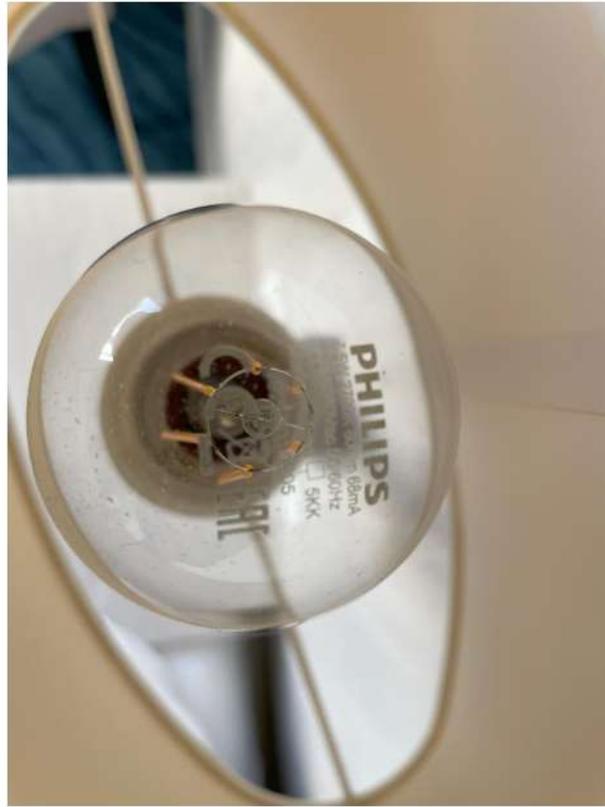
### Bild 16

z.T. wurde die Beleuch-  
tung schon auf LED-  
Lampen umgestellt



### Bild 17

z.T. wurde die Beleuchtung schon auf LED-Lampen umgestellt



### Bild 18

Zusätzliche Abluftanlagen im Bereich von innenliegenden Bädern



**Bild 19**

Alte Thermostate an  
Radiatoren



**Bild 20**

Alte Thermostate an  
Radiatoren



**Bild 21**

Buderus BHKW inkl.  
2 x Brennwert-Kessel



**Bild 22**

Buderus BHKW Daten

5730/H

22 08:57:21

0.03 %

349.1 mg/m<sup>3</sup>

663.0 mg/m<sup>3</sup>

0 ppm

323 ppm

1.00

98.0 °C

280 ppm

42 JEG

07.02.22

20 25 30 35 40

MOTOMETER

allen Fragen

**Buderus**

BHKW Loganova EN 50

Herstellnummer.: 100341266

Elektrische Nennleistung 50 kW

Brennstoffeinsatz 146 kW

Brennstoffart Erdgas

Methanzahl > 80

Motorhersteller MAN

Motortyp E 0834 E 302

Nennspannung - 400 V

Nennfrequenz 50 Hz

Nennzahl 1500 1/min

Zulässiger Betriebsdruck < 6 bar

Gaseingangsdruck 18 - 80 mbar

Baujahr 2015

CE

Bosch KWK Systeme GmbH  
D-35467 Lollar

2500BH

Industrial Service

seren

st our

ce

ker

eer

erhalb der normalen Geschäftszeiten  
441 4184 920  
haftshabenden Techniker weitergeleitet  
Mailbox mit Nachricht hinterlegen

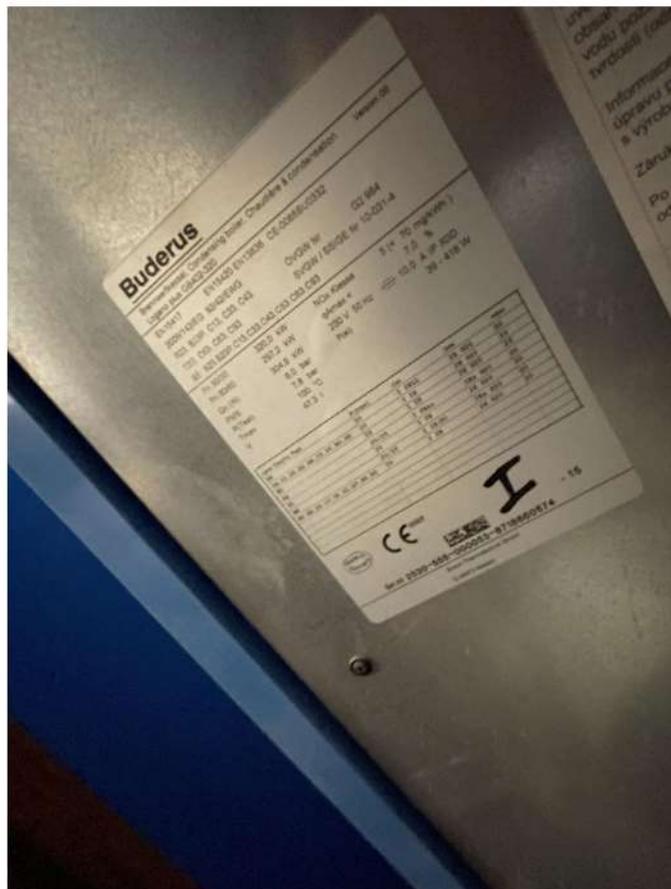
### Bild 23

Buderus BHKW inkl.  
2 x Brennwert-Kessel



### Bild 24

Brennwert-Kessel  
Daten



**Bild 25**

Warmwasserspeicher  
Baujahr 2005 mit  
jeweils 750 Liter



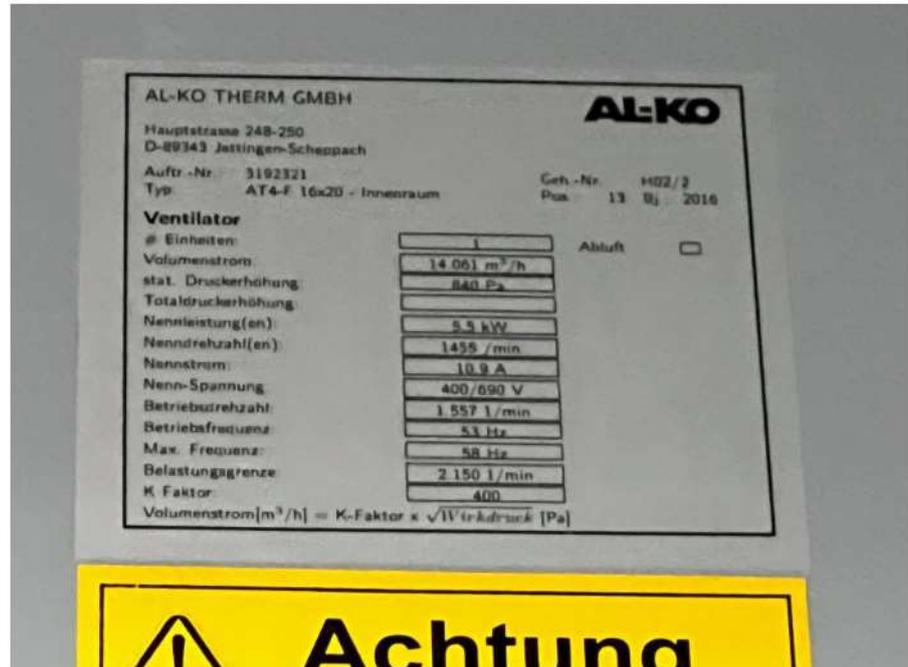
**Bild 26**

Warmwasserspeicher  
Baujahr 2005 mit  
jeweils 750 Liter



**Bild 27**

Lüftungsanlage für  
Küche und Saal



Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, Langenweg 26, 26125 Oldenburg

Averdung Ingenieur & Berater GmbH  
Dipl.-Phys. Philipp Lieberodt  
Planckstraße 13  
22765 Hamburg

**ib** – Beratende Ingenieure im Bauwesen

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schmeling  
Dipl.-Ing. Edzard Wulf

Prokurist:  
Dipl.-Ing. Jürgen Janßen

Langenweg 26 - 26125 Oldenburg  
Tel. 0441 / 361 59 -0

Schweckendieckplatz 5 - 26721 Emden  
Tel. 0441 / 361 59 -200

Kutterstraße 3 - 26386 Wilhelmshaven  
Tel. 0441 / 361 59 -250

Hafenstr. 15 – 26789 Leer  
Tel. 0441 / 361 59 -260

[www.broeggelhoff.de](http://www.broeggelhoff.de)

Ihr Ansprechpartner:  
Paul Hentschel B. Eng.  
Tel.: 0441-36 159 0  
E-Mail: [p.hentschel@broeggelhoff.de](mailto:p.hentschel@broeggelhoff.de)

**22047: Kurviertel Stadt Borkum  
Energetisches Sanierungskonzept**

## **E n e r g e t i s c h e s S a n i e r u n g s k o n z e p t**

Kurviertel Stadt Borkum

aufgestellt: 05. Mai 2023

Diese Stellungnahme umfasst 34 Seiten (inkl. Anlagen).

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 2

## Inhalt

<b>1.0</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Ortstermine der Bestandsaufnahme .....	4
1.3	Beschreibung des Bauwerks – Hier: Tourist-Information.....	4
<b>2.0</b>	<b>Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise</b> .....	<b>5</b>
2.1	Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	5
2.2	Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen.....	5
2.3	Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden) .....	6
<b>3.0</b>	<b>Bewertung – Ist Zustand</b> .....	<b>7</b>
3.1	U-Werte – Ist Zustand.....	8
3.2	Anlagentechnik – Ist Zustand.....	10
3.3	Energiebilanz – Ist Zustand .....	10
<b>4.0</b>	<b>Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen</b> .....	<b>12</b>
4.1	U-Wert Variante 1 – Hier: Austausch der Holzrahmenfenster .....	12
4.2	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1 .....	13
4.3	U-Wert Variante 2 – Hier: Außenwanddämmung (Hohlschichtdämmung).....	14
4.4	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2.....	15
4.5	U-Wert Variante 3 – Hier: Dachdämmung Satteldach .....	16
4.6	Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 3.....	17
4.7	Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand .....	18
<b>5.0</b>	<b>Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023</b> .....	<b>19</b>
5.1	KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) .....	20
5.1.1	Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW) .....	20
5.1.2	Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW) .....	21
5.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).....	22
5.2.1	Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA) .....	23
<b>6.0</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>24</b>
<b>Anlage A01</b>	<b>Fotodokumentation</b> .....	<b>26</b>
<b>a.</b>	<b>Tourist-Information</b> .....	<b>26</b>

## 1.0 Allgemeines

### 1.1 Einleitung

Im Zuge der Zielsetzung die Insel Borkum bis 2030 klimaneutral zu gestalten, wurde die Ingenieurbüro Bröggelhoff GmbH von Averdung Ingenieur & Berater GmbH beauftragt, für 6 ausgewählte typische oder ortsprägende Objekte im Kurviertel Borkum energetische Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit zu erstellen.

Die Insel Borkum ist die größte und westlichste der ostfriesischen Inseln und ein beliebtes Reiseziel für Touristen. Das Kurviertel auf Borkum ist ein historischer Teil der Insel und liegt direkt an der Strandpromenade und ist somit nicht nur ein wichtiger Teil von Borkum, sondern auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Insel. Es zieht das ganze Jahr über Touristen an und bietet eine Vielzahl von Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten.



Quelle: BPW Stadtplanung – Kurviertel Borkum

Für die Erstellung der energetischen Sanierungskonzepte wird für jedes Gebäude eine Bestandsaufnahme der energetischen Kennzahlen zur Gebäudehülle und Anlagentechnik vor Ort durchgeführt. Anschließend an die Bestandsaufnahme erfolgt eine Ist-Zustandserfassung mittels Wärmeschutzberechnung. Für die jeweiligen Gebäude werden konkrete und umsetzbare Sanierungsmaßnahmen (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 4

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle ist ein wichtiger Bestandteil zur Erreichung der Ziele der Klimaneutralität. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle trägt dazu bei, den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren.

Zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle gehören Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, der Austausch von Fenstern und Türen gegen energieeffiziente Modelle sowie die Gebäudedichtheit. Durch diese Maßnahmen wird der Wärmeverlust des Gebäudes reduziert und damit der Heizbedarf gesenkt. Eine energetisch sanierte Gebäudehülle kann nicht nur zur Senkung der Energiekosten beitragen, sondern auch den Wohnkomfort steigern. Durch die Dämmung wird beispielsweise die Raumtemperatur konstant gehalten und somit ein angenehmes Raumklima geschaffen.

## 1.2 Ortstermine der Bestandsaufnahme

26.01.2023 – 28.01.2023

Paul Hentschel, B. Eng.

## 1.3 Beschreibung des Bauwerks – Hier: Tourist-Information

Bei dem zu betrachtenden Gebäude handelt es sich um die Tourist-Information am Georg-Schütte-Platz 5 auf der Insel Borkum. Das Gebäude besteht aus drei Geschossen, dem Erdgeschoss, einem Obergeschoss sowie aus einem Teilkeller. Der Spitzboden oberhalb der OG-Decke sowie der Teilkeller sind unbeheizt.

Außenwände	- zweischaliges Mauerwerk (d = 43 cm) ohne Dämmung (Annahme)
Böden	- Stahlbeton inkl. schwimmenden Estrich
Fenster	- Kunststoff mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung (PRF) - Holzrahmenfenster mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung
Oberste Geschossdecke	- Kehlbalkenkonstruktion inkl. Dämmung
Dach	- Kehlbalkenkonstruktion inkl. Dämmung

Weitere Informationen zum Bauwerk sind der **Anlage A01** zu entnehmen.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 5

## 2.0 Bestandsunterlagen und allgemeine Hinweise

### 2.1 Verwendete Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

[A] Ausschnitt vom Grundriss Erdgeschoss & Obergeschoss ohne Datum / Maßstab

### 2.2 Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

GEG		- Gebäudeenergiegesetz
DIN 277	Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
DIN EN 832		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
DIN 4108	Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108	Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
DIN V 4108	Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN V 4108 Bbl 2		- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN ISO 6946		- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1		- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN EN 12524		- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
DIN EN ISO 13370		- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
DIN V 18599	Teil 1	- Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599	Teil 2	- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599	Teil 3	- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599	Teil 4	- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599	Teil 5	- Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599	Teil 6	- Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
DIN V 18599	Teil 7	- Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
DIN V 18599	Teil 8	- Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
DIN V 18599	Teil 9	- End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
DIN V 18599	Teil 10	- Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

 Ingenieurbüro Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 6

### 2.3 Sichtung der Bestandsunterlagen (soweit vorhanden)

Für das Gebäude der Tourist-Information liegen zum Zeitpunkt der Erstellung nahezu keine Bestandsunterlagen vor. Lediglich ein Grundrissausschnitt vom Erdgeschoss sowie vom Obergeschoss sind dem Ersteller zur Verfügung gestellt worden.

### 3.0 Bewertung – Ist Zustand

Die energetische Bewertung des Ist-Zustands der Tourist-Information erfolgt gemäß GEG § 50 „Energetische Bewertung eines bestehenden Gebäudes“ für ein Nichtwohngebäude. Es wird der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung sowie für die eingebaute Beleuchtung berechnet.



Hottgenroth Energieberater 18599 – HottCAD 3D Modell

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	631,4 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	524,8 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	188,7 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	61,5 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	3,1 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Wärmebrückenzuschlag	0,10 W/mK (Bestandsgebäude)
Luftdichtheit	Kategorie III Gebäudebestand

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurde ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von 0,10 W/m<sup>2</sup>K – ohne Wärmebrückennachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2 – angesetzt. Eine Luftdichtheitsmessung (Blower-Door-Test) wurde nicht berücksichtigt.

### 3.1 U-Werte – Ist Zustand

Nachfolgend werden die wesentlichen Feststellungen der Bestandsaufnahme vor Ort zu den jeweiligen Bauteilaufbauten (U-Werte) dargestellt. Zum Teil wurden Bauteilkonstruktionen auf Basis vorliegender Bestandsunterlagen und Annahmen (z.B. mittels Gebäudetypologie / Baujahr etc.) erstellt.

In den Bauteilübersichten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel angesehen werden müssen.

Bauteilbezeichnung :		Oberste Geschossdecke				Fläche / Ausrichtung :		38,77 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900,0	0,05				
2	Gefach - Stützen - / Balkenbreite: 4,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 33,5 cm; um 90° gedreht Konstruktionsholz ruhende Luftschicht	2,40	0,130	500,0	0,18				
				1,3	0,16				
3	Dampfbremse	0,025	0,330	960,0	0,00				
4	Gefach - Stützen - / Balkenbreite: 10,0 cm; Zwischenraum (Füllung): 75,0 cm Konstruktionsholz Mineralische Dämmstoffe WL 035	16,00	0,130	500,0	1,23				
			0,035	60,0	4,57				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>n,mit.</sub> = 1,0</b>		<b>R<sub>m</sub> = 3,75</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,10		R <sub>se</sub> = 0,10	
38,77 m <sup>2</sup>		7,4 %	30,7 kg/m <sup>2</sup>	9,81 W/K	2,2 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,25 W/(m<sup>2</sup>K)</b>		

Bauteilbezeichnung :		Dach zu beheizte Räume				Fläche / Ausrichtung :		80,98 m <sup>2</sup>	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
Sparrenanteil = 0,09 ( 9,09% )									
1	Gipskartonplatten nach DIN 12524	1,25	0,250	900,0	0,05				
2	Gipskartonplatten nach DIN 12524	1,25	0,250	900,0	0,05				
3	Polyethylenfolie nach DIN 12524	0,05	0,330	960,0	0,00				
4	Konstruktionsholz nach EN 12524	12,00	0,130	500,0	0,92				
5	stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)	4,00	-	1,3	---				
6	Konstruktionsholz nach EN 12524	4,00	-	500,0	---				
7	Dachziegelsteine aus Ton nach DIN 12524	2,00	-	2000,0	---				
					<b>R = 1,02</b>				
Zwischensparrenanteil = 0,91 ( 90,91% )									
1	Gipskartonplatten nach DIN 12524	1,25	0,250	900,0	0,05				
2	Gipskartonplatten nach DIN 12524	1,25	0,250	900,0	0,05				
3	Polyethylenfolie nach DIN 12524	0,05	0,330	960,0	0,00				
4	Dämmung WLS 035	12,00	0,035	260,0	3,43				
5	stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)	4,00	-	1,3	---				
6	Konstruktionsholz nach EN 12524	4,00	-	500,0	---				
7	Dachziegelsteine aus Ton nach DIN 12524	2,00	-	2000,0	---				
					<b>R = 3,53</b>				
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>			<b>R<sub>n,mit.</sub> = 1,0</b>		<b>R<sub>m</sub> = 2,90</b>				
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R <sub>si</sub> = 0,10		R <sub>se</sub> = 0,10	
80,98 m <sup>2</sup>		15,4 %	0,0 kg/m <sup>2</sup>	26,14 W/K	6,0 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K	<b>U-Wert = 0,32 W/(m<sup>2</sup>K)</b>		

Bauteilbezeichnung : Zweischaliges Mauerwerk (Außenwand)		Fläche / Ausrichtung : 165,40 m <sup>2</sup>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Putzmörtel	1,50	1,000	1800,0	0,02
2	Kalksandstein	17,50	0,790	2000,0	0,22
3	ruhende Luftschicht (horizontal)	6,00		1,3	0,18
4	Ziegelmauerwerk	11,50	0,810	1800,0	0,14
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!</b>		<b>R<sub>mit</sub> = 1,20</b>			<b>R = 0,56</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,13 R <sub>se</sub> = 0,04
165,40 m <sup>2</sup>	31,5 %	584,1 kg/m <sup>2</sup>	227,04 W/K	51,9 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K <b>U-Wert = 1,37 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Boden gegen unbeheizten Keller		Fläche / Ausrichtung : 25,54 m <sup>2</sup>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Zement-Estrich	4,00	1,400	2000,0	0,03
2	PUR Hartschaumplatten WLG 035	3,00	0,035	25,0	0,86
3	PE-Folie	0,015	0,330	960,0	0,00
4	Beton armiert	16,00	2,500	2400,0	0,06
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>mit</sub> = 0,90</b>			<b>R = 0,95</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,17 R <sub>se</sub> = 0,17
25,54 m <sup>2</sup>	4,9 %	464,9 kg/m <sup>2</sup>	19,80 W/K	4,5 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K <b>U-Wert = 0,78 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Boden gegen Erdreich		Fläche / Ausrichtung : 110,32 m <sup>2</sup>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Zement-Estrich	4,00	1,400	2000,0	0,03
2	PUR Hartschaumplatten WLG 035	3,00	0,035	25,0	0,86
3	PE-Folie	0,015	0,330	960,0	0,00
4	Beton armiert	16,00	2,500	2400,0	0,06
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>mit</sub> = 0,90</b>			<b>R = 0,95</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,17 R <sub>se</sub> = 0,17
110,32 m <sup>2</sup>	21,0 %	464,9 kg/m <sup>2</sup>	85,51 W/K	19,6 %	10cm-Regel : 0 Wh/K 3cm-Regel : 0 Wh/K <b>U-Wert = 0,78 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Bauteilbezeichnung : Flachdach Anbau		Fläche : 39,20 m <sup>2</sup>			
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
1	Beton armiert	16,00	2,500	2400,0	0,06
2	Flachdach-Dämmplatte	10,00	0,035	25,0	2,86
<b>Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!</b>		<b>R<sub>mit</sub> = 1,20</b>			<b>R = 2,92</b>
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit	R <sub>si</sub> = 0,10 R <sub>se</sub> = 0,04
39,20 m <sup>2</sup>	7,5 %	386,5 kg/m <sup>2</sup>	12,80 W/K	2,9 %	10cm-Regel : 784 Wh/K 3cm-Regel : 2613 Wh/K <b>U-Wert = 0,33 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

Fenster : Fenster / Dachflächenfenster im Bestand				
	Verglasung:	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	$A_g = 0,73 \text{ m}^2$	$U_g = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Rahmen:	Holzrahmen	$A_r = 0,47 \text{ m}^2$	$U_r = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Randverbund:	Aluminium	$l_g = 6,88 \text{ m}$	$\Psi_g = 0,07 \text{ W/m K}$
			<b>Fläche</b> $A_w = 61,5 \text{ m}^2$	<b>U-Wert</b> $U_w = 1,58 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

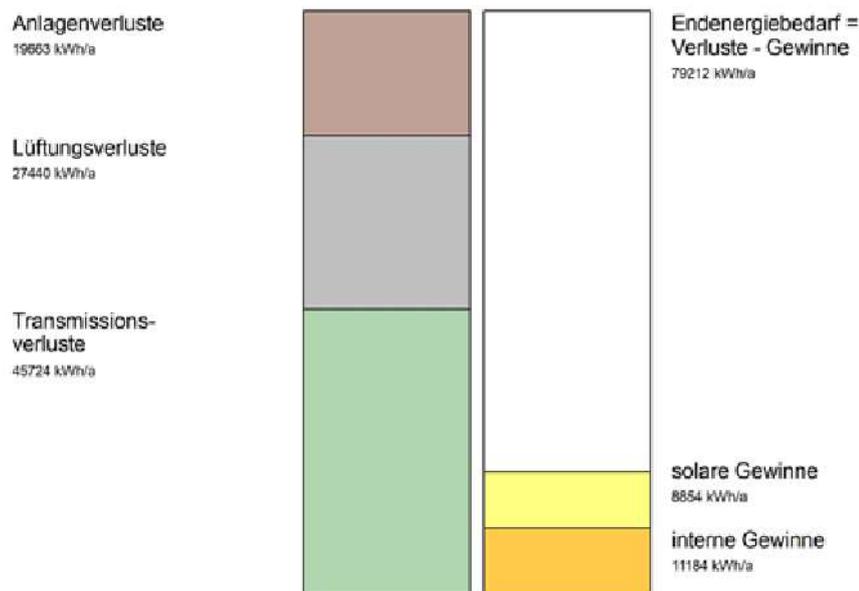
### 3.2 Anlagentechnik – Ist Zustand

Heizung	- Gas-Brennwert-Kessel Buderus - Nennleistung 24,00 kW
Warmwasser	- Elektro-Durchlauferhitzer Vaillant & Concept
Kühlung	- Raumklimasystem / Kompaktklimageräte
Lüftung	- Nicht vorhanden / Nicht ersichtlich
Beleuchtung	- Leuchtstofflampe – kompakt, EVG-Vorschaltgerät extern (Annahme)

### 3.3 Energiebilanz – Ist Zustand

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

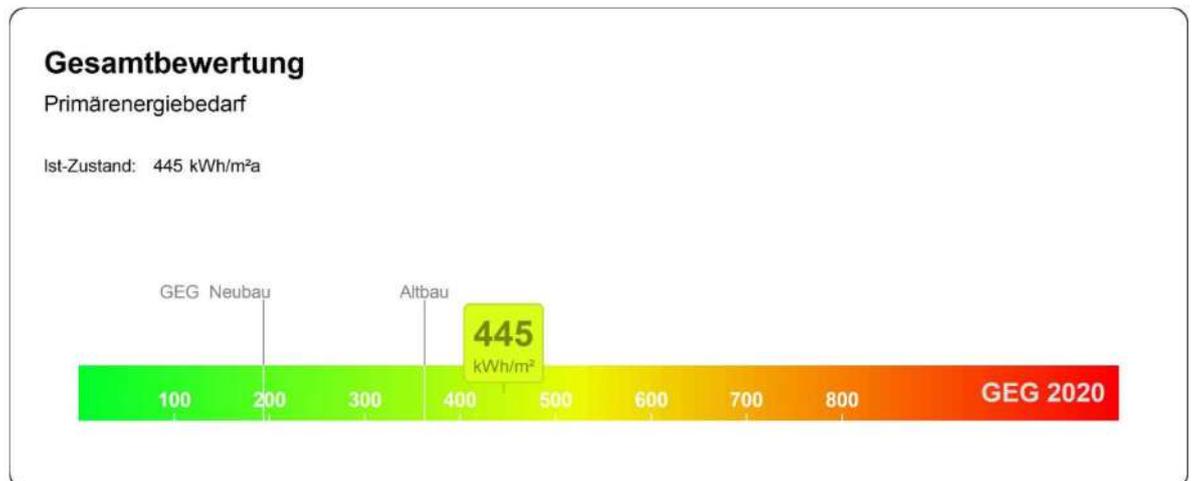


Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser -

Hilfsenergie (Strom) - können den folgenden Diagrammen entnommen werden. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen.



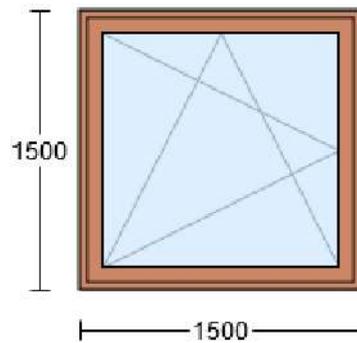
Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 445 kWh/m<sup>2</sup>a.



#### 4.0 Bewertung energetische Sanierungsmaßnahmen

##### 4.1 U-Wert Variante 1 – Hier: Austausch der Holzrahmenfenster

###### Skizze



###### Flächen

Fenster:	2,25 m <sup>2</sup>
Rahmen:	0,677 m <sup>2</sup>
Verglasung:	1,57 m <sup>2</sup>
Länge Randverbund:	5,02 m
Rahmenanteil:	30,1 %

**U-Wert:**  $U_w = 0,924 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Exemplarische Darstellung eines neuen Fensters

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 13

## 4.2 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 1

Vorgeschlagene Maßnahme: Austausch der Holzrahmenfenster, ohne PRF (Anbau)

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 15.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor F <sub>Gt</sub> [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	1,58	75	61,50	7.287,75
<b>U-Wert, Neu</b>	0,90	75	61,50	4.151,25
<b>Differenz</b>	0,68			3.136,50

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$7.287,75 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 794,36 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$4.151,25 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 452,49 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

Investitionssumme	15.000 EUR	
Energiekosteneinsparung	341,87 EUR/a	(3.136,50 kWh * 0,109 €)
Amortisation	15.000 EUR : 341,87 EUR/a = 43,87 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 15.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 2.250 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

### 4.3 U-Wert Variante 2 – Hier: Außenwanddämmung (Hohlschichtdämmung)

## Zweischaliges Mauerwerk (Hohlschichtdämmung)

Außenwand  
erstellt am 24.3.2023

Wärmeschutz

$U = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Feuchteschutz

(Tauwasser nur auf Außenschale)

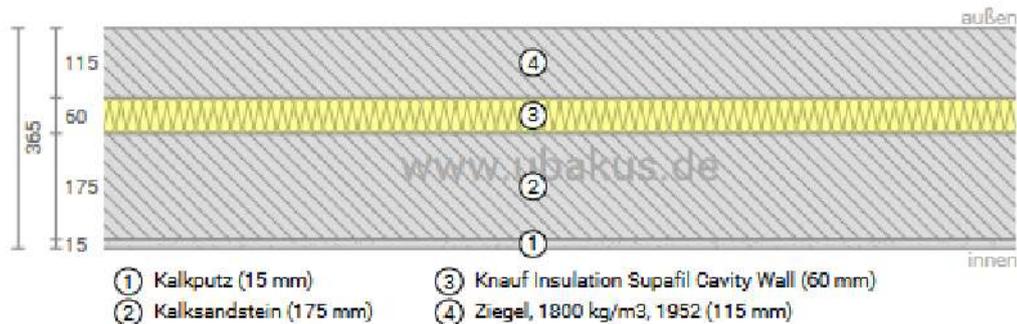


Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 77  
Phasenverschiebung: 12,3 h  
Wärmekapazität innen: 330 kJ/m<sup>2</sup>K

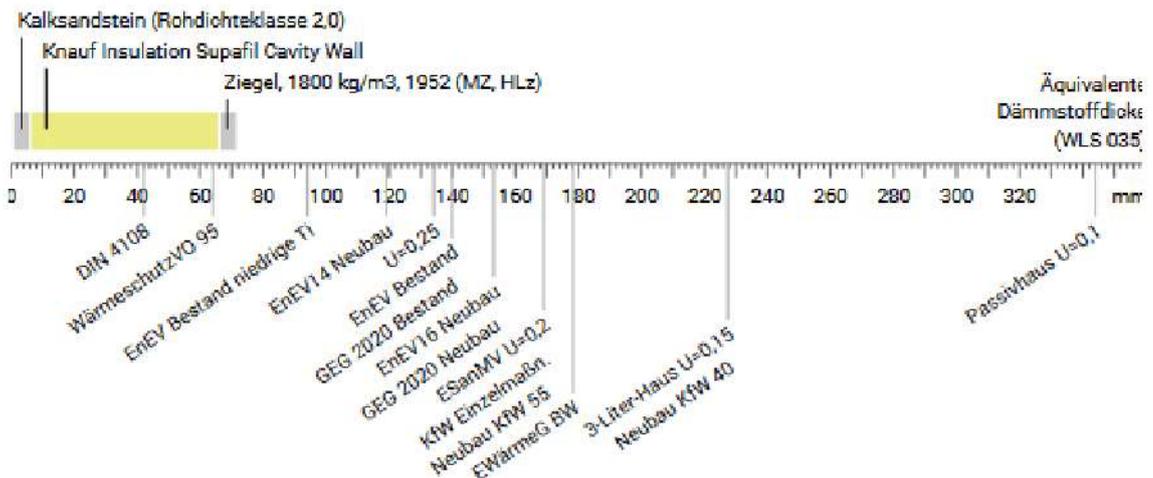


mangelhaft



### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 17,3°C / -4,6°C

sd-Wert: 4,0 m

Dicke: 36,5 cm  
Gewicht: 580 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 580 kJ/m<sup>2</sup>K

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 15

#### 4.4 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 2

Vorgeschlagene Maßnahme: Außenwanddämmung (Hohlschichtdämmung)

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 5.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	1,37	75	165,40	16.994,85
<b>U-Wert, Neu</b>	0,44	75	165,40	5.458,20
<b>Differenz</b>	0,93			11.536,65

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreiserhöhung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$16.994,85 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 1.852,44 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$5.458,20 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 594,94 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

Investitionssumme	5.000 EUR	
Energiekosteneinsparung	1257,50 EUR/a	(11.536,65 kWh * 0,109 €)
Amortisation	5.000 EUR : 1257,50 EUR/a = 3,98 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 5.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 750 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

### 4.5 U-Wert Variante 3 – Hier: Dachdämmung Satteldach



Alle Angaben ohne Gewähr

### Dach inkl. Zwischensparren + Aufsparrendämmung

Dachkonstruktion  
erstellt am 18.4.2023

Wärmeschutz

$U = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

MuKE n14 Neubau\*:  $U < 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Feuchteschutz

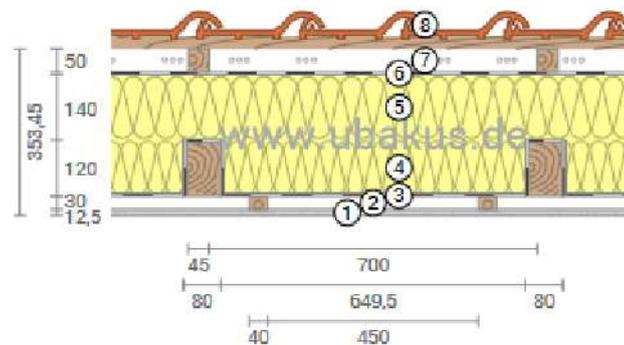
Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 14

Phasenverschiebung: 10,3 h

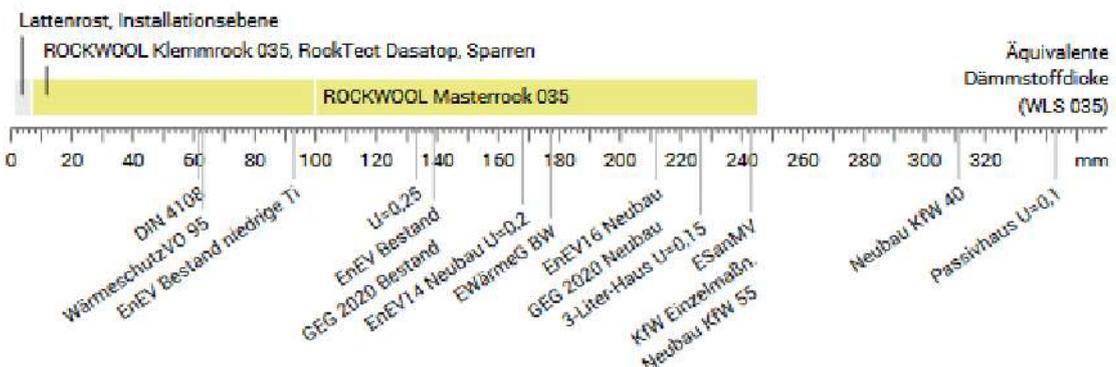
Wärmekapazität innen: 30 kJ/m<sup>2</sup>K



- ① Gipsfaserplatten (12,5 mm)
- ② Installationsebene (30 mm)
- ③ RockTeot Dasatop (0,25 mm)
- ④ ROCKWOOL Klemmrock 035 (120 mm)
- ⑤ ROCKWOOL Masterrock 035 (140 mm)
- ⑥ Innotape IT 170 Dachbahn
- ⑦ Hinterlüftung (50 mm)
- ⑧ Ziegeleindeckung inkl. Lattung (103 mm)

### Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 18,8°C / -4,9°C

sd-Wert: 1,7 m

Dicke: 45,6 cm  
Gewicht: 93 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 42 kJ/m<sup>2</sup>K

\*Vergleich mit dem Grenzwert gemäß MuKE n14 Art. 1.7 Abs. 2 für Neubauten oder neue Bauteile mit Wärmebrückennachweis für opake Bauteile gegen Außenklima oder weniger als 2 m im Erdbereich.

 Ingenieurberatung Bröggelhoff	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 17

#### 4.6 Statische Amortisation der geplanten Maßnahme Variante 3

Vorgeschlagene Maßnahme: Dachdämmung Satteldach

Investitionskosten für energetische Ertüchtigung 45.000 EUR (Annahme)

Variantenvergleich:

	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Gradtagszahlfaktor FGt [kKh/a]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebedarf [kWh/a]
<b>U-Wert, Bestand</b>	0,32	75	80,98	1.943,52
<b>U-Wert, Neu</b>	0,14	75	80,98	850,29
<b>Differenz</b>	0,18			1.093,23

Die Kostenannahme von 10,9 Cent je kWh Erdgas ist zum Zeitpunkt April aktuell. Aufgrund der aktuellen Brennstofflage am Markt, ist eine realistische Energiepreissteigerung oder Energiepreissenkung nicht absehbar. Die Berechnung der Amortisation wird somit mit dem Gaspreis vom April 2023 durchgeführt und entsprechend dargestellt. Faktoren wie Verzinsung, Inflation, Kostenanteile für CO<sub>2</sub>-Emissionen und etwaige Ohne-Hin-Kosten sind in der Betrachtung unberücksichtigt.

Jährliche Kosten ohne energetische Ertüchtigung der Außenwände:

$$1.943,52 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 211,84 \text{ EUR}$$

Jährliche Kosten mit energetischer Ertüchtigung der Außenwände:

$$850,29 \text{ kWh/a} * 0,109 \text{ EUR} = 92,68 \text{ EUR}$$

Statische Amortisation der Investition:

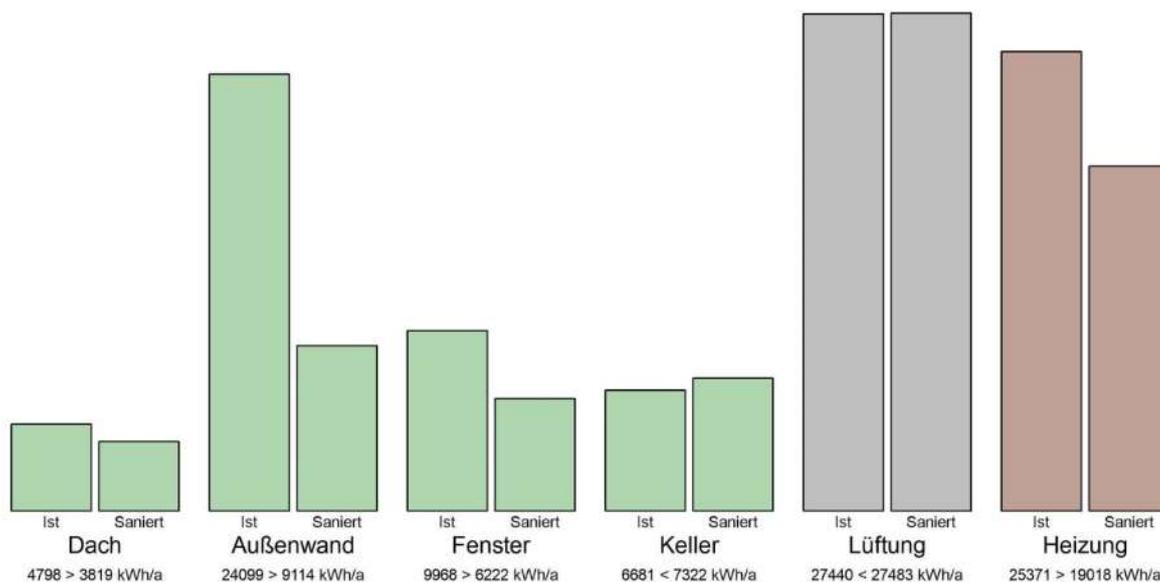
Investitionssumme	45.000 EUR	
Energiekosteneinsparung	119,16 EUR/a	(1.093,23 kWh * 0,109 €)
Amortisation	45.000 EUR : 119,16 EUR/a = 377,64 a	

Förderfähigkeit z.B. als Bafa Einzelmaßnahme mit 15 % auf die Investitionssumme von 45.000 EUR. Möglicher Zuschuss als Einzelmaßnahme: 6.750 EUR

Zur Information: Die Antragsstellung erfordert die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (EEE). Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Kosten für die Fachplanung und Baubegleitung durch den Energieeffizienz-Experten.

#### 4.7 Gesamtbewertung der Sanierung gegenüber dem Ist Zustand

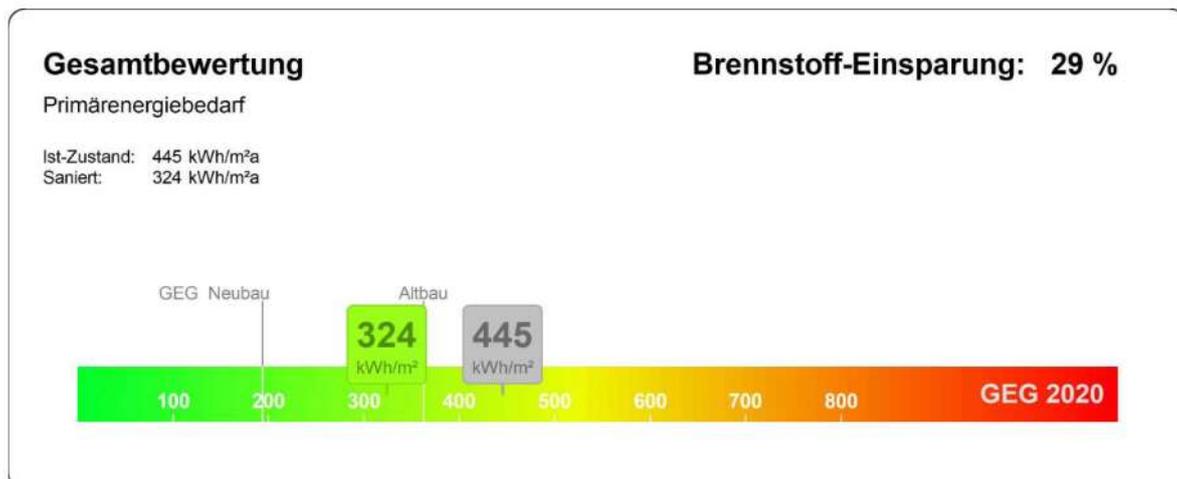
Nach Umsetzung der Varianten reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 29 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 78974 kWh/Jahr reduziert sich auf 55899 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 23075 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 4967 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 324 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 19

## 5.0 Fördermittel im Gebäudebestand – Stand April 2023

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fasst Förderprogramme zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zusammen und unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG - KfW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM - BAFA)

Die Antragstellung im Förderprogramm BEG EM ist zum 1. Januar 2021 in der Zuschussvariante beim BAFA gestartet.

Die BEG WG und BEG NWG (Zuschussförderung für Kommunen und Kreditvariante) werden durch die KfW gefördert.

## 5.1 KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

### 5.1.1 Wohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG WG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Wohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzhaus	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit	Betrag je Wohneinheit
Effizienzhaus 40	20 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 24.000 Euro
Effizienzhaus 40 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	25 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 37.500 Euro
Effizienzhaus 55	15 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 18.000 Euro
Effizienzhaus 55 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	20 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 30.000 Euro
Effizienzhaus 70	10 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 12.000 Euro
Effizienzhaus 70 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	15 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 22.500 Euro
Effizienzhaus 85	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus 85 EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal	5 % von max. 120.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 6.000 Euro
Effizienzhaus Denkmal EE Erneuerbare-Energien-Klasse	10 % von max. 150.000 Euro förderfähige Kosten	bis zu 15.000 Euro

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem zusätzlichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss gefördert werden.

Immobilie	Max. förderfähige Kosten	Tilgungszuschuss
Ein- und Zweifamilienhäuser, Doppel- o. Reihenhäuser	10.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 5.000 Euro
Mehrfamilienhäuser mit 3 oder mehr Wohneinheiten	4.000 Euro je Wohneinheit, bis zu 40.000 Euro je Vorhaben	50 %, bis zu 20.000 Euro

### 5.1.2 Nichtwohngebäude – Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG NWG - KfW)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG für Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.kfw.de/beg](http://www.kfw.de/beg).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten orientiert sich an der Nettogrundfläche (relevant ist die NGF innerhalb der beheizten Gebäudehülle) des Gebäudes: Bis zu 2.000 Euro pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, insgesamt maximal 10 Mio. Euro sind förderfähig. Gefördert wird mit einem Kredit mit entsprechenden Tilgungszuschuss. Kommunen werden mit einem alternativ mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss (ohne Kredit) gefördert.

Effizienzgebäude	Tilgungszuschuss in %
Effizienzhaus 40	20 %
Effizienzhaus 40 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	25 %
Effizienzhaus 55	15 %
Effizienzhaus 55 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	20 %
Effizienzhaus 70	10 %
Effizienzhaus 70 EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	15 %
Effizienzhaus Denkmal	5 %
Effizienzhaus Denkmal EE (Erneuerbare-Energien-Klasse)	10 %

\*Kommunale Antragssteller werden alternativ zu den o.g. Fördersätzen gefördert

Zusätzlich kann die Fachplanung und Baubegleitung mit einem Rechnungsbetrag von 10 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal 40.000 Euro pro Vorhaben gefördert werden. Davon 50 % als Tilgungszuschuss, also bis zu 20.000 Euro.

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 22

## 5.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Förderfähig sind alle Maßnahmen an Gebäuden, die die Energieeffizienz verbessern. Darüber hinaus lässt sich die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten bezuschussen. Die Förderung ist an bestimmte Randbedingungen / Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmen geknüpft. Nachfolgend eine Übersicht zum Fördergegenstand der BEG EM (Liste nicht vollständig):

- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle wie z.B.:
  - Dämmung der Gebäudehülle (von Außenwänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen)
  - Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Fenstern und Außentüren
  - Ersatz oder erstmaligen Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit optimierter Tageslichtversorgung
- Einbau von Anlagentechnik im Bestand (außer Heizung) wie z.B.:
  - Einbau, Austausch oder Optimierung raumluftechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung;
  - Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung („Efficiency Smart Home“) oder des angeschlossenen (förderfähigen) Gebäudenetzes
- Einbau von Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung im Bestand wie z.B.:
  - Solarkollektoranlagen
  - Biomasseheizungen (jahreszeitbedingter Raumheizungsnutzungsgrad (E-TAs) mindestens 81 %, Staub-Emissionsgrenzwert max. 2,5 mg/m<sup>3</sup>) nur in Kombination mit Solarthermie oder Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und/oder Raumheizungsunterstützung
  - Wärmepumpen (Jahresarbeitszahl mind. 2,7)
  - Stationäre Brennstoffzellenheizungen (Betrieb nur mit grünem Wasserstoff oder Biomethan)
  - Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes
  - Anschluss an ein Gebäudenetz oder Wärmenetz
- Optimierung der Heizung im Bestand wie z.B.:
  - hydraulische Abgleich der Heizungsanlage
  - der Austausch von Heizungspumpen sowie der Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung
  - Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur bei Gebäudenetzen im Sinne der Richtlinien

### 5.2.1 Sanierung von bestehenden Gebäuden (BEG EM - BAFA)

Folgend werden die aktuellen Fördersätze (Stand April 2023) der BEG EM für Wohn- und Nichtwohngebäude nur bedingt und nicht im vollen Umfang dargestellt. Weitere Informationen finden Sie unter [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg).

Gefördert wird mit einem Zuschuss auf die anrechenbaren förderfähigen Kosten.

## Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg)

<p style="font-size: small;">Gebäudehülle</p>  <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">A - 150 151 - 230 231 - 330 331 - 480</p> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">15 %</p>	<p style="font-size: small;">Anlagentechnik</p>  <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">15 %</p>	<p style="font-size: small;">Wärmeerzeuger</p>  <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">bis zu 40 %</p>	<p style="font-size: small;">Heizungsoptimierung</p>  <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">15 %</p>
---	---	--	--

**bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung**

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0)

Quelle: BAFA

	Kurviertel Stadt Borkum	22047
	Energetisches Sanierungskonzept	05.05.2023
	Gebäude: Tourist-Information	Seite: 24

## 6.0 Zusammenfassung

Für das Gebäude der Touristen-Information soll ein konkretes und umsetzbares Sanierungskonzept (ggf. als Varianten) zur Gebäudehülle, ohne anlagentechnische Maßnahmen, unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten erarbeitet werden.

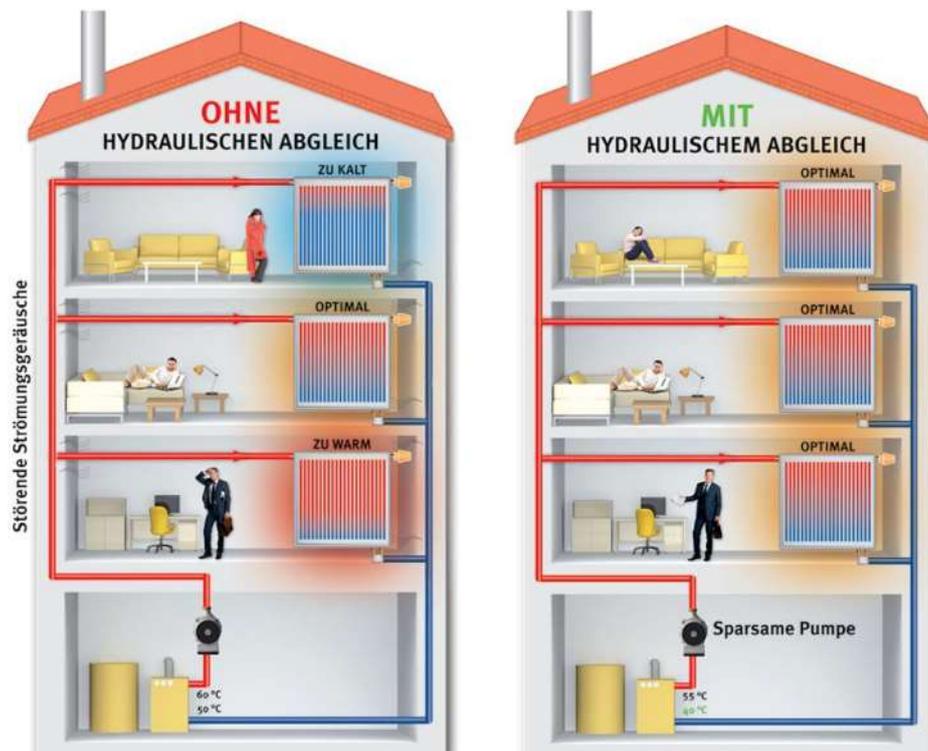
Gem. vorliegenden Bestandsunterlagen sowie der Erstbegehung zur Bestandsaufnahme von energetischen Kennzahlen der Gebäudehülle, ist die Tourist-Information in einem, dem Baujahr entsprechend, „schlechten“ energetischen Zustand.

Die oberste Geschosdecke sowie die Dachflächen zu den beheizten Räumen sind im aktuellen Zustand gedämmt. Jedoch wurde die Ausführung der Dämmung nicht fachgerecht durchgeführt. Des Weiteren weisen die vorhandenen Holzrahmenfenster einen schadhafte Anstrich auf (siehe Anlage A01). Das Holz ist somit nicht vollumfänglich gegen Witterungseinflüsse geschützt und es kann zu weiteren Schädigungen, wie z.B. Rissbildungen, kommen. Das vorhandene Außenmauerwerk weist im Bestand wenig bis keine Schäden vor. Eine Prüfung der Machbarkeit einer Hohlschichtdämmung ist zu empfehlen und kann entsprechend von einem Fachunternehmen geprüft und bewertet werden.

### Hinweise zum Einbringen einer Hohlschichtdämmung:

Baulich bedingte Wärmebrücken werden durch eine Hohlschichtdämmung nicht beseitigt. Wird eine Luftschicht mit Dämmung verfüllt, ist die Funktion der Rücktrocknung der Mauerwerksschale nur gewährleistet, wenn diese einen geringen Dampfdiffusionswiderstand (diffusionsoffen) aufweist (z.B. durch das Fugenbild vom Verblender). Die Hinterlüftung zum Abtransport der anfallenden Feuchtigkeit ist nicht mehr gegeben. Bei einer Außenschale mit Putz und einem Anstrich sollte der erforderliche Grenzwert für den Dampfdiffusionswiderstand, z.B. durch Laboruntersuchungen, nachgewiesen werden. Die Fassade darf keinerlei Risse oder sonstige Beschädigungen aufweisen, um einen zusätzlichen Eintrag von Feuchtigkeit zu vermeiden.

Unabhängig von einer Sanierung der Gebäudehülle, ist zudem ein hydraulischer Abgleich im Bestand zu empfehlen. Durch den hydraulischen Abgleich wird jeder Heizkörper im Gebäude mit der gleichen Wassermenge bedient.



Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Die Vorteile eines hydraulischen Abgleichs:

- Alle Räume werden gleichmäßig beheizt
- Minimierung von Strömungsgeräuschen
- Die Thermostatventile funktionieren effizienter
- Die Pumpe verbraucht weniger Strom
- Die Heizung, z.B. der Brennwertkessel, verbraucht weniger Brennstoff

*i. A. P. Hentschel*

i.A. Paul Hentschel B. Eng.

## Anlage A01 Fotodokumentation

### a. Tourist-Information

#### Bild 1

Übersicht

Südseite



#### Bild 2

Übersicht

Südseite



**Bild 3**

Übersicht

Nordostseite



**Bild 4**

Übersicht

Nordseite



### Bild 5

Dämmung der obersten Geschossdecke zum unbeh. Dachraum mit ca.  $d = 16$  cm

Qualität der Ausführung im Ist-Zustand augenscheinlich mangelhaft bzw. nicht fachgerecht

Dämmung der Abseiten nicht vollkommen ersichtlich (Dachschrägen)



### Bild 6

Dämmung der obersten Geschossdecke zum unbeh. Dachraum mit ca.  $d = 16$  cm

Qualität der Ausführung im Ist-Zustand augenscheinlich mangelhaft bzw. nicht fachgerecht

Dämmung der Abseiten nicht vollkommen ersichtlich (Dachschrägen)



**Bild 7**

Sparren 8/12 cm im Bestand gemessen



**Bild 8**

Mauerwerkswand  
(Außenwand) im  
Bestand  $d = 43$  cm

Annahme:  
11.5 cm Verblender  
6 cm Hohlschicht  
24 cm Innenschale  
1.5 cm Putz



### Bild 9

Holzrahmenfenster im Bestand z. T. schadhaft bzw. Holzanstrich nicht mehr vollständig vorh.



### Bild 10

Diverse Klima-Split-Geräte zur Kühlung der Räumlichkeiten



### Bild 11

Diverse Klima-Split-Geräte zur Kühlung der Räumlichkeiten



### Bild 12

Thermostatventil (alt)



**Bild 13**

Buderus Brennwert-  
kessel GB 172 24-24K



**Bild 14**

Buderus Brennwert-  
kessel GB 172 24-24K

Daten am Kessel



**Bild 15**

Heizungsvorlauf 60°C  
Heizungsrücklauf 50°C



**Bild 16**

Warmwasserbereitung  
dezentral mittels Durch-  
lauferhitzer



**Bild 17**

Warmwasserbereitung  
dezentral mittels Durch-  
lauferhitzer



**Bild 18**

Beleuchtungsart ohne  
LED – Leuchtstofflam-  
pen mit Vorschaltgerät

