



Foto: [www.joens-dreisdorf.de](http://www.joens-dreisdorf.de)

## *Quartierskonzept Bordelum*

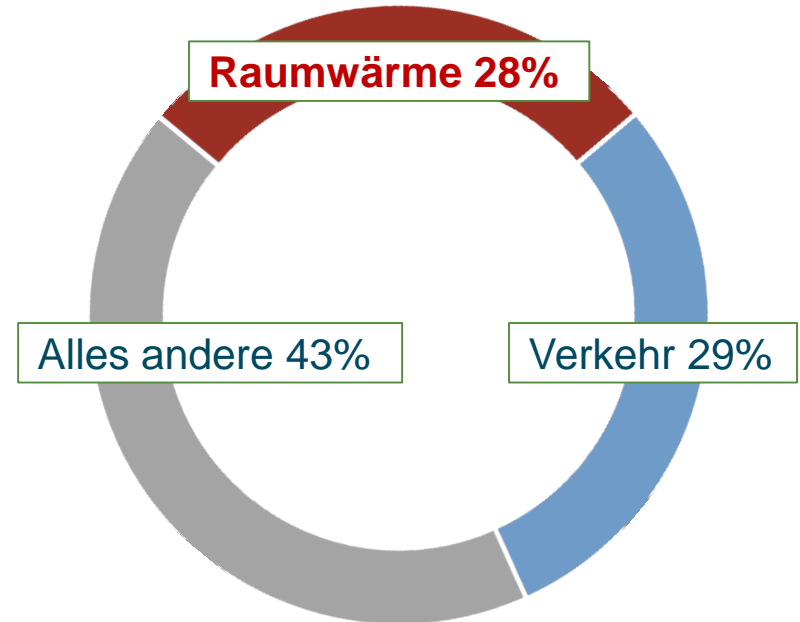
*Vorstellung Gemeinde*

*03.09.2020*

# Gebäudesanierung. Wieso?

Der Energieverbrauch für Raumwärme (Heizung) ist in etwa so hoch wie der Energieverbrauch im Verkehrssektor oder in der Industrie. Gleichzeitig ist das Energie-Einspar-Potential für Mobilität und Heizen groß. Im Sanierungsmanagement zeigen wir Lösungen auf.

Ein typischer Haushalt verbraucht:  
20.000-30.000 kWh Gas/ Wärme (entspricht 2000-3000 Liter Heizöl) zum Heizen und für Warmwasser (=85%)  
3000-4000 kWh Strom (=15%)



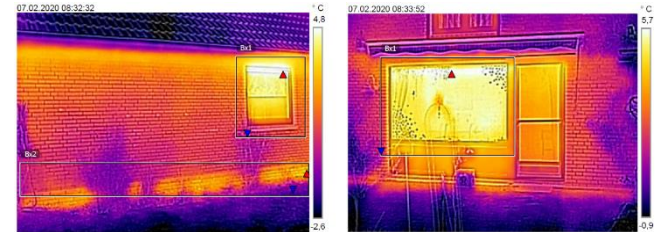
Endenergieverbrauch Deutschland 2016

# Beispiel Referenzgebäude

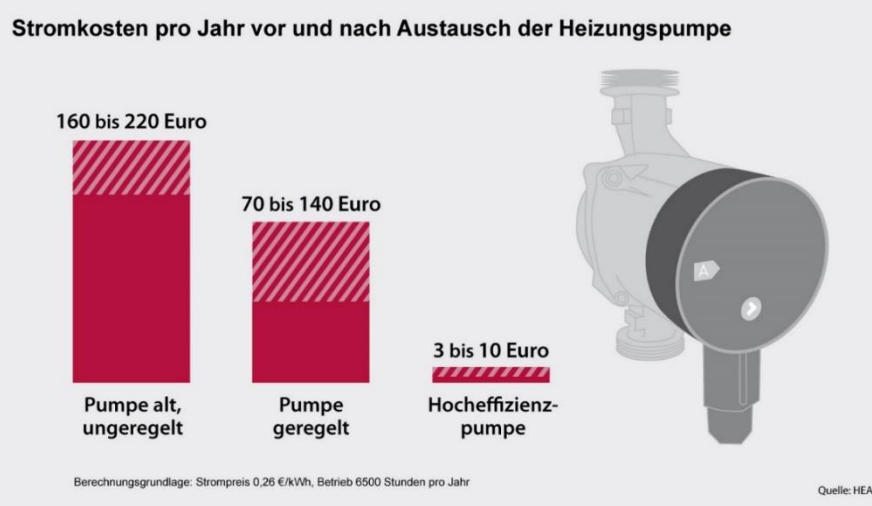


## Maßnahmen

- Gering €
- Mittel €
- Hoch €



# Heizanlage optimieren (gering €)

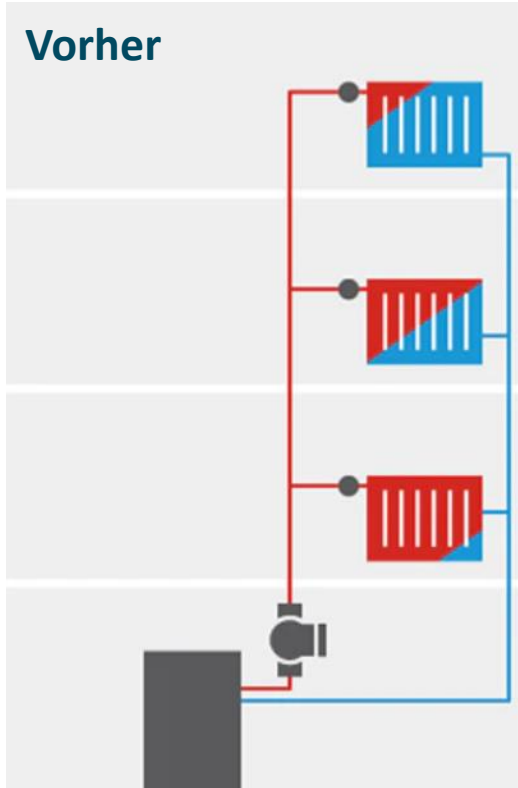


Ungeregelte Pumpe - Vollgas und angezogene Handbremse: hohe Energiekosten  
Geregelte Pumpe - 3 Geschwindigkeitsstufen, aber weiterhin angezogene Handbremse  
Hocheffizienzpumpe: Merkt, wenn Heizungswasser benötigt wird und beschleunigt nur dann  
→ Einsparung rund 90% zur unregeltelten Pumpe

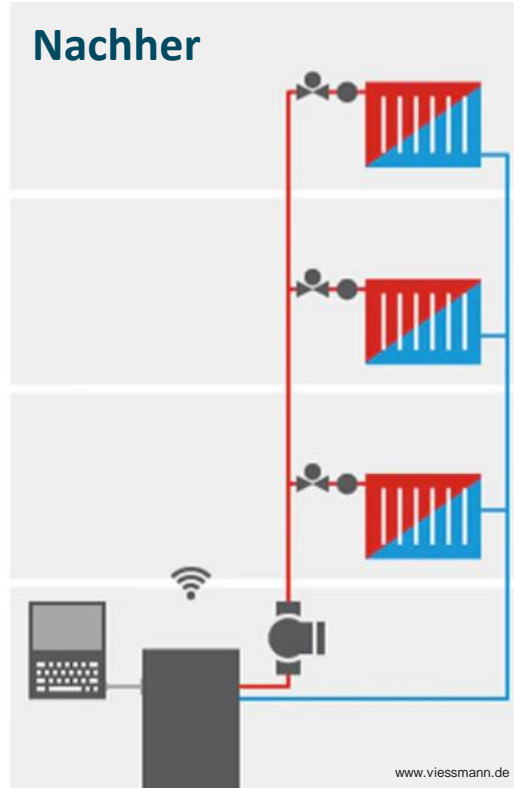
→ Weitere gute geringinvestive Investition: programmierbares Heizungsthermostat. Es kann einprogrammiert werden, dass die Raumtemperatur zeitweise abgesenkt wird (z.B. nachts oder wenn man auf der Arbeit ist)

# Hydraulischer Abgleich (gering €)

Vorher



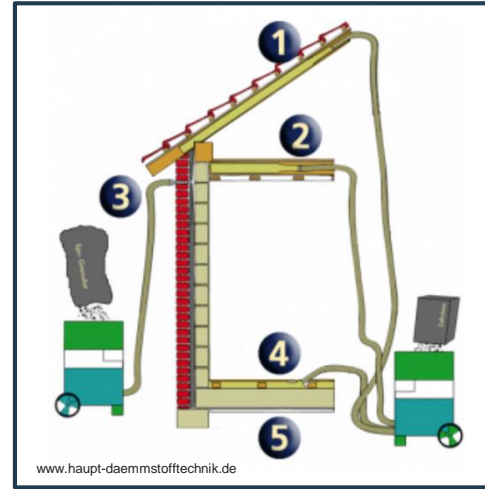
Nachher



Eine Heizungsanlage die hydraulisch nicht optimal eingestellt ist sorgt dafür, dass Ihre Heizung im Wohnzimmer förmlich glüht und im Schlafzimmer eiskalt ist. Die Wärme wird nicht gleichmäßig verteilt, was zu unnötigen Mehrkosten führen kann. Eine Fachkraft für Heizungstechnik kann hier Abhilfe verschaffen. Die anfallenden Kosten werden mit bis zu **30%** von der BAFA gefördert.



# Einblasdämmung (mittel €)



Zusätzliches Dämmen Ihrer Immobilie ist durch das Einblasen von rieselfähigen Dämmstoffen in Zwischenräume möglich.

1. Dach
2. Oberste Geschossdecke
3. Außenwand
4. Fußboden
5. Kellerdecke

Ein wichtiger Indikator bei der Wahl des Dämmstoffs ist der **WLS Wert** (Wärmeleitstufe). Er gibt die physikalische Durchlassfähigkeit eines Materials für den Wärmestrom an.

Nachfolgend sind Dämmstoffe vorgestellt, die **konventionell** für die Einblasdämmung genutzt werden.

Weitere noch nicht so verbreitete Dämmstoffe für einen weitaus ökologischeren Ansatz wären **Kork, Seegras, Hanf und Schafswolle**. Bei weiterem Interesse zum ökologischeren Ansatz helfen wir Ihnen gerne weiter. Auch eine Besichtigung einer ökologischen Baustelle ist in Bordelum möglich.

Die aufgezeigten Zahlen sind Richtwerte und können variieren.



## Blähglas Granulat

Material: Glas, Wasser, Füller

WLS: 080

Pro: Recyceltes Glas, nicht brennbar

Con: Energieintensiver  
Herstellungsprozess

Preis: 70€/m<sup>3</sup>





## Zellulose

Material: Papier

WLS: 040

Pro: Recycelt

Con: Mit Zusätzen behandelt für Brand-,  
Schimmel- und Insektenschutz -  
Borax

Preis: 35€/m<sup>3</sup>



## Perlite

Material: Vulkanisches Glas

WLS: 040

Pro: nicht brennbar, resistent gegenüber Ungeziefer

Con: unbehandelt empfindlich gegenüber Feuchtigkeit, lange Lieferwege

Preis: 110€/m<sup>3</sup>



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

## Steinwolle Granulat

Material: künstliche mineralische Fasern

WLS: 040

Pro: beständig gegen Schimmel, Fäulnis  
und Ungeziefer

Con: kann nicht Recycelt werden, wird  
deponiert

Preis: 35€/m<sup>3</sup>



## EPS-Kügelchen

Material: Polystyrol (Styropor)

WLS: 033

Pro: Feines Material, gelangt in schmale Hohlräume

Con: Kann „auslaufen“, Wand muss abgedichtet werden, Entsorgung nach „Lebensende“

Preis: 110€/m<sup>3</sup>

# Fenster erneuern (hoch €)

## Fenster im Vergleich

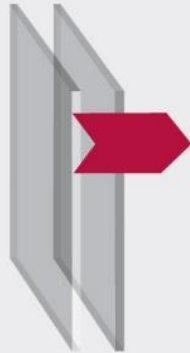
Sehr schlecht



**Einfach-  
verglasung**

U-Wert  
etwa 5 W/m<sup>2</sup>K

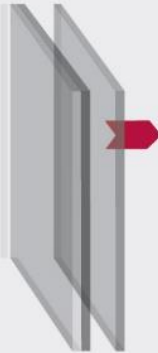
schlecht



**Doppel-  
verglasung**

U-Wert  
2,5 bis 3 W/m<sup>2</sup>K

mittel bis gut  
(EnEV-Standard)



**Wärmeschutz-  
verglasung**

U-Wert  
1,1 bis 1,8 W/m<sup>2</sup>K

Sehr gut  
(Passivhaus-Standard)



**Dreifach-  
verglasung**

U-Werte besser  
0,8 W/m<sup>2</sup>K

Quelle: HEA

Unkontrollierte Wärmeverluste über die Fenster liegen bei alten Fenstern um Faktor 5 höher als bei neuen Dreifach-Ver-glasten Fenstern. Aufgrund der hohen Investition rechnet sich die Maßnahme trotzdem nur langfristig monetär. Weitere Vorteile sind höherer Komfort und gesteigerter Immobilienwert.

# Sanierungsmaßnahmen im Vergleich

prettycons



Heizungsoptimierung



Einblasdämmung



Fenster erneuern

Kosten	800€	3.000€	10.000€
Förderung	30%	20%	20%
Einsparung/a	220€	250€	290€
Amortisation	2,5a	10a	28a

Die o.g. Werte beziehen sich auf das im Quartierskonzept betrachtete Referenzgebäude.  
Die Sanierungsmaßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit müssen im Einzelfall geprüft werden.



# Übersicht Förderungen

KfW 430	KfW 151/152	KfW 153	KfW 167	KfW 431	BAFA: Bundesförderung für effiziente Gebäude	BAFA: Heizen mit erneuerbaren Energien Marktanreizprogramm
Zuschuss	Kredit	Kredit	Kredit	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss
Sanierung und Ersterwerb von Wohnraum	Sanierung und Ersterwerb von Wohnraum	Energieeffizient Bauen	Heizanlage aus erneuerbaren Energien	Beauftragung eines Energieeffizienzexperten	Heizungsoptimierung	Heizen mit erneuerbaren Energien
<p>bei <b>KfW-Effizienzhaus-Standard</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu <b>40%</b> der förderfähigen Kosten</li> <li>• max. 48.000€ je Wohneinheit</li> </ul> <p>bei <b>Einzelmaßnahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>20%</b> der förderfähigen Kosten</li> <li>• max. 10.000€ je Wohneinheit</li> </ul>	<p>bei <b>KfW-Effizienzhaus-Standard</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu 120.000€ je Wohneinheit</li> <li>• Tilgungszuschuss bis zu <b>40%</b> max. 48.000€</li> </ul> <p>bei <b>Einzelmaßnahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu 50.000€ je Wohneinheit</li> <li>• Tilgungszuschuss bis zu <b>20%</b> max. 10.000€</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderkredit bis zu 120.000€ je Wohnung</li> <li>• Tilgungszuschuss bis zu max. <b>25%</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu 50.000€</li> <li>• Tilgungszuschuss bis zu <b>20%</b> max. 10.000€</li> </ul> <p>Mit Förderprogramm der BAFA <b>kombinieren:</b> "Marktanreizprogramm – Heizen mit erneuerbaren Energien"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>50%</b> der Expertenkosten</li> <li>• max. 4.000€</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>30%</b> der förderfähigen Nettoinvestitionskosten</li> <li>• max. 25.000€ pro Standort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu <b>35%</b> der förderfähigen Kosten</li> <li>• zusätzliche <b>10%</b> bei Außerbetriebnahme einer Öl-Heizung</li> </ul>

# Ausblick: Energetische Beratung zur Gebäudesanierung

**Gute Gründe für die energetische Sanierung**

Etwas 1/3 des gesamten Energieverbrauchs Deutschlands lässt sich auf die Erzeugung von Raumwärme zurückführen. Ohne eine flächendeckende energetische Sanierung des Gebäudebestandes ist dies nicht möglich.

Die EcoWert360° Projektgesellschaft ist von ihrer Kommune damit beauftragt worden, die Energiewende in Ihrer Region voran zu treiben.

**Fernwärme Dörpum**  
Entschließen Sie sich jetzt dazu Ihre alte Heizungsanlage zu erneuern und mit lokaler Wärmeerzeugung auf Basis von Biogas? Für den Erstanschluss an die Fernwärme Sie bis zu 20% Förderung von der KfW.

Umweltfreundlich, günstig und regional.  
**Arbeitspreis: 4,8 Cent**  
Grundpreis: 280€/a für einen 14 kW Anschluss

Der Preis für einen Erstanschluss hängt u.a. von der Distanz zum Bestands- und muss individuell geprüft werden. Da Ihnen die EcoWert360° ganz unverbindlich kostenfrei weiter.

**Kontakt**  
Bürgerinitiative  
Biogas Dörpum GmbH & Co. KG  
Rüdiger Schmidt  
04627 / 9230860

**Sprechen Sie mit uns über Ihr energetisches Anliegen**

Bei der EcoWert360° können Sie sich ganz unverbindlich eine erste kostenfreie Einschätzung und Beratung zu folgenden Themen erlassen:

- Grobe Ist-Analyse

**Unsere 7 gemeinsamen Ziele**

- 1. Energieprechtunde**  
Einschätzung einer Austauschliste für Fragen rund um das Thema Energie.
- 2. Gebäudeenergie**  
Aufklärung zu den Potenzialen und Maßnahmen energetischer Sanierungsmaßnahmen.
- 3. Schaffung Greenland**  
Marktanalyse und Szenarien-Entwicklung für eine CO2-Neutrale Wärmeerzeugung. Geplante Errichtung eines neuen Wärmenetzes auf Basis erneuerbarer Energien unter Einbindung von Wasserstofflösungen.
- 4. Energieerwerb**  
Vorbereitung und rechtliche Prüfung eines Bürger- oder Gemeindeförderprojekts.
- 5. Wärmenetz verdichten**  
Versorgungskonzept erstellen, Bestandsnetz erweitern, Anschlussquote erhöhen und Sektorenkopplung auf Basis erneuerbarer Energien darstellen.
- 6. Regionale Stromversorgung**  
Konzepterstellung unter Berücksichtigung von Post-ECO-Lösungen zur realen, nicht nur bilanziellen, CO2-neutralen Stromversorgung Dörpums.
- 7. E-Mobilitätskonzept**  
Optimierung und Erweiterung der Ladesäuleninfrastruktur in Kooperation mit der Hochschule Flensburg und Syddansk Universitet Dänemark

**Der Umwelt zu Liebe**

**Heizen**  
Eine Optimierung der Heizung kostet nicht viel und spart eine Menge Energie. Bei der Aufpreisnahme einer Öl-Heizung erhalten Sie bis zu 45% Förderung auf Ihre neue Heizung auf Basis erneuerbarer Energien.

**Mobilität**  
Lassen Sie das Auto einmal mehr stehen und nutzen Sie das Fahrrad oder die öffentlichen Verkehrsmittel.

**Durchlaufheizung**  
Stellen Sie Ihren Durchlaufheizer eine Stufe niedriger. Die meisten Geräte arbeiten immer auf das eingestellte Maximum und lauwarmes Wasser wird durch die Zuerwärmung von kaltem Wasser erzeugt.

**Zugluft**  
Erreigen Sie Tür- und Fensterdichtungen. Lassen die die Wärme wo sie gebraucht wird.

**Wasserkocher**  
Überlegen Sie sich wie viel Wasser Sie brauchen. Geheißtes Wasser einfach wieder erkalten zu lassen ist verschwendete Energie.

**Geräte im Standby**  
Wenn das Lämpchen blinkt wird Strom verbraucht. Gerne Ausschalten!

**Einkaufen**  
Eine Kartoffel muss nicht auch Zyprien und der Apfel nicht aus Neuseeland kommen. Kaufen Sie lokal und regional um lange Lieferketten zu vermeiden.

**ECO WERT 360° Energie-wende in Echt**

**Ihr Sanierungsmanager für Dörpum**

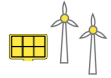
EcoWert360° GmbH  
Eckertörpel Landstraße 97  
24944 Flensburg

www.ecowert360.de  
0462 / 1327995  
info@ecowert360.de

Flyer aus dem Sanierungsmanagement Dörpum

**Ausblick:** Die Gemeinde Bordelum plant im Anschluss an das jetzige Quartierskonzept ein Sanierungsmanagement für das Kerngebiet Bordelum zu beantragen. Im Rahmen des Sanierungsmanagements empfehlen wir, wie derzeit schon in Dörpum, in diesem Rahmen kostenfreie Energieberatungen für die Bewohner\_Innen Bordelums anzubieten. Sie erhalten dann Hilfestellung um einzelne Sanierungsmaßnahmen zu bewerten, einen Sanierungsfahrplan fürs Gebäude zu erstellen und/oder Fördermittel zu beantragen.

# Agenda



Energieerzeugung



Wärmenetze



Szenarien (Wärme & Strom)



Zeitschienen Szenarien



Modellierung



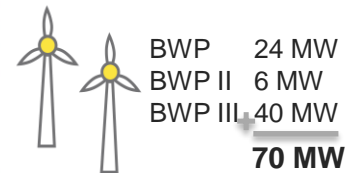
Wirtschaftlichkeit



CO<sub>2</sub>-Einsparung



# Energieerzeugung



- Legende**
- Windkraft
  - Photovoltaik
  - Stromtrasse
  - Bestandsnetz Bordelum
  - Netzerweiterung



## Erläuterung

Die vorangegangene Folie zeigt die **Infrastruktur der Energieerzeugung** in der Gemeinde.

Die drei **Bürgerwindparks** (BWPs) haben eine aufsummierte Leistung von 83 MW. Ca. 16 MW des BWPs III liegen dabei in Dörpum. Die einzelnen Anlagen sind als türkise Punkte dargestellt. Der **Bürger-Solarpark** (BSP) im Südosten der Gemeinde weist eine installierte Leistung von 2,6 MWp auf. Die **Biogasanlage** (BGA) kann 550 kW elektrische, und dabei 657 kW thermische Energie bereitstellen. Der Satellit der BGA am Mutter-Kind-Heim (MKH) liefert 360 kWel und 345kWth. Die Pfeile mit Daten zeigen, wann die erste Anlage in der jeweiligen Erzeugergruppe **20 Jahre Betriebsdauer** erreicht und somit keine EEG-Vergütung mehr erhält. Den **Verlauf der Stromtrassen** von den Erzeugungsanlagen Richtung Umspannwerk zeigen die grauen Linien. Hier zeigt sich der günstige **Trassenverlauf** der BWPs 1&2, da diese **direkt an der BGA** entlanglaufen. Dies ist vorteilhaft, da sich die BGA als Standort für zusätzliche Wärmeinfrastruktur anbietet.

Zudem ist auf der Abbildung das **bestehende Wärmenetz** ab BHKW (rot), sowie das Inselnetz am MKH (blau) zu sehen. Die dunkelblau eingefärbten Flächen zeigen die Gebiete **potentieller Wärmenetze**.

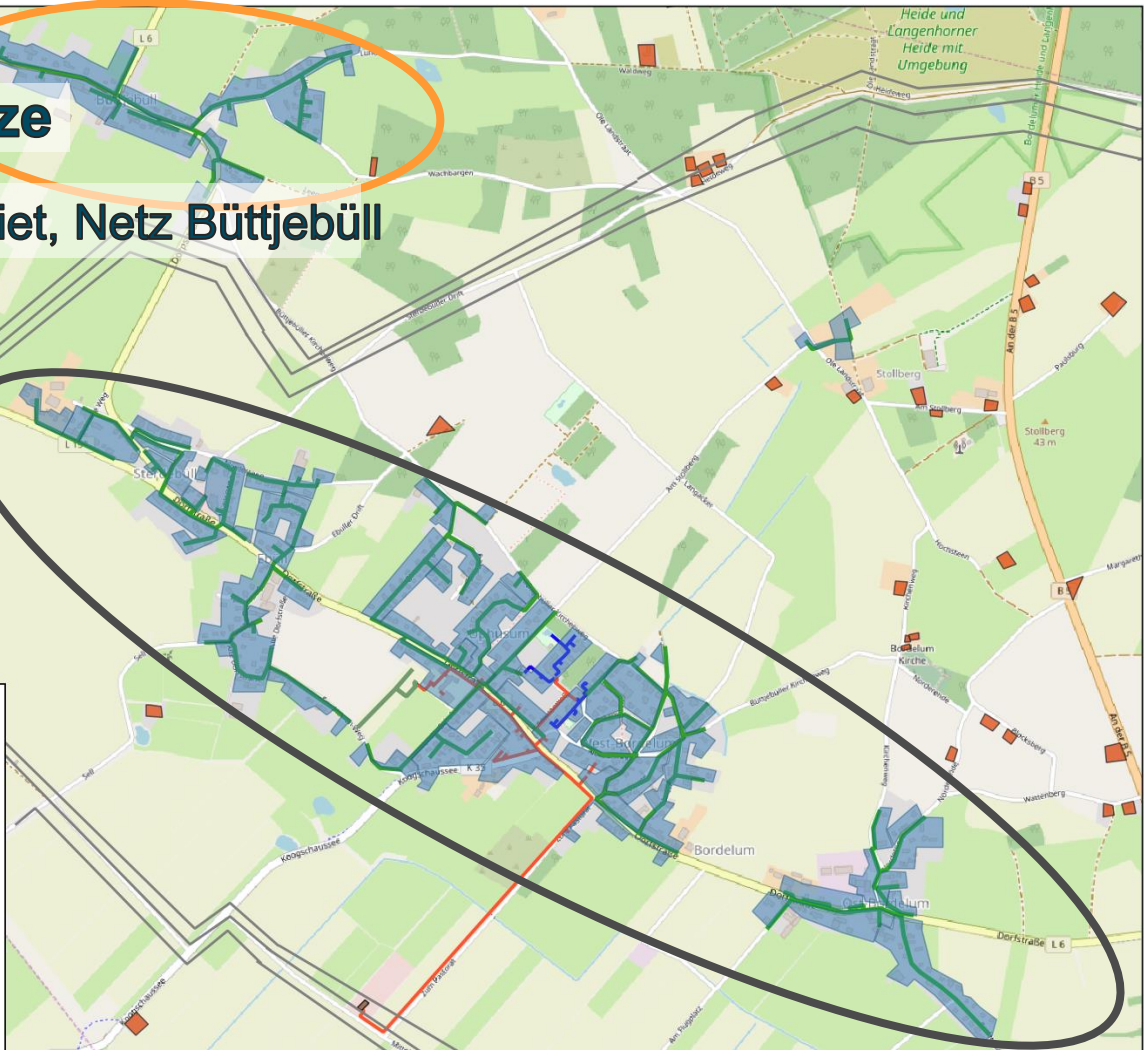



# Wärmenetze

## Netz Kerngebiet, Netz Büttjebüll

**Legende**

- Inselnetz MKH
- Bestandsnetz Bordelum
- Wärmeabnehmer
- Nicht-Wärmenetz geeignet
- Stromtrasse
- BWP Bordelum
- BWP Bordelum 2
- BWP Bordelum 3
- Biogasanlage



Wärmeabnehmer je Netz 

Kerngebiet  
526 Abnehmer

Büttjebüll  
69 Abnehmer

Fernwärme-  
erzeugung je Netz

Kerngebiet  
15,2 GWh/a

Büttjebüll  
1,7 GWh/a



## Erläuterung

Die Folie zeigt die potenziellen Wärmenetze in Bordelum. Im Voraus wurde jegliche Ansammlung von Häusern zu einem Verbund zusammengeführt und bewertet. Die in der Karte in rot dargestellten Gebäude lassen sich keinem Verbund zuordnen.

Eine Realisierung kommt für die Gebiete Kerngebiet und Büttjebüll in Frage. Diese zeigt der Kartenausschnitt auf der vorangegangenen Seite.

Bei einer Erweiterung des Bestandsnetzes im Kerngebiet von Sterdebüll bis Ost-Bordelum besteht die Möglichkeit insgesamt 526 Einheiten an das Fernwärmenetz anzuschließen. Über das Netz Büttjebüll können 69 Anschlüsse versorgt werden.

Für die Deckung des Fernwärmebedarfs werden für das Kerngebiet jährlich, je nach Witterung, ca. 15,2 GWh inklusive Verluste für den Wärmetransport benötigt. Für die Deckung des Fernwärmebedarfs in Büttjebüll müssen jährlich ca. 1,7 GWh Wärme erzeugt werden.

Die nächste Folie zeigt mögliche Versorgungsszenarien für die einzelnen Gebiete und Verbraucher.

# Wärmeszenarien

## Kerngebiet



### 1. Szenario

Post-EEG



### 2. Szenario

Abschaltzeiten minimieren



## Büttjebüll



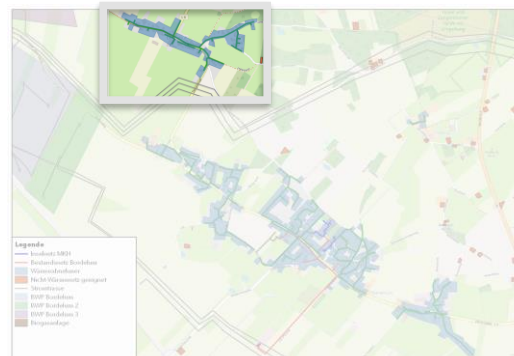
### 1. Szenario

Post-EEG



### 2. Szenario

Abschaltzeiten minimieren



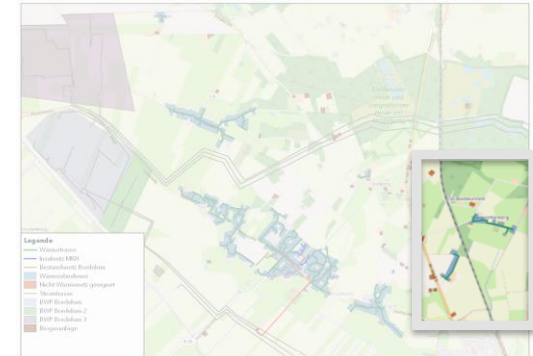
## Einzelverbraucher

Solarthermie

Wärmepumpe

Flüssiggas

Pellets



## Erläuterung

**Szenario 1** für das Kerngebiet setzt auf den Weiterbetrieb der Erzeugungsanlagen über die 20 Jahre EEG-Vergütung hinaus. Durch Integration der Erzeugungsanlagen in die Wärmeversorgung soll ein **wirtschaftlicher Weiterbetrieb** der Anlagen gewährleistet werden und so ein Rückbau der Anlagen verhindert werden.

Angefangen beim Bestandsnetz wird die vorhandene Infrastruktur kontinuierlich erweitert. Das **Bestandsnetz als „Keimzelle“** wird immer weitreichender ausgebaut. Weiterhin werden Post-EEG Anlagen in die Erzeugungsinfrastruktur **unterstützend zur BGA** integriert. Über die Implementierung von Elektrodenheizern (Heizstab) und Wärmepumpen können die Stromerzeugungsanlagen in die Wärmeversorgung integriert werden. Die vorhandene Infrastruktur wird so optimal genutzt und erweitert.

**Szenario 2** sieht eine zusätzliche physikalische Wertschöpfung und damit verbunden eine gesteigerte Akzeptanz vor Ort vor. Anstatt die Erzeugungsanlage vor Ort bei **Einspeisemanagement** abzuschalten und somit wertvolle erneuerbare Energie „verpuffen“ zu lassen, wird die Anlage zwar vom öffentlichen Netz genommen, jedoch nicht abgeschaltet, sondern als **Energiequelle für ein Heizelement** für das Wärmenetz genutzt. Zudem ist zu prüfen, ob die Anlagen auch in Konkurrenz zur EEG-Vergütung laufen können. Der Strombezug ist in diesem Fall teurer, da der Preis für den Strombezug über dem der Einspeisevergütung liegen muss. Allerdings fallen auch die Investitionskosten für Hardware geringer aus, da die vorhandene Erzeugerstruktur bei der BGA genutzt werden kann.

## Erläuterung

Die Szenarien für Büttjebüll basieren auf den gleichen Bestreben, wie die für das Kerngebiet. Sie unterscheiden sich jedoch dadurch vom Kerngebiet, dass **hier kein bestehendes Netz** und Erzeuger erweitert werden kann. Daher erfolgt die Betrachtung als **zweites Netz separat**.

Für die Zeit bis die Erzeugungsanlagen aus dem EEG fallen, ist somit eine **Überbrückungstechnologie** notwendig. Hier bietet sich ein **Biomethan-BHKW mit Wärmepumpe** besonders an, da die Stromversorgung der Wärmepumpe über das Biomethan-BHKW Stück für Stück **durch Post-EEG-Anlagen ersetzt** werden kann. Hierdurch muss nur eine Erzeugungsstruktur aufgebaut und finanziert werden. Da Büttjebüll jedoch über kein Gasnetz verfügt kommt diese Option nicht in Frage. Für eine Versorgung in der Anfangsphase ist daher der Einsatz **anderer Wärmeerzeuger** erforderlich. Als Übergangslösung und nachfolgend als Redundanz bietet sich der Einsatz eines **Hackschnitzelkessel** an.

Wie im Kerngebiet setzten die beiden **Szenarien 1 & 2** auf die Nutzung von Abschaltzeiten beziehungsweise die Integration der Windenergieanlagen nach Ende der EEG-Laufzeit.

## Erläuterung

Die lokalen Begebenheiten in Bordelum **verhindern** den Betrieb **eines flächendeckenden Wärmenetzes**. Um für Einzelverbraucher, die nicht in das Netz im Kerngebiet oder Büttjebüll integriert werden können, dennoch eine nachhaltige Wärmeversorgung bereitstellen zu können, zeigt dieses Szenario unterschiedliche Möglichkeiten auf.

Für eine nachhaltige Wärmeversorgung ohne Anschluss an ein Wärmenetz bieten sich je nach Gebäudeklasse unterschiedliche Optionen an. Die Wärmeversorgung wenig sanierter Häuser erfordert Vorlauftemperaturen von 60-80°C, die eine Wärmepumpe im kleinen Maßstab nicht leisten kann. Um die Wärmeversorgung nachhaltiger zu gestalten bietet Solarthermie eine sinnvolle Erweiterung der privaten Wärmeversorgung. Auch der Umstieg von Öl auf (Flüssig-)gas-Heizungen oder Holzpellets trägt zu einer Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Haushalte die für eine Wärmeversorgung mittels Wärmepumpe geeignet sind, können über einen eigens geschaffenen **Wärmepumpentarif** versorgt werden. Näheres Hierzu im Verlauf der Präsentation.

In der Studie werden Haushalte verschiedener Gebäudeklassen, die für Begebenheiten in der Gemeinde repräsentativ sind, mustergültig saniert.

## 1. Bilanzielle Stromprodukte



## 2. Mobilität

### 2.1 Laden zu Hause

### 2.2 Laden zu Hause & Schnelllader



## 3. Weitere Verbraucher

### 3.1 Elektrolyseur

### 3.2 Grüne Rechenzentren





## Erläuterung

### 1. Szenario – Bilanzielle Stromprodukte



Für die **generelle Stromversorgung** der Haushalte vor Ort bietet sich ein bilanzielles Stromprodukt an. So sichert der Tarif den **bilanziellen Bezug** des vor Ort produzierten Stromes, da eine Übernahme des physikalischen Stromnetzes, wie im Schaufenster Dörpum aufgezeigt, nicht pragmatisch umsetzbar ist.

### 2.1 Szenario – Mobilität - Laden zu Hause



Wie für Wärmepumpen und die generelle Stromversorgung der Haushalte, kann ein ähnliches lokales Stromprodukt die **Strombereitstellung** für die **Elektromobilität** übernehmen.

### 2.2. Szenario – Mobilität - Laden zu Hause und Schnelllader



In Ergänzung zum E-Mobilitätskonzept mit dem Laden der Fahrzeuge im eigenen Haushalt, wird eine **Schnellladetankstelle** für Elektrofahrzeuge in die Infrastruktur integriert. Diese Tankstelle ist physikalisch über eine **Direktleitung** an die **Erzeugerstruktur** angeschlossen. So kann auch **eine physikalische Abnahme** des vor Ort produzierten Stroms gewährleistet werden. Die Auswertung der Mobilitätsszenarien erfolgt anhand unterschiedlicher Nutzerverhalten und Zukunftstrends.

### 3.1 Szenario – Elektrolyseur

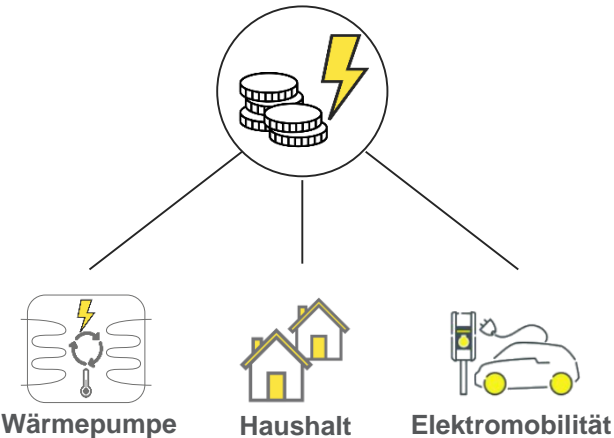


Zusätzlich zu diesen Stromabnehmern wird ein **Elektrolyseur** in die Betrachtungen eingebunden. Dieser soll als Infrastrukturmaßnahme für die Mobilität und Wärmeversorgung integriert werden. So ist es denkbar die **Abwärme** des Elektrolyseurs in das **Wärmenetz** einzuleiten, sofern die Begebenheiten dies zulassen. Der produzierte **Wasserstoff** kann über eine Wasserstofftankstelle und Wasserstofffahrzeugen in der Gemeinde die Emissionen im **Verkehrssektor** zusätzlich senken.

### 3.2 Szenario – grüne Rechenzentren



Ein grünes Rechenzentrum nutzt lokal, regenerativ erzeugten Strom für die Bereitstellung von Internetservices wie Clouds. Durch die Integration eines grünen Rechenzentrums kann zusätzliche lokale Wertschöpfung generiert, der Eigennutzungsgrad der vor Ort erzeugten Energie gesteigert und die Abwärme des Rechenzentrums für das Wärmenetz genutzt werden. Die Studie befasst sich mit einem solchen System.



- Stromversorgung mittels Nutzung des öffentlichen Netzes
- Direktvermarkter oder Bürgerenergiegesellschaft wird zum Energieversorger
- Eigene Tarife für Wärmepumpe und E-Mobilität
- Passus zu abschaltbaren Leistungen bei Netzentgelten ermöglicht Senkung des Arbeitspreises (ca. 2 ct/kWh)
- Trotz Netznutzung ca. 90 % des verbrauchten Stroms regenerativer Strom aus der Gemeinde

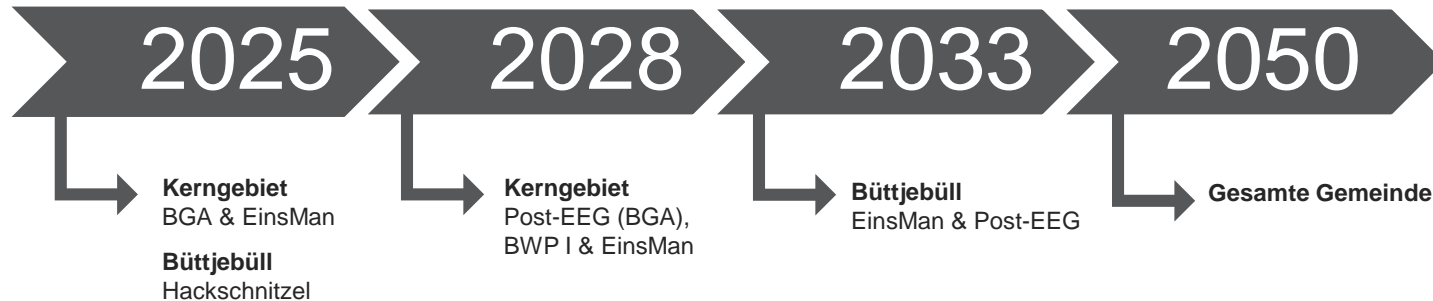
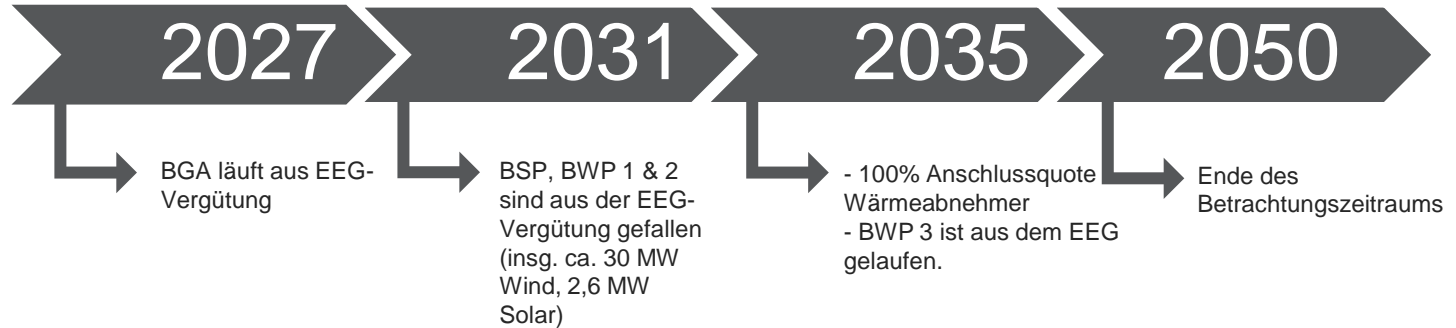
## Erläuterung

Die **einzige Möglichkeit** eine ausschließliche Versorgung der Gemeinde mit **vor Ort produziertem Strom** zu gewährleisten, ist die **Übernahme des Stromnetzes** in der Gemeinde und die Abkopplung vom Netz der öffentlichen Versorgung. Wie im Schaufenster Dörpum dargestellt ist dies **keine sinnvolle Option**.

Das Anbieten bilanzieller Stromprodukte bietet die nächstbeste, realisierbare Umsetzungsmöglichkeit. Das Konzept dieser Tarife ist es, über einen **Direktvermarkter** einen **Grünstromtarif** vor Ort zu schaffen, der die **Strombereitstellung über Grünstromzertifikate** der Stromerzeugungsanlagen vor Ort bereitstellt. Die Stromversorgung erfolgt hierbei mittels Nutzung des öffentlichen Netzes. Der Direktvermarkter oder Bürgerenergiegesellschaft wird zum Energieversorger und kann neben einem Tarif für den Haushaltsstrom auch Wärmepumpen- und Mobilitätstarife anbieten. Ein **Passus zu abschaltbaren Leistungen** bei Netzentgelten der SH Netz ermöglicht eine **Senkung des Arbeitspreises** von Wärmepumpen- bzw. Mobilitätstarif um **ca. 2 ct/kWh**.

Die Modellierung hat ergeben, dass trotz einer Nutzung des öffentlichen Stromnetzes **ca. 90 % des verbrauchten Stroms** durch **regenerativer Strom aus der Gemeinde** bereitgestellt wird.

# Zeitschiene Szenarien



## Erläuterung

Der obere Zeitstrahl zeigt die Geschehnisse in der Gemeinde, die maßgebend für die Entwicklung der Energieinfrastruktur in der Gemeinde sind.

Im Jahr **2027** läuft die Biogasanlage aus der EEG-Vergütung. Da ein zentrales Bestreben des Quartierskonzeptes der Erhalt der Biogasanlage ist, erfolgt hier eine Detailbetrachtung. Das Jahr **2031** stellt 32,6 MW Kapazität an erneuerbarem Erzeugungspotential zur Verfügung, das ebenfalls keine Vergütung mehr aus dem EEG erhält und somit –potenziell- vollumfänglich der Wärme-/Strominfrastruktur vor Ort zur Verfügung steht. **2035** erreicht der Ausbaugrad der Wärmeversorgung des Quartiers das Ziel einer 100 prozentigen Anschlussnehmerquote mit einer Lastabnahme, charakteristisch für die folgenden Jahre. **2050** ist das Ende des Betrachtungszeitraumes der Studie erreicht.

Anhand der dargestellten Entwicklungen erfolgt eine Detailbetrachtung der Szenarien in den Jahren 2027, 2031, 2035 und 2050. Der untere Zeitstrahl zeigt die Zusammensetzung der Energieversorgung in den einzelnen Szenarien. 2050 erfolgt eine abschließende Betrachtung der Energieversorgung.

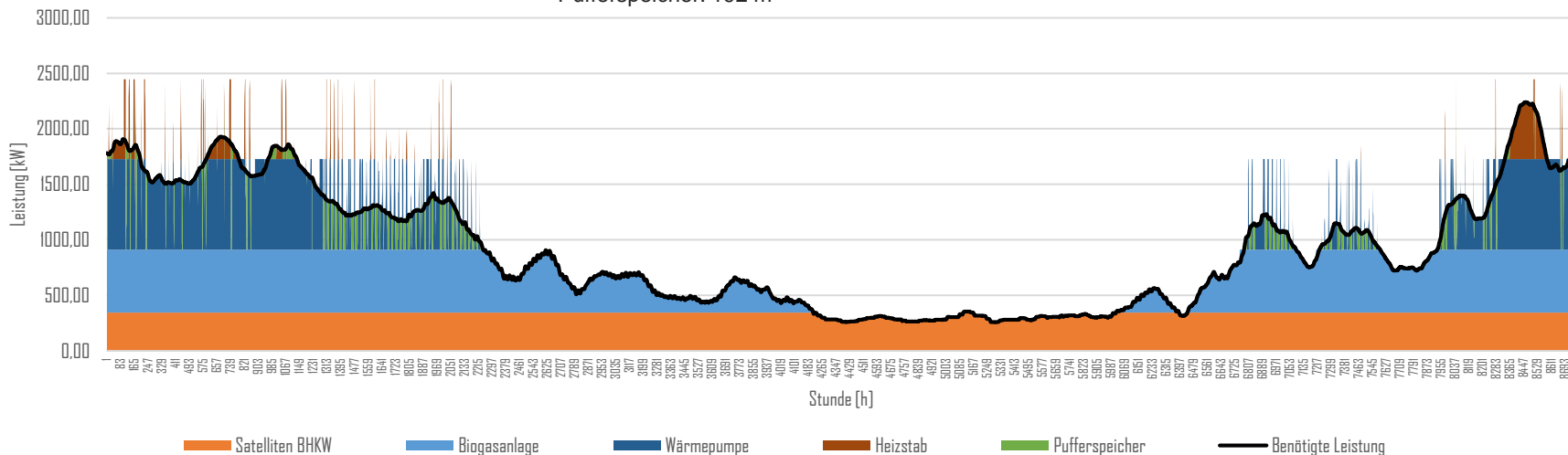
# Modellierung - Wärme

## Kerngebiet – Szenario 1 -2025

<b>AQ</b>	40%
<b>FW-Bedarf</b>	6.458.153 kWh
<b>FW-Erzeugung</b>	7.914.534 kWh

Anlage	Leistung [kW]	Menge [kWh]	Volllaststunden [h]	Anteil [%]
Biogasanlage	567	2.994.734	5.282	38
Satelliten BHKW	345	2.932.373	8.500	36
Wärmepumpe	814	1.827.081	2.244	23
Heizstab	719	230.540	321	3
<b>Wärme Gesamt</b>	<b>2.445</b>	<b>7.984.729</b>	<b>3.265</b>	<b>100</b>

Pufferspeicher: 192 m<sup>3</sup>





## Erläuterung

Die Folie zeigt exemplarisch im Szenario 1 – 2025 für das Kerngebiet Ergebnisse der Simulation. Unter Berücksichtigung der Anschlussquote von 40 % und Energieeffizienzmaßnahmen in der Gemeinde ergibt sich ein jährlicher **Fernwärmebedarf** von **6.458.153 kWh** (stark abhängig von der Witterung). Um den Fernwärmebedarf zu decken ist eine **Fernwärmeerzeugung** von **7.914.534 kWh** notwendig. Hier sind die Übertragungsverluste bei der Wärmebereitstellung mit berücksichtigt.

Die **Tabelle** rechts oben auf der Folie zeigt, wie die einzelnen **Wärmeerzeuger zur Deckung des Bedarfs** beitragen. Neben der notwendigen Leistung zeigt die Tabelle wie viel Wärme je Einheit bereitgestellt wird, wie viele Volllaststunden die Anlagen laufen und mit wie viel Prozent sie zur Deckung des Bedarfs beitragen. Eine weitere Komponente der Wärmeversorgung ist ein Pufferspeicher, der mit 192 m<sup>3</sup> dimensioniert wurde.

Das **Diagramm** zeigt den **jährlichen Verlauf der Wärmebereitstellung** durch die einzelnen Erzeuger. Zu erkennen ist, dass nach Merit-Order Biogasanlage und Satelliten-BHKW primär den Grundlastbedarf decken. Der darüber hinausgehende Bedarf wird durch die Wärmepumpe gedeckt und Heizstab und Pufferspeicher agieren zum Abfangen auftretender Lastspitzen.

# Modellierung - Strom

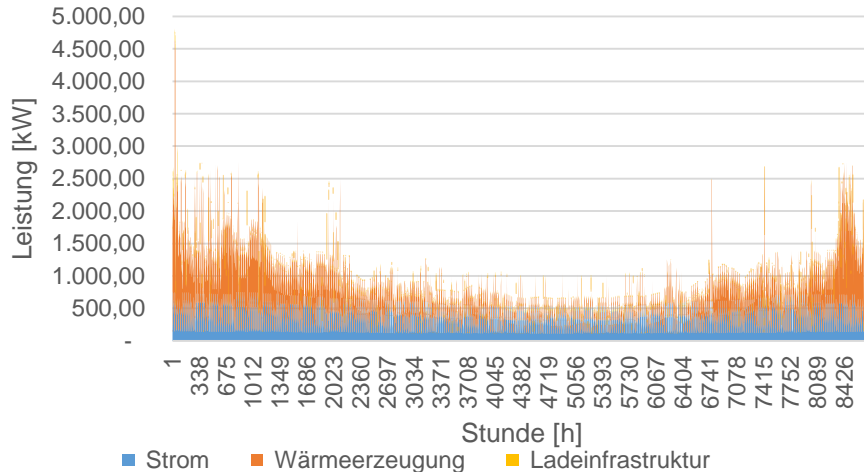
2050

Anlage	Leistung [kW]	Menge [kWh]	Volllaststunden [h]	Anteil [%]
Strom_Wind	5.269	9.094.395	1.726	75
Strom_PV	1.784	1.394.726	7812	12
Strom_Import	3.960	1.564.677	395	13
Strom_Gesamt	3.673	12.053.798	3.283	100

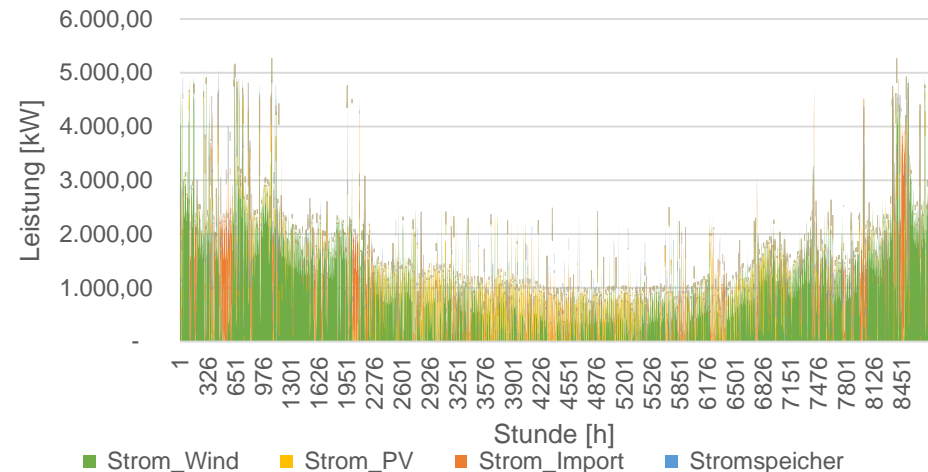


**Autarkiegrad: 87 %**

Strombedarf



Strombedarfsdeckung



## Erläuterung

Die Folie zeigt die Ergebnisse der Modellierung für das Stromszenario 2050. In diesem Szenario sind **alle Stromverbräuche** für die Bereitstellung in den Sektoren **Strom, Mobilität und Wärme** **zusammengefasst**. Für die Mobilität wurde vom progressiven Entwicklungsszenario ausgegangen. Dieses **Szenario für 2050** geht also von dem **höchsten mit zu rechnenden Stromverbräuchen** aus. Hier werden **noch 87 % des Strombedarfs** durch **Strom aus der Gemeinde** gedeckt. **Ca. 1,5 GWh** werden **aus dem öffentlichen Stromnetz** bezogen.

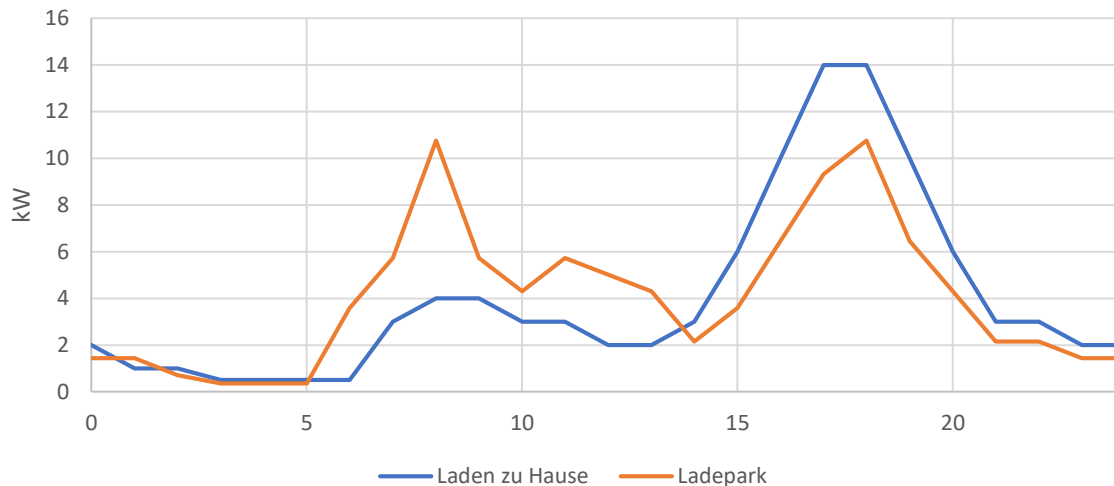
Selbst wenn der Wärmebedarf komplett über Strom gedeckt wird, kann die Menge Wärme größer als die Menge Strom sein, die notwendig ist. Der Grund hierfür ist, dass eine Wärmepumpe mit einer Kilowattstunde Strom mehrere Kilowattstunden Wärme bereitstellen kann. In der Wärmeversorgung Bordelum werden hauptsächlich Wärmepumpen eingesetzt.

Das **linke Diagramm** zeigt den **Strombedarf** der Stromversorgung (blau), Wärmeversorgung (orange) und Ladeinfrastruktur (gelb) von Stunde 0 bis 8760 des Jahres. Gut zu erkennen ist der jahreszeitliche Verlauf im Strombedarf für die Wärmeversorgung.

Das **rechte Diagramm** zeigt wie die **einzelnen Energiequellen den Strombedarf decken**. Gut zu erkennen ist, dass die Windenergie (grün) einen Großteil des Bedarfs deckt.

# Modellierung – E-Mobilität

Annahmen	
HH mind. 1 KFZ	86 %
Zweitwagen	37 %
Fahrleistung	51 km/Tag
Energieverbrauch	18 kWh/100km
Laden zu Hause	80 %



Anteil E-Fahrzeuge	2027	2031	2035
Konventionell	3,5 %	7 %	15 %
Progressiv	6 %	17 %	49 %

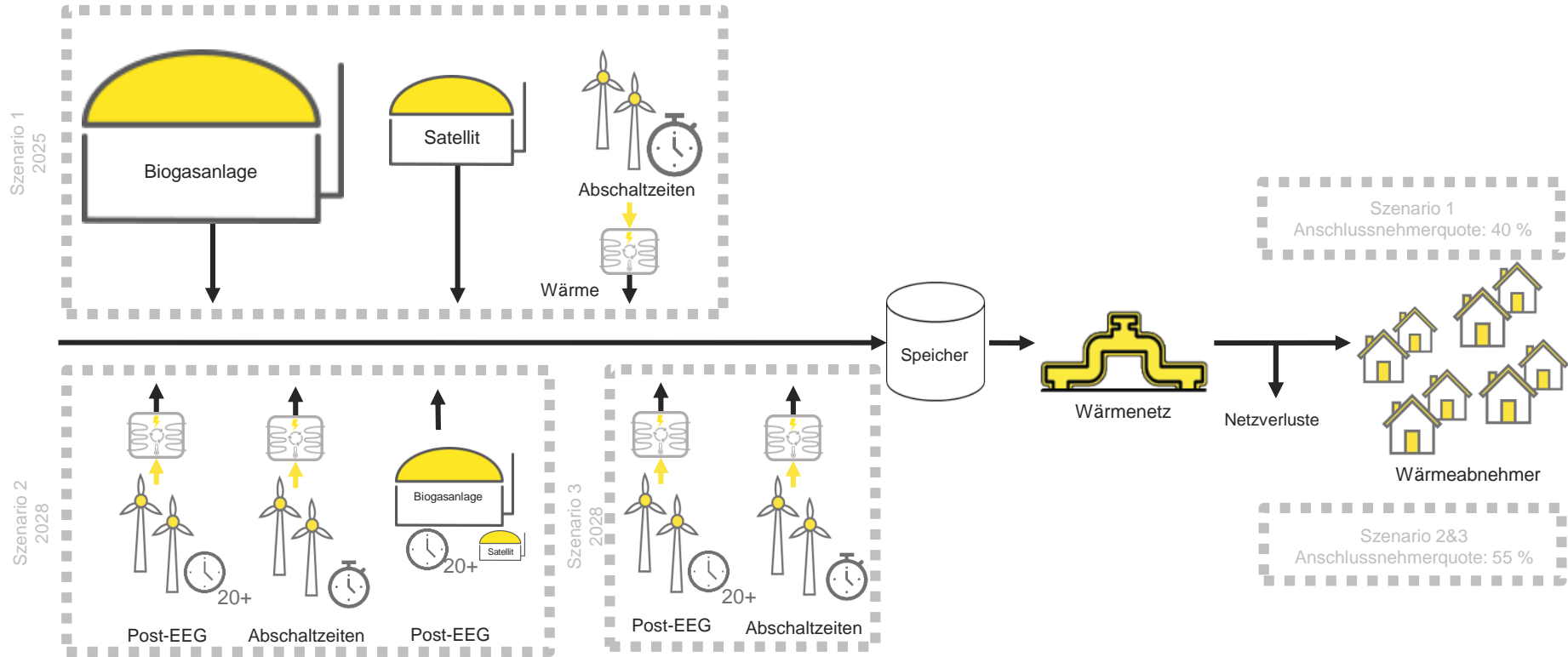
	Progressiv 2035	Konventionell 2035
Max. Ladung	513 kW	130 kW
Energieverbrauch	1,3 GWh	402.084 MWh

## Erläuterung

Auf der Folie ist ein **Lastgang der Elektromobilität im Tagesverlauf** dargestellt. Der orangene Graph zeigt das Ladeverhalten an einer Schnellladetankstelle im Ort, die Teil des Quartierskonzeptes ist. Der blaue Graph zeigt das Ladeverhalten zu Hause. Im blauen Graph ist ein prägnanter Peak zu den Feierabendstunden zu erkennen, wohingegen das Laden am Schnelllader etwas mehr über den Tag verteilt erfolgt. Jedoch sind hier zwei deutliche Lastspitzen am Morgen und Abend zu erkennen. Weiterhin zeigt die Folie einige **Annahmen**, die für die **Szenarienerstellung** getätigt wurden. Es wird davon ausgegangen, dass **86 % der Haushalte mindestens ein Auto haben, 37 % einen Zweitwagen**. Die durchschnittliche **Fahrleistung pro Tag** beträgt **51 km** und der **Energieverbrauch** liegt bei **18 kWh/100km**. 80 % der Ladevorgänge erfolgen innerhalb der Gemeinde, 20 % außerhalb, die somit nicht für den Stromverbrauch in der Gemeinde relevant sind.

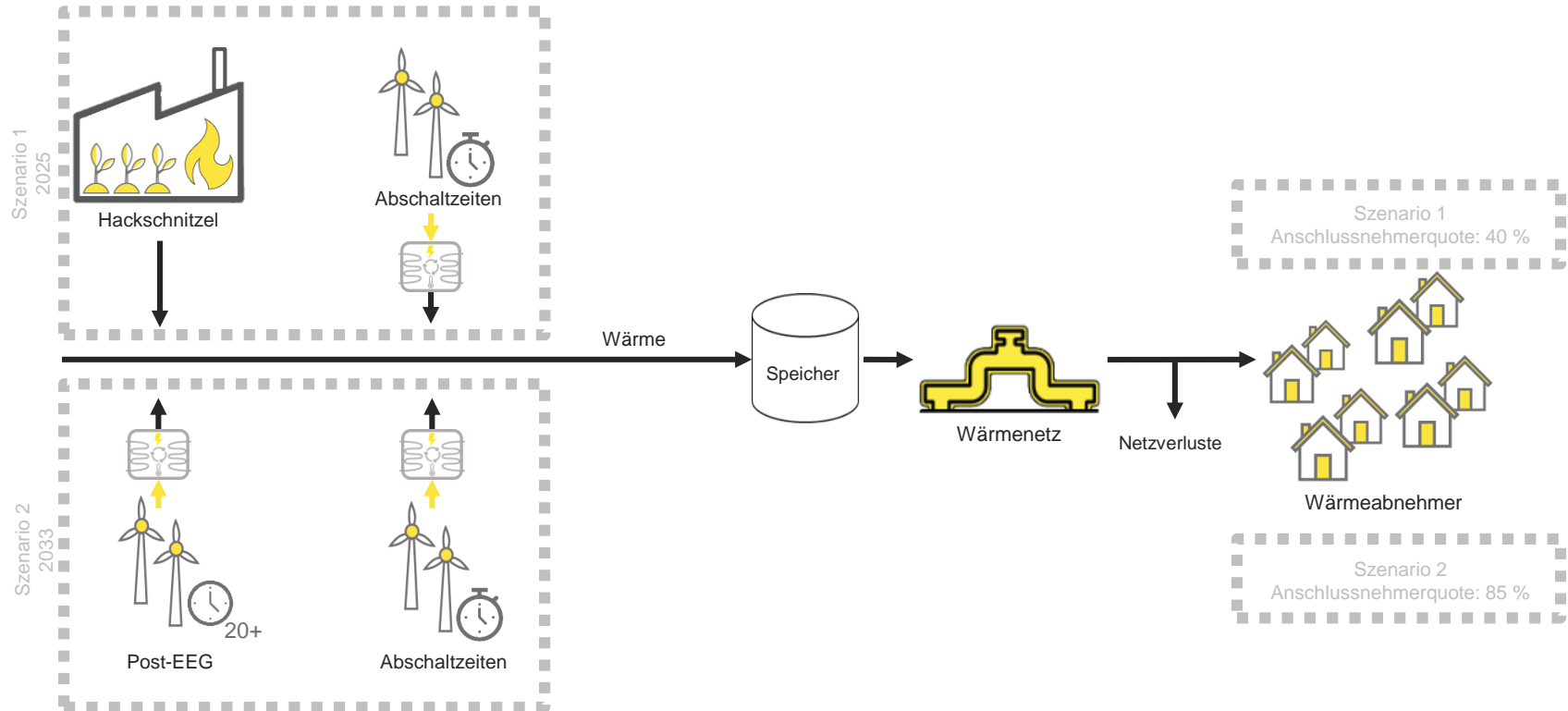
Für die **Entwicklungstrends** wurde ein **konventionelles** und ein **progressives Ausbauszenario** entwickelt. Im **konventionellen Szenario** steigert sich der Anteil an Elektrofahrzeugen **von 3,5 % in 2027 auf 15 % in 2035**, im **progressiven Szenario von 6 auf 49 %** in der gleichen Zeit. Der **Energieverbrauch** im Jahr **2035** liegt im **konventionellen Szenario bei 0,4 GWh im Jahr**, im **progressiven bei 1,3 GWh**.

# Prinzipschema - Kerngebiet





# Prinzipschema - Büttjebüll



# Wirtschaftlichkeit Wärmeszenarien

Szenario	Kerngebiet 2025	Kerngebiet 2028a	Kerngebiet 2028b	Büttjebüll 2025	Büttjebüll 2033
Errichtungskosten [€]	10.034.066	11.494.760	11.729.149	1.696.955	2.177.925
Förderung [€]	4.353.526	5.129.604	5.212.560	309.320	977.270
Investitionskosten [€]	5.680.540	6.365.156	6.516.589	1.387.635	1.200.655
Investitionsgebundene Kosten [€/a]	253.636	284.204	290.965	61.958	53.609
Betriebsgebundene Kosten [€/a]	102.998	133.391	137.746	22.524	31.605
Max. Wärmeeinkaufspreis [Ct./kWh]	8,40	3,50	3,30	1,00	1,00
Verbrauchsgebundene Kosten [€/a]	267.674	310.881	298.568	25.990	12.263
<b>Gesamtkosten [€/a]</b>	<b>624.308</b>	<b>728.476</b>	<b>727.280</b>	<b>110.471</b>	<b>97.477</b>
Vollkosten [Ct./kWh]	9,67	9,83	9,82	21,48	10,48

## Erläuterung

Die Tabelle der vorangegangenen Folie zeigt **Kernpunkte der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Szenarien**. Neben den **Investitionskosten** aus Errichtungskosten abzüglich Förderung sind die **Gesamtkosten pro Jahr** und die **Vollkosten** in Cent pro Kilowattstunde aufgezeigt.

Im Kerngebiet kann auf eine **bestehende Wärmeerzeugungsstruktur aufgebaut** werden, wodurch sich die Anfangsinvestitionen verringern und letztendlich die Vollkosten sinken. Die Preise für den Ein- und –verkauf von Wärme werden durch die Preisstruktur im Bestandsnetz vorgegeben. Die Heizkosten für die Endkunden sollen sich gegenüber der bestehenden Preisstruktur nicht erhöhen. Hieraus ergeben sich die Preise, zu denen die Wärme maximal eingekauft und an den Endkunden weitergegeben werden kann. Der Wärmeeinkaufspreis muss die Betriebs- und Bereitstellungskosten, Energieebenkosten sowie Emissionskosten mit tragen.

Die **Vollkosten für Büttjebüll** lassen einen **wirtschaftlichen Betrieb des Netzes** zu marktüblichen Preisen **voraussichtlich nicht** zu. Aufgrund langer Netze und geringe Anschlussnehmerzahlen ist die **Liniendichte (kWh/m\*a)** **gering**. Eine geringe Liniendichte bedeutet geringe Wärmeabsatzmengen bei langen Leitungslängen. Große Längen bedeuten einen höheren Invest und höhere Verluste. Diese teilen sich auf wenige Anschlussnehmer auf. Hierdurch steigen die Vollkosten pro Kilowattstunde. Selbst bei einem maximalen Wärmeeinkaufspreis von 1 ct/kWh liegen die Vollkosten im Jahr 2025 bei ca. 21,5 ct/kWh.

Um abschließende Aussagen über die Wirtschaftlichkeit eines Netzes treffen zu können sind jedoch weitere Betrachtungen notwendig.

# CO<sub>2</sub>-Einsparung

	Kerngebiet						Büttjebüll			
	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3		Szenario 1		Szenario 2	
	2025	40%	2028	55%	2028	55%	2025	40%	2033	85%
	Wärme- menge [kWh]	CO <sub>2</sub> - Emissionen [t]	Wärme- menge [kWh]	CO <sub>2</sub> - Emissionen [t]	Wärme- menge [kWh]	CO <sub>2</sub> - Emissionen [t]	Wärme- menge [kWh]	CO <sub>2</sub> - Emissionen [t]	Wärme- menge [kWh]	CO <sub>2</sub> - Emissionen [t]
Wärmebedarf	6.980.663	2.034	8.753.305	2.551	8.753.305	2.551	718.675	233	1.299.272	421
Fernwärmebedarf + Wärmeverluste	7.914.534	641	8.957.271	180	8.957.271	155	758.585	42	1.212.799	15
<b>CO<sub>2</sub>-Minderung</b>		<b>1.394</b>		<b>2.371</b>		<b>2.396</b>		<b>191</b>		<b>406</b>

Im Vergleich zum Wärmemix 2020

## Erläuterung

Eine mögliche CO<sub>2</sub>-Einsparung ist ebenfalls in die unterschiedlichen Szenarien aufgeschlüsselt. Für die potenziellen **CO<sub>2</sub>-Einsparungen in den Szenarien** wurde der **jeweilige Mix der Wärmebereitstellung**, also die Verteilung auf die unterschiedlichen Heizungsarten, **aus dem Jahr 2020 dem Erzeugerprofil des jeweiligen Szenarios gegenübergestellt**. Der **Wärmebedarf** liegt zwar meist **über dem der derzeitigen Wärmeversorgung**, der **CO<sub>2</sub>-Ausstoß** ist **jedoch deutlich geringer**.

Im Jahr **2028** kann so allein im **Szenario 3** für das Kerngebiet **CO<sub>2</sub> in Höhe von 2.400 Tonnen eingespart** werden. Hinzu kommen **ca. 250 Tonnen Einsparung** für das Netz in **Büttjebüll** plus **weitere Tonnen** durch die **Modernisierung** von Heizungsanlagen **der nicht wärmenetz-geeigneten Haushalte**.

---

Die positiven Effekte einer nachhaltigen Energieversorgung gehen weit über die Einsparung schädlicher Emissionen hinaus. Doch allein die Einsparung an CO<sub>2</sub> ist Grund genug sich für eine nachhaltige Zukunft zu engagieren!

---





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Foto: [www.joens-dreisdorf.de](http://www.joens-dreisdorf.de)

Sören Haase

GP JOULE GmbH  
Cecilienkoog 16  
25821 Reußenköge  
T+ 49 46716074-648  
s.haase@gp-joule.de

Lukas Schmeling

EcoWert360° GmbH  
Lise-Meitner Straße 1  
24941 Flensburg  
T+ 49 (0) 461 16 77 96 50  
lukas.schmeling@ecowert360.de