

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/346523808>

Erstellung eines Wärmeatlas für Bremen und Bremerhaven – Fortschreibung Wärmebedarf bis 2050

Technical Report · July 2020

DOI: 10.13140/RG.2.2.33167.61603

CITATIONS

0

READS

12

4 authors, including:



[Benedikt Josef Meyer](#)

Universität Bremen

20 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Center for Energy Storage [View project](#)



Quarree100 [View project](#)

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND
ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM
OE ENERGIESYSTEMANALYSE

ERSTELLUNG EINES WÄRMEATLAS FÜR BREMEN UND BREMERHAVEN

FORTSCHREIBUNG WÄRMEBEDARF BIS 2050

Dr. Bernd Eikmeier, Karen Janßen (IFAM)

Benedikt Meyer, Timo Wassermann (FGRES)

07. Juli 2020

Dr. Bernd Eikmeier, Karen Janßen

Energiesystemanalyse

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM

Wiener Straße 12 | 28359 Bremen | Germany

Telefon + 49 421 2246-7023 | Fax 2246-300

bernd.eikmeier@ifam.fraunhofer.de

Benedikt Meyer, Timo Wassermann

Fachgebiet Resiliente Energiesysteme

Universität Bremen

Enrique-Schmidt-Str. 7 | 28359 Bremen | Germany

Telefon + 49 421 218-64888 | Fax + 49 421 218-964884

benedikt.meyer@uni-bremen.de

Projektnummer: 218 219

Auftraggeber: Wesernetz Bremen GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Projektbeschreibung	9
2	Fortschreibung des Wärmebedarfs Wohn- und Nichtwohngebäude	11
	2.1 Definition von Szenarien	11
	2.2 Ergebnisse	16
3	Industrie	21
	3.1 Definition von Szenarien	21
	3.2 Ergebnisse	22
4	Entwicklung des Wärmebedarfs der Bestandsgebäude.....	24
	4.1 Bremen.....	24
	4.2 Bremerhaven	31
5	Zusammenfassung	37
6	Literatur.....	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Entwicklung der Bevölkerungszahlen in Bremen und Bremerhaven... 15
Abbildung 2-2:	Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremen im BAU-Szenario 19
Abbildung 2-3:	Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremerhaven im BAU-Szenario 19
Abbildung 2-4:	Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremen im SPAR-Szenario 20
Abbildung 2-5:	Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremerhaven im SPAR-Szenario 20
Abbildung 3-1:	Fortschreibung des Wärmebedarfs der Industrie in Bremen bis 2050 [BCG & prognos, 2018 um eigene Berechnungen ergänzt]..... 22
Abbildung 3-2:	Fortschreibung des Wärmebedarfs der Industrie in Bremerhaven bis 2050 [BCG & prognos, 2018 um eigene Berechnungen ergänzt]..... 23
Abbildung 4-1:	Entwicklung des Wärmebedarfs je Stadtteil in Bremen 28
Abbildung 4-2:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen Ist-Stand (Rastergröße 100 m)..... 29
Abbildung 4-3:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen SPAR-Szenario 2030 Rastergröße 100 m)..... 29
Abbildung 4-4:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen SPAR-Szenario 2040 (Rastergröße 100 m)..... 30
Abbildung 4-5:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen SPAR-Szenario 2050 (Rastergröße 100 m)..... 30
Abbildung 4-6:	Entwicklung des Wärmebedarfs je Stadtteil in Bremerhaven 33
Abbildung 4-7:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven Ist-Stand (Rastergröße 100 m)..... 34
Abbildung 4-8:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven SPAR-Szenario 2030 (Rastergröße 100 m) 35
Abbildung 4-9:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven SPAR-Szenario 2040 (Rastergröße 100 m) 35
Abbildung 4-10:	Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven SPAR-Szenario 2050 (Rastergröße 100 m) 36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Auswirkungen durch langfristigen Klimaeffekt.....	12
Tabelle 2-2:	Angenommene jährliche Sanierungsraten.....	12
Tabelle 2-3:	Sanierungseffizienz im BAU-Szenario in kWh/m ² *a.....	13
Tabelle 2-4:	Sanierungseffizienz im SPAR-Szenario in kWh/m ² *a.....	14
Tabelle 2-5:	Wärmebedarf der Neubauten	16
Tabelle 2-6:	Beispiel für die Anwendung der Reduktionsfaktoren	16
Tabelle 2-7:	Reduktionseffekte für Bremen in GWh/a	17
Tabelle 2-8:	Reduktionseffekte für Bremerhaven in GWh/a	17
Tabelle 2-9:	Wohnflächenzubau und GWB in Neubau in Bremen und Bremerhaven bis 2050.....	18
Tabelle 4-1:	Verteilung des Nutzwärmebedarfs (enthält Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) sowie Anzahl der Objekte nach Gebäudetypen für den Ist-Stand sowie das Jahr 2050 in beiden Szenarien in Bremen....	25
Tabelle 4-2:	Prozentuale Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf Gebäudekategorien im Ist-Stand sowie im Jahr 2050 in den Szenarien BAU und SPAR in Bremen	26
Tabelle 4-3:	Verteilung des Nutzwärmebedarfs Ist-Stand, BAU 2050 und SPAR 2050 auf die Stadtteile in Bremen	27
Tabelle 4-4:	Verteilung des Nutzwärmebedarfs (enthält Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) sowie Anzahl der Objekte nach Gebäudetypen für den Ist-Stand sowie das Jahr 2050 in beiden Szenarien in Bremerhaven	31
Tabelle 4-5:	Prozentuale Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf Gebäudekategorien im Ist-Stand sowie im Jahr 2050 in den Szenarien BAU und SPAR in Bremerhaven	32
Tabelle 4-6:	Verteilung des Nutzwärmebedarfs Ist-Stand, BAU 2050 und SPAR 2050 auf die Stadtteile in Bremerhaven	32

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
BAU	Business as usual
EFH	Einfamilienhaus
FGRES	Fachgebiet Resiliente Energiesysteme der Universität Bremen
IFAM	Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung
MFH	Mehrfamilienhaus
RH	Reihenhaus

1 Einleitung und Projektbeschreibung

Wesernetz Bremen GmbH und wesernetz Bremerhaven GmbH (im Folgenden mit AG abgekürzt) möchten in Zusammenarbeit mit der Freien Hansestadt Bremen sowie der Stadtgemeinde Bremerhaven eine strategische Fernwärmeplanung bis zum Jahr 2030 erarbeiten und in der Folge umsetzen. Ein erster Schritt auf dem Weg zur Erarbeitung dieser Strategie ist die Erstellung eines Wärmeatlas für beide Städte. Das Fraunhofer IFAM (im Folgenden mit IFAM abgekürzt), Arbeitsgruppe Energiesystemanalyse hat zusammen mit dem Fachgebiet Resiliente Energiesysteme der Universität Bremen (nachfolgend mit FGRES abgekürzt) die Studie *Erstellung eines Wärmeatlas für Bremen und Bremerhaven* erstellt.

In der Studie wurde zunächst eine digitale Wärmebedarfskarte erstellt. Diese zeigt in gebäudescharfer Auflösung den Wärmebedarf der Städte Bremen und Bremerhaven im Ist-Stand. Darauf aufbauend wird eine Prognose des Wärmebedarfs in zwei Szenarien bis 2050 vorgenommen, die in diesem Bericht vorgestellt wird.

Wichtig zu beachten ist, dass es sich bei dieser Studie um die Betrachtung des Rückgangs des Nutzenergiebedarfs handelt. Es werden lediglich die Effekte betrachtet, die sich durch bauliche Maßnahmen an der Gebäudehülle ergeben.

Ob eine Erfüllung des Ziels, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 % gegenüber 1990 zu senken, möglich ist bzw. wie hoch der Bedarf für weitere Maßnahmen wäre, kann auf Grundlage der betrachteten Szenarien nicht abgeleitet werden, da die Wärmeerzeugung und damit die Entwicklung der Endenergie nicht betrachtet wurde. Erst durch die zusätzliche Betrachtung von Maßnahmen auf Seite der Wärmeerzeugung, z. B. durch eine Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung oder den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen im Bereich der Objektversorgung ergibt sich ein vollständiges Bild des Wärmemarktes der Zukunft. Diese Betrachtungen waren jedoch nicht Bestandteil der vorliegenden Studie.

Ebenso wurde im Rahmen dieser Studie die Entwicklung der Anschlussleistung nicht betrachtet.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Methodik und die zentralen Ergebnisse für die Fortschreibung des Wärmebedarfs bis 2050.

Darüber hinaus hat der AG Foliensätze mit den bisherigen Ergebnissen sowie Erklärungen zur Bearbeitungsmethodik erhalten. Ein erheblicher Teil der Ergebnisse liegt in Form von vom IFAM bearbeiteten Geodaten vor, die ebenfalls an den AG geliefert wurden. Diese Datenbasis ermöglicht eigene Analysen und weitere kartographische Darstellungen.

Parallel zur Erstellung dieser Studie hat das IFEU im Auftrag des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr eine Studie zu Energie- und Klimaschutzszenarien für das Land Bremen (Zeithorizont 2030) durchgeführt. Ein Abgleich der Datengrundlagen für die Fortschreibung des Wärmebedarfs bis 2050 hat ergeben, dass Inputwerte aus der IFEU-Studie nicht einfach übernommen werden können. Die Gründe dafür liegen insbesondere darin:

- dass die Datengrundlage eine andere ist: während das IFEU mit Gebäudetypen (EFH, RH, MFH) arbeitet, werden die Gebäude in dem vom IFAM erstellten Wärmeatlas diesen Gebäudetypen nicht zugeordnet;
- dass IFEU nicht in der hohen räumlichen Auflösung, sondern auf Grundlage der amtlichen Statistik arbeitet;
- sich bereits der Ist-Stand des Wärmebedarfs unterscheidet und damit eine Übernahme der Inputwerte zu anderen Ergebnissen führen würde;
- dass IFEU Endenergie berechnet, während die Auswertungen des IFAM auf der Bilanzierungsebene der Nutzenergie vorliegen.

Diese Studie wurde deshalb unabhängig erstellt. Die im Rahmen der IFEU-Studie getroffenen Annahmen und verwendeten Daten lagen vor. Die verwendeten Inputdaten werden in den folgenden Kapiteln erläutern.

2 Fortschreibung des Wärmebedarfs Wohn- und Nichtwohngebäude

Der Wärmebedarf wird auf Ebene der Einzelgebäude bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben. Zusätzlich werden die Werte der Stützjahre 2020, 2030 und 2040 ausgewiesen. Der Ist-Stand des Wärmebedarfs wird auf das Jahr 2015 festgelegt, da dies das aktuellste Jahr ist, für das von allen Energieträgern Verbrauchsdaten vorliegen. Die Fortschreibung bezieht sich somit auf einen Zeitraum von 35 Jahren.

In diesem Unterkapitel wird die Fortschreibung für die Wohn- und Nichtwohngebäude beschrieben. Die Fortschreibung für die Industrie wird getrennt vorgenommen. Ebenfalls in diesem Unterkapitel werden die Annahmen zum Neubau beschrieben.

2.1 Definition von Szenarien

Der Wärmebedarf der Wohn- und Nichtwohngebäude wird in 2 Szenarien fortgeschrieben. Dem BAU-Szenario und dem SPAR-Szenario. Im BAU-Szenario (business as usual) werden die bisherigen Anstrengungen nahezu unverändert in die Zukunft fortgeschrieben, damit ergeben sich Sanierungsraten und -effizienzen auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Klimaschutzziele würden sehr wahrscheinlich verfehlt werden. Im SPAR-Szenario hingegen kommt es durch verstärkte Anstrengungen in der Politik zu höheren Sanierungsraten und -effizienzen. Die Erfüllung von Klimaschutzzielen ist auf dieser Grundlage möglich. Der Rahmen der Szenarien und die getroffenen Annahmen orientieren sich sehr stark an der Studie *Klimapfade für Deutschland* aus dem Jahr 2018, die von The Boston Consulting Group (BCG) und Prognos im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) erstellt wurde [BCG & Prognos, 2018]. Inputdaten für das BAU-Szenario werden aus dem Referenzszenario übernommen bzw. abgeleitet, solche für das Spar-Szenario aus dem 95 %-Szenario der BDI-Klimapfade. Die BDI-Klimapfade wurden als Grundlage gewählt, da es sich um eine sehr aktuelle Studie handelt, aus der alle benötigten Inputdaten für beide Szenarien entnommen werden können. Zudem wurden die Inputparameter und Ergebnisse der Studie im Rahmen zahlreicher Workshops einer breiten Diskussion unterschiedlichster Akteure unterzogen. Somit ist sichergestellt, dass ein aktueller und in sich schlüssiger Annahmensatz genutzt wird, der über die reine Fortschreibung des Wärmebedarfs hinausgeht. Die Annahmen, die nur indirekt auf die Fortschreibung des Wärmebedarfs wirken, werden in [BCG & Prognos, 2018] sehr ausführlich erläutert und können dort nachgelesen werden.

Darüber hinaus werden an einigen Stellen regionalspezifische Effekte, wie beispielsweise die Fortschreibung der Bevölkerungszahl von den Städten Bremen und Bremerhaven übernommen.

Im Folgenden werden die Inputparameter inklusive der jeweiligen Quellen erläutert, die direkt auf die Fortschreibung des Wärmebedarfs wirken.

Langfristiger Klimaeffekt

Es wird ein langfristiger Klimaeffekt berücksichtigt, der sich aus der Fortschreibung der Heizgradtage für den Standort Bremen ergibt. Dazu werden aus [IWU, 2019] die Heizgradtag-

Faktoren für die Jahre 2000 - 2015 ermittelt. Sie zeigen, dass es in diesem Zeitraum wesentlich mehr warme als kalte Jahre gab. Durch die Einbeziehung des Klimaeffektes wird abgebildet, dass der Raumwärmbedarf allein durch die steigenden Temperaturen sinken wird, unabhängig von Veränderungen an der Gebäudehülle oder Heizungstechnik.

Wird für die Einzelwerte eine Trendgerade berechnet, so zeigt sich, dass die Steigung bei - 0,15 %/a liegt. Der langfristige Klimaeffekt liegt bei rund 1,5 % Bedarfsrückgang je Dekade für den Bereich der Raumwärme, die genaue Höhe ist Tabelle 2-1 zu entnehmen. Der angegebene Wert bezieht sich auf das jeweilige Endjahr der (Halb-)Dekade. Der Effekt wirkt nicht auf den Brauchwasseranteil. Der Klimaeffekt wirkt in beiden Szenarien gleichermaßen.

Tabelle 2-1: Auswirkungen durch langfristigen Klimaeffekt

	2016 - 2020	2021 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
Klimafaktor	99,3%	97,8%	96,3%	94,8%

Quelle: eigene Berechnungen auf Grundlage von [IWU, 2019], 2015 = 100,0%

Sanierungsraten

Die Sanierungsraten geben den Anteil der Wohn- bzw. Nutzfläche an, die in einem Jahr saniert wird. Die hier angenommenen Werte werden aus den BDI-Klimapfaden jeweils getrennt nach Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie den Szenarien abgeleitet. Im Szenario BAU bleiben sie über die Zeit konstant, während sie im SPAR-Szenario über die Zeit ansteigen. Der Anstieg ergibt sich aus den verstärkten Klimaschutzanstrengungen, die zeitverzögert wirken. Aus Tabelle 2-2 können die Werte je Dekade entnommen werden.

Tabelle 2-2: Angenommene jährliche Sanierungsraten

Szenario	Gebäude-typ	2016 - 2020	2021 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050	Quelle / Bemerkung
BAU	WG	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	Mittelwert BDI-Klimapfade liegt bei 1,1%/a
BAU	NWG	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	
SPAR	WG	1,5%	1,9%	2,0%	2,1%	Mittelwert in BDI-Klimapfaden liegt bei 1,9%/a mit leichter Steigerung über die Dekaden
SPAR	NWG	1,4%	1,8%	1,9%	2,0%	

Quelle: eigene Berechnungen auf Grundlage von [BCG & Prognos, 2018; S. 215ff]

Sanierungseffizienz

Die Sanierungseffizienz gibt das Niveau an, auf das saniert wird. Die Sanierungseffizienz wird ebenso wie die Sanierungsraten aus den BDI-Klimapfaden abgeleitet. Für Wohngebäude unterscheidet sich die Sanierungseffizienz je nach Baualtersklasse der Gebäude. In den BDI-Klimapfaden werden Dämmrestriktionen, beispielsweise durch Denkmalschutzaufgaben, bereits mit einbezogen. Die Warmwasseranteile in Höhe von 18 kWh/m²*a für Wohngebäude bzw. 11 kWh/m²*a für Nichtwohngebäude sind in den Werten in den folgenden Tabellen 2-3 und 2-4 bereits enthalten und bleiben über den gesamten Betrachtungszeitraum als „Sockel“ konstant. Das liegt insbesondere daran, dass der Bedarf an Warmwasser unabhängig von Dämmmaßnahmen ist und daher nicht in gleichem Maße absinkt.

Tabelle 2-3: Sanierungseffizienz im BAU-Szenario in kWh/m²*a

Gebäude- typ	BAK	2016 - 2020	2021 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
WG	1930	90	85	81	76
WG	1948	86	81	78	74
WG	1957	70	67	64	60
WG	1968	70	66	63	60
WG	1978	67	63	60	57
WG	1983	66	62	59	56
WG	1994	65	62	58	56
WG	2001	64	60	57	55
WG	2016	63	60	56	54
NWG	-	84	82	80	78

Quelle: eigene Berechnung auf Grundlage von [BCG & Prognos, 2018, S. 217ff]

Tabelle 2-4: Sanierungseffizienz im SPAR-Szenario in kWh/m²*a

Gebäude- typ	BAK	2016 - 2020	2021 - 2030	2031 - 2040	2041 - 2050
WG	1930	86	72	55	46
WG	1948	83	69	53	44
WG	1957	70	58	45	38
WG	1968	69	57	44	38
WG	1978	65	55	42	36
WG	1983	64	55	41	36
WG	1994	64	54	41	35
WG	2001	63	53	40	35
WG	2016	63	52	40	34
NWG	-	67	66	63	62

Quelle: eigene Berechnung auf Grundlage von [BCG & Prognos, 2018, S. 217ff]

Entwicklung Prozesswärme und Flächen von Nichtwohngebäuden

Während für die Fortschreibung des Wärmebedarfs von Wohngebäuden Annahmen für die Raumwärme und das Warmwasser ausreichend sind, kommt für den Bereich der Nichtwohngebäude die Prozesswärme hinzu. Die Entwicklung der Prozesswärme ist laut BDI-Klimapfaden stark von den Entwicklungen in einzelnen Betrieben bzw. Branchen abhängig. Zudem ist die Datenlage deutlich schlechter als im Bereich der Wohngebäude, sämtliche Annahmen haben dadurch eine deutlich höhere Unsicherheit. Daher gelten die Annahmen für beide Szenarien gleichermaßen.

Für die Nichtwohngebäude wird ein gegenläufiger Trend zwischen dem Wachstum der Bruttowertschöpfung auf der einen und der abnehmenden Zahl der Erwerbstätigen auf der anderen Seite vorhergesagt [BCG & prognos, 2018]. Dies führt dazu, dass die Nutzfläche der Nichtwohngebäude um 6 % bis 2050 sinken wird. Gleichzeitig steigt die Prozesswärme pro m² Nutzfläche durch Effizienzgewinne an. Ein Abriss von Gebäuden kann im Rahmen dieses Projektes nicht modelliert werden. Daher wird die sinkende Nutzfläche auf alle Nichtwohngebäude übertragen und rechnerisch vom Wärmebedarf abgezogen. Der Vorteil dieses Vorgehens ist, dass die Gebäudegeometrie unverändert bleibt, der Effekt wird dennoch abgebildet. Eine Ausnahme wird bei Nutzungsarten gemacht, die in direktem Zusammenhang mit der steigenden Bevölkerungszahl (siehe folgender Abschnitt zum Neubau) stehen. Dies sind beispielsweise Schulen, Krankenhäuser oder Seniorenheime.

Neubau

Wie bereits erläutert, wird von einer Abnahme der Flächen der Nichtwohngebäude ausgegangen. Daher werden keine Neubauten für diesen Bereich modelliert.

Für die Wohngebäude wird hingegen von Neubauaktivitäten ausgegangen. Die wichtigsten Grundlagen bilden hierzu die Entwicklung der Einwohnerzahlen in den Städten Bremen und Bremerhaven sowie die Entwicklung der Wohnfläche pro Person. Aus der Multiplikation dieser beiden Werte ergibt sich der Wohnflächenbedarf zu dem jeweiligen Zeitpunkt. Diese Entwicklungen werden für beide Szenarien gleichermaßen angenommen.

Bis zum Jahr 2037 wird die Entwicklung der Bevölkerungszahl aus [Statistisches Landesamt Bremen, 2018] übernommen. Für den Zeitraum bis 2050 wird eine lineare Fortschreibung des Trends der Fortschreibung angenommen. Das Ergebnis der Fortschreibung zeigt Abbildung 2-1. In der Tabelle

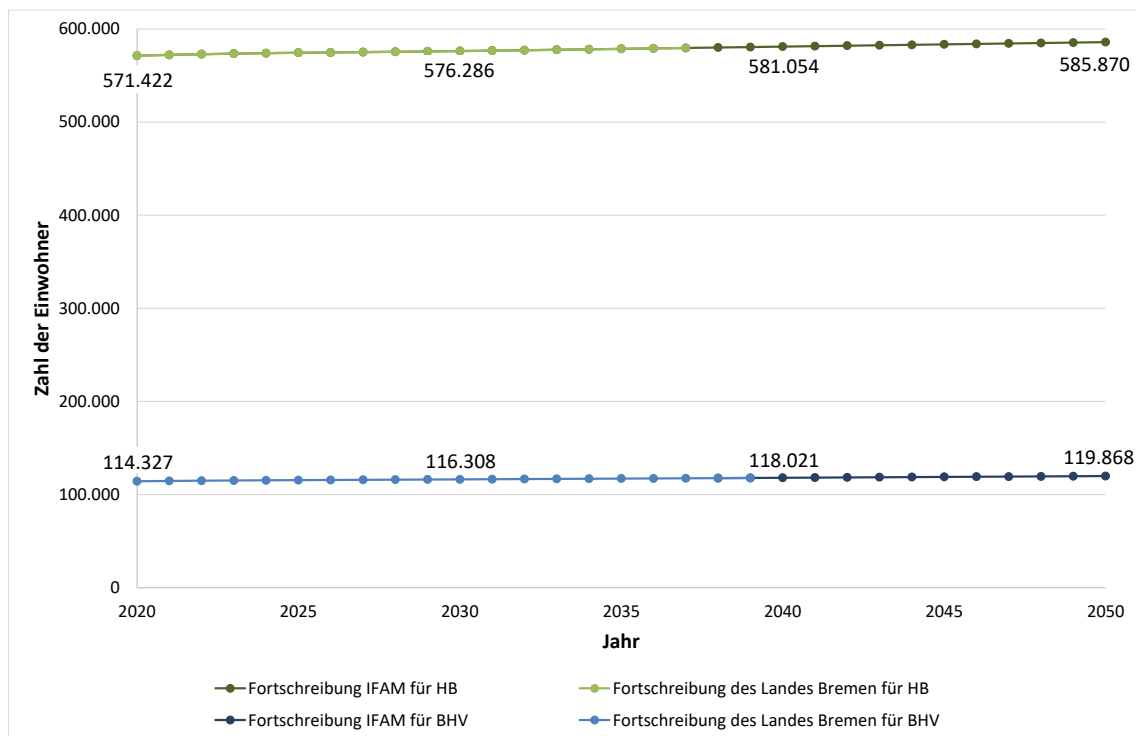


Abbildung 2-1: Entwicklung der Bevölkerungszahlen in Bremen und Bremerhaven
Quelle: bis 2037 [Statistisches Landesamt Bremen, 2018]; ab 2038 eigene Berechnung

Die Wohnfläche pro Person wird laut BDI-Klimapfaden auf 55 m² im Jahr 2050 ansteigen [BCG & Prognos, 2018]. Im Ist-Stand beträgt die Wohnfläche pro Person in Bremen 47 m², in Bremerhaven 49 m².

Der flächenspezifische Wärmebedarf wird ebenfalls aus den BDI-Klimapfaden übernommen und ist der Tabelle 2-5 zu entnehmen. Dabei wird deutlich, dass der Bedarf für Warmwasser über die Zeit konstant bleibt, während der Raumwärmebedarf über die Jahre immer weiter sinkt.

Tabelle 2-5: Wärmebedarf der Neubauten

	Wärmebedarf [kWh/m²*a]			
	2016-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Raumwärme	45	35	25	15
Warmwasser	18	18	18	18
Gesamtwärmebedarf	63	53	43	33

Quelle: eigene Berechnung auf Grundlage von [BCG & Prognos, 2018]

2.2 Ergebnisse

Bestandsgebäude

Die Sanierungseffekte im Bereich der Raumwärme werden durch eine Multiplikation von Sanierungsraten und -effizienzen berechnet und gleichmäßig auf alle Gebäude (im Falle der Wohngebäude differenziert nach Baualtersklassen) verteilt. Dieses Vorgehen wird gewählt, da nur selten eine Vollsanierung erfolgt und nicht genau vorhergesagt werden kann, welche Gebäude saniert werden.

Ein Beispiel ist für die Anwendung der im Vorfeld vorgestellten Faktoren wird für die Wohngebäude der Baualtersklasse 1983 im BAU-Szenario in der folgenden Tabelle dargestellt. Der mittlere Wärmebedarf der Gebäude dieser Gruppe im Ist-Stand liegt bei 131 kWh/m²*a. Im Falle einer Vollsanierung würde der Wärmebedarf auf 66 kWh/m²*a sinken. Das entspricht einer mittleren Reduktion in Höhe von 49,6 %. Allerdings werden in dem Zeitraum von 2016 – 2020 nur 6,5 % der Gebäude saniert. Damit ergibt sich eine mittlere Reduktion in Höhe von 3,2 %, was wiederum einem mittleren flächenspezifischen Wärmebedarf in Höhe von 127 kWh/m²*a entspricht. Die mittlere Reduktion in Höhe von 3,2 % wird auf alle Wohngebäude der Baualtersklasse 1983 angewendet. Analog zu diesem Vorgehen werden auch für die anderen Baualtersklassen entsprechende Reduktionsfaktoren ermittelt.

Tabelle 2-6: Beispiel für die Anwendung der Reduktionsfaktoren

BAK	mittlerer spez. WB 2015 [kWh/m²*a]	spez. WB 2020 bei Vollsanierung [kWh/m²*a]	Reduktion bei Vollsanierung um	Sanierungsrate 2016 - 2020	Mittlere Reduktion	mittlerer spez. WB 2020 [kWh/m²*a]
1983	131	66	49,6 %	6,5%	3,2 %	127

Quelle: eigene Berechnung

Für die Gesamtheit der Wohngebäude ergibt sich im BAU-Szenario eine Bedarfsreduktion von 0,6%/a. Im SPAR-Szenario steigt die Reduktion von 1,0 auf 1,3 %/a bis 2050 an. Für Nichtwohngebäude liegt die Reduktion im Szenario BAU bei maximal 0,8 %/a, im SPAR-Szenario reduziert sich der Wärmebedarf um 0,3 %/a bis maximal 1,2 %/a.

Die Wärmebedarfe, die sich durch die Reduktion für die Bestandsgebäude in Bremen bzw. Bremerhaven ergeben, sind in den folgenden Tabellen 2-7 und 2-8 dargestellt, sowohl als absolute Zahlen als auch als Einsparungen im Vergleich zu 2015. In Bremen beträgt die Reduktion des Wärmebedarfs bis 2050 im BAU-Szenario insgesamt 15%, davon entfallen

19% auf Wohngebäude und 9% auf Nichtwohngebäude. In Bremerhaven beträgt der Gesamteffekt ebenfalls 15%. Die Einsparung bei den Wohngebäuden liegt bei 19%, die bei den Nichtwohngebäuden bei 8%. Im ambitionierten SPAR-Szenario steigt die Reduktion für Bremen bis 2050 auf 28%. Diese teilen sich auf 33 % bei den Wohn- bzw. 21% bei den Nichtwohngebäuden. Für Bremerhaven ergibt sich eine Reduktion in Höhe von insgesamt 28%, wovon ebenfalls 33% auf die Wohngebäude sowie 20 % auf die Nichtwohngebäude entfallen.

Tabelle 2-7: Reduktionseffekte für Bremen in GWh/a

		BAU				Spar			
	Ist	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
WG	3.286	3.194	3.001	2.822	2.655	3.177	2.859	2.519	2.198
		3%	9%	14%	19%	3%	13%	23%	33%
NWG	1.943	1.945	1.791	1.761	1.766	1.911	1.681	1.584	1.531
		0%	8%	9%	9%	2%	13%	18%	21%
Summe	5.229	5.138	4.792	4.583	4.421	5.088	4.540	4.103	3.729
		2%	8%	12%	15%	3%	13%	22%	29%

Quelle: eigene Berechnung

Tabelle 2-8: Reduktionseffekte für Bremerhaven in GWh/a

		BAU				Spar			
	Ist	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
WG	729	709	665	625	588	705	634	558	486
		3%	9%	14%	19%	3%	13%	23%	33%
NWG	428	429	399	394	396	420	372	352	342
		0%	7%	8%	8%	2%	13%	18%	20%
Summe	1.158	1.137	1.064	1.019	984	1.125	1.006	910	828
		2%	8%	12%	15%	3%	13%	21%	28%

Quelle: eigene Berechnung

Neubau

Aus den oben genannten Inputwerten für den Neubau in Bremen und Bremerhaven ergeben sich die in Tabelle 2-9 gezeigten Wohnbauflächen sowie der zugehörige Wärmebedarf. Für Bremen ergibt sich ein Wärmebedarf im Neubau bis 2050 in Höhe von 287,1 GWh/a, in Bremerhaven in Höhe von 44,8 GWh/a. Auffallend ist, dass die Zubaufäche in dem ersten 5-Jahres-Zeitraum fast genauso groß ist, wie die Werte der darauffolgenden Dekaden. Der Grund dafür liegt in der schnell gestiegenen Bevölkerungszahl der letzten Jahre. In der Fortschreibung wird von einem deutlich geringen Wachstum ausgegangen.

Tabelle 2-9: Wohnflächenzubau und GWB in Neubau in Bremen und Bremerhaven bis 2050

Zeit- raum	Bremen			Bremerhaven		
	Wohn- flächen- zubau [m²]	GWB in Neubau [GWh/a]	GWB in Neubau kumuliert [GWh/a]	Wohn- flächen- zubau [m²]	GWB in Neubau [GWh/a]	GWB in Neubau kumuliert [GWh/a]
2016- 2020	1.315.468	82,9	82,9	110.737	7,0	7,0
2021- 2030	1.566.541	83,0	165,9	294.109	15,6	22,6
2031- 2040	1.583.968	68,1	234,0	286.472	12,3	34,9
2041- 2050	1.608.667	53,1	287,1	299.587	9,9	44,8
Summe	6.074.645	287,1		990.905	44,8	

Quelle: eigene Berechnung

Werden die Ergebnisse für die Bestandsgebäude sowie den Neubau zusammengefasst, ergeben sich die folgenden Abbildungen 2-2 bis 2-5 für die Städten Bremen und Bremerhaven sowie die beiden Szenarien BAU und SPAR.

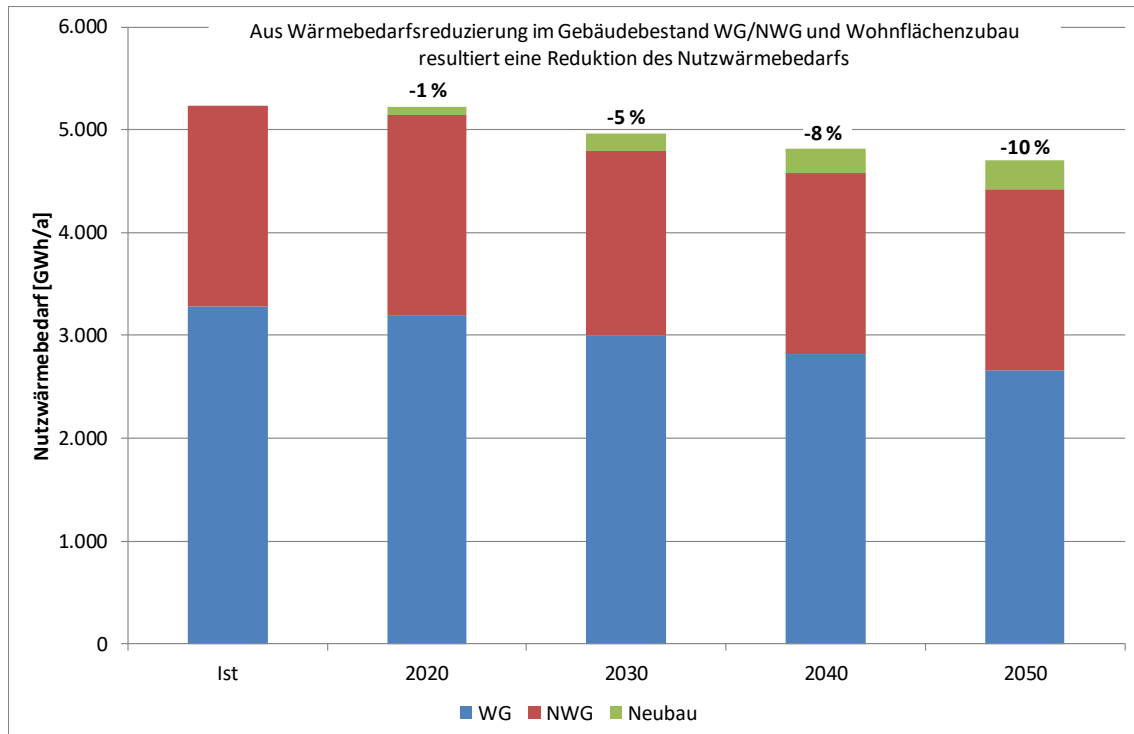


Abbildung 2-2: Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremen im BAU-Szenario

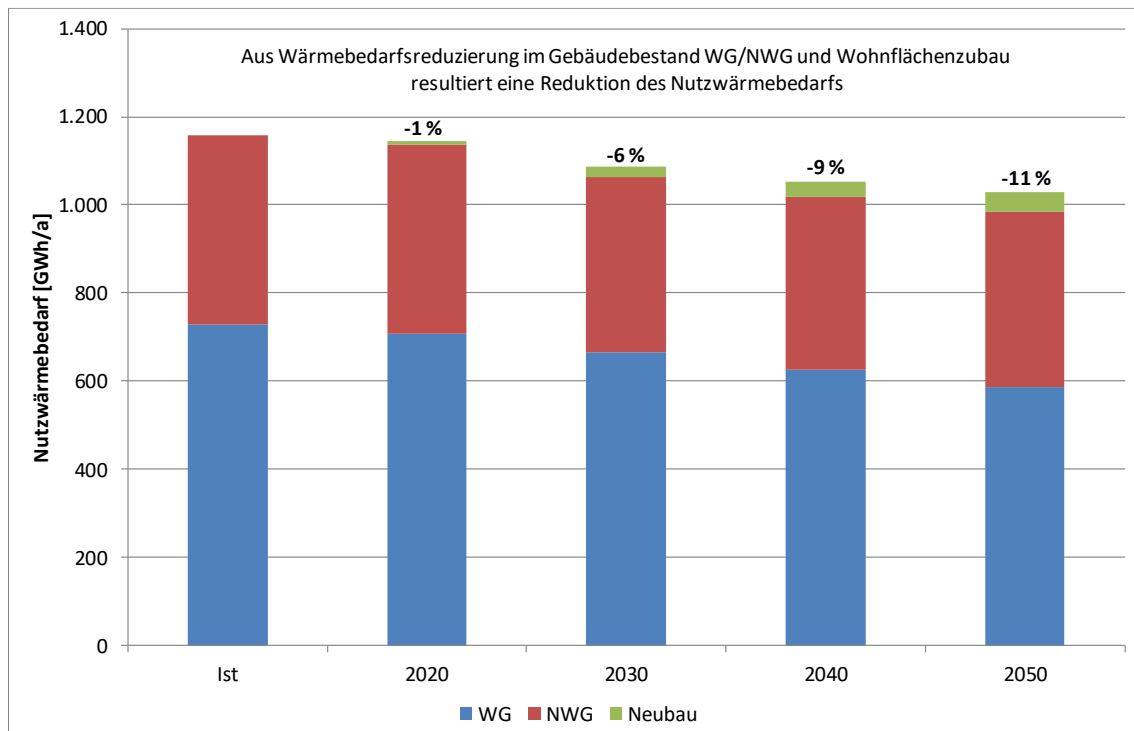


Abbildung 2-3: Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremerhaven im BAU-Szenario

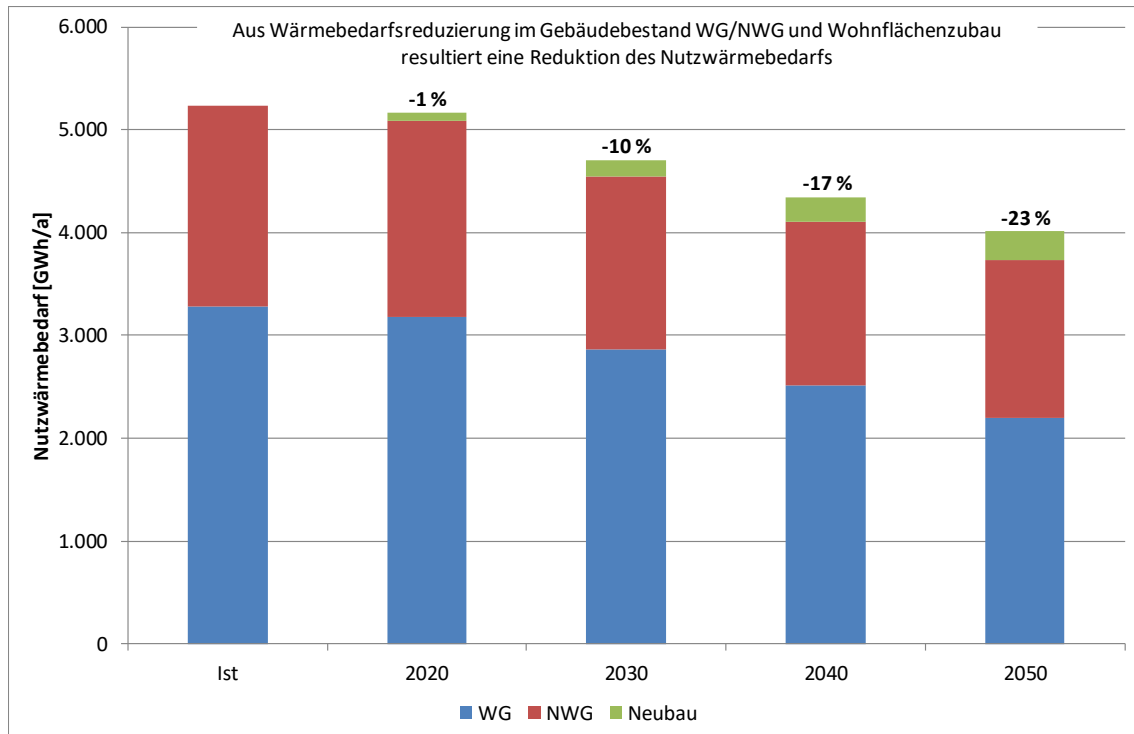


Abbildung 2-4: Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremen im SPAR-Szenario

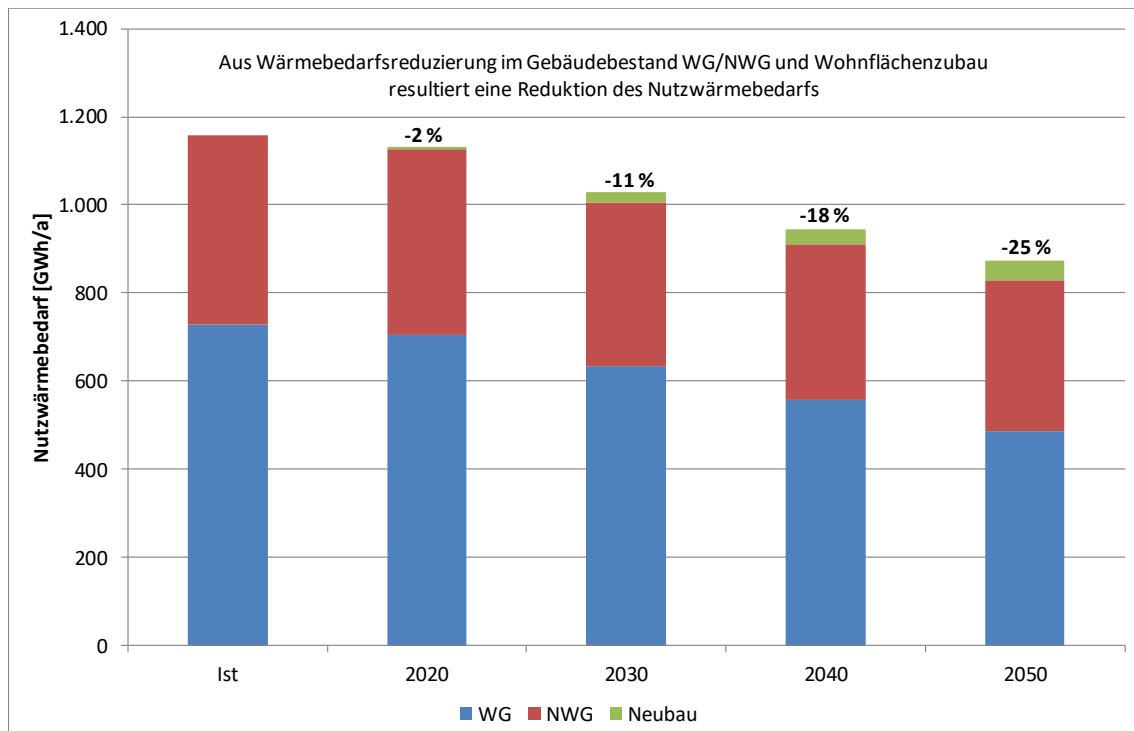


Abbildung 2-5: Ergebnis der Fortschreibung des Wärmebedarfs für Bremerhaven im SPAR-Szenario

3 Industrie

Der Wärmebedarf des Sektors Industrie wird analog zur Fortschreibung der Wohn- und Nichtwohngebäude bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben. Zusätzlich werden die Werte der Stützjahre 2020, 2030 und 2040 ausgewiesen. Den Ausgangspunkt der Fortschreibung wird ebenfalls auf 2015 festgelegt. Die Fortschreibung bezieht sich somit auf einen Zeitraum von 35 Jahren.

3.1 Definition von Szenarien

Der Wärmebedarf der Industrie wird ebenfalls gemäß den unter „2.1 Definition von Szenarien“ beschriebenen BAU- und SPAR-Szenario fortgeschrieben. Diese Fortschreibung wird mit den Ergebnissen der im Bericht zum IST-Stand dargestellten Fragebögen abgeglichen.

Die Inputdaten zur Fortschreibung werden der Studie *Klimapfade für Deutschland* aus dem Jahr 2018, die von The Boston Consulting Group (BCG) und Prognos im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) erstellt wurde [BCG & Prognos, 2018], entnommen. Analog zur Fortschreibung der Wohn- und Nichtwohngebäude wurden die Daten aus dem Referenzszenario für das BAU-Szenario und die des 95 %-Szenarios für das SPAR-Szenario verwendet.

Die Fortschreibung des Wärmebedarfs der Industrie ist aufgrund des hohen Prozesswärmeanteils stark von der Entwicklung einzelner Produkte bzw. Betriebe und Branchen abhängig. Im Gegensatz zu Wohngebäuden ergibt sich für die Industrie dadurch zusätzlich eine hohe Abhängigkeit von der allgemeinen Wirtschaftslage, die somit einen maßgeblichen Einfluss auf den Wärmebedarf hat. Außerdem existieren keine Daten bzgl. möglicher Zu- oder Abwanderung von Unternehmen, sodass diese keine Berücksichtigung in der Fortschreibung finden.

Die BDI-Klimapfade [BCG & prognos, 2018] gehen auf Basis der Entwicklung von 1990 – 2015 grundsätzlich weiter von einer Steigerung der Bruttowertschöpfung bei gleichzeitiger Abnahme des Wärmeverbrauchs aus. Für das BAU-Szenario bedeutet dies eine Reduktion des Wärmebedarfs um 6 % bis 2050. Durch höhere Effizienzgewinne werden im 95 %-Szenario Einsparungen im Wärmebedarf von 19 % bis 2050 erzielt und in dieser Studie für das SPAR-Szenario verwendet.

Aufgrund der fehlenden branchenspezifischen Daten, der starken Abweichung von Einzelunternehmen um typische Mittelwerte sowie einer möglicherweise abweichenden branchenspezifischen Entwicklung im Land Bremen, wird zur Fortschreibung des Wärmebedarfs ein einheitlicher Ansatz gemäß der Entwicklung der Industrie in Deutschland aus den BDI-Klimapfaden angesetzt. Ergänzt wird dieser Ansatz mit der Auswertung der ausgefüllten Fragebögen.

3.2 Ergebnisse

Um die beschriebene Datenlage zur Fortschreibung des Wärmebedarfs in der Industrie zu verbessern bzw. für die im Land Bremen ansässigen Betriebe zu konkretisieren, wurde ein mit den Projektpartnern abgestimmter Fragebogen an die zehn Industriebetriebe mit den größten Wärmeverbräuchen versandt. Vor Versandt der Fragebögen wurden die jeweiligen Ansprechpartner der Betriebe telefonisch kontaktiert, um den Hintergrund vorab zu erläutern und Bedenken möglichst aufzulösen. Lediglich zwei Betriebe haben einen auswertbaren Fragebogen zurückgesendet. Die weiteren Betriebe haben aufgrund der schlechten langfristigen Prognosefähigkeit ihres Marktumfeldes und Betriebsgeheimnissen keine Daten zur Verfügung gestellt. Im Wesentlichen decken sich die Einschätzungen der Unternehmen mit den Annahmen aus den BDI-Klimapfaden, die von einem Brennstoffwechsel von fossilen zu erneuerbaren Brennstoffen bzw. Strom und einer Senkung des Wärmebedarfs bei steigender Produktionsleistung ausgehen. Eine Darstellung der Befragungsergebnisse ist aus Datenschutzgründen nicht möglich.

Abbildung 3-1 zeigt die zusammengeführten Ergebnisse für das BAU- und Spar-Szenario. Zu Grunde liegen die ausgewerteten Fragebögen bzw. die Daten gemäß der BDI-Klimapfade (s. 3.1 Definition von Szenarien) für die Betriebe, für die kein auswertbarer Fragebogen vorlag. Für das BAU-Szenario ergibt sich eine Einsparung von 5 % während das SPAR-Szenario eine Einsparung von 19 % für den Wärmebedarf der Industrie 2050 in Bremen aufweist. In Bremerhaven (Abbildung 3-2) ergeben sich leicht abweichende Zahlen in Höhe von 6 % für das BAU bzw. 17 % für das Spar-Szenario.

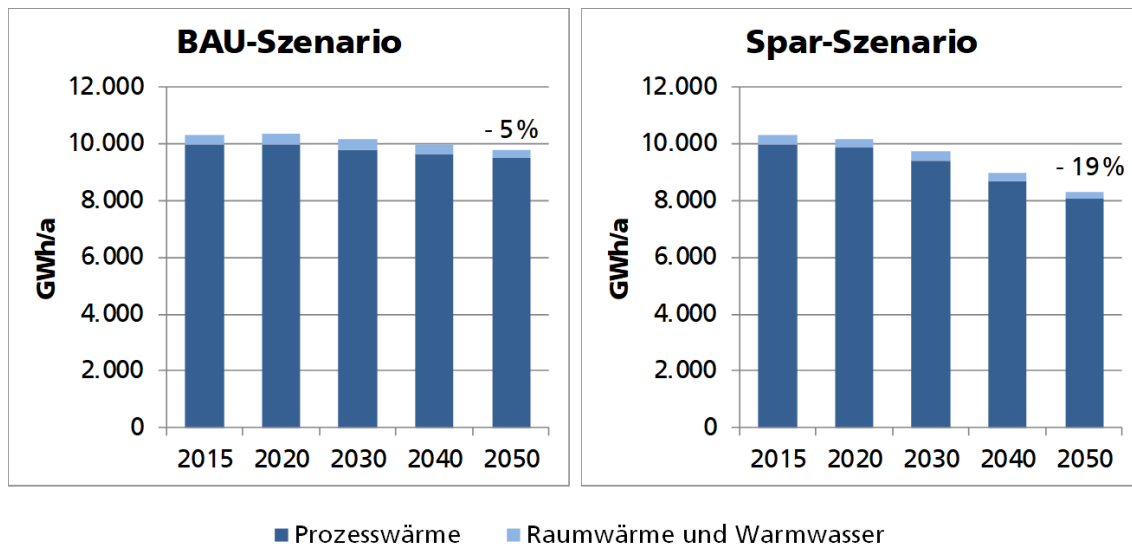


Abbildung 3-1: Fortschreibung des Wärmebedarfs der Industrie in Bremen bis 2050 [BCG & prognos, 2018 um eigene Berechnungen ergänzt]

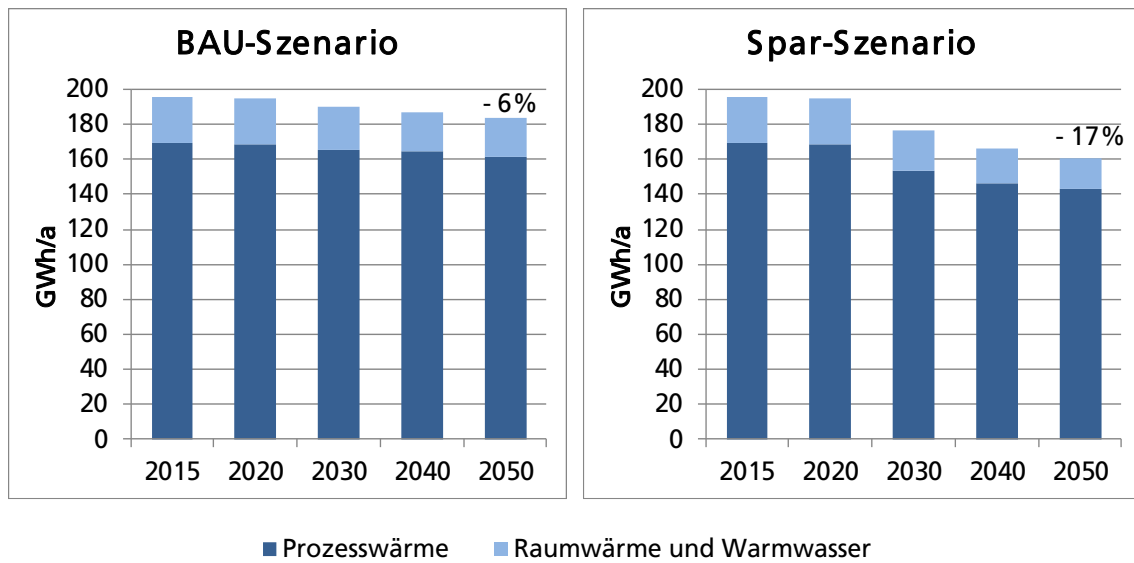


Abbildung 3-2: Fortschreibung des Wärmebedarfs der Industrie in Bremerhaven bis 2050 [BCG & prognos, 2018 um eigene Berechnungen ergänzt]

4 Entwicklung des Wärmebedarfs der Bestandsgebäude

In diesem Kapitel werden die Gesamtergebnisse der Fortschreibung des Wärmebedarfs für die Städten Bremen und Bremerhaven noch einmal aufbereitet. Die Ergebnisse für die Wohn- und Nichtwohngebäude sowie die Industrie werden dabei zusammengeführt. Der Neubau wird in die Ergebnisse nicht mit einbezogen, da eine räumliche Auflösung nicht möglich ist und damit weder eine Aussage zur Anzahl der Wohngebäude noch zur Zuordnung zu den Stadtteilkarten oder den Rasterkarten möglich ist. Damit beschränken sich die folgenden Ausführungen auf die Bestandsgebäude mit dem Stand 2015.

4.1 Bremen

Tabelle 4-1 zeigt die Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf die unterschiedlichen Gebäudenutzungsarten unter Ausschluss der Stahlwerke sowohl für den Ist-Stand als auch für das Jahr 2050 in den Szenarien BAU und SPAR. Zudem wird die Anzahl der Objekte je Gebäudetyp dargestellt. Die Stahlwerke werden zum einen aus Datenschutzgründen ausgeschlossen, da vertrauliche Informationen zur Fortschreibung genannt wurden. Zum anderen ist der Wärmebedarf auch in Zukunft so hoch, dass die Effekte aus den Stahlwerken die Ergebnisse der restlichen Industrie überlagern würden.

Es entfällt ungefähr die Hälfte des Nutzwärmebedarfs auf die Wohngebäude. Die zweitgrößte Gruppe bildet die Industrie ohne die Stahlwerke. Auf die verbleibenden Gebäudenutzungen entfallen deutlich geringere Anteile.

Tabelle 4-1: Verteilung des Nutzwärmebedarfs (enthält Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) sowie Anzahl der Objekte nach Gebäudetypen für den Ist-Stand sowie das Jahr 2050 in beiden Szenarien in Bremen

Gebäudekategorie	Anzahl	Nutzwärmebedarf Ist [GWh/a]	Nutzwärmebedarf BAU 2050 [GWh/a]	Nutzwärmebedarf SPAR 2050 [GWh/a]
Wohngebäude	114.675	3.286	2.655	2.198
Industrie (ohne Stahlwerke)	646	1.371	1.297	1.145
Nichtwohngebäude ohne Industrie	28.491	1.938	1.564	1.333
davon Gebäude für Handel und Dienstleistungen	2.514	458	397	345
davon Gebäude für Gewerbe und Industrie	2.681	429	397	352
davon Gebäude für öffentliche Zwecke	875	238	206	178
davon Lagerhalle, Lagerschuppen, Lagerhaus	640	126	117	103
davon Krankenhaus	46	94	116	88
davon allgemein bildende Schule	367	94	83	72
davon Hochschulgebäude (Fachhochschule, Universität)	57	40	35	30
davon Seniorenheim	90	32	29	24
davon sonstige NWG	2.875	428	387	340
Gesamt	125.466	6.595	5.718	4.874

Die Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf die einzelnen Nutzungsarten ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Dargestellt sind die Anteile sowohl für den Ist-Stand als auch für das Jahr 2050 in beiden Szenarien. Die Verschiebungen in den Anteilen, insbesondere zwischen den Wohn- und Nichtwohngebäuden ergeben sich durch die in Kapitel 2 erläuterten unterschiedlichen Annahmen zu Sanierungsrate und –effizienzen sowie Flächenreduktionen im Sektor GHD.

Tabelle 4-2: Prozentuale Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf Gebäudekategorien im Ist-Stand sowie im Jahr 2050 in den Szenarien BAU und SPAR in Bremen

Gebäudekategorie	Anteil Ist	Anteil BAU 2050	Anteil SPAR 2050
Wohngebäude	49,8%	46,4%	45,1%
Industrie (ohne Stahlwerke)	20,8%	22,7%	23,5%
Nichtwohngebäude ohne Industrie	29,4%	30,9%	31,4%
davon Gebäude für Handel und Dienstleistungen	6,9%	6,9%	7,1%
davon Gebäude für Gewerbe und Industrie	6,5%	6,9%	7,2%
davon Gebäude für öffentliche Zwecke	3,6%	3,6%	3,7%
davon Lagerhalle, Lagerschuppen, Lagerhaus	1,9%	2,0%	2,1%
davon Krankenhaus	1,4%	2,0%	1,8%
davon allgemein bildende Schule	1,4%	1,5%	1,5%
davon Hochschulgebäude (Fachhochschule, Universität)	0,6%	0,6%	0,6%
davon Seniorenheim	0,5%	0,5%	0,5%
davon sonstige NWG	6,5%	6,8%	7,0%
Gesamt	100%	100%	100%

Die Verteilung des Nutzwärmebedarfs für den Ist-Stand, sowie das Jahr 2050 für die Szenarien BAU und SPAR auf Ebene der Stadtteile Bremens ist in Tabelle 4-3 dargestellt. Die unterschiedlichen Entwicklungen in den Stadtteilen sind auf die stadtteilspezifischen Zusammensetzungen der Gebäudestrukturen zwischen Wohngebäuden, GHD und Industrie zurückzuführen.

Tabelle 4-3: Verteilung des Nutzwärmebedarfs Ist-Stand, BAU 2050 und SPAR 2050 auf die Stadtteile in Bremen

Stadtteil	Nutzwärmebedarf Ist-Stand [GWh/a]	Nutzwärmebedarf BAU 2050 [GWh/a]	Nutzwärmebedarf SPAR 2050 [GWh/a]
Blockland	6	5	5
Blumenthal	266	221	186
Borgfeld	67	55	46
Burglesum	264	218	182
Findorff	178	149	125
Gröpelingen	259	222	186
Häfen (o.Bhv.)	702	646	567
Hemelingen	1.233	1.122	979
Horn-Lehe	303	254	215
Huchting	200	164	137
Mitte	347	296	252
Neustadt	584	513	440
Oberneuland	142	115	96
Obervieland	276	233	195
Osterholz	296	243	204
Östl. Vorstadt	254	227	186
Schwachhausen	342	286	238
Seehausen	30	27	23
Strom	53	58	54
Vahr	153	126	105
Veegesack	327	276	232
Walle	198	166	140
Woltmershausen	113	96	81
Summe	6.595	5.718	4.874

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs vom Ist-Stand bis zum Jahr 2050 für beide Szenarien auf Ebene der Stadtteile in Bremen.

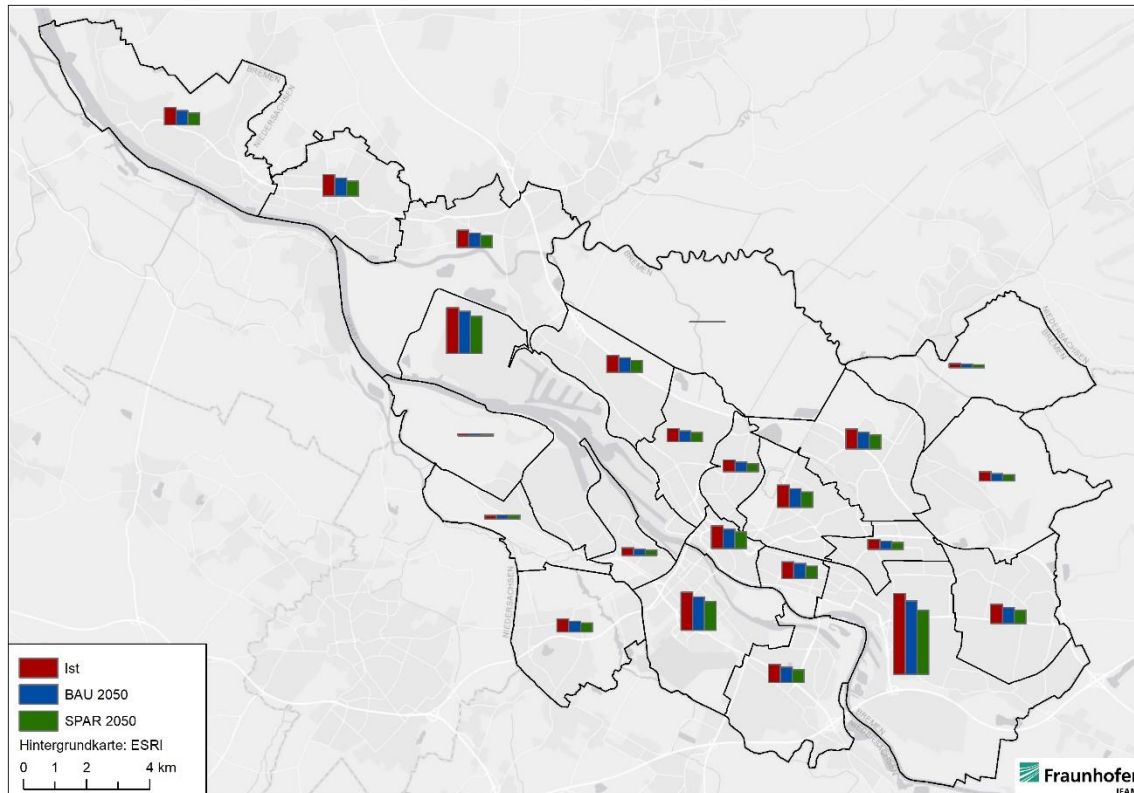


Abbildung 4-1: Entwicklung des Wärmebedarfs je Stadtteil in Bremen

Die folgenden Abbildungen visualisieren die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs für Bremen (Abbildung 4-2 bis 4-5) als Rasterdarstellungen. In dieser Art der Darstellung wird der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude zunächst einer Zelle in einem Raster zugeordnet und dann innerhalb eines Radius mit absteigendem Anteil anteilig auf die Nachbarzellen verteilt. Der Fokus dieser Darstellungsart liegt nicht auf einzelnen Objekten und auch nicht auf administrativen Grenzen, sondern dem räumlichen Zusammenhang der Gebäude und ihres Wärmebedarfs zueinander. Somit ist in hoher räumlicher Auflösung schnell ersichtlich, in welchen Gebieten der Wärmebedarf besonders hoch ist. In der zeitlichen Auflösung für das SPAR-Szenario vom Ist-Stand über die Jahre 2030, 2040 bis 2050 ist gut zu erkennen, wie die Wärmedichte in einzelnen Bereichen der Stadt in unterschiedlichem Maße zurückgeht.

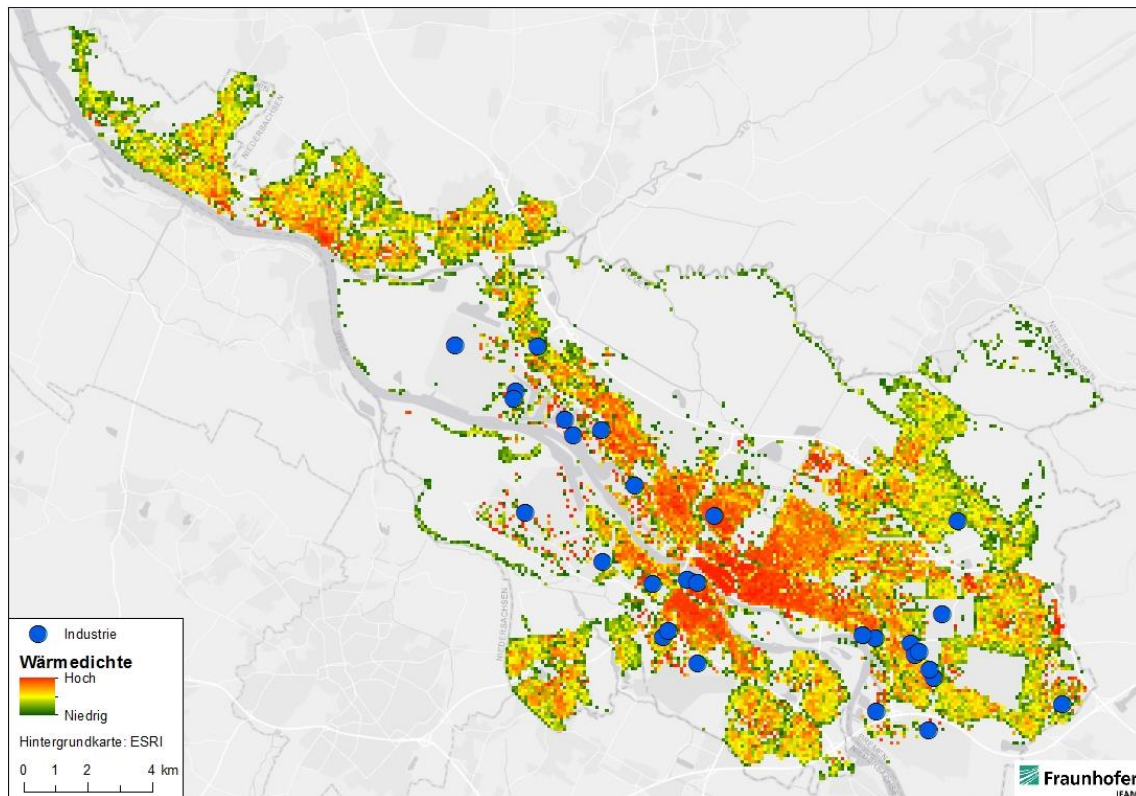


Abbildung 4-2: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen Ist-Stand (Rastergröße 100 m)

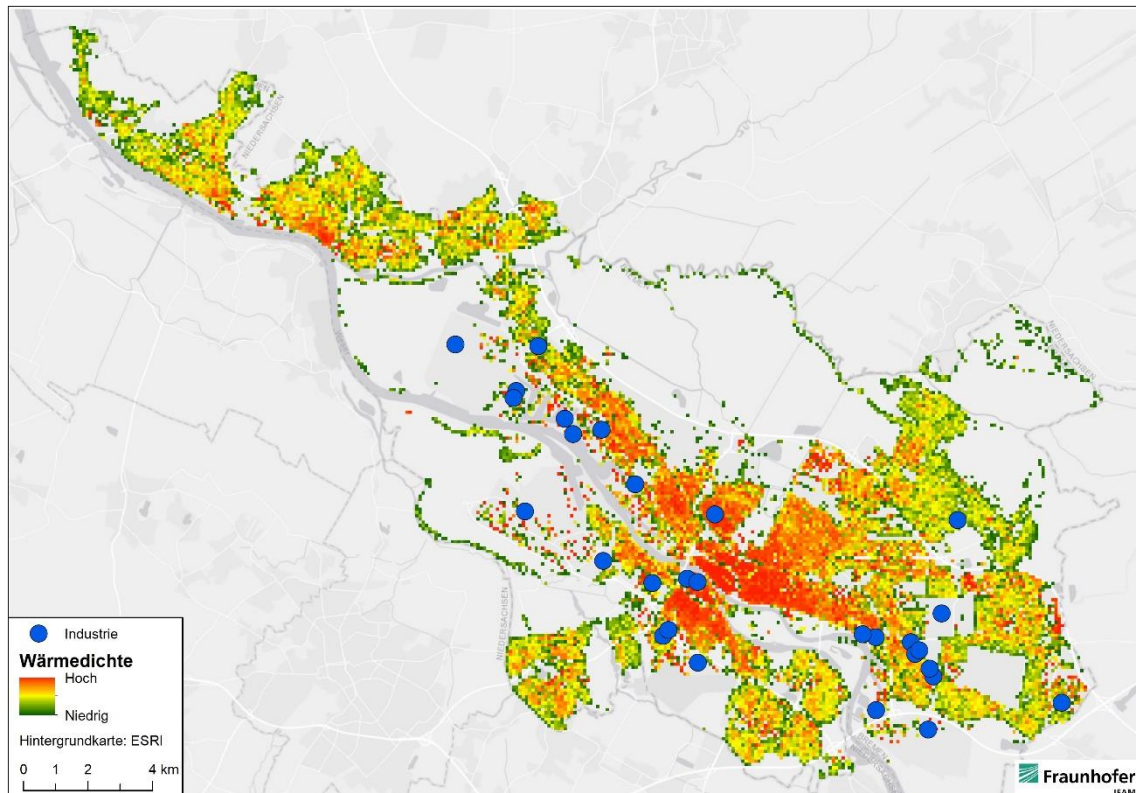


Abbildung 4-3: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen SPAR-Szenario 2030 Rastergröße 100 m)

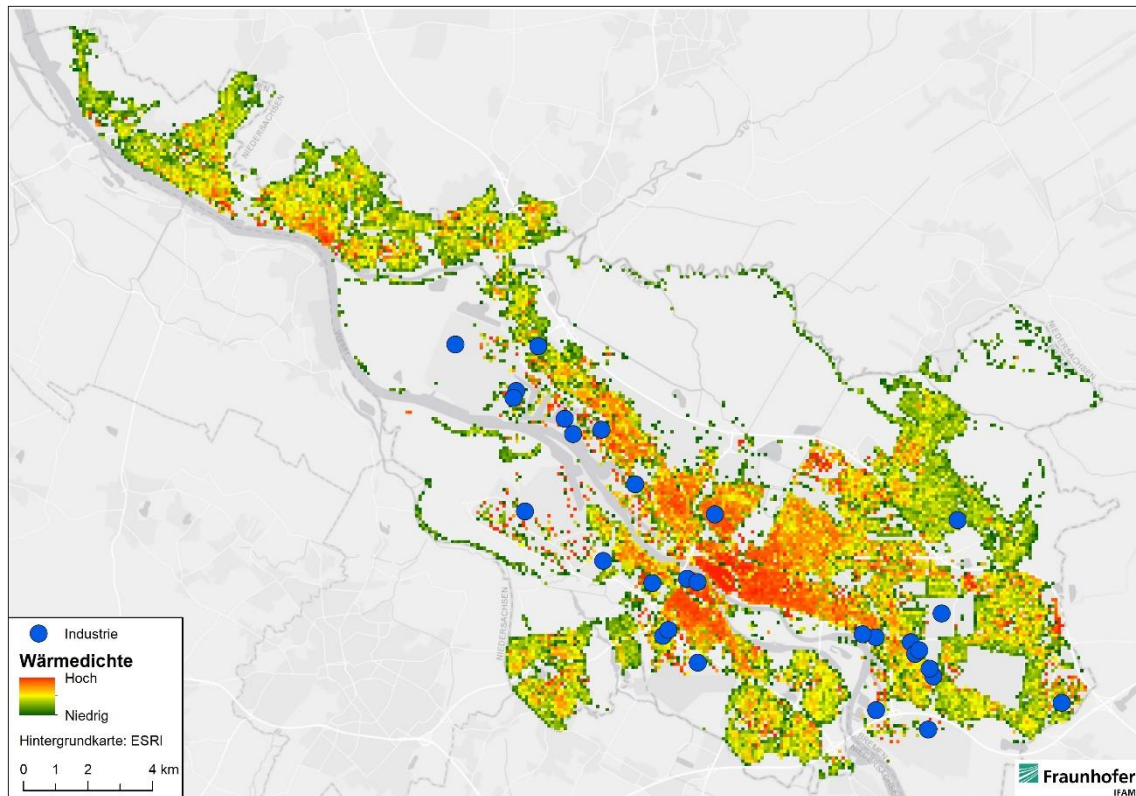


Abbildung 4-4: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen SPAR-Szenario 2040 (Rastergröße 100 m)

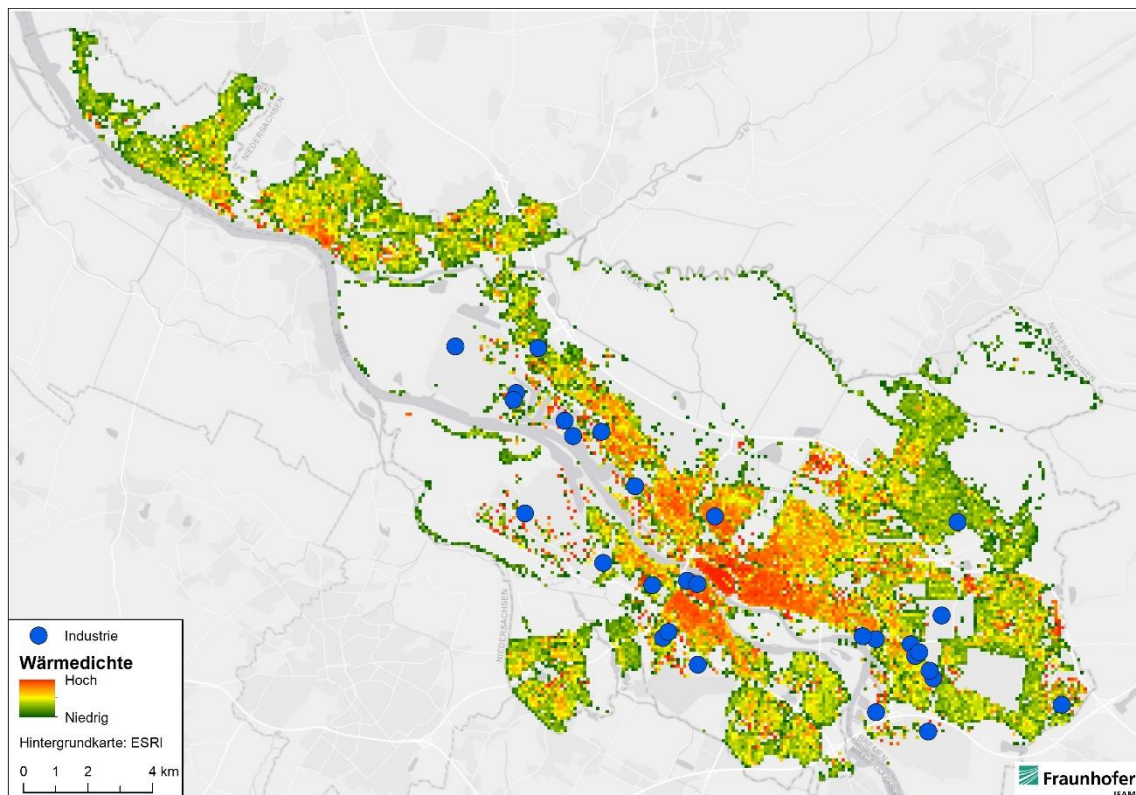


Abbildung 4-5: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremen SPAR-Szenario 2050 (Rastergröße 100 m)

4.2 Bremerhaven

Tabelle 4-3 zeigt die Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf die unterschiedlichen Gebäudenutzungsarten sowohl für den Ist-Stand als auch für das Jahr 2050 in den Szenarien BAU und SPAR. Zudem wird die Anzahl der Objekte je Gebäudetyp dargestellt. Ungefähr die Hälfte des Wärmebedarfs entfällt demnach auf die Wohngebäude. Bei den Nichtwohngebäuden entfällt der größte Anteil auf die Industrie, gefolgt von den Gebäuden für Gewerbe und Industrie. Auf die verbleibenden Gebäudenutzungen entfallen deutlich geringere Anteile.

Tabelle 4-4: Verteilung des Nutzwärmebedarfs (enthält Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) sowie Anzahl der Objekte nach Gebäudetypen für den Ist-Stand sowie das Jahr 2050 in beiden Szenarien in Bremerhaven

Gebäudekategorie	Anzahl	Nutzwärmebedarf Ist [GWh/a]	Nutzwärmebedarf BAU 2050 [GWh/a]	Nutzwärmebedarf SPAR 2050 [GWh/a]
Wohngebäude	20.097	729	588	486
Industrie	476	196	185	163
Nichtwohngebäude ohne Industrie	3.959	428	395	342
davon Gebäude für Gewerbe und Industrie	1.452	150	138	122
davon Gebäude für Handel und Dienstleistungen	333	48	41	35
davon Krankenhaus	21	30	38	29
davon allgemein bildende Schule	100	26	23	20
davon Gebäude für öffentliche Zwecke	137	19	16	14
davon Bürogebäude	312	18	16	14
davon Geschäftsgebäude	198	15	14	12
davon Gebäude für Vorratshaltung	165	15	14	12
davon sonstige NWG	1.241	108	96	84
Gesamt	24.532	1.353	1.168	991

Die Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf die einzelnen Nutzungsarten ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Dargestellt sind die Anteile sowohl für den Ist-Stand als auch für das Jahr 2050 in beiden Szenarien. Die Verschiebungen in den Anteilen, insbesondere zwischen den Wohn- und Nichtwohngebäuden ergeben sich durch die in Kapitel 2 erläuterten unterschiedlichen Annahmen zu Sanierungsrate und –effizienzen sowie Flächenreduktionen im Sektor GHD.

Tabelle 4-5: Prozentuale Verteilung des Nutzwärmebedarfs auf Gebäudekategorien im Ist-Stand sowie im Jahr 2050 in den Szenarien BAU und SPAR in Bremerhaven

Gebäudekategorie	Anteil Ist	Anteil BAU 2050	Anteil SPAR 2050
Wohngebäude	54%	50%	49%
Industrie	14%	16%	16%
Nichtwohngebäude ohne Industrie	32%	34%	35%
davon Gebäude für Gewerbe und Industrie	11%	12%	12%
davon Gebäude für Handel und Dienstleistungen	4%	4%	4%
davon Krankenhaus	2%	3%	3%
davon allgemein bildende Schule	2%	2%	2%
davon Gebäude für öffentliche Zwecke	1%	1%	1%
davon Bürogebäude	1%	1%	1%
davon Geschäftsgebäude	1%	1%	1%
davon Gebäude für Vorratshaltung	1%	1%	1%
davon sonstige NWG	8%	8%	8%
Gesamt	100%	100%	100%

Die Verteilung des Nutzwärmebedarfs für den Ist-Stand, sowie das Jahr 2050 für die Szenarien BAU und SPAR auf Ebene der Stadtteile Bremerhavens ist in Tabelle 4-6 dargestellt. Die unterschiedlichen Entwicklungen in den Stadtteilen sind auf die stadtteilspezifischen Zusammensetzungen der Gebäudestrukturen zwischen Wohngebäuden, GHD und Industrie zurückzuführen.

Tabelle 4-6: Verteilung des Nutzwärmebedarfs Ist-Stand, BAU 2050 und SPAR 2050 auf die Stadtteile in Bremerhaven

Stadtteil	Nutzwärmebedarf Ist-Stand [GWh/a]	Nutzwärmebedarf BAU 2050 [GWh/a]	Nutzwärmebedarf SPAR 2050 [GWh/a]
Fischereihafen	275	254	224
Geestemünde	282	236	198
Lehe	319	266	223
Leherheide	117	95	80
Mitte	150	129	108
Schiffdorferdamm	42	43	34
Surheide	23	19	15
Überseehafengebiet	38	35	31
Weddewarden	18	16	14
Wulsdorf	90	75	63
Summe	1.353	1.168	991

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs vom Ist-Stand bis zum Jahr 2050 für beide Szenarien auf Ebene der Stadtteile in Bremerhaven.

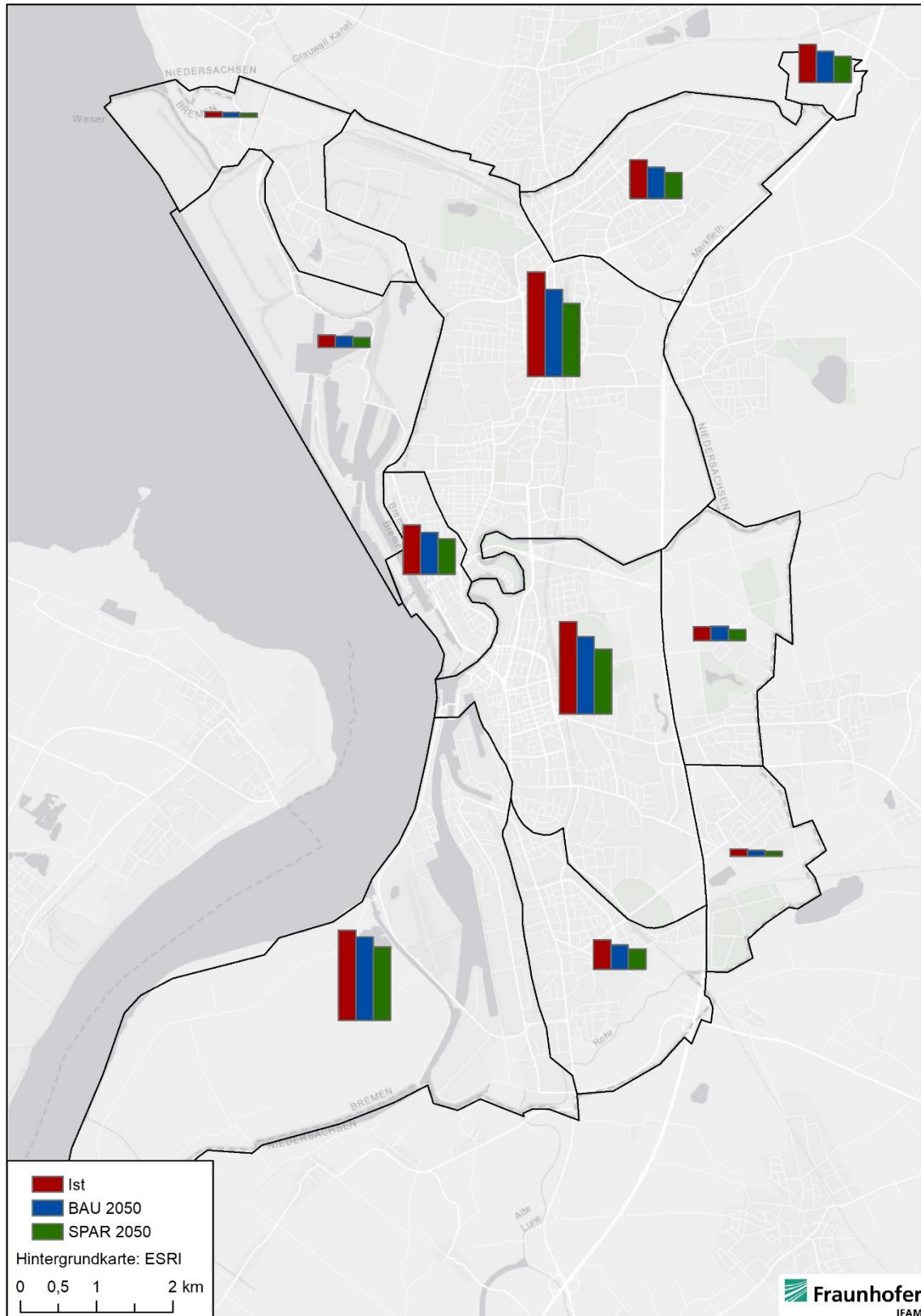


Abbildung 4-6: Entwicklung des Wärmebedarfs je Stadtteil in Bremerhaven

Die folgenden Abbildungen visualisieren die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs für Bremerhaven (Abbildung 4-7 bis 4-10) als Rasterdarstellungen. In der zeitlichen Auflösung für das SPAR-Szenario vom Ist-Stand über die Jahre 2030, 2040 bis 2050 ist gut zu erkennen, wie die Wärmedichte in einzelnen Bereichen der Stadt unterschiedlich stark zurückgeht.

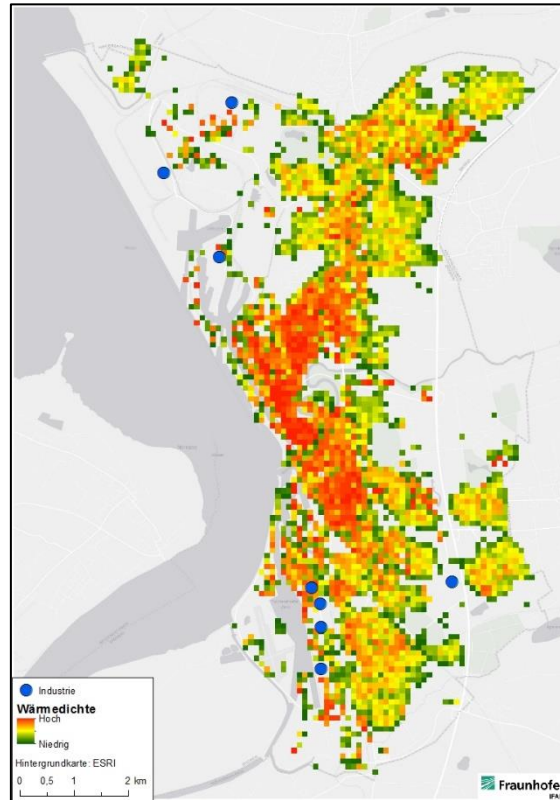


Abbildung 4-7: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven Ist-Stand (Rastergröße 100 m)

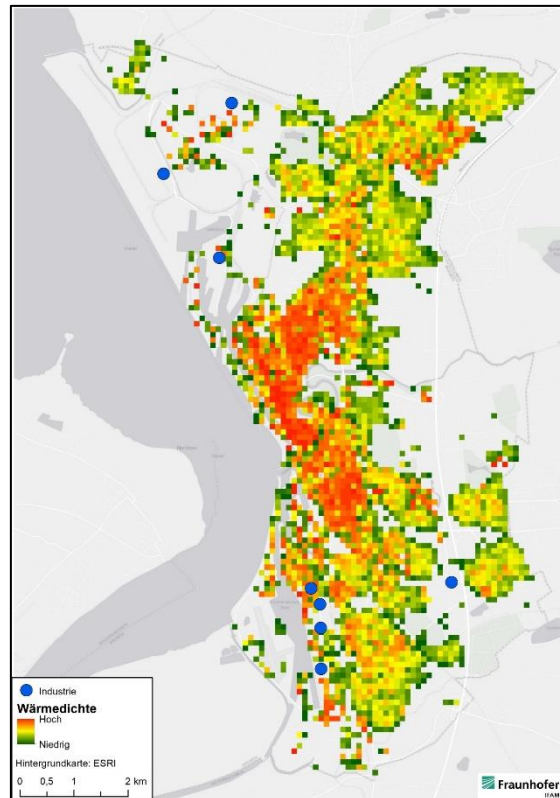


Abbildung 4-8: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven SPAR-Szenario 2030 (Rastergröße 100 m)

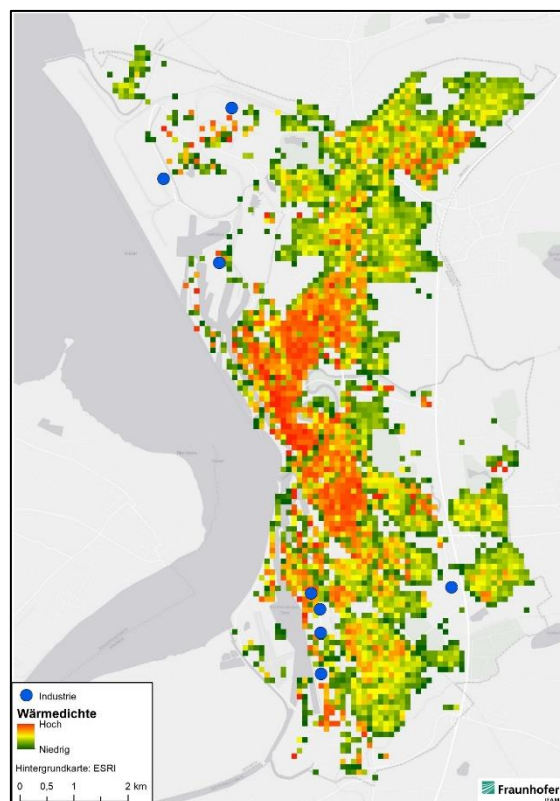


Abbildung 4-9: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven SPAR-Szenario 2040 (Rastergröße 100 m)

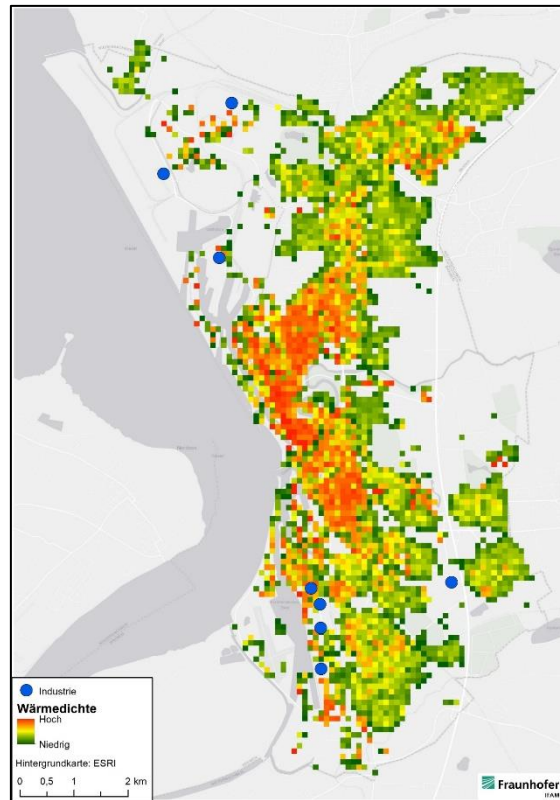


Abbildung 4-10: Wärmedichtekarte des Wärmebedarfs Bremerhaven SPAR-Szenario 2050 (Rastergröße 100 m)

5 Zusammenfassung

Abschließend lässt sich festhalten, dass der Wärmebedarf in den Städten Bremen und Bremerhaven je nach Szenario unterschiedliche stark zurückgeht. Werden alle betrachteten Effekte, also die energetische Sanierung der Gebäude, die Entwicklung der Prozesswärme sowie der Neubau im Bereich der Wohngebäude aufsummiert, beträgt die Reduktion im Szenario BAU 9 % in Bremen und 10 % in Bremerhaven. Im Szenario SPAR steigt die Reduktion auf 21 % in Bremen und 23 % in Bremerhaven an. Somit liegt in sehr hoher räumlicher Auflösung eine Fortschreibung des Nutzwärmebedarfs in zwei sehr unterschiedlichen Szenarien bis in das Jahr 2050 vor.

6 Literatur

- [BCG & Prognos, 2018] The Boston Consulting Group und Prognos, *Klimapfade für Deutschland*, 2018
- [IWU, 2019] *Gradtagzahlen für Deutschland*, Online-Excel-Tool, Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt, Abruf am 26.07.2019
- [Statistisches Landesamt Bremen, 2018] *Bevölkerungsvorausberechnung Bremen Dezember 2018*, Statistisches Landesamt Bremen – Referat 21 - Bevölkerung und Demographie; Bautätigkeit; Soziales; Gesundheit; Statistische Methoden, Bremen, 2018