

Kurzbeschreibung der Methodik

Digitale Wärmebedarfskarte für Niedersachsen



Herausgeber:

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH


Osterstr. 60

30159 Hannover

Auftraggeber

**Klimaschutz- und Energieagentur
Niedersachsen GmbH**

Osterstr. 60
30159 Hannover

**Klimaschutz- und
Energieagentur**
Niedersachsen 

Finanziert durch

**Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz**

Archivstraße 2
30169 Hannover

 **Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz**

Autor*innen

IP SYSCON GmbH

Warmbüchenkamp 4
30159 Hannover



Autor*innen:

Dr. Dorothea Ludwig
M. Sc. Janine Wagenfeld
M. Sc. Julian Haerkötter
M. Sc. Luca Tomhave
B. Sc. Maximilian Hawner

Datum: November 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Zielsetzung	1
2	Datengrundlage	2
3	Datenaufbereitung	2
3.1	Geobasisdaten & Betrachtungsebenen.....	2
3.1.1	Gebäude	2
3.1.2	Gemeinden	4
3.1.3	Hotspot / Rasterdarstellung	4
3.1.4	Versorgungsgebiete	5
3.1.5	Wärmelinien	6
3.2	Analyse der Datenqualität.....	7
3.2.1	Amtliche Gebäudefunktion	7
3.2.2	Sonderfälle Gebäude.....	7
4	Wärmebedarfsberechnung	8
4.1	Gebäudescharfe Wärmebedarfsberechnung	8
4.1.1	Berechnung der beheizten Nutzfläche	8
4.1.2	Wärmebedarfsberechnung Wohngebäude	9
4.1.3	Wärmebedarfsberechnung Nichtwohngebäude	10
4.1.4	Anpassung an Verbrauchsniveau	11
4.1.5	Berechnung von Sanierungsständen	11
4.2	Parameter für die Wärmebedarfsberechnung	11
4.2.1	Eingangsparameter	11
4.2.2	Annahmen für die Wärmebedarfsberechnung.....	11
4.3	Abgleich mit Verbrauchsdaten	12
4.4	Ergebnisse	13
5	Betrachtungsebenen.....	13
5.1	Gebäudescharfe Betrachtung.....	13
5.2	Betrachtung auf Gemeindeebene	13

5.3 Hotspot / Rasterdarstellung	14
5.4 Versorgungsgebiete	14
5.5 Wärmelinien	15
6 Genauigkeit und Aussagekraft	15
7 Literaturverzeichnis.....	17
8 Anhang	18
8.1 Abbildungen	18
8.2 Tabellen	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Gegenüberstellung von Wärmeverbrauch und Wärmebedarf (IP SYSCON, eigene Darstellung).....	18
Abbildung 2: Entscheidungsbaum für die Bildung der Versorgungsgebiete (IP SYSCON, eigene Darstellung)	19
Abbildung 3: Methodischer Ansatz zur Erzeugung der Wärmelinien (IP SYSCON, eigene Darstellung).....	20
Abbildung 4: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015).....	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Daten für die digitale Wärmebedarfskarte Niedersachsen	22
Tabelle 2: Zuordnung der Baualtersklassen	24
Tabelle 3: Warmwasserbedarf in kWh/m ² a nach NWG-Gebäudetyp (eigene Darstellung; nach Jochum et al. 2015).....	25
Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren für die Berechnung der beheizten Nutzfläche. Weitere Details s. Quelle. (BMWK & BMUV 2015)	26

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
a	Jahr
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
APF	Anpassungsfaktor
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
DIN	Deutsche Industrienorm
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DWD	Deutscher Wetterdienst
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GI	Gewerbe und Industrie
GMH	Großes Mehrfamilienhaus
ha	Hektar
HD	Handel und Dienstleistung
HH	Hochhaus
i.d.R.	in der Regel
i.V.m.	in Verbindung mit
inkl.	inklusive
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
K	Kelvin
KEA BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg

KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung / kommunaler Wärmeplan
LoD	Level of Detail (Laserscanning-Daten)
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
min.	mindestens
MU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
NATREG	Naturräumliche Region
NKlimaG	Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels
NLBL	Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NWG	Nichtwohngebäude
o.ä.	oder ähnliches
Oe	Öffentliches Gebäude
REH	Reihenendhaus
RH	Reihenhaus
RMH	Reihenmittelhaus
s.	siehe

spez.	spezifisch
THG	Treibhausgas(-Emissionen)
u.a.	unter anderem
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient von Außenbauteilen in $W/(m^2K)$
vgl.	vergleiche
W	Watt
WBS	Wärmebedarfservice
WG	Wohngebäude
WPG	Wärmeplanungsgesetz
z.B.	zum Beispiel

Begriffsbestimmungen

Wärmebedarf	Jahresheizenergiebedarf bestehend aus Heizwärmebedarf plus Warmwasserenergiebedarf	kWh/a
Spezifischer Wärmebedarf	Summe des Jahresheizenergiebedarf bezogen auf die beheizte Nutzfläche eines Gebäudes oder aller beheizten Gebäude innerhalb einer Rasterzelle, eines Versorgungsgebietes, eines Gemeindegebietes	kWh/m ² *a
Wärmedichte	Summe des Jahresheizenergiebedarf bezogen auf die Fläche einer Rasterzelle, eines Versorgungsgebietes, eines Gemeindegebietes	kWh/m ² *a
Wärmelinien-dichte	Summe des Jahresheizenergiebedarfs bezogen auf die Länge eines Straßenabschnittes	kWh/m*a

1 Hintergrund und Zielsetzung

Die Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) unterstützt niedersächsische Kommunen bei ihrer Aufgabe der Kommunalen Wärmeplanung (KWP). Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) hat die KEAN deshalb die Erstellung einer Wärmebedarfskarte für Niedersachsen in Auftrag gegeben.

Mit der vorliegenden Wärmebedarfskarte für Niedersachsen wurden erste Ist- und potenzielle Zielwerte für Gebäude erarbeitet und räumlich aufgelöst dargestellt. Somit kann sie niedersächsische Kommunen bei der Kommunalen Wärmeplanung unterstützen und ihnen erste Daten, insbesondere im Bereich der Bestandsanalyse, zur Verfügung stellen.

Die digitale Wärmebedarfskarte bietet für die zu beplanenden Gebiete in Niedersachsen umfangreiche Informationen. Diese Informationen können in der Kommunalen Wärmeplanung gemäß des Niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG, § 20), insbesondere in Teilen der dort geforderten Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, den zu entwickelnden Zielszenarien und der sich anschließenden Erarbeitung der Handlungsstrategie, Anwendung finden.

Sowohl Verbrauchs- als auch Bedarfsdaten geben Aufschlüsse über die aktuelle Situation in der Bestandsanalyse, es handelt sich jedoch um unterschiedliche Betrachtungsweisen (Abbildung 1 im Anhang), daher weisen die Daten mitunter deutliche Abweichungen voneinander auf.

Den gemessenen und aus Anschlussleistungen hochgerechneten Verbrauchswerten stehen berechnete Bedarfswerte gegenüber. Für die Bedarfsberechnung in der KWP gibt es verschiedene Ansätze mit unterschiedlicher Detailschärfe. Bedarfswerte sind im Ergebnis häufig homogener und weniger volatil, da sie individuelle Faktoren außen vor lassen. Jedoch können reale Umstände und Faktoren (klimatische Bedingungen, realer Sanierungsstand, individuelles Nutzungsverhalten, etc.) von den angelegten Standards abweichen, wodurch Bedarfswerte ober- oder unterhalb des Verbrauchsniveaus liegen können (Loga et al. 2015). Mögliche Abweichungen zwischen Verbrauch und Bedarf auf Gebäudeebene können sich bei Betrachtung eines größeren Gebietes wieder ausgleichen und annähern (Kapitel 4.3). Um die systematische Differenz von Bedarfs- und Verbrauchswerten zu minimieren, wurde ein sogenannter Anpassungsfaktor verwendet (Kapitel 4.1.4).

2 Datengrundlage

Zur Erstellung der digitalen Wärmebedarfskarte wurden verschiedene Datensätze unterschiedlicher Datenquellen genutzt. Dabei handelt es sich zum einen um amtliche Geodaten, einschließlich der hinterlegten Informationen aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS), den Laserscanning-Daten (Level of Detail (LoD1)) oder um Daten aus dem Digitalen Landschaftsmodell (DLM). Zum anderen wurden Daten aus dem Zensus 2011, von Energieversorgungsunternehmen (EVU) oder privaten Dienstleistern herangezogen. Eine vollständige Auflistung der verwendeten Daten ist in der Tabelle 1 im Anhang dargestellt. Weitere Datengrundlagen sind dem Literaturverzeichnis zu entnehmen.

3 Datenaufbereitung

3.1 Geobasisdaten & Betrachtungsebenen

3.1.1 Gebäude

Die gebäudescharfe Betrachtung sämtlicher Gebäudeparameter setzt die Berücksichtigung und Verschneidung verschiedener Geobasisdaten voraus. Die damit einhergehende umfassende Datenaufbereitung fußt dabei auf dem in Niedersachsen zur Verfügung stehenden Datensatz der ALKIS-Hausumringe (Stand: 2022). Den jeweiligen darin enthaltenen Gebäudegeometrien wurden Informationen aus weiteren Datenbeständen, wie z. B. ALKIS-Hauskoordinaten oder LoD1-Gebäudedaten (Stand: 2021), zugeordnet. Auf einzelne, wesentliche Parameter und deren Herkunft wird im Folgenden eingegangen.

Gebäudefunktion

Eine für die Wärmeplanung essenzielle Information liegt in Form des Attributes „gfk“, d. h. der Gebäudefunktion einer jeweiligen Gebäudegeometrie, vor. Diese wurde im Zuge der Datenaufbereitung von den ALKIS-Hausumringen (HU) übernommen und stellte insbesondere die Grundlage für eine spätere Differenzierung - beheizter und unbeheizter Gebäudetypen einerseits sowie Wohn- bzw. Nichtwohngebäude andererseits - dar. Das in den HU enthaltene Attribut „gfk“ entspricht dabei einem Gebäudefunktionscode, welcher zwecks Datenles- und -nutzbarkeit übersetzt wurde (siehe AdV, 2018). Dementsprechend ist ein zusätzliches Attribut

„Funktion“ als Textfeld angelegt worden (z. B. „gfk“=‘31001_1000‘ erhält das Attribut „Funktion“=‘Wohngebäude‘ usw.).

Gebäudehöhe

Die Gebäudehöhe stellt einen weiteren wichtigen Parameter im Rahmen der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung dar, zumal hierüber die Geschossanzahl und letztlich die beheizte Nutzfläche abgeleitet werden kann. Die Höheninformationen entsprechender Gebäudegeometrien sind nicht in den genannten Hausumringen enthalten, sondern in einem separaten ALKIS-Datensatz, den LoD1-Daten. Diese LoD1-Gebäude-Features wurden dem zugehörigen ALKIS-Hausumring zugewiesen und dadurch entsprechende Höhenwerte, welche in den niedersächsischen LoD1-Daten in absoluter Höhe sowie First- und mittlerer Traufhöhe vorliegen, zusammen mit weiteren Attributen, wie dem amtlichen Gemeindeschlüssel, angehängt.

Baualter

Vor der Ermittlung des Baualters eines Gebäudes galt es zunächst, die zugehörigen Baualtersklassen festzulegen. Die Baualtersklassen geben eine Zeitspanne an, in der das Gebäude wahrscheinlich errichtet wurde. Diese teilen sich wie in Tabelle 2 im Anhang dargestellt auf.

Für die Bestimmung der Baualtersklassen an den Gebäuden standen drei Datenquellen zur Verfügung: Zensus-Daten (Stand 2011), World Settlement Footprint-Daten und ALKIS- und LoD1-Daten. Bei der Zuordnung einer Zensus-Baualtersklasse wurde der am häufigsten auftretende und numerisch höhere Wert einer Zeitspanne je Rasterzelle als Baualter definiert und an die Gebäude übertragen (Tabelle 2 im Anhang). Für die Baualtersklasse 2010-2015 musste als weitere Datenquelle das *World Settlement Footprint* vom DLR herangezogen werden. Gebäudeumringe, die sich nicht innerhalb einer Zensus-Zelle oder DLR-Rasterzelle befanden, erhielten aufgrund der Datenaktualität die letzte Baualtersklasse „≥ 2016“. Da die Datenaktualität der LoD1-Daten (2021) und der Hausumringe (2022) unterschiedlich war, konnte davon ausgegangen werden, dass Hausumringe, die nicht in den LoD1-Daten vertreten waren, ebenfalls in die Baualtersklasse „≥ 2016“ fallen.

Gebäudegrundfläche

Grundsätzlich ist die Gebäudegrundfläche Teil der Gebäudegeometrie (s. o.). Freistehende Gebäude, welche durch ihre Gebädefunktion zwar als beheizte Gebäude eingestuft wurden aber eine Grundfläche von unter 30 m² aufwiesen, wurden von der Wärmebedarfsberechnung

ausgeschlossen. So wurden z. B. Gartenhäuser, Bauten in Schrebergärten und ähnliche Gebäude nicht in die Berechnung einbezogen.

Weitere Grundlagendaten

Neben den vorab genannten Daten wurden außerdem die Flurstückskennzeichen, die Adresse und der Straßenschlüssel, die Zonierung gemäß der naturräumlichen Gliederung sowie die Temperaturdaten der naturräumlichen Gliederungen als Berechnungsgrundlage und für die Aggregation verwendet.

3.1.2 Gemeinden

Über den amtlichen Gemeindeschlüssel (Spalte „ags“) aus den ALKIS-Hausumringen und den LoD1-Daten können im weiteren Verlauf die Wärmebedarfe sowie die beheizte Nutzfläche für jede Gemeinde aufsummiert werden.

3.1.3 Hotspot / Rasterdarstellung

Die Hotspot-Karte dient zur übersichtlichen Visualisierung der Wärmebedarfe und Versorgungsoptionen in einem 100 m x 100 m Raster. Für jede einzelne Rasterzelle erfolgte eine Auswertung der Wärmebedarfe sämtlicher darin enthaltener beheizter Gebäude. Dazu wurde innerhalb jeder Gitterzelle der spezifische Wärmebedarf sowie die Wärmedichte berücksichtigt. Zusätzlich werden weitere Informationen zu der Anzahl der Gebäude, unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden zur Verfügung gestellt.

Für die Bildung der Rasterzelle und die Zuordnung der Gebäude zu diesen Rasterzellen wurden verschiedene Datenquellen verwendet, darunter die Flurstücke und die Hausumringe aus ALKIS, die Gemeindegrenzen sowie die Siedlungsflächen aus dem Basis-DLM („sie01_f“ und „sie02_f“). Jede Rasterzelle erhielt, über eine Schwerpunktanalyse aus den Flurstücken, die Informationen zum Regierungsbezirk, Kreis und zur Gemeindekennzeichnung. Dadurch konnte jede Rasterzelle eindeutig einem bestimmten Gemeindegebiet zugeordnet werden.

Die Siedlungsflächen aus dem Basis-DLM wurden genutzt, um zusammenhängende Siedlungsgebiete zu definieren, die keine zerschneidenden Elemente wie Fließgewässer, Bahnstrecken, Autobahnen oder Bundesstraßen aufwiesen. Siedlungsflächen mit einer Größe von weniger als 10.000 m² und einem Abstand von lediglich fünf Metern voneinander wurden als ein zusammenhängendes Siedlungsgebiet betrachtet. Da den Siedlungsflächen eine eindeutige Siedlungsnummer zugewiesen wurde, bestehend aus dem Gemeindeschlüssel

und einer fortlaufenden Nummer, konnte diese Information auch den Gebäuden zugeordnet werden.

Durch den Abgleich der Gemeindegrenzzeichnung (amtlicher Gemeindegrenzschlüssel = ags) sowohl an den Gebäuden als auch an den Rasterzellen sowie mithilfe der Siedlungsnummer, war es möglich, jedes einzelne Gebäude eindeutig einer bestimmten Rasterzelle zuzuordnen.

3.1.4 Versorgungsgebiete

Der Wärmebedarf auf Versorgungsebene kann als Grundlage für mögliche Quartierskonzepte und Versorgungsoptionen herangezogen werden.

Die Datengrundlage zur Bildung der Versorgungsgebiete bilden die Hotspot-Raster, die Flurstücke, sowie die Siedlungsflächen aus dem Basis-DLM. Im ersten Schritt wurden Flurstücke, die sich innerhalb derselben eindeutigen Rasterzelle befanden, verbunden. Anschließend erfolgte im zweiten Schritt eine weitere, über die Rasterzelle hinausgehende Zusammenführung dieser Flurstücke mithilfe der Siedlungsabgrenzungen aus dem Datensatz „sie02_f“. Dadurch konnten die zusammenhängenden Flächen als potenzielle Versorgungsgebiete erstellt werden.

Um Datenschutzerfordernisse gerecht zu werden, wurden die zusammenhängenden Flächen in zwei Kategorien (Kategorie 1: Versorgungsgebiete in „sie01_f“, Kategorie 2: Versorgungsgebiete außerhalb „sie01_f“) eingeteilt, analysiert und daraufhin erneut zusammengeführt. Die Einteilung in zwei Kategorien sollte eine bessere Berücksichtigung von zusammenhängenden und isolierten Siedlungen ermöglichen. Die Kategorie 1 beinhaltet die zusammengefassten Flächen, die sich innerhalb der Siedlungsfläche „sie01_f“ befinden. Diese Flächen sind gekennzeichnet durch die Ortslage und weisen eine zusammenhängende Struktur auf. In der Kategorie 2 befinden sich die zusammenhängenden Flächen außerhalb „sie01_f“. Hierbei handelt es sich um Gebiete, die sich im Allgemeinen/ erweiterten Außenbereich der Ortslage befinden.

Beide Kategorien besitzen die Anforderung, dass mindestens fünf beheizte Gebäude zugeordnet werden können. Zusammenhängende Flächen mit einer Anzahl von ein bis vier beheizten Gebäuden wurden in aufeinanderfolgenden Durchläufen der nächstgelegenen Nachbarfläche innerhalb eines Gemeindegebietes zugeordnet, bis die Mindestanzahl von fünf beheizten Gebäuden erreicht und die nächstgelegene Nachbarfläche ebenfalls mindestens fünf beheizte Gebäude aufweist. In vereinzelt Fällen konnte eine solche Zuordnung für häufig stark ländlich geprägten Siedlungsstrukturen mit isolierten Gebäuden innerhalb der

Siedlungsfläche „sie01_f“ aufgrund ihres Abstandes zu anderen Versorgungsgebieten nicht erfolgen. Diese Fälle wurden mit der Information versehen, dass die Mindestanzahl von fünf beheizten Gebäuden nicht erreicht werden konnte.

Versorgungsgebiete in Außenbereichen, die die Anforderungen an den Datenschutz nicht erfüllen, wurden mit einem Versorgungsgebiet außerhalb der „sie01_f“ in einem Umkreis von 100 m zusammengeführt. Befand sich in diesem Umkreis kein weiteres Versorgungsgebiet für eine Zusammenführung, erhielt das Versorgungsgebiet ebenfalls die Information, dass die Mindestanzahl von fünf beheizten Gebäuden nicht erreicht werden konnte (Abbildung 2 im Anhang). Hinweise zum Datenschutz wurden in den Geodaten hinterlegt, um entsprechende Vorschriften zu berücksichtigen.

3.1.5 Wärmelinien

Die Wärmelinien bieten eine erste Orientierung, welche Art der Wärmeversorgung (Wärmenetz- oder dezentraler Versorgung) sinnvoll sein könnte.

Für die Berechnung der Wärmelinienichte wurden Informationen aus dem digitalen Landschaftsmodell für das Land Niedersachsen herangezogen. Relevant waren hierbei die Straßenzüge in Siedlungsgebieten mit Gebäudeanbindung. Ausgenommen wurden demnach Verkehrswege wie beispielsweise Autobahnen und Bundesfernstraßen sowie Verkehrswege ohne eindeutige Adresse wie Rad- und Privatwege. Für jeden Straßenabschnitt, definiert durch Kreuzungs- und Endpunkte, wurde unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine Wärmelinienichte berechnet.

Ein Straßenabschnitt wurde durch seine begrenzenden Kreuzungs- oder Endpunkte definiert. Ein Endpunkt verfügte über keine Verbindung zu anderen Straßenzügen oder -abschnitten. Ein Kreuzungspunkt lag überall dort, wo mehrere Straßenzüge oder -abschnitte (entsprechend der Digitalisierung aus dem Basis-DLM) zusammentreffen. Überall dort, wo Kreuzungspunkte innerhalb eines Straßenzuges der Straßendatei auftraten (d. h. wo digitalisierte Abschnitte desselben Straßenzuges des Basis-DLM zusammentrafen), wurde der Straßenzug in Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte erhielten dann eine eindeutige Identifikationsnummer, die Auskunft über den Straßenzug und den jeweiligen Abschnitt gibt.

Nach Überprüfung und ggf. Anpassung der Straßenschlüssel der Gebäude folgte die Zuordnung der Gebäude zu den einzelnen, vorher gebildeten Abschnitten innerhalb der Straßenzüge. Dabei wurden die Gebäude jeweils dem nächsten Abschnitt des zugeordneten

Straßenzuges zugeordnet. Für die Berechnung der Wärmelinienichte sind aus Datenschutzgründen mindestens fünf Gebäude entlang eines Straßenabschnitts erforderlich.

Liegen an einem Straßenabschnitt weniger als fünf Gebäude, so wird dieser Straßenabschnitt mit dem nächstgelegenen Abschnitt, der zum gleichen Straßenzug gehört, verbunden. Dies geschieht so lange, bis die Mindestanzahl von fünf Gebäuden erreicht wird (Abbildung 3 im Anhang).

3.2 Analyse der Datenqualität

Die Analyse der Datenqualität hat folgende Punkte ergeben. (Weiterführende Information dazu enthält die Kurzanleitung zu den Daten in Kapitel 3.5.1.)

3.2.1 Amtliche Gebäudefunktion

Bei Betrachtung der amtlichen Daten sind verschiedene Gebäude ins Auge gefallen, bei denen eine falsche Gebäudefunktion hinterlegt war. Dieser Fehler konnte nicht weiter quantifiziert werden. Die Ursache oder ein Muster sind ebenfalls nicht eindeutig.

3.2.2 Sonderfälle Gebäude

Im Datensatz finden sich zahlreiche Gebäude mit der amtlichen Gebäudefunktion „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“. Nach umfangreicher Prüfung fallen hierunter u. a. auch Garagen. Garagen wurden definiert als Gebäude ohne Hauskoordinate, mit einer beheizten Nutzfläche $< 50 \text{ m}^2$, mit nur einem Geschoss und sich in ALKIS-Siedlungsfläche „Wohnbaufläche“ befindend. Dies musste entsprechend berücksichtigt werden, da es sich bei Garagen in der Regel um nicht beheizte Gebäude handelt. Alle anderen „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ wurden demgegenüber als beheizt angenommen.

„Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ mit augenscheinlich falscher Höheninformation wurden ebenfalls von der Wärmebedarfsberechnung ausgeschlossen.

Diese Geometrien sind im separaten Datensatz als unbeheizte Gebäude enthalten und wurden ggf. als Gebäudenachbar berücksichtigt.

Darüber hinaus mussten einige Wohngebäude gesondert betrachtet werden. So fielen hier besonders kleine Wohngebäude auf, bei denen es sich nach stichprobenhafter Prüfung u. a. um Balkone, Anbauten, Vordächer oder Wintergärten handelte. Diese Gebäude wurden im Rahmen der Wärmebedarfskarte mangels näherer Informationen als beheizt bewertet und hätten somit im weiteren Verlauf für die datenschutzkonforme Aggregation der Ergebnisse

Berücksichtigung gefunden. Da sie aber nicht als eigenständige beheizte Gebäude zu bewerten sind, wurden sie auch nicht für die Aggregation herangezogen. Sie wurden als „Wohngebäude-Zusatz“ bezeichnet.

4 Wärmebedarfsberechnung

4.1 Gebäudescharfe Wärmebedarfsberechnung

Für die Wärmebedarfsberechnungen kam der von IP SYSCON GmbH entwickelte Wärmebedarfsservice (WBS) zum Einsatz. Im Wärmebedarfsservice werden einerseits interne und solare Gewinne, andererseits Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste anhand von 3D-Gebäudemodellen modelliert. Die Gebäudemodelle werden dabei aus verschiedenen Datenquellen (ALKIS, LoD, GEG, EnEV, etc.) erzeugt, um eine möglichst reale Abbildung des Gebäudebestandes zu erhalten. Der Wärmebedarf bildet dann die Differenz von Gewinnen und Verlusten.

4.1.1 Berechnung der beheizten Nutzfläche

Die beheizte Nutzfläche ist ein relevanter Parameter für die energetische Bewertung und den Vergleich von Gebäuden. Zur Berechnung der beheizten Nutzfläche wurden im Rahmen des Projektes verschiedene Berechnungsmethoden mit Referenzwerten aus den vorliegenden Daten des Dienstleisters infas 360 GmbH verglichen.

Im Ergebnis wurde für die digitale Wärmebedarfskarte ein Berechnungsansatz basierend auf dem 3D-Gebäudemodell sowie der Gebäudefunktion herangezogen. Grundlegend hierfür ist die Bruttogrundfläche des Gebäudes sowie die Anzahl der Vollgeschosse. Diese berechnen sich gemäß Gleichung 1.1 aus der mittlere Traufhöhe aus den LoD1-Daten. Die Geschosshöhe von 2,75 m ist dabei eine Annahme. Grundlage der Annahme ist die anwendbare Methodik gemäß EnEV, bei der eine Geschosshöhe zwischen 2,5 m und 3 m vorausgesetzt wird. Nach Abgleichen zur Plausibilisierung der berechneten Ergebnisse lieferte eine Geschosshöhe von 2,75 m im Ergebnis die höchste Genauigkeit beim Abgleich der berechneten Bedarfswerte mit vorliegenden, aggregierten Verbrauchswerten.

$$\text{Vollgeschosse} = \text{Traufhöhe} / 2,75 \quad (1.1)$$

Dabei sind:

<i>Vollgeschosse</i>	die Anzahl an Vollgeschossen, stets abgerundet auf ganze Zahlen [-]
<i>Traufhöhe</i>	die angelegte Höhe des Gebäudes [m]
<i>2,75</i>	die angelegte Höhe je Vollgeschosse [m]

Nachfolgend kann mit der Anzahl der Vollgeschosse die beheizte Nutzfläche je Gebäude berechnet werden (Gleichung 1.2):

$$NFL_{bh} = Grundfläche * Anzahl\ Vollgeschosse * A_{BGF} \quad (1.2)$$

Dabei sind:

<i>NFL_{bh}</i>	die beheizte Nutzfläche [m ²]
<i>Grundfläche</i>	die Bruttogrundfläche der Gebäudegeometrie [m ²]
<i>Anzahl Vollgeschosse</i>	die Anzahl der Vollgeschosse [-]
<i>A_{BGF}</i>	ist der Umrechnungsfaktor für die Bruttogrundfläche gemäß (BMWK & BMUV 2015) [-]

Der Umrechnungsfaktor A_{BGF} ergibt sich aus der Gebäudefunktion und beschreibt die Umrechnung der Bruttogeschossfläche in beheizte Nutzfläche. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK & BMUV 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebäudefunktionen, wie sie in den Geobasisdaten vorkommen, einen eindeutigen Umrechnungsfaktor. Sofern kein eindeutiger Faktor vorliegt, gibt die genannte Literatur hier einen vereinfachten Faktor von $A_{BGF} = 0,85$ an. Dieser wurde u. a. für Wohngebäude angewendet. Eine Liste der Umrechnungsfaktoren findet sich in Tabelle 4 im Anhang.

4.1.2 Wärmebedarfsberechnung Wohngebäude

Die Wärmemodellierung der Wohngebäude (WG) basiert auf dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 in Verbindung mit spezifischen Gebäudeinformationen. Es wurde bewusst auf die Nutzung der DIN V 18599 verzichtet und auf das etabliertere Verfahren nach

DIN V 4108 zurückgegriffen. Es wurden möglichst reale Referenzgebäude auf Grundlage von Gebäudegeometrie, Nachbarschaft und 3D-Geoinformationen erzeugt. Über diese Daten wurden einerseits für jedes Gebäude geometrische Parameter (z.B. Außenwandfläche oder Gebäudevolumen) errechnet. Andererseits wurde anhand der gebildeten Referenzgebäude in Verbindung mit der Größe der beheizten Nutzfläche, Anzahl der Vollgeschosse, räumlichen Lage und Nachbarschaft der anzunehmenden Gebäudetyp abgeleitet. Diese Berechnungswerte der 3D-Gebäudegeometrie wurden mit empirischen Werten zur Dämmeigenschaft (U-Wert in $W/(m^2K)$) der Bauteile in Abhängigkeit vom Baualter und des abgeleiteten Gebäudetyps kombiniert. Grundlage hierfür ist die deutsche Gebäudetypologie (Loga et al. 2015). Warmwasserbedarfe der jeweiligen Gebäude werden pauschal nach DIN 4108 mit $12,5 \text{ kWh}/m^2 \cdot a$ berechnet.

4.1.3 Wärmebedarfsberechnung Nichtwohngebäude

In der Analyse für Nichtwohngebäude (NWG) wird die Nutzung des Gebäudes über einzelne Nutzungszonen berücksichtigt. Die Wärmebedarfsberechnung für Nichtwohngebäude erfolgt nach den Randbedingungen für Nutzungszeiten, Personenbelegung und interne Wärmequellen, welche in Teil 10 der DIN V 18599 geregelt sind. Können bei einem Nichtwohngebäude deutliche Nutzungsunterschiede in einzelnen Gebäudeteilen angenommen werden, wird dieses Gebäude in Zonen unterteilt. Da in den Geobasisdaten keine entsprechende Einteilung (Zonierung) der Nichtwohngebäude vorliegt und keine allumfassende Literatur bzw. Forschungsergebnisse hierzu vorliegen, erfolgte die Zonierung anhand der amtlichen Gebäudefunktion auf Basis von Erfahrungswerten. Aufgrund der Heterogenität der Nichtwohngebäude ist hier von teils deutlichen Abweichungen zur Realität auszugehen.

Vorbereitend für die Berechnung des Wärmebedarfs wurden die Nichtwohngebäude, abhängig von der Gebäudefunktion, in die Gebäudetypen Gewerbe und Industrie (GI), Handel und Dienstleistung (HD) oder Öffentliche Gebäude (Oe) eingeteilt. Im Anschluss wurden vergleichbar zu den Wohngebäuden die 3D-Gebäudemodelle in Abhängigkeit des Baualters und des abgeleiteten Gebäudetyps mit empirisch Werten zur Dämmeigenschaft der Bauteile kombiniert (Hörner & Bischof 2022).

Die Berechnung des Warmwasserbedarfs für Nichtwohngebäude erfolgte ebenfalls in Abhängigkeit der zugeordneten Gebäudetypen (siehe Tabelle 3 im Anhang). Anders als bei Wohngebäuden gibt es für Nichtwohngebäude jedoch keinen Richtwert für Warmwasserbedarfe nach DIN 18599, der angelegt werden kann. Aufgrund der sehr

unterschiedlichen Nutzungen im Nichtwohngebäudebestand ist von einem sehr heterogenen Warmwasserbedarf auszugehen (in Anlehnung an Jochum et al. 2015).

4.1.4 Anpassung an Verbrauchsniveau

Um die berechneten Wärmebedarfe mit dem Verbrauchsniveau anzunähern, wurde ein vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) beschriebener Anpassungsfaktor (APF) verwendet (Loga et al. 2015) (Abbildung 4 im Anhang). Dieser Anpassungsfaktor wurde in der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung automatisch für jedes Gebäude, sowohl für den Ist-Zustand als auch für zwei Sanierungszustände (Kapitel 4.1.5), interpoliert und verrechnet.

4.1.5 Berechnung von Sanierungsständen

Neben der Berechnung des Wärmebedarfs für den Ist-Zustand des niedersächsischen Gebäudebestands wurden ergänzend noch zwei Sanierungszustände berechnet (KfW- und GEG-Zustand). Hierzu wurden verbesserte Wärmedämmeigenschaften (U-Werte) der Gebäudehülle der Wohn- und Nichtwohngebäude in Anlehnung an das Gebäudeenergiegesetz (GEG, 2020) und KfW 262 (2022) angelegt. Ansonsten blieb das Berechnungsverfahren unverändert.

Für die Berechnungen lagen in der Fläche keine näheren Informationen zu möglichen Sanierungsbeschränkungen, z. B. durch Denkmalschutz o. ä. vor. Daher wurde bei der Berechnung der Sanierungszustände vereinfachend davon ausgegangen, dass die Gebäudehüllen aller Gebäude saniert werden können.

4.2 Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

4.2.1 Eingangsparameter

Für den Wärmebedarfsservice (WBS) sind fünf Eingangsparameter je Gebäude erforderlich: eindeutige Identifikation (ID), die Gebäudegeometrie, die Gebäudehöhe, die Gebädefunktion sowie das Baujahr (vgl. 3.1.1).

4.2.2 Annahmen für die Wärmebedarfsberechnung

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

- Keine Berücksichtigung von individuellen Sanierungszuständen von Gebäuden: Es wird in Abhängigkeit vom Gebäudetyp und der Baualtersklasse stets mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften gerechnet.
- Es wird bei allen Gebäuden die gleiche Geschosshöhe (2,75 m) angenommen (siehe Abschnitt 4.1.1). Bei ausgewählten Gebäudefunktionen wird jedoch pauschal von nur einem Geschoss entsprechend Traufhöhe ausgegangen (z.B. Kirchen und Schwimmbäder).
- Keine individuelle Unterscheidung bei Warmwasserbedarfen: Für Wohngebäude wird stets ein einheitlicher Wert, für Nichtwohngebäude ein Wert in Abhängigkeit vom Gebäudetyp verwendet (Abschnitt 4.1.2 und 4.1.3)
- Zur Berechnung der solaren Gewinne über die solare Einstrahlung werden stets die gleichen solaren Strahlungsintensitäten je Himmelsrichtung verwendet. Es erfolgt keine nähere geografische Unterscheidung.
- Die Zonierung von Nichtwohngebäuden ist für alle Gebäude mit derselben amtlichen Gebäudefunktion identisch. Abweichungen einzelner Gebäude werden nicht berücksichtigt.
- Systematische Abweichungen von Bedarfs- und Verbrauchswerten für Raumwärme werden abhängig vom spezifischen Wärmebedarf über einen Anpassungsfaktor angenähert (Kapitel 4.1.4). Weitere Abweichungen bleiben unberücksichtigt.

4.3 Abgleich mit Verbrauchsdaten

Neben der in Abschnitt 4.1.4 beschriebenen Anpassung des Wärmebedarfs an ein Verbrauchsniveau über einen empirischen Anpassungsfaktor, wurden bei der Erstellung der digitalen Wärmebedarfskarte auch Verbrauchsdaten (Quellen: infas 360 GmbH, Energieversorgungsunternehmen in Niedersachsen, Kommunen und NLBL) hinzugezogen, um ggf. einen möglichen Anpassungsfaktor für den niedersächsischen Gebäudebestand abzuleiten.

Anhand der Abgleiche konnten keine eindeutigen Trends festgestellt werden, die für einen niedersächsischen Anpassungsfaktor hinreichend eindeutig wären, sodass von einer weiteren Anpassung abgesehen wurde.

4.4 Ergebnisse

In Niedersachsen wurden insgesamt 3.508.826 beheizte Gebäude erfasst, darunter 14.434 mit der Information Wohngebäude-Zusatz. Der absolute Wärmebedarf der beheizten Gebäude beläuft sich auf 139.004 GWh pro Jahr. Die beheizte Nutzfläche aller Gebäude beträgt 904 km². Dies ergibt einen spezifischen Wärmebedarf von 153,7 kWh pro Quadratmeter und Jahr, bezogen auf die beheizte Nutzfläche.

Von den insgesamt 3.508.826 Gebäuden sind 2.357.453 Wohngebäude und 1.151.373 Nichtwohngebäude.

5 Betrachtungsebenen

In diesem Kapitel werden alle Resultate der landesweiten Auswertung des Wärmebedarfs für Niedersachsen auf verschiedenen Betrachtungsebenen präsentiert. Für jede Ebene werden statistische Auswertungen und Darstellungsoptionen in einem Geoinformationssystem (GIS) beschrieben. Zudem wird auf das Thema Datenpflege eingegangen. Weitere Hinweise für die Interpretation der Daten werden in der Kurzanleitung gegeben.

Bei der Weiterverarbeitung der Geodaten in einem GIS werden Kenntnisse in der vektoriiellen Datenverarbeitung und im Umgang mit Attributtabelle vorausgesetzt. Hinweise zur Weiterverarbeitung können ebenfalls der Kurzanleitung entnommen werden.

5.1 Gebäudescharfe Betrachtung

In der gebäudescharfen Darstellung sind alle Gebäudeparameter sowie die energetischen Kennzahlen einem spezifischen Gebäude zugeordnet (Kapitel 4.1). Diese Betrachtungsebene ist aus datenschutzrechtlicher Sicht nur für nicht öffentliche Darstellungen vorgesehen.

Eine Übersicht der gebäudescharfen Parameter und Kennzahlen kann den Metadaten oder direkt aus den Geodaten entnommen werden.

5.2 Betrachtung auf Gemeindeebene

Anhand offizieller Verwaltungsgrenzen aus dem amtlichen Liegenschaftskataster wurden die Ergebnisse und Kennzahlen zum Wärmebedarf und Gebäudebestand auf der Gemeindeebene dargestellt. In den so entstandenen Wärmedichtekarten werden neben der

Anzahl der Bestandsgebäude auch wärmerrelevante Informationen, wie der Wärmebedarf oder die Wärmedichte, abgebildet. Diese Daten können zu einer Betrachtung auf Landkreisebene weiterverarbeitet werden.

5.3 Hotspot / Rasterdarstellung

Für die Darstellung der Wärmebedarf-Hotspots wurde ein Gitter in 100 m x 100 m Auflösung über das gesamte Betrachtungsgebiet Niedersachsen gelegt. Innerhalb jeder Gitterzelle wurde der spezifische Wärmebedarf sowie die Wärmedichte errechnet.

Zudem enthält jede Gitterzelle Informationen über die Anzahl der Gebäude, unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden, sowie zum aufsummierten Wärmebedarf aller darin enthaltenen Gebäude.

Für jedes Raster wurden zusätzlich Klassen für Versorgungsoptionen gebildet. Für Hotspot-Raster mit einer geringen Wärmedichte empfiehlt sich eine Einzelversorgung. Raster mit einer hohen Wärmedichte eignen sich aufgrund höherer Wärmeabnahme und kürzerer Transportwege voraussichtlich eher für die Wärmenetzversorgung. Hierbei ist zu beachten, dass die hier gewählten Grenzen für die Zuordnung in verschiedene Versorgungsoptionen fließend sind und nicht als scharfe Grenzen zu betrachten sind.

5.4 Versorgungsgebiete

Anhand der Hotspot-Raster und den gebäudescharfen Berechnungen des Wärmebedarfs ließ sich der Wärmebedarf für die gebildeten Versorgungsgebiete (s. Kapitel 3.1.4) berechnen und darstellen. Innerhalb jedes Versorgungsgebietes wurde der spezifische Wärmebedarf sowie die Wärmedichte auf die Flächengröße des Versorgungsgebietes errechnet.

Die Wärmedichten wurden für die Ableitung von Versorgungsoptionen verwendet. Hierbei ist die räumliche Aufteilung als fließend anzusehen und die Klassenbildung als ein erster Vorschlag, jedoch nicht als strikte Vorgabe, zu betrachten. Die räumliche Abgrenzung der Versorgungsgebiete erfolgte anhand der beschriebenen Methodik und ist lediglich als Vorschlag zu verstehen.

Die Versorgungsoptionen unterteilen sich in fünf Klassen (siehe Metadatenbeschreibung der Geodaten). Für Versorgungsgebiete mit einer geringen Wärmedichte empfiehlt sich eine Einzelversorgung. Versorgungsgebiete mit einer hohen Wärmedichte eignen sich aufgrund höherer Abnahme und kürzerer Transportwege voraussichtlich eher für die

Wärmenetzversorgung. Gebiete mit einer hohen Wärmenetzsignung können anschließend zu einem Gesamtgebiet zusammengeführt werden.

5.5 Wärmelinien

Wie bei den Hotspots und Versorgungsgebieten wurden auch hier Versorgungsoptionen definiert. Die Versorgungsoptionen der Wärmelinien teilen sich in drei Klassen auf (siehe Metadatenbeschreibung der Geodaten). Hierbei ist zu beachten, dass die hier gewählten Grenzen für die Zuordnung in verschiedene Versorgungsoptionen fließend sind und nicht als scharfe Grenzen zu betrachten sind.

6 Genauigkeit und Aussagekraft

Die vorliegenden Darstellungen und Ergebnisse bilden in ihrer Gesamtheit die Wärmebedarfskarte Niedersachsen. Im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung ermöglicht die Wärmebedarfskarte erste strategische Einschätzungen zur Eignung von Teilgebieten der Gemeinde für die potenzielle Wärmeversorgung via Wärmenetz oder per Einzelversorgung. Für die Kommunalen Wärmeplanung wird häufig ein Anforderungskatalog in Form eines Leistungsverzeichnisses ausgegeben. Für dieses Leistungsverzeichnis bietet die Wärmebedarfskarte Niedersachsen bereits die folgenden Daten:

- Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs
- Informationen zu vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen
- potenzielle Gebiete mit geringer Eignung für eine Versorgung durch ein Wärmenetz

Zu verstehen ist die Wärmebedarfskarte hierbei nicht als Planungsgrundlage für eine Detail- oder Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, sondern als ein Unterstützungsangebot für Bausteine der Kommunalen Wärmeplanung. Sie verschafft einen ersten Überblick über die Vor-Ort-Situation, ohne dabei Detailfragen zu einzelnen Gebäuden zu klären. Dies ist auch nicht das Ziel der Kommunalen Wärmeplanung. Diese Informationen sollten im Nachgang und innerhalb detaillierterer Ausarbeitungen wie z. B. in Quartierskonzepten erarbeitet werden.

Deutlich hervorzuheben ist hierbei der Unterschied zwischen berechneten Bedarfswerten und Verbrauchswerten: in der Bedarfsberechnung werden anhand von Studien und Statistiken idealisierte Bedarfswerte berechnet, die in ihrer Gesamtheit miteinander vergleichbar sind,

allerdings keine individuellen Gebäudeparameter wie Sanierungsstand, Nutzung oder die tatsächlich im Gebäude lebende Personenanzahl oder gar individuelles Nutzungsverhalten berücksichtigen. Demgegenüber stehen die Verbrauchswerte, welche zum einen aus den abgelesenen Werten der leitungsgebundenen Energieträger wie beispielsweise Gas bestehen, auf der anderen Seite aber aus nicht-leitungsgebundenen Energieträgern wie Heizöl. Die Verbrauchswerte der nicht-leitungsgebundenen Energieträger werden hierbei ebenfalls durch eine Hochrechnung anhand der angenommenen Volllaststunden und der zur Verfügung gestellten Kesselleistung bestimmt.

In den Unterschieden der Verbrauchs- und Bedarfsdaten zeigen sich hierbei auch Möglichkeiten für die Kommunen auf: Beide Werte weisen Stärken und Schwächen auf, sodass Qualität und Geschwindigkeit der Bestandsaufnahme in der Kommunalen Wärmeplanung durch die Verwendung beider Daten noch einmal erheblich gesteigert werden können. Kommunen haben die Möglichkeit, die vorliegende Wärmebedarfskarte für eine Strategieentwicklung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung heranzuziehen und diese punktuell durch vor Ort erhobene Verbrauchsdaten zu ergänzen. Mit Blick auf die Zielsetzung der Strategieentwicklung sollten dies v. a. Verbrauchsdaten von Großverbrauchern sein.

Im Rahmen der Bearbeitbarkeit der Daten ist es ebenfalls möglich, die fehlerhaften amtlichen Daten (Kapitel 3.2 bzw. Kapitel 3.5.1 der Kurzanleitung) durch vorliegende kommunale Daten zu ergänzen bzw. zu korrigieren. In diesem Fall müssen die Wärmebedarfsdichten auf den verschiedenen Ebenen neu berechnet werden. Dies betrifft die Hotspots, Versorgungsgebiete und die Wärmelinien sowie die auf die Kommunalfäche bezogenen Werte.

7 Literaturverzeichnis

- AdV 2018 Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV). 2018. Dokumentation zur Modellierung der Gebäudeinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok). ALKIS-Objektartenkatalog DLKM.
- BMWK & BMUV 2015 BMWK (vormals BMWi) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie & BMUV (vormals BMUB) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. 2015. Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand. "
- Hörner & Bischof 2022 Hörner, M., Bischof, J. 2022. Typologie der Nichtwohngebäude in Deutschland. Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.
- Jochum et al. 2015 Jochum, P., Mellwig, P., Lempik, J., von Oehsen, A., Kulka, M., Pehnt, M., Blachut, T., Fehr, J., Wolff, J., Fortuniak, A., Wallstab, T. 2015. Dämmbarkeit des deutschen Gebäudebestands. Beuth Hochschule für Technik Berlin & ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.
- KfW 2022 Kreditinstitut für Wiederaufbau KfW. 2022. Merkblatt BEG Wohngebäude Kredit Einzelmaßnahmen.
- Loga et al. 2015 Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., Born, R. 2015. Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Zweite erweiterte Auflage. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

8 Anhang

8.1 Abbildungen

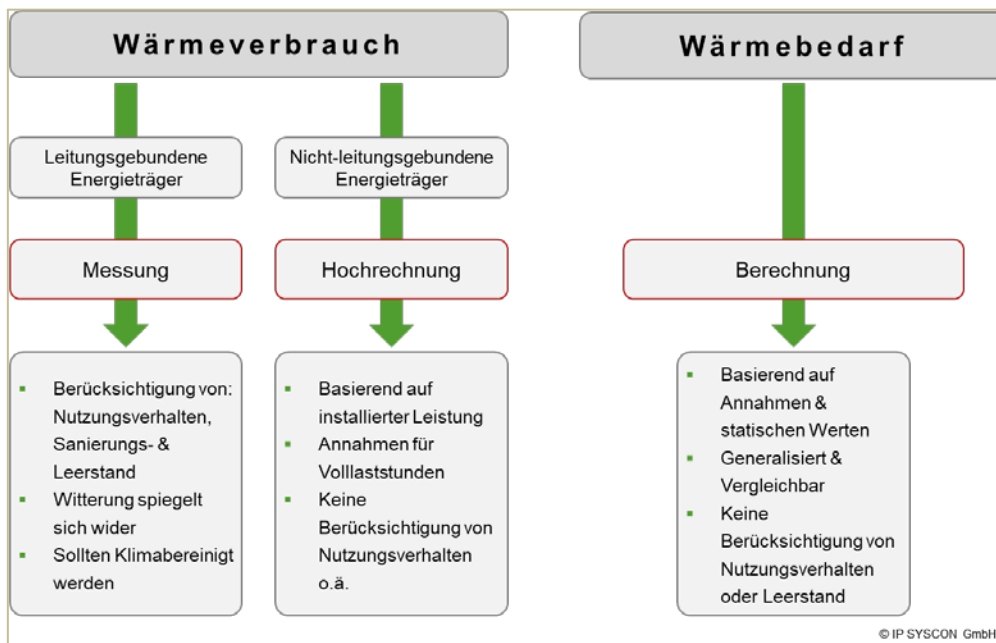


Abbildung 1: Schematische Gegenüberstellung von Wärmeverbrauch und Wärmebedarf (IP SYSCON, eigene Darstellung)

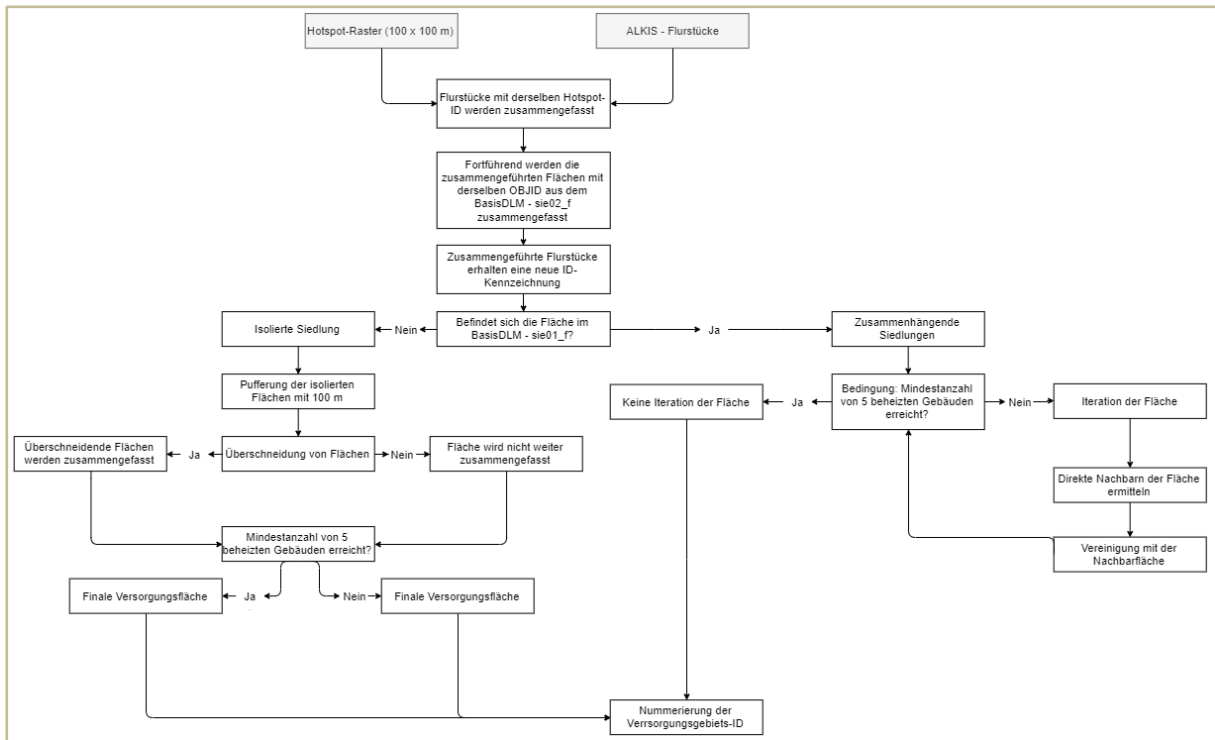


Abbildung 2: Entscheidungsbaum für die Bildung der Versorgungsgebiete (IP SYSCON, eigene Darstellung)

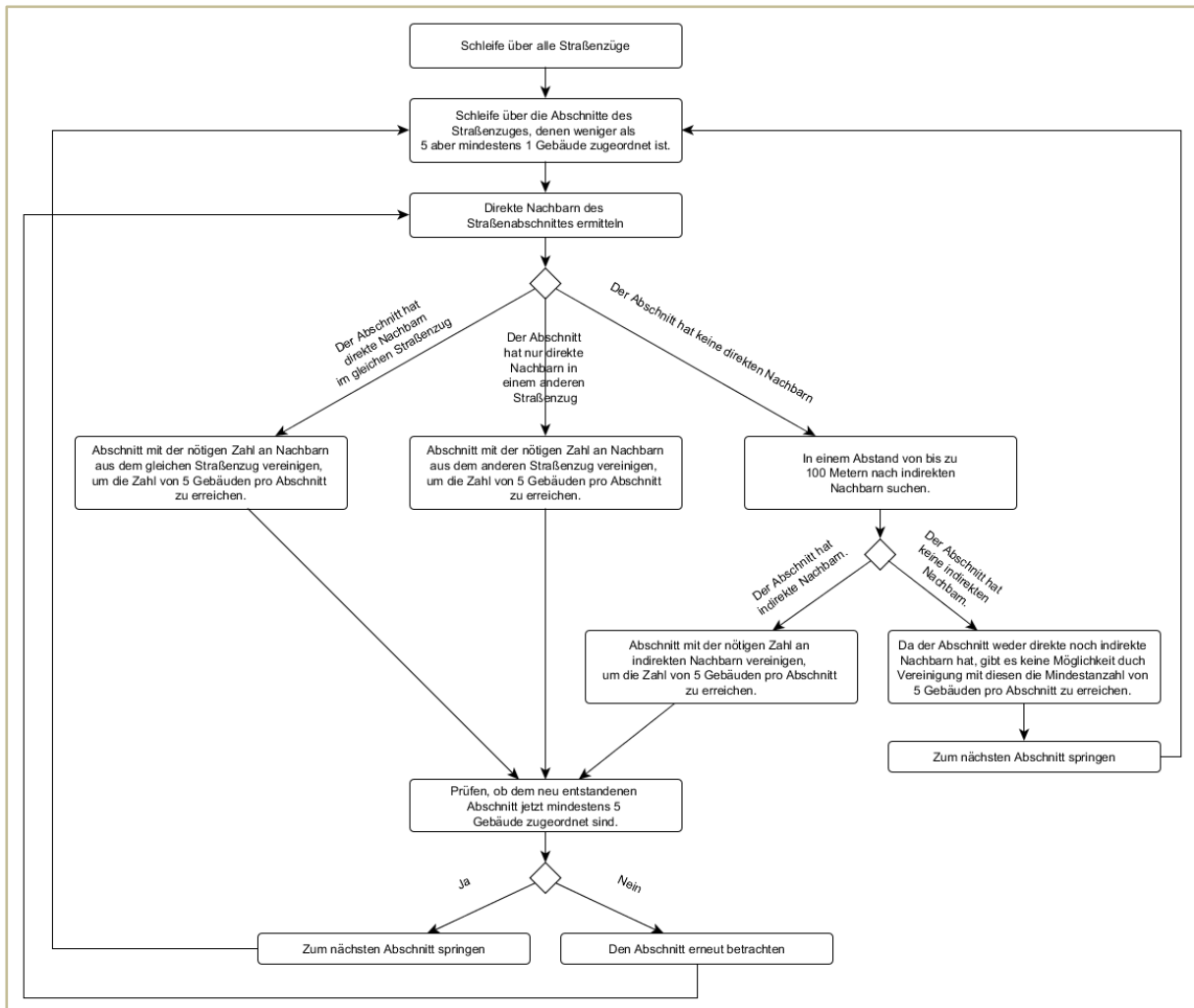


Abbildung 3: Methodischer Ansatz zur Erzeugung der Wärmelinien (IP SYSCON, eigene Darstellung)

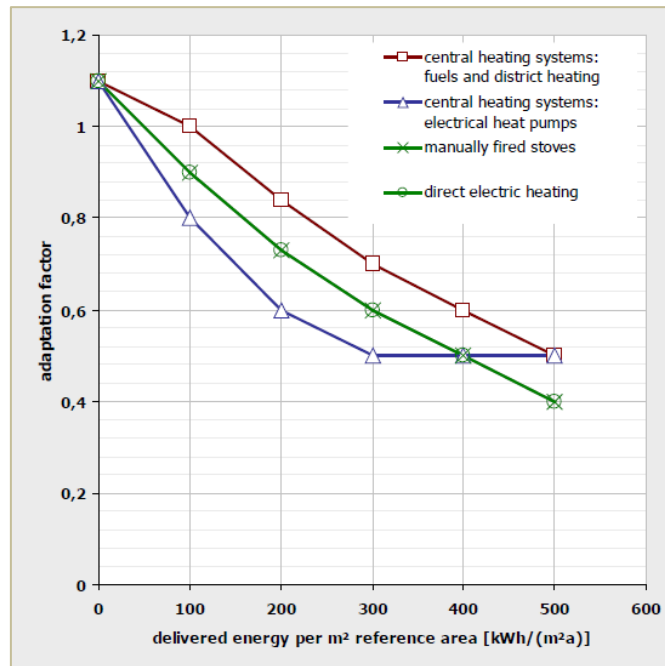


Abbildung 4: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015)

8.2 Tabellen

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Daten für die digitale Wärmebedarfskarte Niedersachsen

Datenquelle	Datensatz	Daten-aktualität	Informationen	Verwendung für
Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)	Hausumringe	April 2022	Gebäudegeometrien, Gebäudefunktionen	Wärmebedarfsberechnung
	Hauskoordinaten	April 2022	Adressinformationen	Kacheln, Wärmelinien
	Flurstücke	2022	Flurstückskennzeichnung	Versorgungsoptionen
	Tatsächliche Nutzung	2022	Flurstück mit tatsächlicher Nutzung	Wärmebedarfsberechnung
	Verwaltungsgrenzen	28. April 2022	Gemeinde- & Landkreisgrenzen	Aggregationsebene
Basis-Digitales Landschaftsmodell (DLM)	Ver01_I	30. Juni 2022	Straßenabschnitte	Wärmelinien
	Ver02_I		Straßenabschnitte	Wärmelinien
	Sie01_f		Siedlungsgrenzen	Kacheln
	Sie02_f		Siedlungsgrenzen	Kacheln
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)		2015	Baujahre	Wärmebedarfsberechnung
Deutscher Wetterdienst (DWD)		2017 - 2021 (gemittelt)	Klimadaten für Niedersachsen (Außentemperaturen)	Wärmebedarfsberechnung

Datenquelle	Datensatz	Daten-aktualität	Informationen	Verwendung für
Energieversorgungsunternehmen (EVU)	Tabellarische Aufstellung	2019 - 2021	Aggregierte Daten für Erdgasverbräuche	Abgleich Wärmebedarfsberechnung
Infas360 GmbH	Spezifischer Punktdatensatz	2020	Verbrauch, beheizte Nutzfläche	Abgleich Wärmebedarfsberechnung
Kommunen und Städte	Tabellarische Aufstellung: angefragte Verbrauchsdaten kommunaler Liegenschaften	2019 - 2021	Verbrauch, beheizte Nutzfläche	Abgleich Wärmebedarfsberechnung
Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN)	3D-Gebäudemodell (LoD1)	2021	Gebäudehöhen, Gebäudefunktionen, Baujahre	Wärmebedarfsberechnung
Naturräumliche Regionen in Niedersachsen	Naturräume	2021	Einteilung für klimatische Regionen in NDS	Wärmebedarfsberechnung
	Naturräume Unterregionen	2021	Einteilung für klimatische Regionen in NDS	Wärmebedarfsberechnung
Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (NLBL)	Tabellarische Aufstellung: angefragte Verbrauchsdaten von Liegenschaften des Landes NDS	2019	Verbrauch, beheizte Nutzfläche	Abgleich Wärmebedarfsberechnung
Zensus		2011	Baujahre	Wärmebedarfsberechnung

Tabelle 2: Zuordnung der Baualtersklassen

Baualtersklasse	Datenquelle	Verwendetes Baujahr für die Wärmebedarfsberechnung
< 1919	Zensus 2011	1918
1919-1948	Zensus 2011	1948
1949-1978	Zensus 2011	1978
1979-1986	Zensus 2011	1986
1987-1990	Zensus 2011	1990
1991-1995	Zensus 2011	1995
1996-2000	Zensus 2011	2000
2001-2004	Zensus 2011	2004
2005-2009	Zensus 2011	2009
2010-2015	DLR – <i>World Settlement Footprint</i> 2019	Exaktes Jahr zwischen 2010-2015
≥ 2016	Hausumringe ALKIS, LoD1-Gebäude	2016

Tabelle 3: Warmwasserbedarf in kWh/m²a nach NWG-Gebäudetyp (eigene Darstellung; nach Jochum et al. 2015)

Gebäudetyp	Spez. Warmwasserbedarf [kWh/m ² a]
GI	4,7
HD	2,7
Oe	5,7
Krankenhäuser (Oe)	36,3

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren für die Berechnung der beheizten Nutzfläche. Weitere Details s. Quelle. (BMWK & BMUV 2015)

Gebäudekategorie	ABGF
Parlamentsgebäude	0,85
Gerichtsgebäude	0,83
Verwaltungsgebäude	0,85
Ämtergebäude	0,84
Finanzämter	0,85
Verwaltungsgebäude mit höherer technischer Ausstattung	0,86
Polizeidienstgebäude	0,84
Polizeiinspektionen, Kommissariate, Kriminalämter, Reviere	0,83
Rechenzentren	0,88
Gebäude für wissenschaftliche Lehre	0,88
Hörsaalgebäude	0,88
Institutsgebäude für Lehre und Forschung	0,89
Institutsgebäude I	0,88
Institutsgebäude II	0,88
Institutsgebäude III	0,90
Institutsgebäude IV	0,88
Institutsgebäude V	0,89
Institutsgebäude für Forschung und Untersuchung	0,87
Fachhochschulen	0,87
Gebäude des Gesundheitswesens	0,86

Gebäudekategorie	ABGF
Krankenhäuser und Unikliniken für Akutkranke	0,86
Schulen	0,89
Allgemeinbildende Schulen	0,90
Berufsbildende Schulen	0,90
Sonderschulen	0,88
Kindertagesstätten	0,86
Weiterbildungseinrichtungen	0,88
Sportbauten	0,91
Hallen (ohne Schwimmhallen)	0,91
Schwimmhallen	0,88
Gemeinschaftsstätten	0,84
Gemeinschaftsunterkünfte	0,85
Betreuungseinrichtungen	0,85
Mensen	0,91
Gebäude für Produktion, Werkstätten, Lagergebäude	0,89
Land- und forstwirtschaftliche Produktionsstätten	0,90
Betriebs- und Werkstätten	0,91
Gebäude für Lagerung	0,89
Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste	0,87
Straßenmeistereien	0,86
Feuerwehren	0,86
Bauwerke für technische Zwecke	0,85

Gebäudekategorie	ABGF
Gebäude für kulturelle und musische Zwecke	0,88
Ausstellungsgebäude	0,87
Bibliotheksgebäude	0,90
Gemeinschaftshäuser	0,88
Justizvollzugsanstalten	0,84