

Kurzerläuterung und QGIS-Handbuch zur Wärmebedarfsdatenbank von Thüringen

Aktenzeichen ThEGA 2024-01

Kurzanalyse



Impressum

Kurzanalyse

QGIS-Handbuch zur Nutzung der Ergebnisse in einem Geoinformationssystem des Projektes „Entwicklung einer Wärmebedarfsdatenbank zur Unterstützung der kommunalen Wärmeplanung in Thüringen“

Aktenzeichen: ThEGA 2024-01

Erstellt im Auftrag von

Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur ThEGA

Mainzerhofstraße 10
DE-99084 Erfurt

Anton Wetzel

T +49 361 5603-212
F +49 361 5603-327

E-Mail: anton.wetzel@thega.de
<https://www.thega.de/>

Durchführung

Projektleitung

Dipl.-Wi.-Ing. Thomas Wenzel
Thomas.Wenzel@dbi-gruppe.de
T +49 3731 4195-369

Patrick Heinrich, B.Sc.
Patrick.Heinrich@dbi-gruppe.de
T +49 3731 4195-374

Kontakt

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
Karl-Heine-Straße 109/111
D-04229 Leipzig
www.dbi-gruppe.de

Autoren

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Patrick Heinrich, B.Sc.
Dipl.-Wi.-Ing. Thomas Wenzel
Dipl.-Ing. (FH) Robert Manig



DBI GUT
Gas- und Umwelttechnik

Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur

Dipl.-Geograf Anton Wetzel
Dipl.-Ing. (TU) Michael Bickel
Zenab Shabana, M.Sc.
Dipl.-Ing. (TU) Thomas Wahlbuhl



Laufzeit

05.07.2024 bis 23.05.2025

Management Summary

Im Rahmen des Projektes für die ThEGA erfolgte die Erstellung eines landesweiten Wärmekatasters für Thüringen. Ziel ist es kommunale Akteure bei der strategischen Wärmeplanung und der Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu unterstützen. Im Mittelpunkt standen die Identifikation von Einspar-, Effizienz- und Substitutionspotenzialen im Wärmebereich sowie die Bereitstellung einer fundierten Datengrundlage für zukünftige Planungsprozesse.

Das Wärmekataster basiert auf einer umfassenden Analyse des räumlich verorteten Wärmebedarfs in Thüringen. Mithilfe geostatistischer Verfahren wurden für alle Kommunen differenzierte Daten zum Wärmeverbrauch für den Gebäudesektor ermittelt. Das Wärmekataster erlaubt sowohl die Abschätzung technischer und wirtschaftlicher Potenziale als auch die räumliche Darstellung geeigneter Wärmeversorgungsgebiete. Die Modellierung des Wärmebedarfs erfolgte auf Basis einer gebäudescharfen Analyse unter Nutzung amtlicher Geobasisdaten (u. a. Hausumringe, Nutzungsklassen) und statistischer Energiekennwerte. Für jedes Gebäude wurden anhand von Baualtersklassen, Gebäudetypen und Nutzung Informationen zur Beheizbarkeit abgeleitet. Die Auswahl beheizter Gebäude erfolgte durch ein regelbasiertes Verfahren unter Berücksichtigung typischer Nutzungsmuster sowie statistischer Auswertungen zum Anschlussgrad an Heizsysteme. So konnte ein realitätsnahes, räumlich differenziertes Wärmebedarfsmodell erzeugt werden, das als solide Grundlage für kommunale Analysen und Szenarien dient. Das Wärmekataster stellt ein zentrales Planungsinstrument dar, das Land und Kommunen befähigt, fundierte Entscheidungen auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu treffen.

In Summe wurden im Projekt ca. 3,2 Mio. Geodatensätze zu Gebäude in Thüringen recherchiert, aufbereitet und mit weiteren Kennwerten angereichert (Adressinformationen, Gradtagzahlen, Gebäudeabmessungen, etc.). Nach der Identifizierung von beheizten und unbeheizten Gebäuden erfolgte die Modellierung der Warmwasser- und Raumwärmebedarfe sowie des gesamten Nutzwärmebedarfes. Abschließend erfolgte eine Visualisierung der gebäudescharfen Wärmebedarfe auf verschiedenen Darstellungsebenen (Baublöcke, Raster, Straßenlinien, etc.) in einem Geoinformationssystem (QGIS) jeweils für alle Thüringer Gemeinden (> 600).

Für Kommunen liefert das Wärmekataster einen sofort nutzbaren Einstieg in die kommunale Wärmeplanung. Es ermöglicht die erste räumliche Verortung von Gebieten mit zentralem oder dezentralem Versorgungspotenzial (Eignungsprüfung, § 14 WPG) sowie eine faktenbasierte Bestandsaufnahme des Wärmebedarfs, der Verbraucherstruktur und des Ausbaustands bestehender Wärmenetze (§ 15 WPG). Das Tool stellt somit eine zentrale Unterstützung bei der Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen und der strategischen Ausrichtung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung dar.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	5	
Tabellenverzeichnis	6	
Formelzeichen-, Index- und Abkürzungsverzeichnis	Fehler! Textmarke nicht definiert.	
1 Kurzbericht zum Inhalt des Projektes „Entwicklung einer Wärmebedarfsdatenbank“	7	
1.1	Kurzerläuterung der Berechnungsmethodik	7
1.2	Übersicht zu den Projektergebnissen	8
1.2.1	Übersicht zu den genutzten Darstellungsmethoden	9
1.2.2	Darstellung auf Gebäudeebene	9
1.2.3	Darstellung auf Rasterebene	10
1.2.4	Darstellung auf Gemeindeebene	11
1.2.5	Darstellung als Wärmelinien-dichte	12
1.2.6	Darstellung auf Baublockebene	13
1.3	Datenübergabe	14
1.3.1	Metadatenbeschreibung	15
1.3.2	Ordnerstruktur	16
1.3.3	Attributstruktur	17
2 QGIS-Handbuch	21	
2.1	Einleitung	21
2.1.1	Was ist QGIS?	21
2.1.2	Installation von QGIS	21
2.2	Grundlegende Bedienung	22
2.2.1	Die Benutzeroberfläche	22
2.2.2	Laden von Geodaten	22
2.3	Arbeiten mit den ThEGA QGIS-Vorlagen	23
2.3.1	Öffnen der der QGIS-Kartenvorlagen	23
2.3.2	Anpassen der Datensätze in der Attributtabelle	23
2.4	Arbeiten mit Geodaten anhand von Beispielen	28
2.4.1	Geodaten einladen	28
2.4.2	Anzeige einzelner Datensätze innerhalb der Layerübersicht	28
2.4.3	Attributtabelle und Navigieren innerhalb der Karte	29
2.4.4	Speichern und Öffnen von Projekten	31
2.4.5	Hintergrund einfügen	31
2.4.6	Standortsuche	32
2.4.7	Darstellung der Daten	32
2.4.8	Exportieren in anderes Format	34
2.5	Kartenlayout & Export	35
2.5.1	Erstellen eines Kartenlayouts	35

Inhalt

2.5.2	Export von GIS-Daten	36
2.6	Erweiterungen & Plugins	36
2.6.1	Plugin-Installation	36
2.7	Fazit & Weiterführende Ressourcen	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: schematische Darstellung der Wärmebedarfsmodellierung.....	8
Abbildung 2: Beispieldarstellung der gebäudescharfen Darstellung mittels QGIS	10
Abbildung 3: Beispiel für Darstellung auf Rasterebene mittels QGIS	11
Abbildung 4: Beispiel für Darstellung auf Gemeindeebene mittels QGIS	12
Abbildung 5: Beispiel für Darstellung der Wärmeliniedichte mittels QGIS	13
Abbildung 6: Beispiel für Darstellung auf Baublockebene mittels QGIS	14
Abbildung 7: übergeordnete Struktur der gemeindespezifischen Geodaten.....	16
Abbildung 8: Darstellung der Ordnerstruktur für die einzelnen Format-Varianten	17
Abbildung 9: in der QGIS-Darstellungsvorlage enthaltenen Informationen zum Wärmekataster	23
Abbildung 10: Hinzufügen von Geodaten zum aktuellen Kartenausschnitt	28
Abbildung 11: Übersicht mit den Layern aller geöffneten Datensätze	29
Abbildung 12: Öffnen der Attributtabelle für einen in QGIS eingefügten Datensatz	30
Abbildung 13: Markieren von Elementen innerhalb der Karte.....	30
Abbildung 14: auf Auswahl zoomen und Auswahl löschen	31
Abbildung 15: Einfügen von Hintergrundkarten.....	32
Abbildung 16: Suche eines Städtenamens oder von Adressen	32
Abbildung 17: Darstellung von Textwerten in Kategorien	33
Abbildung 18: Darstellung von Zahlenwerten in Stufen	34
Abbildung 19: Exportieren in neue Dateien	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den vorbereiteten Darstellungsoptionen auf Basis unterschiedlicher Aggregationsformen.....	9
Tabelle 2: Tabellarische Metadatenbeschreibung für die Standortscharfen Gebäudedaten	15
Tabelle 3: Tabellarische Metadatenbeschreibung für die Wärmedichtedaten	16
Tabelle 4: Beschreibung aller genutzten Attribute der Hausumringe	17
Tabelle 5: Beschreibung aller genutzten Attribute der Darstellungsvorlagen für Raster, Baublöcke, Wärmelinien und Gemeinden	20

1 Kurzbericht zum Inhalt des Projektes „Entwicklung einer Wärmebedarfsdatenbank“

Im Projekt wird im Rahmen einer Bestandsanalyse eine räumlich differenzierte Ermittlung des Wärmebedarfs der thüringischen Wohn- und Nichtwohngebäude (IST-Zustand) durchgeführt. Dabei werden sowohl der Bedarf für Raumwärme als auch für Warmwasser berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt unter Einbeziehung detaillierter Gebäudeinformationen, darunter die geografische Lage, Gebäudegeometrie, Gebäudetyp, Baujahr, Gebäudenutzung sowie die regionalen klimatischen Bedingungen. Der Wärmebedarf wird für jedes einzelne beheizte Gebäude modelliert, welche mit einer vom DBI entwickelten Methodik identifiziert werden.

Die modellierten Ergebnisse werden mit Angaben aus der Thüringer Energiebilanz (Stand 2020 / 2021) validiert. Dabei werden die Sektoren Wohnen, Nichtwohnen (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und sonstige Verbraucher) und Industrie bzw. verarbeitendes Gewerbe separat bilanziert. Nach der Bilanzierung entspricht die Summe der modellierten Nutzwärmebedarfe jedes der drei Sektoren den Nutzenergiebedarfe aus der Thüringer Energiebilanz, welche durchschnittlichen Wirkungsgraden aus den Endenergiebedarfe berechnet werden.

Ziel des Projektes ist die Erstellung eines landesweiten, gebäudescharfen Datensatzes zum Wärmebedarf für Thüringen (aktueller Stand) in einem gängigen Geodatenformat. Der Datensatz kann als Grundlage für die kommunale Wärmeplanung genutzt werden und ermöglicht eine detaillierte Analyse des Wärmebedarfs für den Ist-Stand in Thüringen.

1.1 Kurzerläuterung der Berechnungsmethodik

Zur Durchführung der Wärmebedarfsmodellierung bilden die Hausumringe (Geodaten zu Grundrissen) der einzelnen Gebäude, welche aus dem Geoportal Thüringen stammen, die Grundlage. Alle Gebäude, die keine Wärmebedarf aufweisen wurden mit einer speziellen Methodik identifiziert und anschließend gekennzeichnet. Die Gebäudenutzung ist essenziell für die Wärmebedarfsmodellierung und wird primär über Gebäudefunktionskennung (GFK), ein Attribut der Hausumringe, bezogen sowie durch weitere Datenquellen (DBI-Datenbank und Landnutzungsdaten) validiert.

Die Hausumringe werden neben der Gebäudefunktion mit weiteren standortspezifischen Kennwerten angereichert. Dies betrifft Informationen zur Gebäudeabmessung aus 3D-Gebäudedaten (Level of Detail 2 auf Basis des GML-Stadtmodells im Geoportal Thüringen) wie Gebäudehöhe, Gebäudevolumen und Wohn- bzw. Nutzflächen oder die Baujahresklassen aus dem Zensus 2022.

Die standortspezifischen Kennwerte dienen der Zuordnung von spezifischen Wärmebedarfen pro Quadratmeter für Wohn- (Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU)¹) und Nichtwohngebäude (Energieeinsparverordnung (EnEV)). Der Modellierungsprozess inkl. aller berücksichtigten Einflüsse ist schematisch-vereinfacht in Abbildung 1 veranschaulicht.

¹ Institut Wohnen und Umwelt, "Deutsche Wohngebäudetypologie: Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden - zweite erweiterte Auflage," Darmstadt, 2015.

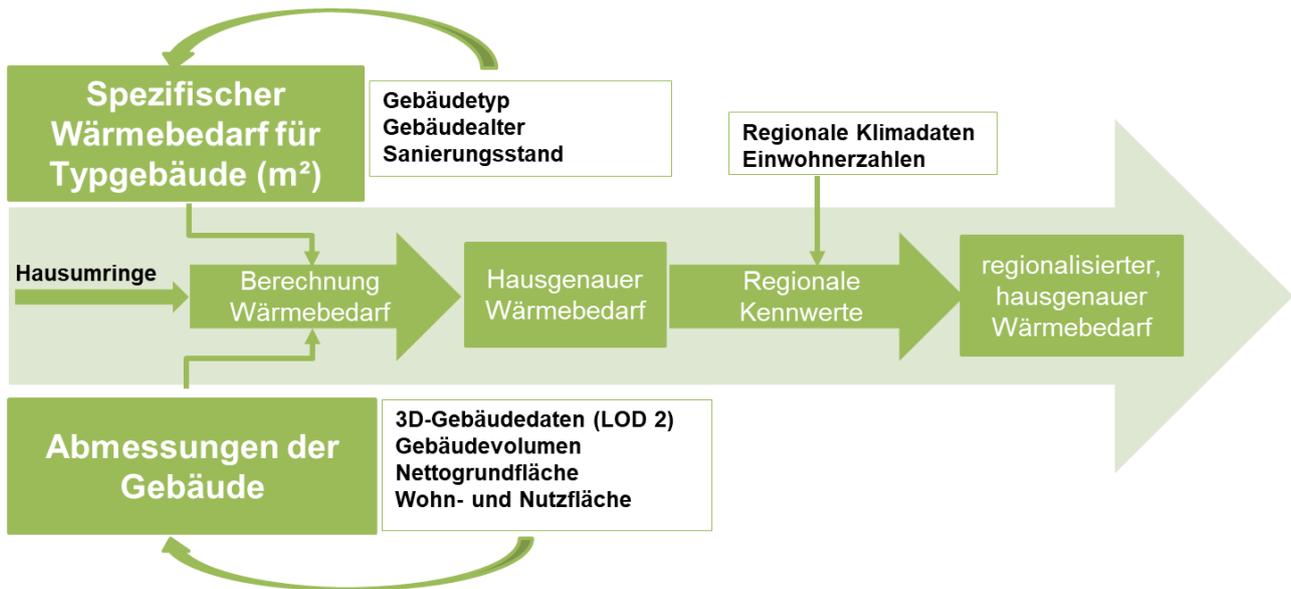


Abbildung 1: schematische Darstellung der Wärmebedarfsmodellierung

Unter Berücksichtigung regionaler Kennwerte kann abschließend der regionalisierte hausgenaue Wärmebedarf berechnet werden. Insbesondere die klimatischen Faktoren und die Anzahl der Bewohner pro Gebäude spielen bei der Regionalisierung eine entscheidende Rolle. Eine Klimabereinigung unter Zuhilfenahme von Gradtagszahlen vorgenommen und Anzahl Bewohner pro Gebäude für Warmwasserbedarfsmodellierung der Wohngebäude genutzt.

Nachfolgende Formel beschreibt die Modellierung der Wärmebedarfe unter Berücksichtigung der beschriebenen Inputfaktoren.

$$WB_i = A_{\text{Nutz/Wohn}} * \text{spez. Heiz}_i * \frac{GTZ_i}{GTZ_{\text{Vergleich}}} + \text{spez. WW} * \text{AnzEinw}$$

Oben beschriebene Formel gibt den modellierten Wärmbedarf (WB) für ein beliebiges Stützjahr (i) wieder. Die Kriterien für die Berechnung beginnen mit Nutz- bzw. Wohnfläche pro Gebäude ($A_{\text{Nutz/Wohn}}$). Im Anschluss wird die Gradtagszahl (GTZ_i) für das Modellierungsjahr durch den zur Normierung ($GTZ_{\text{Vergleich}}$) notwendigen Wert geteilt und mit dem spezifischen Heizwärmebedarf (spez. Heiz_i) für die unterschiedlichen Gebäudetypen multipliziert. Danach erfolgt die Addition des spezifischen Warmwasserbedarfs (spez. WW.), welcher im Fall der Wohngebäude pro Einwohner (AnzEinw) des Gebäudes bestimmt wird. Bei den Nichtwohngebäude erfolgt eine Abschätzung des Warmwasserbedarfs anhand typischer Warmwasseranteile am Gesamtenergiebedarf entsprechend der Branchenzugehörigkeit der betreffenden Gebäude. Im Ergebnis liegt für jedes Gebäude ein Heizwärmebedarf, welcher sich aus Raumkonditionierung und Warmwasserbereitstellung zusammensetzt, in kWh/a vor.

1.2 Übersicht zu den Projektergebnissen

Die Visualisierung der zugewiesenen spezifischen und modellierten Wärmebedarfe (Ist-Stand und Zukunft) erfolgt mittels eines Geoinformationssystem. Als Geoinformationssystem wird die Open-Source Software Quantum GIS (QGIS) gewählt. QGIS ist ein kostenloses, Open-Source-Geoinformationssystem (GIS) zur Erstellung, Bearbeitung, Analyse und Visualisierung geografischer Daten. Es ist eine leistungsstarke Alternative zu kommerziellen GIS-Softwarelösungen wie ArcGIS und wird weltweit von Stadtplanern, Umweltwissenschaftlern, Geodaten-Analysten, Forschern und Ingenieuren genutzt. Die Software wurde insbesondere aufgrund der kostenlosen Verfügbarkeit ausgewählt, was die Nutzung durch Kommunen, welche meist ein sehr beschränktes Budget haben, sehr sinnvoll macht.

Ziel ist es die Ergebnisse gebäudescharf darzustellen und eine Möglichkeit zu bieten individuelle Verbrauchswerte für einzelne Wohn- und Nichtwohngebäude einzugeben. Hierbei soll eine getrennte Visualisierung von berechnete Bedarfswerten und individuell eingegebenen Verbrauchswerten erfolgen. Da der berechnete Wärmebedarfsdatensatz in den nächsten Jahren durch die planungsverantwortlichen Stellen fortzuschreiben ist, existieren zudem Funktionen, welche eine Datenaktualisierung ermöglicht. Dies betrifft zum einen die Anpassungen von existierenden Effizienzklassen der Gebäude (geänderte spezifische Wärmebedarfe) und zum anderen die Änderung von Bevölkerungszahlen bzw. Haushaltsgröße (Warmwasserbedarfe). Die Anpassungen sind sowohl einzeln als auch gleichzeitig für mehrere Häuser oder ganze Quartiere möglich. Die genaue Funktionsweise der Anpassungsmöglichkeiten erfolgt anhand von verschiedenen Beispielen in Kapitel 2.

Neben der gebäudescharfen Darstellung erfolgt im QGIS auch eine Darstellung der modellierten Ergebnisse oder der händisch ergänzten Werte in einer datenschutzkonformen Aggregationsform. Alle vorbereiteten Darstellungsoptionen werden in den nächsten Kapiteln kurz mit jeweils einem Kartenbeispiel erläutert.

1.2.1 Übersicht zu den genutzten Darstellungsmethoden

Tabelle 1: Übersicht zu den vorbereiteten Darstellungsoptionen auf Basis unterschiedlicher Aggregationsformen

Art der Darstellung	Inhalt (spezifische Wärmebedarfe und Gesamtwärmebedarfe)
Darstellung auf Gebäudeebene	Nach Bedarfswerten eingefärbte Gebäudegrundflächen (Hausumringe)
Darstellung auf Rasterebene	Aggregation einzelner gebäudescharfer Bedarfswerte für 100 m x 100 m Rasterzellen (Zensus 2022 konform)
Darstellung auf Gemeindeebene	Aggregation einzelner gebäudescharfer Bedarfswerte für alle Gemeinde in Thüringen (Gemeindeflächen vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)
Darstellung als Wärmelinien-dichte	Aggregation einzelner gebäudescharfer Bedarfswerte auf nahegelegene Straßenzüge dividiert durch die Straßenlänge (Basis Straßennetz von OpenStreetMap)
Darstellung auf Baublockebene	Aggregation einzelner gebäudescharfer Bedarfswerte auf Baublöcke (vom DBI erzeugte Baublockflächen nach Wärmeplanungsgesetz)

Darstellungsvorlagen existieren für die den jährlichen Gesamtwärmeverbrauch und den spezifischen Wärmebedarf in der jeweiligen Aggregationsform (siehe Tabelle 1)

1.2.2 Darstellung auf Gebäudeebene

Die modellierten Wärmebedarfe liegen als Ergebnis der Modellierung für jedes Gebäude in Thüringen vor. Da die Hausumringe vom Geoportal Thüringen die Basis der Modellierung bilden, ist keine weitere Anpassung der Ergebnisse für die Darstellung auf Gebäudeebene nötig.

Ein Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse auf Gebäudeebene findet sich in Abbildung 2. Die berechnete Wärmebedarfe sind dabei in 6 Kategorien eingeteilt und entsprechend der Höhe des Bedarfs von gelb bis weinrot eingefärbt.

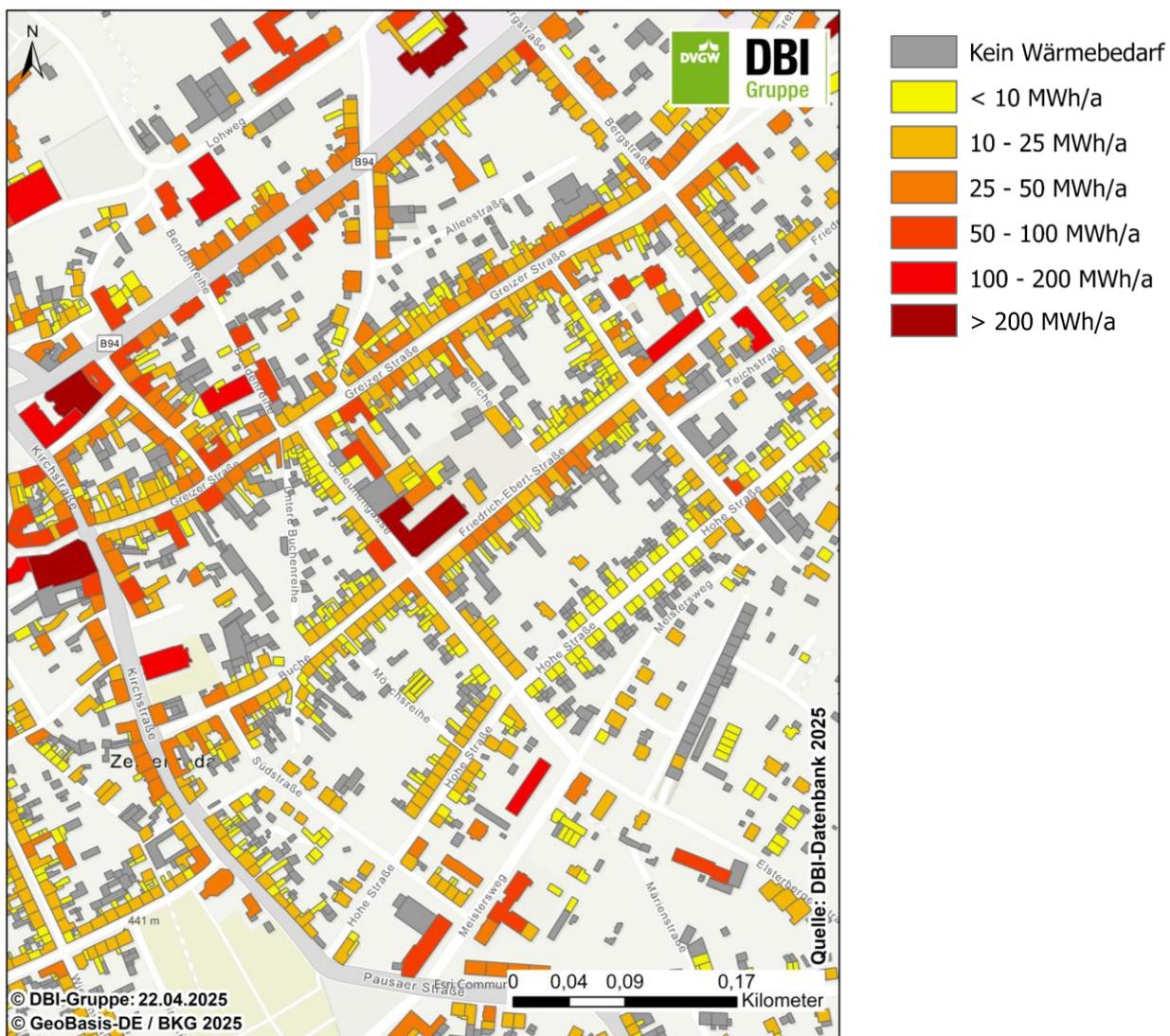


Abbildung 2: Beispieldarstellung der gebäudescharfen Darstellung mittels QGIS

1.2.3 Darstellung auf Rasterebene

Um eine Darstellung der modellierten Wärmebedarfe auf Rasterebene zu erstellen, werden alle Hausumringe und 100 m × 100 m Rasterzellen (Zensus 2022 konform) Thüringens unter Zuhilfenahme von GIS-Software räumlich miteinander verschnitten. Dabei erfolgt für jedes Gebäude eine Zuordnung zu jener Rasterzellen, in der der größte Teil des Gebäudes liegt. Anschließend werden für jede Rasterzelle die zugeordneten Gebäudewärmebedarfe aufsummiert und als Attribut an die GIS-Tabelle angehängen.

Ein Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse auf Rasterebene findet sich in Abbildung 3. Die auf die Rasterzellen aufsummierte Wärmebedarfe sind dabei in 8 Kategorien eingeteilt und entsprechend der Höhe des Bedarfs von gelb bis weinrot eingefärbt.

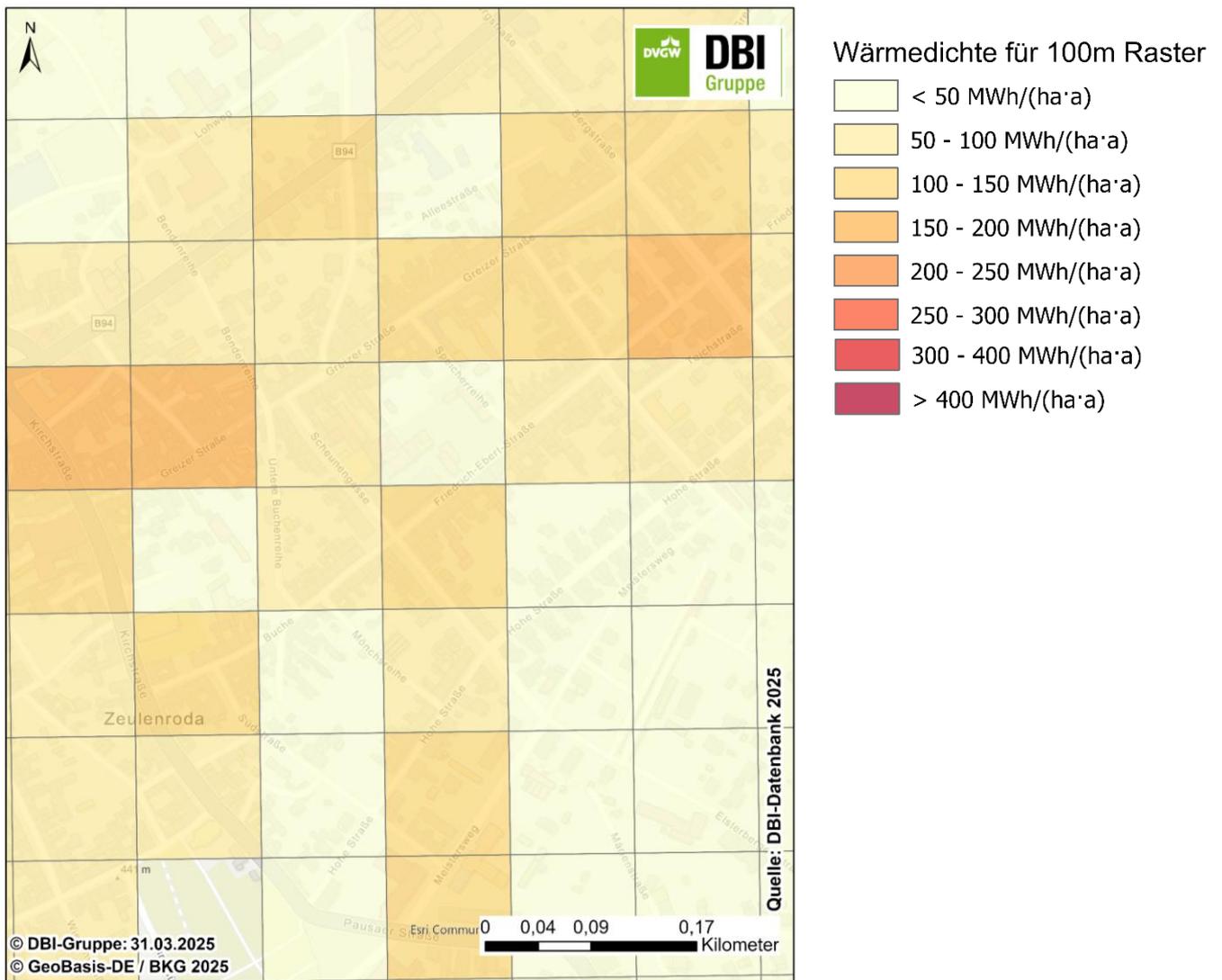


Abbildung 3: Beispiel für Darstellung auf Rasterebene mittels QGIS

1.2.4 Darstellung auf Gemeindeebene

Um eine Darstellung der modellierten Wärmebedarfe auf Gemeindeebene zu erstellen, werden alle Hausumringe und Gemeinden Thüringens unter Zuhilfenahme von GIS-Software räumlich miteinander verschnitten. Dabei erfolgt für jedes Gebäude eine Zuordnung zu jener Gemeinde, in der der größte Teil des Gebäudes liegt. Anschließend werden für jede Gemeinde die zugeordneten Gebäudewärmebedarfe aufsummiert und als Attribut an die GIS-Tabelle angehängen.

Ein Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse auf Gemeindeebene findet sich in Abbildung 4. Die auf die Gemeinde aufsummierte Wärmebedarfe sind dabei in 8 Kategorien eingeteilt und entsprechend der Höhe des Bedarfs von gelb bis weinrot eingefärbt.

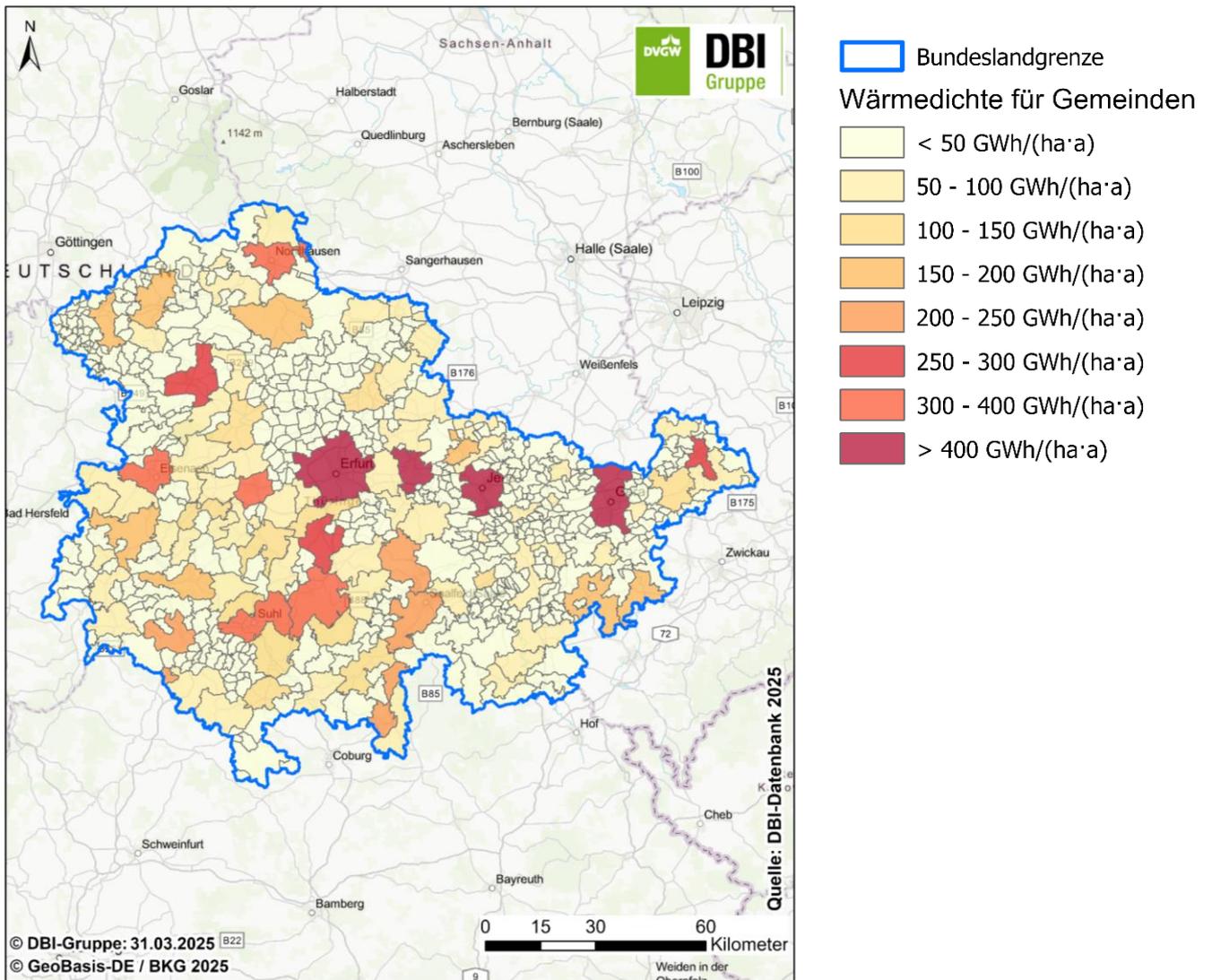


Abbildung 4: Beispiel für Darstellung auf Gemeindeebene mittels QGIS

1.2.5 Darstellung als Wärmelinien-dichte

Um die modellierten Wärmebedarfe als Wärmelinien-dichten darzustellen, wird über eine Entfernungsanalyse die Distanz zwischen allen Hausumringen und der nahegelegensten Straße unter Nutzung von GIS-Software ermittelt. Ist dabei die Distanz zur nächstgelegenen Straße kleiner als 100m erfolgt eine Zuordnung des Gebäudes. Ist der Abstand größer als 100 m fließt der Wärmebedarf des Gebäudes nicht in die Liniendichte mit ein. Anschließend werden für jeden Straßenabschnitt die zugeordneten Gebäudewärmebedarfe aufsummiert und als Attribut an die GIS-Tabelle angehängen. Die Datenbasis für die Darstellungsform bildet das Straßennetz von OpenStreetMap, welche für ganz Thüringen zur Verfügung stehen. Das Straßennetz wurde dabei mittels einer DBI-Methodik so aufbereitet, dass es für eine Darstellung der Wärmelinien-dichte geeignet ist. Bei der Aufbereitung erfolgte unter anderem eine Auswahl von relevanten Verkehrswegen (bspw. Ausschluss von Fußwegen und Autobahnen oder Vorhandensein von Gebäuden mit Wärmebedarf im Umkreis von 100m). Anschließend wird das Straßennetz wie im Wärmeplanungsgesetz beschrieben in Abschnitte eingeteilt („Straßenabschnitt der durch Kreuzungen, Straßenknoten oder Einmündungen begrenzte Teil einer Straße einschließlich der anliegenden Bebauung“). Abschließend erfolgt die Berechnung der Wärmelinien-dichte wie im Wärmeplanungsgesetz vorgegeben („Wärmelinien-dichte der Quotient aus der Wärmemenge in Kilowattstunden, die innerhalb eines Leitungsabschnitts an die dort angeschlossenen

Verbraucher innerhalb eines Jahres abgesetzt wird, und der Länge dieses Leitungsabschnitts in Metern“). Ein Beispiel für die Darstellung von Wärmelinien-dichten findet sich in Abbildung 5. Die für jeden Straßenabschnitte berechnete Wärmelinien-dichte ist dabei in 8 Kategorien eingeteilt und entsprechend der Höhe des Bedarfs von gelb bis weinrot eingefärbt.

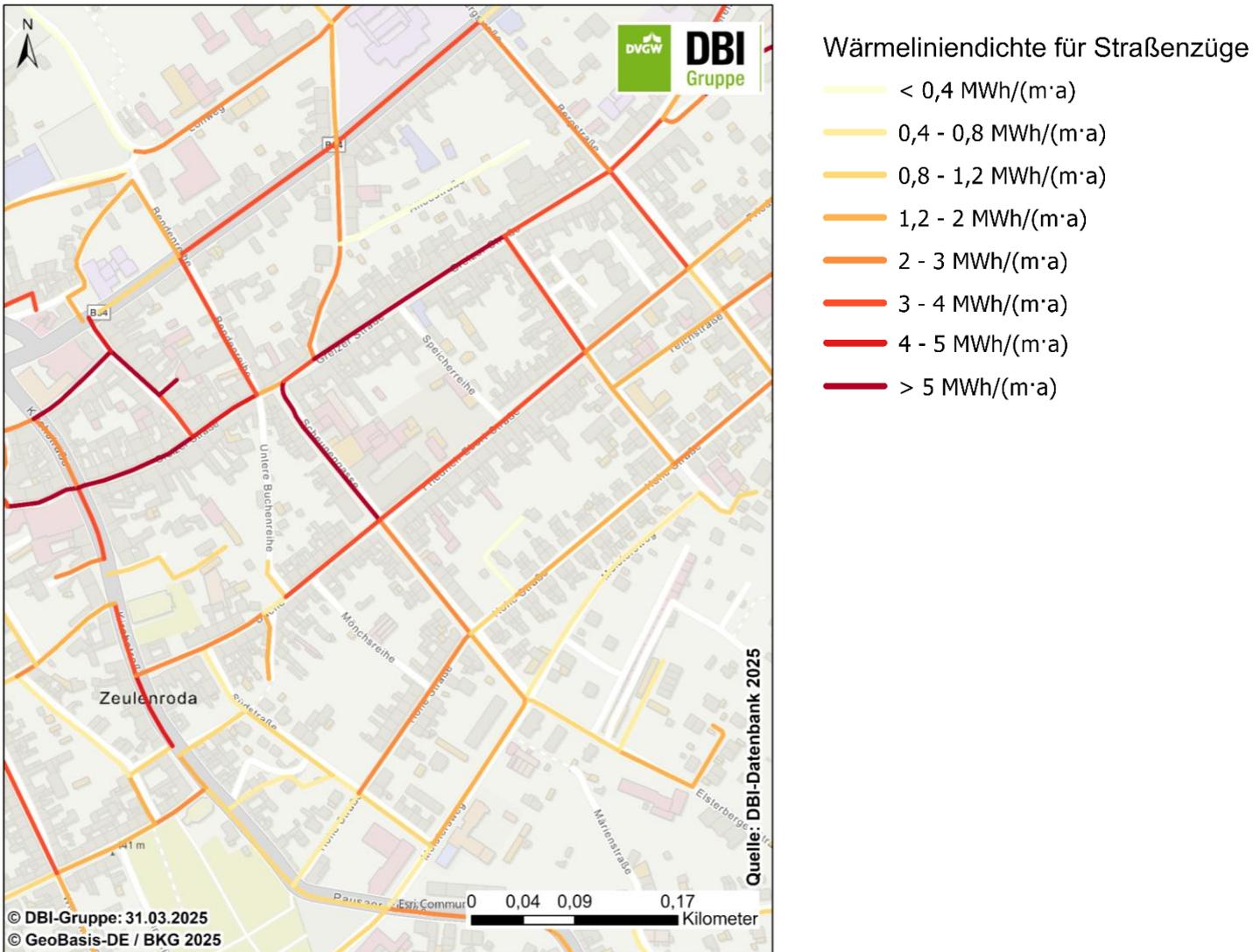


Abbildung 5: Beispiel für Darstellung der Wärmelinien-dichte mittels QGIS

1.2.6 Darstellung auf Baublockebene

Um eine Darstellung der modellierten Wärmebedarfe auf Baublockebene zu erstellen, werden alle Hausumringe und Baublöcke in Thüringen unter Zuhilfenahme von GIS-Software räumlich miteinander verschnitten. Dabei erfolgt für jedes Gebäude eine Zuordnung zu jenem Baublock, in der der größte Teil des Gebäudes liegt. Anschließend werden für jeden Baublock die zugeordneten Gebäudewärmebedarfe aufsummiert und als Attribut an die GIS-Tabelle angehängen.

Aktuell gibt es keine Datenbank, welche die Flächen von Baublöcken in Thüringen enthält. Deshalb hat das DBI eine Methodik entwickelt, um die Flächen von Baublöcken zu erstellen. Basis für die Methodik ist die Definition von Baublöcken laut Wärmeplanungsgesetz:

„... ein Gebäude oder eine Mehrzahl von Gebäuden oder Liegenschaften, das/die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen

und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist/sind“.

Ein Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse auf Baublockebene findet sich in Abbildung 6. Die auf den Baublock aufsummierten Wärmebedarfe sind dabei in 8 Kategorien eingeteilt und entsprechend der Höhe des Bedarfs von gelb bis weinrot eingefärbt.

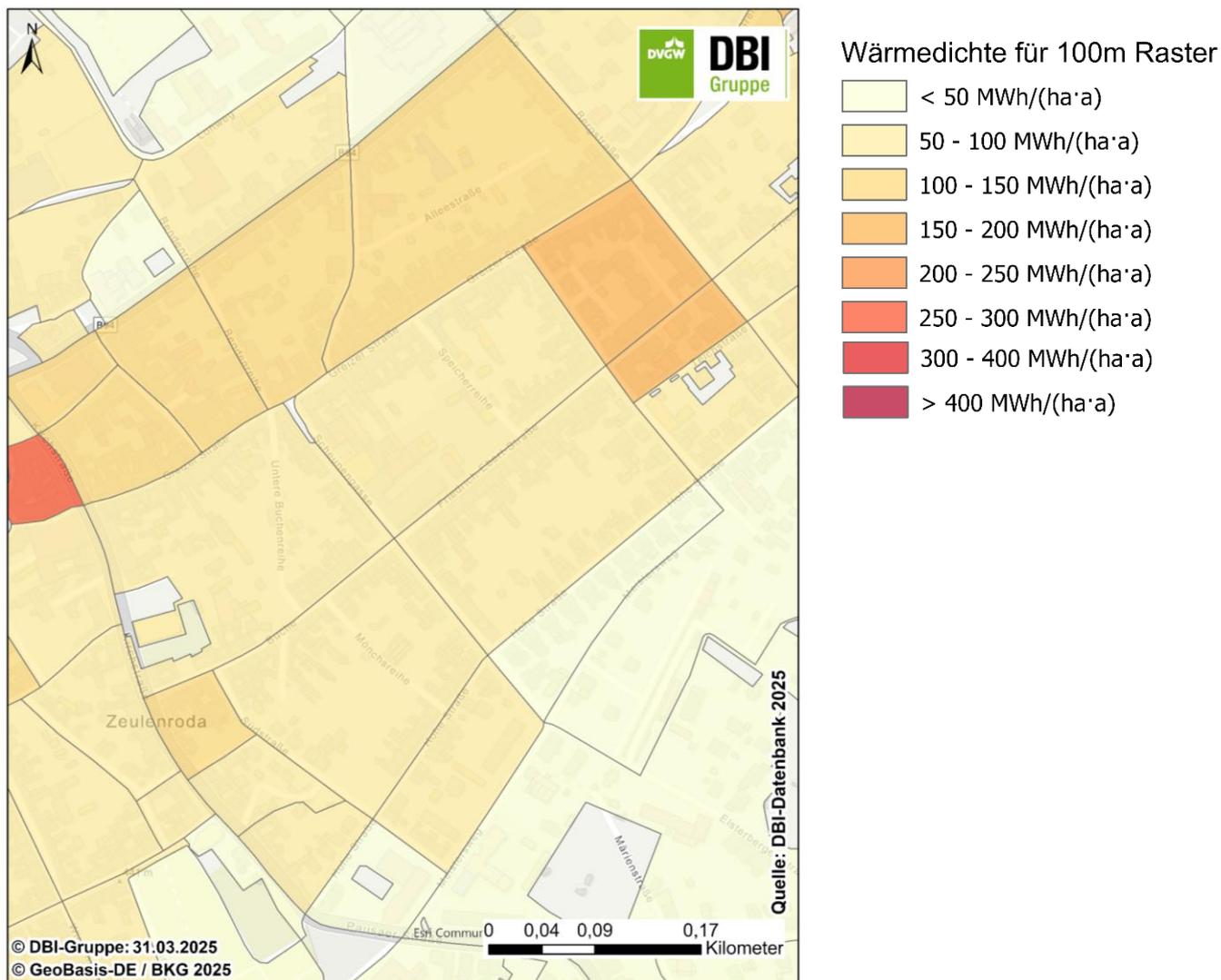


Abbildung 6: Beispiel für Darstellung auf Baublockebene mittels QGIS

1.3 Datenübergabe

Die Geodaten werden so aufbereitet, dass sie ohne weitere Bearbeitung durch die ThEGA veröffentlicht werden können. Dies beinhaltet auch gemeindespezifische Projekte (alle Gemeinden Thüringens) für das Geoinformationssystem QGIS, welche Darstellungsvorlagen zu verschiedenen Themen für die Geodaten enthalten (siehe Kapitel 1.2.1). Ergänzend hierzu erfolgt die Bereitstellung eines Handbuches für das Geoinformationssystem QGIS. Neben einer Kurzerläuterung zum Projekt und den genutzten Berechnungsmethodiken, ist der Umgang mit der QGIS-Software ausführlich erklärt.

1.3.1 Metadatenbeschreibung

Die Metadatenbeschreibung enthält eine kurze tabellarische über alle relevanten Informationen zu den Datensätzen. Sie liegt sowohl standortscharf für die Gebäudedaten bzw. Hausumringe (siehe Tabelle 2) als auch für die daraus erzeugten Wärmedichtedaten (für Raster, Baublöcke, Wärmelinien und Gemeinden; siehe Tabelle 3) vor.

Tabelle 2: Tabellarische Metadatenbeschreibung für die Standortscharfen Gebäudedaten

Kategorie	Inhalt
Titel	Wärmebedarfsdatenbank für Thüringen – Gebäudedatensatz 2024
Kurzbeschreibung	Gebäudescharfer Wärmebedarf aller Wohn- und Nichtwohngebäude in Thüringen
Auftraggeber	Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA)
Ersteller	DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
Erstellungsdatum	01.04.2025
Geografischer Raum	Freistaat Thüringen
Zeitraum	IST-Zustand 2024, Prognose bis 2045
Datentyp	Geodaten (Esri File-Geodatabase, .gdb-Format), Tabellenformate (Excel)
Koordinatensystem	ETRS89 / UTM Zone 32N (EPSG:25832)
Datenquellen	Geoportal Thüringen, DBI-Gebäudedatenbank, Zensus 2022, DWD-Klimadaten, LoD2-Modelle, Digitales Landschaftsmodell und OpenStreetmap-Landnutzung
Inhaltliche Felder	Gebäudetyp, Energiebezugsfläche, Wärmebedarfe für Raumwärme und Warmwasser, bauliche Gebäudeinformationen, etc. (siehe Tabelle 4)
Verwendungszweck	Nutzung nur für Gemeinden für die Kommunale Wärmeplanung, Energieanalysen, Szenarienentwicklung
Nutzungsbedingungen	Open Data Lizenz (z. B. dl-de/by-2-0) , Weiterbearbeitungen / Veränderungen der Daten müssen gekennzeichnet werden.

Tabelle 3: Tabellarische Metadatenbeschreibung für die Wärmedichtedaten

Kategorie	Inhalt
Titel	Wärmebedarfsdatenbank für Thüringen – Wärmedichtedaten 2024
Kurzbeschreibung	Gebäudescharfer Wärmebedarf aller Wohn- und Nichtwohngebäude in Thüringen
Auftraggeber	Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA)
Ersteller	DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
Erstellungsdatum	01.04.2025
Geografischer Raum	Freistaat Thüringen
Zeitraum	IST-Zustand 2024, Prognose bis 2045 (nur für Gemeinden)
Datentyp	Geodaten (Esri File-Geodatabase, .gdb-Format), Tabellenformate (Excel)
Koordinatensystem	ETRS89 / UTM Zone 32N (EPSG:25832)
Datenquellen	Geoportal Thüringen, DBI-Gebäudedatenbank, Zensus 2022, DWD-Klimadaten, LoD2-Modelle, Digitales Landschaftsmodell und OpenStreetmap-Straßennetz
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmeliniendichte für Straßenabschnitte • Wärmedichte auf Rasterebene • Wärmedichte auf Baublockebene • Wärmedichte auf Gemeindeebene
Inhaltliche Felder	Gebäudetyp, Energiebezugsfläche, Wärmebedarfe für Raumwärme und Warmwasser, bauliche Gebäudeinformationen, etc. (siehe Tabelle 4)
Verwendungszweck	Kommunale Wärmeplanung, Energieanalysen, Szenarienentwicklung
Nutzungsbedingungen	Open Data Lizenz (z. B. dl-de/by-2-0) , <i>Weiterbearbeitungen / Veränderungen der Daten müssen gekennzeichnet werden.</i>

1.3.2 Ordnerstruktur

Der finale **Übergabeordner** unterscheiden sich zwischen **Zensus 2022 Rasterdaten** und den **Wärmedaten der Hausumringe**, welche jeweils gemeindespezifisch für alle Gemeinden Thüringens vorliegen (siehe Abbildung 7).

Es existiert ein Ordner (**01_Zensus_2022_Rasterdaten**), welcher die Zensus 2022 Geodaten in drei Ausführungen (100x100m, 1x1km und 10x10km Raster) und die standardisierten Darstellungsvorlagen für das Geoinformationssystem QGIS enthält.

Im zweiten Ordner (**02_Waermedaten_Hausumringe**) finden sich alle Geodaten zu den im Projekt modellierten Wärmebedarfen. Bei den Geodaten wird zwischen den gebäudescharfen Daten und den Dichtedaten (Raster, Baublock, Liniendichte) unterschieden. Analog zu den Zensus 2022 Rasterdaten existieren auch standardisierte Darstellungsvorlagen für das Geoinformationssystem QGIS (siehe Kapitel 1.2.1), welche ein weiterführendes Arbeiten mit den Daten erlaubt.

Der dritte Ordner (**03_Waermedaten_Hausumringe_Bearbeitung**) ist eine exakte Kopie des zweiten Ordners. Alle enthaltenen Geodaten und QGIS-Vorlagen sind identisch. Der Zweck diese Ordners ist es, eine händische Bearbeitung oder Ergänzungen der Geodaten und QGIS-Darstellungen durch die Kommunen oder die mit der Wärmeplanung beauftragten Planungsstellen zu ermöglichen, ohne die ursprünglichen Projektdaten verändern zu müssen.

 01_Zensus_2022_Rasterdaten	31.03.2025 08:51	Dateiordner
 02_Waermedaten_Hausumringe	31.03.2025 07:01	Dateiordner
 03_Waermedaten_Hausumringe_Bearbeitung	31.03.2025 06:47	Dateiordner

Abbildung 7: übergeordnete Struktur der gemeindespezifischen Geodaten

Die kostenfreie OpenSource Software QGIS ermöglicht dabei ein freies Zoomen auf die dargestellten Inhalte, das Ein- und Ausblenden von verschiedenen Layern und einen Export von Karten in verschiedenen Formaten. Zudem ist es möglich für einzelne oder mehrere Datensätze gleichzeitig Informationen wie bspw. den Gebäudewärmebedarf in der zugehörigen Attributtabelle anzupassen. Weiter kann QGIS dazu genutzt werden, neben den vorgefertigten Inhalten, eigene Analysen zu verschiedenen Fragestellungen durchzuführen und die Ergebnisse nach persönlichen Vorstellungen zu visualisieren.

Bei den modellierten **Wärmebedarfen der Hausumringen** wird nach zwei Varianten unterschieden. In Variante 1 wurden Gebäude nach spezieller Methodik ausgewählt und als beheizt eingestuft, alle anderen Gebäude haben kein Wärmebedarf. In Variante 2 gilt die Annahme, dass nur Gebäude beheizt sind, welche eine Adresse besitzen (keine Nebengebäude).

Zusätzlich findet sich die Ergebnisse der Studie in jedem Ordner auch in Tabellenform. Diesen Daten fehlen die Geografischen Informationen, die eine Visualisierung in einem Geoinformationssystem ermöglichen, jedoch sind sie identisch mit der Attributtabelle der Geodaten. Die Tabellendaten liegen in zwei gängigen Formaten vor (Excel und CSV) und können für die Erstellung von Diagrammen in Tabellenkalkulationssoftware genutzt werden.

Name	Änderungsdatum	Typ
01_Geoinformationssystem_QGIS_Auswahl_Wärme	31.03.2025 06:46	Dateiordner
02_Geoinformationssystem_QGIS_nur_Adressen	31.03.2025 06:47	Dateiordner

Abbildung 8: Darstellung der Ordnerstruktur für die einzelnen Format-Varianten

1.3.3 Attributstruktur

Eine Beschreibung aller genutzter Attribute findet sich für die Daten des Wärmekatasters in Tabelle 4 und für die restlichen Darstellungskategorien (Raster, Baublöcke und Gemeinden) in Tabelle 5. Die ebenfalls enthaltenen Attributbeschreibung zu den aufbereiteten Zensus 2022 Daten, finden sich innerhalb der Ordnerstruktur in den der Excel-Datei „241111_Erläuterung_Merkmale.xlsx“.

Gebäudeebene/Hausumringe:

Tabelle 4: Beschreibung aller genutzten Attribute der Hausumringe

Feldname	Bedeutung	Quelle
OBJECTID *	Nummerierung aller im Datensatz enthaltenen Hausumringe (1,2,3 ...)	Geoportal Thüringen (Hausumringe)
Shape *	Typ des geografischen Objektes (Punkt, Linie und Polygon)	
OI	eindeutige Identifikationsnummer der Hausumringe	
Beschreibung	ausgeschriebene Gebäudefunktion des jeweiligen Hausumrings	
Landnutzung Digitale Landschaftsmodelle	Art der Landnutzungsfläche, in welcher das Gebäude liegt (Basis: Digitales Landschaftsmodell)	Geoportal Thüringen (Hausumringe)
Name Landnutzung Digitale Landschaftsmodelle	Eigenname der Landnutzungsfläche, in welcher das Gebäude liegt (Basis: Digitales Landschaftsmodell)	
Landnutzung OpenStreetMap	Art der Landnutzungsfläche, in welcher das Gebäude liegt (Basis: OpenStreetMap)	OpenStreetMap
Name Landnutzung OpenStreetMap	Eigenname der Landnutzungsfläche, in welcher das Gebäude liegt (Basis: OpenStreetMap)	
Adressinfo	Information, ob eine Adresse vorhanden ist: 1. Adresse im Gebäude vorhanden 2. Adresse im direkt angrenzenden Gebäude vorhanden 3. Adresse im Gebäudekomplex vorhanden 4. keine Adresse im Gebäudekomplex vorhanden	Modelliert aus Geoportal Thüringen (Hausumringe)

Feldname	Bedeutung	Quelle
Auswahl Gebäude mit Wärmebedarf	Vorschlag von DBI, ob Gebäude einen Wärmebedarf hat: Analyse in 5 Stufen: 1. Entfernt in Stufe 1 2. Entfernt in Stufe 2 3. Entfernt in Stufe 3 4. Entfernt in Stufe 4 5. Entfernt in Stufe 5 6. Finaler Datensatz	
Gebaeudetyp	Information zum Gebäudetyp: 1. Wohngebäude 2. Nichtwohngebäude 3. Industrie / Verarbeitendes Gewerbe	
Postleitzahl	Postleitzahl	OpenStreetMap
Name Postleitzahl	Name des PLZ-Gebietes	
Straßenname	Straßenname	Geoportal Thüringen (Hauskoordinaten)
Hausnummer	Hausnummer und ggf. vorhandene Ergänzung zur Hausnummer	
AGS-Nummer Gemeinde	Amtlicher Gemeindeschlüssel (Gemeinde)	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)
Name AGS-Nummer GM	Gemeindename	
AGS-Nummer Landkreis	Amtlicher Gemeindeschlüssel (Landkreis)	
Name AGS-Nummer Landkreis	Name des Landkreises	
Dachtyp		Geoportal Thüringen (3D Gebäude-daten)
Anzahl Stockwerke		
minimale Gebäudehöhe [m]	Minimalhöhe des Gebäudes in m	Geoportal Thüringen (3D Gebäude-daten)
maximale Gebäudehöhe [m]	Maximalhöhe des Gebäudes in m	
Volumen [m ³]	vom DBI bestimmtes Volumen des Gebäudes in m ³	
Grundfläche [m ²]	Grundfläche des Gebäudes (Boden) in m ²	
Dachfläche [m ²]	gesamte Dachfläche des Gebäudes in m ²	
Wandfläche [m ²]	gesamte Wandfläche des Gebäudes in m ²	
Wandfläche Nord [m ²]	Wandfläche nach Himmelsrichtung in m ²	
Wandfläche Nordost [m ²]		
Wandfläche Nordwest [m ²]		
Wandfläche Ost [m ²]		
Wandfläche Süd [m ²]		
Wandfläche Südost [m ²]		
Wandfläche Südwest [m ²]		
Wandfläche West [m ²]		
Gradtagzahl mittleres Jahr [Kd]	Modellierte Gradtagzahl für ein durchschnittliches Jahr	DBI-Datenbank / deutscher

Feldname	Bedeutung	Quelle
		Wetterdienst DWD
Wohn-/Nutzfläche [m ²]	Modellierte Nutzfläche / Nettogrundfläche in Anlehnung an DIN V 18599	Modelliert aus Geoportal Thüringen (Hausumringe, 3D Gebäude-daten)
Einwohner	Modellierte Einwohnerzahl pro Gebäude (nur Gebäude mit Adresse)	Modelliert aus Zensus 2022
spezifischer Nutzwärmebedarf IST [kWh/(m ² ·a)]	spezifische Heizwärmebedarfe in kWh pro Jahr und Quadratmeter (Ist-Stand), welche aus der IWU-Datenbank (je nach Ergebnis unterschiedliche Sanierungsstände) und der EnEV entnommen wurde	IWU, EnEV 2009
Raumwärmebedarf IST [MWh/a]	modellierter Heizwärmebedarf (Ist-Stand), Basis spezifische Heizwärmebedarfe mit Klimabereinigung und Nutzfläche / Nettogrundfläche	Modelliert
Warmwasserbedarf IST [MWh/a]	modellierter Warmwasserwärmebedarf für Wohngebäude (Gebäude die Adressangabe haben) sowie für Nichtwohngebäude (Ist-Stand), Basis: Zensus Einwohner und durchschnittlichen Warmwasserverbräuche	Modelliert
Nutzwärmebedarf IST [MWh/a]	Summiert aus Heizwärmebedarf und Warmwasserbedarf (Ist-Stand)	Modelliert
spezifischer Nutzwärmebedarf REF [kWh/(m ² ·a)]	spezifische Heizwärmebedarfe in kWh pro Jahr und Quadratmeter (2045 Referenzszenario), welche aus der IWU-Datenbank (je nach Ergebnis unterschiedliche Sanierungsstände) und der EnEV entnommen wurde	IWU, EnEV 2009
Raumwärmebedarf REF [MWh/a]	modellierter Heizwärmebedarf (2045 Referenzszenario), Basis spezifische Heizwärmebedarfe mit Klimabereinigung und Nutzfläche / Nettogrundfläche	Modelliert
Warmwasserbedarf REF [MWh/a]	modellierter Warmwasserwärmebedarf für Wohngebäude (Gebäude die Adressangabe haben) sowie für Nichtwohngebäude (2045 Referenzszenario), Basis: Zensus Einwohner und durchschnittlichen Warmwasserverbräuche	Modelliert
Nutzwärmebedarf REF [MWh/a]	Summiert aus Heizwärmebedarf und Warmwasserbedarf (2045 Referenzszenario)	Modelliert
spezifischer Nutzwärmebedarf ZIEL [kWh/(m ² ·a)]	spezifische Heizwärmebedarfe in kWh pro Jahr und Quadratmeter (2045 Zielszenario), welche aus der IWU-Datenbank (je nach Ergebnis unterschiedliche Sanierungsstände) und der EnEV entnommen wurde	IWU, EnEV 2009
Raumwärmebedarf ZIEL [MWh/a]	modellierter Heizwärmebedarf (2045 Zielszenario), Basis spezifische Heizwärmebedarfe mit Klimabereinigung und Nutzfläche / Nettogrundfläche	Modelliert
Warmwasserbedarf ZIEL [MWh/a]	modellierter Warmwasserwärmebedarf für Wohngebäude (Gebäude die Adressangabe haben) sowie für Nichtwohngebäude (2045 Zielszenario), Basis: Zensus Einwohner und durchschnittlichen Warmwasserverbräuche	Modelliert
Nutzwärmebedarf ZIEL [MWh/a]	Summiert aus Heizwärmebedarf und Warmwasserbedarf (2045 Zielszenario)	Modelliert
Shape_Length	Länge des Hausumrings in m	

Feldname	Bedeutung	Quelle
Shape_Area	Fläche des Hausumrings in m ²	Geoportal Thüringen (Hausumringe)

Darstellung für Raster, Baublöcke, Wärmelinien und Gemeinden:

Tabelle 5: Beschreibung aller genutzten Attribute der Darstellungsvorlagen für Raster, Baublöcke, Wärmelinien und Gemeinden

Feldname	Bedeutung	Quelle
OBJECTID *	Nummerierung aller im Datensatz Objekte (1,2,3 ...)	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), OpenStreet-Map und Inspire
Shape *	Typ des geografischen Objektes (Punkt, Linie und Polygon)	
Gitter ID	eindeutige Identifikationsnummer der Inspire Rasterzelle	
Nutzwärmebedarfskennzahlen	Info um welche Objektart es sich handelt (Baublock, Linien und Gemeinde)	
Fläche Rasterzelle / Baublock [ha]	Fläche des Objekts (Raster und Baublöcke) in m ²	
Länge Straßensegment [m]	Länge der Straße in m	
Anzahl Gebäude	Anzahl dem Objekt zugeordnete Gebäude (nur mit Wärmebedarf), gilt für Raster, Baublöcke und Linien	
Summe Raumwärmebedarf [MWh/a]	Für das Objekt aufsummierter Raumwärmebedarf in MWh pro Jahr	Modelliert
Summe Warmwasserbedarf [MWh/a]	Für das Objekt aufsummierter Warmwasserbedarf in MWh pro Jahr	Modelliert
Nutzwärmebedarf [MWh/a]	Für das Objekt aufsummierter Raumwärme- und Warmwasserbedarf in MWh pro Jahr	Modelliert
Nutzwärmebedarf [MWh/(ha·a)]	Für das Objekt aufsummierter Raumwärme- und Warmwasserbedarf in MWh pro Jahr und pro Hektar	Modelliert
Shape_Length	Länge des Objekts in m	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), OpenStreet-Map und Inspire
Shape_Area	Fläche des Objekts in m ²	

2 QGIS-Handbuch

2.1 Einleitung

Für alle relevanten Projektergebnisse wurde eine interaktive Darstellungsvorlage vorbereitet, welche sich in der kostenlosen Geoinformationssoftware QGIS öffnen lässt. Nachfolgend eine kurze einführende Erläuterung zu QGIS-Programm.

2.1.1 Was ist QGIS?

QGIS (Quantum GIS) ist eine leistungsstarke Open-Source-Geoinformationssoftware (GIS), die es ermöglicht, geografische Daten in verschiedenen Formaten zu visualisieren, zu analysieren und zu bearbeiten. Es bietet eine benutzerfreundliche Oberfläche, die sowohl für Anfänger als auch für fortgeschrittene Anwender geeignet ist. Als Alternative zu kommerziellen GIS-Lösungen unterstützt QGIS zahlreiche Geodatenformate, darunter Vektor- und Rasterdaten sowie webbasierte Dienste. Es ist plattformübergreifend einsetzbar und lässt sich flexibel durch Plugins erweitern, um spezifische Anforderungen zu erfüllen.

Mit QGIS können Anwender unter anderem Karten erstellen, geografische Analysen durchführen, räumliche Daten bearbeiten und mit externen Datenbanken verknüpfen. Die Software bietet umfangreiche Werkzeuge zur Geoverarbeitung, darunter Pufferanalysen, Verschneidungen und digitale Höhenmodelle. Zudem ermöglicht QGIS eine interaktive Kartenproduktion mit Layout-Werkzeugen, wodurch professionelle Karten für Präsentationen und Veröffentlichungen erstellt werden können. Durch seine modulare Struktur und die aktive Entwickler-Community wird QGIS kontinuierlich verbessert und an aktuelle technologische Entwicklungen angepasst.

2.1.2 Installation von QGIS

Die Installation von QGIS ist unkompliziert und auf verschiedenen Betriebssystemen wie Windows, macOS und Linux möglich. Zunächst muss die aktuelle Version von der offiziellen Webseite <https://qgis.org> heruntergeladen werden. Die Webseite erkennt automatisch das verwendete Betriebssystem und bietet die passende Installationsdatei an. Alternativ können Nutzer auch ältere Versionen oder Entwicklerversionen herunterladen, falls spezielle Funktionen benötigt werden.

Nach dem Herunterladen der Installationsdatei startet die Installation durch das Öffnen der Datei. Nutzer sollten den Anweisungen des Installationsassistenten folgen. Standardmäßig installiert QGIS alle wesentlichen Komponenten, darunter die Hauptanwendung, die QGIS Desktop-Oberfläche, sowie Zusatzprogramme wie der QGIS Browser, mit dem Geodaten verwaltet und durchsucht werden können.

Während der Installation kann es notwendig sein, zusätzliche Abhängigkeiten oder Bibliotheken zu installieren, insbesondere wenn spezielle Plugins oder Erweiterungen genutzt werden sollen. In einigen Fällen müssen Nutzer Administratorrechte besitzen, um die Installation erfolgreich abzuschließen.

Nach der erfolgreichen Installation kann QGIS über das Startmenü oder den Desktop gestartet werden. Beim ersten Start wird die Benutzeroberfläche geladen und grundlegende Einstellungen können angepasst werden. Es empfiehlt sich, die verfügbaren Plugins zu überprüfen und nach Bedarf zu aktivieren, um die Funktionalität von QGIS optimal zu nutzen. Zudem bietet QGIS regelmäßige Updates, die entweder manuell heruntergeladen oder über die integrierte Update-Funktion installiert werden können.

2.2 Grundlegende Bedienung

2.2.1 Die Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche von QGIS ist übersichtlich und modular aufgebaut, sodass sie sich leicht an die individuellen Anforderungen anpassen lässt. Beim Start der Software öffnet sich die Standardansicht, die aus mehreren Hauptkomponenten besteht. Die **Menüleiste** befindet sich am oberen Rand und enthält alle wichtigen Funktionen und Werkzeuge, die über verschiedene Untermenüs erreichbar sind. Direkt darunter befinden sich die **Werkzengleisten**, die häufig verwendete Funktionen wie das Hinzufügen von Layern, Zoom- und Auswahlwerkzeuge sowie Kartenbearbeitungsfunktionen bereitstellen.

Auf der linken Seite ist das **Layer-Fenster**, in dem alle geladenen Geodaten als Layer organisiert und verwaltet werden können. Hier lassen sich verschiedene Ebenen ein- und ausblenden, um die Kartenansicht gezielt anzupassen. Das zentrale **Kartenfenster** nimmt den größten Bereich der Benutzeroberfläche ein und dient der interaktiven Anzeige und Bearbeitung von Geodaten. Durch Verschieben, Zoomen oder Auswahl von Objekten können Nutzer verschiedene Detailstufen der Karte betrachten und analysieren.

Am unteren Rand der Benutzeroberfläche befindet sich die **Statusleiste**, die hilfreiche Informationen zu den aktuell angezeigten Daten liefert. Sie zeigt beispielsweise die aktuellen **Koordinaten des Mauszeigers**, den **Maßstab der Karte**, das verwendete **Koordinatensystem** und erlaubt das schnelle Umschalten zwischen verschiedenen Ansichtsmodi. Zudem können über die Statusleiste Einstellungen wie die Kartenprojektion angepasst werden. Dank der modularen Struktur von QGIS können einzelne Fenster und Werkzeuge individuell angeordnet oder ausgeblendet werden, um eine optimale Arbeitsumgebung zu schaffen.

2.2.2 Laden von Geodaten

Das Laden von Geodaten in QGIS erfolgt über verschiedene Methoden, je nach Datenquelle und -format. Vektor- und Rasterdaten können einfach in das Programm importiert und angezeigt werden. Um einen neuen **Vektor-Layer** hinzuzufügen, öffnet man das Menü *Layer* und wählt *Datenquelle hinzufügen* → *Vektor-Layer*. Dort kann eine Datei im Shapefile-, GeoJSON- oder KML-Format importiert werden. Alternativ kann über eine **Datenbankverbindung** eine externe GIS-Datenquelle (z. B. PostGIS, SpatialLite) eingebunden werden. Rasterdaten, wie Luftbilder oder digitale Höhenmodelle, werden ähnlich importiert, indem man im Menü *Layer* die Option *Datenquelle hinzufügen* → *Raster-Layer* nutzt.

Für den Zugriff auf **OpenStreetMap-Daten (OSM)** bietet sich das QuickOSM-Plugin an, das eine einfache Abfrage und Anzeige von OSM-Daten direkt in QGIS ermöglicht. Darüber hinaus lassen sich WebMap-Dienste (WMS, WFS) einbinden, um Geodaten aus Online-Diensten zu laden.

Nach dem Import werden die Geodaten im **Layer-Fenster** angezeigt und können dort verwaltet, ein- oder ausgeblendet sowie mit Stil- und Attributinformationen versehen werden. Je nach Format und Quelle können auch **Attributtabelle**n mit zusätzlichen Informationen zu den Objekten geöffnet und bearbeitet werden. Dank der breiten Unterstützung verschiedener Dateiformate und Schnittstellen ermöglicht QGIS eine flexible Integration und Nutzung unterschiedlichster Geodatenquellen.

2.3 Arbeiten mit den ThEGA QGIS-Vorlagen

2.3.1 Öffnen der der QGIS-Kartenvorlagen

Für alle relevanten Projektergebnisse wurde eine interaktive Darstellungsvorlage vorbereitet, in der alle in Kapitel 1.2 erläuterte Darstellungsvarianten sowie auch zusätzliche Inhalte (Gebäudenutzung, Information über das vorhanden sein von Adressen oder eines Wärmebedarf) integriert sind.

Um die Darstellungsvorlage der Wärmekatasterdaten für einzelne thüringische Gemeinden zu öffnen, muss innerhalb der Ordnerstruktur (siehe Kapitel 1.3) die Datei „Waermedaten_Hausumringe_QGIS.qgz“ mit Doppelklick geöffnet werden. Zusätzlich können die Zensus 2022 Rasterdaten (100m, 1km und 10km Raster) über einen Doppelklick auf die Datei „Zensus_Rasterdaten_QGIS.qgz“ geöffnet werden.

Alle in der QGIS-Darstellungsvorlage vorhandenen Inhalte sind in Abbildung aufgelistet.

Das Umgehen mit den geöffneten Geodaten bzw. das Ergänzen der QGIS-Vorlage durch selbsterstellte Darstellungen, werden in den Kapiteln 2.2 und 2.4 näher beschrieben.

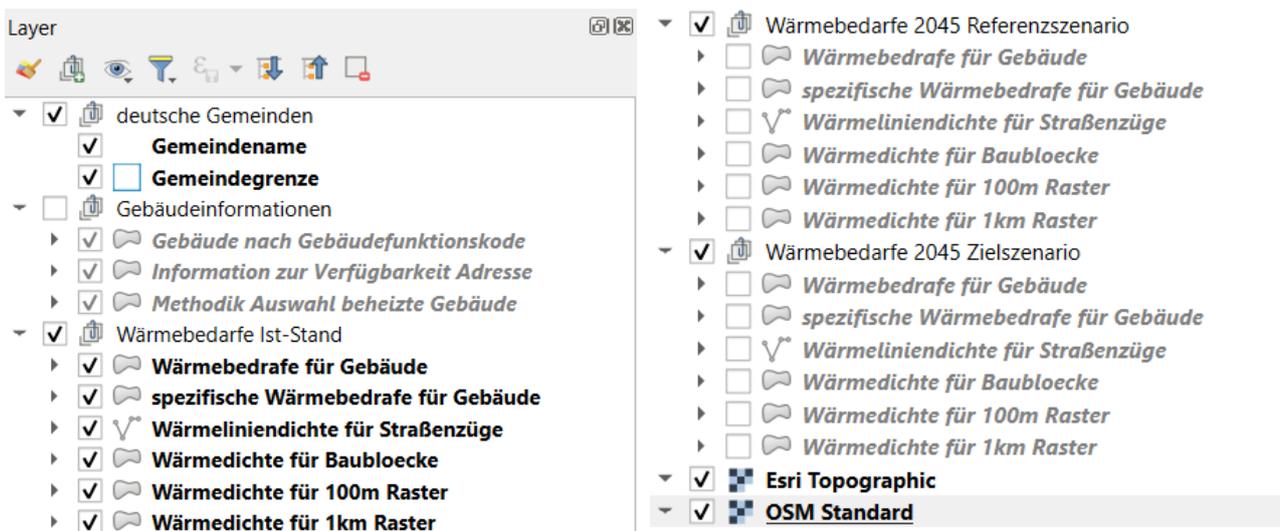


Abbildung 9: in der QGIS-Darstellungsvorlage enthaltenen Informationen zum Wärmekataster

2.3.2 Anpassen der Datensätze in der Attributtabelle

Händische Anpassung von Attributen mit dem QGIS-Feldrechner:

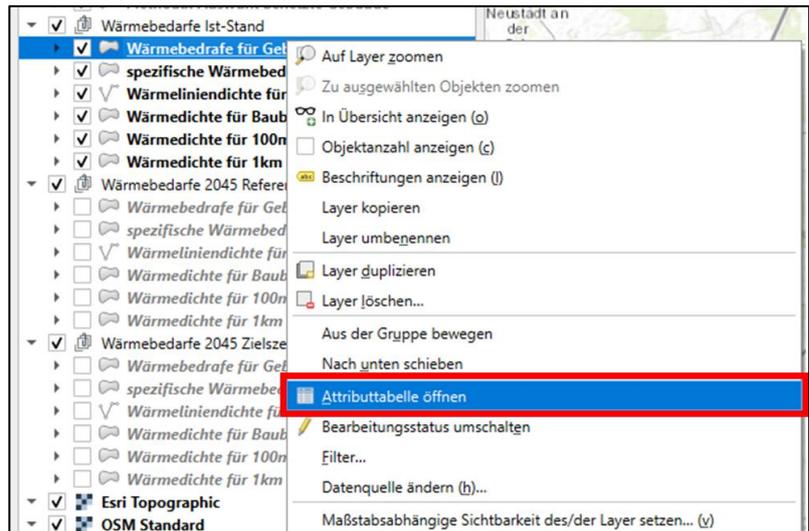
Im QGIS können Werte in der Attributtabelle eines Layers direkt geändert werden, z. B. um Daten zu korrigieren oder neue Informationen hinzuzufügen. Nachfolgend eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Vorgehen:

Nummerierte Schrittfolge

Beispielabbildungen

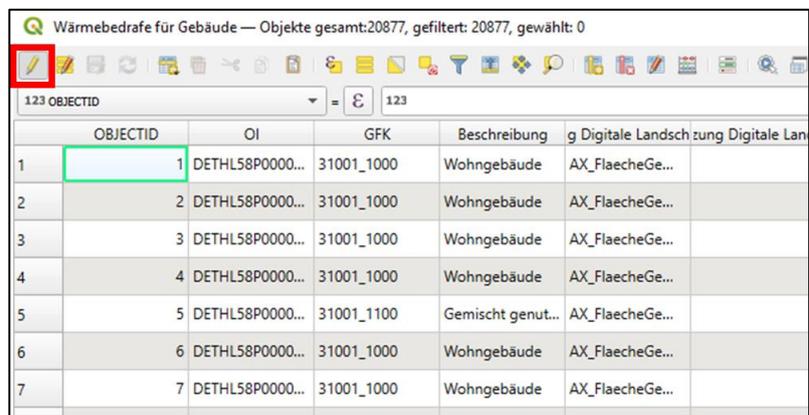
1. Attributtabelle öffnen:

- Rechtsklick auf den Layer im Layer-Fenster
- Wähle „Attributtabelle öffnen“



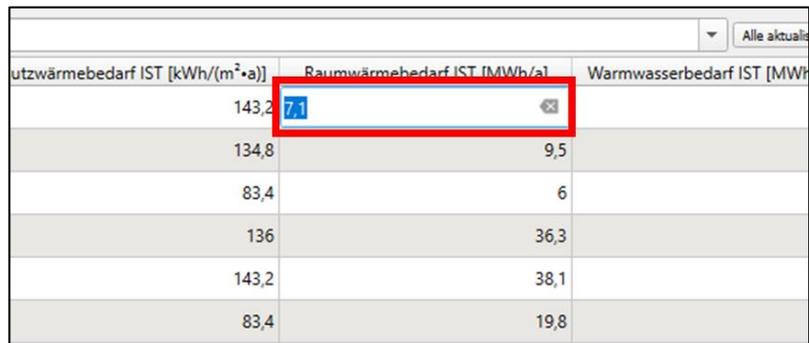
2. Bearbeitungsmodus aktivieren:

- Klicke im Tabellenfenster oben auf das Stift-Symbol („Bearbeitungsmodus umschalten“)
- Jetzt kannst du die Inhalte ändern



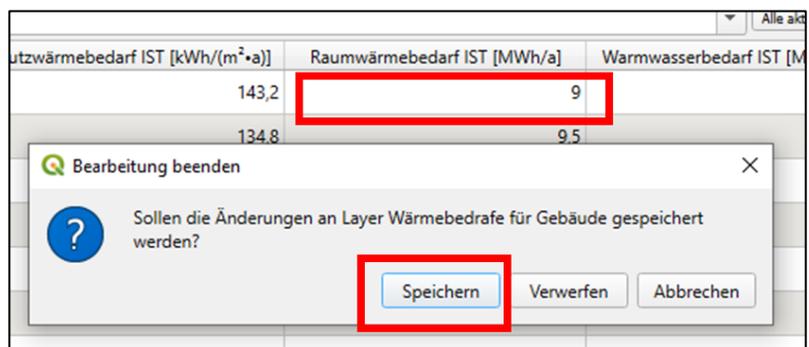
3. Werte ändern:

- Klicke auf das Feld (Zelle), das du bearbeiten möchtest
- Gib den neuen Wert ein und bestätige mit Enter



4. Änderungen speichern:

- Klicke erneut auf das Stift-Symbol, um den Bearbeitungsmodus zu verlassen
- QGIS fragt dich, ob du die Änderungen speichern möchtest → „Speichern“ auswählen



Automatische Berechnungen von Attributen mit dem QGIS-Feldrechner:

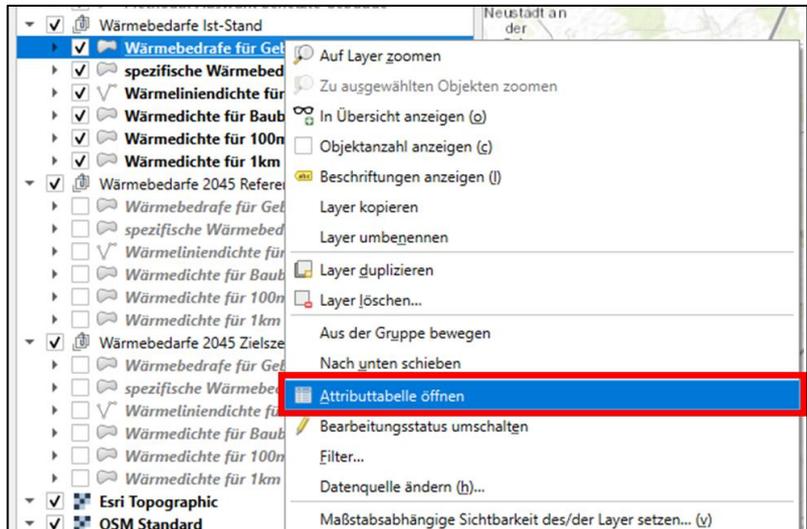
In QGIS können mit dem Feldrechner ebenfalls neue Werte erzeugt oder bestehende Felder anhand von Formeln automatisch befüllen werden. Nachfolgend eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Vorgehen:

Nummerierte Schrittfolge

1. Attributtabelle öffnen:

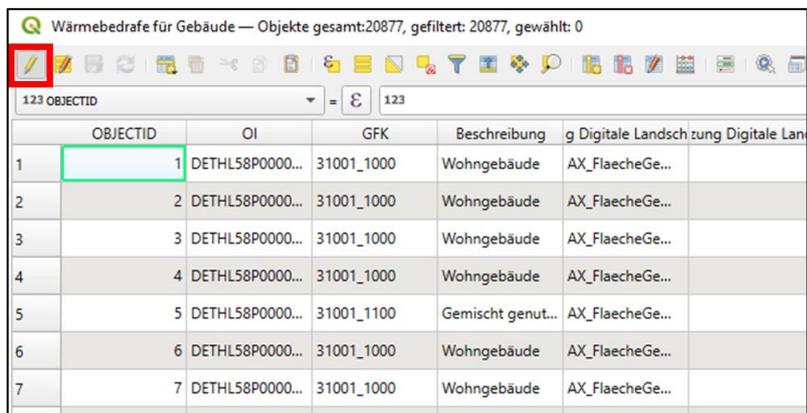
- Rechtsklick auf den Layer „Attributtabelle öffnen“

Beispielabbildungen



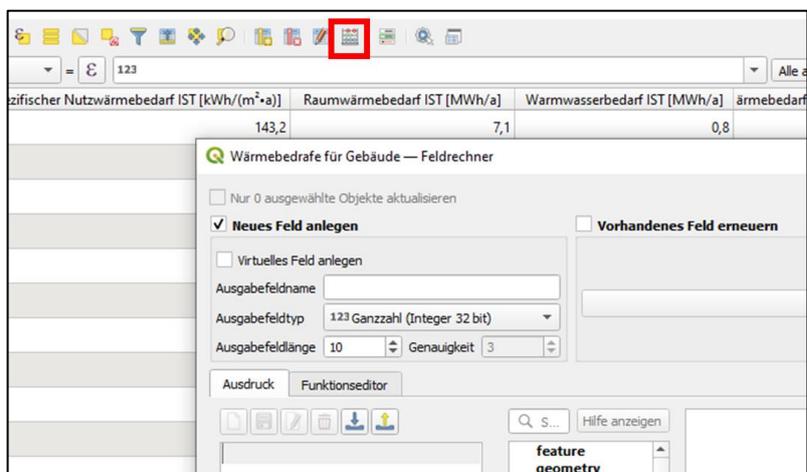
2. Bearbeitungsmodus aktivieren:

- Klicke auf das Stift-Symbol , um den Bearbeitungsmodus zu starten



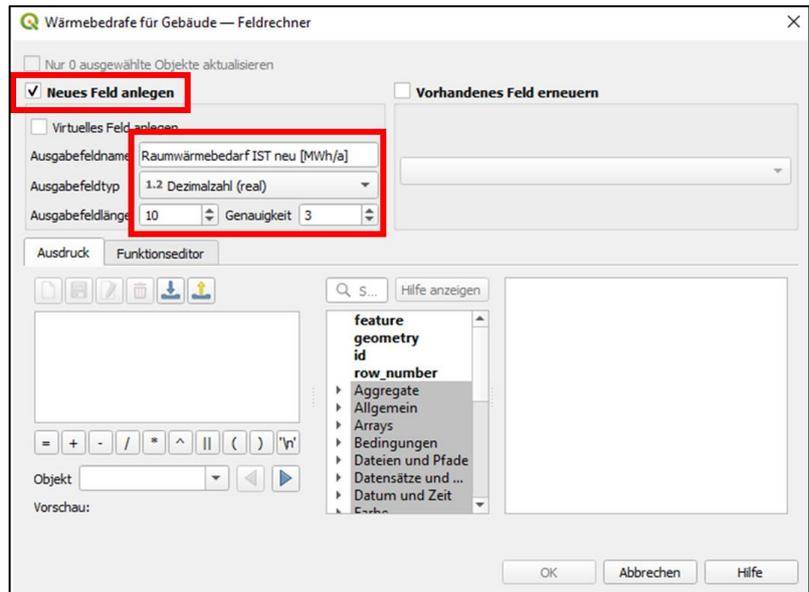
3. Feldrechner öffnen:

- Klicke auf das „Feldrechner“-Symbol (Rechenschieber mit „Σ“)
- Es öffnet sich ein Fenster für deine Berechnungen



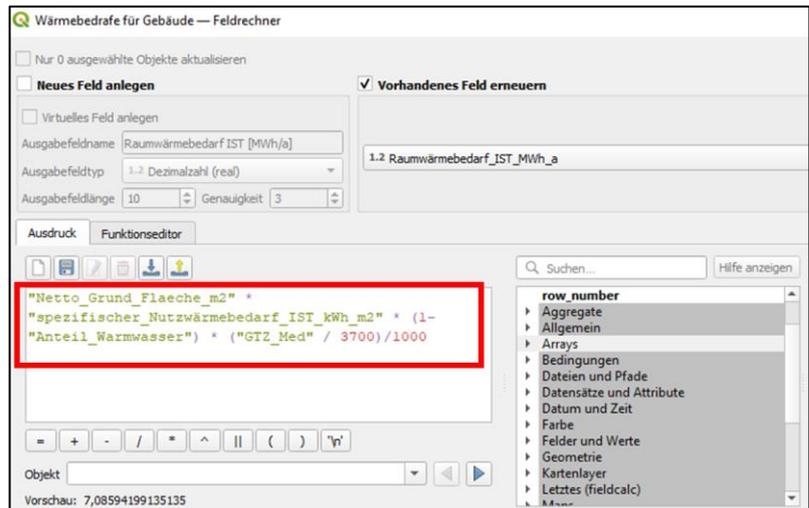
4. Optional: Neue Spalte anlegen:

- Haken setzen bei „Neues Feld erstellen“
- Vergib einen Namen, z. B. „Raumwärmebedarf IST neu [MWh/a]“
- Wähle den Datentyp (z. B. Dezimalzahl, falls du Nachkommastellen brauchst)



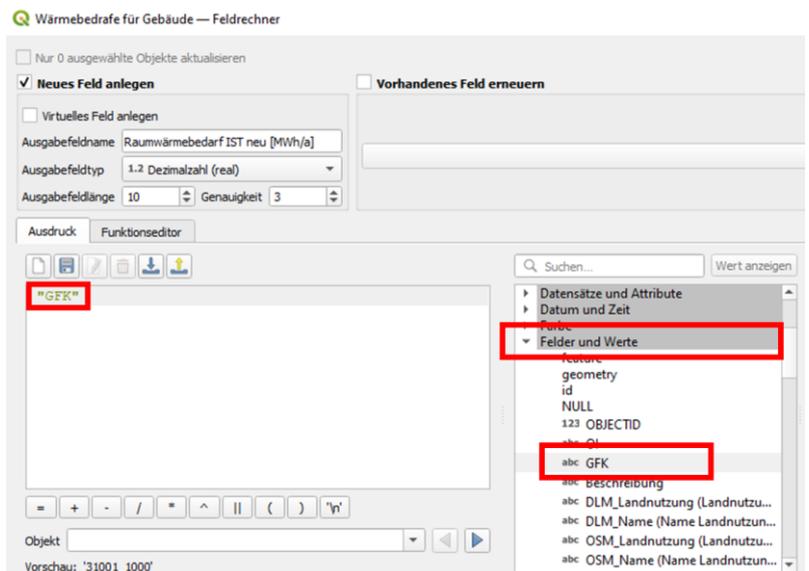
5. Formel eingeben:

- In das große Textfeld gibst du z. B. ein:
`"Netto_Grund_Flaeche_m2" * "spezifischer_Nutzwärmebedarf_IST_kWh_m2" * (1 - "Anteil_Warmwasser") * ("GTZ_Med" / 3700) / 1000`
- Nutze dabei die genauen Namen deiner Spalten (achte auf Groß-/Kleinschreibung)



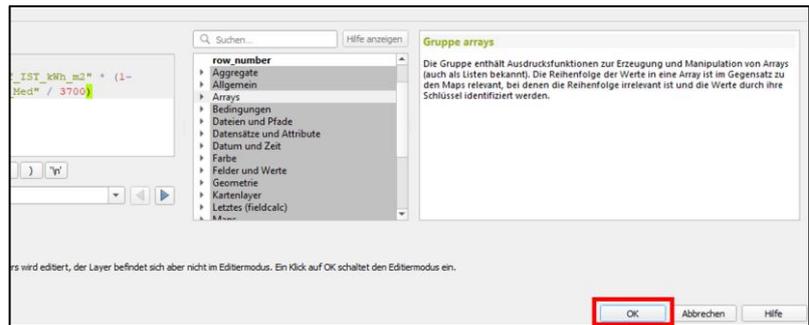
6. Optional vorhandene Spalten einbeziehen:

- In mittlerer Spalte auf Pfeil vor „Felder und Werte“ klicken
- Doppelklick auf die betreffende Spalte, um sie in Berechnungsformel einzufügen



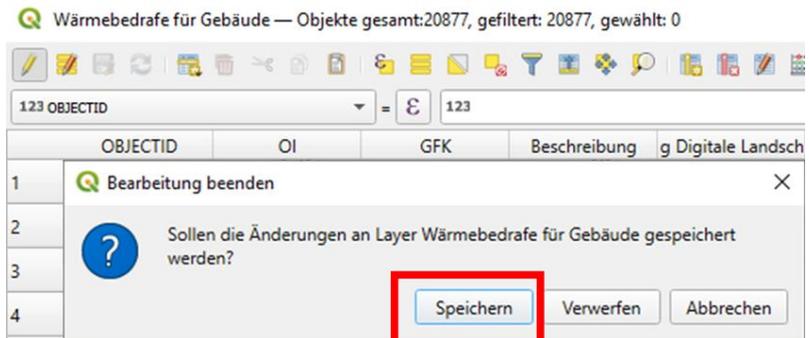
7. OK klicken:

- Der neue Wert wird berechnet und in der neuen Spalte gespeichert



8. Speichern & Bearbeitungsmodus beenden:

- Wieder auf das Stift-Symbol klicken → „Änderungen speichern“



In nachfolgender Auflistung finden sich alle relevanten Berechnungsformeln, die genutzt werden können, um Wärmebedarfe zu berechnen:

Felder	Formeln (kann in QGIS Feldrechner kopiert werden)
Raumwärmebedarf IST [MWh/a]	"Netto_Grund_Flaeche_m2" * "spezifischer_Nutzwärmebedarf_IST_kWh_m2" * (1-"Anteil_Warmwasser") * ("GTZ_Med" / 3700) / 1000
Warmwasserbedarf IST [MWh/a]	(("Netto_Grund_Flaeche_m2" * "spezifischer_Nutzwärmebedarf_IST_kWh_m2" * "Anteil_Warmwasser") + ("Einwohner" * 800)) / 1000
Nutzwärmebedarf IST [MWh/a]	"Raumwärmebedarf_IST_MWh_a" + "Warmwasserbedarf_IST_MWh_a"
Raumwärmebedarf REF [MWh/a]	"Netto_Grund_Flaeche_m2" * "spezifischer_Nutzwärmebedarf_REF_kWh_m2" * (1-"Anteil_Warmwasser") * ("GTZ_Med" / 3700) / 1000
Warmwasserbedarf REF [MWh/a]	(("Netto_Grund_Flaeche_m2" * "spezifischer_Nutzwärmebedarf_REF_kWh_m2" * "Anteil_Warmwasser") + ("Einwohner" * 800)) / 1000
Nutzwärmebedarf REF [MWh/a]	"Raumwärmebedarf_REF_MWh_a" + "Warmwasserbedarf_REF_MWh_a"
Raumwärmebedarf ZIEL [MWh/a]	"Netto_Grund_Flaeche_m2" * "spezifischer_Nutzwärmebedarf_ZIEL_kWh_m2" * (1-"Anteil_Warmwasser") * ("GTZ_Med" / 3700) / 1000
Warmwasserbedarf ZIEL [MWh/a]	(("Netto_Grund_Flaeche_m2" * "spezifischer_Nutzwärmebedarf_ZIEL_kWh_m2" * "Anteil_Warmwasser") + ("Einwohner" * 800)) / 1000

Nutzwärmebedarf "Raumwärmebedarf_ZIEL_MWh_a" + "Warmwasserbedarf_ZIEL_MWh_a"
ZIEL [MWh/a]

2.4 Arbeiten mit Geodaten anhand von Beispielen

2.4.1 Geodaten einladen

- mit Hilfe des Browsers lassen sich Geodaten verschiedener Formate (Shapefile-, GeoJSON oder ESRI-File-GDB) zur Karte hinzufügen (siehe Abbildung 10)
- hierfür über den Browser zu den Geodaten im entsprechenden Ordner manövrieren
- mit der Linken Maustaste den Datensatz anklicken und diese gedrückt halten
- danach den Datensatz in die Karte oder die Layerübersicht

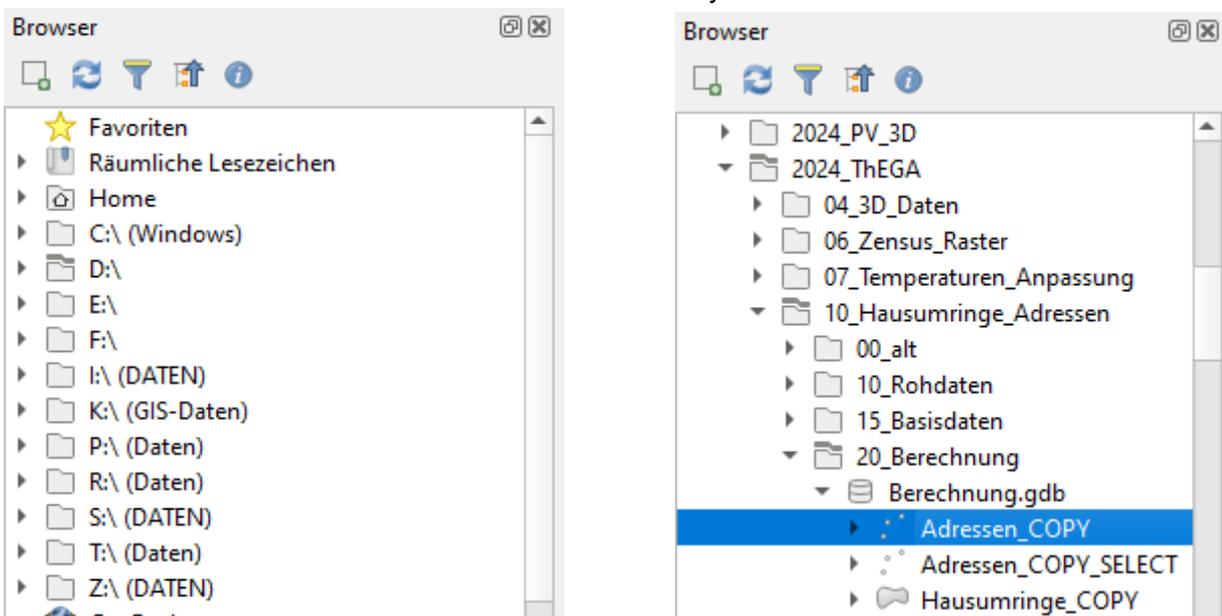


Abbildung 10: Hinzufügen von Geodaten zum aktuellen Kartenausschnitt

2.4.2 Anzeige einzelner Datensätze innerhalb der Layerübersicht

- alle geöffneten Elemente und Datensätze werden in der Layerübersicht auf der linken Seite angezeigt (auch Hintergrundkarten)
- entsprechend der Position innerhalb der Übersicht, überlagern sich die Layer auch in der Kartendarstellung (deshalb Hintergrundbild immer unten anordnen)
- neben dem Ein- und Ausblenden (mittels \checkmark -Symbol), können die Layer auch verschoben werden (linke Maustaste gedrückt halten und an richtige Position ziehen) (siehe Abbildung 10)

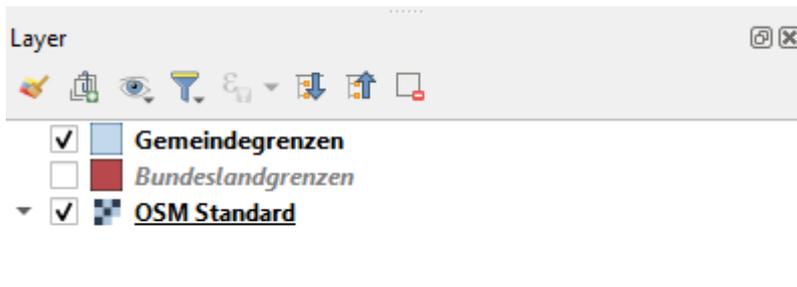


Abbildung 11: Übersicht mit den Layern aller geöffneten Datensätze

- gleiche Datensätze können mehrfach geöffnet werden
 - entweder nochmals über den Browser in die Karte oder die Layeranzeige ziehen oder mit rechter Maustaste den Layer anklicken und „Duplizieren“ wählen

2.4.3 Attributtabelle und Navigieren innerhalb der Karte

- die Attributtabelle lässt sich durch Rechtsklick auf den entsprechenden Layer öffnen (siehe Abbildung 12)
- je nach Größe des Datensatzes kann es einen Augenblick dauern, bis alle Elemente geladen sind

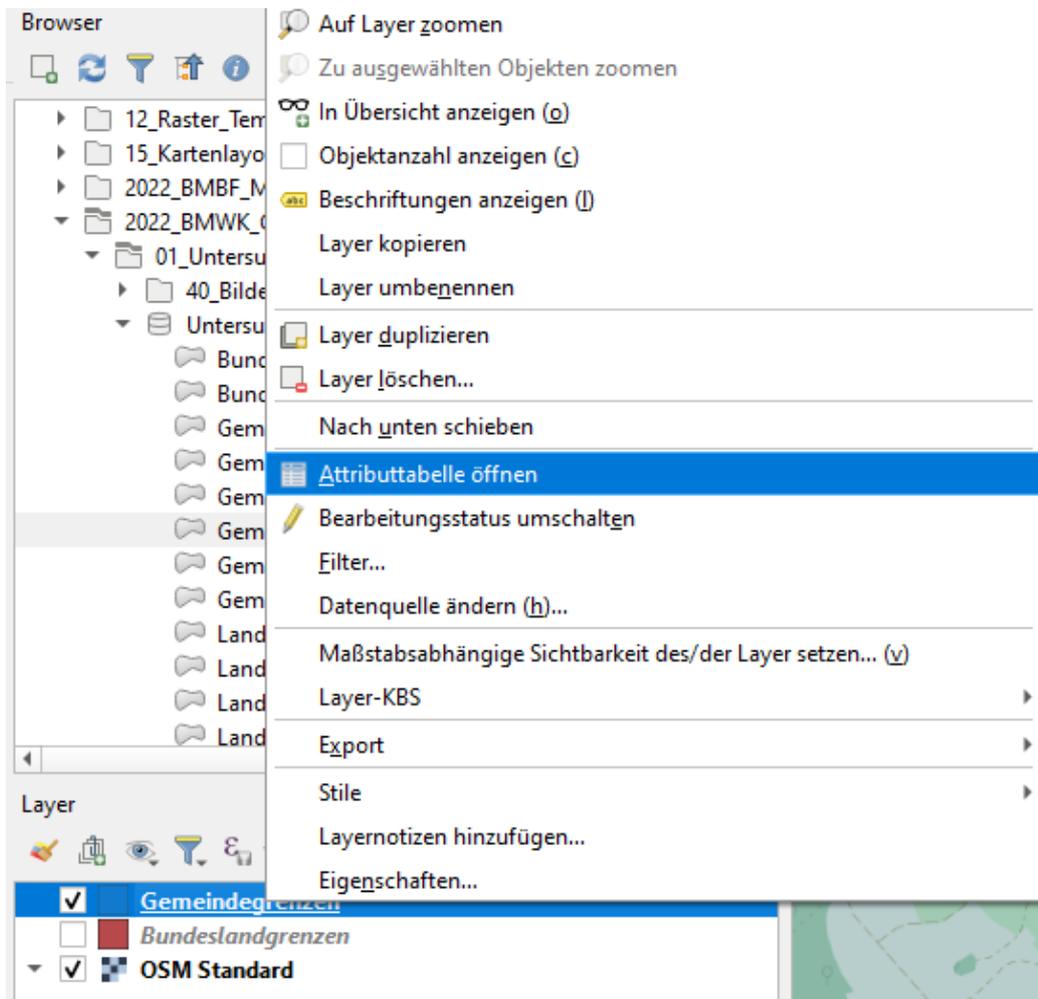


Abbildung 12: Öffnen der Attributtabelle für einen in QGIS eingefügten Datensatz

- innerhalb der Tabelle lassen sich einzelne oder mehrere Elemente markieren
- Elemente können auch direkt innerhalb der Karte ausgewählt werden
 - dafür in der oberen Menüleiste die Objektfangmethode wählen (siehe Abbildung 13)
 - anschließend entsprechende Elemente in der Karte auswählen
 - innerhalb der Karte kann sich mit der Funktion „Karte verschieben“ bewegt werden („Linke Maustaste“ gedrückt halten und Maus über Karte ziehen)

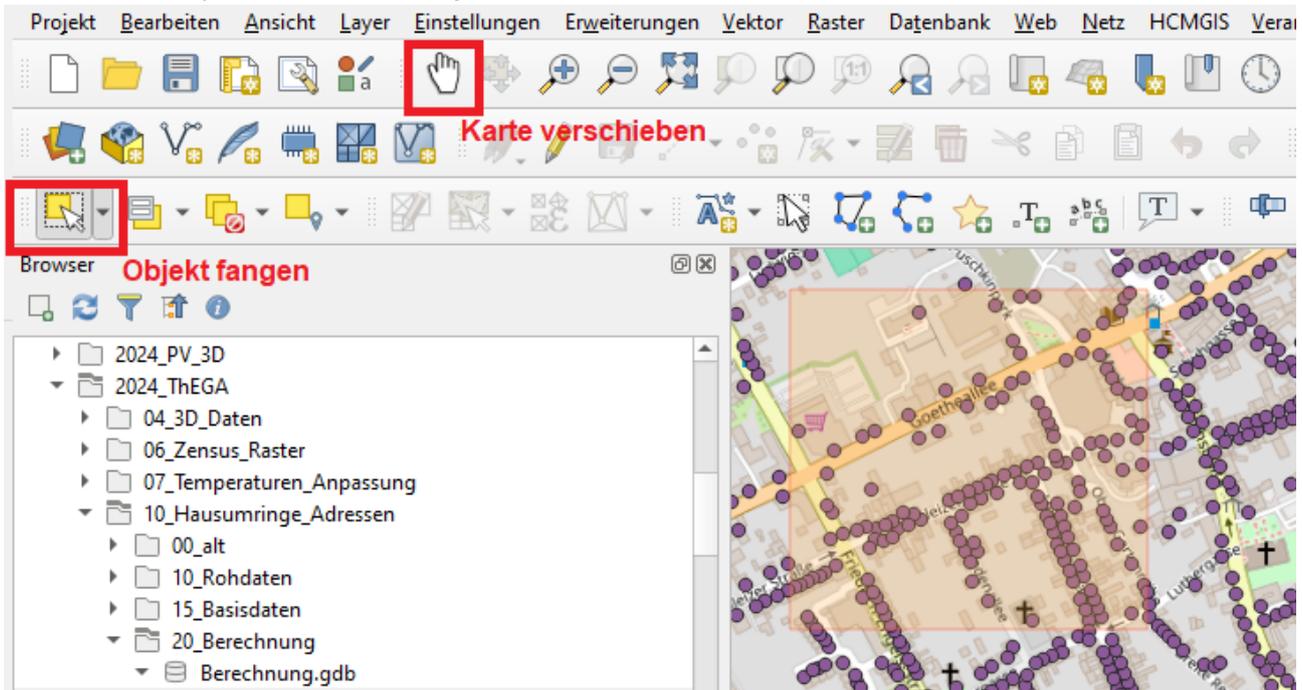


Abbildung 13: Markieren von Elementen innerhalb der Karte

- in der unteren linken Ecke der Attributtabelle lässt sich die Anzeigemethode einstellen (z.B. „Alle gewählten Objekte anzeigen“)
- mit Hilfe der „Lupe“ kann auf ein ausgewähltes Element gezoomt werden (siehe Abbildung 14)
- mit dem Symbol „Auswahl aufheben“ wird die Auswahl gelöscht (siehe Abbildung 14)
- innerhalb der Karte kann sich manuell bewegt werden
 - in Menüleiste „Handsymbol“ wählen
 - „Mauszeiger“ auf Karte bewegen, „linke Maustaste“ gedrückt halten und Karte an richtige Position ziehen
- Lesezeichen können unter „Ansicht“ und „Neues Lesezeichen ...“ erstellt werden

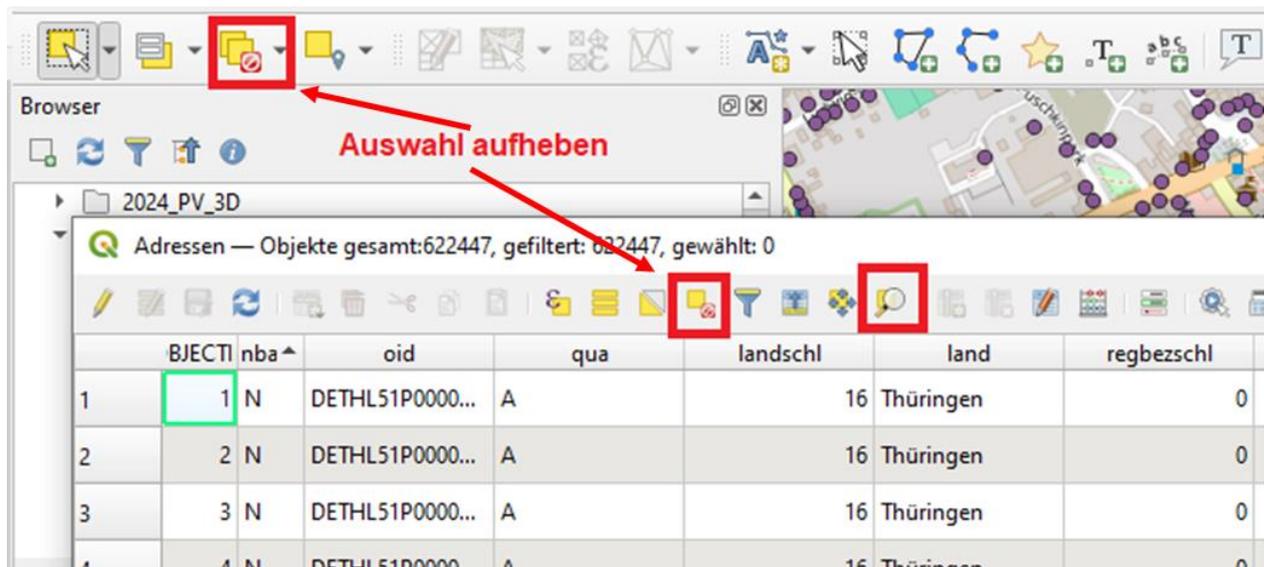


Abbildung 14: auf Auswahl zoomen und Auswahl löschen

2.4.4 Speichern und Öffnen von Projekten

- in der Menüleiste unter „Projekt“ lässt sich ein aktuelles Projekt sichern („Speichern als...“), bzw. ein altes Projekt öffnen

2.4.5 Hintergrund einfügen

- durch die Erweiterungen „QuickMapService“, „HCMGIS“ oder „OpenLayers plugin“ ist es möglich verschiedene Arten von Hintergrundkarten einzufügen
- dafür nach der Installation der Erweiterung unter „Web“ → „OpenLayers plugin“ die gewünschte Kartenart öffnen z.B. (siehe Abbildung 15)
- für ein Satellitenbild bietet sich „Google Satellite“ an, Straßennamen werden bei „Bing Road“ oder „OpenStreetMap“ angezeigt

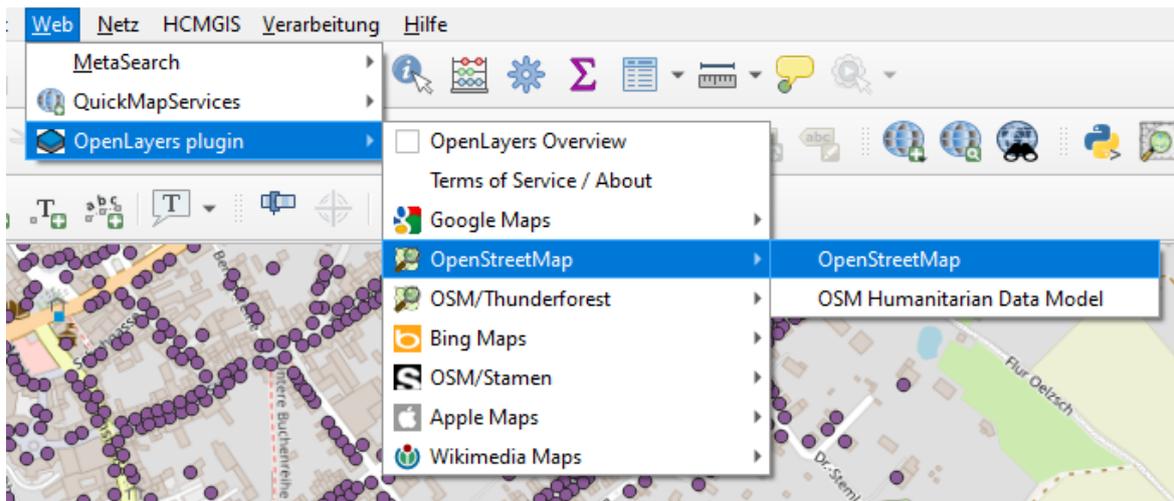


Abbildung 15: Einfügen von Hintergrundkarten

2.4.6 Standortsuche

- um eine Suche nach bspw. Städtenamen oder Adressen durchzuführen linksunten in das „Suchfeld“ klicken (siehe Abbildung 16)
- dort „Nominatim-Sammelgeokodierung“ auswählen
- Suchbegriff in das Suchfeld eingeben und zum Bestätigen „Enter-Taste“ drücken

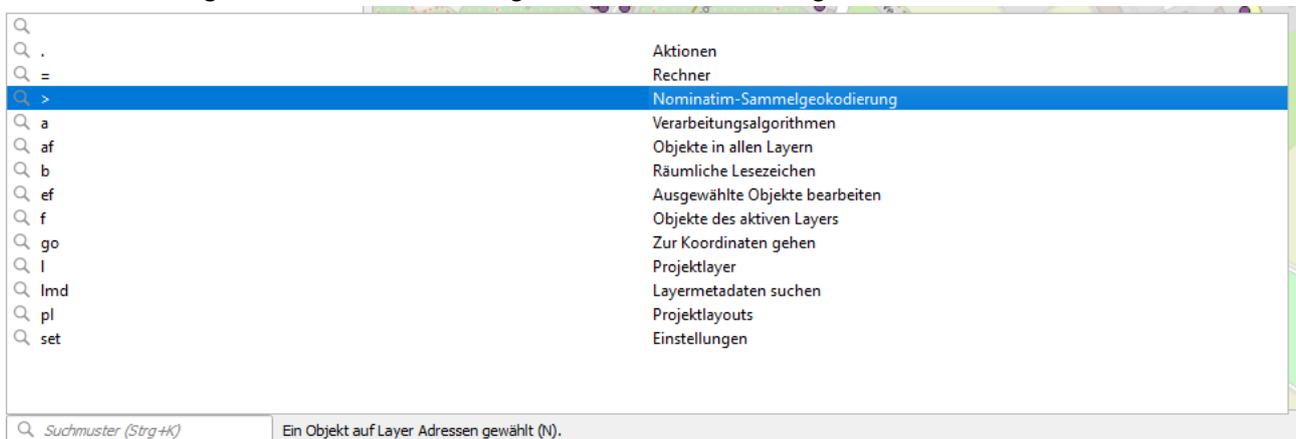


Abbildung 16: Suche eines Städtenamens oder von Adressen

2.4.7 Darstellung der Daten

Einzelsymbol - Darstellung:

- mit „rechter Maustaste“ auf Layer klicken und Eigenschaften wählen
- linkes Registrierblatt „Symbolisierung“ wählen und gewünschte Farbe oder Muster auswählen und mit „OK“ bestätigen

kategorisierte Darstellung:

- mit „rechter Maustaste“ auf Layer klicken und Eigenschaften wählen
- in Eigenschaften „Kategorisiert“ wählen (siehe Abbildung 17)
- unter „Wert“ die betreffende Attributspalte für die Kategorisierung wählen

- durch „Klassifizieren“ werden alle möglichen Kategorien hinzugefügt
- Farben können durch klicken auf den „Farbverlauf“
- durch Doppelklick auf „Legende“ kann der Namen geändert werden

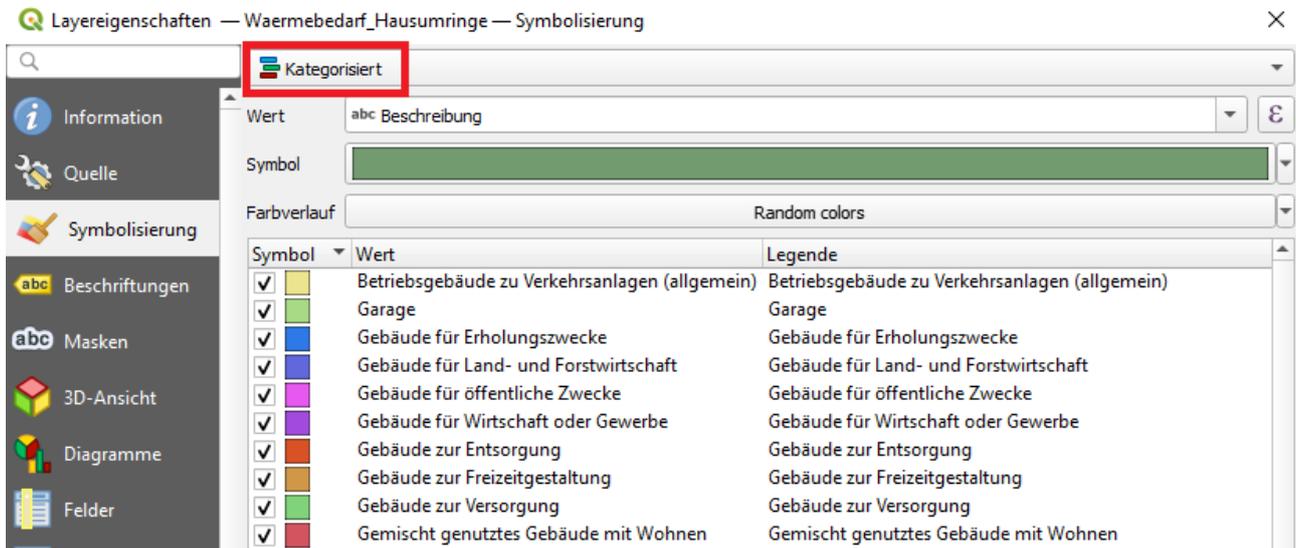


Abbildung 17: Darstellung von Textwerten in Kategorien

abgestufte Darstellung:

- mit „rechter Maustaste“ auf Layer klicken und Eigenschaften wählen
- in Eigenschaften „Abgestuft“ wählen (siehe)
- innerhalb der Attributtabelle die Spalte mit den Zahlenwerten wählen (Informationen zu den einzelnen Spalten des jeweiligen Layer finden sich im Registrierblatt „Felder“)
- Anzahl der „Klassen“ und „Farbverlauf“ wählen
- durch Anklicken von „Klassifizieren“ die Klassen hinzufügen
- Wertebereich Beschriftung kann manuell bei „Werte“ und „Legende“ eingestellt werden

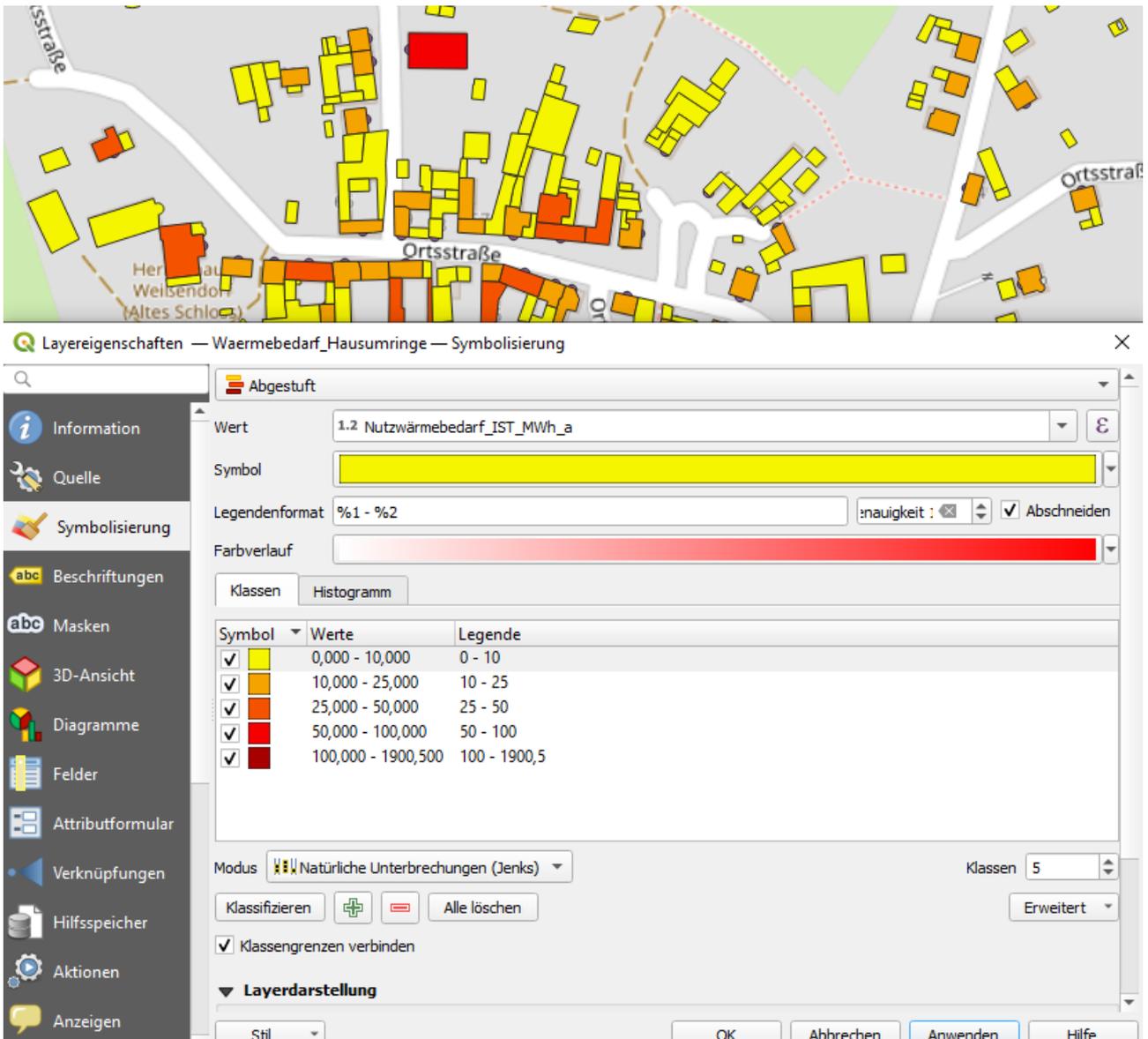


Abbildung 18: Darstellung von Zahlenwerten in Stufen

2.4.8 Exportieren in anderes Format

- Daten können in verschiedenen Formaten erneut abgespeichert werden
- Dafür „rechte Maustaste“ auf Layer und „Speichern als...“ wählen
- im sich öffnenden Menü auswählen, ob der komplette Layer oder nur markierte Elemente exportiert werden sollen (siehe Abbildung 18)
- Name und Dateiformat festlegen

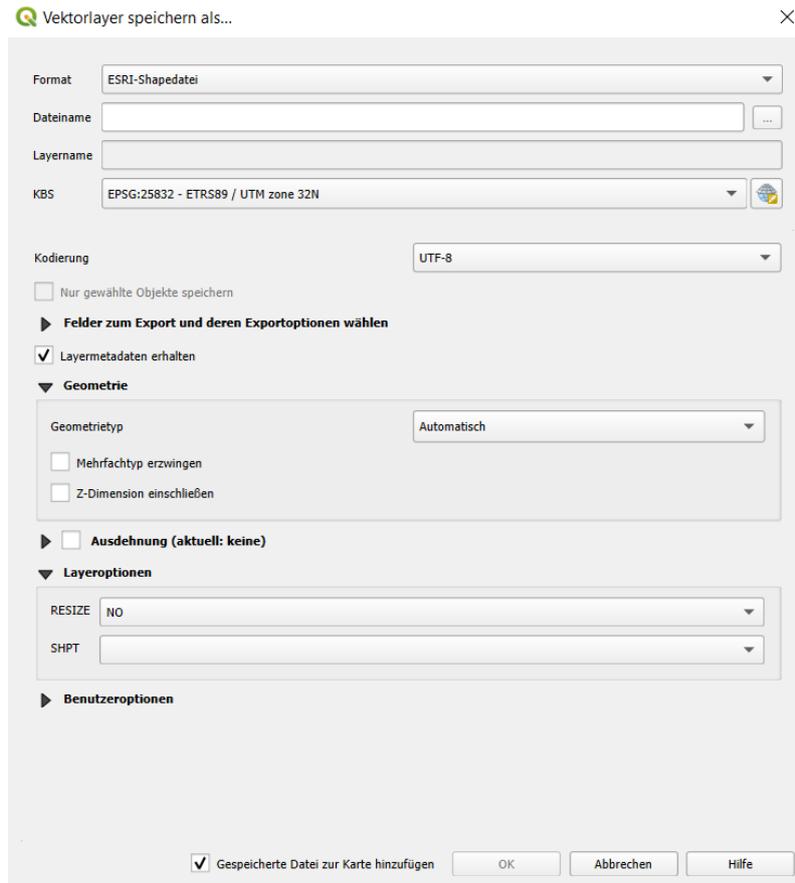


Abbildung 19: Exportieren in neue Dateien

2.5 Kartenlayout & Export

2.5.1 Erstellen eines Kartenlayouts

Das Erstellen eines Kartenlayouts in QGIS ermöglicht es, eine ansprechend gestaltete und informative Karte für den Druck oder digitale Präsentationen zu erstellen. Dazu wird zunächst über das Menü Projekt die Option Neues Drucklayout gewählt. Anschließend wird ein Name für das Layout festgelegt, woraufhin sich der Layout-Editor öffnet.

Innerhalb des Layout-Editors kann die Kartenansicht hinzugefügt werden, indem das Werkzeug Kartenansicht hinzufügen verwendet wird. Dabei zieht man einen Rahmen auf der Zeichenfläche, der die gewünschte Kartenausschnittsgröße definiert. Nach dem Einfügen der Kartenansicht kann diese skaliert und angepasst werden, sodass relevante Inhalte optimal dargestellt werden.

Zusätzlich können weitere Elemente zur besseren Orientierung und Information ergänzt werden. Dazu gehören eine Legende, die Symbole und Farben der Kartenelemente erklärt, ein Maßstab, um Entfernungen auf der Karte realistisch darzustellen, sowie ein Nordpfeil, der die Kartenorientierung angibt. Diese Elemente können aus der Layout-Werkzeugleiste eingefügt, positioniert und individuell formatiert werden.

Für zusätzliche Informationen lassen sich Textfelder mit Beschreibungen, Datenquellen oder Titelangaben hinzufügen. Ebenso können Logos oder Bilder integriert werden, um das Layout optisch aufzuwerten. Nach der Fertigstellung des Layouts bietet QGIS verschiedene Exportmöglichkeiten. Die Karte kann als PDF, PNG oder SVG gespeichert werden, je nach Anwendungszweck. Über die Exportfunktion im Layout-Editor wird das gewünschte Dateiformat ausgewählt und die Datei gespeichert. Diese kann anschließend weiterbearbeitet

oder direkt gedruckt werden.

Ein professionelles Kartenlayout in QGIS sorgt für eine klare und strukturierte Präsentation geografischer Daten. Die vielseitigen Gestaltungsmöglichkeiten ermöglichen es, das Layout an spezifische Anforderungen anzupassen und die Karte optimal für den jeweiligen Anwendungsfall aufzubereiten.

2.5.2 Export von GIS-Daten

Der Export von GIS-Daten in QGIS ist ein wesentlicher Schritt, um die erstellten Karten und Analysen in verschiedenen Formaten weiterzuverwenden oder mit anderen Systemen zu teilen. Um eine Karte oder Geodaten zu exportieren, kann über das Kontextmenü eines Layers die Option *Exportieren* gewählt werden. Dabei lassen sich verschiedene Dateiformate wie **Shapefile, GeoJSON, KML oder CSV** auswählen, je nachdem, für welchen Zweck die Daten benötigt werden.

Für den Export von Rasterdaten steht eine eigene Funktion zur Verfügung, die es ermöglicht, eine georeferenzierte TIFF-Datei oder ein anderes Rasterformat zu speichern. Zudem lassen sich Daten in PostGIS-Datenbanken exportieren, was insbesondere für größere GIS-Projekte von Vorteil ist.

Beim Export von Kartenlayouts kann die fertige Karte als **PDF, PNG, SVG oder TIFF** gespeichert werden. Dabei können Nutzer Einstellungen zur Auflösung, Farbmodus und Transparenz vornehmen, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen.

Ein strukturierter und gut durchdachter Export ist essenziell, um die erstellten GIS-Daten effizient in anderen Anwendungen weiterzuverarbeiten oder professionell zu präsentieren.

2.6 Erweiterungen & Plugins

2.6.1 Plugin-Installation

Die Funktionalität von QGIS lässt sich durch eine Vielzahl an Plugins erweitern, die spezifische Werkzeuge und Analysefunktionen bereitstellen. Die Installation von Plugins erfolgt direkt innerhalb von QGIS über das Menü *Erweiterungen* und die Option *Erweiterungen verwalten und installieren*. Hier öffnet sich der Plugin-Manager, der eine Liste aller verfügbaren Plugins anzeigt. Nutzer können in der Suchleiste gezielt nach einem bestimmten Plugin suchen oder durch die verfügbaren Erweiterungen stöbern.

Um ein Plugin zu installieren, wird es in der Liste ausgewählt und über den Button *Installieren* hinzugefügt. Nach der Installation erscheint das Plugin entweder in der Menüleiste oder als separates Werkzeug in einer der vorhandenen Werkzeugleisten. Einige Plugins erfordern zusätzliche Konfigurationen oder eine Verbindung zu externen Datenquellen, bevor sie genutzt werden können.

Beliebte Plugins umfassen *QuickOSM* für den einfachen Zugriff auf OpenStreetMap-Daten, *QGIS2Web* zur Erstellung interaktiver Webkarten und *Processing Toolbox*, die zahlreiche GIS-Analysewerkzeuge bündelt. Falls ein installiertes Plugin nicht mehr benötigt wird, kann es über den Plugin-Manager deaktiviert oder vollständig entfernt werden.

QGIS bietet zudem die Möglichkeit, benutzerdefinierte Plugins zu entwickeln. Dies erfolgt über die Programmiersprache Python und das QGIS-API. Durch das eigene Entwickeln von Plugins lassen sich spezifische Arbeitsabläufe automatisieren und maßgeschneiderte Lösungen für individuelle GIS-Projekte erstellen.

Die regelmäßige Aktualisierung der installierten Plugins ist wichtig, um Fehlerkorrekturen und neue Funktionen

zu erhalten. Dies geschieht ebenfalls über den Plugin-Manager, indem verfügbare Updates angezeigt und installiert werden. Die Vielzahl an Plugins macht QGIS zu einer flexiblen und anpassbaren GIS-Lösung für unterschiedlichste Anforderungen.

2.7 Fazit & Weiterführende Ressourcen

QGIS ist eine vielseitige und leistungsstarke GIS-Software, die sich für Einsteiger und Profis gleichermaßen eignet. Die umfangreichen Funktionen und die Möglichkeit zur individuellen Erweiterung machen es zu einem unverzichtbaren Werkzeug für die Geodatenanalyse.

Weiterführende Links:

- Offizielle Dokumentation: <https://docs.qgis.org>
- QGIS-Community & Support: <https://qgis.org/en/site/forusers/support.html>