

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Alsfeld

Bestands- und Potenzialanalyse

26.11.2025

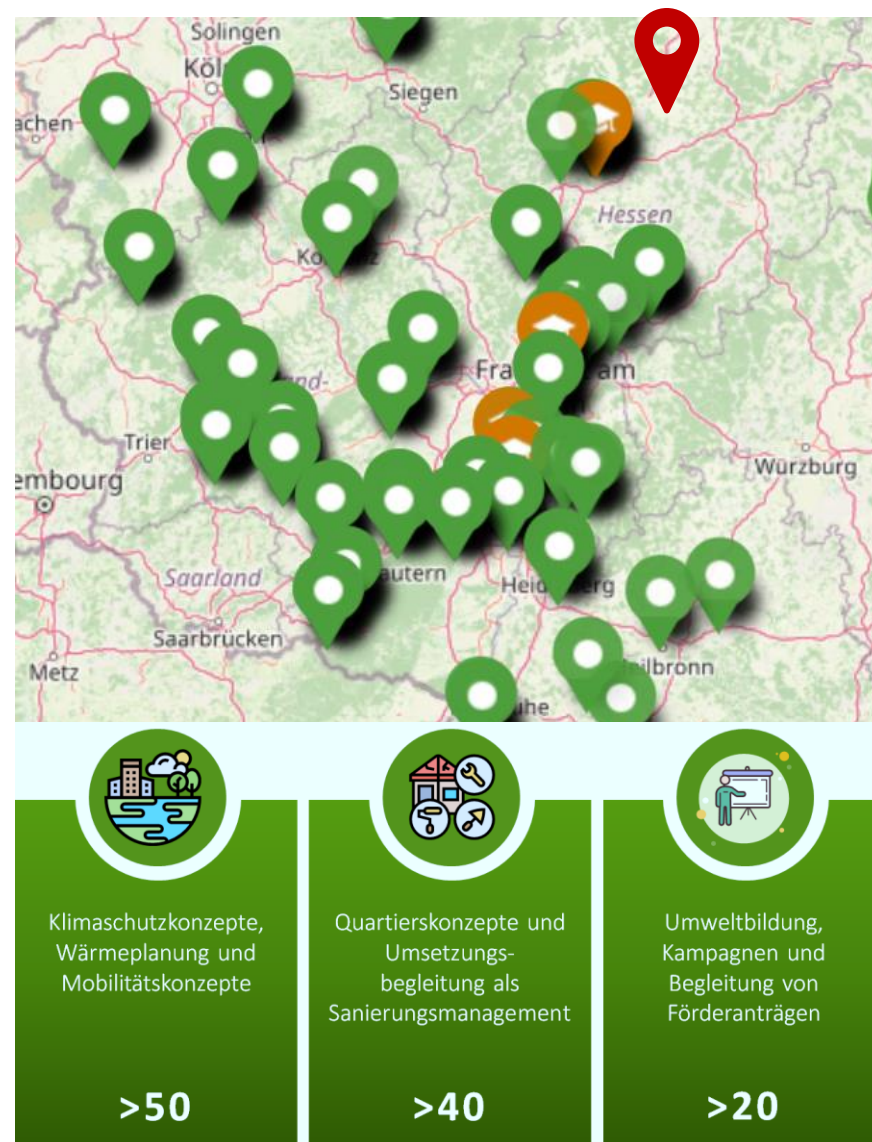
Romina Hafner, M. Sc.
Dr. Hans Henninger



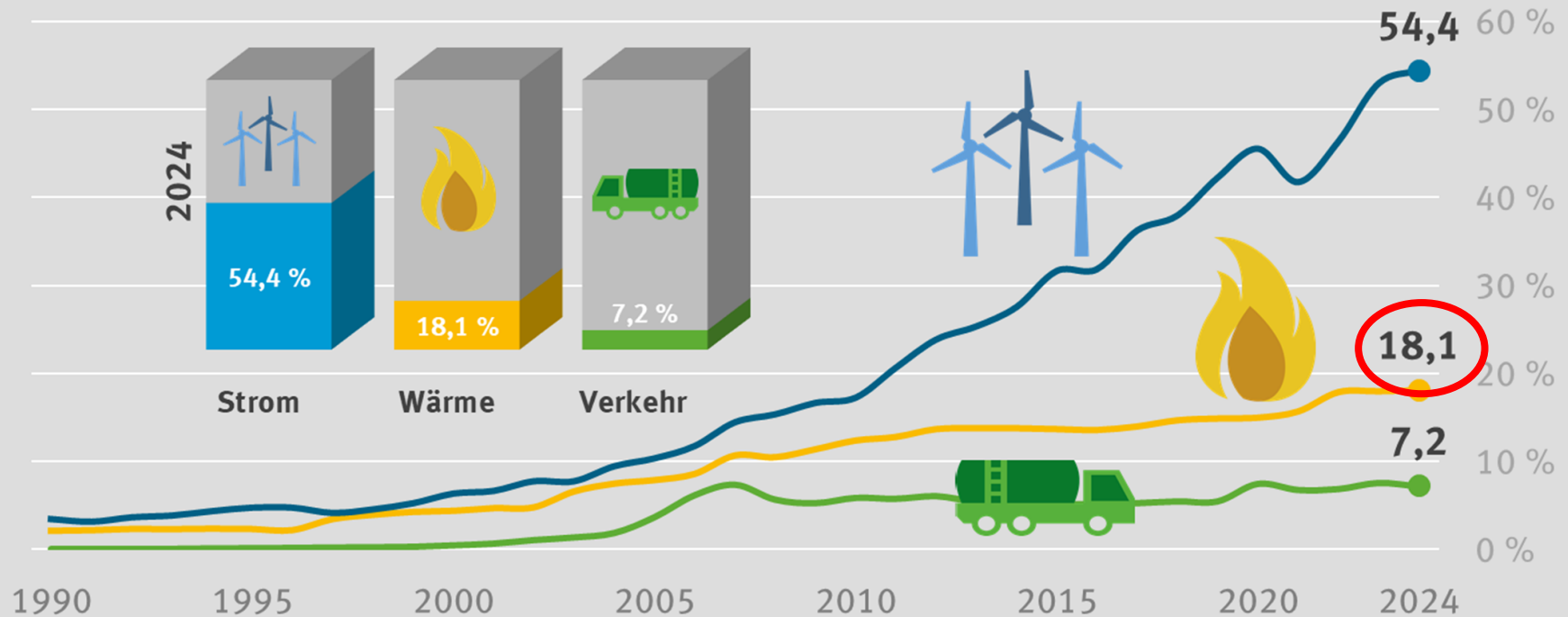
- **Vorstellung EnergyEffizienz GmbH**
- **Einführung in die Kommunale Wärmeplanung**
- **Bestandsanalyse**
 - Nutzertypen
 - Baualtersklassen
 - Heizungstechnologien
 - Wärmebedarf
 - Energie- und THG-Bilanz
- **Potenzialanalyse**
 - Gesamtüberblick
 - Zentrale Potenziale für Wärme
 - Zentrale Potenziale für Strom
 - Dezentrale Potenziale

Energiekosten senken, Klima schützen!

- **Fokus:** Zukunftsfähige Energiekonzepte und Umsetzungsbegleitung für öffentliche, gewerbliche und private Auftraggeber*innen
- Über **200 Projekte** für Kommunen in 10 Bundesländern
- Qualifikationen von Umwelt- und Energieingenieurwesen, Geografie, Stadt- und Verkehrsplanung über Wirtschafts-, Politik- und Rechtswissenschaften bis hin zu Pädagogik, Energieberatung und Bautechnik
- **22 Mitarbeiter*innen** sowie mehrere freie und studentische Mitarbeitende



Erneuerbare Energien: Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr bis 2024



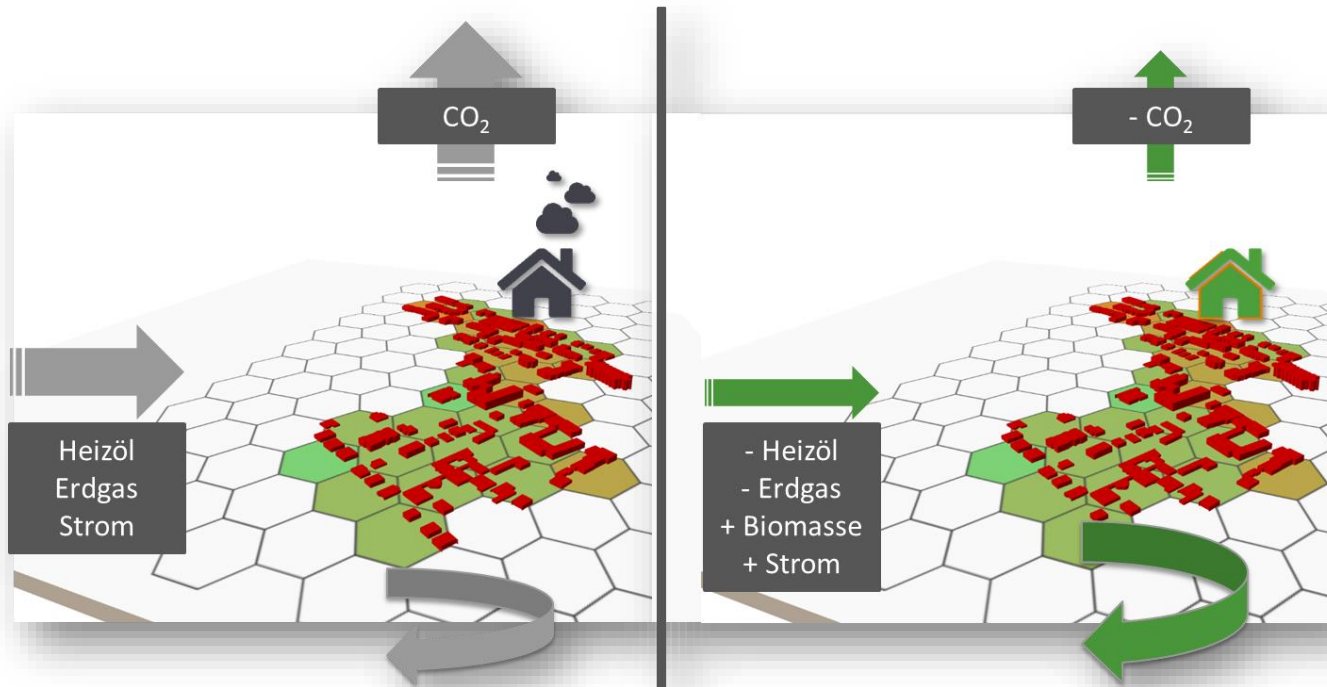
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)
Datenstand: 02/2025

Ziele des Projekts

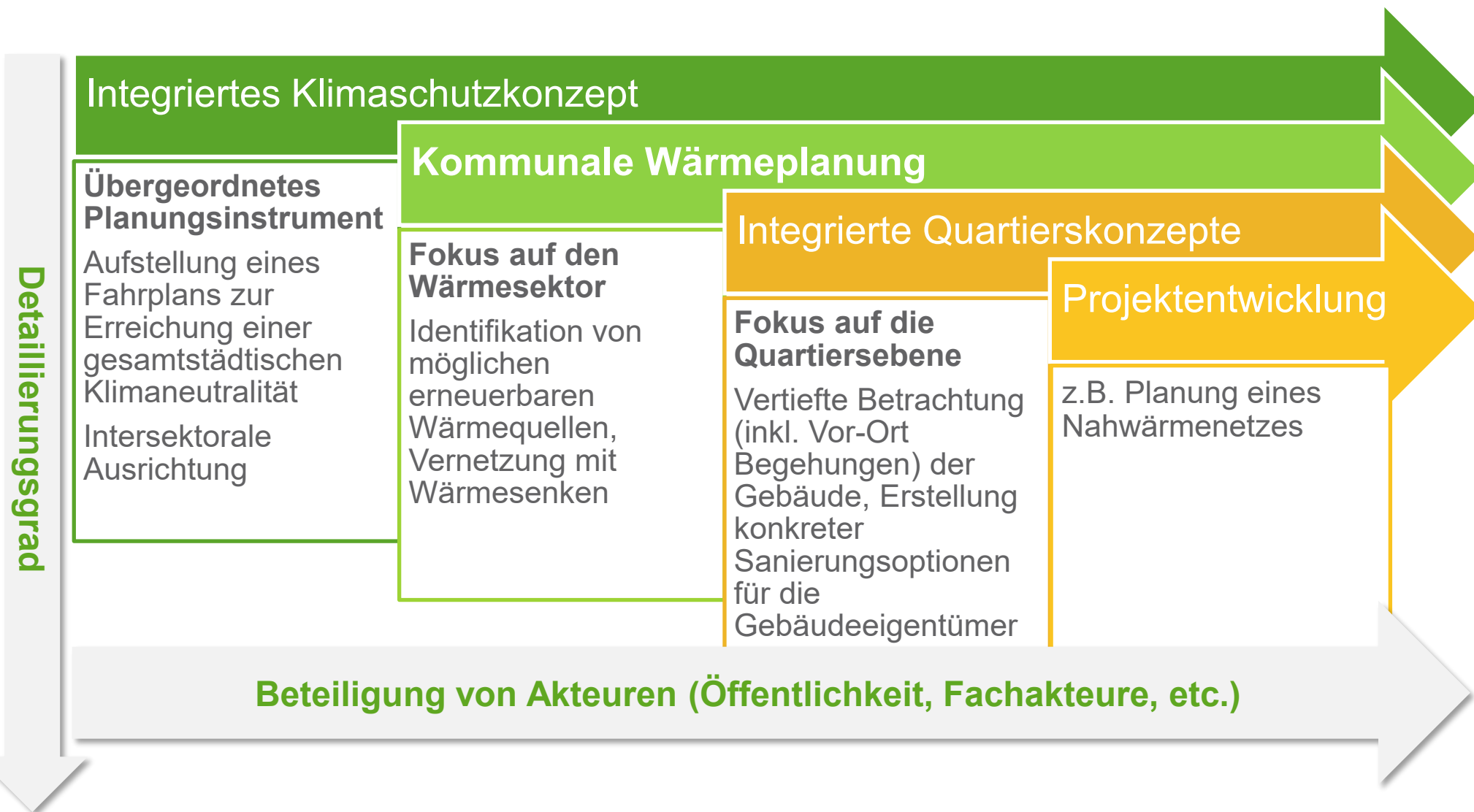
Erreichung der
Klimaschutzziele

Transparenter
Transformationspfad
für Akteur*innen

Entscheidungsgrund-
lage bzw. Planungs-
sicherheit



Einordnung der Kommunalen Wärmeplanung





Ziel: Klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045



Planerische Orientierungsgrundlage

für einen komplexen, dynamischen Prozess



Technologieoffene Betrachtungen

auf Basis der Wirtschaftlichkeit sowie der technischen Umsetzbarkeit



Keine gebäudescharfen Beurteilungen

auf Grundlage von geclusterten und damit nicht gebäudescharfen Daten



Keine Verpflichtung zur Nutzung einzelner Technologien

nicht automatisch, nur über separate Ratsbeschlüsse ggf. möglich

Güte des Kommunalen Wärmeplans hängt maßgeblich ab von:

Datengrundlage & Mitarbeit aller Akteure

Verändert der **Beschluss der Wärmeplanung** die im GEG festgelegten **Fristen zum verpflichtenden Heizungstausch**?

Nein!

Wie können sich Fristen ändern?

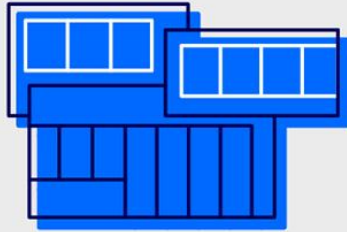
Wenn ein Wärmenetz-Eignungsgebiet **separat im Stadtrat** als kommunale Satzung **ausgewiesen** wird.

Dann gelten **Regelungen**, die am **01.07.2028** in Kraft treten würden, bereits **1 Monat nach Bekanntgabe des Beschlusses**

Informationen zum Heizungstausch

NEUBAU

Bauantrag ab dem
1. Januar 2024



IM NEUBAUGEBIET

Heizung mit mindestens **65 Prozent**
Erneuerbaren Energien



AUSSERHALB EINES NEUBAUGEBIETES

Heizung mit mindestens **65 Prozent**
Erneuerbaren Energien frühestens ab **2026**

BESTAND



HEIZUNG FUNKTIONIERT ODER LÄSST SICH REPARIEREN

Kein Heizungstausch vorgeschrieben



HEIZUNG IST KAPUTT - KEINE REPARATUR MÖGLICH

Es gelten pragmatische **Übergangslösungen.***

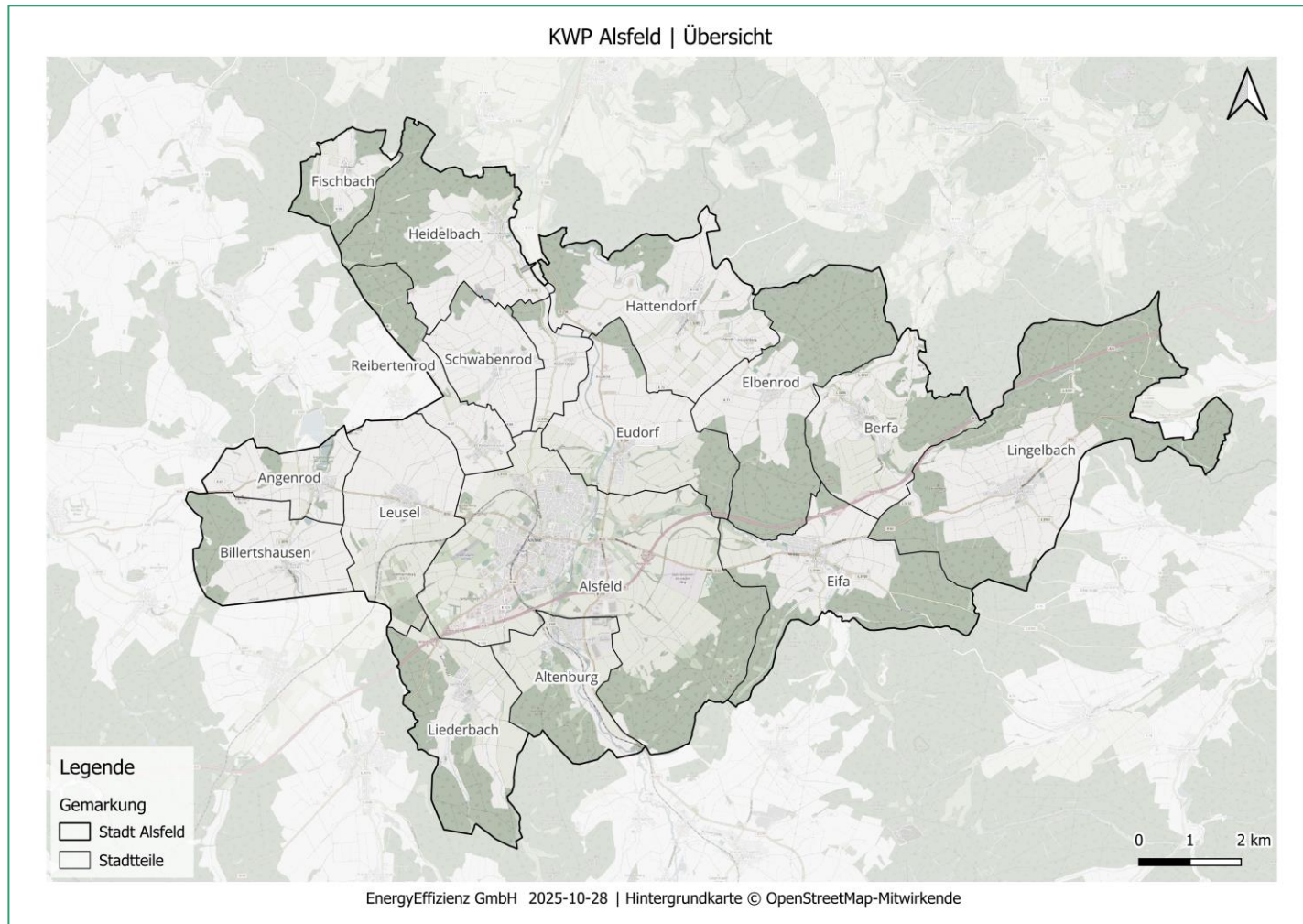
Bereits **jetzt** auf Heizung mit **Erneuerbaren Energien**
umsteigen und Förderung nutzen.

Mehr Informationen im Heizungswegweiser unter: energiewechsel.de/geg

Bestandsanalyse



- Einteilung in 17 Stadtteile
- Separate Betrachtung des Status quo
- Erstellung eines Steckbriefs und eines Endberichts-Kapitels mit allen Karten pro Stadtteil



ALKIS- und
LoD2-Daten

Lizenzierte Daten

Schornstein-
fegerdaten

Verbrauchs-
daten



Adresspunkte &
Gebäudeflächen



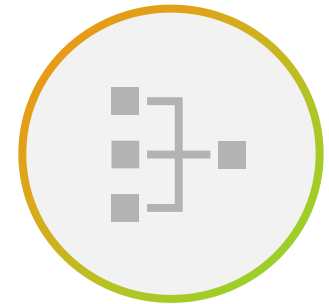
Baualter-
klassen



Nutzertypen



Energieträger



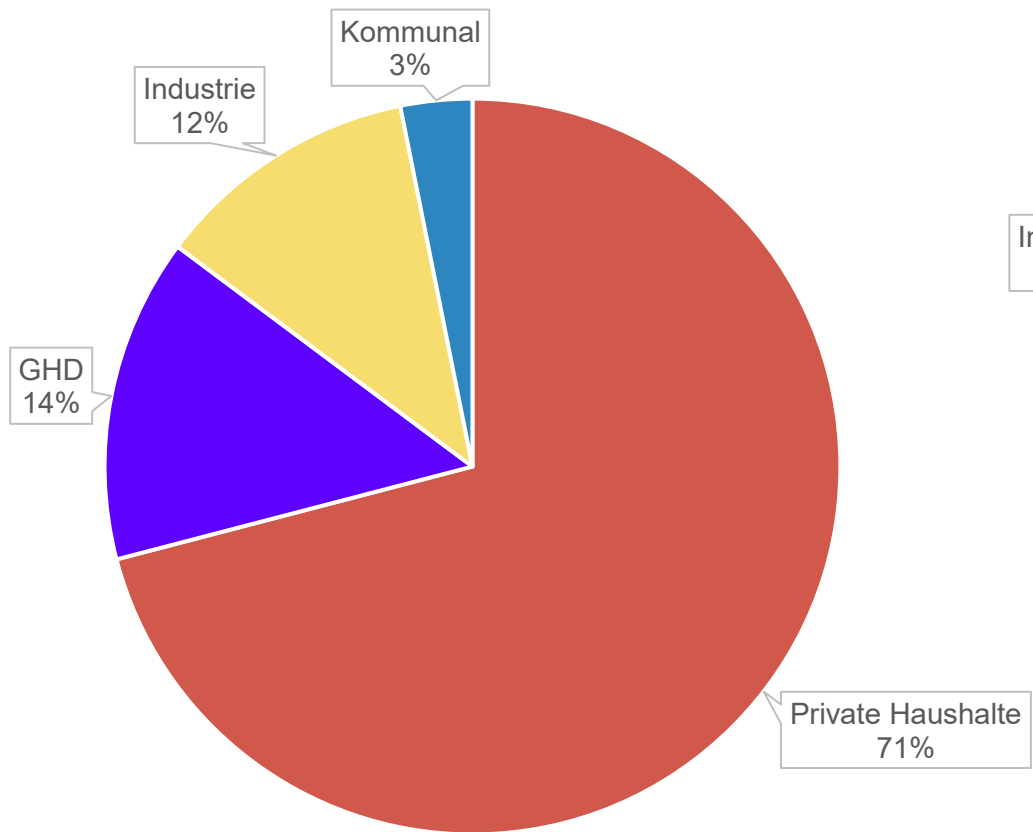
Erdgas &
Wärmestrom



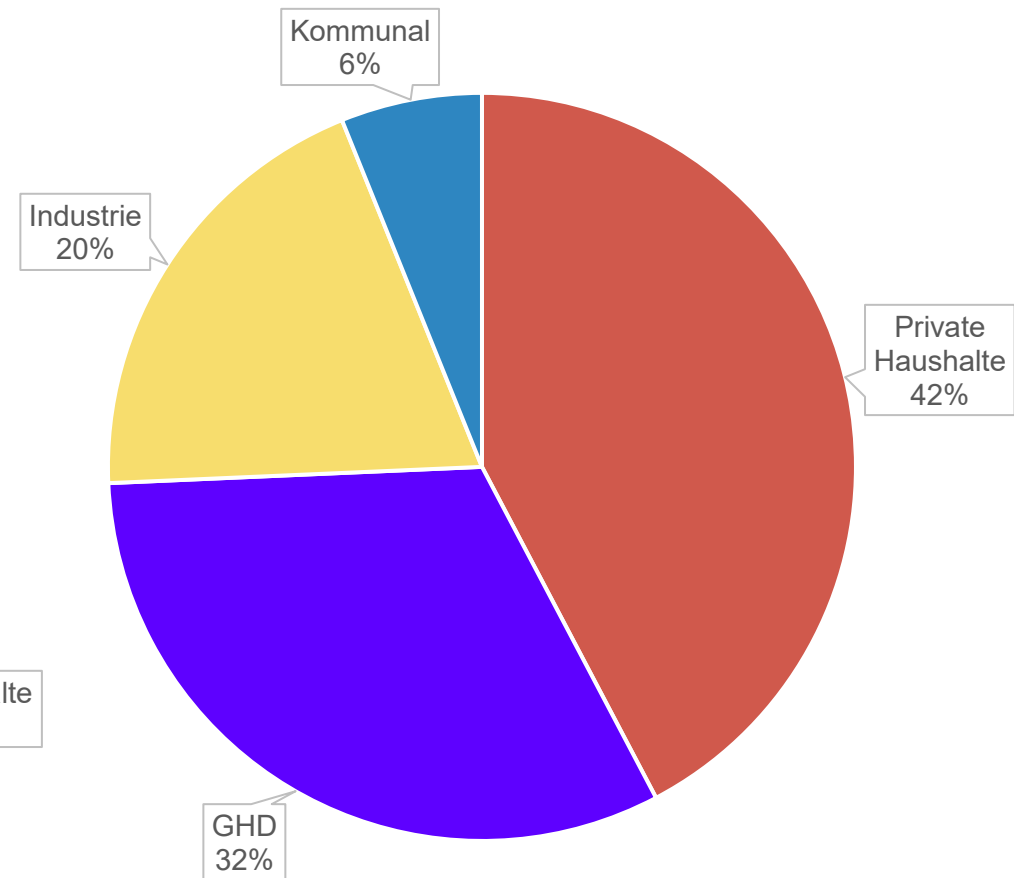
gebäudescharf

Geclustert
(anonymisiert)

Sektoren nach Anzahl

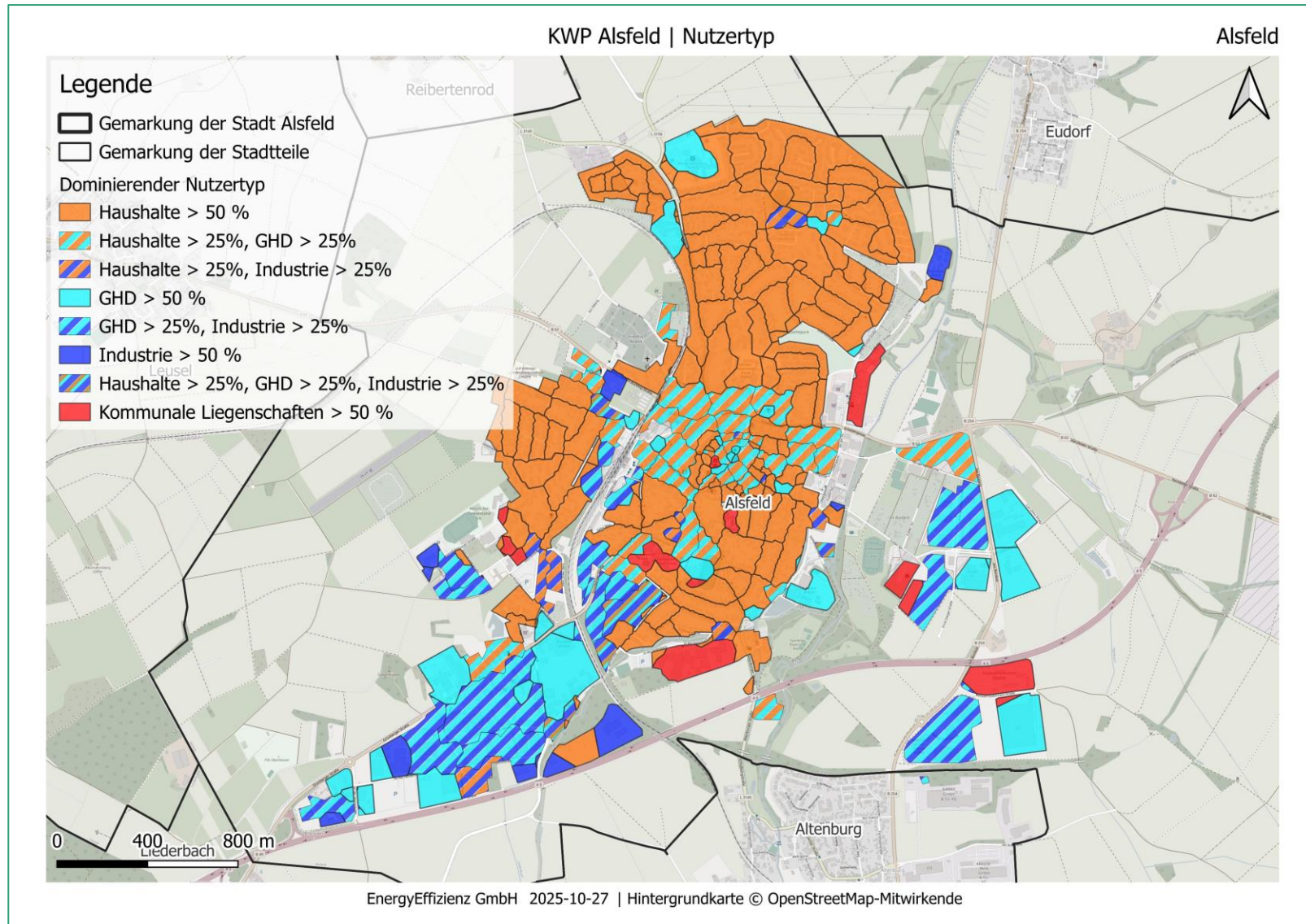


Sektoren nach beheizter Fläche

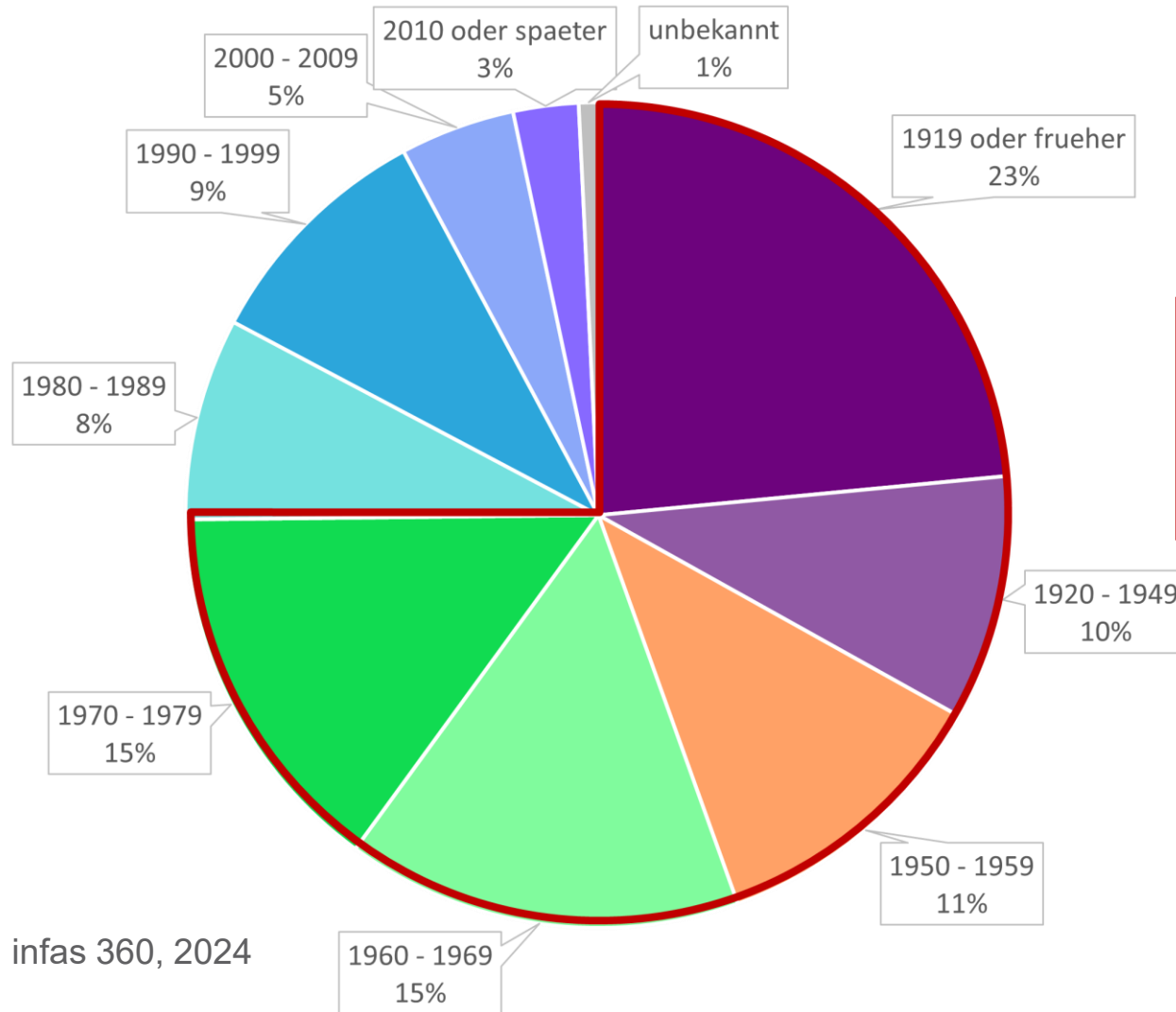


Quelle: infas 360, 2024

Nutzertypen je Baublock



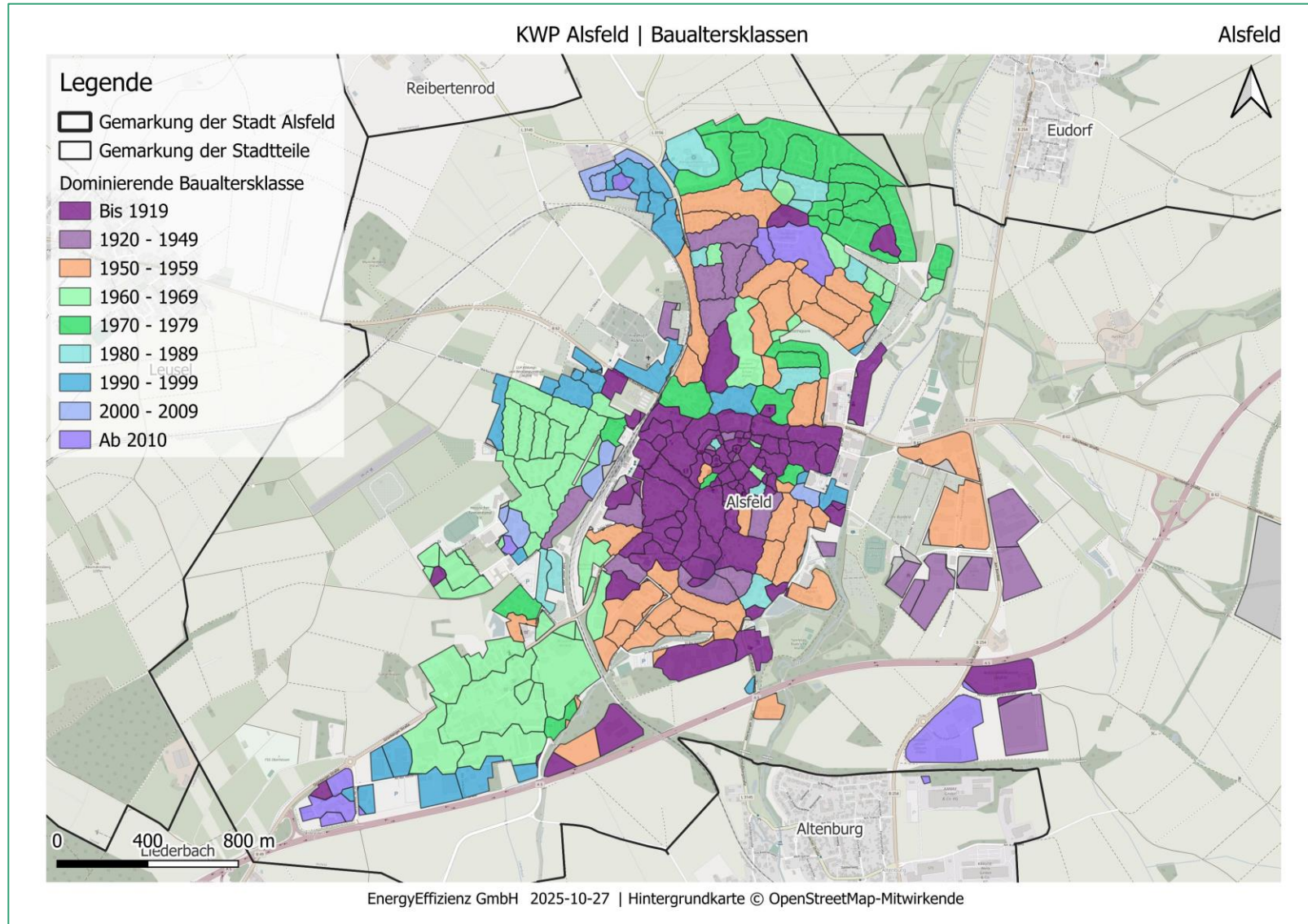
Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen



74 % vor der
1. Wärmeschutz-
verordnung (1977)
erbaut

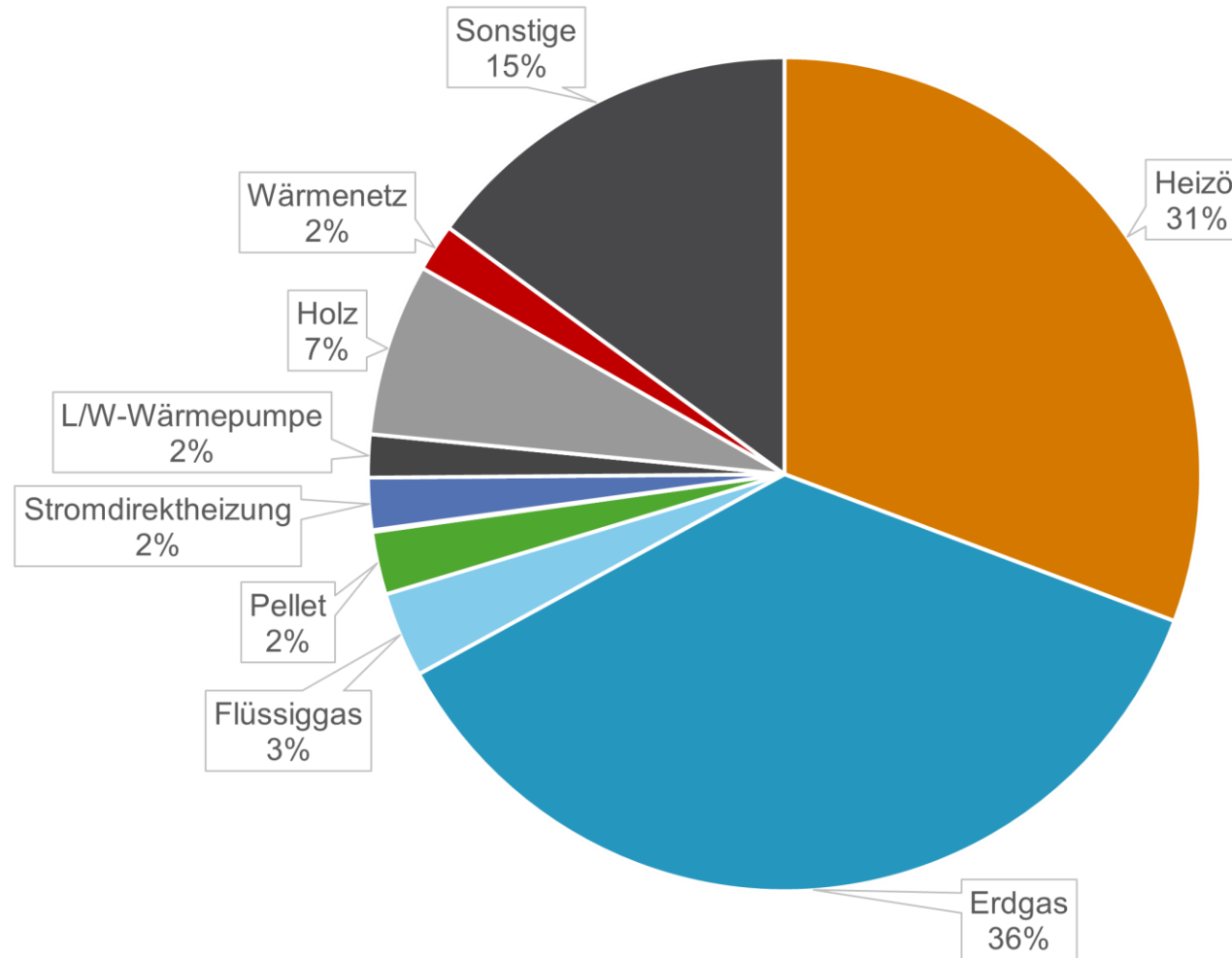
Quelle: infas 360, 2024

Baualtersklasse je Baublock

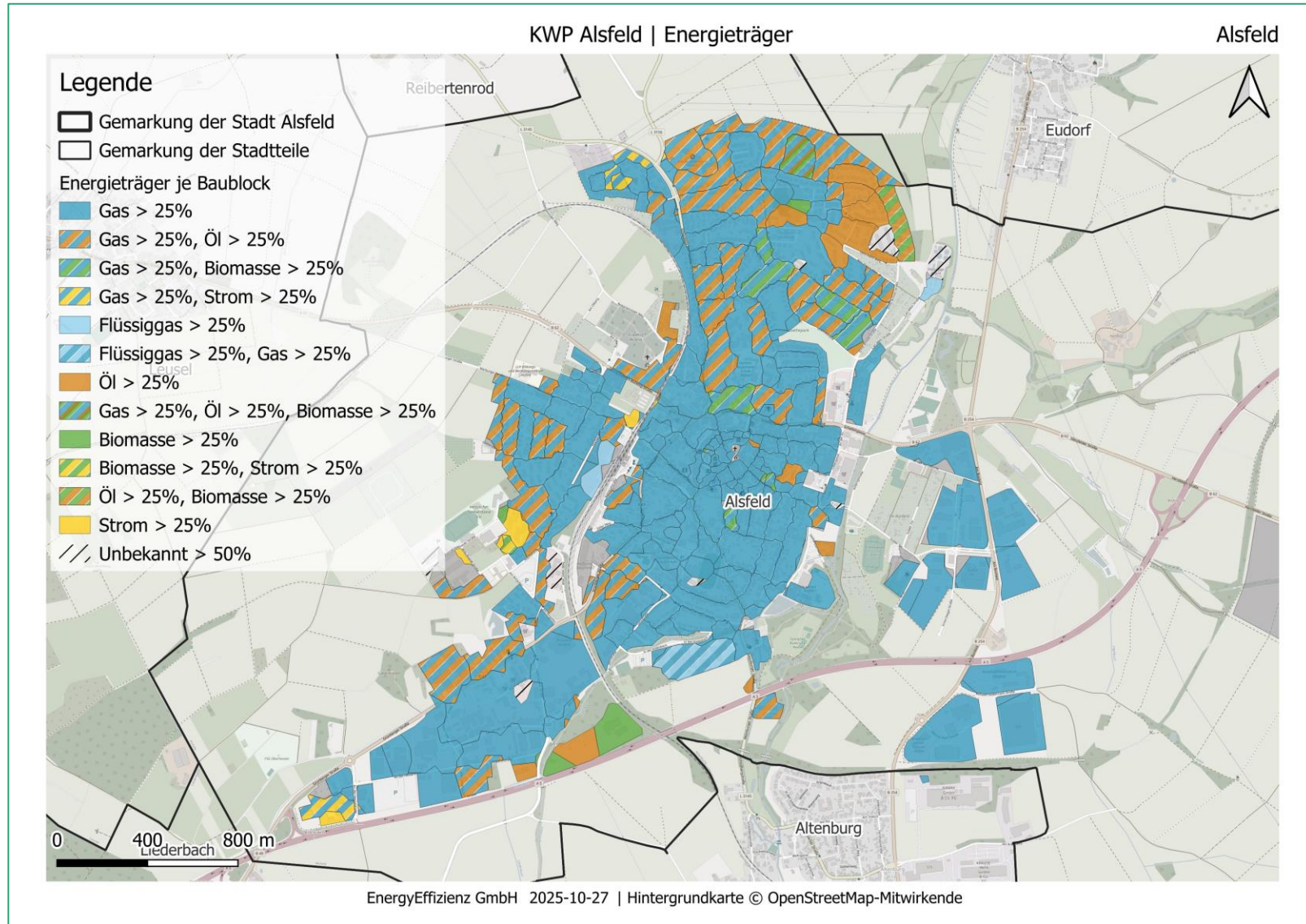


Heiztechnologie Gesamtbilanz nach Anzahl

Energieträger nach Anzahl



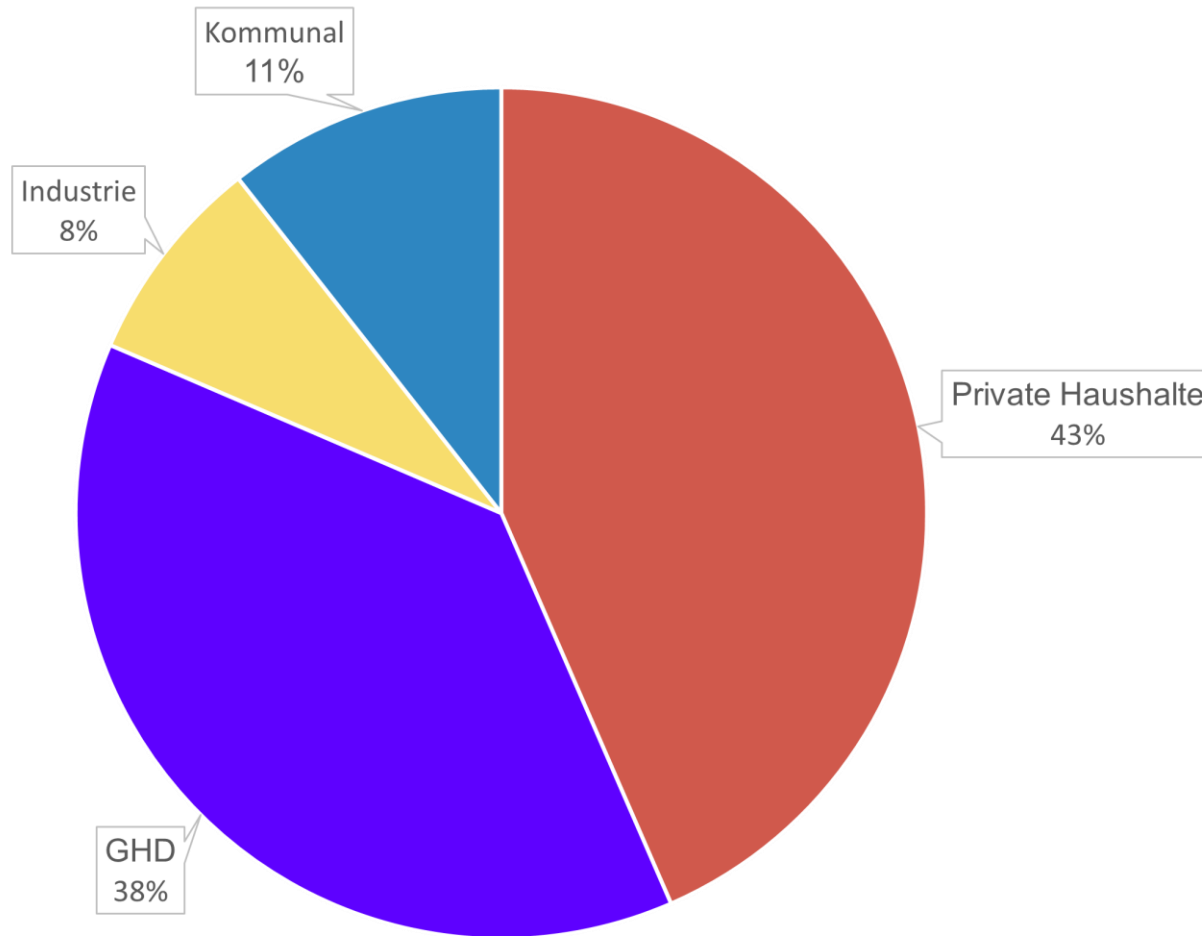
Energieträger im Status quo je Baublock



Energiebilanz Status quo (nach Sektoren)

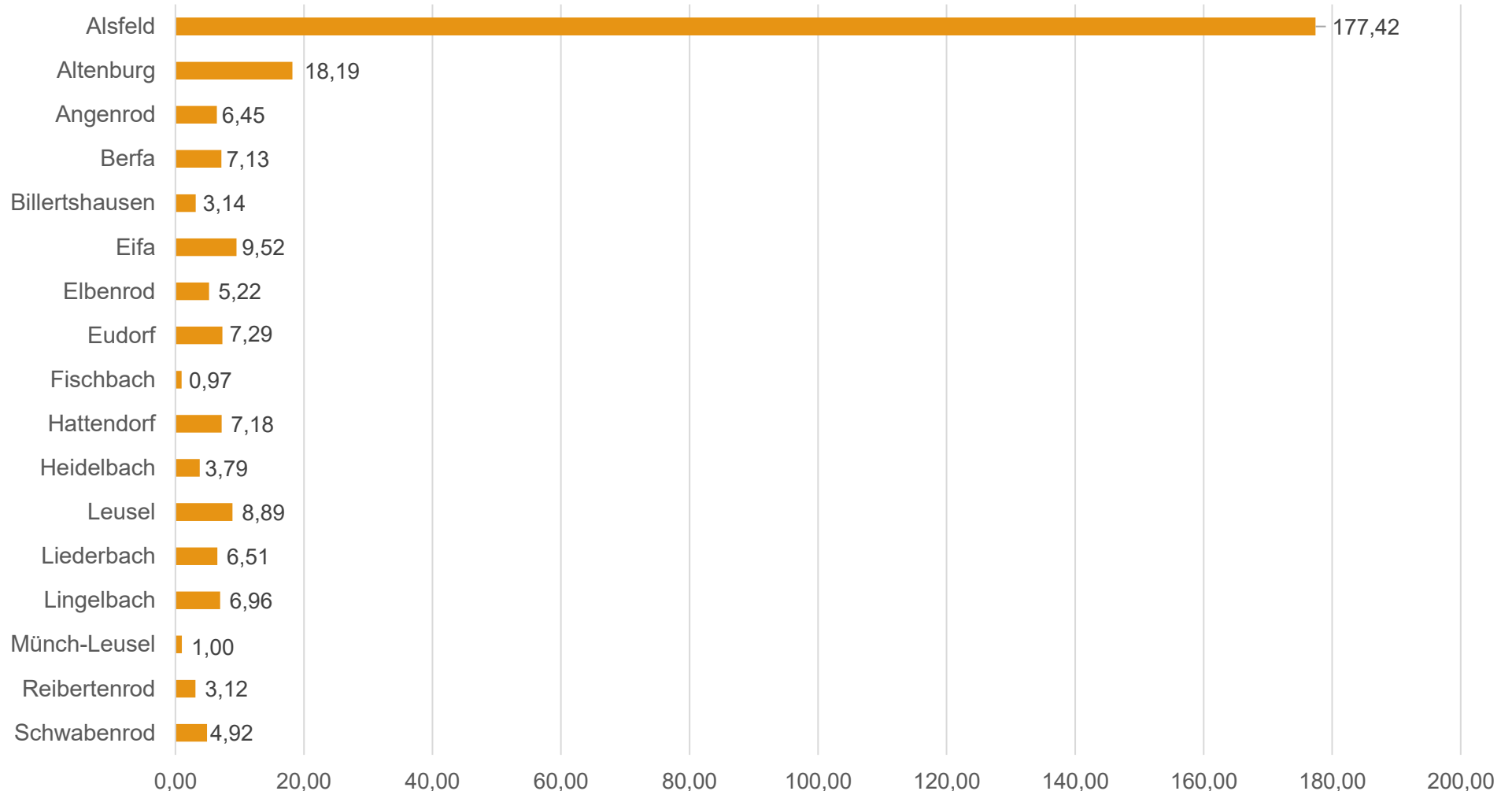
Endenergiemenge nach Sektoren Status Quo

Gesamt:
290,63 GWh/a

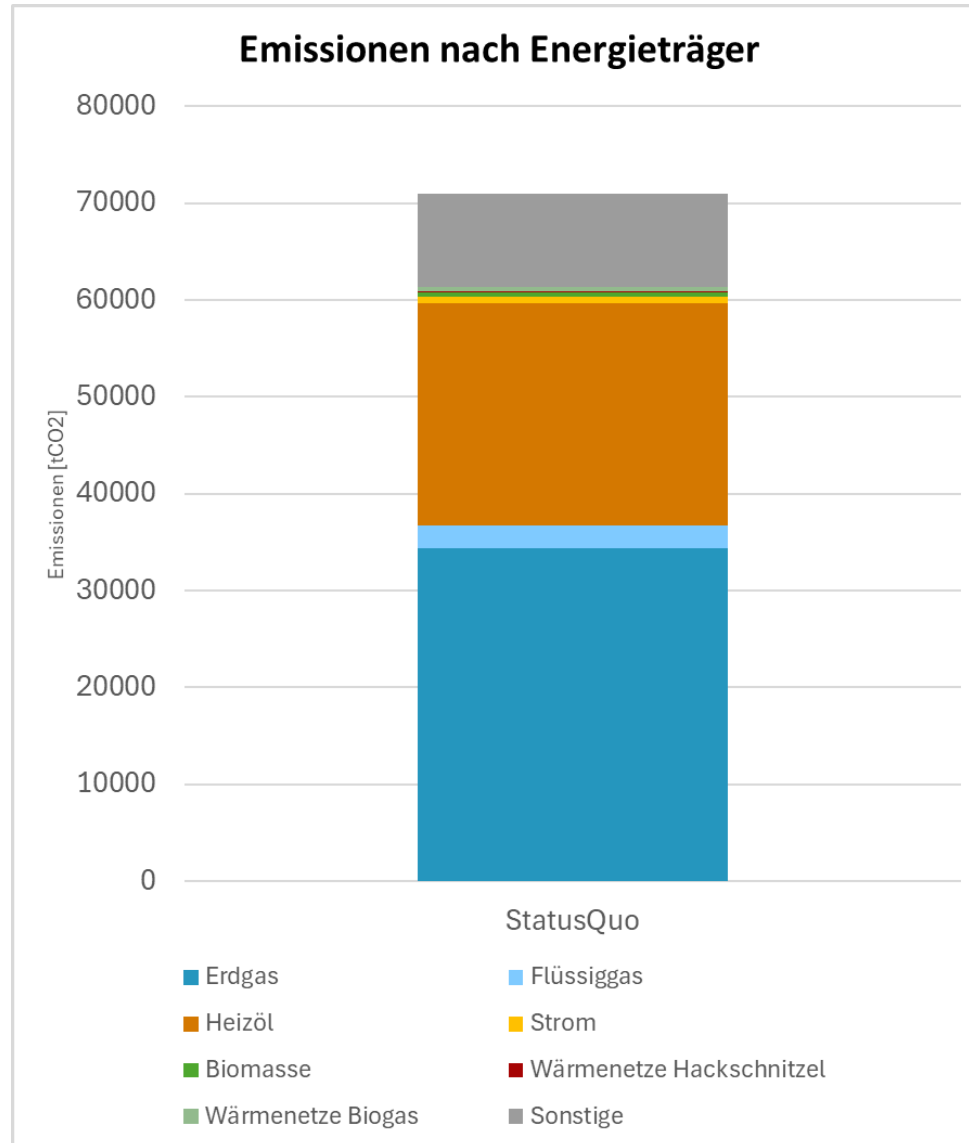


Wärmemenge je Stadtteile

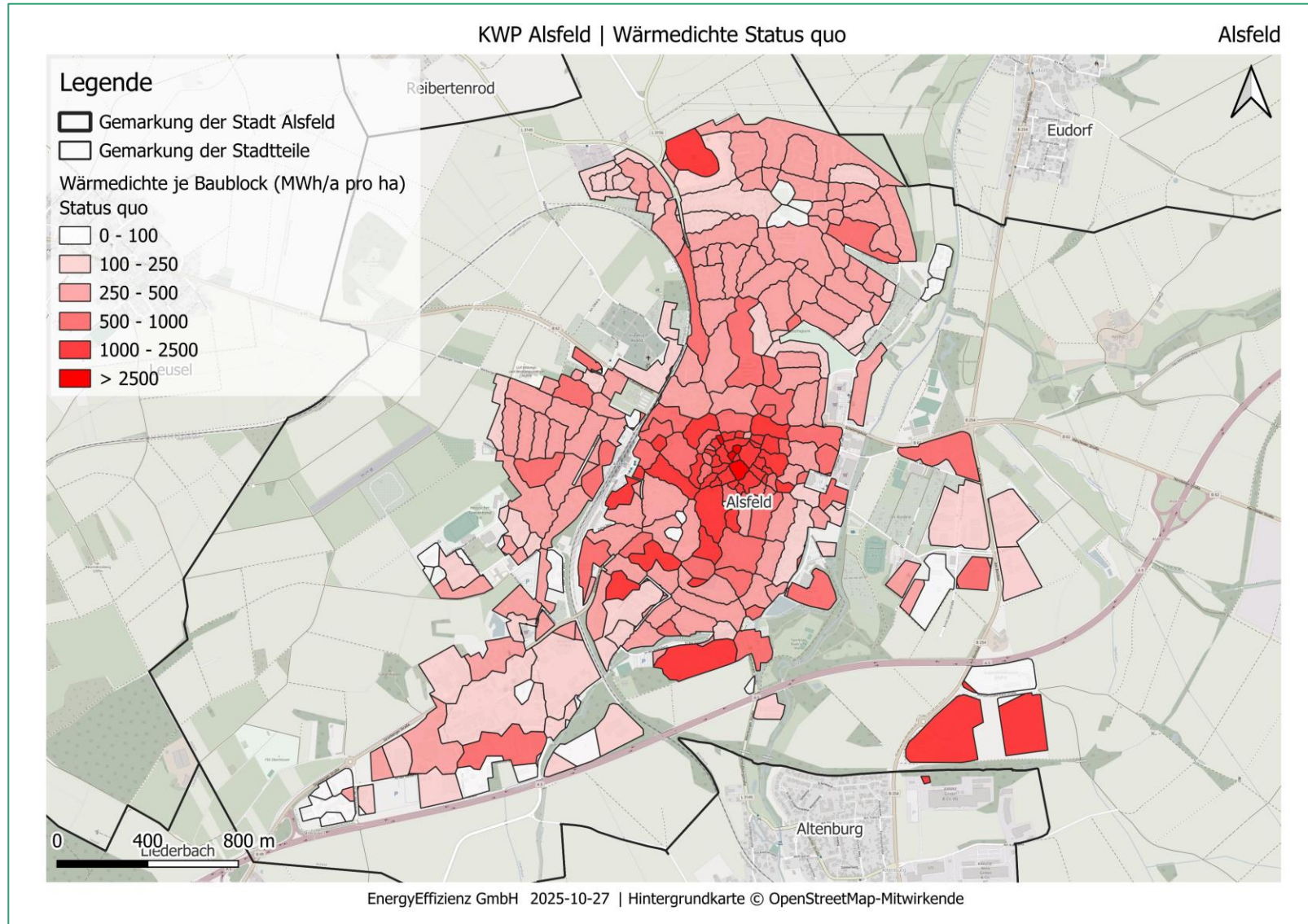
Wärmemenge je Ortsteil [GWh] Status Quo



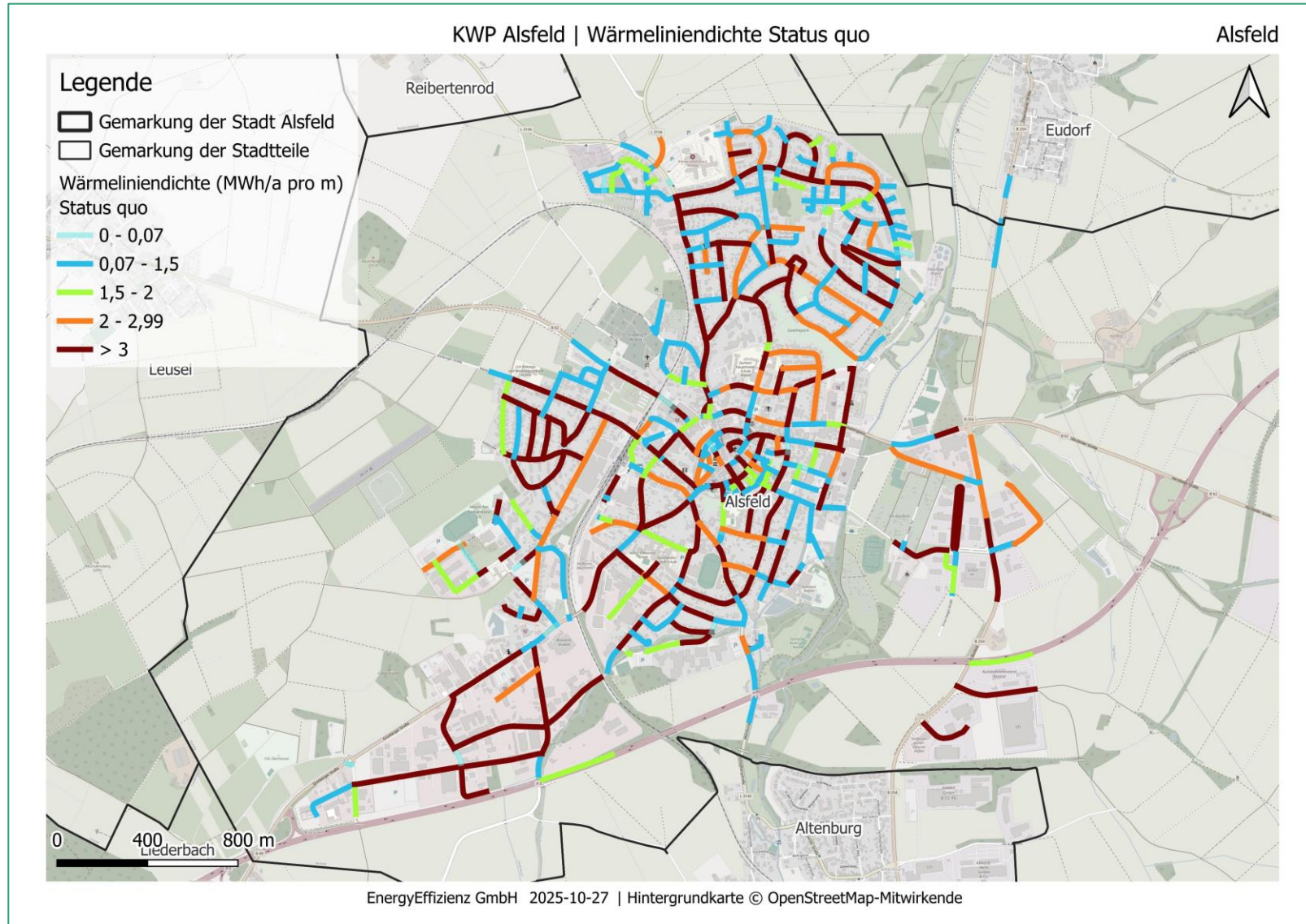
Emissionsbilanz SQ (nach Energieträgern)



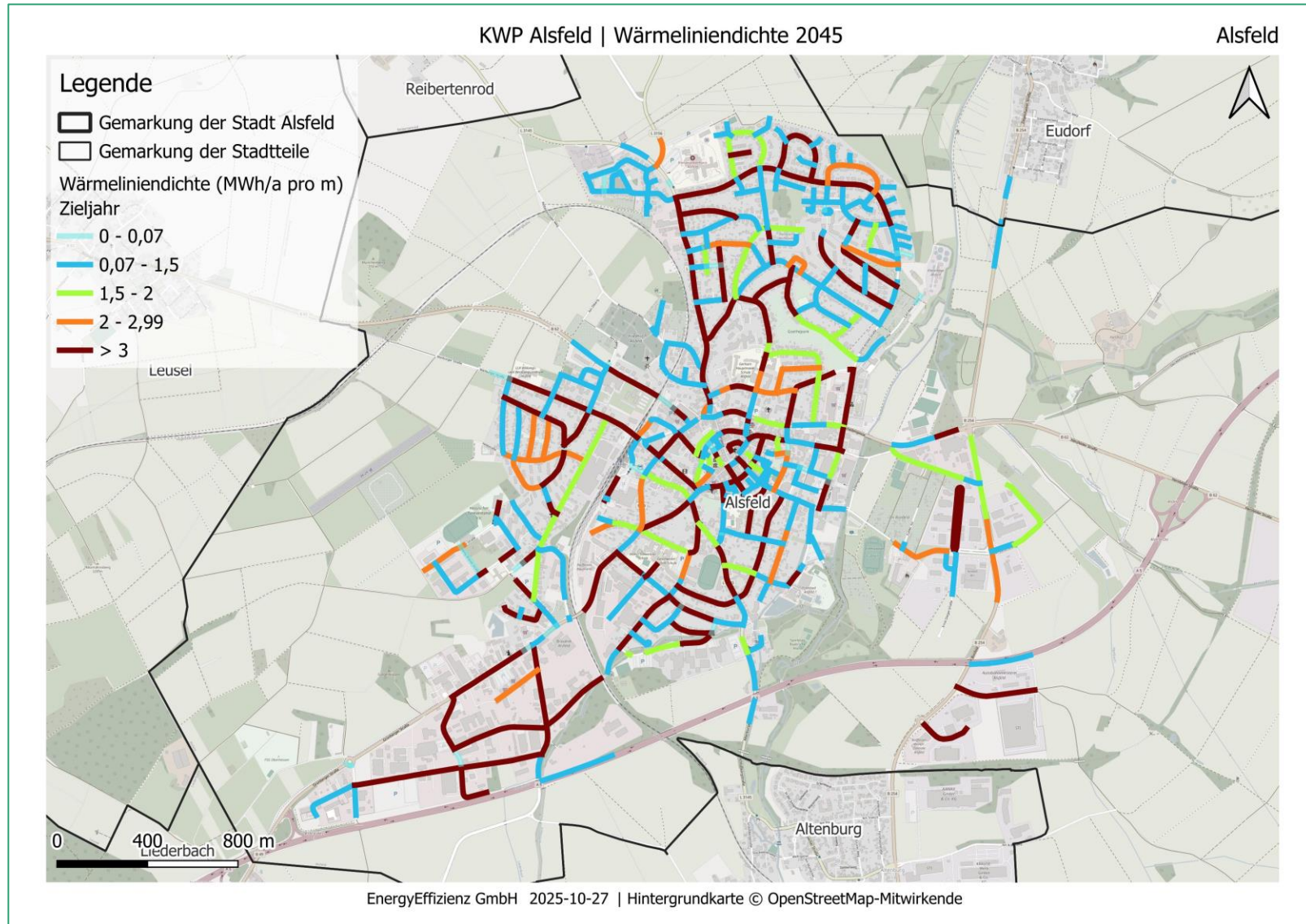
Wärmedichte Status quo je Baublock



Wärmeliniendichte Status quo




Wärmeliniendichte Zieljahr



Potenzialanalyse

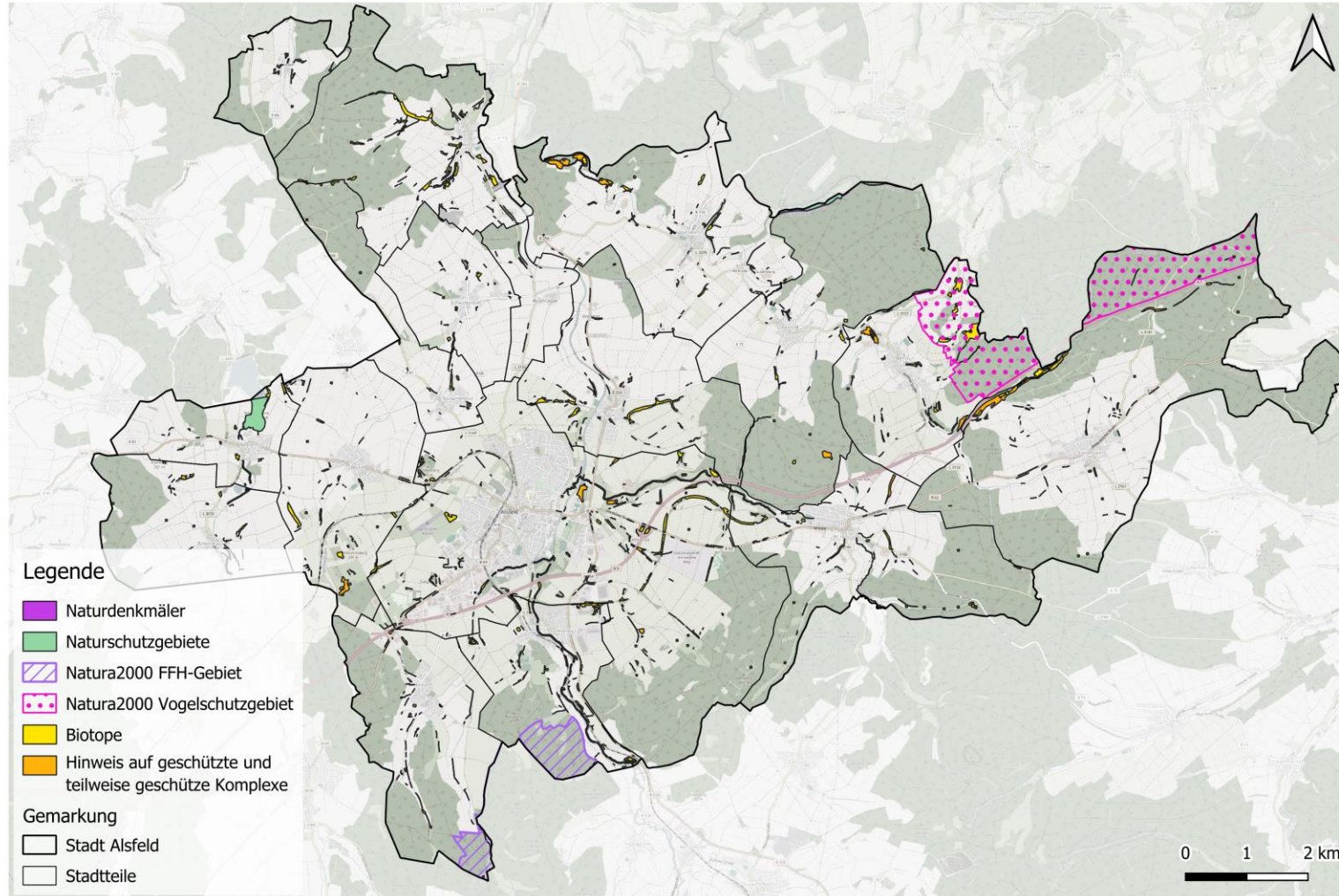


- **Theoretisches Potenzial:** physikalisch vorhanden – zum Beispiel die gesamte Strahlungsenergie der Sonne auf eine bestimmte Fläche.

 **Technisches Potenzial:** Das unter Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten nutzbar ist.

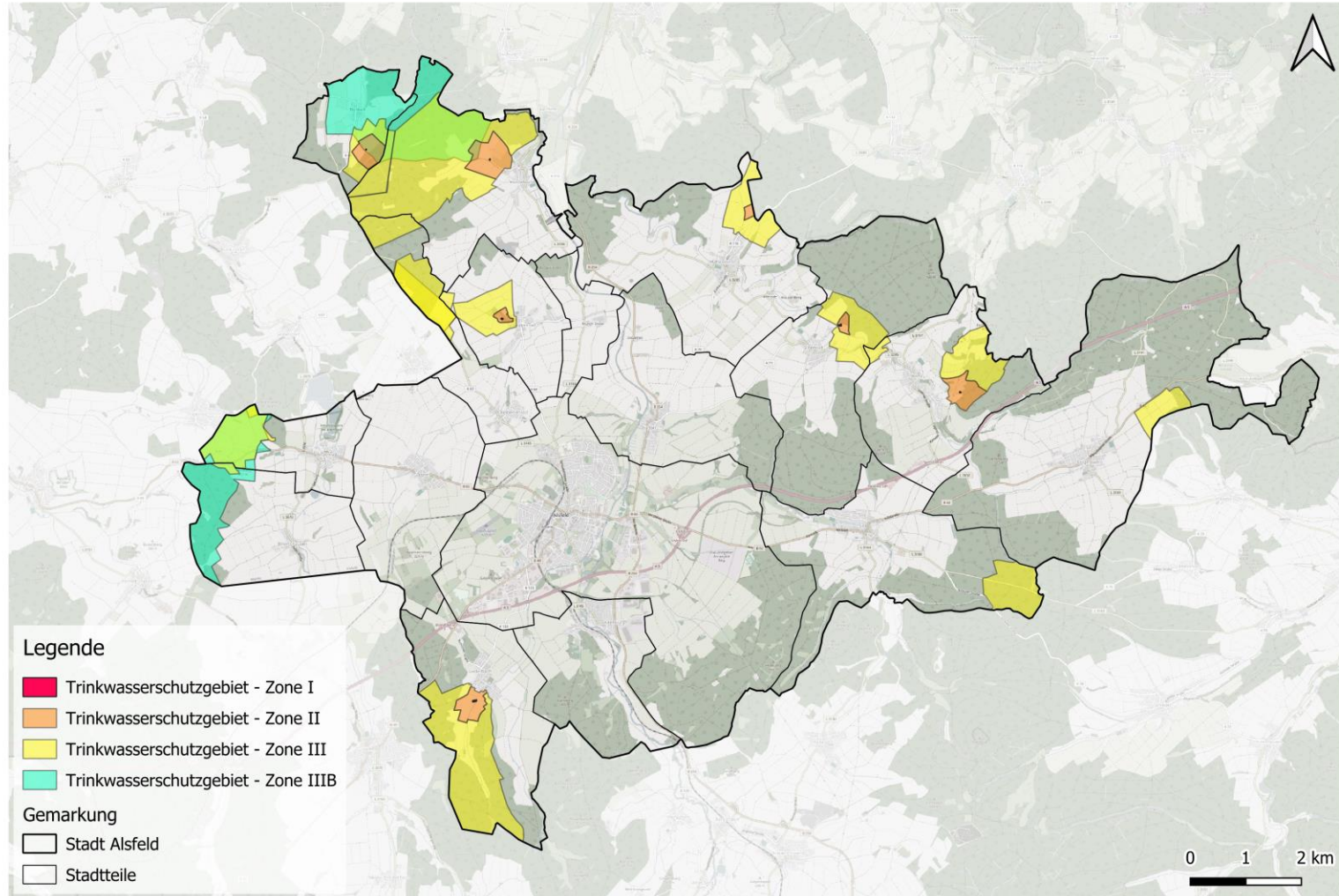
- **Wirtschaftliches Potenzial:** Einbezug von Material- und Erschließungskosten, Betriebskosten und erzielbare Energiepreise.
- **Realisierbares Potenzial:** abhängig von Akzeptanz oder kommunalen Prioritäten.

KWP Alsfeld | Natur- und Artenschutz



EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | © HLNUG, Abteilung Naturschutz, Gießen | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

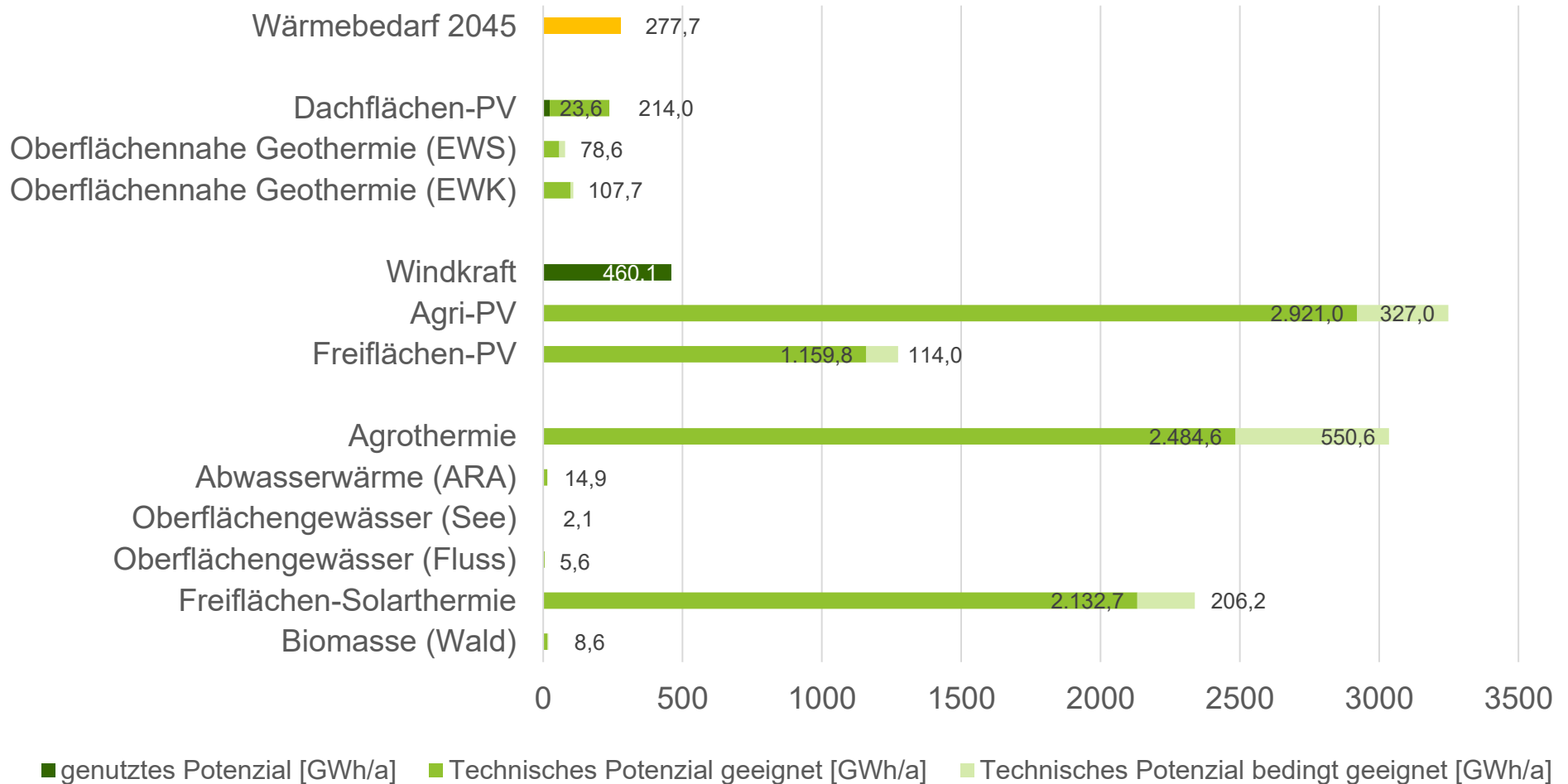
KWP Alsfeld | Wasserschutz



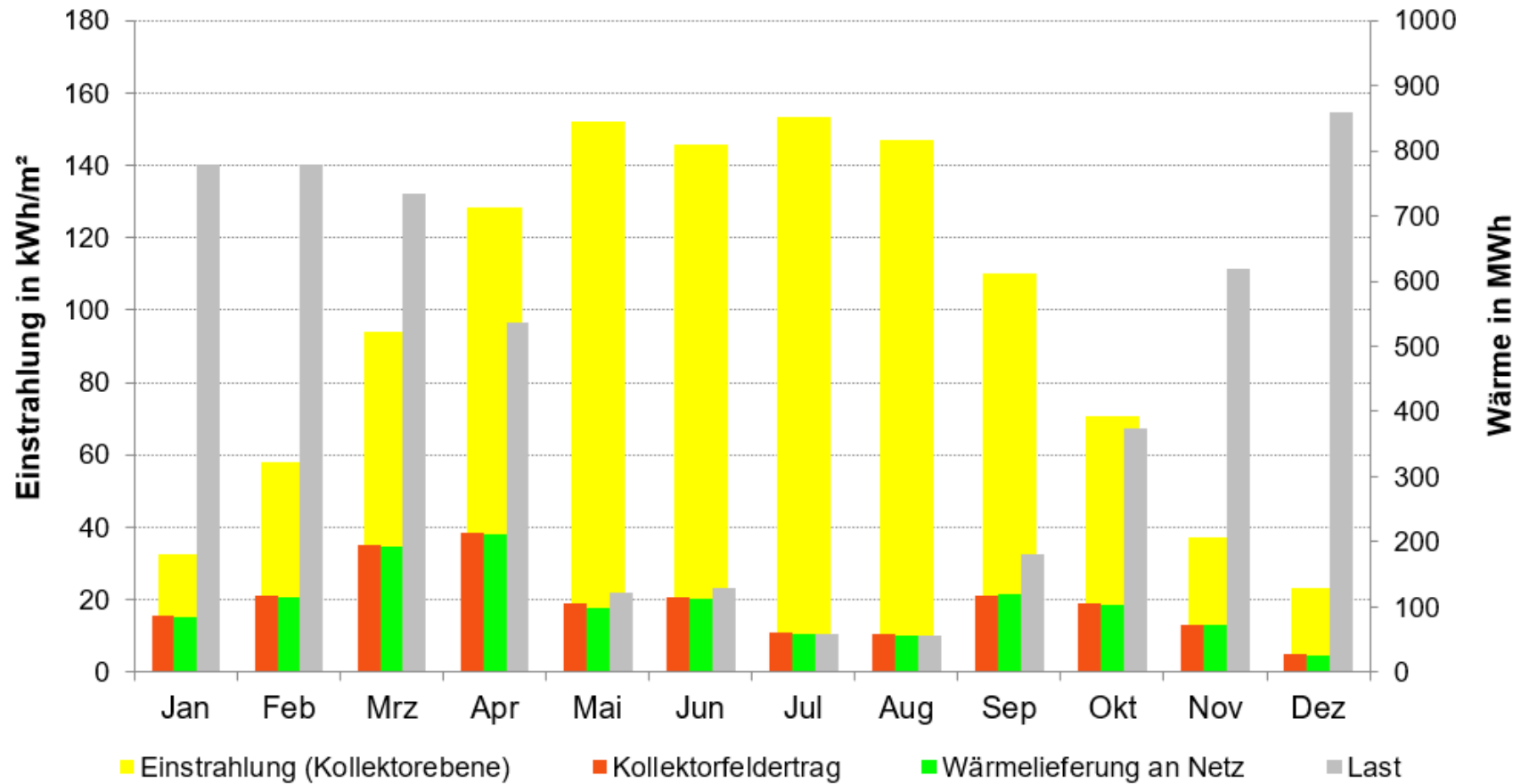
EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | © HLNUG, Abteilung Naturschutz, Gießen | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

- **Gut geeignet** = das technische Potenzial der Fläche kann ohne restriktive Faktoren / rechtliche Einschränkungen genutzt werden und ist aus wirtschaftlicher Sicht anderen Flächen vorzuziehen
- **Geeignet** = das technische Potenzial der Fläche kann ohne restriktive Faktoren / rechtliche Einschränkungen genutzt werden
- **Bedingt geeignet** = restriktive Faktoren können das technische Potenzial einschränken
- **Ungeeignet** = Ausschlusskriterien treffen auf der Fläche zu. Es wird kein technisches Potenzial ausgewiesen

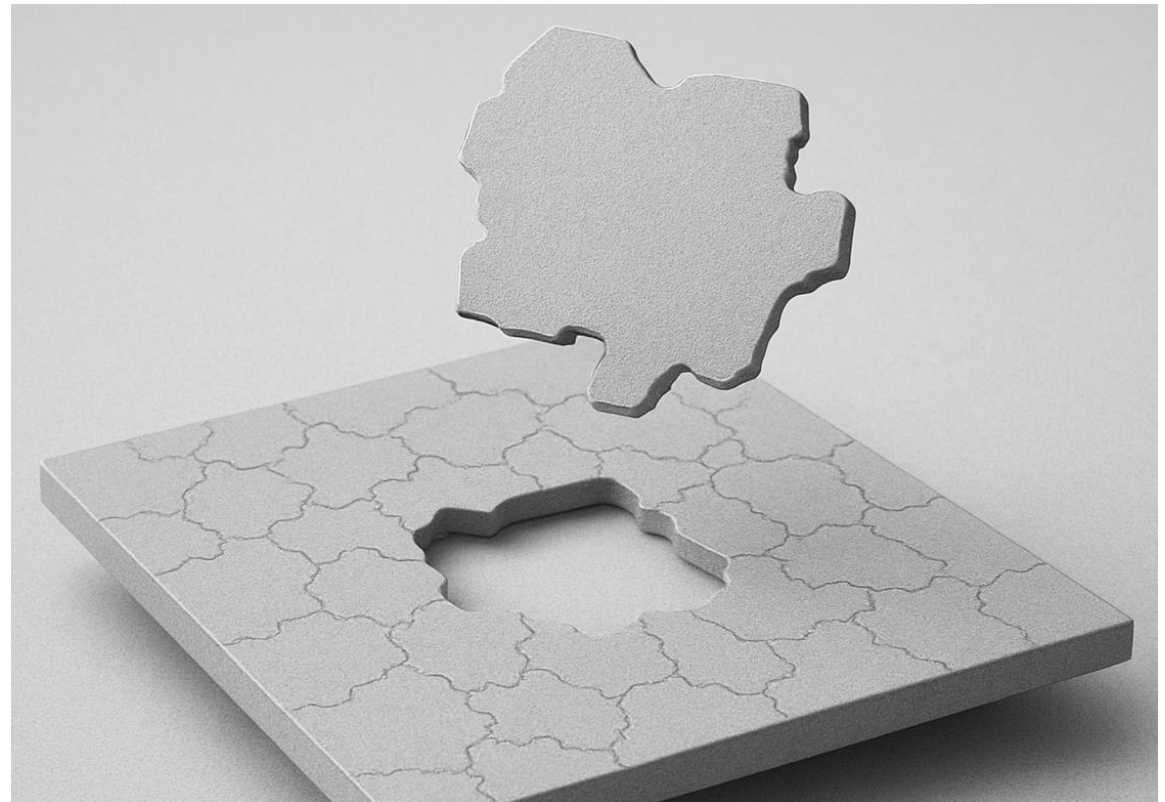
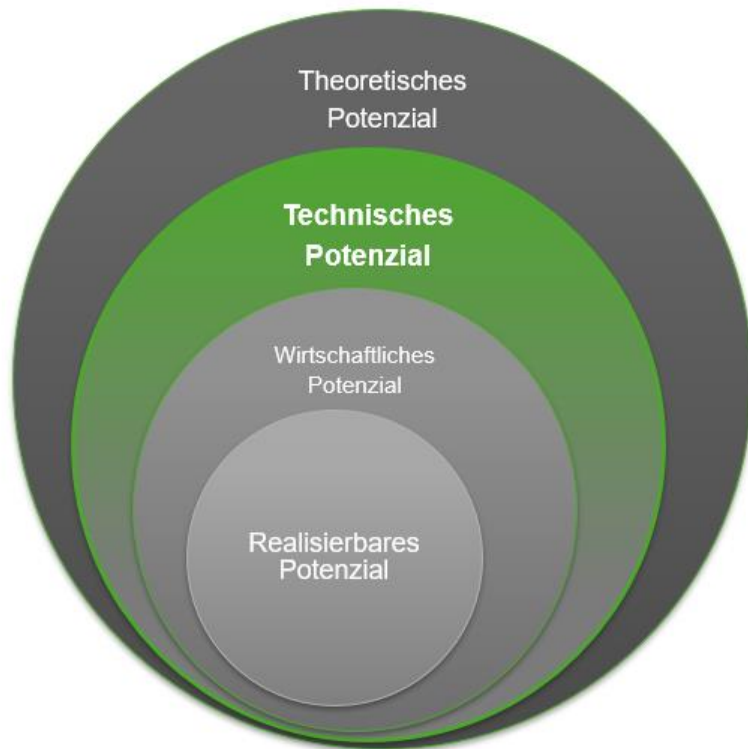
Technisches Potenzial nach Technologie



Wärmelast vs. Solarpotenziale



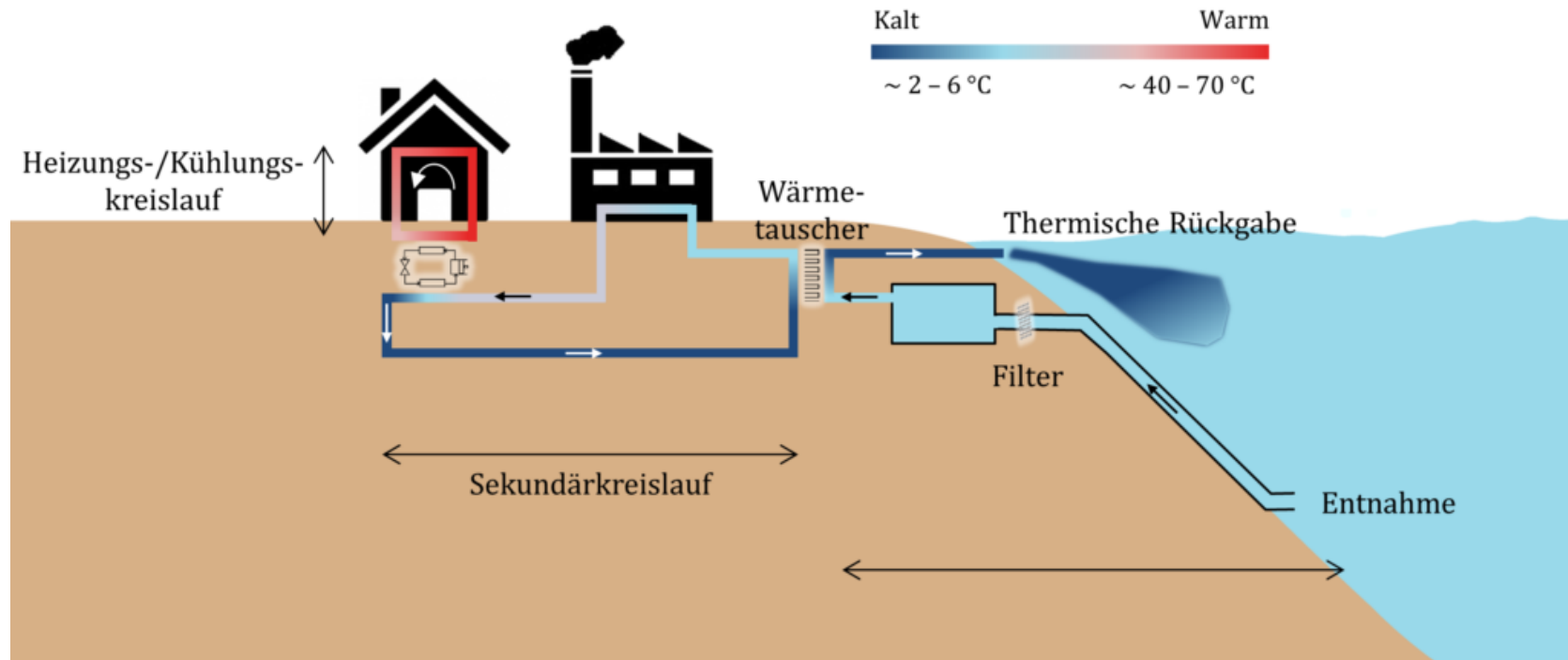
Technisches Potenzial: Das unter Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten nutzbar ist.



Zentrale Potenziale für Wärme



- Geringeres Temperaturniveau des Flusses (schwankend 5 – 25°C) wird durch Wärmepumpe auf höhere Temperatur gehoben
 - Wärmepumpe als Großwärmepumpe in Heizzentrale eines Warmen Wärmenetzes (z.B. in Mannheim)
 - Wärmepumpe in jedem Gebäude → Kaltes Nahwärmenetz



Flussthermie

- Einsatz von Wärmepumpen am Fluss Schwalm in Alsfeld
 - Grundlage: Mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ)
- **Erzeugungsnutzwärme: 2,1 GWh/a**

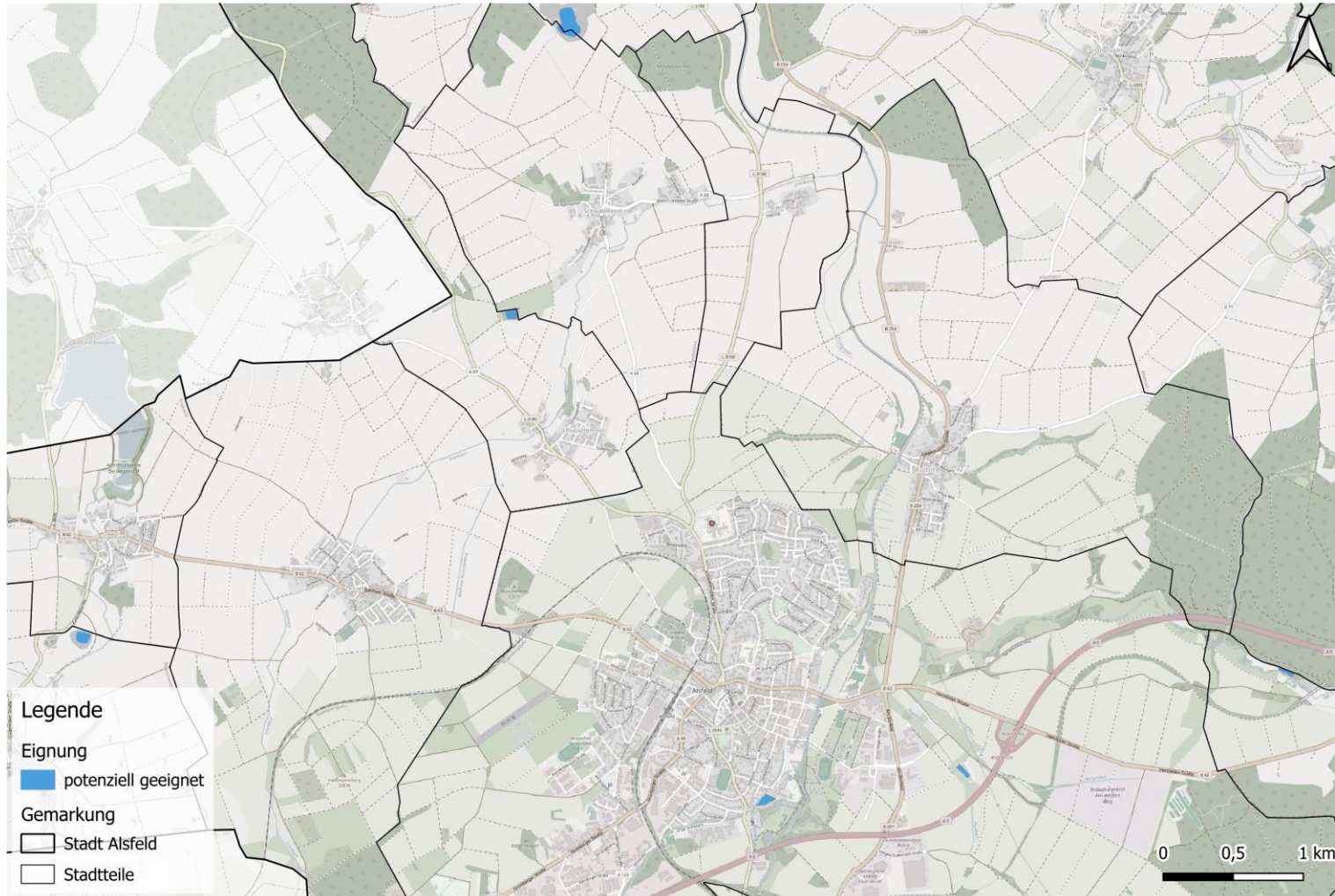
Annahmen:

- Wasserentnahmemenge: 10%
- Abkühlung des verwendeten Wassers: 3K

Seethermie

- Einsatz von Kollektoren am Grund von Seen
 - Grundlage: Größe der Seen
 - Betrachtet wurde der Erlenteich und Gewässer außerhalb des Siedlungsbereichs
- **Erzeugungsnutzwärme: 5,6 GWh/a**

KWP Alsfeld | Potenzialflächen für Seethermie



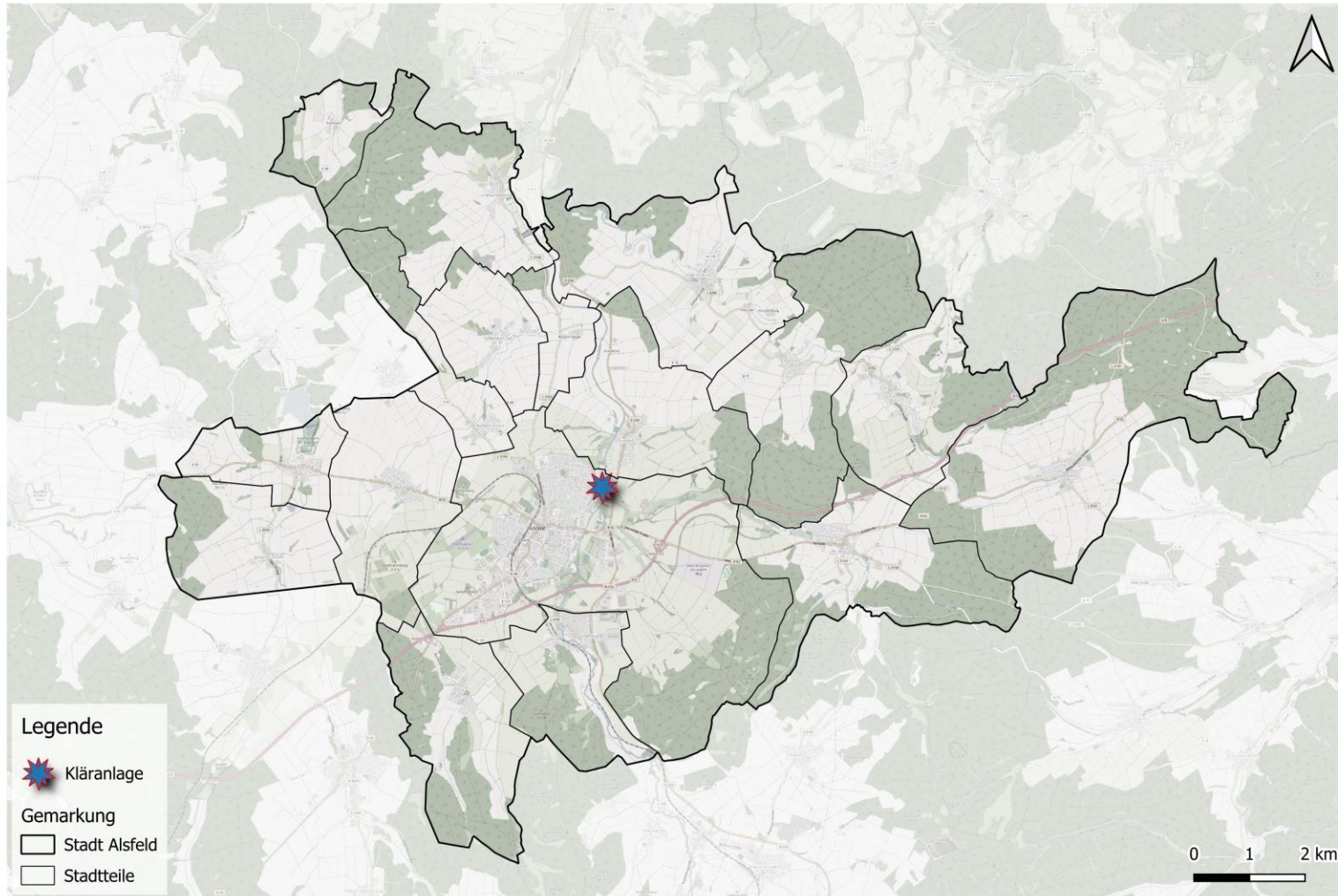
EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

- Abwasser ist im Winter etwa 10 bis 12 °C warm, im Sommer 17 bis 20 °C
- Voraussetzung für die Nutzung:
 - Ab DN 800 ist es wirtschaftlich -> mindestens 8-10 l/s und einem Einzugsgebiet von 7000 Einwohner*innen
 - Entzugsleistung bei 1m Länge und 1m²: 2,5kW (DN 800-1000)
 - +WP-Leistung (COP 4): 3,3 kW Heizleistung
 - Alles muss aber individuell geprüft werden, da Gefälle und Geometrie einen starken Einfluss haben
- **Potenzial Kläranlage: 14,9 GWh/a**



Nutzung von Abwasserwärme

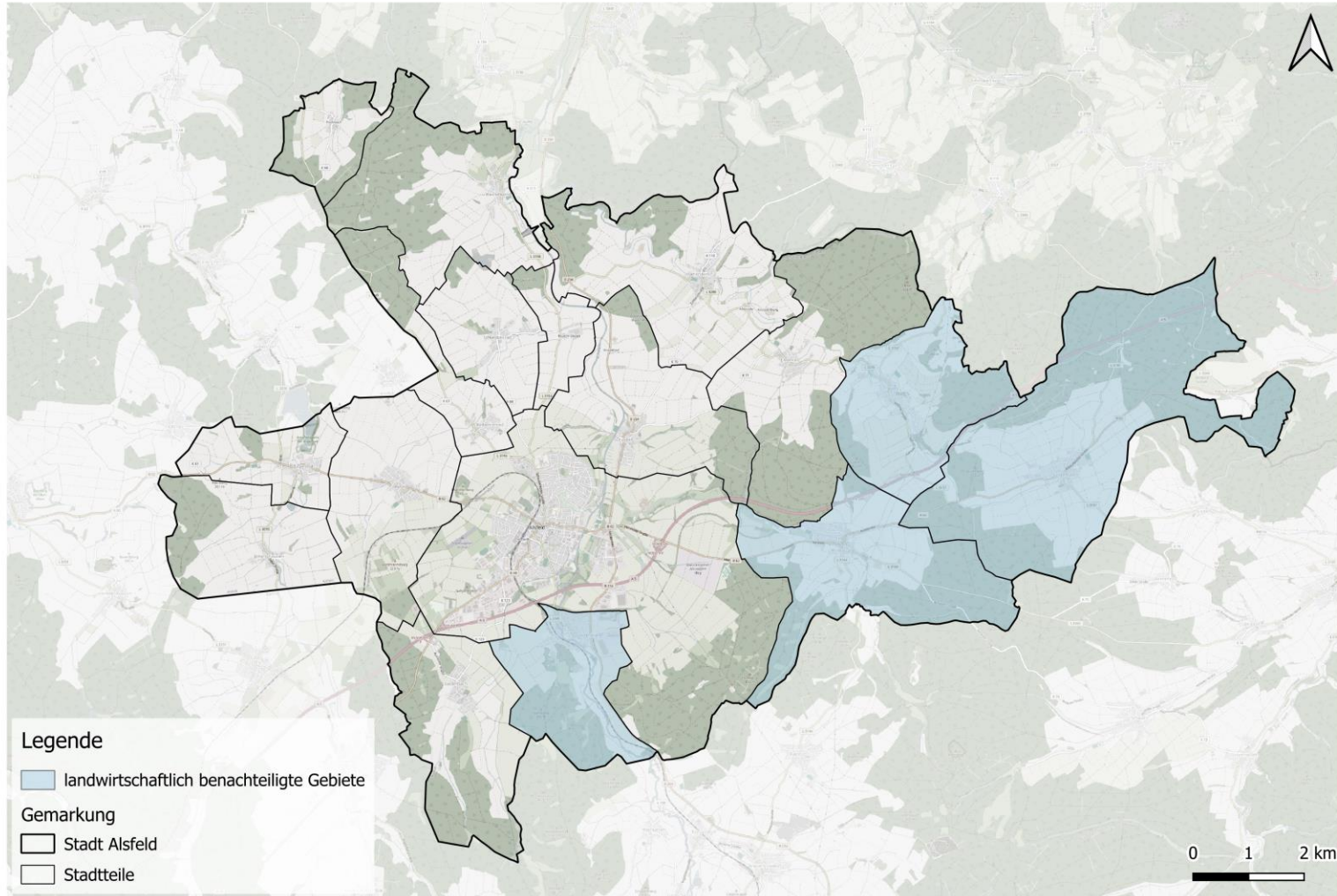
KWP Alsfeld | Abwasserwärme - Kläranlagen



EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete

KWP Alsfeld | Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete



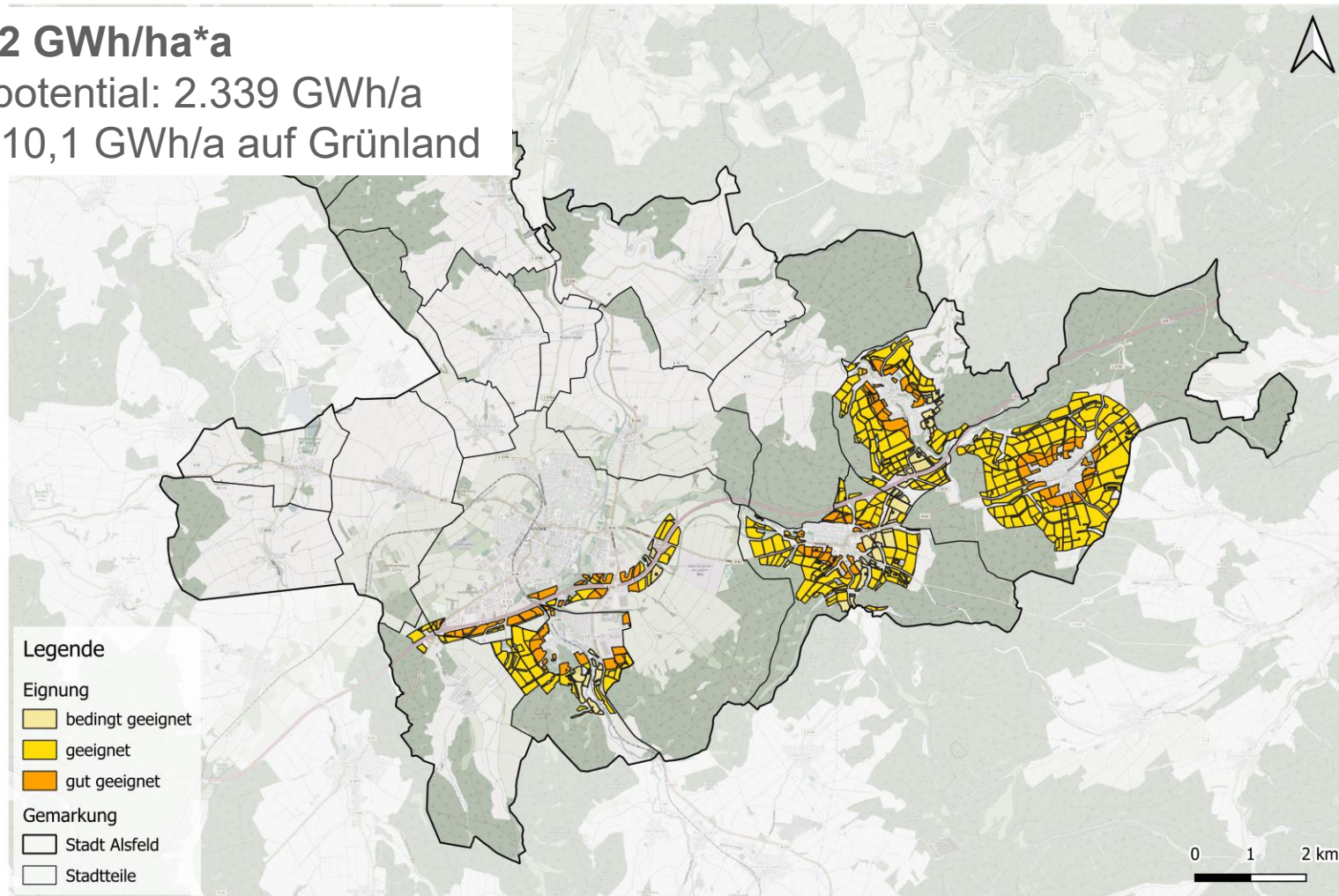
EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

KWP Alsfeld | Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermie

Faktor: 2 GWh/ha*a

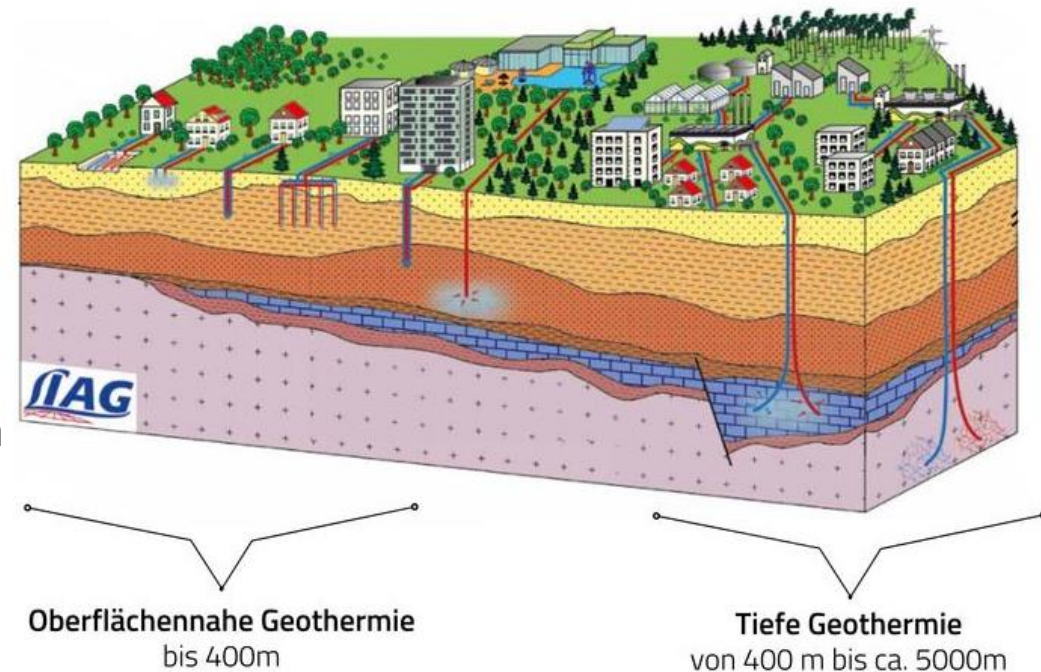
Gesamtpotential: 2.339 GWh/a

Davon 410,1 GWh/a auf Grünland



EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

- **Geothermie** – Bezeichnet die unter der Erdoberfläche vorhandene Wärmeenergie, die der Mensch durch verschiedene Verfahren erschließen und für sich nutzbar machen kann.
- Unterschieden wird zwischen:
 - **Oberflächennahe Geothermie**
 - ➔ Erdwärmekollektoren
 - ➔ Thermische Brunnenanlagen
 - ➔ Erdwärmesonden & Erdwärmesondenfelder
 - ➔ Energiepfähle
 - **Tiefengeothermie**
 - ➔ Tiefe Erdwärmesonden
 - ➔ Hydrothermale Tiefengeothermie



... beschreibt die Nutzung von Erdwärme unter einer Ackerfläche

- Erdkollektoren mit Verlegetiefe von 2 bis 3 Metern
- Unterschiedliche Technologien zur Verlegung der Kollektoren
- Temperaturen sind niedriger als bei anderen Energieträgern und schwanken mehr als bei Erdwärmesonden
- Baurechtlich keine Umwidmung notwendig

→ Temperaturen sinken allerdings nie unter 0 °C → effizienter als Luft

→ Besonders geeignet für einen Betrieb eines kalten Nahwärmenetzes

→ auch eine Einbindung in ein warmes Nahwärmenetz wäre möglich, allerdings weniger effizient



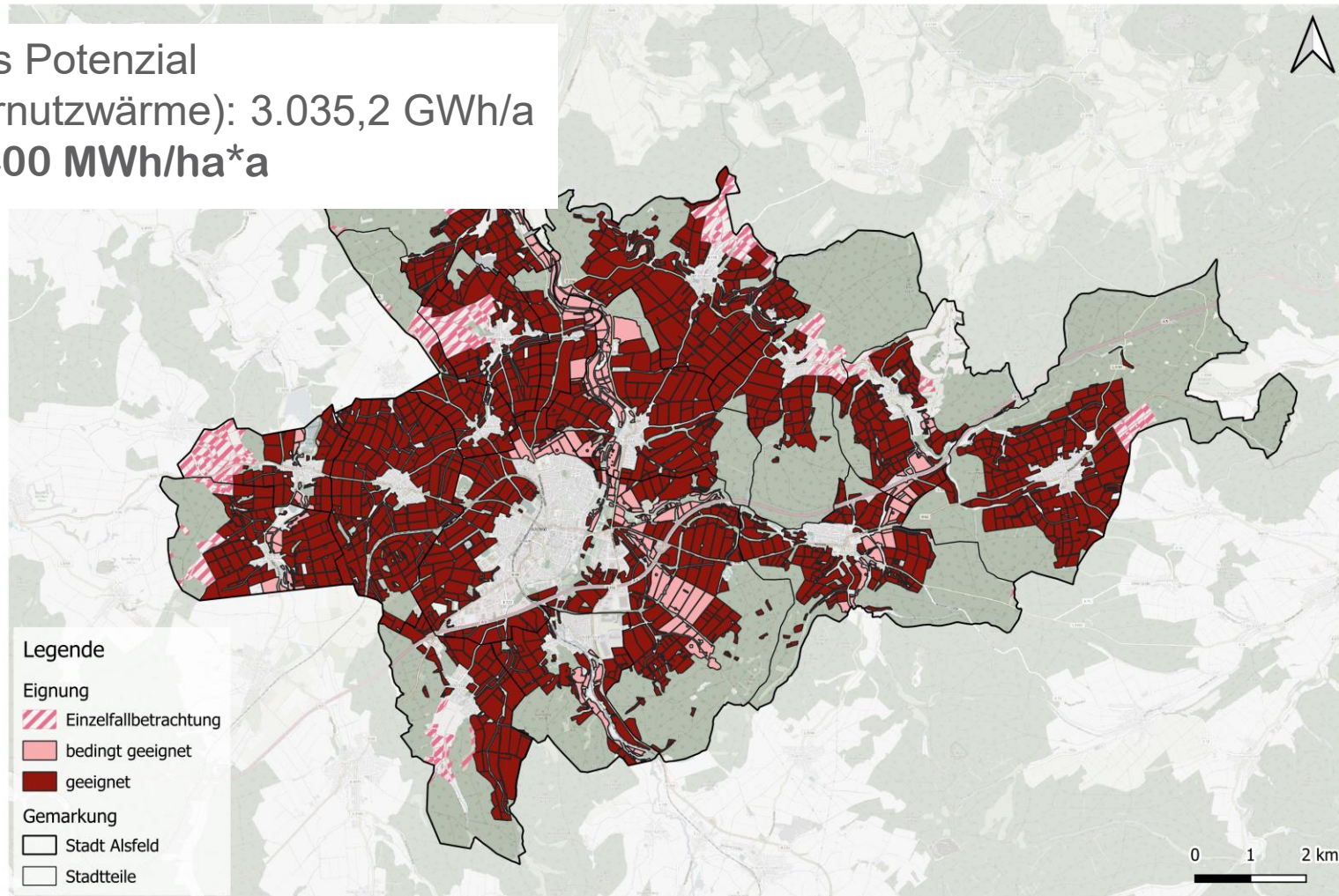
Agrothermie – Beispiel: Bad Nauheim

Insbesondere für
Wasserschutzgebiete der Zone 3
geeignet, in denen keine
Erdwärmesonden möglich sind

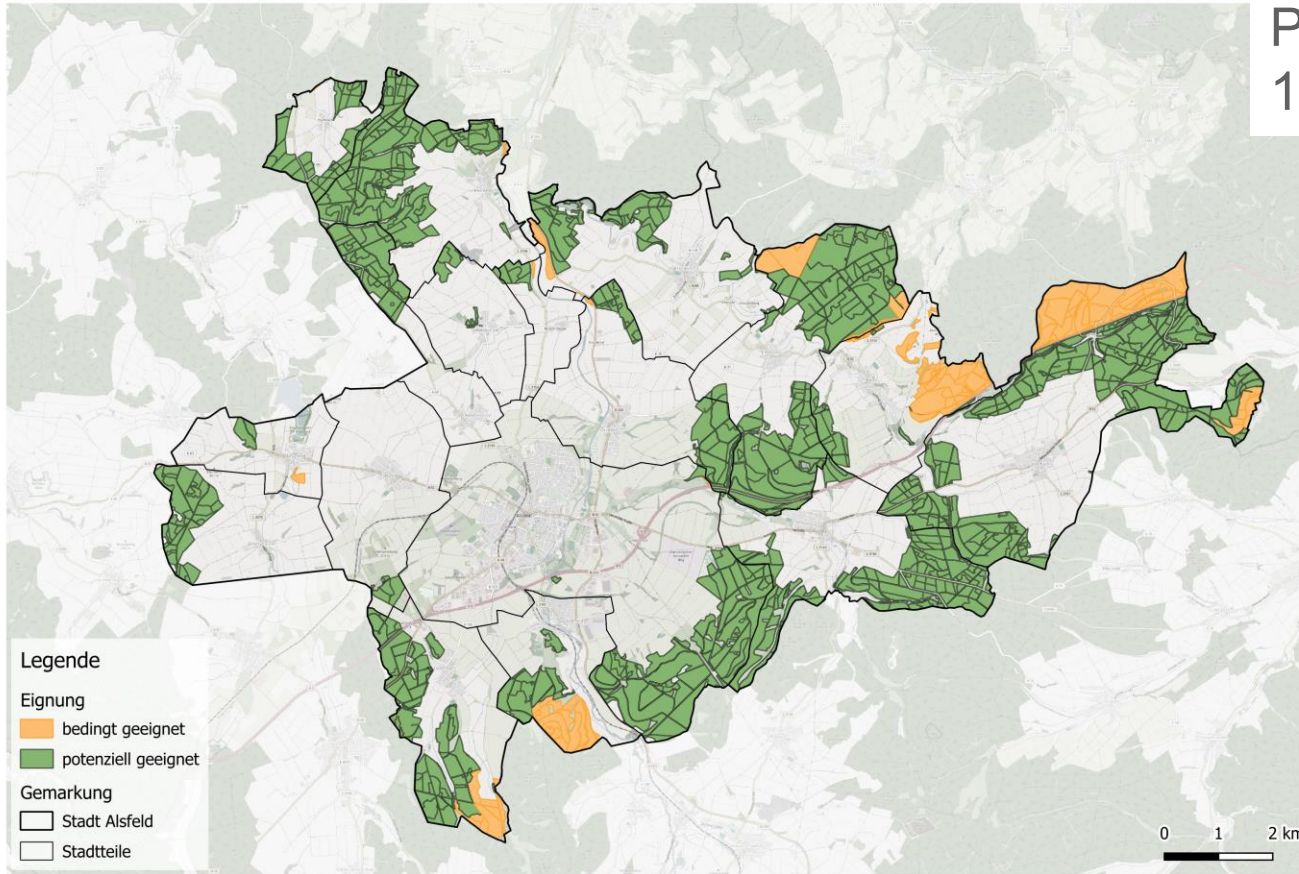


KWP Alsfeld | Potenzialflächen für Agrothermie

Gesamtes Potenzial
(Erzeugernutzwärme): 3.035,2 GWh/a
Faktor: 400 MWh/ha*a



KWP Alsfeld | Potenzialflächen für Biomasse



EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

Potenzial aus Holzresten:
18,6 GWh/a

Biomasse- Produktion:

Sorten

Energieholz

Industrieholz

Stammholz

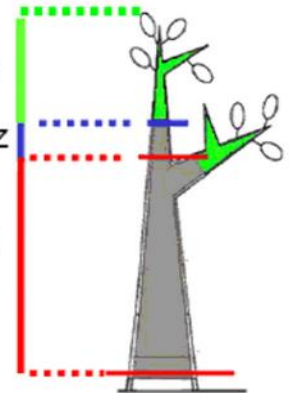


Abb. 1: Herkömmliche Aushaltungsvariante.

Zentrale Potenziale für Strom



Agri-PV



- Landwirtschaftliche Fläche bleibt erhalten
- Landwirtschaft ist und bleibt Hauptnutzung
- Doppelte Ernte: Solarenergie wird zusätzlich gewonnen
- Keine Umwidmung notwendig
- Keine Umzäunung nötig

Freiflächen-Photovoltaik



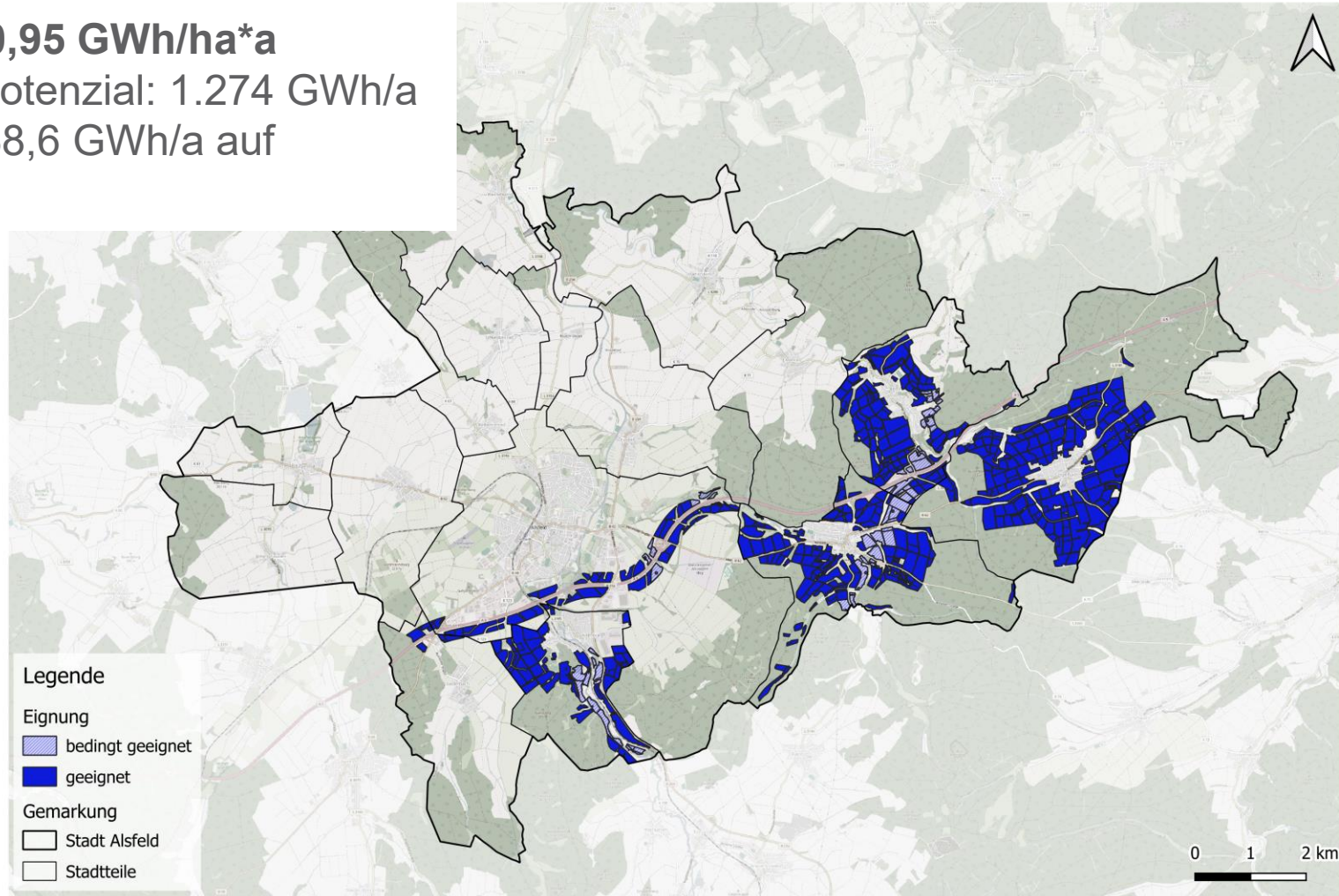
- Fläche für landwirtschaftliche Nutzung nicht mehr verfügbar
- Hauptnutzung ist Energiegewinnung
- Umwidmung zum Gewerbegebiet notwendig
- Gelände wird eingezäunt

Quelle: www.agrosolareurope.de

KWP Alsfeld | Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik

Faktor: 0,95 GWh/ha*a

Gesamtpotenzial: 1.274 GWh/a
davon 238,6 GWh/a auf
Grünland

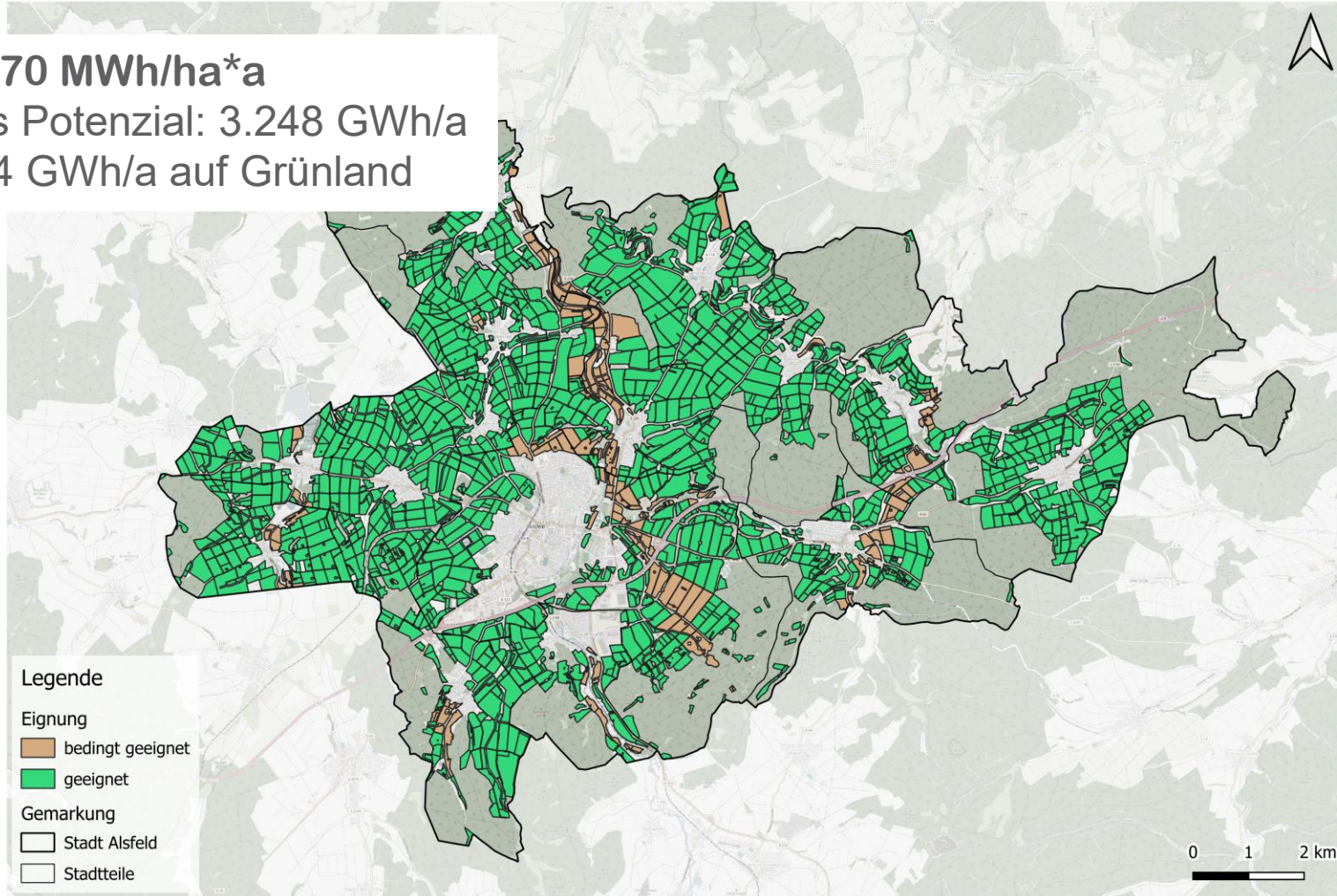


EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

KWP Alsfeld | Potenzialflächen für Agri-Photovoltaik

Faktor: 570 MWh/ha*a

Gesamtes Potenzial: 3.248 GWh/a
davon 524 GWh/a auf Grünland



EnergyEffizienz GmbH 2025-10-28 | Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende

Dezentrale Potenziale



Weiche Restriktionen:

- Abstandsflächen zu Grundstücksgrenze bzw. benachbarten Gebäuden unterschritten
- Flächen wurden als „bedingt geeignet“ angenommen

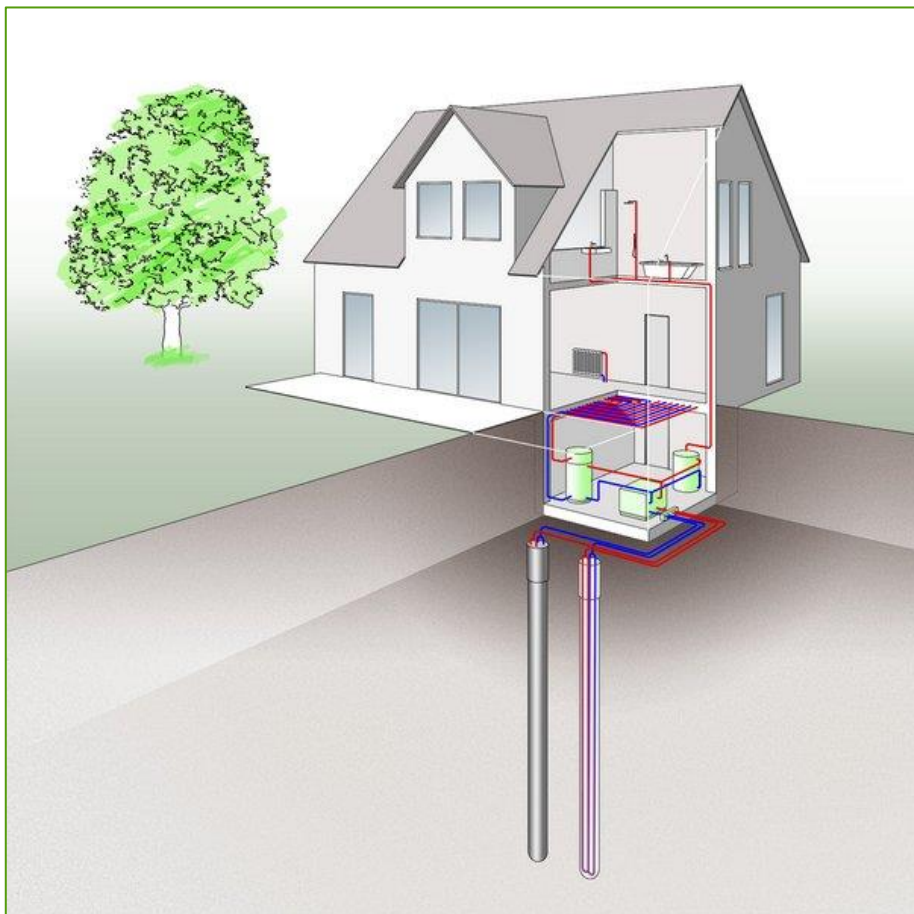
Potenzial theoretisch unerschöpflich

- Keine Angabe eines quantitativen Potenzials

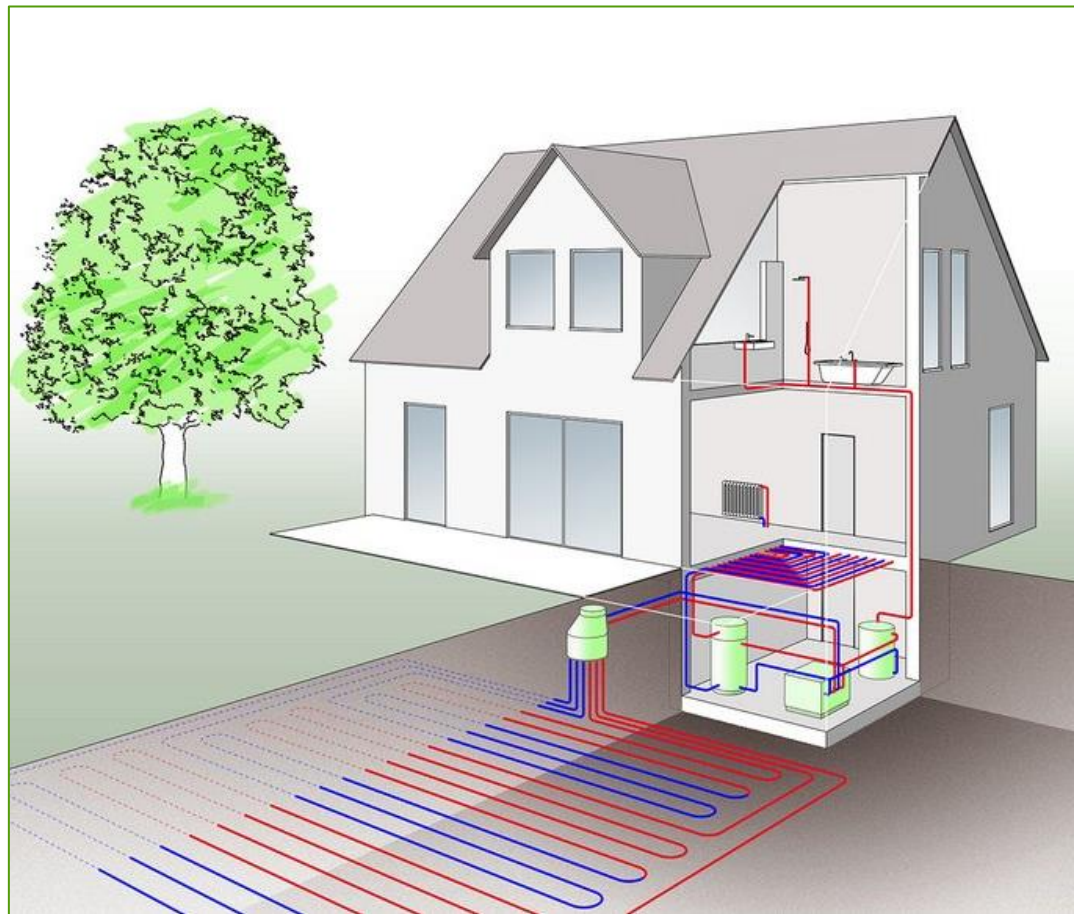
Quelle: Flurstücke aus ALKIS-Daten (intern)

Funktionsweise Erdwärmesonde/ -kollektoren

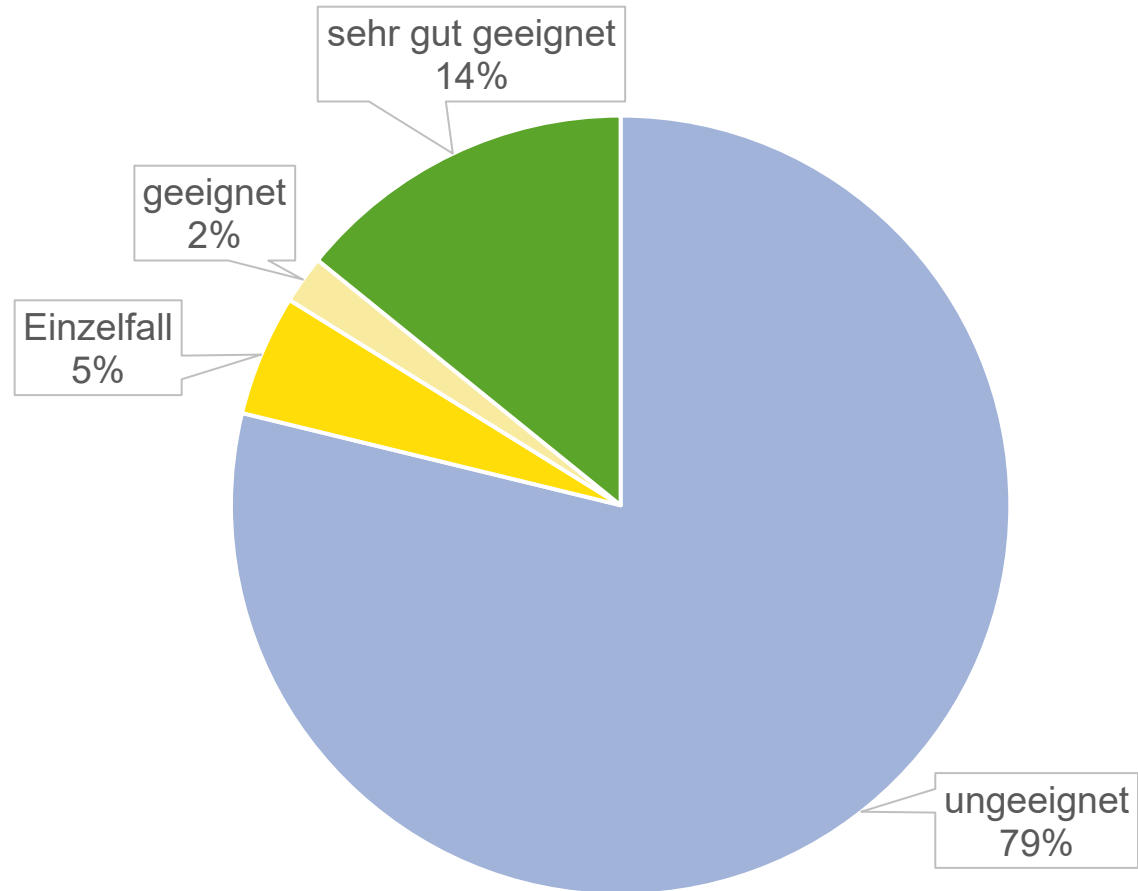
Erdwärmesonde



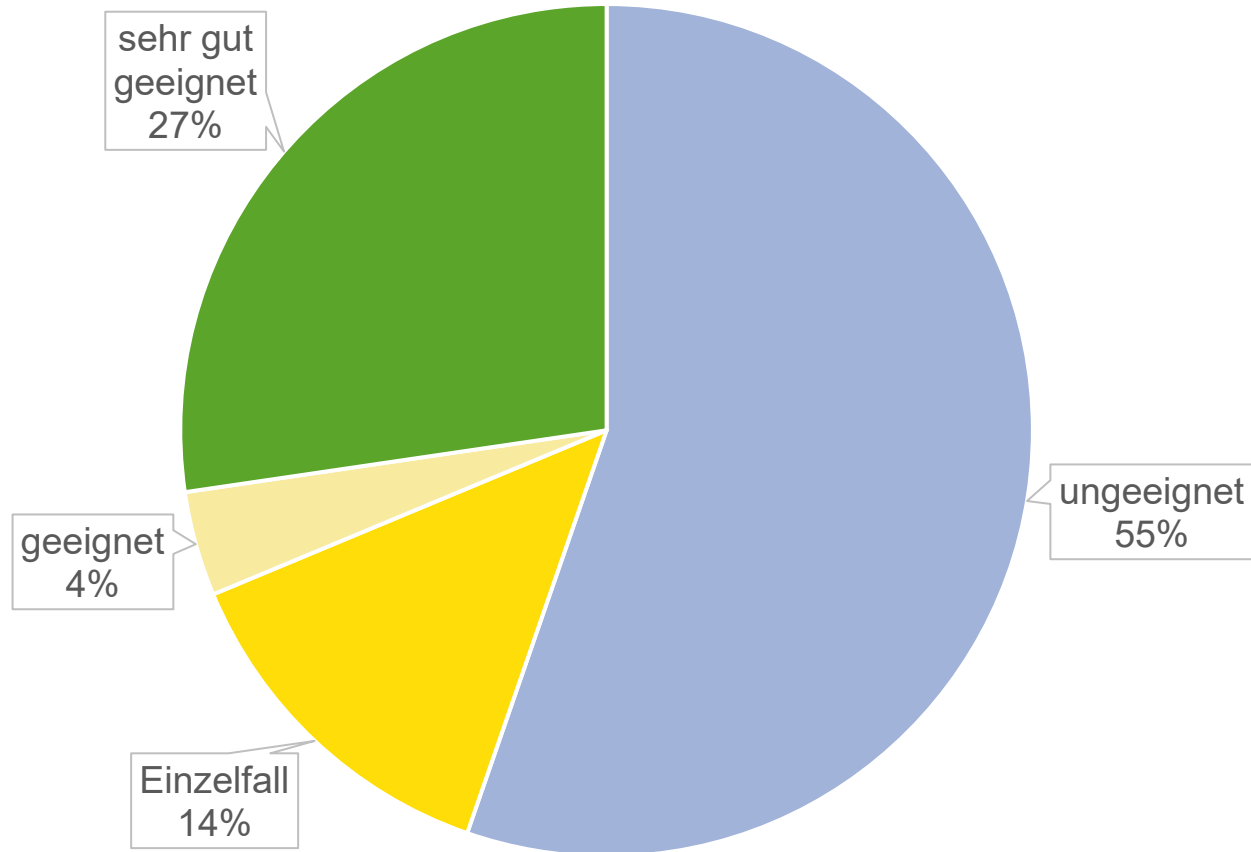
Erdwärmekollektor



Erdwärmesonden Eignung in %



Eignung von Erdwärmekollektoren in %



PV:

- Anzahl der möglichen PV-Anlagen: 14.449
- **Potenzial Stromertrag Ausbau: 214 GWh/a**

Quelle: Solarkataster LEA Hessen

- **Dez. 2025:** Erarbeitung Zielszenario
- **Jan. 2026:** Erarbeitung Umsetzungsstrategie
- **Jan/Feb 2026:** 2. Öffentliche Veranstaltung: Vorstellung der Endergebnisse + Auslage des Endberichts
- **März 2026:** Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung

Fragen und Diskussion



Gemeinsam die Energiewende gestalten!



Romina Hafner
Projektingenieur



Dr. Hans Henniger
Projektingenieur

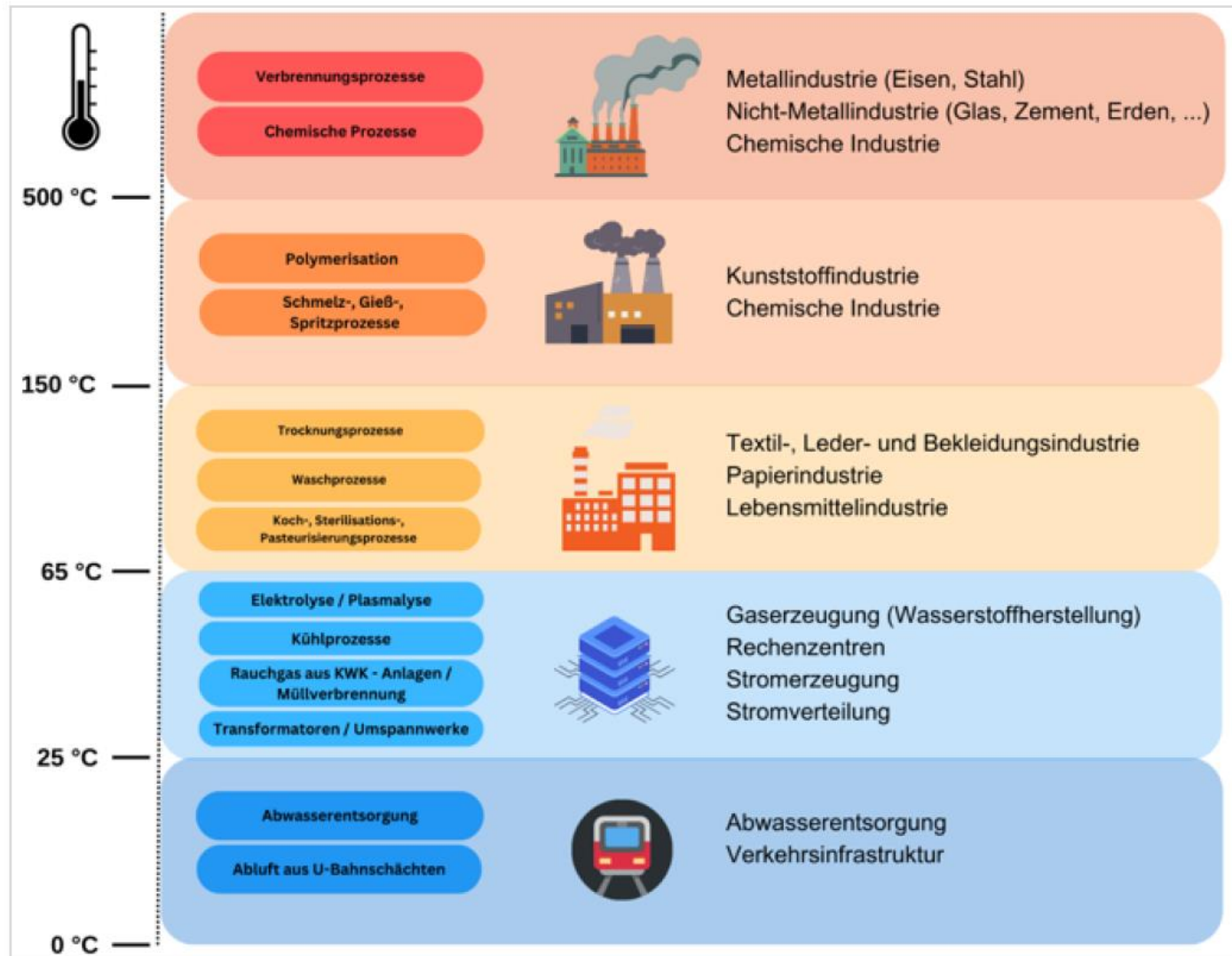
Tel.: 06206 - 30312733
Mail: r.hafner@e-eff.de



Backup



Industrielle Abwärme



Ifeu, 2023

- Geeignete Unternehmen bzw. Produktionsbereiche:
 - Energieintensive Produktion/Industrie
 - Kühlprozesse (z.B. Krankenhäuser, Rechenzentren)
 - Rauchgas aus KWK-Anlagen / durch Müllverbrennung
- Rückmeldung Fragebogenaktion von 19 Unternehmen erhalten, davon haben 2 Unternehmen ein Abwärmepotenzial angegeben
- Plattform für Abwärme des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gibt für ein weiteres Unternehmen Abwärmepotenzial an
- Jedoch besteht bei keinem Unternehmen die Bereitschaft, Abwärme abzukoppeln
- **Kein Potenzial vorhanden**

Bevorzugt nach EEG:

- Seitenstreifen
 - 500 m breiter Seitenstreifen entlang mehrgleisiger Schienen und Autobahnen
Hinweis: 200 m davon sind planungsrechtlich privilegiert
- Konversionsflächen und bereits versiegelte Flächen
- Nach Landesordnung benachteiligte Acker- und Grünflächen
 - Flächen, die gemäß der Bestimmung des Bundeslandes aufgrund von schlechter Bodenqualität, klimatischen Bedingungen oder topografischen Gegebenheiten für die landwirtschaftliche Nutzung weniger geeignet sind
- Max. 1000 Meter Abstand zur Siedlungsfläche (Einbindung in Wärmenetz)
→ Technisches Flächenpotenzial (geeignet)
- Max. 200 Meter Abstand zur Siedlungsfläche (Einbindung in Wärmenetz)
→ Technisches Flächenpotenzial (gut geeignet)

Ausschlusskriterien:

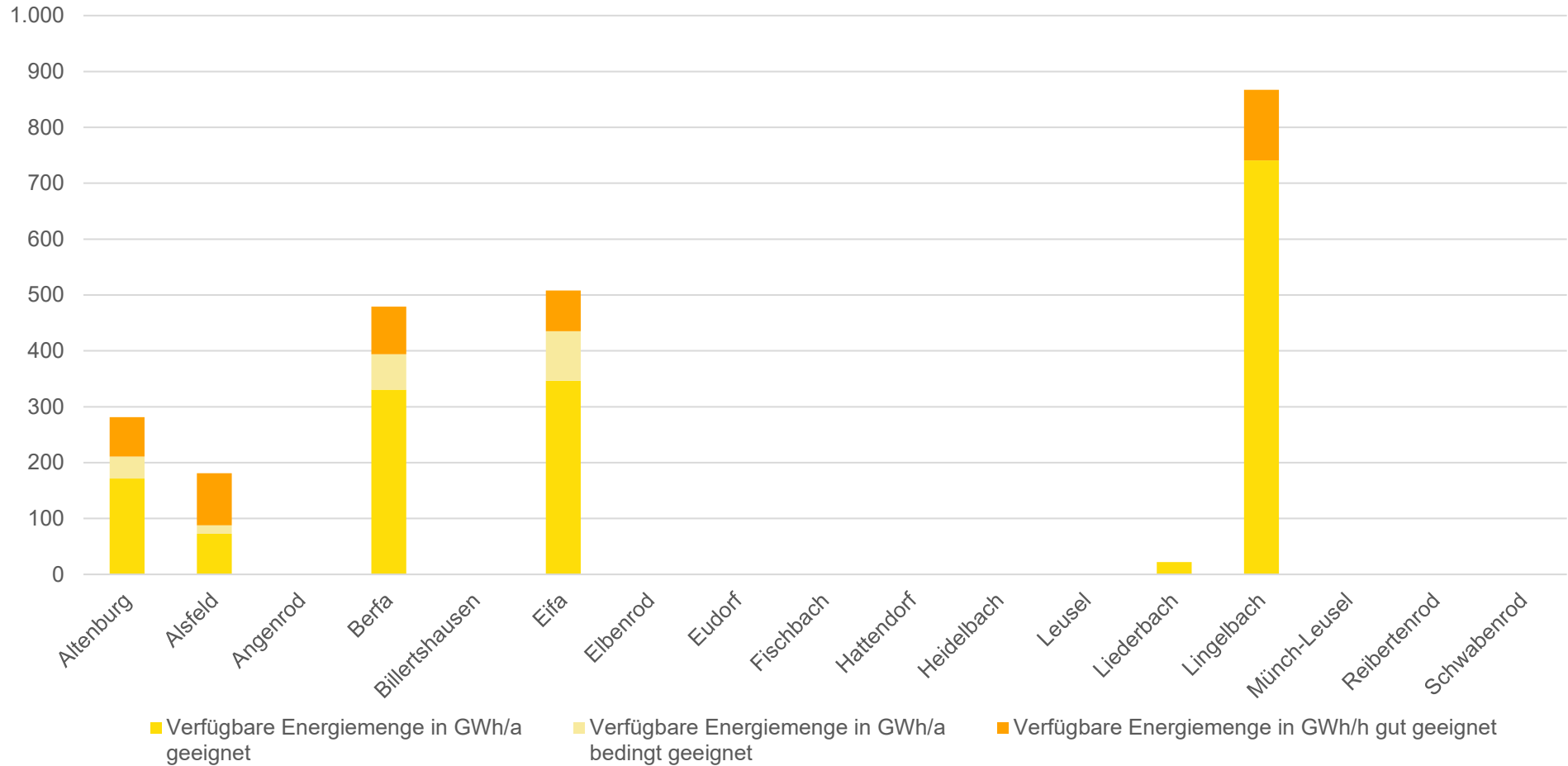
- Naturschutzgebiete, Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Biotope
- Natura2000 FFH – Gebiete
- Überschwemmungsgebiete (HQ 100)
- Wasserschutzgebiete Zone I
- Hangneigung > 20 Grad
- Moorböden

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete
 - Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
 - Wasserschutzgebiete Zone II
 - Hochspannungsfreileitungen
- Markierung der Flächen als „bedingt geeignet“

Freiflächen-Solarthermie (gesamt)

Technisches Potenzial - Freiflächen Solarthermie



Faktor: 2 GWh/ha*a

Gesamtpotential: 2.338 GWh/a

Ausschlusskriterien:

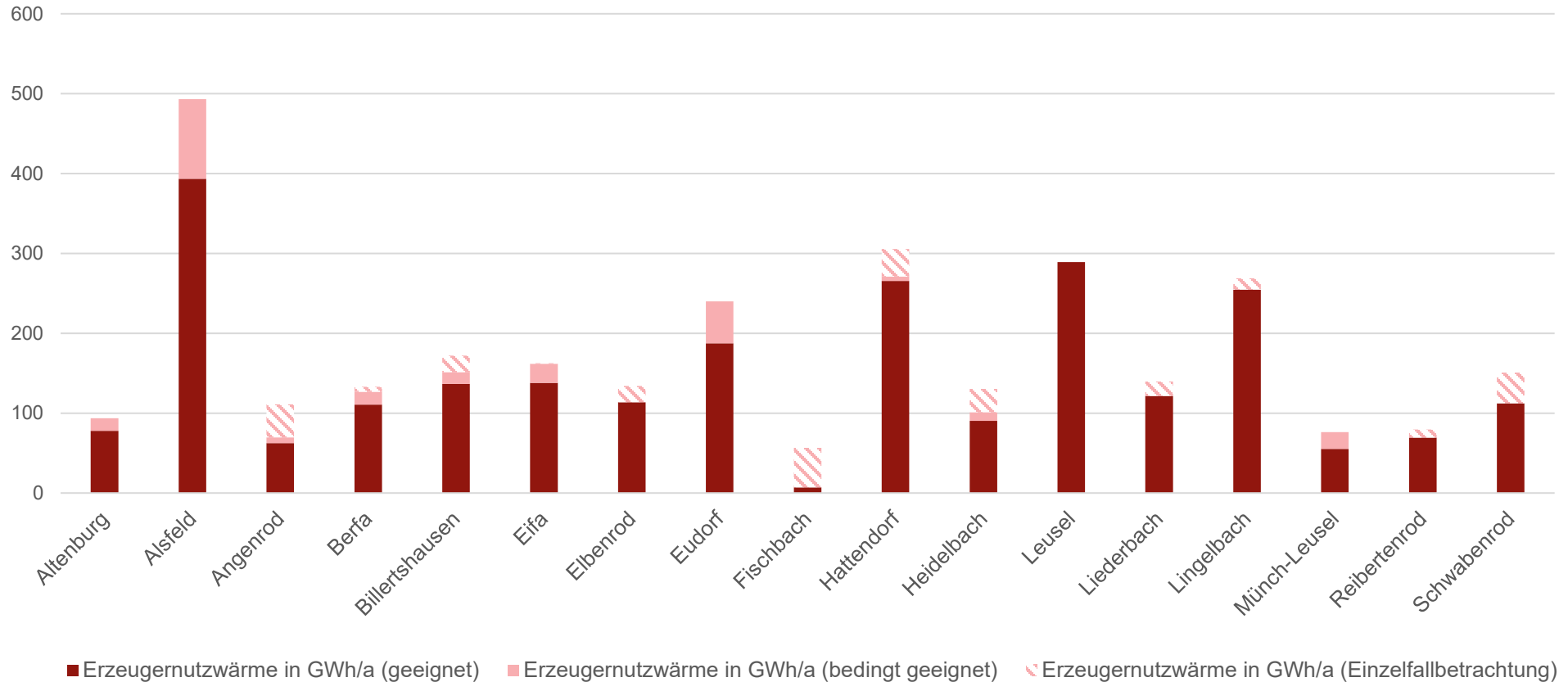
- Fläche darf max. 2 km von Siedlungsbereichen entfernt sein
- Flachgründige Standorte
- Wasserschutzgebiete Zone I / II

→ Vollständiger Ausschluss dieser Flächen

- Wasserschutzgebiete Zone III – IIIB
- Überschwemmungsgebiete (HQ100)

→ Einzelfallbetrachtung

Technisches Potenzial - Agrothermie



Gesamtes Potenzial (Erzeugernutzwärme): 3.035,2 GWh/a

Faktor: 400 MWh/ha*a

Ausschlusskriterien:

- Nationalparks
- Kernzonen Biosphärenreservate
- Naturdenkmale
- Geschützte Biotope

Restriktive Faktoren:

- Natura2000 FFH- oder Vogelschutzgebiete
- Pflege- und Entwicklungszonen Biosphärenreservate
- Geschützte Landschaftsbestandteile
- Weitere Gebiete nach BNatSchG definiert
- UNESCO-Weltkulturerbe „Alte Buchenwälder Deutschlands“

→ Flächen werden als „bedingt geeignet“ angenommen

Biomasse-Produktion:

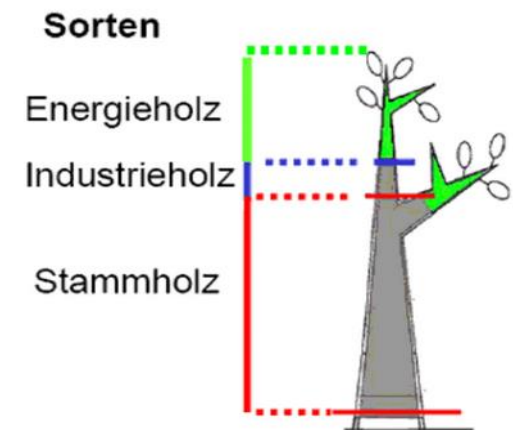


Abb. 1: Herkömmliche Aushaltungsvariante.

Bevorzugt nach EEG:

- Seitenstreifen
 - 500 m breiter Seitenstreifen entlang mehrgleisiger Schienen und Autobahnen
Hinweis: 200 m davon sind planungsrechtlich privilegiert
- Konversionsflächen und bereits versiegelte Flächen
- Nach Landesordnung benachteiligte Acker- und Grünflächen
 - Flächen, die gemäß der Bestimmung des Bundeslandes aufgrund von schlechter Bodenqualität, klimatischen Bedingungen oder topografischen Gegebenheiten für die landwirtschaftliche Nutzung weniger geeignet sind

→ Technisches Flächenpotenzial (geeignet)

Ausschlusskriterien:

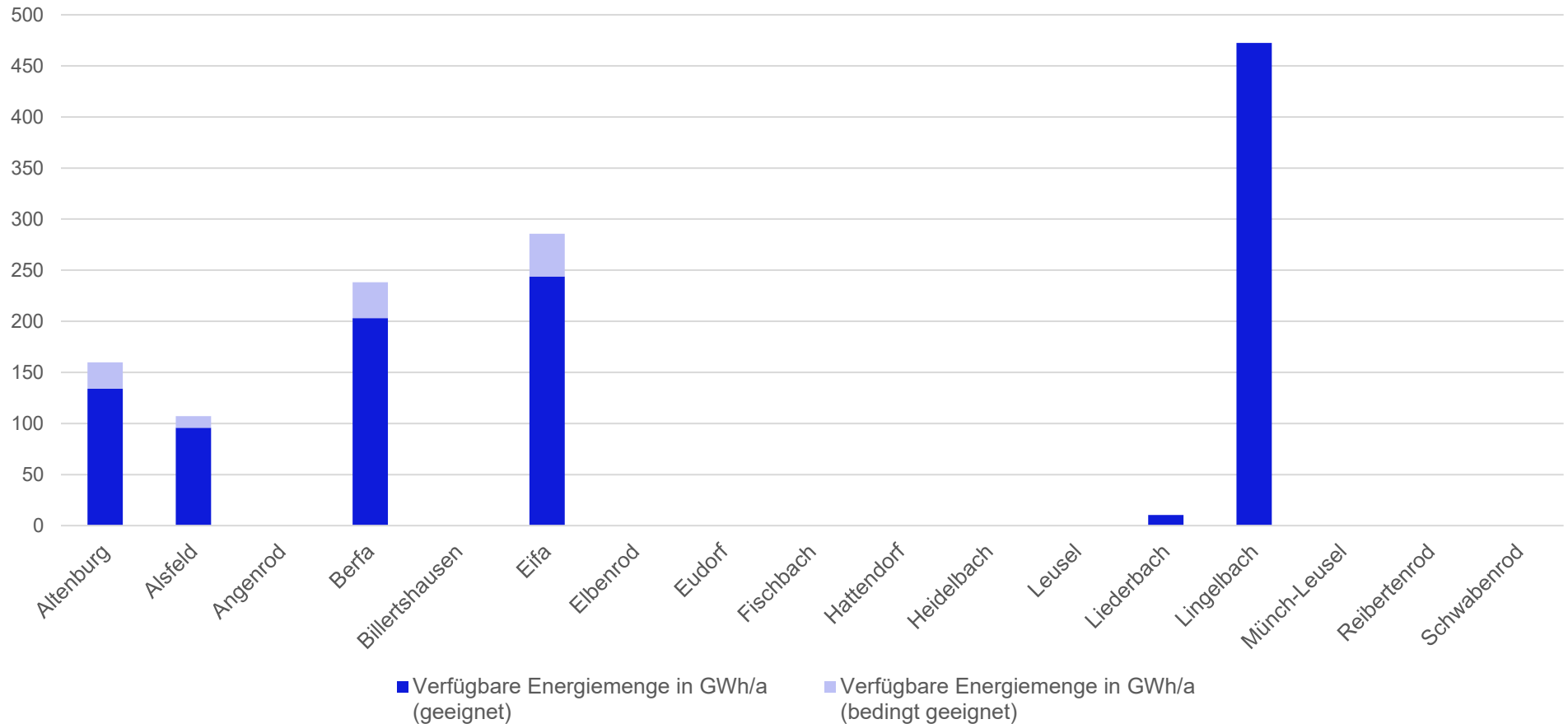
- Naturschutzgebiete, Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Biotope
- Natura2000 FFH – Gebiete
- Überschwemmungsgebiete (HQ 100)
- Wasserschutzgebiete Zone I
- Hangneigung > 20 Grad
- Moorböden

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete
 - Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
 - Wasserschutzgebiete Zone II
 - Hochspannungsfreileitungen
- Markierung der Flächen als „bedingt geeignet“

Freiflächen-Photovoltaik (gesamt)

Technisches Potenzial - Freiflächen-PV



Faktor: 0,95 GWh/ha*a

Gesamtpotenzial: 1.273,8 GWh/a

Bevorzugt nach EEG:

- Anlagen auf Ackerflächen mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau
- Anlagen auf Ackerflächen mit gleichzeitigem Anbau von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen
- Anlagen auf Grünland bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung als Dauergrünland
- Anlagen auf entwässerten Moorböden, die mit der Errichtung der Anlage wieder vernässt werden

→ Technisches Flächenpotenzial (geeignet)

→ Flächen in den Kategorien Ackerland, Grünland, Gartenbauland, Obst- und Nussstrauchanlage, Weinanbaugebiet

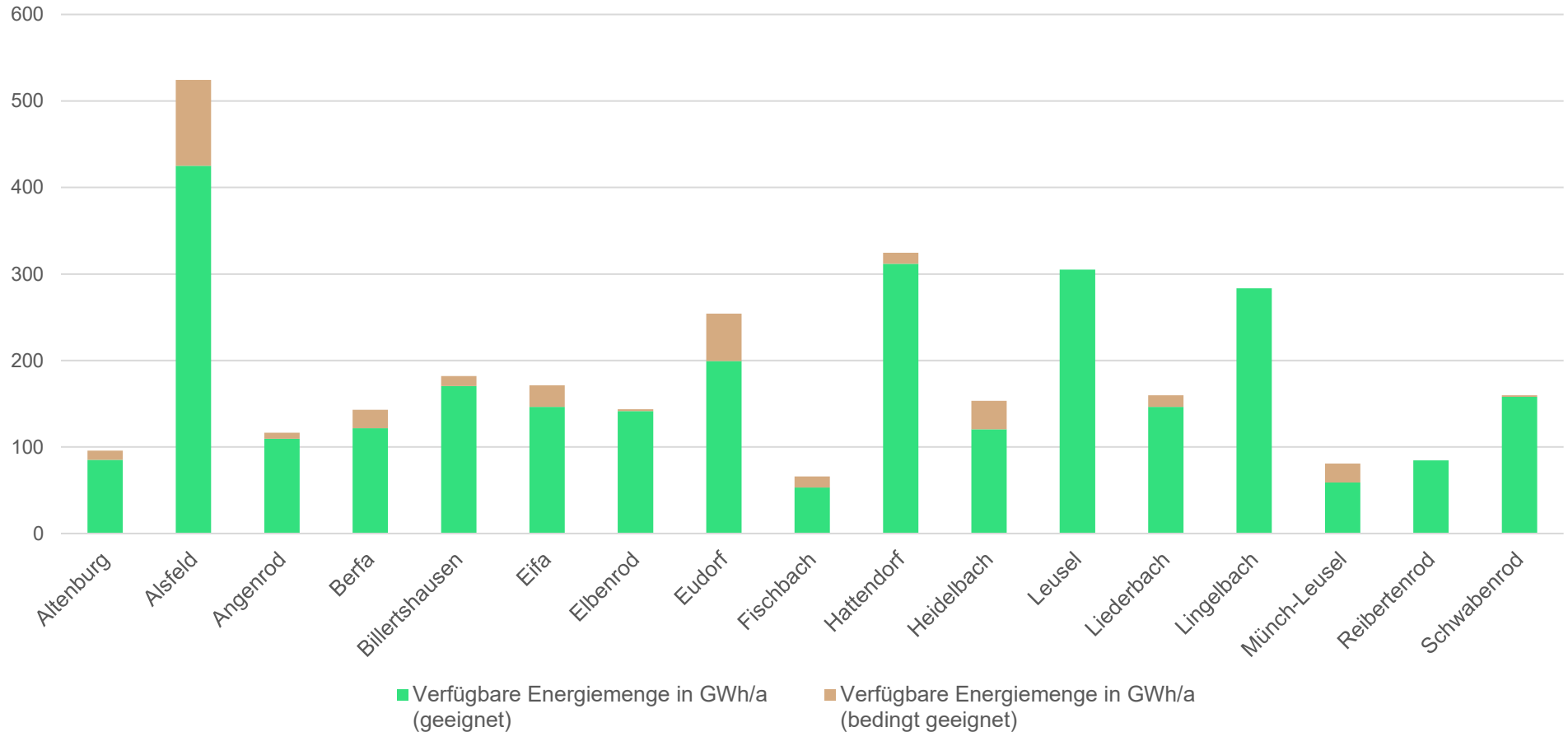
Ausschlusskriterien:

- Naturschutzgebiete, Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Biotope
- Natura2000 FFH – Gebiete
- Überschwemmungsgebiete (HQ 100)
- Wasserschutzgebiete Zone I
- Hangneigung > 20 Grad
- Moorböden

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete
 - Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
 - Wasserschutzgebiete Zone II
 - Hochspannungsfreileitungen
- Markierung der Flächen als „bedingt geeignet“

Technisches Potenzial - Agri-PV



Gesamtes Potenzial: 3.248 GWh/a

Faktor: 570 MWh/ha*a

Beispiel Agri-PV - Getreideanbau



Quelle: <https://next2sun.com/agri-pv/>

Vertikale PV-Anlagen

Löffingen, Baden-Württemberg

Rinderhaltung und Getreideanbau

- 3500 kWp installierte PV-Leistung
- Erzeugen 4800 MWh im Jahr
- Auf einer Fläche von 11 ha
- Reihenabstand von 13,5 m
- Flächenverlust kleiner 10%



Quelle: <https://www.pv-magazine.de/2024/03/21/erstes-agri-pv-projekt-mit-tracker-in-deutschland-sechs-lehren-aus-vier-jahren-betrieb/>

Einachsig, nachgeführte PV-Module

Althegnenberg, Bayern

Anbau von Hafer, Dinkel und Klee

- 1890 kWp installierte PV-Leistung
- Nachführung sorgt für höheren PV-Ertrag und einfachere Feldbearbeitung
- Bessere Wasserrückhaltung

Beispiel Agri-PV - Obstanbau



Quelle: <https://dagmar-hanses.de/besichtigung-einer-agri-pv-anlage-in-geseke/>

Fix ausgerichtete PV-Module

Büren-Steinhausen, NRW

Anbau von Beerenobst

- 750 kWp installierte PV-Leistung
- Bessere Bodenfeuchte und Schutz vor Hagel
- Investitionskosten von 600.000 €



Quelle: <https://www.obsthofbernhard.de/>

Fix ausgerichtete PV-Module

Kressborn am Bodensee, Ba-Wü

Obstanbau (Apfelsorte Gala)

- 239 kWp installierte PV-Leistung
- Auf einer Fläche von 0,4 ha

Warmwasser - Wärmespeicher

Beispiel: Fernwärme-Pufferspeicher in Nürnberg

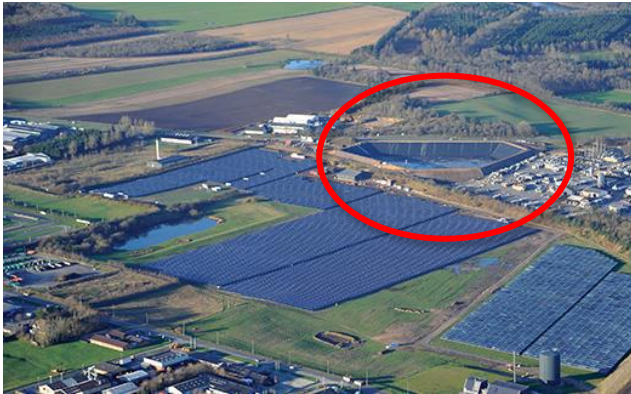


Quelle: <https://magazin.n-ergie.de/artikel/fernwaerme-in-nuernberg-gestern-heute-morgen/>

- Angeschlossen an Heizkraftwerk
 - 33.000 m³ Wasser
 - Wärmekapazität von ca. 1.500 MWh
 - Bauzeit von 2013 bis 2014
 - Investitionen von ca. 12 Millionen €
-
- Wasser wird auf bis zu 120°C aufgeheizt
 - Überschüssige PV-Leistung kann als Wärme gespeichert und später genutzt werden

Quelle: n-ergie (2015); Energieatlas Bayern

Grundidee: Überschüssige Wärme im Sommer für den kommenden Winter speichern
→ Wassergefülltes Erdbecken mit schwimmendem isolierendem Deckel



Quelle: <https://www.hpacmag.com/features/large-scale-solar-thermal-systems/>

- Vojs, Dänemark
- Bauzeit 2014-2015
- 210.000 m³ Wasser
- Speicherkapazität von ca. 12.180 MWh
- Investitionskosten von ca. 5 Millionen €
- Geschätzter Wärmeverlust: 14 %

- Gram, Dänemark
- Bauzeit 2014-2015
- 210.000 m³ Wasser
- Speicherkapazität von ca. 12.125 MWh
- Investitionskosten von ca. 4,3 Millionen €
- Geschätzter Wärmeverlust: 13 %

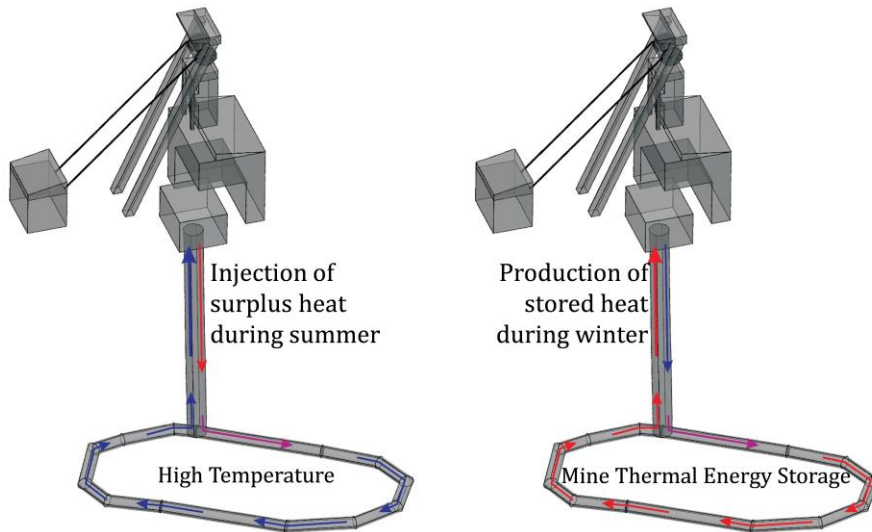
Quelle: Netzenergieagentur Schleswig-Holstein, solarthermalworld.org



Quelle: <https://www.ndr.de/nachrichten/info/Der-erste-Erdbeckenspeicher-Deutschlands-wird-in-SH-gebaut,erdbeckenspeicher100.html>

Saisonale Speicher: Grubenspeicher

Grundidee: Überschüssige Wärme im Sommer für den kommenden Winter speichern
→ Verwendung vorhandener Gruben als mögliche Speicher



Quelle: <https://www.heatstore.eu/national-project-germany.html>

- Pilotprojekt in Bochum
- Erster Testbetrieb im Winter 2020/21
- Gefluteter Schacht in Kohlebergwerk
- Speicherkapazität von ca. 165 MWh

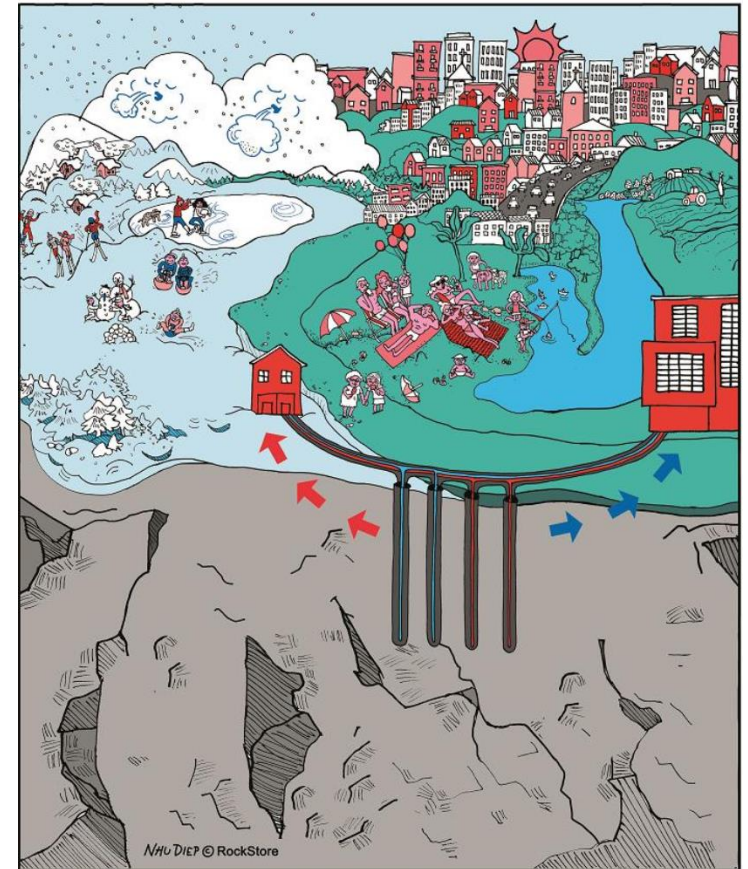
Saisonale Speicher Erdsonden-Wärmespeicher

Grundidee: Überschüssige Wärme im Sommer für den kommenden Winter speichern
→ Wärme über Sonden im Gestein speichern



Quelle: <https://www.pv-magazine.com/2020/05/22/borehole-thermal-energy-storage-for-solar/>

- Drammen, Norwegen
- Bauzeit: 2018-2019
- Hochtemperatur Erdsonden-Wärmespeicher zur Versorgung einer Schule
- 100 Bohrungen mit einer Tiefe von 50m
- 350.000 kWh/a für Wärmeversorgung



Quelle: <https://heatpumpingtechnologies.org/wp-content/uploads/2022/05/06-randi-kalskin-ramstad-high-temperature-borehole-thermal-energy-storage-ht-btes.pdf>