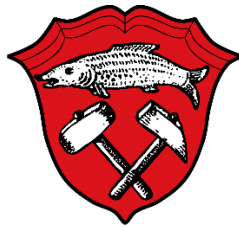

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

GEMEINDE INZELL

IM AUFTRAG DER

GEMEINDE INZELL



Kirchplatz 3

83417 Kirchanschöring

Tel.: + 49 8685 7789361

info@r-cr.de

www.r-cr.de

Stand: 23.12.2024

Bearbeiter: Josef Heigermoser

Geprüft: 16.01.2025, Gemeinde Inzell

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Die Kommunale Wärmeplanung | 4 |
| Gesetzlicher Rahmen und Auftrag | 4 |
| Vorgehensweise und Methodik..... | 5 |
| Akteursbeteiligung..... | 5 |
| Startphase | 5 |
| Bestandsanalyse | 6 |
| Potenzialanalyse | 6 |
| Zielszenario | 7 |
| Umsetzungsstrategie | 7 |
| Kommunaler Wärmeplan | 8 |
| Controllingkonzept, Verstetigungsstrategie..... | 8 |
| Wichtige Voraussetzungen | 8 |
| Akteursbeteiligung | 9 |
| Bestandsanalyse | 10 |
| Vorhandene Konzepte..... | 10 |
| Verwendete Datenquellen..... | 10 |
| Ergebnis der Bestandsanalyse Gebäude | 10 |
| Ergebnis der Bestandsanalyse Wärmebedarf..... | 11 |
| Ergebnis der Bestandsanalyse Wärmequellen | 12 |
| Potenzialanalyse | 13 |
| Ziele und Vorgehensweise | 13 |
| Potenziale zur Bedarfssenkung | 13 |
| Bedarfssenkung durch Prozesseffizienzen..... | 13 |
| Bedarfssenkung durch sekundäre Effizienzsteigerung bei Privathäusern und öffentlichen Gebäuden | 13 |
| Gesamtpotenzial zur Bedarfssenkung der Gemeinde Inzell..... | 13 |
| Potenzial an Wärmequellen aus unvermeidbarer Abwärme und regenerativen Energien | 17 |
| Abwärme - Industrie und Gewerbe..... | 17 |
| Biogas & Klärgas | 18 |
| Biomasse fest | 19 |
| Oberflächennahe Geothermie / Grundwasserwärmepumpen..... | 19 |

| | |
|---|----|
| Tiefe Geothermie | 24 |
| Photovoltaik dezentral | 26 |
| Photovoltaik zentral | 26 |
| Solarthermie | 27 |
| Außenluft..... | 28 |
| Zusammenfassung Potenzial | 29 |
| Zielszenario | 30 |
| Kriterien für die Clusterbildung | 30 |
| Übersicht über die Cluster..... | 31 |
| Darstellung und Bewertung der Cluster | 31 |
| Beispielhaft: Bezeichnung des Clusters: Inzell Nord 1 | 32 |
| Bestandsanalyse | 32 |
| Fläche des Clusters | 32 |
| Gebäudebestand | 32 |
| Kennzahlen | 32 |
| Beurteilung Eignung Wärmenetz | 33 |
| Mögliche Maßnahmen | 33 |
| Potenzial nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr..... | 33 |
| Potenzial Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen..... | 33 |
| Zusammenfassung des Zielszenarios | 33 |
| Umsetzungsstrategie | 34 |
| Maßnahmen in den einzelnen Clustern | 34 |
| Mögliche Eignungsgebiete der zentralen/dezentralen Wärmeversorgung..... | 34 |
| Mögliche Eignungsgebiete grüner Wasserstoff | 35 |
| Controllingkonzept, Verstetigungsstrategie | 36 |
| Zukünftige Aufgaben zur Verstetigung | 36 |
| Controllingkonzept | 36 |

Kommunale Wärmeplanung Inzell

Endbericht - Vorabzug

Version: 1.0

Auftraggeber: Gemeinde Inzell

Auftragnehmer: Regionalwerk Chiemgau- Rupertiwinkel gKU

Verfasser und Mitwirkende: Josef Heigermoser, Klaus Gottschalk

Die Kommunale Wärmeplanung

Gesetzlicher Rahmen und Auftrag

Die Kommunale Wärmeplanung beruht auf den gesetzlichen Vorgaben des **Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG)**.

Zu beachten sind dabei verschiedene ergänzende Dokumente, z.B. der **Leitfaden Wärmeplanung der Bundesministerien** für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen.

Unsere Vorgehensweise beruht auf einer über 20-jährigen Erfahrung in diesem Bereich in Zusammenarbeit zwischen Datendienstleistern, Ingenieurbüros, GIS-Spezialisten und Software-Herstellern für Infrastruktur-Software (flexRM), GIS und digitalem Zwilling (RIWA-GIS).

Die durch die o.g. Dokumente und andere relevanten Publikationen gesetzten Vorgaben werden selbstverständlich berücksichtigt.

Die Gemeinde Inzell hat eine Förderung gem. NKI-Förderrichtlinie 4.1.11 (Kommunale Wärmeplanung) erhalten, deshalb orientiert sich dieser Wärmeplan an der dort beschriebenen Vorgehensweise.

[Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld „Kommunalrichtlinie“ \(KRL\)](#)

Eine Landesgesetzgebung liegt in Bayern noch nicht vor (Stand Dezember 2024).

Vorgehensweise und Methodik

Akteursbeteiligung

Essenziell für derartige Projekte ist eine sinnvolle Beteiligung der Öffentlichkeit von Anfang an. Folgende Formate sind möglich:

- Information und Beantwortung von Fragen im Gemeinderat vor Beginn der KWP
- Kick-Off-Veranstaltung mit Vertretern der Kommune (Bürgermeister/-in, Hauptamt, Bauamt)
- Unternehmerveranstaltung mit wichtigen Akteuren vor Ort (Industrie, Gewerbe, Energieversorger, Nahwärmenetz-Betreiber, Energielieferanten wie z.B. Biogas usw.)
- Befragung dieser wichtigen Akteure zu Energieverbrauch, bisheriger Energieversorgung, Abwärmennutzung und -potenzial, zukünftigen Vorhaben usw.
- Vorstellung des Ablaufs der KWP und der Möglichkeiten in einer Öffentlichkeitsveranstaltung
- Befragung der Bürger bei Bedarf (z.B. in Fokusgebieten) zu bisherigem Verbrauch, Alter von Gebäude und Heizung, Anschlusswunsch an Nahwärmenetz usw.
- Entwicklung des Zielszenarios gemeinsam mit der Kommune und weiteren wichtigen Akteuren
- Vorstellung der Ergebnisse im Gemeinderat
- Beschlussfassung des Kommunalen Wärmeplans im Gemeinderat
- Vorstellung des Kommunalen Wärmeplans in einer Öffentlichkeitsveranstaltung

Startphase

In der Startphase werden zunächst die Rahmenbedingungen geklärt und mit der Kommune erörtert.

- Ist das Projekt gefördert? Klärung des Förderumfangs, Abgrenzung zu nicht geförderten Inhalten.
- Definition von Meilensteinen und Entwurf eines Projekt-Zeitplans
- Kick-Off-Veranstaltung mit Vertretern der Kommune
 - Vorstellung des Ablaufs der KWP
 - Einholen erster Informationen zu Planungen der Kommune, wichtigen Akteuren, verfügbaren Wärmequellen, verfügbaren Datenquellen
 - Klärung des gewünschten Umfangs zur Beteiligung der Öffentlichkeit
- Anforderung und Aufbereitung der Basisdaten, z.B.
 - LOD2, ALKIS
 - Kkehrbuch
 - Zensus 2022
- Einrichtung der IT-Infrastruktur für das Projekt (GIS, Datenbank usw.) unter Beachtung der DSGVO.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse als Basis der KWP erfordert Sorgfalt und ein auf jede Kommune abgestimmtes Vorgehen (z.B. ländliche Gemeinden haben eine komplett andere Gebäudestruktur als Stadtgemeinden).

- Sichtung vorhandener Konzepte, wie z.B. integrierte Stadt-Entwicklungs-Konzepte
- Einbindung wichtiger Akteure, z.B. Industrie und Gewerbe
- Aufbau bzw. Verfeinerung des gebäudescharfen Wärmekatasters. Hier ist z.B. die Ermittlung der tatsächlich beheizten Gebäude und Ausfilterung von Nebengebäuden (Lager, Stallungen usw.) entscheidend.
- Ggf. Verbesserung des Datenbestands durch Fragebogen, weitere Erhebungen, Zukauf von Daten
- Ermittlung der Wärmeversorgung der Gebäude (z.B. aus Kkehrbuch, Zensus 2022, bisherigen Erhebungen)
- Visualisierung der Daten (Heizlast, Wärmebedarf, CO₂-Ausstoß usw.) im GIS
- Bildung erster Cluster graphisch im GIS, Visualisierung von Kennzahlen (z.B. Wärmedichte)
- Recherche vorhandener und möglicher Wärmequellen, Visualisierung im GIS

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse baut auf der Bestandsanalyse auf, wird teilweise auch bereits parallel erstellt. An dieser Stelle spielt die Akteursbeteiligung bereits eine sehr wichtige Rolle.

- Ermittlung von möglichen Verbesserungen des Gebäudebestands
- Ermittlung von Effizienzsteigerungen in bestehenden Wärmenetzen
- Bildung von Clustern nach Kriterien wie Eignung für ein Nahwärmenetz, gleiche Siedlungsstruktur usw. gemeinsam mit der Kommune
- Ermittlung von Kennzahlen wie gesamte Heizlast, gesamter Wärmebedarf, Wärmedichte für jeden Cluster zur Beurteilung der Eignung für Nahwärmenetze
- Erörterung der Umstellung von leitungsgebundener Energieversorgung (hauptsächlich Gas) auf neue Möglichkeiten (z.B. Wasserstoff)
- Ermittlung von Potenzialen unvermeidbarer Abwärme
- Ermittlung weiterer Potenziale wie z.B. Stromüberschüsse aus Windkraft
- Visualisierung der Ergebnisse, Wärmequellen usw. im GIS

Zielszenario

Für die Entwicklung des Zielszenarios ist die Einbindung der Kommune, der Stadt- und Gemeindewerke und weiterer wichtiger Akteure essenziell.

- Berücksichtigung zukünftiger Planungen
- Berücksichtigung von Beschränkungen wie z.B. Denkmalschutz, finanzielle Möglichkeiten
- Finale Clusterbildung, Ermittlung der Kennzahlen für diese Cluster
- Beurteilung der Cluster
 - Aktuell gut aufgestellte Cluster (z.B. Neubaugebiete mit Wärmepumpen) können zurückgestellt werden
 - Cluster mit hohem Potenzial zur Verbesserung des Gebäudebestands
 - Cluster mit hohem Potenzial zum Auf- bzw. Ausbau von Wärmenetzen
 - Cluster für die nur lokale Lösungen aufgrund zu geringer Wärmedichte in Frage kommen
 - Cluster, die z.B. derzeit über ein Gasnetz verfügen und auf Wasserstoff umgestellt werden können
- Visualisierung der Cluster und deren Kennzahlen im GIS

Umsetzungsstrategie

Die Umsetzungsstrategie ist in enger Abstimmung mit der Kommune zu formulieren, da hier folgende Gegenpole berücksichtigt werden müssen.

ökologische Effizienz – ökonomische Effizienz – Sozialverträglichkeit – Versorgungssicherheit

- Definition von Maßnahmen je Cluster (z.B. Gebäudesanierung, Nahwärmenetz, Nutzung von regenerativen Energiequellen, Umstellung oder Rückbau von Gasnetzen)
- Beachtung von Wechselwirkungen verschiedener Maßnahmen (innerhalb eines Clusters oder mit weiteren Clustern)
- Sektorenübergreifende Wechselwirkungen berücksichtigen
- Beurteilung der Maßnahmen hinsichtlich zu erwartender Kosten, Umsetzbarkeit, technischen Hürden
- Erstellung von Bewertungsprofilen für jeden Cluster und jede Maßnahme
- Priorisierung der Maßnahmen, Aufstellung eines groben Zeitplans

Kommunaler Wärmeplan

Der Kommunale Wärmeplan ist einerseits ein Dokument, das die Phasen der Erstellung und die Ergebnisse dokumentiert. Andererseits ist es ein Planungswerkzeug anhand dessen die Kommune das Zielszenario erreichen kann. Hierzu ist eine laufende und regelmäßige Aktualisierung der Daten und der daraus resultierenden Ergebnisse und Planungen notwendig.

Der Wärmeplan enthält folgende Elemente.

- Zusammenfassung
- Beschreibung der Vorgehensweise, Ergebnisse der einzelnen Phasen
- Beschreibung des Zielszenarios
- Steckbriefe der einzelnen Maßnahmen (Kennzahlen, kartographische Darstellung, Text)
- Steckbriefe der einzelnen Cluster (Kennzahlen, kartographische Darstellung, Text)

Controllingkonzept, Verstetigungsstrategie

Die kommunale Wärmeplanung ist kein einmaliger Vorgang, der in einem Dokument endet, sondern ein laufender Planungsprozess, der die Kommune unterstützt.

- Regelmäßige, gesetzlich vorgeschriebene Überarbeitung und Aktualisierung alle 5 Jahre
- Weiterführung der Daten und Ergebnisse in Folgeprojekten zur Realisierung von Wärmenetzen usw.
- Begleitung der konkreten Umsetzungsmaßnahmen
- Fortlaufende Dokumentation des Gebäudezustands und Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung anhand von Analyse erfolgter Umsetzungsschritte
- Überwachung der Zielsetzung „CO₂-Neutralität bis 2045“ und ggf. weiterer nötiger Maßnahmen

Wichtige Voraussetzungen

Für eine erfolgreiche Kommunale Wärmeplanung (KWP) sind folgende Voraussetzungen wichtig.

- **Einheitliche und systematische Vorgehensweise**, um z.B. eine Vergleichbarkeit mit Nachbarkommunen zu ermöglichen, bzw. um ggf. mehrere KWPs für ein gemeinsames interkommunales Projekt zusammenzuführen.
- Die **Datenhoheit** der erhobenen Daten und Ergebnisse verbleibt immer bei der Kommune. Idealerweise sind die Daten in das kommunale GIS integriert und stehen dort dauerhaft, bearbeitbar und auswertbar zur Verfügung.
- Für die Kommune stehen die Daten gebäudescharf zur Verfügung. Dies ist vor allem auch für Monitoring und die gesetzlich geforderte Fortschreibung des

Wärmeplans notwendig. Dabei sind selbstverständlich Anforderungen des Datenschutzes (keine personenbezogenen Daten, wo notwendig Pseudonymisierung) einzuhalten.

- Durch die **aktive Nutzung und Anbindung des GIS** schon während des Projekts können die Mitarbeiter der Kommune bereits erhobene Daten und Auswertungen dort mitverfolgen.
- Die **Daten und Ergebnisse der KWP müssen für die Kommune weaternutzbar sein** für Folgeprojekte wie z.B. Machbarkeitsstudien, Bau und Betrieb von Wärmenetzen.

Akteursbeteiligung

Ein wesentlicher Teil der Wärmeplanung und deren Erfolg ist die Beteiligung verschiedener Akteure. In der Gemeinde Inzell wurden verschiedene Akteure identifiziert und bei Bedarf mit einbezogen:

- Vertreter der Verwaltung, insbesondere Geschäftsleitung, Bürgermeister und Bauamt.
- Örtliche Kaminkehrer / Bezirkskaminkehrer
- Energieversorger und Netzbetreiber
- Betreiber von Wärmeerzeugungsanlagen
- Mögliche Lieferanten / Quellen für regenerative Energieträger: Kommunale Kläranlage, holzverarbeitende Betriebe

Die Öffentlichkeitsarbeit fand während des gesamten Projekts begleitend statt. Dem Auftraggeber wurde laufend über den Projektstand berichtet.

- 4 – wöchiger jour fixe über Teams mit der Verwaltung.
- drei Arbeitstreffen vor Ort mit Verwaltung und Bürgermeister.
- Eine Gemeinderatsitzung

Bestandsanalyse

Vorhandene Konzepte

Der Energienutzungsplan des Landkreises Traunstein wurde berücksichtigt. Allerdings stellte sich bei der Analyse heraus, dass es zielführend ist, neue Rohdaten aus LOD2, ALKIS, Zensus usw. auszuwerten, da diese aktueller und schlüssiger sind.

Verwendete Datenquellen

- LOD2-Daten (Gebäudedaten mit Dachform)
- ALKIS-Daten (Gebäudenutzung)
- Kkehrbuchdaten (verwendeter Energieträger)
- Zensus 2022
- Fragebögen
- Daten des Energienutzungsplans des Landkreises Traunstein

Ergebnis der Bestandsanalyse Gebäude

Für das Gemeindegebiet Inzell wurden 3.982 Gebäude aus den LOD2-Datensätzen ermittelt. LOD2-Daten enthalten die Gebäudegeometrie incl. Dachform.

Folgende Gebäudetypen wurden ausgefiltert:

- Garagen
- Nicht-Wohngebäude mit weniger als 50 m² Grundfläche und eingeschossig, da dies in der Regel ebenso Garagen o.ä. sind.
- Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe, die an der gleichen Adresse wie ein Wohngebäude sind und die fast ausschließlich Stallungen, Lagerräume, Schuppen usw. sind.
Dies wurde anhand von Kirchberg i. W. für alle in Frage kommenden Gebäude überprüft und dann analog auf die anderen Ortschaften angewandt.
- Tiefgaragen
- Umformer

In Folge bleiben 1.856 Gebäude, die für die kommunale Wärmeplanung relevant sind.

Diese teilen sich wie folgt auf:

- 1.431 Wohngebäude, Anteil 77,1%
- 21 öffentliche Gebäude, Anteil 1,5%
- 397 Gebäude für Gewerbe und Wirtschaft, Anteil 21,4%

Die beheizten Flächen der Gebäudetypen wurden ebenfalls ermittelt:

- Wohngebäude 574.640 m², Anteil 69,2%
- Öffentliche Gebäude 75.588 m², Anteil, 4,3%
- Gebäude für Gewerbe und Wirtschaft 116.630 m², Anteil 26,5%

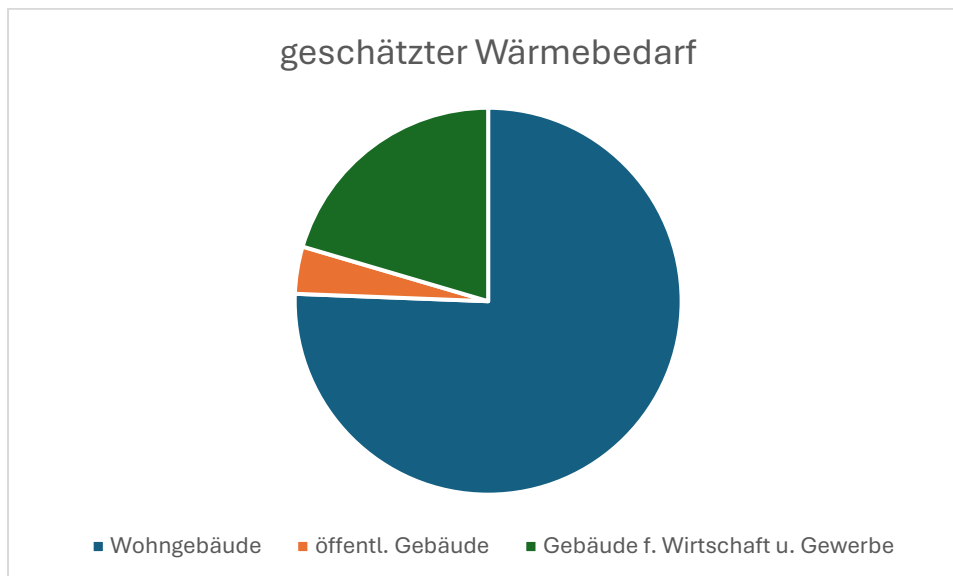
Gemäß der Auswertung des Zensus 2022 ergibt sich folgende Verteilung der Gebäudealtersklassen.

| Baualter | Anzahl | Anteil |
|-----------------|--------|--------|
| vor 1919 | 85 | 6% |
| 1919-1949 | 73 | 5% |
| 1950-1959 | 101 | 7% |
| 1960-1969 | 258 | 19% |
| 1970-1979 | 290 | 21% |
| 1980-1989 | 130 | 10% |
| 1990-1999 | 145 | 11% |
| 2000-2009 | 122 | 9% |
| 2010-2015 | 53 | 4% |
| 2016 und später | 96 | 7% |

Ergebnis der Bestandsanalyse Wärmebedarf

Für die Bestandsanalyse Wärmebedarf wurden zum einen die Baualtersklassen aus dem Zensus 2022, sowie die Fragebogen-Rückläufer der Eigentümer berücksichtigt. 440 Fragebögen lagen zur Auswertung vor.

- 58.067 MWh/a Wohngebäude, Anteil 75,6%
- 3.027 MWh/a öffentliche Gebäude, Anteil 3,9%
- 15.702 MWh/a Gebäude für Gewerbe und Wirtschaft, Anteil 20,4%



Daraus ergibt sich für die Gemeinde Inzell ein geschätzter CO₂-Ausstoß von 20.310 t/a.

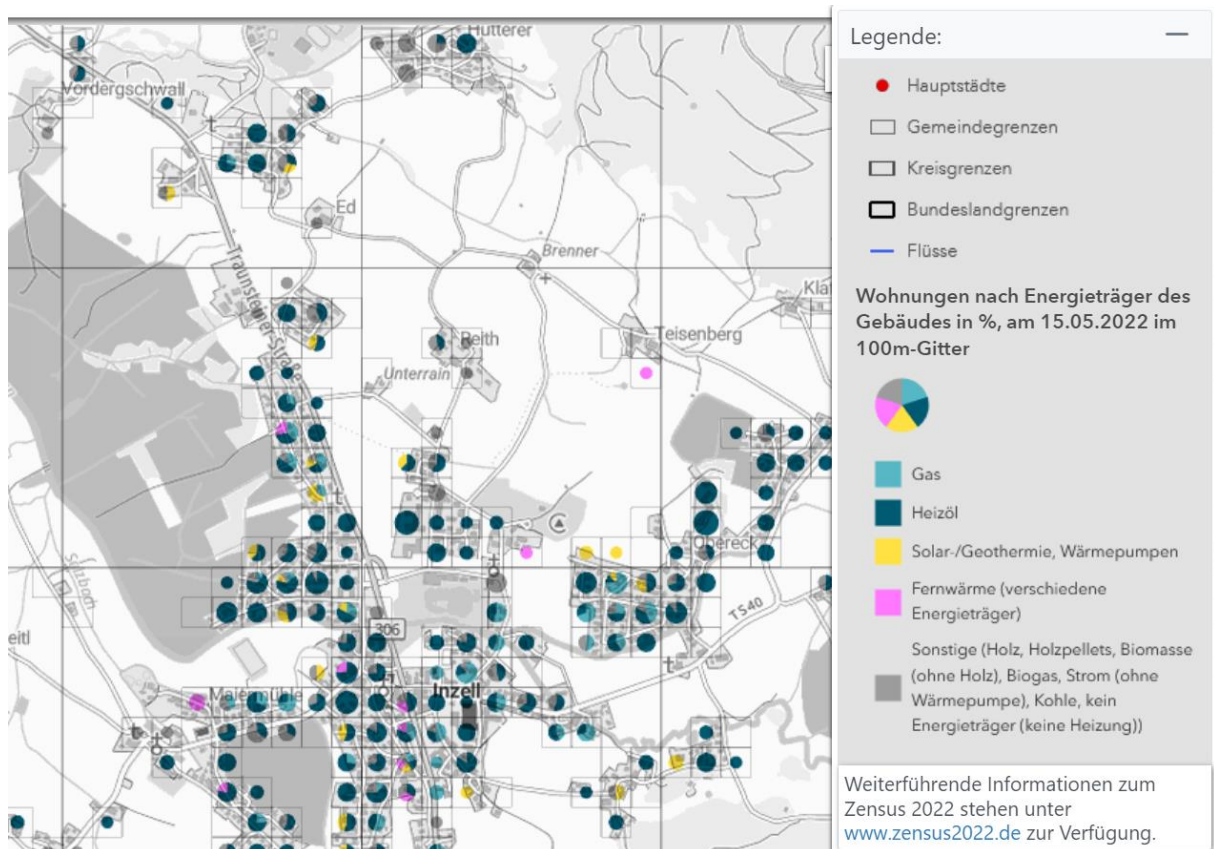
Kommunaler Wärmeplan Inzell

Ergebnis der Bestandsanalyse Wärmequellen

Die Auswertung der Kkehrbuchdaten, die je Straßenzug die Anteile der Feuerungsstätten liefern, ergibt einen Anteil an fossilen Energieträgern von ca. 80%. Diese fossilen Energieträger sind sowohl Heizöl als auch Erdgas.

Das vorhandene Erdgasnetz versorgt weite Teile des Gemeindegebiets.

Es gibt außerdem kleinere Nahwärmenetze, die sowohl mit Hackschnitzel (erneuerbarer Energieträger) als auch mit Abwärme aus der Kläranlage (unvermeidbare Abwärme) betrieben werden.



Quelle: [Zensusatlas | Kartenanwendung](#)

Potenzialanalyse

Ziele und Vorgehensweise

Hinter dem Begriff Potenzial versteckt sich nicht nur der Gedanke der Primärenergieversorgungsquellen, also wo kommt meine erneuerbare Energie in Zukunft her, sondern auch, welches Einsparpotenzial gibt es in den Wärmesenken, also bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern. Nachfolgend werden verschiedene Potenziale für die Gemeinde Inzell untersucht und Annahmen für die Zukunft getroffen.

Potenziale zur Bedarfssenkung

Bedarfssenkung durch Prozesseffizienzen

Bei versch. Prozessen im Bereich GHD und Industrie kann aus heutiger Sicht mit einem Szenario, basierend auf dem Leitfaden (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020), gerechnet werden. Die Annahme der Effizienzpotenziale sieht man im nachfolgenden Diagramm. Der Anteil von GHD & I (Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie beträgt nach der Bestandsanalyse 20,4% des Endenergiebedarfes.

Bedarfssenkung durch sekundäre Effizienzsteigerung bei Privathäusern und öffentlichen Gebäuden

Bei Privathäusern und kommunalen Liegenschaften gibt es jede Menge Optimierungsmöglichkeiten, die teilweise sogar selbst, mit wenig Aufwand, oder mit Hilfe eines Fachmanns durchgeführt werden können. Die Eigentümer/Mieter sollten in jedem Fall die Thermostate im Blick haben, denn mit jedem Grad weniger kann die benötigte Heizenergie um ca. 6% reduziert werden. Um weitere Effizienzsteigerungen umzusetzen, empfiehlt sich neben der Isolierung der Heizleitungen im Keller ein hydraulischer Abgleich durch den Fachmann. Hier sind noch einmal ca. 5% Reduktion zu erwarten. Der Endenergiebedarf Wärme beträgt für die o.g. Gebäudetypen / Nutzungsklassen 75,6 % und 3,9% des Gesamtbedarfes.

Gesamtpotenzial zur Bedarfssenkung der Gemeinde Inzell

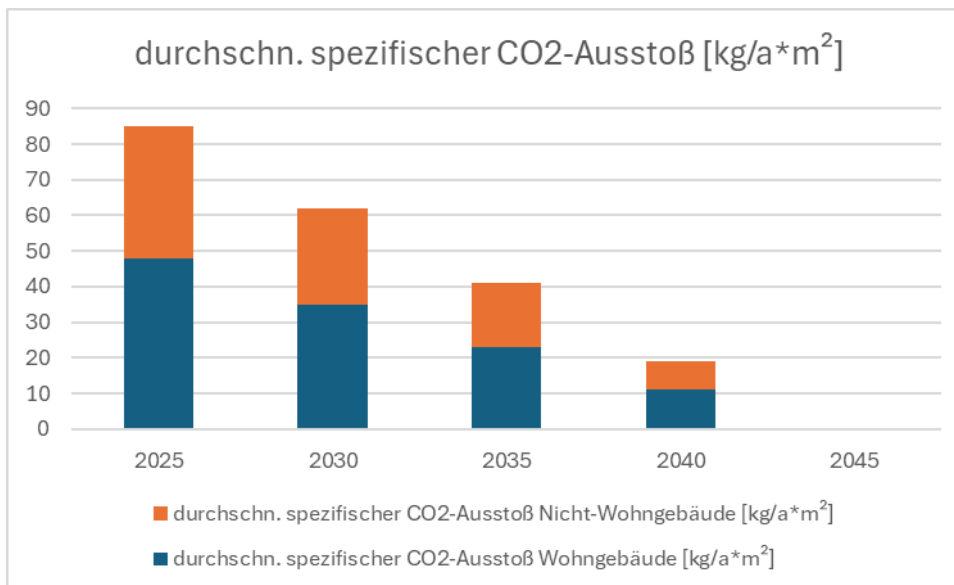
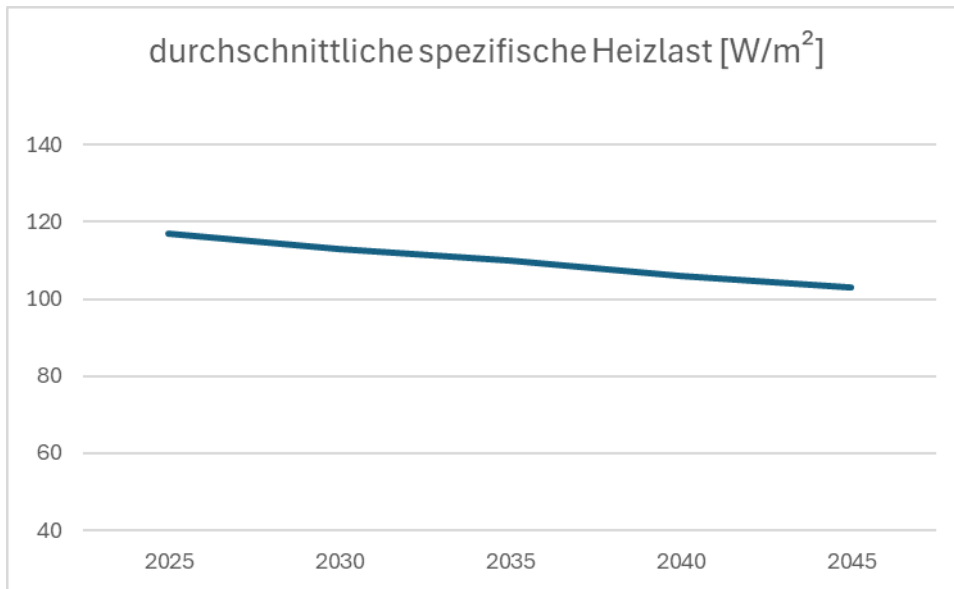
Bei der Gebäudesanierung und der damit verbundenen Senkung des Wärmebedarfs müssen unterschiedliche Szenarien betrachtet werden. Die Zielvorgabe von 2% jährlich wird derzeit nicht annähernd erreicht, 2023 und 2024 liegt sie im bundesweiten Schnitt bei ca. 0,7%. Realistischer erscheint deshalb ein Potenzial der Bedarfssenkung von 1,5% jährlich.

Die Auswertung der Gebäudealtersklassen in Inzell legt eine ähnliche Quote für Inzell nahe.

Kommunaler Wärmeplan Inzell

Potenzial zur Verbesserung des Gebäudebestands und Senkung des Wärmebedarf von 0,7% jährlich (derzeitig erreichte Sanierungsquote)

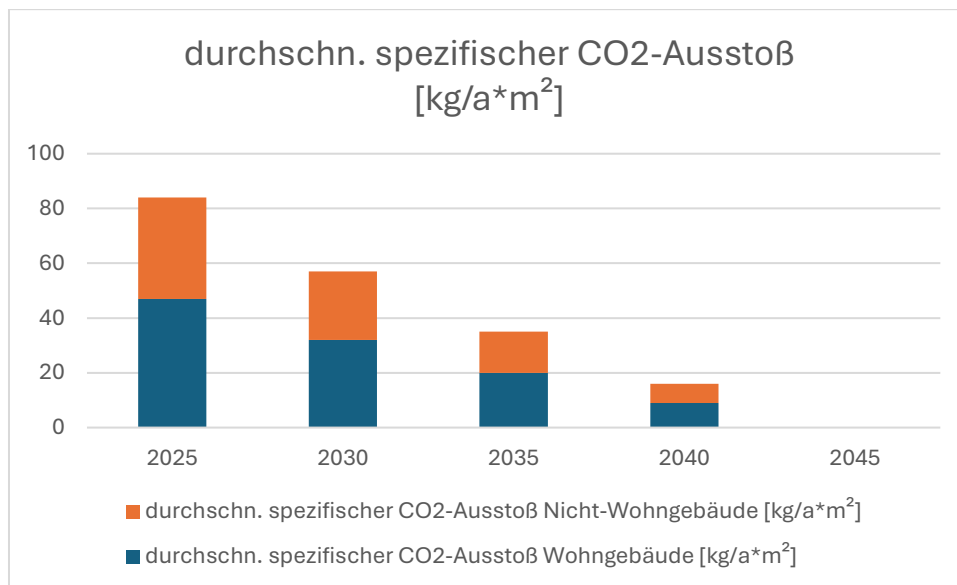
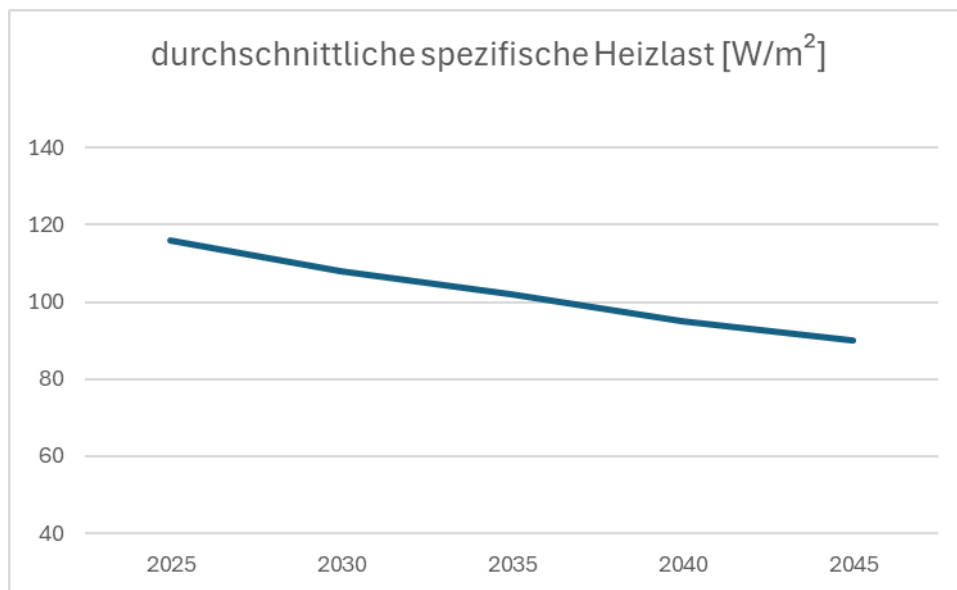
| | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|-------|-------|-------|-------|------|
| durchschnittliche spezifische Heizlast [W/m ²] | 117 | 113 | 110 | 106 | 103 |
| durchschn. spezifischer Wärmebedarf Wohngebäude [kWh/a*m ²] | 211 | 203 | 198 | 191 | 185 |
| durchschn. spezifischer Wärmebedarf Nicht-Wohngebäude [kWh/a*m ²] | 164 | 158 | 154 | 148 | 144 |
| Anteil fossiler Heizung | 80,0% | 60,0% | 40,0% | 20,0% | 0,0% |
| durchschn. spezifischer CO ₂ -Ausstoß Wohngebäude [kg/a*m ²] | 48 | 35 | 23 | 11 | 0 |
| durchschn. spezifischer CO ₂ -Ausstoß Nicht-Wohngebäude [kg/a*m ²] | 37 | 27 | 18 | 8 | 0 |



Kommunaler Wärmeplan Inzell

Potenzial zur Verbesserung des Gebäudebestands und Senkung des Wärmebedarf von 1,5% jährlich (Sanierungsquote für Zielszenario)

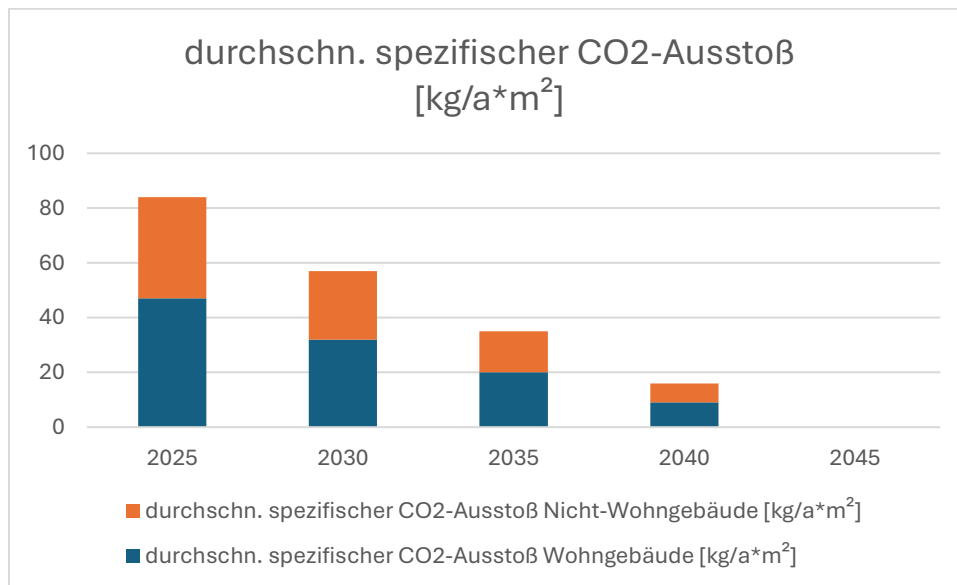
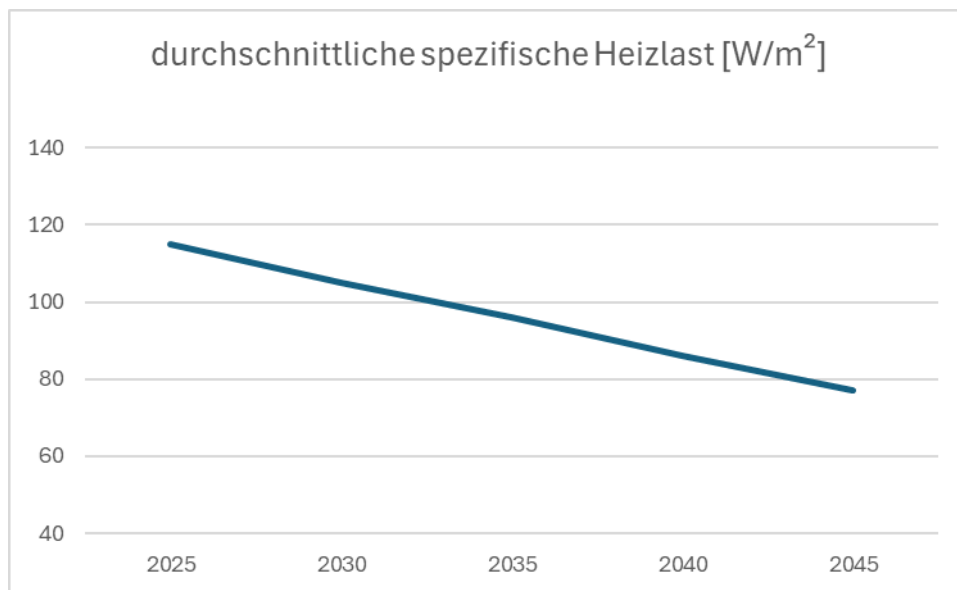
| | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|-------|-------|-------|-------|------|
| durchschnittliche spezifische Heizlast [W/m ²] | 116 | 108 | 102 | 95 | 90 |
| durchschn. spezifischer Wärmebedarf Wohngebäude [kWh/a*m ²] | 209 | 194 | 184 | 171 | 162 |
| durchschn. spezifischer Wärmebedarf Nicht-Wohngebäude [kWh/a*m ²] | 162 | 151 | 143 | 133 | 126 |
| Anteil fossiler Heizung | 80,0% | 60,0% | 40,0% | 20,0% | 0,0% |
| durchschn. spezifischer CO ₂ -Ausstoß Wohngebäude [kg/a*m ²] | 48 | 33 | 21 | 10 | 0 |
| durchschn. spezifischer CO ₂ -Ausstoß Nicht-Wohngebäude [kg/a*m ²] | 37 | 26 | 16 | 8 | 0 |



Kommunaler Wärmeplan Inzell

Potenzial zur Verbesserung des Gebäudebestands und Senkung des Wärmebedarf von 2% jährlich (potenziell erreichbare Sanierungsquote)

| | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|-------|-------|-------|-------|------|
| durchschnittliche spezifische Heizlast [W/m ²] | 116 | 108 | 102 | 95 | 90 |
| durchschn. spezifischer Wärmebedarf Wohngebäude [kWh/a*m ²] | 209 | 194 | 184 | 171 | 162 |
| durchschn. spezifischer Wärmebedarf Nicht-Wohngebäude [kWh/a*m ²] | 162 | 151 | 143 | 133 | 126 |
| Anteil fossiler Heizung | 80,0% | 60,0% | 40,0% | 20,0% | 0,0% |
| durchschn. spezifischer CO ₂ -Ausstoß Wohngebäude [kg/a*m ²] | 48 | 33 | 21 | 10 | 0 |
| durchschn. spezifischer CO ₂ -Ausstoß Nicht-Wohngebäude [kg/a*m ²] | 37 | 26 | 16 | 8 | 0 |



Potenzial an Wärmequellen aus unvermeidbarer Abwärme und regenerativen Energien

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse wird im Rahmen der Potenzialanalyse aufgezeigt, welche Nutzungspotenziale erneuerbarer Energieträger und klimaneutraler Wärmequellen aus heutiger Sicht bis zum Zieljahr erschlossen werden können.

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die Einzelpotenziale zur Nutzung klimaneutraler Wärme für die Kommune analysiert und im Kontext der kommunalen Wärmeplanung bewertet.

Untersucht wurden die lokal zuordenbaren Potenziale:

- Abwärme - Industrie und Gewerbe
- Biogas & Klärgas
- Biomasse fest
- Oberflächennahe Geothermie / Grundwasserwärmepumpen
- Tiefe Geothermie
- Photovoltaik dezentral
- Photovoltaik zentral
- Solarthermie
- Außenluft

Abwärme - Industrie und Gewerbe

Abwärme aus Industrie und Gewerbe ist ein prozessuales Nebenprodukt und wird, falls nicht bei prozess-, betriebs-, oder externer Nutzung wiederverwendet, ungenutzt an die Umgebung abgegeben.

Auf den ersten Blick gibt es in der Gemeinde Inzell einige, wenige, in Frage kommende Objekte. Bei genauerer Betrachtung konnte allerdings festgestellt werden, dass die verarbeitenden Betriebe, oder das Gewerbe, alle über eine nur geringe thermische Leistung verfügen, oder auf Nachfrage keine überschüssige Wärme ins Netz abgeben können, da gegenwärtige, interne und externe Nutzungen dies verhindern.

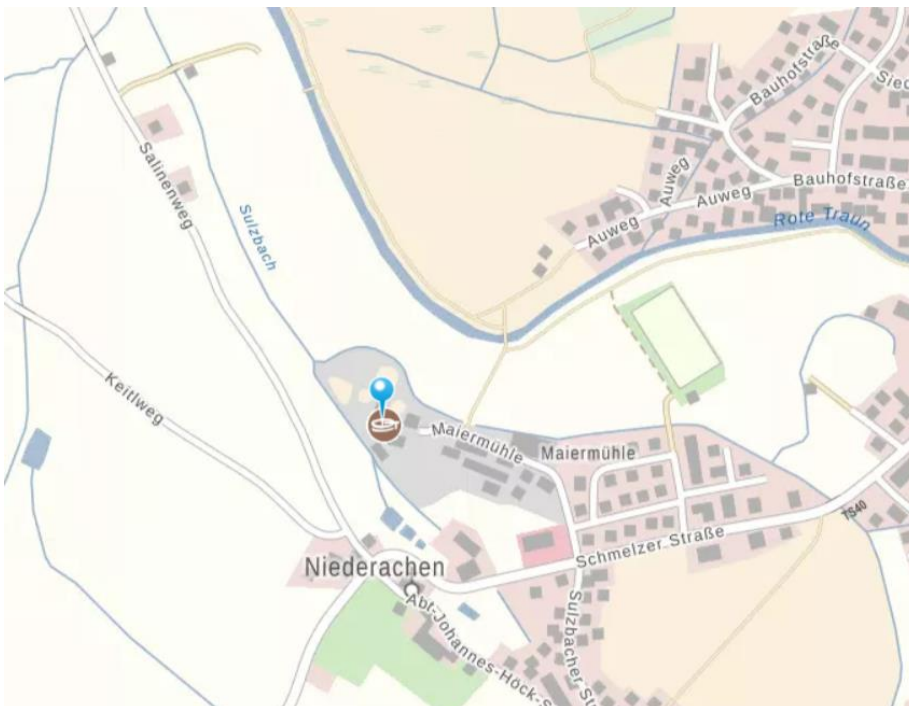


Somit ist langfristig kein signifikantes Abwärmepotenzial für ein mögliches Wärmenetz zu erwarten. Diese Aussage gilt es jedoch in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Biogas & Klärgas

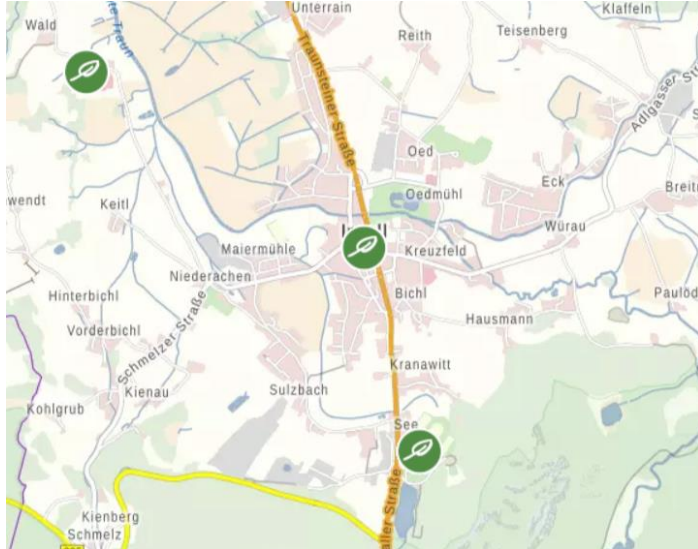
Die Gemeinde Inzell ist ein anerkannter Luftkurort und deswegen gibt es hier auch keine Biogasanlagen.

In der gemeindeeigenen Kläranlage wird die produzierte Menge an Faulgasen [$\sim 90.000 \text{ m}^3/\text{a}$] derzeit für die interne Verwendung der KWK – Anlage verbraucht und es besteht keine nutzbare Überkapazität.



Biomasse fest

Es befinden sich drei Biomasseanlagen im Betrachtungsgebiet, welche zur thermischen Nutzung der jeweiligen Häuser installiert, worden sind. Eine darüberhinausgehende, externe, Nutzung ist nicht ohne weiteres möglich.



Die Energiepotenziale aus Flur-, Siedlungs- und Waldderbholz werden anhand des Energie-Atlas Bayern grob analysiert und das jährlich nutzbare Potenzial dargestellt. Der Atlas stellt allerdings keine Informationen darüber aus, inwieweit das Potenzial schon in Verwendung steht, somit bedarf es bei einer möglichen Nutzung genauerer Analysen. Das Derbholzpotenzial bezieht sich nur die oberirdischen Holzmaße über 7 cm Durchmesser mit Rinde.

Aus Waldderbholz können ca. 32.000 Gigajoule [8,9 GWh/a] gewonnen werden und aus Flur- und Siedlungsholz etwa 4.300 Gigajoule [1,2 GWh/a].

Aus der Bestandsanalyse ergibt sich ein Gesamtwärmebedarf von 76,8 GWh/a

Oberflächennahe Geothermie / Grundwasserwärmepumpen

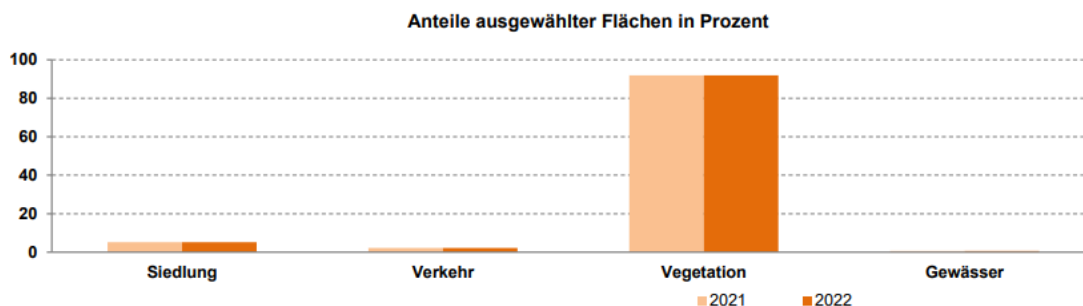
Die oberflächennahe Geothermie umfasst die Erschließung von Erdwärme in Tiefen von 1 bis ca. 400 Metern. Die Erdwärme der oberen Bodenschichten bis etwa 100 m Tiefe ist zum einen gespeicherte Sonnenenergie, zum anderen Energie aus dem Erdinneren. So ist der Temperaturverlauf bis rund 10 m unter Geländeoberkante durch die jahreszeitlichen Temperaturunterschiede geprägt. Ab ca. 15 m Tiefe ist er über das Jahr hinweg nahezu konstant und nimmt aufgrund des aufwärtsgerichteten Wärmestrom aus dem Erdinneren kontinuierlich um rund 3 °C pro 100 m Tiefe zu [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2005].

Es gibt verschiedene Arten der geothermischen Nutzung. Diese werden nachfolgend aufgezählt, aber nur überschlägig betrachtet, da die Entzugsleistung der Erdwärme von vielen standortspezifischen Faktoren abhängt.

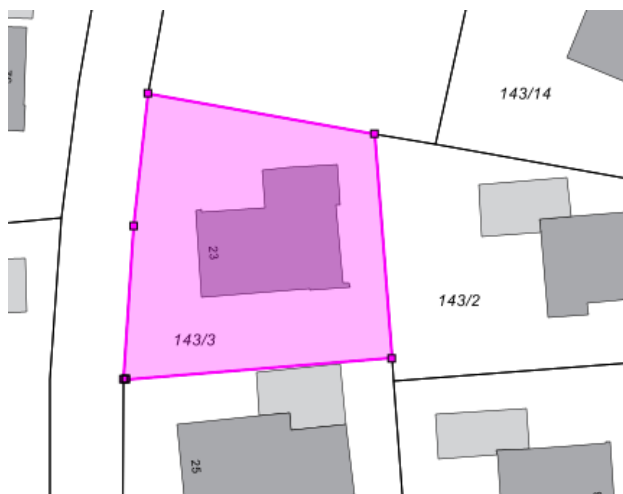
Die ermittelte, theoretisch, nutzbare Potenzialfläche wurde methodisch wie folgt ermittelt. Die Gesamtfläche der Gemeinde Inzell beträgt nach der Kommunalstatistik Bayern 4.535,00 ha. Als geeignete Bodenflächen wurden Siedlungs- Wohnbau- Industrie- und Gewerbeflächen identifiziert. Das ergibt in der Gemeinde eine Fläche von 367,34 ha (8,1%). Eine stichprobenartige Überprüfung der bebauten Flurstücke ergab, dass ein Mittelwert von 30% bebauter Fläche als realistisch angenommen werden kann. Somit bleibt eine Potenzialfläche von ca. 257 ha.

| Bodenfläche nach Nutzungsart (ALKIS) | | Fläche am 31. Dezember | | | |
|--------------------------------------|--|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 2021 ¹⁾ | | 2022 | |
| | | ha | % | ha | % |
| Siedlung | | 237 | 5,2 | 238 | 5,2 |
| dar.: Wohnbaufläche | | 108 | 2,4 | 109 | 2,4 |
| Industrie- und Gewerbefläche | | 21 | 0,5 | 21 | 0,5 |
| Verkehr | | 98 | 2,2 | 98 | 2,2 |
| Vegetation | | 4 169 | 91,9 | 4 167 | 91,9 |
| dar.: Landwirtschaft | | 928 | 20,5 | 928 | 20,5 |
| Wald | | 2 614 | 57,6 | 2 614 | 57,6 |
| Gewässer | | 31 | 0,7 | 31 | 0,7 |
| Bodenfläche insgesamt | | 4 535 | 100,0 | 4 535 | 100,0 |
| dar.: Siedlungs- und Verkehrsfläche | | 327 | 7,2 | 328 | 7,2 |

¹⁾ Für die Jahre 2014 bis einschließlich 2021 hat 2023 eine Revision in den Gemeinden Grafenwöhr, Eschenbach i.d. Opf., Kirchenthumbach und Weiherhammer stattgefunden, welche sich auch auf den Landkreis Neustadt a.d. Waldnaab, den Regierungsbezirk Oberpfalz und für Bayern auswirkt.



Quelle: https://www.statistik.bayern.de/produkte/statistik_kommunal/index.html



Aus dem Vieleck wurde annäherungsweise ein Viereck gebildet, um die Fläche zu eruiieren. In diesem Beispiel kommen wir auf ca. 29% bebauter Fläche.

Erdwärmesonden [EWS]:

Das Entzugspotenzial für eine EWS liegt in der Gemeinde laut Energie Atlas Bayern bei ca. 3.600 kWh/a. Bei einer mittleren Jahresarbeitszahl [JAZ] von 3,3 im Altbau (Energieinstitut Vorarlberg) kommt man auf knapp 12.000 kWh/a pro Sonde. Eine maximale Belegung von 100 Sonden pro Hektar scheint theoretisch möglich (Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 4 – Geothermie, 2015). Bei der Gebietsüberprüfung im Umweltatlas Bayern kommt man allerdings sehr schnell zu dem Ergebnis, dass die Nutzung einer EWS in weiten Gebietsteilen nicht möglich ist, da hydrogeologisch und geologisch, oder wasserwirtschaftlich als kritisch eingestuft.

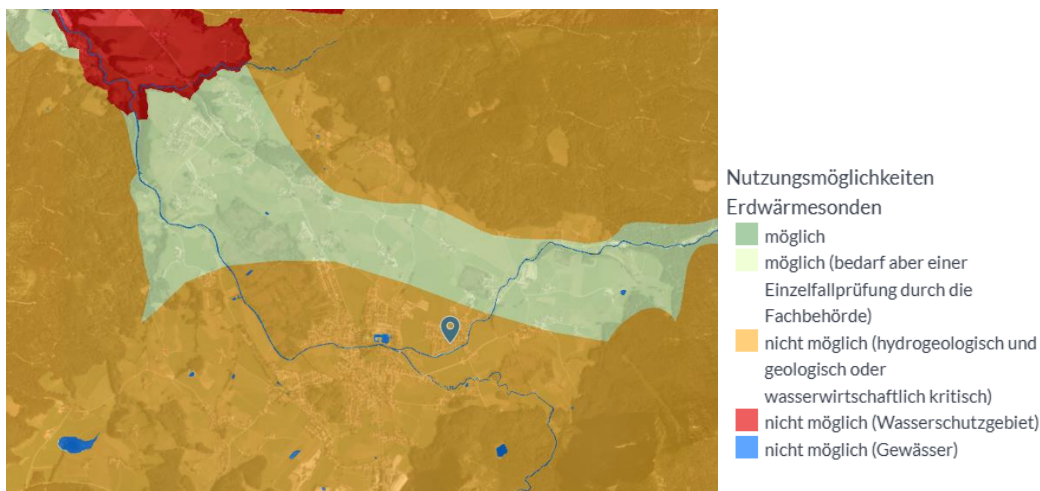


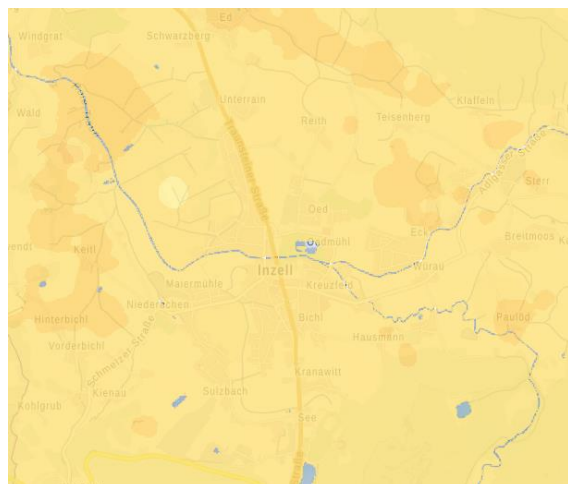
Bild Umweltatlas Bayern

Im helleren Bereich wird der Einsatz einer Erdwärmesonde als grundsätzlich möglich angesehen, es bedarf jedoch immer einer Einzelfallprüfung der zuständigen Fachbehörde. Somit ist eine Aussage über ein mögliches Potenzial als nicht belastbar anzusehen und es wird deshalb darauf verzichtet. Bei einer späteren Quartierslösung für die nördlichen Weiler kann darauf zurückgegriffen werden.

Horizontale Erdwärmekollektoren [EWK]:

Für die EWK muss vor Allem die nutzbare Fläche für eventuelle Anwendungsfälle im Umsetzungsbereich eruiert werden. Die potenzielle Entzugsenergie wird im Betrachtungsgebiet auf ca. 20 W/m², oder 39 kWh/(m²*a) geschätzt. Bei geplanten Anwendungen darf der Sanierungszustand des Gebäudes nicht außer Acht gelassen werden.

Kommunaler Wärmeplan Inzell



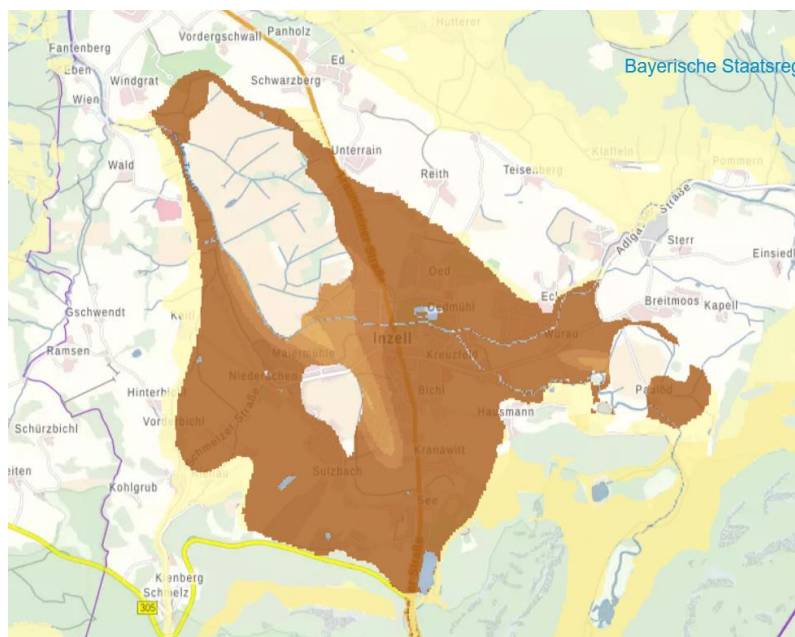
- weniger als 30 kWh/(m²a)
- 30 bis < 40 kWh/(m²a)
- 40 bis < 50 kWh/(m²a)
- 50 bis < 60 kWh/(m²a)
- 60 bis < 70 kWh/(m²a)
- 70 bis < 80 kWh/(m²a)
- 80 bis < 90 kWh/(m²a)
- 90 bis < 100 kWh/m²
- ab 100 kWh/(m²a)

Ein theoretisches Potenzial käme hier bei einer Fläche von 2.571.000 m² auf etwa 100 GWh/a.

Einer Überprüfung im Hinblick auf Umsetzung im Umweltatlas Bayern hielt das Gebiet durchweg stand.

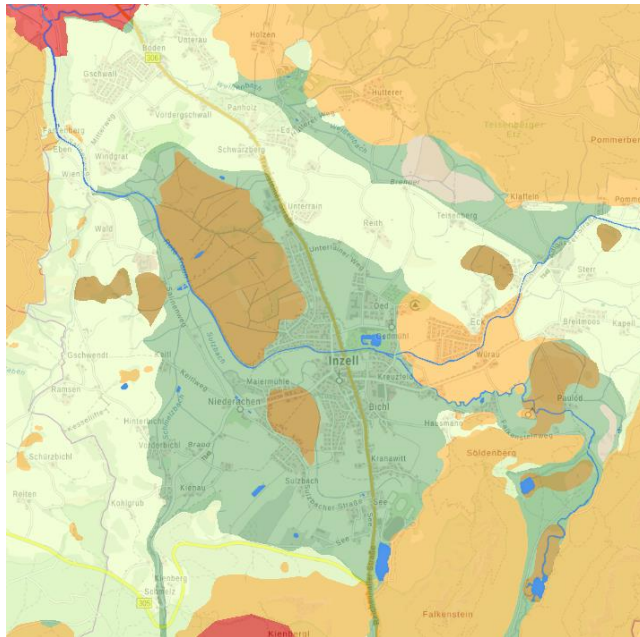
Grundwasserwärmepumpen [GWWP]:

In der Gemeinde bestehen aufgrund der hydrogeologischen Bedingungen einige, gute, Voraussetzungen für die Nutzung der Umweltenergie aus dem Grundwasser. Die ungefärbten Bereiche sind ausgeschlossen, da sich hier Hoch- und Übergangsmoore befinden. Die Möglichkeit einer zentralen Teilversorgung des Kernortes über die Energiegewinnung aus Grundwasser scheint gegeben, hier ist der Ausschnitt aus dem Umweltatlas zu beachten. Ein theoretisches Potenzial ist hier nur schwer zu benennen.



- weniger als 5 kW
- 5 bis < 10 kW
- 10 bis < 25 kW
- 25 bis < 50 kW
- 50 bis < 100 kW
- 100 bis < 250 kW
- 250 bis < 500 kW
- 500 bis < 750 kW
- 750 bis < 1000 kW
- ab 1000 kW

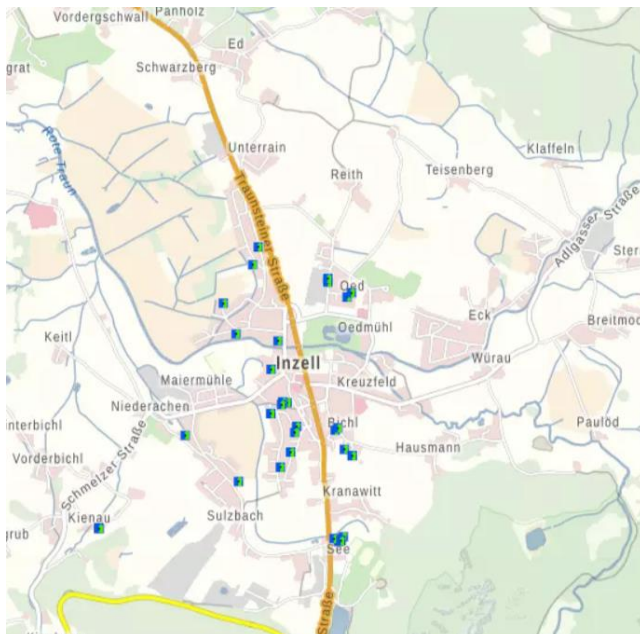
Bild Energie Atlas



- Nutzungsmöglichkeiten
Grundwasserwärmepumpen
- möglich
 - möglich (bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde)
 - möglich (Moorgebiet - bedarf einer Einzelfallprüfung)
 - nicht möglich (Moorgebiet)
 - nicht möglich (hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch)
 - nicht möglich (Wasserschutzgebiet)
 - nicht möglich (Gewässer)

Bild Umweltatlas

Die Nutzung der vorgenannten Quellen aus Grundwasser und Erdwärme wird in Inzell schon mancherorts praktiziert.



Zusammenfassung der oberflächennahen Geothermie [ONG]:

Die tatsächlich nutzbare Wärmemenge hängt neben individuellen wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen der Liegenschaft auch davon ab, wo und wie viele weitere Sonden sich in der Nachbarschaft befinden. Innerhalb möglicher Fernwärmegebiete dürfte eine Realisierung von EWS/Flächenkollektoren im Bestand allein aus wirtschaftlichen Abwägungen heraus unrealistisch sein. Außerdem steht die Geothermie mit EWS/Flächenkollektoren für einzelne Liegenschaften im Bestand immer in Konkurrenz zu anderen, ggf. eher zu realisierenden Potenzialen zur regenerativen Wärmeversorgung. Für Neubaugebiete in entsprechend geeigneten Lagen kann die ONG

als Wärmequelle für eine Quartiersversorgung durchaus in Frage kommen. Bohrtiefe, Anzahl und Ertrag der dafür benötigten Sonden sowie wirtschaftliche Abwägungen müssen jedoch vor Ort und für die jeweiligen Bauvorhaben konkret festgestellt werden [vgl. Bericht kommunaler Wärmeplan Tübingen, 2023].

Hier ist auf jeden Fall auf den technischen Zusammenhang zwischen Gebäudesanierung und Nutzung von Wärmepumpen hinzuweisen. Derzeit ist die spezifische Heizlast im Schnitt bei 117 W/m^2 was in der Regel ungeeignet für die niedrigen Vorlauftemperaturen derartiger Heizsysteme ist. Insofern sind solche Heizsysteme vor allem bei Gebäuden sinnvoll, die auch energetisch saniert werden.

Tiefe Geothermie

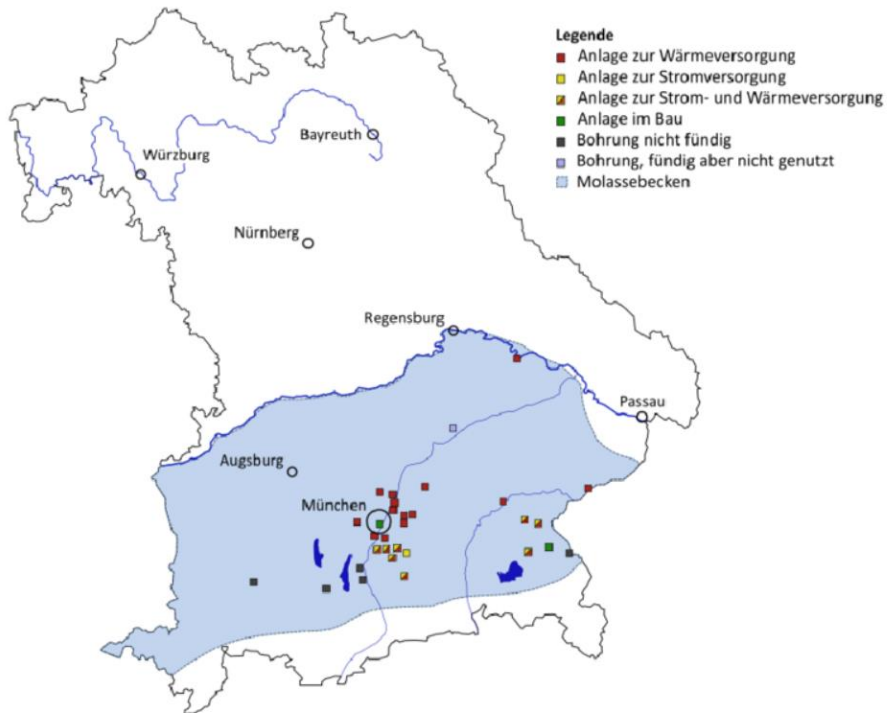
In der Geothermie hat das bayrische Molassebecken eine besondere Bedeutung. In den **Aquiferen** des **Malm** innerhalb des bayrischen Molassebeckens stehen derzeit (2015) die meisten Anlagen der Tiefengeothermie in Deutschland [<https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/m/molassebecken-bayrisches>].

Kennzahlen des bayerischen Molassebeckens:

- Fläche des nutzbaren Aquifers ca. 10.000 km^2
- Tiefe von 2.000 bis 5.000 m
- Temperatur: $65 - 140 \text{ }^\circ \text{C}$
- Technisches Potenzial 278 TWh/a

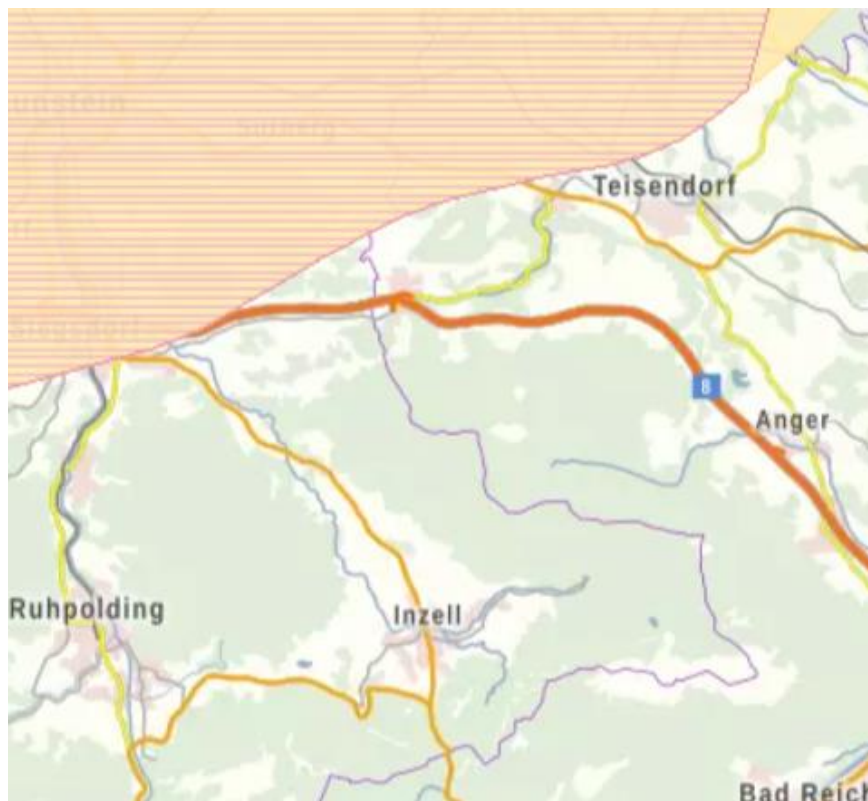
Quelle: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/m/molassebecken-bayrisches>

Kommunaler Wärmeplan Inzell



Quelle GAB

In Inzell besteht leider aus heutiger Sicht kein technisches Potenzial in Form von Tiefer Geothermie, weder thermisch noch elektrisch.



Photovoltaik dezentral

Die Photovoltaik-Nutzung auf einzelnen Gebäuden bietet eine sehr effiziente und einfache Möglichkeit zur Kopplung der Sektoren Wärme und Strom. Photovoltaik (PV) steht für die Erzeugung von Solarstrom durch Photovoltaik-Module. Klassischerweise werden hierzu PV - Module auf Dächern montiert. Der erzeugte Strom kann direkt im Gebäude genutzt oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Bei einer Direktnutzung des Stroms kann damit auch eine Wärmepumpe mitversorgt und damit aus erneuerbarem Strom klimaneutrale Wärme erzeugt werden. Aufgrund der tageszeitlichen und saisonalen Erzeugungscharakteristik der PV kann speziell in den Zeiten mit hohem Wärmebedarf im Winter in der Regel nur ein kleiner Teil des Wärmepumpenstroms über die eigene PV-Erzeugung bereitgestellt werden. In durchschnittlichen Einfamilienhäusern mit Kombianlagen sind Deckungsgrade am Gesamtwärmebedarf um 20% üblich. In Passivhäusern können jedoch auch deutlich über 50% erreicht werden. Im Rahmen der Potenzialanalyse „Photovoltaik – dezentral“ wurden für die quantitative Ermittlung des Strompotenzials auf das GIS - Angebot des Energieatlas Bayern zurückgegriffen. Die Daten des Energieatlas beinhalten aggregierte, auf die Kommune zugeschnittene Informationen der Dachflächen für die Solarenergienutzung (vgl. Kommunale Wärmeplanung Baden – Baden, 2023). In Inzell besteht ein theoretisches Potenzial zur Stromerzeugung von 28.756 MWh elektrischer Energie. Der Ausbaugrad ist mit Stand zum 31.12.2022 gerade einmal bei 8,1% des Potenzials (2.326 MWh). Der Anteil denkmalgeschützter Häuser ist in dieser Betrachtung und mit gerade einmal 3,3 % zu vernachlässigen. Das Dachflächenpotenzial nach Nutzungsart wird wie folgt aufgegliedert:

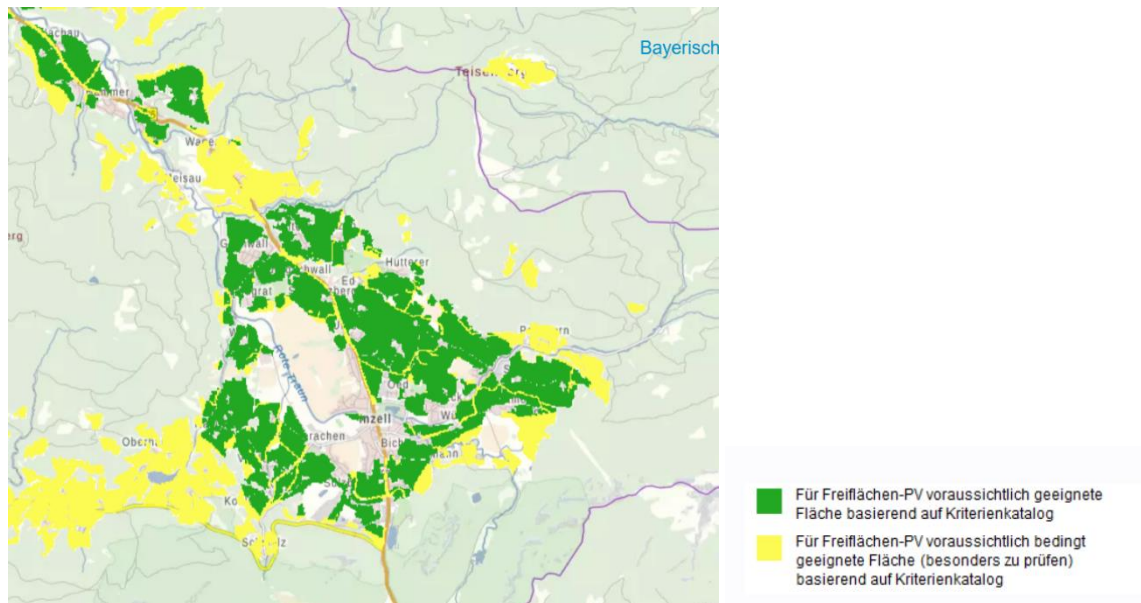
Wohngebäude 47,8 % / öffentliche Gebäude 4,6 % / GHD 7 % / Industrie 4,2 % / unbeheizte Gebäude 33,2 % / sonstige Gebäude 3,1 %

Photovoltaik zentral

Anders als bei den einzelnen, dezentralen, Stromerzeugungsanlagen liegt hier der Fokus auf Freiflächenanlagen, die im Optimalfall auf sonst nicht nutzbaren Flächen errichtet werden. PV-Anlagen auf Freiflächen erreichen hohe Erzeugungsleistungen, deren Erträge üblicherweise direkt ins Stromnetz eingespeist werden. In räumlicher Nähe zu möglichen Heizzentralen für Wärmenetze kann eine PV-Freifläche auch zur direkten Versorgung einer zentralen Wärmepumpe genutzt werden (vgl. Kommunale Wärmeplanung Baden – Baden, 2023). In der nachfolgenden Abbildung wurde das Gebiet der Gemeinde in zwei Kategorien hinsichtlich der Eignung unterteilt. Die voraussichtlich geeigneten Potenzialflächen der PV-Freiflächenkulisse werden basierend auf bestimmten Kriterien in Form bayernweit einheitlicher Restriktionen (Geodaten verschiedener Quellen) automatisiert berechnet. Dafür werden zahlreiche Umweltfachdaten zusammen mit Geobasisdaten in einem Geographischen Informationssystem (GIS) verarbeitet. Auf manche Kriterien werden zusätzliche Schutzabstände angelegt. Eine Übersicht der Daten und Abstände, die in die PV-

Freiflächenkulisse eingeflossen sind, finden Sie im Kriterienkatalog zur PV-

Freiflächenkulisse .(Quelle: https://www.energieatlas.bayern.de/thema_sonne/photovoltaik/pv-freiflaechenkulisse).



Bei der Potenzialerhebung der PV - Freiflächenanlagen wurde auf eine quantitative Auswertung verzichtet, weil die Umsetzung und das damit einhergehende Erzeugungspotenzial ohne Einzelfallprüfung nicht abgeschätzt werden kann und daher nicht belastbar ist.

Solarthermie

Für die dezentrale Nutzung ("Dachpotenzial") zur Warmwasserbereitung, alternativ zur PV – Nutzung, besteht in Inzell ein Potenzial von ca. 4.783 MWh.

Eine zentrale Nutzung großer Solarthermieanlagen in Verbindung mit entsprechenden Speichern stellen wegen der erreichbaren Temperaturen eine leicht zu integrierende regenerative Quelle für Fernwärmenetze dar. In Verbindung mit Wärmepumpen kann auch außerhalb der Zeiten hoher Sonneneinstrahlung weiter Wärme aus dem System entnommen werden. Für diese Anlagen müssen geeignete Standorte gefunden werden, die nicht nur eine günstige Orientierung aufweisen, sondern auch ohne Konkurrenz zu anderen Nutzungen verwendet werden können. Zusammen mit der notwendigen Nähe zu geplanten Wärmenetzen müssen Standorte für Solarthermie geprüft und gesichert werden (vgl. Kommunale Wärmeplanung Tübingen, 2023). Bei der Potenzialerhebung der zentralen Solarthermieanlagen wurde ebenfalls auf eine quantitative Auswertung verzichtet, weil die Umsetzung und das damit einhergehende Erzeugungspotenzial ohne Einzelfallprüfung nicht abgeschätzt werden kann und daher nicht belastbar ist.

Außenluft

Wärmepumpen mit der Wärmequelle Außenluft erfordern den geringsten technischen Aufwand und sind fast an jedem Standort einsetzbar. Die Außenluft-Wärmepumpen können dabei in Luft/Luft- und Luft/Wasser-Systeme unterteilt werden. Bei diesen Systemen wird der Außenluft Wärme entzogen. In einem thermodynamischen Kreisprozess wird die Wärme von einem niedrigen (Außenluft) auf ein höheres (Heizwärme) Temperaturniveau gehoben. Der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen im Bestand liegt in Deutschland nach Auswertungen des Bundesverbands Wärmepumpe bei über 50 Prozent. (Fisch, et al., 2018) Luft/Wasser-Wärmepumpen können Heizwärme bei Außenlufttemperaturen von bis zu –20 Grad Celsius bereitstellen. Je niedriger die Wärmequellentemperatur, desto niedriger die Effizienz (d. h., die Arbeitszahl sinkt und der Strombedarf steigt). Speziell bei größeren Wärmebedarfen kommen bivalente Systeme zum Einsatz. Im Rahmen der Potenzialermittlung und Zielfotoerstellung der kommunalen Wärmeplanung wird grundsätzlich von einer technischen Machbarkeit zur Nutzung von Außenluft als Wärmequelle ausgegangen. Lediglich Cluster mit einer hohen baulichen Dichte, z.B. in einem hochverdichteten Innenstadtbereich, oder mit hohen Prozesstemperaturenanwendungen werden so kategorisiert, dass hier kein Potenzial zur Nutzung von Außenluft-Wärmepumpen berücksichtigt wird. Der wesentliche Grund hierfür ist, dass für die Aufstellung der Geräte Flächen auf Gebäuden oder im Außenraum erforderlich werden und bei der Anordnung von Ansaug- und Ausblasöffnungen im Umfeld von Gebäuden die Geräuscentwicklungen zu berücksichtigen sind (vgl. Kommunale Wärmeplanung Baden-Baden, 2023).

Zusammenfassung Potenzial

In folgender Tabelle sind die möglichen Potenziale für die Gemeinde Inzell zusammengestellt. Für das Zieljahr 2045 wird bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1,5% ein Endenergiebedarf von 49,6 GWh/a benötigt. Das entspricht einer Reduktion von ca. 35% zum Vergleichsjahr 2024. Die grob überschlägigen Zahlen zeigen, dass für die Gemeinde ein hohes Erzeugungspotenzial im Bereich der erneuerbaren Energien besteht. Unter Einbeziehung der nicht-quantifizierbaren Potenziale aus Außenluft, Grundwasser und PV zentral, sowie der Nutzung von oberflächennaher Geothermie und Solarthermie auch für Gebäude aus den Sektoren GHD und Industrie erscheint eine erneuerbare Wärmeversorgung in Inzell bis 2045 grundsätzlich auf Basis von vor Ort verfügbaren Quellen aus heutiger Sicht realisierbar.

Die im Gemeindegebiet hauptsächlich verfügbaren Wärmedeckungspotenziale liegen im Bereich der oberflächennahen Geothermie und Grundwasserwärmepumpe in Verbindung mit solarer Nutzung. Weiteres Potenzial kann die Gasnetztransformation auf 100% Wasserstoff sein. Weitere Untersuchungen und technische Konzepte sind notwendig, um diese Potenziale zu konkretisieren und zu heben.

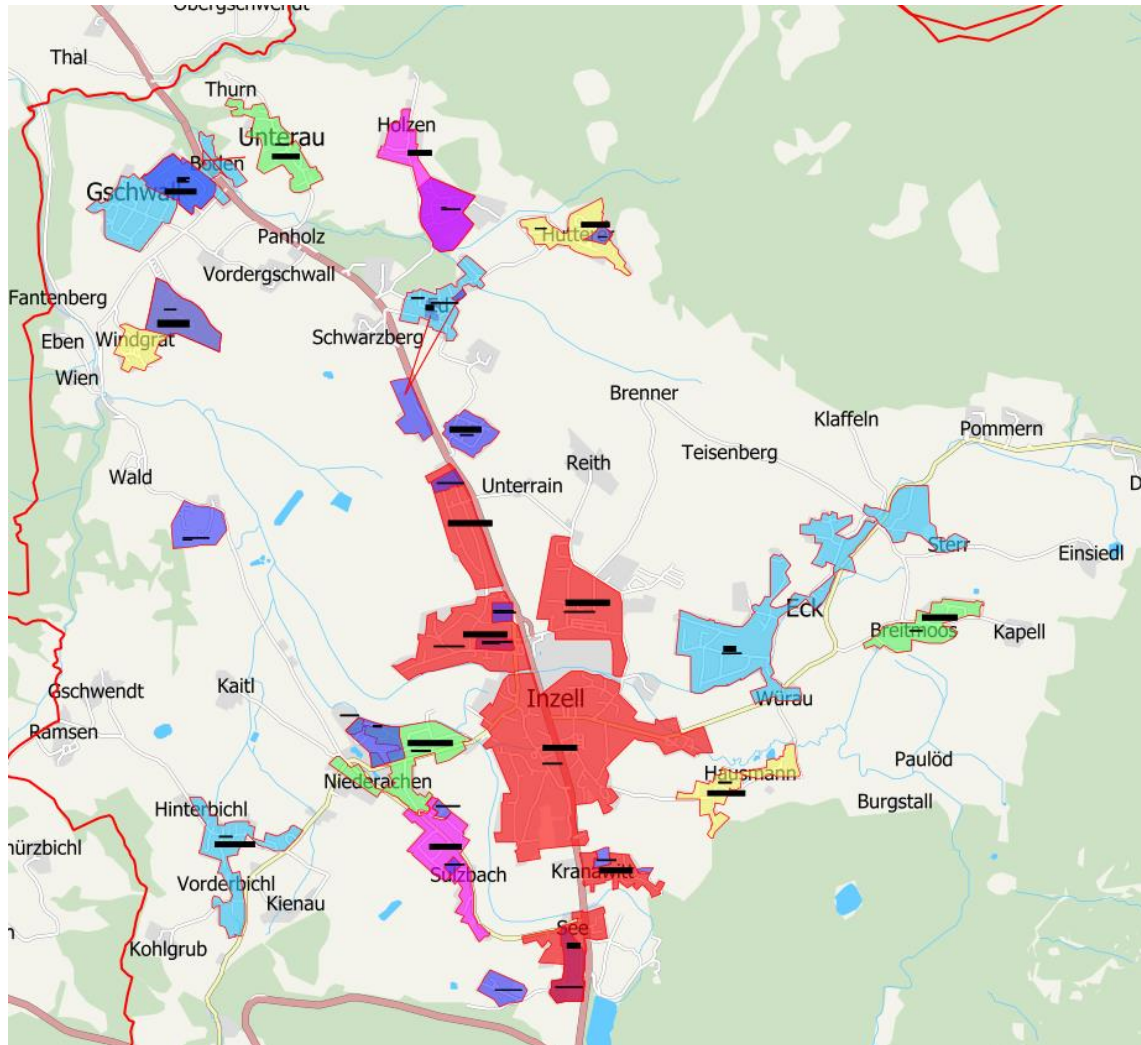
| | Potenzial | Quantifizierung [theoretisch] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------------|
| Abwärme- Industrie und Gewerbe | nein | --- |
| Biogas & Klärgas | nein | --- |
| Biomasse fest | Ja | 10,1 GWh |
| Oberflächennahe Geothermie | Ja | 100 GWh |
| Grundwasserwärmepumpe | ja | Nicht quantifizierbar |
| Tiefe Geothermie | nein | --- |
| Photovoltaik dezentral | ja | 28,75 GWh el. |
| Photovoltaik zentral | ja | Nicht quantifizierbar |
| Solarthermie | ja | 4,78 GWh |
| Außenluft | ja | Nicht quantifizierbar |

Zielszenario

Kriterien für die Clusterbildung

Für die Aufstellung des Zielszenarios ist es notwendig ausgehend von der Bestandsanalyse und Potenzialanalyse passende Cluster zu bilden.

Im Gemeindegebiet Inzell ergeben sich die Cluster durch die klare Aufteilung in einzelne Ortsteile



Übersicht über die Cluster

| Cluster | Anzahl Wohngeb. | Anzahl öffentl. Geb. | Anzahl Gewerbegeb. | beh. Fläche Wohngeb. [m ²] | beh. Fläche öffentl. Geb. [m ²] | beh. Fläche Gewerbegeb. [m ²] | vorwiegende Baualtersklasse | gesch. Wärmebed. Wohngeb. [MWh] | gesch. Wärmebed. öffentl. Geb. [MWh] | gesch. Wärmebed. Gewerbegeb. [MWh] |
|------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--|---|---|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Inzell Nord 1 | 111 | 2 | 12 | 23096 | 2303 | 1487 | 1970 - heute | 4516 | 371 | 225 |
| Inzell Nord 2 | 55 | | 3 | 11908 | | 478 | 1970 - heute | 2370 | | 39 |
| Inzell Nord 3 | 40 | 3 | 16 | 12265 | 1383 | 8694 | 1980 - heute | 2020 | 218 | 1398 |
| Inzell Süd | 230 | 11 | 69 | 57287 | 9893 | 12796 | alle Altersklassen | 10775 | 1593 | 2063 |
| Kronawitt | 35 | | 4 | 6030 | | 334 | alle Altersklassen | 1247 | | 54 |
| nicht zugeordnet | 182 | 11 | 146 | 38321 | 4715 | 61625 | | 7831 | 759 | 6911 |
| Vorderbichl | 41 | | 11 | 7744 | | 1167 | alle Altersklassen | 1490 | | 188 |
| Windgrat | 15 | | 5 | 4059 | | 523 | 1960 bis heute | 795 | | 74 |
| Unterau | 41 | | 13 | 7340 | | 2140 | alle Altersklassen | 1332 | | 349 |
| Gschwall | 122 | | 15 | 22445 | | 2312 | 1960 bis heute | 3987 | | 372 |
| Sulzbach | 58 | | 4 | 11719 | | 496 | 1920 bis heute | 2254 | | 80 |
| Niederachen | 61 | 1 | 21 | 14725 | 532 | 3706 | alle Altersklassen | 2875 | 86 | 596 |
| Eck | 173 | | 24 | 39893 | | 4652 | 1920 bis heute | 7402 | | 742 |
| Hausmann | 35 | | 5 | 6278 | | 865 | 1950 bis heute | 1255 | | 139 |
| Hutterer | 57 | | 10 | 5919 | | 1121 | 1970 bis heute | 1090 | | 181 |
| Holzen | 34 | | 11 | 3987 | | 5637 | ermitteln | 787 | | 908 |
| Ed | 50 | | 1 | 9708 | | 32 | alle Altersklassen | 1887 | | 5 |
| Breitmoos | 40 | | 10 | 8533 | | 1698 | 1960 bis heute | 1642 | | 273 |
| See | 18 | | 12 | 5519 | | 3157 | alle Altersklassen | 1023 | | 508 |
| Unterrain | 33 | | 5 | 7776 | | 3710 | 1960 bis heute | 1489 | | 597 |

Darstellung und Bewertung der Cluster

Je Cluster wurde ein Steckbrief erstellt, diese finden sich im Anhang.

Die Einordnung der Machbarkeit von Wärmenetzen erfolgte nach folgenden Kriterien.

Quelle: [BMWK - Leitfaden Wärmeplanung kompakt](#)

Wärmenetze wurde im Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020) ausgewiesen und ist in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Wärmenetzsignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte. Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020)

| Wärmedichte [MWh/ha*a] | Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen |
|------------------------|---|
| 0–70 | Kein technisches Potenzial |
| 70–175 | Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten |
| 175–415 | Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand |
| 415–1.050 | Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand |
| > 1.050 | Sehr hohe Wärmenetzsignung |

Zu Wärmelinienindichten können folgende Empfehlungen formuliert werden (Tabelle 12).

Tabelle 12: Wärmenetzsignung in Abhängigkeit von der Wärmelinienindichte. Quelle: ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019)

| Wärmelinienindichte [MWh/m*a] | Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen |
|-------------------------------|---|
| 0–0,7 | Kein technisches Potenzial |
| 0,7–1,5 | Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie |
| 1,5–2 | Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten |
| > 2 | Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen) |

Quelle:

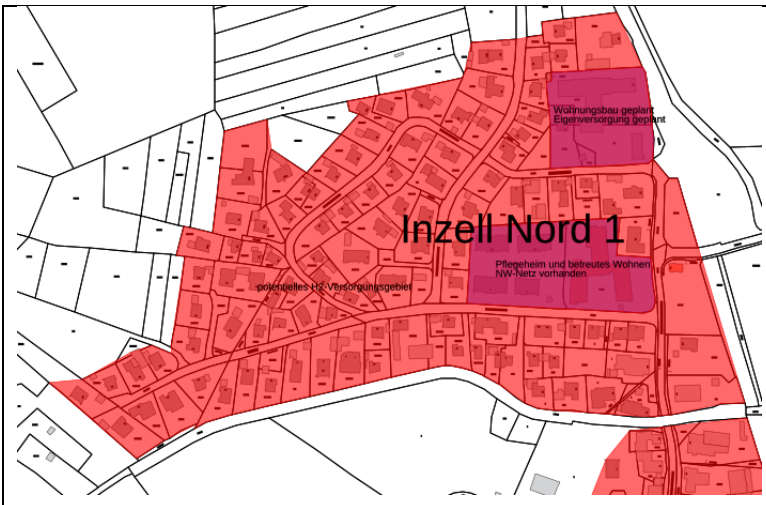
<https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/kompetenz/energie/leitfaden-nahwaerme.pdf>

Dieser Wert entspricht einer Wärmebedarfsdichte, in diesem Fall der Flächendichte (MW/km²), die eine erste Wirtschaftlichkeitsabschätzung⁴ ermöglicht.

- 2 Die hier beschriebene Gebäudetypologie basiert auf einer Studie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) in Darmstadt, während die beschriebenen Siedlungstypen auf einer von Roth durchgeführten Untersuchung der bundesdeutschen Bebauungsstruktur fußen. Die IWU-Gebäudetypologie enthält repräsentative Haustypen verschiedener Baualtersklassen und -größen (Einfamilienhaus EFH, Zweifamilienhaus ZFH, kleines und großes (mehr als 4 Geschosse) Mehrfamilienhaus KM FH bzw. GM FH).
- 3 Das dazu notwendige Umfassungsfläche/Bauwerksvolumen-Verhältnis kann entweder berechnet oder mit den Angaben im Diagramm abgeschätzt werden.
- 4 Für diese Abschätzung ist in der Literatur häufig eine untere Grenze von ca. 30 MW/km² angegeben. In der Praxis finden sich aber auch Beispiele für wirtschaftliche Anschlüsse bei Wärmedichten von 11-20 MW/km²

Beispielhaft: Bezeichnung des Clusters: Inzell Nord 1

Bestandsanalyse

| | | | | |
|--|--|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|  | Fläche des Clusters Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen Fläche: 126.242 m ² ; 12,6 ha; 0,13 km ² | | | |
| | Gebäudebestand Vorwiegende Baualtersklasse: 1970 - heute Anteil fossile Heizung: 86,7% | | | |
| | Anzahl | beheizte Fläche [m ²] | geschätzte Heizlast [kW] | geschätzter Wärmebedarf [MWh] |
| Wohngebäude | 111 | 23.096 | 2.509 | 4.516 |
| öffentliche Gebäude | 2 | 2303 | 265 | 371 |
| Gewerbegebäude | 12 | 1487 | 161 | 225 |
| zu klärende Gebäude | 12 | | | |
| gesamt | | 26.886 | 2.935 | 5.112 |

Kennzahlen

| | | | |
|--|-------|---|-----|
| CO ₂ -Ausstoß gesamt [t/a] | 1.515 | CO ₂ -Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m ²] | 56 |
| Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m ²] | 109 | Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m ²] | 190 |

Beurteilung Eignung Wärmenetz

| | | |
|-------------------------------------|------|---|
| Wärmedichte [MWh/ha*a] | 358 | Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand |
| Flächendichte [MW/km ²] | 19,3 | eventuell wirtschaftlich |

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Aufbau Nahwärmenetz prüfen

Potenzial nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

| | |
|---|-------|
| Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW] | 2.149 |
| Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh] | 3.741 |

Potenzial Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

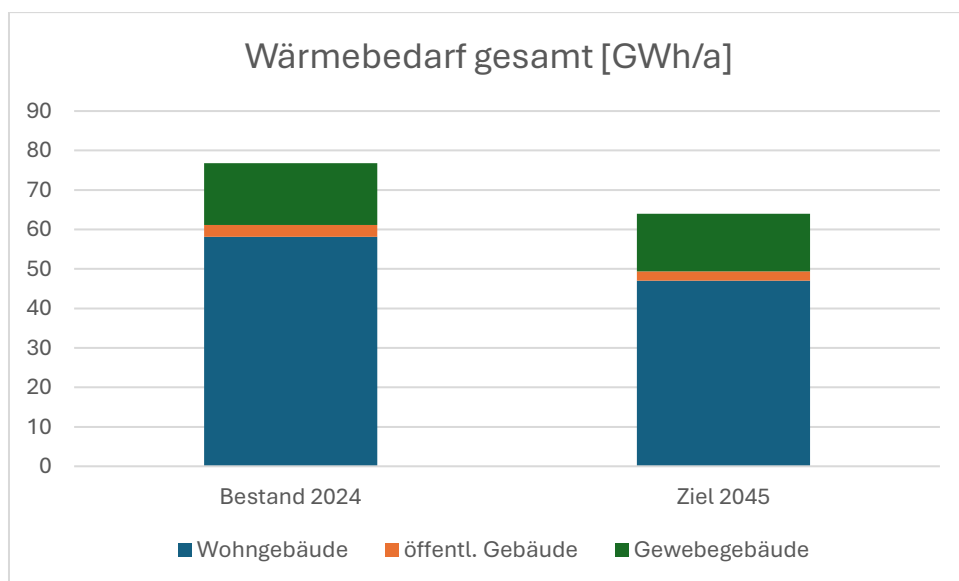
- Potenzielles H2-Versorgungsgebiet
- Weiternutzung des Nahwärmenetzes für Pflegeheim und betreutes Wohnen
- Regenerative Versorgung des geplanten Wohnungs-Neubaus

Zusammenfassung des Zielszenarios

Ziel ist es bis 2045 eine CO₂-freie Wärmeversorgung zu erreichen.

Dadurch würden ca. 20.310 t/a CO₂ eingespart werden können.

Bei einer Sanierungsquote der Gebäude von 1,5% kann der Gesamtenergiebedarf für den Bereich Wärme um 12,8 GWh/a reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion bis 2045 von 17%.



Kommunaler Wärmeplan Inzell

Umsetzungsstrategie

Maßnahmen in den einzelnen Clustern

Die Maßnahmen in den einzelnen Clustern sind in den Cluster-Steckbriefen aufgeführt.

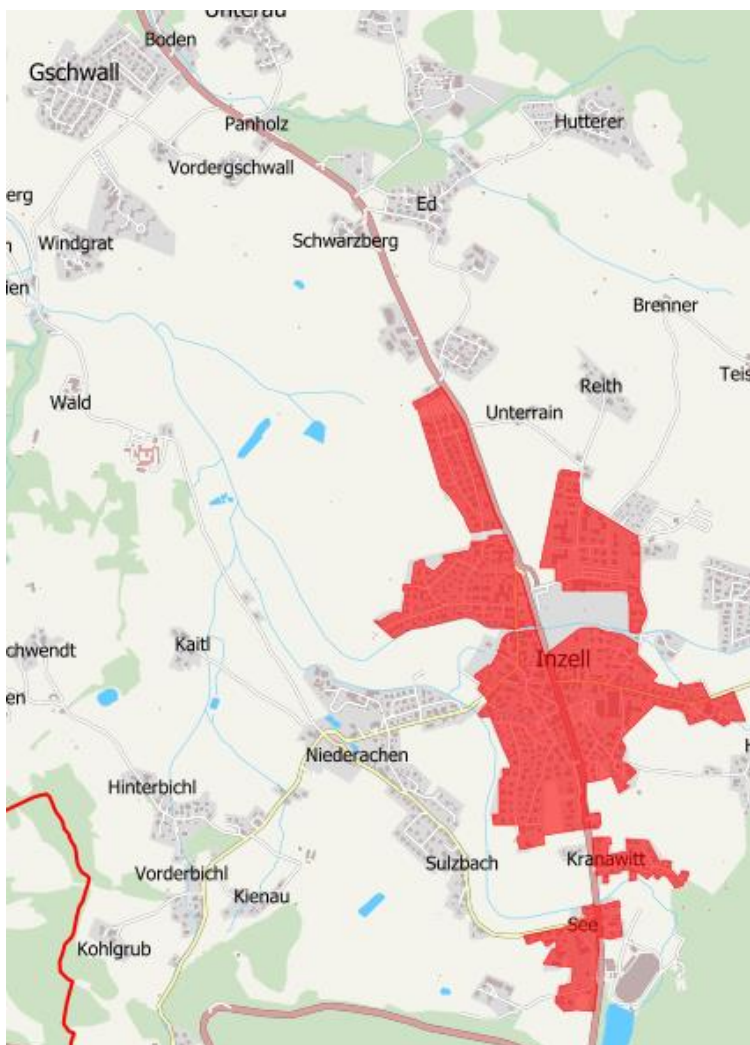
Mögliche Eignungsgebiete der zentralen/dezentralen Wärmeversorgung

Eignungsgebiete für zentrale Wärmeversorgung

In den Clustern von See im Süden bis Inzell Nord 2 ist ein Verbund-Wärmenetz denkbar. In einem Folgeprojekt sollte die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

In weiteren Clustern sind ebenfalls einzelne Insel-Nahwärmenetze denkbar (siehe Cluster-Steckbriefe). Auch hier ist eine Einzelprüfung zu empfehlen.

Für die unten rot dargestellten Gebiete, würde es sich empfehlen eine Machbarkeitsstudie für eine Fernwärmeversorgung zu beauftragen (nach Bundesgesetz effiziente Wärmenetz – BEW).



Kommunaler Wärmeplan Inzell

Dezentrale Wärmeversorgung notwendig

In Bezug auf die Potenzialanalyse zeigt sich, dass es eine Vielzahl an Möglichkeiten zur dezentralen Wärmeversorgung gibt, die aber von Fall zu Fall geprüft werden müssen.

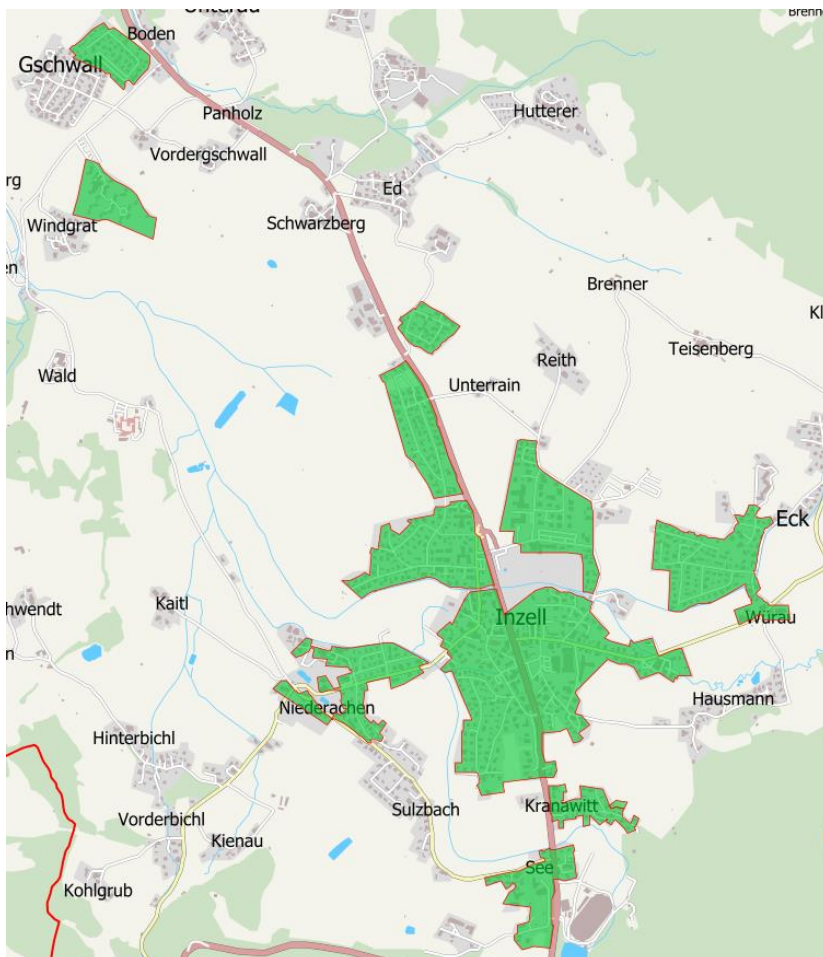
Eine Gesamtdeckung mit erneuerbaren Energien ist realistisch (siehe Potenzialanalyse).

Mögliche Eignungsgebiete grüner Wasserstoff

Thüga und Energie Südbayern (ESB) stellen gemeinsam mit Energienetze Bayern für das Forschungsprojekt H2Direkt ein bestehendes Gasnetz auf 100 Prozent Wasserstoff um. Zehn Haushalte und ein Gewerbekunde heizen dann ausschließlich mit dem neuen Energieträger – ein Novum für Deutschland. Das Vorhaben ist Teil des TransHyDE-Projekts „Sichere Infrastruktur“ und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Am 16.05.2024 wurde nach sieben Monaten Laufzeit ein äußerst positives Zwischenfazit gezogen mit dem Ergebnis, dass die Umstellung von einem erdgasbetriebenen Verteilnetz hin zu einem 100% H2- Betrieb ohne Netzzumrüstung funktioniert hat.

In Inzell werden einige Ortsteile bereits mit Erdgas versorgt (in der Grafik grün markiert). Im Hinblick auf das erfolgreiche Testprojekt (<https://www.thuega.de/stadtwerke-der-zukunft/newsblog-h2direkt-heizen-mit-100-wasserstoff/>) ist das Netz nach Aussage der esb grundsätzlich als H2 ready anzusehen.



Controllingkonzept, Verstetigungsstrategie

Zukünftige Aufgaben zur Verstetigung

- Interne Abstimmungen der einzelnen Abteilungen (Bauamt, GIS-Abteilung, Ansprechpartner Wärmeplanung) um eine kontinuierliche Aktualisierung der Daten zu gewährleisten.
- Mindestens alle 5 Jahre Revision des kommunalen Wärmeplans

Controllingkonzept

- Für die einzelnen Maßnahmen und Cluster müssen regelmäßig die Ziele mit dem tatsächlichen Sachstand abgeglichen werden.
- Der Grad der tatsächlichen Gebäudesanierung muss jährlich ermittelt werden und mit den Randbedingungen (1,5% Sanierungsquote) abgeglichen werden.