



Abwärmekataster III Steiermark

Öffentlicher Kurzbericht

Datum: 06.10.2021

Version: 1.0

Autoren:

AEE INTEC: Wolfgang Gruber-Glatzl, Rebecca Krainz,
Jürgen Fluch, Franz Mauthner

Lehrstuhl für Energieverbundtechnik Universität Leoben:
Andreas Hammer, Elisabeth Lachner, Thomas
Kienberger

e-think energy research: Marcus Hummel, Andreas
Müller

Auftraggeber:**Amt der Steiermärkischen Landesregierung**

Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik

Landhausgasse 7

8010 Graz

E-Mail: abteilung15@stm.gv.atInternet: www.technik.steiermark.at**Das Land
Steiermark**

→ Energie, Wohnbau, Technik

Auftragserteilung am 21.07.2020 (GZ ABT15-1184/2020-241)**Auftragnehmer:****AEE - Institut für Nachhaltige Technologien**

A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19

Tel.: +43-3112 5886 -17

Fax: +43-3112 5886 -18

E-Mail: office@aee.at

Projektpartner:

Lehrstuhl für Energieverbundtechnik

Franz Josef-Straße 18

8700 Leoben

Tel.: +43 3842 402 5401

E-Mail: evt@unileoben.ac.at

Projektpartner:

e-think energy research

Argentinierstraße 18/10

1040 Wien

Tel.: +43-670-7015799

E-Mail: office@e-think.ac.at

1 Kurzfassung

Der Abwärmekataster III Steiermark 2021 ist Teil der Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030 (KESS). Das Projektkonsortium, bestehend aus den drei Partnern **AEE – Institut für nachhaltige Technologien** (Konsortialführer), dem **Lehrstuhl für Energieverbund-technik** der Montanuniversität Leoben und **e-think energy research**, wurde beauftragt die Abwärmequellen der Steiermark zu identifizieren, zu erheben und auszuwerten, sowie die Daten in das Geografische Informationssystem (GIS) Steiermark einzubinden und ein Konzept für eine eigenständige Abwärme-Kontakt-Plattform zu entwickeln.

Für die Abwärmepotenzialerhebung wurden verschiedene Methoden angewandt um ein möglichst genaues und breites Erhebungsbild zu erhalten: (1) Für die energieintensive Industrie wurde mittels einer veröffentlichungs-basierten Analyse von Umweltberichten, Emissionsdatenbanken und anderen öffentlich zugänglichen Quellen eine Energie- und Stoffbilanz durchgeführt woraus Abwärmequellen abgeleitet werden können, (2) an sämtliche produzierende Betriebe in der Steiermark wurde ein Fragebogen zur Abwärmepotenzialerhebung ausgesandt und (3) über statistische Daten und abgeleitete Kennzahlen wurden übrige Firmen der energieintensiven Industrie bewertet.

Das gesamte **technische Abwärmepotenzial** in der Steiermark beträgt **7,37 TWh/a**. Davon sind 1,03 TWh/a bereits genutzt (14%) und 6,34 TWh/a (86%) noch ungenutzt. In Summe wurden 194 ungenutzte Abwärmequellen von 120 Firmen erhoben. Von 39 Firmen wurden 52 genutzte Abwärmequellen identifiziert.

Die größten ungenutzten technischen Abwärmepotenziale befinden sich in der Papierindustrie (2,76 TWh/a), Metallherzeugung (2,25 TWh/a) und Glas- u. Keramikindustrie (0,76 TWh/a). Die restlichen Branchen kommen gemeinsam auf 0,58 TWh/a. Der Großteil (79%; 5,80 TWh/a) der technischen Abwärmepotenziale liegt bei Temperaturen unter 50 °C vor, ein Anteil von 11% (0,81 TWh/a) liegt über 100 °C vor, der Rest (10%; 0,76 TWh/a) liegt zwischen 50 und 100 °C vor.

Insgesamt zeigt dies ein sehr großes technisches Potenzial, was einem Anteil von 14% am gesamten steirischen Endenergieeinsatz¹ (52,40 TWh) entspricht. Verglichen mit dem Wärmesektor könnten bilanziell 29% des benötigten Wärmeendenergiebedarfes² von 25,78 TWh gedeckt werden.

Für die Initiierung und Umsetzung konkreter Projekte ist es darüber hinaus notwendig, dass potenzielle Abwärme-Anbieter, Abwärme-Abnehmer sowie Planer und Projektentwickler miteinander in Kontakt treten. Im Rahmen des Projektes wurde daher ein Konzept sowie Anforderungen und Spezifikationen einer **Abwärme-Kontakt-Plattform** für die Steiermark erarbeitet und in einem Basis-Lastenheft zusammengefasst.

¹ Energiebericht Steiermark 2020. Endenergieverbrauch von 2019 und umfasst alle Sektoren: Industrie & Produktion, Verkehr, Dienstleistungen, private Haushalte, Landwirtschaft.

² Energiebericht Steiermark 2020. Wärmeendenergiebedarf von 2019 umfasst alle Sektoren: Industrie & Produktion, Dienstleistungen, private Haushalte, Landwirtschaft.

2 Methodik

Mit dem Auftraggeber wurde entschieden, das theoretische und technische Potenzial zu erheben, wobei in einem Methodenworkshop und auf Basis von Literatur und Erfahrungen eine finale Definition festgelegt die im Folgenden beschrieben wird (Abbildung 1).

Das theoretische (oder physikalische) Potenzial berücksichtigt nur physikalische Einschränkungen: Die Wärme muss oberhalb von 0 °C liegen (= Referenztemperatur) und an einen Wärmeträger (Flüssigkeit, Gas, Feststoff) gebunden sein. Nicht berücksichtigt wird hier die technische Möglichkeit der Wärmeextraktion oder Nutzung der Wärme.

Zu berücksichtigende Wärmeträger sind bei gasförmigen Medien (inkl. Kondensation) beispielsweise Abgasströme aus Verbrennung, Trocknungsluft, Kühlluft, Hallen-/Raumluft, warme Luft aufgrund der Restwärme von Produkten; bei flüssigen Wärmeträgern beispielsweise Abwasserströme, Kühlwasserströme, Rückkühlströme für Klimatisierung und Kühlung, und der Energieinhalt von Feststoffen, wie beispielsweise Produkte.

Ausgehend vom theoretischen Potenzial werden beim technischen Potenzial Einschränkungen, wie Möglichkeiten der Wärmeextraktion berücksichtigt, d.h. sind also Abhängig von den technischen Möglichkeiten (z.B. Stand der Technik). Technische Einschränkungen sind z.B. die minimale Temperaturdifferenz im Wärmetauscher, starke Verunreinigungen des Wärmeträgermediums, biologische Randbedingungen bei Abwasser oder Betriebssicherheit. Nicht berücksichtigt wird hier, ob eine Möglichkeit der unmittelbaren Nutzung (Industriebetrieb mit Wärmebedarf, vorhandenes Wärmenetz) besteht oder ob die Nutzung wirtschaftlich ist.

Das technische Potenzial umfasst sowohl das genutzte als auch das ungenutzte Potenzial.

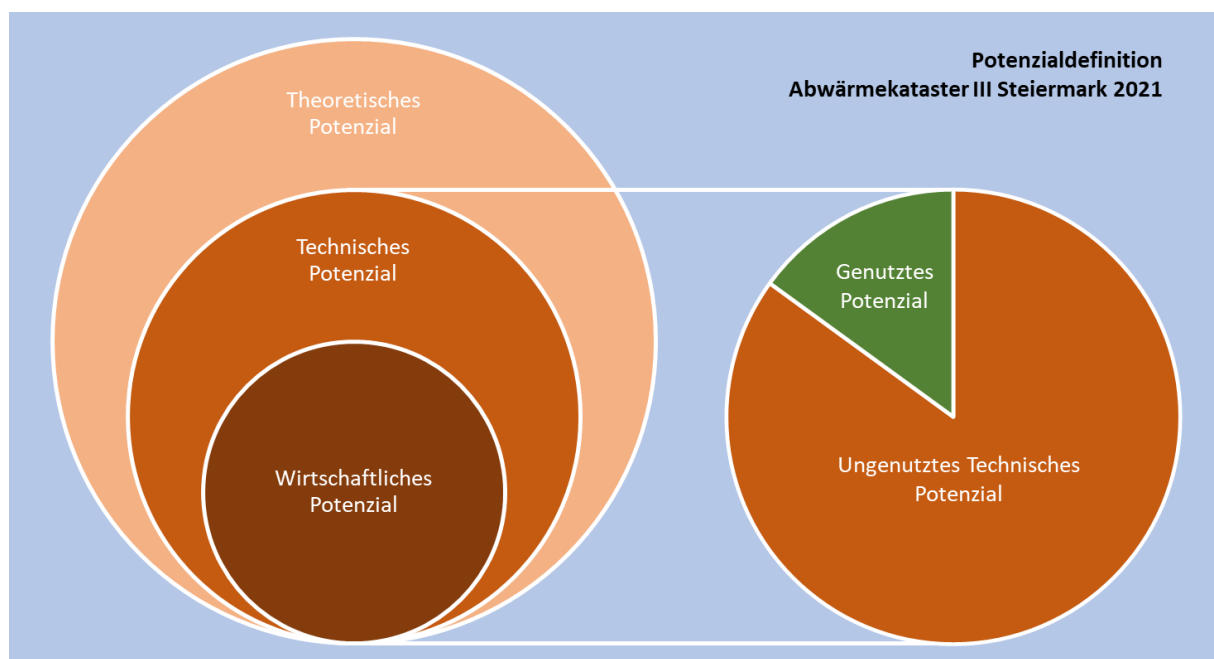


Abbildung 1: Abwärmepotenzial-Definition für den Abwärmekataster III Steiermark (eigene Darstellung)

Methoden der Datenerhebung

Um eine ausführliche Untersuchung der Abwärmepotenziale steirischer Betriebe durchzuführen, hat sich das Projektteam für 3 Methoden entschieden. Mittels zwei unterschiedlicher Bottom-Up- und einer Top-Down-Analyse werden die Daten unterschiedlicher Branchen erhoben und die Potenziale einzelner Betriebe definiert.

Als erste Methode wurde für die energieintensive Industrie eine veröffentlichungs-basierte Bottom-Up Analyse durchgeführt, da in diesen Branchen auch die größten Abwärmepotenziale zu finden sind und daher eine solche aufwendigere Analyse gerechtfertigt ist. Hier wurden theoretisches und technisches Potential ermittelt.

Als zweite Methode wurde eine auf Fragebögen basierende Bottom-Up Methode gewählt, deren Ergebnisse dem technischen Potenzial zugerechnet werden können.

Die dritte Methode ist eine Top-Down Analyse und basiert auf statistisch verfügbaren Daten in Kombination mit Branchen- bzw. Energieeinsatzkennzahlen.

Methode 1: Veröffentlichungs-basierte Bottom-Up Analyse

Die veröffentlichungs-basierte Bottom-Up-Methode wurde für die größeren steirischen Standorte der energieintensiven Industrie der ÖNACE-Codes C17, C20, C23, C24 und C25³ auf Basis öffentlich verfügbarer Umweltberichte und EMAS-Umwelterklärungen durchgeführt.

Um die Abwärmequellen zu bestimmen, mussten zunächst die Energiebedarfe, aufgeschlüsselt in die einzelnen Energieträger, erhoben werden. Wo aus dem ETS-System⁴ CO₂-Ausstöße gemeldet waren und keine weiteren Angaben bekannt waren, wurde von Erdgas als Energieträger ausgegangen. Bei weitgehend bekannten Prozessabläufen und unter Berücksichtigung der einzelnen Produktionsschritte konnten Temperaturniveau und Menge der anfallenden Abwärme bestimmt werden. Für Unternehmensstandorte ohne explizite Informationen wurde auf Basis von branchenspezifischen Kennzahlen z.B. mit Hilfe der Produktionsmenge, des CO₂-Ausstoßes oder über veröffentlichte Sankey-Diagramme zu Energieflüssen das Abwärmeaufkommen ermittelt.

Methode 2: Fragebogen basierte Bottom-Up Analyse

Unter Berücksichtigung von in der Vergangenheit verwendeten Fragebögen wurde ein neuer Fragebogen erstellt, bei dem die lessons-learned aus Vorprojekten berücksichtigt wurden, wobei datenschutzrelevante Themen mit dem Datenschutzbeauftragten des Landes Steiermark abgeklärt wurden. Der als PDF -Formular entwickelte Fragebogen war in verschiedene Abschnitte unterteilt.

In Abschnitt 1 wurden allgemeine Unternehmensdaten wie Branche, Umsatzerlöse, Beschäftigte und Produktionsfläche erhoben. Weiters wurden Produktionszeiten erhoben - Betriebszeiten pro Tag, Betriebstage pro Woche und Stillstandszeiten – und die 3 wichtigsten Energieträger, um die Plausibilität der Abwärme-Angaben prüfen zu können. Der Kern des Fragebogens bildete die Erhebung des ungenutzten Abwärmepotenzials, wobei 3 Abwärmequellen mit vorliegendem Medium, Massen- oder Volumenstrom, Temperatur, Leistung und Abwärmemenge angegeben werden konnten. In ähnlicher Form wurde auch die bestehende Nutzung, sowohl innerbetrieblich als auch extern abgefragt.

³ C17: Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus, C20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen, C23: Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, C24: Metallerzeugung und -bearbeitung

⁴ https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/registry_en#tab-0-1

Abschnitt 2 umfasste die Möglichkeit technologie-bezogene, Abwärme-relevante Zusatzinformationen zu übermitteln, die die weitere Definition von Abwärmequellen erleichterten. Dabei wurden für Technologien/Bereiche wie Wärmeversorgung, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage, Kälteversorgung, Druckluftkompressoren, Trocknung, Abwasser und Server/Rechenzentrum zusätzliche Daten abgefragt.

Die Erstellung und die Aussendung der Fragebogen wurde durch die WKO Steiermark unterstützt. Über weitere Analysen von Mitarbeiterzahl (mindestens 25) wurden 460 Fokus-Betriebe definiert. Insgesamt wurde von 94 Betrieben ein Fragebogen abgegeben.

Methode 3: Statistik-basierte TopDown Analyse

Als dritte Methode wurde an Standorten der energieintensiven Industrie, für die weder Umweltbilanzen noch EMAS-Zertifikate noch Produktionsmengen oder CO₂-Ausstöße bekannt waren, die Top-Down-Methode eingesetzt. Hierbei erfolgte die Aufsummierung der Energiemengen der Bottom-Up-Methode den einzelnen Standorten und dessen Abgleich mit der Energieeinsatzstatistik der Statistik Austria. Die Differenz dieser beiden Energiebeträge wurde dennoch übrigen Standorten gewichtet nach den Mitarbeiterzahlen zugeordnet.

Weiters wurden auch aus bekannten Prozessen spezifische Energieeinsätze pro Mitarbeiter, pro Gewichtseinheit Produkt oder pro Umsatz errechnet und in der Top-Down Berechnung auf das betreffende Unternehmen angewendet.

Um das Abwärmepotenzial als Anteil des Endenergieeinsatzes dieser Standorte abzuschätzen, wurden entweder branchentypische Kennzahlen aus der Literatur oder aus Betrachtung repräsentativer Standorte genutzt. Für die Abschätzung der Temperaturniveaus konnten teilweise ebenfalls branchentypische Werte zurückgegriffen werden.

Klassifizierung der Abwärme nach den Temperaturbereichen

Die im Vergleich zu anderen Studien relativ feine Einteilung im unteren Temperaturbereich soll der zu erwartenden steigenden Bedeutung von Niedrigtemperaturquellen und deren Nutzung in Niedertemperatur- bzw. Anergienetzen im Zusammenspiel mit Wärmepumpen Rechnung tragen. Diese Anwendungen können mit Temperaturen unter 50 °C gespeist werden. Der Bereich zwischen 50 und 100 °C zielt auf kleinere Netze, optimierte oder moderne Fernwärmenetze mit reduzierten Vorlauftemperaturen ab, der Bereich über 100 °C kann klassische Fernwärmenetze versorgen.

Klassifizierung nach zeitlicher Verfügbarkeit

Bei der Klassifizierung der Unternehmen wurde auch versucht die zeitliche Verteilung der Abwärme zu erfassen. Das ist über die Auswertung der Fragebögen in genauer Weise möglich, bei der Bottom Up Methode über die Analyse der Prozesse als auch bei Top Down Berechnungen ist man auf Informationen aus der Webseite des Unternehmens oder weitere Informationen aus dem Web angewiesen. Dabei teilt sich die zeitliche Verfügbarkeit auf saisonale und betriebswöchentliche Effekte auf.

Klassifizierung der Abwärmern nach Trägermedien oder Herkunft aus dem Produktionsprozess

Nach intensiven Überlegungen, der Erfahrung aus den Berechnungen und Diskussionen erfolgte in dieser Studie die Klassifizierung nach Trägermedien mit dem Ziel universeller Anwendbarkeit über alle vorkommenden Branchen (Tabelle 1). Dadurch waren detaillierte Analysen in der Gesamtauswertung möglich.

Tabelle 1: Definierte Abwärmekategorien für den Abwärmekataster Steiermark

Abwärmekategorie	Beschreibung
Rauchgas	Dies umfasst alle durch Verbrennungsvorgänge verursachte Rauchgasströme, wobei hier nur die fühlbare Abwärme in diese Kategorie aufgenommen wird.
Kondensation	Diese Kategorie enthält die im Rauchgas durch Kondensation erzielbare Abwärme, als auch jene durch Kondensation von Brüden aus Verdampfungs- oder Trocknungsvorgängen.
Abwasser und Kühlwasser	Diese Kategorie umfasst alle Wasserströme aus Kühlvorgängen, als auch Wasserströme, welche die Produktion oder die Anlage verlassen
Produktwärme und Hallenabwärme	Zum einen werden hier die Abwärmepotenziale aus noch warmen oder heißen Produkten aus dem Produktionsprozess erfasst und durch Abkühlen Energie an die Umgebung abgeben. Wenn Daten oder Literatur zu Hallenabluft verfügbar waren, wird auch diese Wärme – Abwärme aus Industrieöfen, Produktionslinien etc. – in die Berechnung dieser Kategorie mit eingebunden.
Abluft Maschinenkühlung	Diese Kategorie umfasst alle luftbasierten Abwärmepotenziale die einer Maschine zugeordnet sind, wie zB Druckluftkompressoren in der nicht-energieintensiven Industrie.

Technologien zur Nutzung

Da Abwärme entweder in Form von Abstrahlung oder an spezifische Stoffströme gebunden auftritt, muss die Technologie zur Wärmerückgewinnung entsprechend gewählt werden.

Die Wärmerückgewinnung erfolgt über Wärmeübertrager. Unterschiedliche Technologien sind für einzelne Temperatur- und Anwendungsbereiche besser oder schlechter geeignet, Beispiele sind Wärmetauscher, Strahlungsrohre oder Regeneratoren. Grädigkeiten und Verluste hängen von der Geometrie und den eingesetzten Materialien und Wärmemedien ab und liegen im Bereich von ca. 5K für Niedrigtemperaturprozessen bis ca. 40K bei Systemen, die leicht verschmutzen bzw. deren Wärmedurchgangskoeffizient niedrig ist.

Häufige Technologien sind direkte Nutzung, Nutzung mittels Wärmepumpen oder mehrstufige Verfahren. Als Nutzungspfade bieten sich als interne Möglichkeit die direkte Nutzung oder mit Wärmepumpe an. Als externe Nutzung gibt es die folgenden Optionen: Direkte Nutzung in anderer Industrie, direkte Nutzung für Fernwärme und Niedertemperaturnetz mit dezentraler Wärmepumpe.

3 Ergebnisse der Abwärmepotenzialerhebung

Das gesamte technische Abwärmepotenzial in der Steiermark beträgt 7,37 TWh/a. Davon sind 1,03 TWh/a bereits genutzt und 6,34 TWh/a noch ungenutzt. Die Branchenaufteilung zeigt einen starken Fokus auf die energieintensive Industrie.

In Summe wurden 194 ungenutzte Abwärmequellen von 120 Firmen erhoben. Von 39 Firmen wurden 52 genutzte Abwärmequellen identifiziert. Die ungenutzten und genutzten technischen Potenziale sind mit Branchenaufteilung in Abbildung 2 ersichtlich. Die Branchenaufteilung wurde mit den ÖNACE-Branchen vereinheitlicht. Die Papier-, Metall sowie die Glas- und Zementindustrie haben als energieintensivsten Branchen auch die meiste Abwärme. Für eine gute Übersichtlichkeit werden die nicht-energieintensiven Branchen in obenstehender Abbildung als „Andere Branchen“ zusammengefasst und in Tabelle 2 im Detail angeführt.

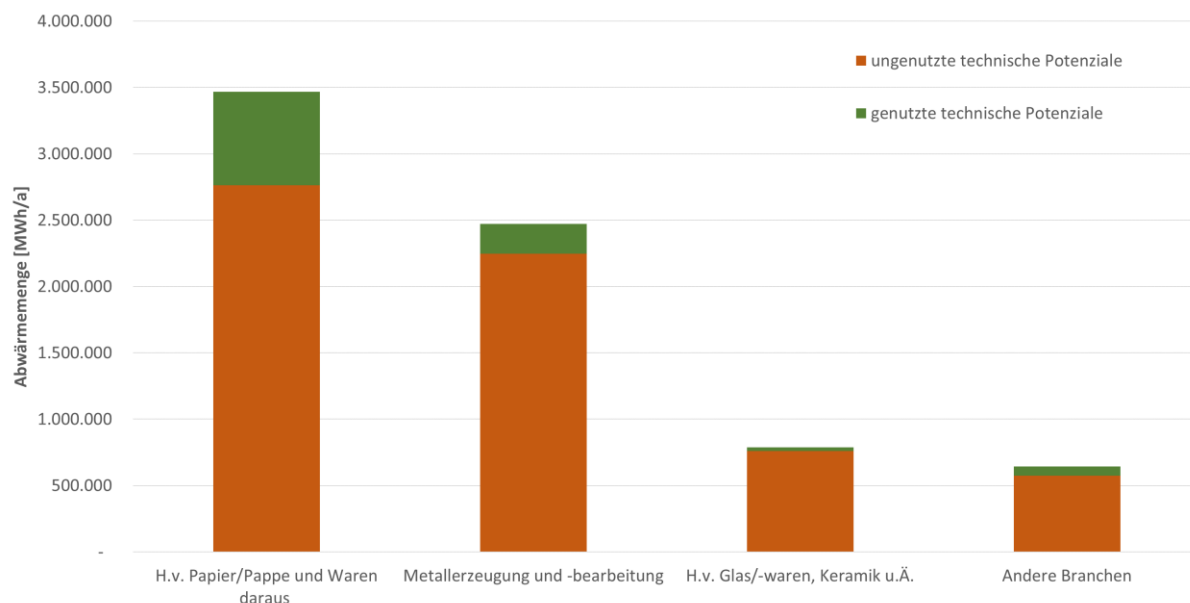


Abbildung 2: Branchenübersicht der ungenutzten und genutzten technischen Potenziale in MWh/a. Andere Branchen umfasst alle nicht separat ausgewiesenen Branchen (Details in Tabelle 2).

Tabelle 2: Branchenübersicht des ungenutzten und genutzten technischen Potenzials in MWh/a. Branchenbezeichnung nach ÖNACE. H.v. = „Herstellung von“

Branchen (nach ÖNACE)	Ungenutztes technisches Potenzial [MWh/a]	Genutztes technisches Potenzial [MWh/a]
Abfallbehandlung	101	-
Erzbergbau	2.959	-
Getränkherstellung	1.290	65
Gewinnung v. Steinen; sonst. Bergbau	8.666	4.101
H v. Leder/-waren und Schuhen	1.931	14.764
H.v. chemischen Erzeugnissen	189.947	-
H.v. Datenverarbeitungsgeräten	56	-
H.v. Druckerzeugnissen	1.997	-
H.v. elektrischen Ausrüstungen	297	-
H.v. Glas/-waren, Keramik u.Ä.	761.025	27.260
H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	11.134	1.096
H.v. Holzwaren; Korbwaren	51	-
H.v. Kraftwagen und -teilen	30.576	6.989
H.v. Metallherzeugnissen	28.040	5.898
H.v. Möbeln	328	746
H.v. Nahrungs- und Futtermitteln	88.411	30.973
H.v. Papier/Pappe und Waren daraus	2.761.715	705.500
H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	40.598	2.040
H.v. sonst. Waren	7.295	-
H.v. Textilien	624	1.108
Informationsdienstleistungen	742	-
Maschinenbau	160.006	642
Metallherzeugung und -bearbeitung	2.246.333	226.501
Gesamtergebnis	6.344.120	1.027.683

Die 3 Erhebungsmethoden (Fragebogen, Veröffentlichungsbasiert, Top Down) wurden zusammengeführt, bereinigt und vereinheitlicht. Es wurde festgelegt welche Werte vorrangig in die Gesamtauswertung (Tabelle 2) und GIS Datenbank (Kapitel 4) übernommen werden.

Abbildung 3 zeigt das Ergebnis der veröffentlichungsbasierten Erhebung. Ausgehend von einem theoretischen Potenzial wurde das technische Potenzial ermittelt. Deshalb ist die Anzahl der Abwärmequellen für die theoretischen und technischen Potenziale der veröffentlichungsbasierten Erhebung ident. Von 27 Firmen wurden 85 Abwärmequellen für die obenstehende Gesamtauswertung übernommen.

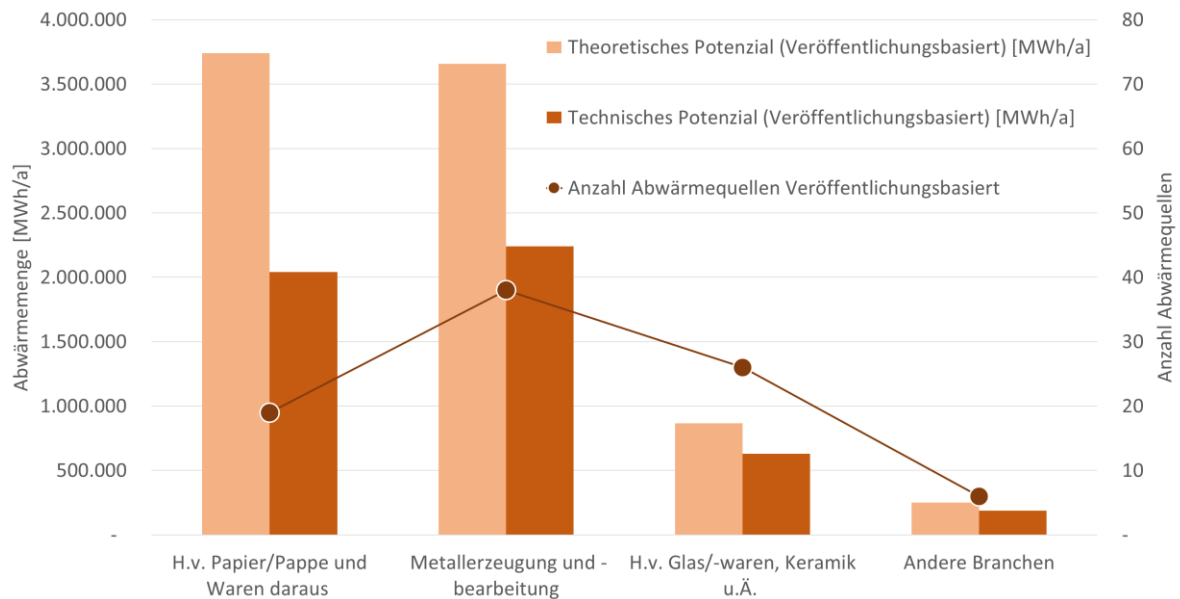


Abbildung 3: Theoretische und technische Potenziale aus veröffentlichungsbasierter Erhebung. Angaben in MWh/a. Anzahl der Abwärmequellen pro Erhebungsmethode; Anzahl der theoretischen und technischen Potenziale der veröffentlichungsbasierten Erhebung ist gleich. Gesamtpotenziale (ungenutzt+genutzt).

Die Detailauswertung für die Erhebungsmethode der Fragebögen zeigt den Fokus auf die nicht-energieintensiven Branchen (Abbildung 4). Sowohl was die Anzahl der genutzten als auch der ungenutzten Abwärmequellen betrifft, sind die nicht-energieintensiven Branchen am häufigsten identifiziert und für die Gesamtauswertung übernommen worden.

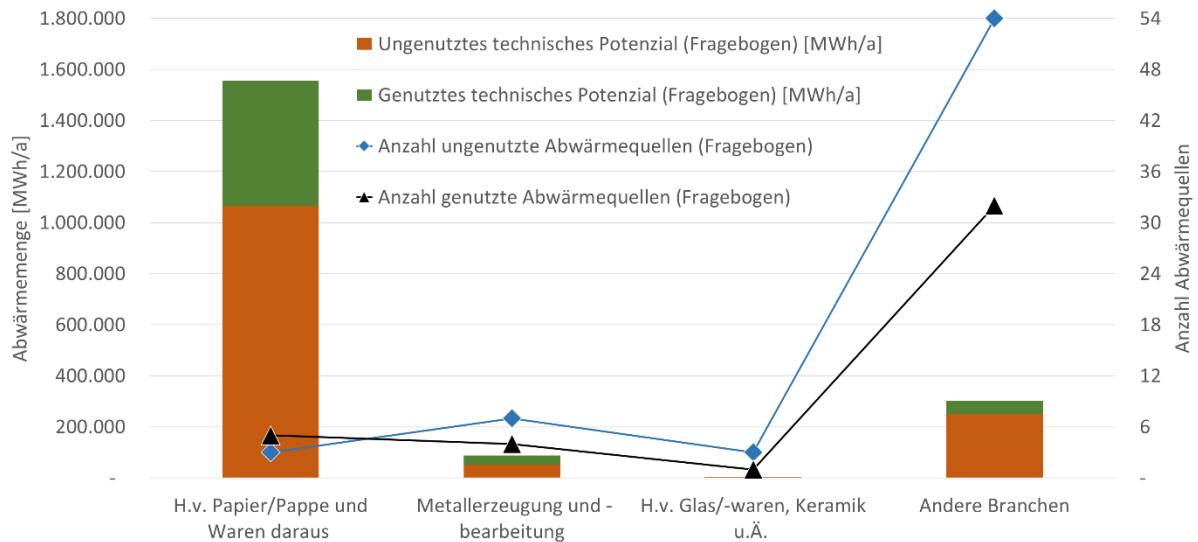


Abbildung 4: Ungenutztes und genutzte technische Potenziale aus der Fragebogen Erhebung. Anzahl der Abwärmeeinheiten.

Über die Top Down Analyse wurden weitere 42 Firmen für die Gesamtauswertung übernommen. Hierfür wurde kein theoretisches Abwärmepotenzial ermittelt, da die Werte direkt von den veröffentlichungsbasierten technischen Abwärmepotenziale abgeleitet wurden.

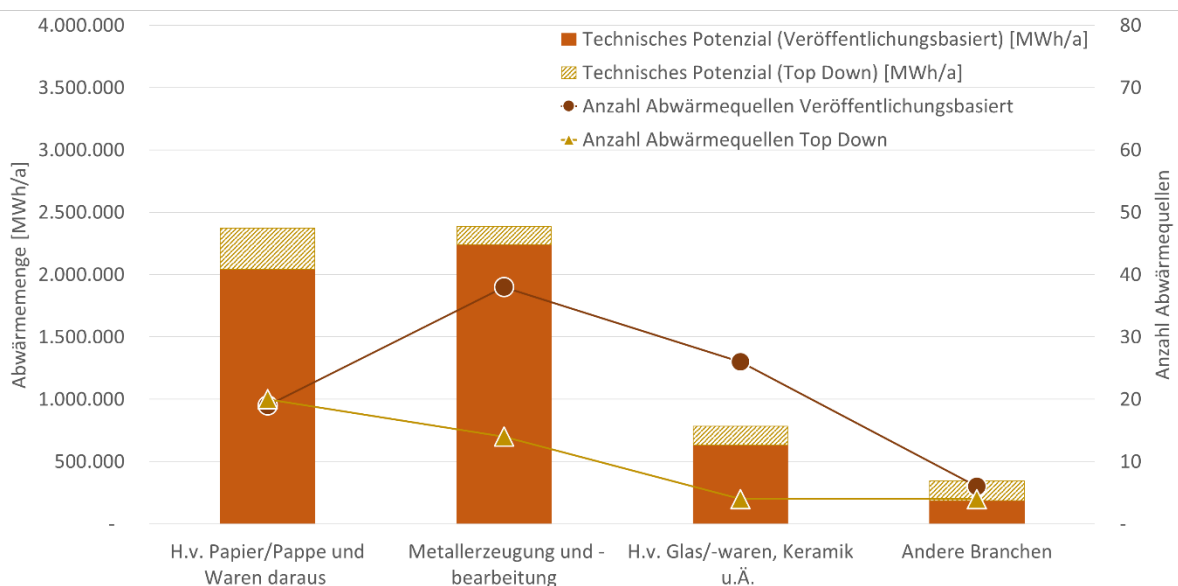


Abbildung 5: Technische Potenziale aus Top Down und veröffentlichungsbasierter Erhebung. Angaben in MWh/a. Anzahl der Abwärmeeinheiten pro Erhebungsmethode. Gesamtpotenziale (ungenutzt+genutzt).

Abbildung 6 zeigt die Abwärmemenge nach Abwärmekategorie und Temperaturkategorie so wie in den Methoden definiert. Eine Abwärmeeinheit kann dabei alle drei Temperaturkategorien durchlaufen, falls die Abwärme bei über 100 °C vorliegt und auf die Referenztemperatur abgekühlt werden kann.

Es zeigt sich der klare Zusammenhang zwischen Niedrigtemperaturwärme bei den Kategorien Ab-/Kühlwasser, Kondensation und Abluft Maschinenkühlung. Hochtemperaturabwärme sind für Rauchgas sowie teilweise auch bei der Produktwärme identifiziert worden. Für die Top-Down-Analyse wurde keine Kategorisierung vorgenommen. An dieser Stelle soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass das Potenzial einer Rauchgaskondensation der Abwärmekategorie Kondensation und nicht der Abwärmekategorie Rauchgas zugewiesen wurde.

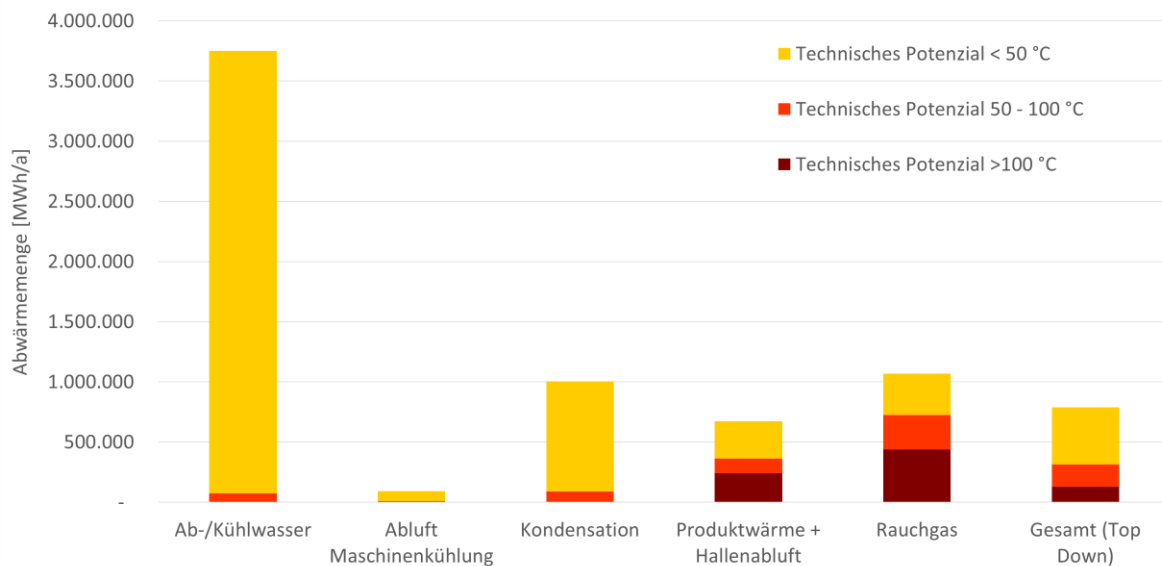


Abbildung 6: Technisches Abwärmepotenzial (ungenutzt + genutzt) nach Abwärmekategorie und Temperaturkategorie. Für Top-Down-Analysen wurde keine Abwärmekategorisierung vorgenommen.

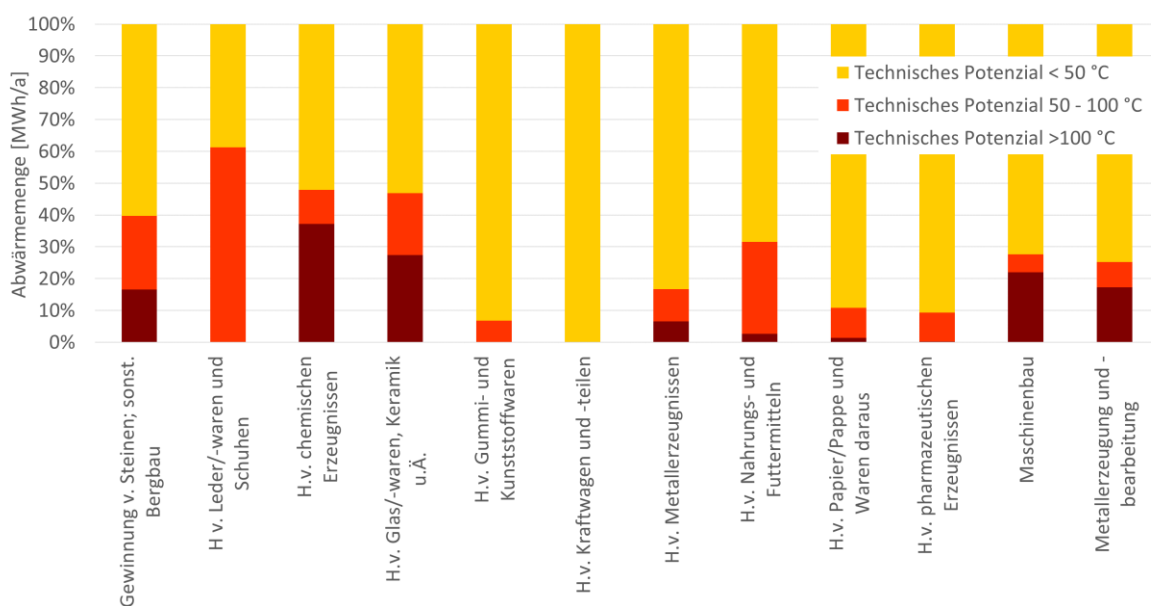


Abbildung 7: Prozentuelle Aufteilung nach Temperaturkategorien des technischen Abwärmepotenzials (ungenutzt+genutzt) der Abwärmquellen für ausgewählte Branchen (mind. 10.000 MWh/a technisches Abwärmepotenzial).

4 Visualisierung der Daten im Digitalen Atlas Steiermark

Das GIS Steiermark bietet eine verfügbare und etablierte Plattform, um die erhobenen Daten zu den Abwärmepotenzialen zielgerichtet und entsprechend den Anforderungen und Rechten unterschiedlicher Nutzergruppen *georeferenziert* zur Verfügung zu stellen. Der Abwärmekataster Steiermark stellt hierbei in Verbindung mit den bereits verfügbaren landesweiten Fach- und Basiskarten sowie insbesondere in Verbindung mit dem zukünftigen *Wärmeatlas Steiermark* (vgl. Maßnahme G-02 des Aktionsplans⁵) eine wesentliche Informationsschicht für die räumliche Wärmeversorgungsplanung in Städten und Gemeinden dar.

Abbildung 8 zeigt die vorbereitete, auf die Geodatenbank zugreifende Visualisierung der Standorte mit ungenutzten Abwärmepotenzialen. Die Abwärmepotenziale wurden in einem vorbereitenden Schritt einer Nutzungsmöglichkeit zugewiesen. Die maximale Distanz einer Abwärmenutzung wurde in Abhängigkeit von Temperatur, Abwärmeleistung und Lastprofil ermittelt. Als Grenzwerte wurden lineare Distanzen von max. 3,5-14 km (je nach Nutzungsmöglichkeit) sowie max. 10% Wärmeverteilverluste definiert.

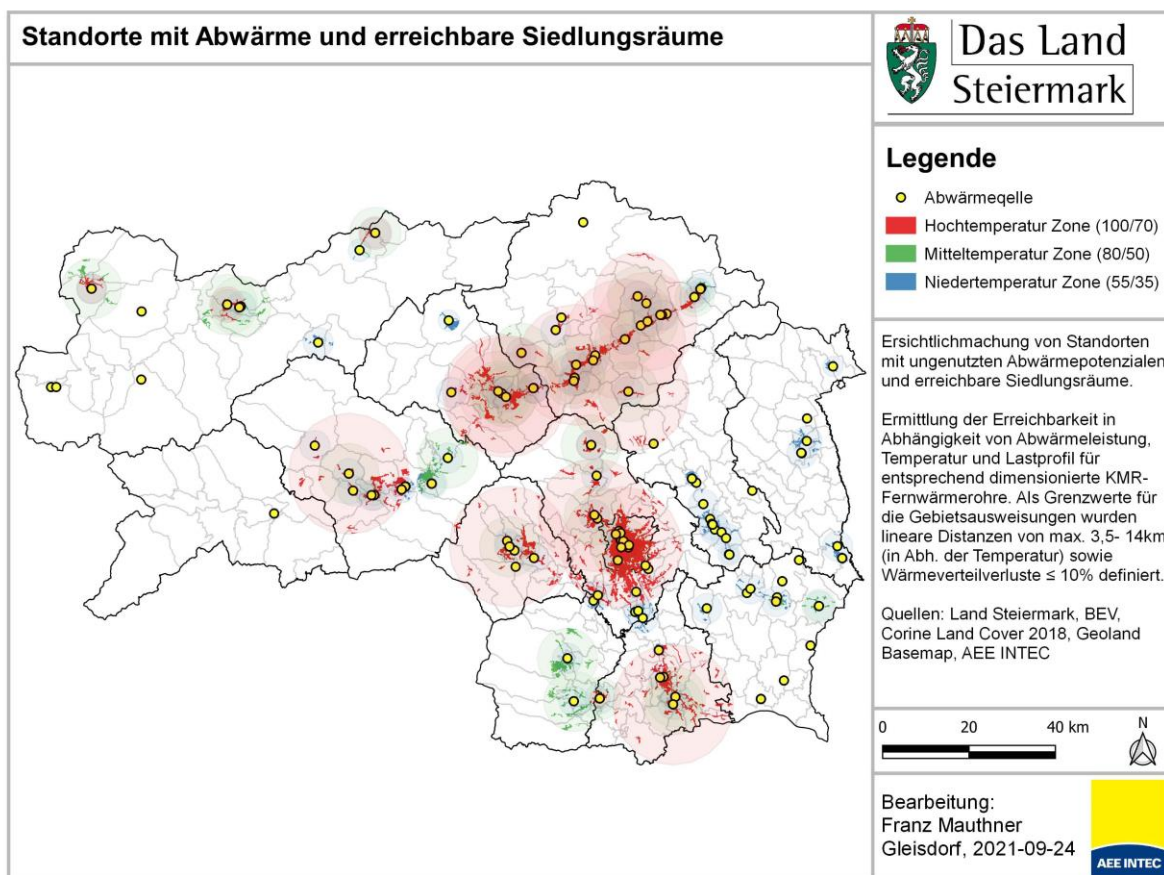


Abbildung 8: Standorte mit ungenutztem Abwärmepotenzial in der Steiermark

⁵ [KESS 2030 - Aktionsplan 2019-2021](#) Im Rahmen der Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030

Exemplarisch zeigt Abbildung 9 die Darstellung der Abwärmepotenziale im Digitalen Atlas Steiermark für den Großraum Leoben. Die rot markierten Flächen sind Siedlungsräume (definiert im CORINE Land Cover 2018 Datensatz) die von den definierten Abwärmequellen (>100 °C) bei den definierten Grenzwerten (max. 14 km und Wärmeverteilverlusten ≤10%) erreicht werden können.

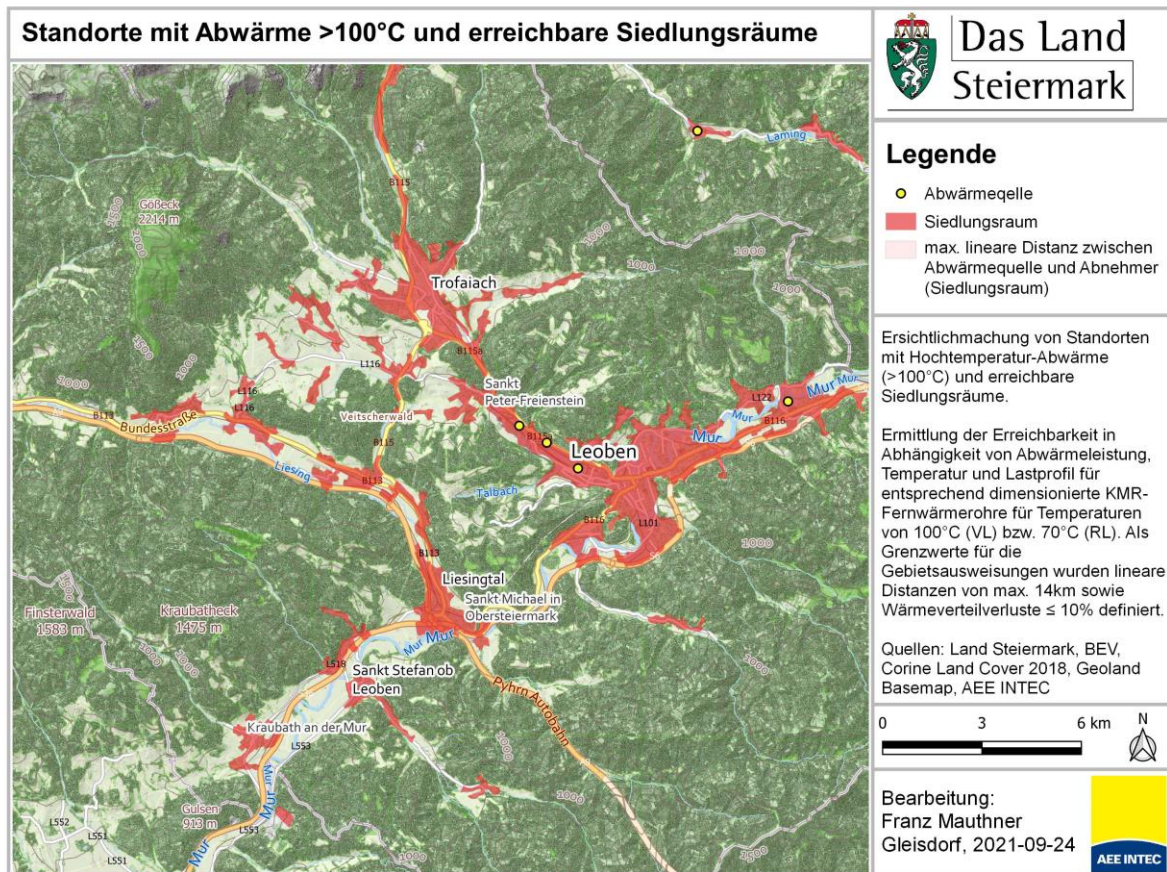


Abbildung 9: Standorte mit Abwärme >100 °C und erreichbare Siedlungsräume.

In weiterer Folge kann der Abwärmekataster-Layer mit weiteren Datenlayern verschnitten werden. Nachfolgende Abbildung 10 zeigt einen Betriebsstandort mit Abwärmepotenzial, das durch eine Reihe technischer Parameter wie Leistung, Energiemenge oder Temperatur charakterisiert ist. Des Weiteren ist ein Siedlungsgebiet ersichtlich sowie die Lage des Wärmenetzgebiets. Die Verschneidung der Information zur technisch-wirtschaftlich möglichen Trassenlänge zur Abwärme Auskoppelung (vgl. Abbildung 10) mit Informationen zum anliegenden Siedlungsgebiet (Wärmebedarfsdichte, bestehende Fernwärme) ermöglicht die Einschätzung, ob weiterführende Detailplanungen für eine reale Abwärme Auskoppelung zielführend sind.

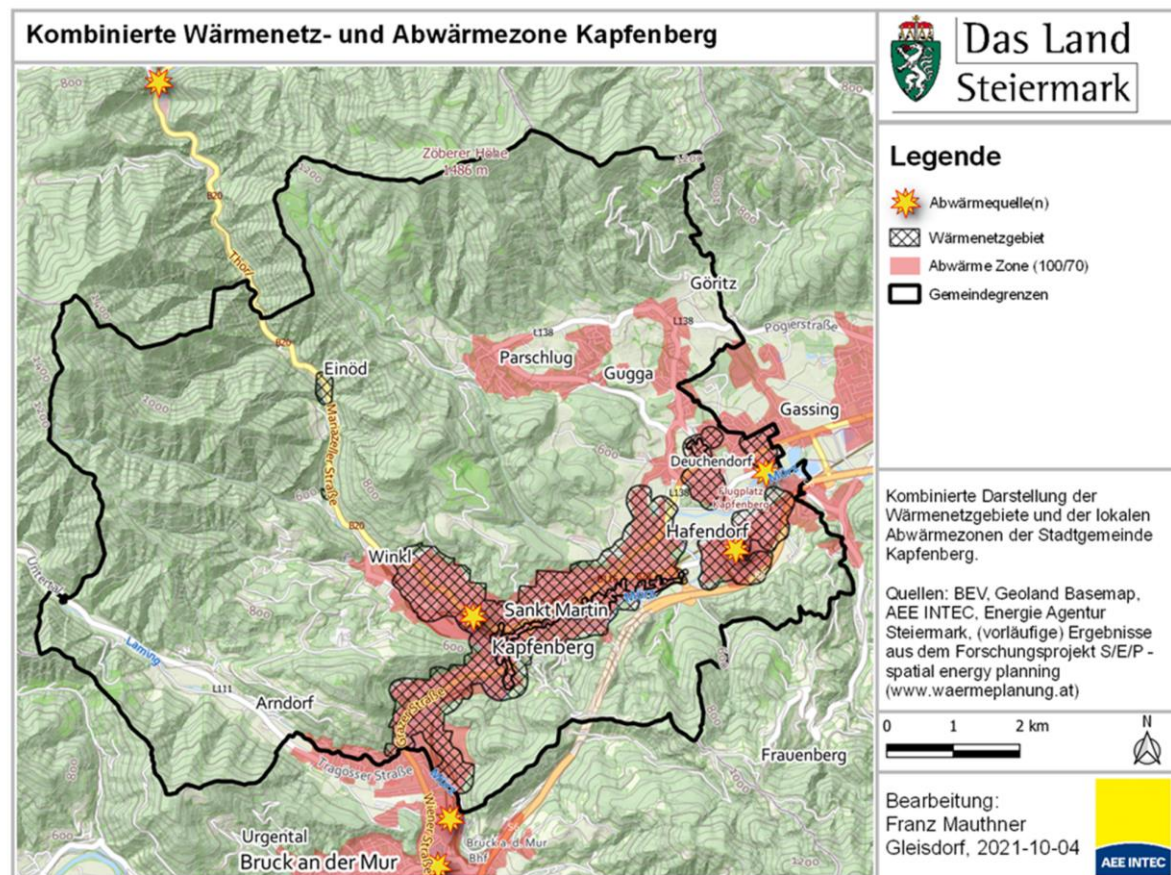


Abbildung 10: Abwärme-Zonierung aus der Verschneidung der Wärmebedarfsdichtekarte mit dem Entfernungskriterium für die technisch-wirtschaftlich sinnvolle Abwärme Auskoppelung

5 Conclusio und Ausblick

Vom Konsortium, bestehend aus den drei Partnern **AEE – Institut für nachhaltige Technologien** (Konsortialführer), dem **Lehrstuhl für Energieverbundtechnik** der Montanuniversität Leoben und **e-think energy research**, wurde das Abwärmepotenzial steirischer Betriebe in einem noch nie dagewesenen Umfang und Genauigkeit erhoben. Die Methodik folgte den wissenschaftlich erprobten und klar nachvollziehbaren Methoden von Bottom-Up und Top-Down Analyse mittels Fragebogen, Berechnungen aus öffentlichen Umweltberichten und CO₂-Datenbanken und statistischen Daten. Diese wissenschaftlich erprobten Methoden werden in weiteren Projekten zur Abwärmeerhebung in Österreich zur Anwendung kommen.

Ausgehend von einem theoretisch möglichen Abwärmepotenzial wurde ein technisches Abwärmepotenzial ermittelt, welches den technologischen Stand der Technik von Wärmeübertragern berücksichtigt (minimale Temperaturdifferenz im Wärmeübertrager, starke Verunreinigungen des Wärmeträgermediums, biologische Randbedingungen bei Abwasser oder Betriebssicherheit).

Das gesamte **technische Abwärmepotenzial** in der Steiermark beträgt **7,37 TWh/a**. Davon sind 1,03 TWh/a bereits genutzt (14%) und 6,34 TWh/a (86%) noch ungenutzt. Dies zeigt den zum einen das Abwärmennutzung bereits eine wichtige Rolle in der Steiermark spielt, aber auch das noch große ungenutzte Potenzial. Verglichen mit dem Wärmesektor könnten bilanziell 29% des benötigten Wärmeendenergiebedarfes von 25,78 TWh gedeckt werden und so wesentlicher Bestandteil der zukünftigen Wärmeversorgung sein.

Die größten ungenutzten technischen Abwärmepotenziale befinden sich in der Papierindustrie (2,76 TWh/a), Metallerzeugung (2,25 TWh/a) und Glas- u. Keramikindustrie (0,76 TWh/a). Die restlichen Branchen kommen gemeinsam auf 0,58 TWh/a. Für detailliertere Aufschlüsselungen sei hier auf Abbildung 2 bzw. Tabelle 2 verwiesen. Für die Großindustrie braucht es überregionale Konzepte wie sie im Projekt Heat Highway⁶ für die Mur-Mürz-Furche untersucht werden. Auch die konsequente Nutzung von kleineren Abwärmequellen darf nicht unterschätzt werden, weil hier unmittelbare Lösungen in regionaler Nähe möglich sind. Hier müssen energieraumplanerische Ansätze wie dem Spatial Energy Planning Projekt⁷ weitergetrieben werden um die Datengrundlage für Planer und Umsetzer kontinuierlich zu verbessern. Die Erkenntnisse und Methoden aus dem vorliegenden Projekt werden im österreichweiten Projekten INXS⁸ genutzt.

Es wurde identifiziert, dass die größten Potenziale mit 5,80 TWh im Bereich der Niedertemperaturwärme unter 50 °C zu finden sind (siehe dazu auch Abbildung 6). Um dieses Niedrigtemperatur-Potenzial für die Wärmeversorgung zu nutzen, braucht es einen verstärkten Fokus auf Niedrigtemperatur- und Anergienetzen sowie den Einsatz von zentralen und dezentralen Wärmepumpen damit Zieltemperaturen bei den Wärmeverbrauchern erreicht werden können. Auch die saisonale Speicherung in Untergrundspeicher, Erdsondenfelder oder Erdbeckenspeicher wird zunehmend wichtig werden.

⁶ Heat Highway <https://www.nefi.at/heat-highway/>

⁷ SEP Spatial Energy Planning <https://waermeplanung.at/>

⁸ INXS Industrial Excess Heat – Erhebung industrieller Abwärmepotentiale in Österreich <https://energytransition.klimafonds.gv.at/timeline/inxs-industrial-excess-heat-erhebung-industrieller-abwaermepotentiale-in-oesterreich/>

Die Abwärmepotenzialerhebung wurden mit großer Sorgfalt durchgeführt. Auf Unsicherheiten soll im Folgenden eingegangen werden: Für die veröffentlichungs-basierte Analyse mussten fehlende Informationen des Betriebsstandorts mit Literaturdaten ergänzt werden, was zu Unsicherheiten führt. Die Methode der Top-Down Analyse verlangt nach branchenweiten Verallgemeinerungen, was zu Ungenauigkeiten bei den einzelnen Firmen führt, weshalb ein firmenspezifischer Plausibilitätscheck (Mitarbeiter, Standortgröße, Betriebszweck) durchgeführt wurde. Die Daten der Fragebögen beinhalten Unsicherheiten da nicht alle Angaben überprüft werden können, auch hier wurden umfassende Plausibilitätschecks und Rückrufe durchgeführt. Dennoch ist gerade aufgrund der unterschiedlichen Methoden und dem dadurch möglichen gegenseitigen Vergleich der Erhebungen, ein hoher Grad an Datenqualität sowie Datenquantität erreicht worden. Bei Firmen mit Mehrfacherhebung konnte somit eine Validierung durchgeführt werden.

Die vorliegenden Ergebnisse der Abwärmepotenzialerhebung werden als technische Abwärmepotenziale in den Digitalen Atlas Steiermark⁹ integriert. Sämtliche Betriebe mit einem Abwärmepotenzial werden auf einem eigenen Kartenlayer verortet. Zu jedem Betrieb können mehrere genutzte und ungenutzte Abwärmequellen zugeordnet und dargestellt werden. Darauf aufbauend wird eine Gebietsausweisung für mögliche Abwärmenutzungen in Siedlungsräumen vorgenommen.

Mit der räumlichen Darstellung von Abwärmepotenzialen werden die Daten aus dem Abwärmekataster III verfügbar gemacht und zielgruppengerecht aufbereitet. Durch die Verknüpfung mit Wärmedichtekarten und Wärmenetzgebiete aus dem *Wärmeatlas* des Digitalen Atlas Steiermark können detaillierte räumliche Analysen durchgeführt werden.

Als zusätzliche und eigenständige Maßnahme empfiehlt sich die Umsetzung des im vorliegenden Projekt entwickelten Konzepts einer Abwärme-Kontakt-Plattform. Als zentrale Produktfunktion würde die Abwärme-Kontakt-Plattform das Speichern, Darstellungen und Bereitstellen von Daten zu Abwärme, Anbietern und potenziellen Nutzern ermöglichen und einen verstärkten Austausch zwischen den Akteuren erleichtern.

Die intensive Nutzarmachung der im Abwärmekataster III identifizierten technischen Abwärmepotenziale ist ein wichtiger Bestandteil der Dekarbonisierung der steirischen Energieversorgung. Die Verfügbarkeit der erhobenen Daten ermöglicht für Projektentwickler, Planer, Betrieben mit Abwärme, Fernwärmebetreiber, Energieregionsmanager und öffentlichen Institutionen die konsequente Umsetzung von Abwärme-Nutzungs-Projekten als Beitrag zur Erreichung der Ziele der Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030.

⁹ **Digitaler Atlas Steiermark** <https://gis.stmk.gv.at/wgportal/atlasmobile>