

Forschung aktuell

September 2025

DOI: <https://doi.org/10.53190/fa/202509>

Ausgabe 09/2025

Industrielle Abwärme urbaner Produktionsstandorte als Potential für die Wärmewende: Eine Analyse mit Fokus auf Baden- Württemberg, Bayern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen

Marius Angstmann, Kerstin Meyer, Stefan Gärtner



Auf den Punkt

- Industrielle Abwärme wird häufig als ein Baustein der urbanen Wärmewende genannt. Bisher fehlen jedoch räumliche Analysen zu den Potentialen urbaner Industrieunternehmen.
- Die „Plattform für Abwärme“ ermöglicht erstmals eine umfassende Standortanalyse in Deutschland.
- Unsere Analyse in vier Bundesländern zeigt das Potenzial zur Integration urbaner Produktionsbetriebe in die kommunale Wärmeplanung.
- Es zeigen sich jedoch regionale Unterschiede hinsichtlich der Branchenstruktur und Entfernung zu Wohngebieten.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Vorgehen & Datengrundlage	2
3	Ergebnisse	3
3.1	<i>Lage der Betriebe in Bezug zur Siedlungsstruktur</i>	5
3.2	<i>Analyse der Lage relevanter Unternehmensstandorte in vier Bundesländern</i>	6
4	Diskussion der Ergebnisse vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen	10
5	Fazit & Ausblick	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: In der PfA gelistete Unternehmen nach Sektor und Produktionszweig	4
Abbildung 2: Lage relevanter Standorte in Deutschland, Aufteilung nach Sektor	5
Abbildung 3: Verteilung abwärmerelevanter ($\geq 50\text{ °C}$ & $\geq 12\text{ h}$), wohnortnaher ($< 500\text{ m}$) Produktionszweige in den vier Bundesländern (Top 10)	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl deutscher Gemeinden, Bevölkerungsverteilung und Anteil relevanter Herstellerstandorte nach DEGURBA	6
Tabelle 2: Verteilung Abwärme-relevanter Standorte nach Bundesland und Sektor	7
Tabelle 3: Entfernung relevanter Produktionsunternehmen und deren Entfernung zur nächstgelegenen Wohnbaufläche nach Bundesland	8
Tabelle 4: Anteil relevanter Unternehmen in der Nähe von Wohngebieten ($< 500\text{ m}$)	10

Schlüsselwörter: Urbane Produktion, industrielle Abwärme, unvermeidbare Abwärme, urbane Symbiose, kommunale Wärmeplanung

1 Einleitung

Die Dekarbonisierung des Wärmesektors stellt eine zentrale Herausforderung auf dem Weg zu den nationalen und europäischen Klimazielen dar. Der Gebäudesektor verursacht einen erheblichen Anteil der CO₂-Emissionen, weshalb die Umstellung auf fossilsfreie Wärmequellen essenziell ist. Unvermeidbare industrielle Abwärme wird dabei zunehmend als wichtige ergänzende Ressource genannt, um fossile Brennstoffe bei der Raumheizung zu ersetzen und so zur Energiewende beizutragen.

Insbesondere urbane Produktionsstandorte bieten aufgrund ihrer Nähe zu Wohngebieten vielversprechende Potentiale für die nachhaltige Nutzung industrieller Nebenprodukte wie Prozessabwärme. So wird die potentielle Nutzung unvermeidbarer Abwärme sowohl als ein Argument für den Erhalt und die Förderung urbaner Produktion (Angstmann et al. 2025a; Hüttenhain und Kübler 2021; Bathen et al. 2022) als auch als eine Lösung im Kontext „Urbaner Symbiosen“, also der Effizienzsteigerung durch die sektorenübergreifende Nutzung von Nebenprodukten und Energie im urbanen Raum, genannt (Beckamp 2021; Afshari et al. 2018; Fraccascia 2018).

Bislang basierten viele Einschätzungen zum Potential industrieller Abwärmennutzung vor allem auf regionalen Hochrechnungen (Adisorn und Schüwer 2025; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2020; LANUV 2019; Brueckner et al. 2017; Brueckner et al. 2014) meist ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Lage im Raum der Anlagen oder Industriestandorte. Diese räumliche Komponente ist jedoch entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und technische Machbarkeit einer Integration in Fern- oder Nahwärmenetze.

Seit 2025 steht mit der „Plattform für Abwärme“ (PfA) erstmals ein umfassender Datensatz zur Verfügung, welcher konkrete Angaben zu über 4.600 Industriestandorten bundesweit enthält – darunter Informationen zur Temperatur der Abwärme sowie deren zeitlicher Verfügbarkeit (BAFA und BfEE 2025a). Diese Daten ermöglichen erstmals eine flächendeckende Analyse industrieller Abwärmepotentiale und deren räumlicher Verteilung.

Im Rahmen dieser Forschung aktuell werden die Abwärmepotentiale der Produktionsstandorte anhand dieses Datensatzes für Deutschland unter besonderer Betrachtung von vier Bundesländern (Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen) untersucht.

Die Untersuchung zielt darauf ab, die folgenden Fragestellungen zu beantworten:

- Welche Rolle spielt das produzierende Gewerbe bei den industriellen Abwärmestandorten?

- Wie verteilen sich diese Standorte räumlich auf Städte, Vororte und ländliche Regionen?
- Wie nahe liegen relevante industrielle Wärmequellen an Wohngebieten?
- Welche regionalen Unterschiede zeigen sich hinsichtlich Branchenstruktur und räumlicher Nähe?

Die Beantwortung dieser Fragen ist dabei nicht nur aus wissenschaftlicher Sicht relevant, sondern bietet auch praktische Hinweise für Kommunen, Unternehmen und Planungsakteure bei der Entwicklung nachhaltiger Wärmekonzepte.¹

2 Vorgehen & Datengrundlage

Für die vorliegende Analyse wurde als zentrale Datenquelle die „Plattform für Abwärme“ (PfA) herangezogen, eine im Jahr 2025 gestartete Meldeplattform, die erstmals umfassende und detaillierte Informationen zu industriellen Abwärme-Quellen in Deutschland liefert (BAFA und BfEE 2025a). Die Plattform enthält zum Stichtag 14.01.2025 Angaben zu insgesamt 4.662 Standorten aus verschiedenen Wirtschaftssektoren sowie zu rund 19.065 einzelnen Prozessen. Die Meldepflicht gilt für Unternehmen mit einem jährlichen Energieverbrauch von mehr als 2,5 Gigawattstunden, wodurch ein großer Teil der relevanten industriellen Wärmequellen erfasst werden soll. Für jeden Standort werden neben der Adresse auch technische Parameter wie Temperaturprofile und Verfügbarkeitszeiten gemeldet (BAFA und BfEE 2025b).

Zur Verifizierung des Datensatzes und zur Zuordnung der gemeldeten Anlagen und Unternehmen zu verschiedenen Wirtschaftszweigen wurden unterschiedliche Quellen herangezogen, darunter Unternehmenswebseiten, das Handelsregister, LinkedIn, Google sowie Datenbanken wie Creditreform. Anschließend erfolgte eine Geokodierung in ArcGIS zur präzisen Verortung und Aggregation der Abwärme-Quellen auf Standortebeine.

Um realistische Potentiale für den Einsatz in Fernwärmenetzen abzubilden, wurden in der weiteren Analyse ausschließlich Standorte berücksichtigt, deren Abwärmeprozesse bestimmte Mindestanforderungen erfüllen (vgl. Angstmann et al. 2025b). Konkret einbezogen wurden nur solche Standorte mit hohem Potential, das heißt mit durchschnittlichen Abwärmepotentialen von mindestens 50 °C sowie einer täglichen Verfügbarkeit von mindestens 12 Stunden. Diese Filterung stellt sicher, dass nur industrielle Wärmequellen mit ausreichender Qualität und Verfügbarkeit in die Betrachtung einfließen.

¹ Eine detailliertere Beschreibung des Datensatzes und unseres Vorgehens sowie der Ergebnisse, ist in IAT Discussion Paper 03/2025 zu finden (vgl. Angstmann et al. 2025b).

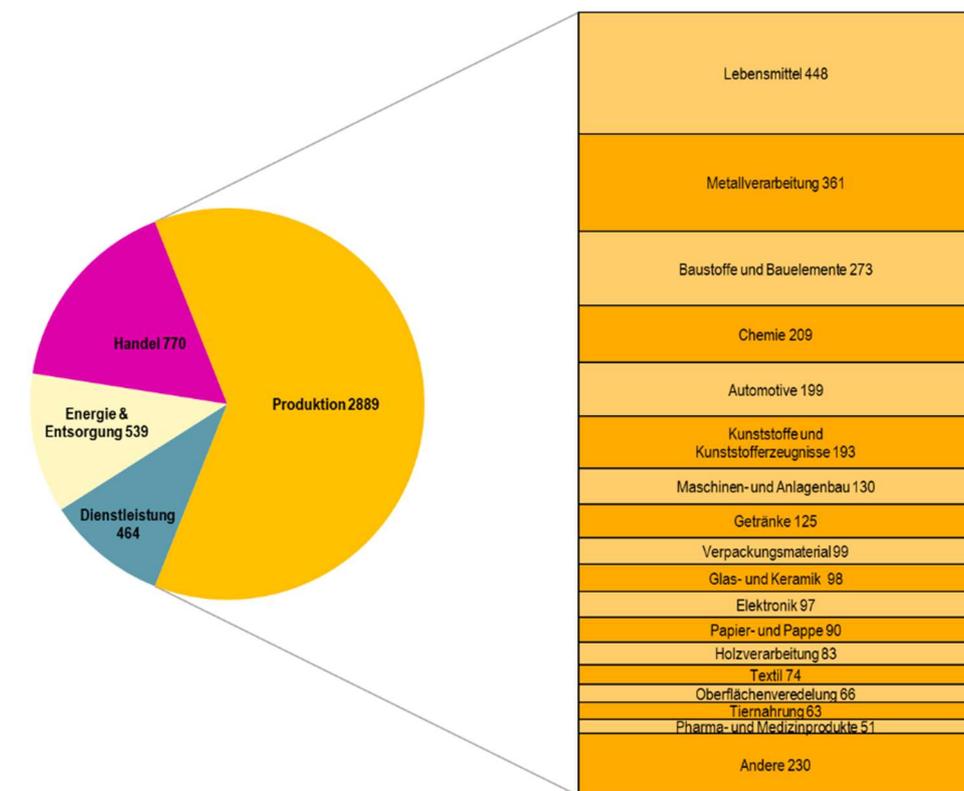
Zur Klassifikation der Siedlungsstruktur wurde die europäische DEGURBA-Klassifikation verwendet, die Kommunen je nach Einwohnerzahl und Bevölkerungsdichte in Städte (> 50.000 Einwohner:innen), Kleinstädte/Vororte (5.000–50.000 Einwohner:innen) sowie ländliche Gebiete (< 5.000 Einwohner:innen) unterteilt (BBSR 2025; DG Regional and Urban Policy et al. 2018). Die Berechnung der Distanz von Standorten Abwärme-relevanter Produktionsunternehmen zur nächstgelegenen Wohnbebauung basiert auf Geodaten zur Lage der Industrieanlagen sowie Wohngebieten (AX_Wohnbauflaeche / Kennung 41001 im Basis-DLM) in Deutschland. Hier haben wir uns zur Analyse aufgrund eingeschränkter Datenverfügbarkeit für vier zentrale Bundesländer entschieden: Baden-Württemberg (BW), Bayern (BY), Niedersachsen (NI) und Nordrhein-Westfalen (NW).

Dieses Vorgehen erlaubt es erstmals, industrielle Abwärme-Potentiale nicht nur quantitativ auf regionaler Ebene zu summieren, sondern insbesondere zu identifizieren, welche Standorte und Branchen hinsichtlich ihrer räumlichen Nähe zu potentiellen Haushalten in Zukunft eine Rolle spielen könnten und dabei regionale Unterschiede zu identifizieren – ein wesentlicher Faktor für Planung und Umsetzung kommunaler Wärmestrategien.

3 Ergebnisse

Die Analyse der Daten aus der „Plattform für Abwärme“ zeigt, dass das produzierende Gewerbe eine dominante Rolle bei industriellen Abwärmestandorten spielt. Abbildung 1 zeigt die Sektorenverteilung des Gesamtdatensatzes: Mit 2.890 Einträgen macht dieser Bereich etwa 62 % aller gemeldeten Standorte aus und ist damit der Hauptverursacher industrieller Abwärme in Deutschland. Der Handel folgt mit rund 770 Einträgen (16,5 %), wobei hier insbesondere Kühlanlagen im Einzel- und Großhandel vertreten sind. Dienstleistungen wie Krankenhäuser oder Rechenzentren machen etwa 10 % aus (463 Einträge). Der Energiesektor inklusive Entsorgung umfasst knapp 11,5 % (539 Einträge), darunter Energieversorger und Müllverbrennungsanlagen. Innerhalb des Produktionssektors sind insbesondere die Lebensmittelproduktion mit 448 Unternehmen sowie die Metallverarbeitung mit 361 Betrieben hervorzuheben. Weitere stark vertretene Branchen sind die Herstellung von Baustoffen und Bauelemente, die Chemieindustrie sowie der Automobilsektor, was die breite industrielle Basis Deutschlands widerspiegelt.

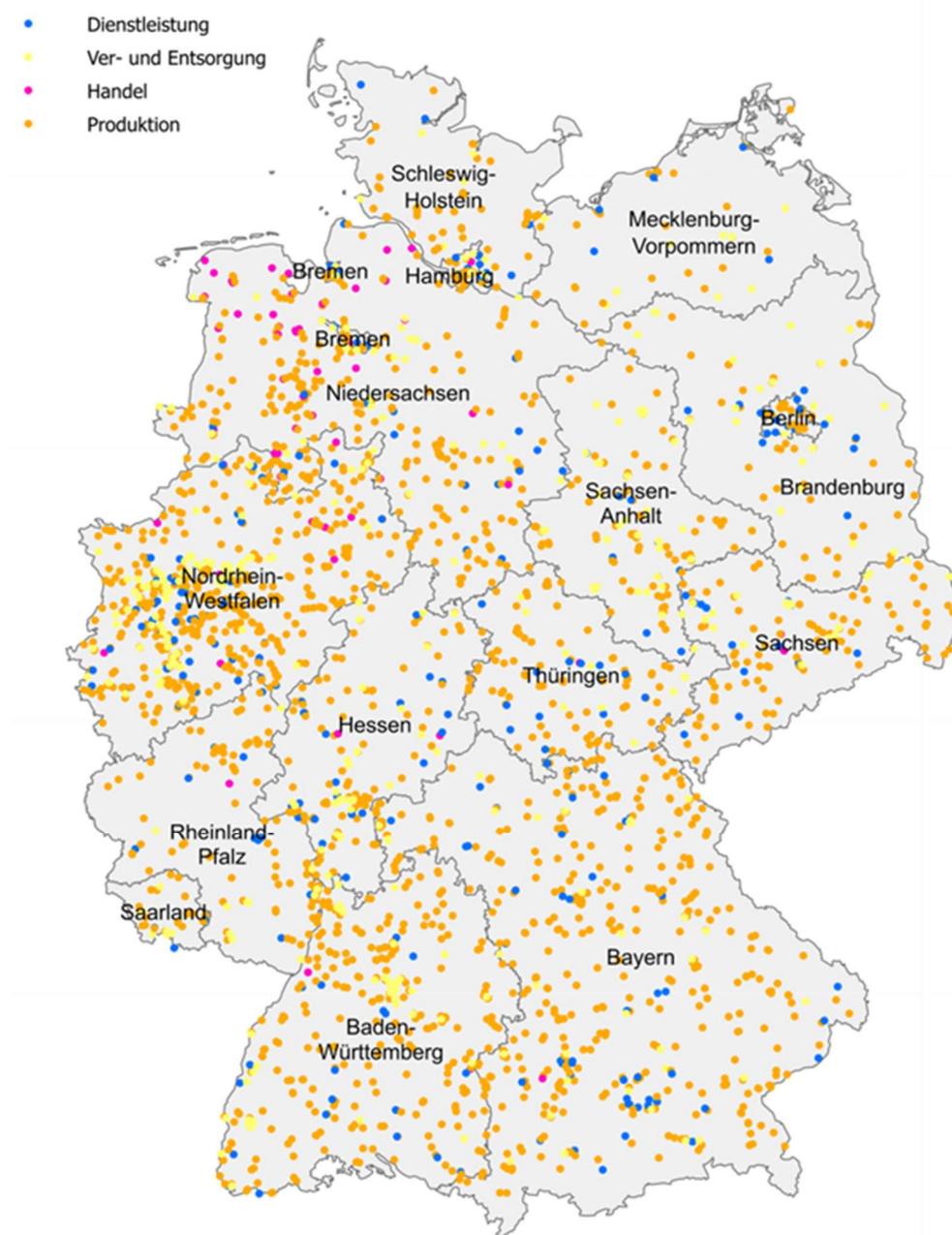
Abbildung 1: In der PfA gelistete Unternehmen nach Sektor und Produktionszweig



Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BAFA und BfEE 2025a

Nach Anwendung der Filterkriterien – Temperatur ($\geq 50^{\circ}\text{C}$) und Laufzeit ($\geq 12\text{h}$) (vgl. Vorgehen und Datengrundlage) – baut das produzierende Gewerbe mit 2.118 abwärmerrelevanten Potenzialstandorten seine Dominanz im Vergleich zu den anderen Bereichen weiter aus. (siehe Abbildung 2). Im Vergleich hierzu steht die Reduktion der Anzahl der berücksichtigten Standorte in anderen Sektoren: Im Dienstleistungssektor erfolgt nach Anwendung der Kriterien eine Reduktion von 464 auf 246 relevante Unternehmensstandorte. Von den zuvor stark im Datensatz vertretenen Unternehmensstandorten im Bereich Einzel- und Großhandel, kommen nur wenige nach Anwendung der Kriterien weiter in Frage. Von ursprünglich rund 770 Einträgen erfüllen nur noch etwa 60 Standorte die Kriterien bezüglich Temperatur und Laufzeit, was auf niedrigere Temperaturbereiche in diesem Sektor zurückzuführen ist.

Abbildung 2: Lage relevanter Standorte in Deutschland, Aufteilung nach Sektor



Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BAFA und BfEE 2025a

3.1 Lage der Betriebe in Bezug zur Siedlungsstruktur

Für eine erste Betrachtung der räumlichen Verteilung der produzierenden Unternehmen wurde das europäische DEGURBA-System genutzt, welches Kommunen in Städte, Kleinstädte und Vororte sowie ländliche Gebiete nach Bevölkerungszahl und -dichte unterteilt (DG Regional and Urban Policy et al. 2018).

Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, dass sich die Verteilung der Industrieunternehmen nur grob an der Bevölkerungsverteilung orientiert: Rund 37 % der Bevölkerung leben in Städten, jedoch sind dort nur etwa 25 % der relevanten Produktionsstandorte angesiedelt. Dagegen befinden sich mit rund 50 % die meisten produzierenden Unternehmen in Kleinstädten und Vororten, obwohl diese nur etwa 42 % der Bevölkerung ausmachen. Ländliche Gebiete beherbergen etwa 24 % der relevanten Standorte bei einem Bevölkerungsanteil von rund 21 %.

Tabelle 1: Anzahl deutscher Gemeinden, Bevölkerungsverteilung und Anteil relevanter Herstellerstandorte nach DEGURBA

Siedlungstyp (nach DEGURBA)	Anzahl Gemeinden	Bevölkerungs- verteilung (%)	Anteil relevanter Produktionsstandorte (%)
Städte	151	37	25
Städte & Vororte	2.680	42	50
Ländliche Gebiete	8.147	21	24

Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BAFA und BfEE 2025a, BBSR 2025

Um den tatsächlichen räumlichen Bezug zwischen abwärmerelevanten Industrieanlagen und Wohngebieten zu erfassen, wurde in einem weiteren Schritt eine Analyse der Distanzen zwischen den einzelnen Standorten relevanter Produktionsunternehmen und der nächstgelegenen Wohnbebauung durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser räumlichen Untersuchung für vier deutsche Bundesländer vorgestellt.

3.2 Analyse der Lage relevanter Unternehmensstandorte in vier Bundesländern

Für eine fundierte Einschätzung des Potentials industrieller Abwärme ist die räumliche Nähe zwischen Industriestandorten als Wärmequellen und Wohngebieten als Orte der Nachfrage entscheidend. Kurze Transportwege sind für Fern- oder Nahwärmenetze wirtschaftlich und energetisch vorteilhaft.

Die räumliche Untersuchung konkreter Standortdaten konzentriert sich auf die vier Bundesländer BW, BY, NI und NW, welche zusammen etwa 65 % aller relevanten Industriestandorte mit geeigneten Prozessparametern (≥ 50 °C; ≥ 12 h) umfassen².

² Weitere Parameter wie verfügbare Abwärme Volumina, Daten zur lokalen Nachfrage (z. B. Bevölkerungsdichte oder Gebäudetypologien) oder lokale technische und wirtschaftliche Strukturen (z. B. Lage bestehender Wärmenetze, Vorhandensein eines Fernwärmenetzbetreibers) wurden in dieser ersten Analyse nicht berücksichtigt. Zudem bestehen nur in einigen Fällen im Datensatz Anmerkungen zur bereits bestehenden Abwärmenutzung. Die vorliegende, als Eigenprojekt durchgeführte Untersuchung, stellt somit eine erste räumliche Einordnung dar. Die genannten Aspekte sollten in künftigen Projekten oder bei Potentialanalysen für die kommunale Wärmeplanung auf lokaler Ebene berücksichtigt werden.

Tabelle 2: Verteilung Abwärme-relevanter Standorte nach Bundesland und Sektor

Bundesland	Dienstleistung	Energie & Entsorgung	Handel	Produktion	Gesamt
Nordrhein-Westfalen	49	90	11	460	610
Bayern	48	34	1	428	511
Baden-Württemberg	19	50	2	285	356
Niedersachsen	18	28	37	262	345
Hessen	21	28	2	106	156
Sachsen	9	37		90	135
Sachsen-Anhalt	15	21	2	97	135
Rheinland-Pfalz	11	12	1	98	121
Thüringen	13	11	1	86	111
Brandenburg	9	22		50	81
Schleswig-Holstein	6	7		52	65
Mecklenburg-Vorpommern	5	9		28	42
Hamburg	6	9	1	16	32
Bremen	3	7		21	31
Saarland	6	5	2	17	30
Berlin	8	1		19	28
<i>Unbekannt</i>		2		3	5
Gesamt	246	373	60	2118	2797

Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BAFA und BfEE 2025a

Insgesamt wurden 2.797 relevante Standorte bundesweit identifiziert (siehe Tabelle 2); davon entfallen rund 2.118 (76 %) auf das produzierende Gewerbe. In den vier analysierten Bundesländern befinden sich 1.435 dieser relevanten Produktionsstandorte. Rund 82 % der relevanten Standorte in den vier Bundesländern liegen innerhalb von maximal 500 Metern zu Wohngebieten – ein klarer Hinweis auf große Potentiale für eine lokale Wärmenutzung. Zwischen drei der Länder bestehen nur geringe Unterschiede. Die höchste Konzentration an wohnungsnahen Produktionsstätten mit Abwärmepotential findet sich in Nordrhein-Westfalen (BW: 78 %, BY: 79 %, NI: 82 %, NW: 87 %). Diese Nähe schafft günstige Voraussetzungen für die Integration industrieller Abwärme in kommunale Wärmestrategien mit kurzen Leitungswegen und geringeren Wärmeverlusten.

Die räumliche Verteilung variiert somit leicht zwischen den Bundesländern (siehe Tabelle 3): So sind in Nordrhein-Westfalen besonders viele Standorte sehr nah an Wohngebieten angesiedelt (z. B. 147 Standorte ≤ 100 m), während die relevanten Standorte in Baden-Württemberg etwas weiter von der nächsten Wohnbebauung entfernt liegen.

Diese räumlichen Muster verdeutlichen das Potential urbaner Industrie als wichtige Partnerin in der Wärmewende sowie die Notwendigkeit regional differenzierter Strategien zur Nutzung industrieller Abwärme. Während 62 % der Standorte des

ursprünglichen Datensatzes dem verarbeitenden Gewerbe zugeordnet werden können, wird dessen Bedeutung insbesondere dann deutlich, wenn es um relevante Standorte mit höherer Wärmegüte und -verfügbarkeit geht. 76 % der qualifizierten relevanten Anlagen sind die des verarbeitenden Gewerbes, bei Betrachtung der Nähe zu Wohngebieten (wie in vier Bundesländern analysiert), machen sie 79 % der relevanten Standorte aus.

Tabelle 3: Entfernung relevanter Produktionsunternehmen und deren Entfernung zur nächstgelegenen Wohnbaufläche nach Bundesland

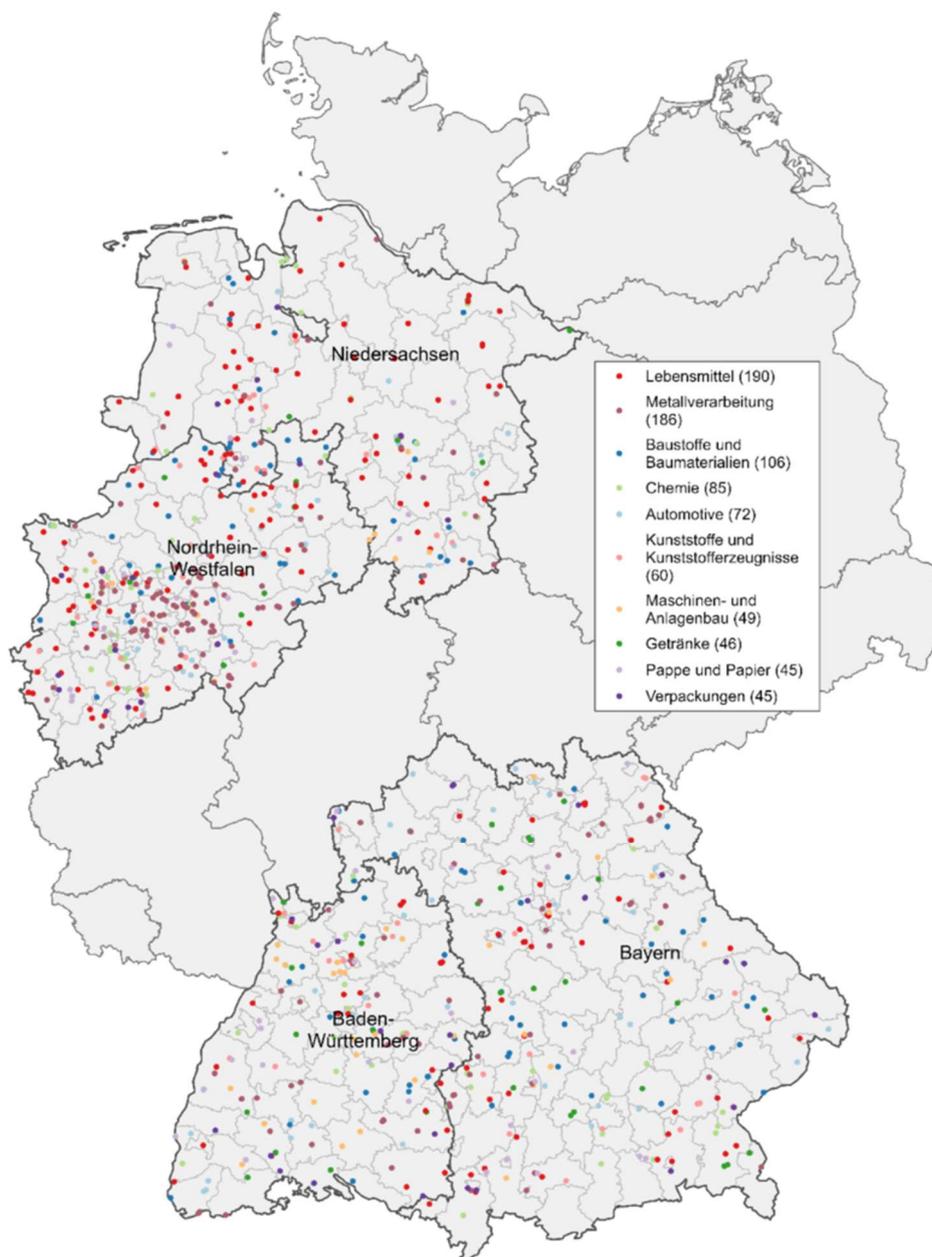
Bundesland	Anteil relevanter Produktionsunternehmen in einer Distanz von ... (Diskrete Intervalle)					Gesamt
	≤100 m	101-250 m	251-500 m	501-1000 m	>1000 m	
Baden-Württemberg	18 %	30 %	29 %	17 %	5 %	285
Bayern	29 %	27%	23 %	15 %	6 %	428
Niedersachsen	31 %	27%	24 %	16 %	2 %	262
Nordrhein-Westfalen	32 %	32%	23 %	12 %	2 %	460
Gesamt (absolut)	405	418	352	208	52	1435

Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BAFA und BfEE 2025a, Basis-DLM

Ein Blick auf die Schlüsselbranchen der Untergruppe von 1.435 relevanten Unternehmen in den vier Bundesländern zeigt, dass die meisten Industriestandorte in der Nähe eines Wohngebiets liegen. Abbildung 3 zeigt diese relevanten Produktionszweige mit mehr als 10 Vorkommen im Datensatz.

Es lässt sich feststellen, dass von Betreibern mit ungenutzten Abwärmepotenzialen insbesondere die Getränkeherstellung, Metallverarbeitung, Papier- und Kartonherstellung, Glas- und Keramikproduktion, Textilien, Verpackungen sowie Maschinen- und Anlagenbau im Durchschnitt nah an der nächsten Wohnbebauung vorhanden sind (durchschnittliche Entfernungen von unter 200 m). Tierfutterherstellung, Kraftstoffe, Oberflächenveredelung bieten ebenfalls Abwärmepotential, befinden sich in weiterer Entfernung (durchschnittliche Entfernungen von 340-440 m). Gleiches gilt für die Herstellung mineralischer Produkte (650 m). Obwohl keine detaillierte Analyse der Gründe dafür durchgeführt wurde, lässt sich dennoch vermuten, dass dies auf die Art der Produktion zurückzuführen ist. Diese ist emissionsstärker und flächenintensiver oder aber an natürliche Ressourcenvorkommen gebunden, was eine größere Entfernung zu Wohngebieten erfordern könnte.

Abbildung 3: Verteilung abwärmerelevanter ($\geq 50\text{ °C}$ & $\geq 12\text{ h}$), wohnortnaher ($< 500\text{ m}$) Produktionszweige in den vier Bundesländern (Top 10)



Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BAFA und BfEE 2025a, Basis-DLM

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass es tatsächlich Möglichkeiten gibt, industrielle Abwärme in kommunalen Wärmestrategien zu nutzen, zumindest entsprechend ihrer Verteilung in der Nähe von Wohngebieten. Da die vier deutschen Regionen jedoch sehr unterschiedlich strukturiert sind, ist ein Blick auf sektorale Unterschiede hilfreich, um die Rolle der verschiedenen Zweige der Fertigungsindustrie, die als potenzielle Wärmequellen für städtische Fernwärmenetze dienen könnten, besser zu verstehen.

Mit der höchsten Anzahl an relevanten Industriestandorten weist Nordrhein-Westfalen die stärkste Konzentration potenzieller Abwärmequellen in unmittelbarer Nachbarschaft zu Wohngebieten auf (siehe Tabelle 4). Diese Dichte ist historisch mit der industriellen Entwicklung insbesondere in der Rhein-Ruhr-Region durch eine Vielzahl an noch bestehenden Gemengelagen zwischen Industrie-, Gewerbe- und Wohnbauflächen erklärbar. In Bayern sind zwar etwas weniger Standorte als in Nordrhein-Westfalen anzutreffen, jedoch gibt es trotzdem signifikante Konzentrationen von Betrieben wie in der Lebensmittelproduktion, die in der Nähe von Wohngebäuden anzutreffen sind. Die abwärmerelevanten Produktionsstandorte in Baden-Württemberg hingegen sind weitläufiger verteilt, was mit der industriellen Entwicklung dieses Bundeslandes zusammenhängt. Hier spielt der Maschinenbau eine besondere Rolle.

Ähnlich wie Bayern weist Niedersachsen vor allem in der Lebensmittelproduktion Abwärmepotentiale auf.

Tabelle 4: Anteil relevanter Unternehmen in der Nähe von Wohngebieten (< 500 m)

Bundesland	Bevölkerungsdichte in 2022 (EW/km ²)	Anzahl relevanter Industrie-Standorte (≤ 500 m)	Anteil produzierender Unternehmen (≤ 500 m)	Branchen mit besonderer regionaler Bedeutung (Anzahl Standorte)
Nordrhein-Westfalen	532	400	87 %	Metallverarbeitung (103), Lebensmittel (63), Chemie (33)
Bayern	190	338	79 %	Baustoffe (37), Automobilindustrie (27), Glas & Keramik (23), Getränke (19)
Baden-Württemberg	316	221	78 %	Maschinenbau (20), Pharma- & Medizinprodukte (7)
Niedersachsen	171	216	82 %	Lebensmittel (58), Baustoffe (24), Tierfutter (11), Kraftstoffe (14)

Quellen: Eigene Darstellung, Datengrundlage: Destatis o.J., BAFA und BfEE 2025a, Basis-DLM

Mithilfe der Betrachtung der Nähe zu Wohngebieten können realistischere Annahmen der Abwärmepotentiale getroffen werden und daraufhin gezielt Strategien in den Kommunen entwickelt werden.

4 Diskussion der Ergebnisse vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen

Zahlreiche Studien bestätigen das Potential industrieller Abwärme zur Unterstützung urbaner Wärmelösungen (vgl. Einleitung). Allerdings gibt es bislang nur wenige systematische Untersuchungen, die Potentiale und Barrieren für die praktische Umsetzung in verschiedenen regionalen Kontexten analysieren (Schüwer und

Adisorn 2025; LANUV 2019; Lygnerud und Werner 2018, 2017). Unsere Ergebnisse bestätigen den hohen Stellenwert des produzierenden Gewerbes als Quelle industrieller Prozessabwärme in Deutschland und liefern weitere Erkenntnisse über zentrale Branchen und regionale Unterschiede. Die überwiegende Lage vieler Betriebe nahe an Wohngebieten eröffnet gute Voraussetzungen für deren Einbindung in bestehende oder geplante Fern- und Nahwärmenetze. Regionale Unterschiede spiegeln unterschiedliche Industriestrukturen wider; so prägen metallverarbeitende Betriebe Nordrhein-Westfalen, während in Bayern der Automobilbau dominiert.

Diese initiale Betrachtung erlaubt erste Rückschlüsse auf relevante Branchen. Dennoch sind die Ergebnisse im Rahmen des breiteren ökonomischen Kontexts, bestehender Herausforderungen in der Implementierung abwärmebasierter Lösungen sowie der durch sektorale Transformationsprozesse beeinflussten Defossilisierung der Wirtschaft zu sehen.

Ökonomische Rahmenbedingungen und politische Vorgaben spielen eine zentrale Rolle für die Machbarkeit der Abwärmenutzung (Fontaine und Rocher 2024; Fritz et al. 2022). Während Fernwärmenetzbetreiber langfristig planen (10–20 Jahre), hängen industrielle Wärmebereitstellungen stark von wirtschaftlichen Faktoren und technologischen Entwicklungen ab, die sich mittelfristig verändern können (Adisorn und Schüwer 2025; AGFW 2020). Typische Abwärmevereinbarungen fokussieren sich oft auf die Refinanzierung hierfür benötigter Anlagenkomponenten; zusätzliche Kosten können erst nach vollständiger Abschreibung getragen werden (AGFW 2020). Die politische Begleitung des Themas kann Stakeholder-Interaktionen erleichtern sowie Investitionssicherheit gewährleisten (Fontaine und Rocher 2024). Wer letztlich zentraler Akteur in der Umsetzung derartiger Lösungen sein soll – Kommunen, Unternehmen oder Netzbetreiber – ist jedoch vielfach ungeklärt. Eine erfolgreiche Integration von Abwärme erfordert jedoch die koordinierte Zusammenarbeit verschiedenster Akteure (Adisorn und Schüwer 2025; LANUV 2019).

Sektorale Herausforderungen ergeben sich durch den Strukturwandel: Branchen wie Raffinerien, Metallverarbeitung, Chemie sowie Holz- und Papierindustrie verfügen über hohe Abwärmekapazitäten und sind wichtige Lieferanten für Fernwärmenetze (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2020; AGFW 2020; Lygnerud und Werner 2018). Doch Transformationsprozesse machen ihre Rolle als stabile Wärmequellen unsicher (Lygnerud und Werner 2018). Obwohl unvermeidbare industrielle Abwärme als CO₂-frei gilt, da es sich dabei um ein Nebenprodukt eines Hauptprozesses handelt (AGFW 2020), stammt sie überwiegend indirekt aus fossilen Energieträgern. Die Gefahr eines „Carbon Lock-in“ besteht, wenn zusätzliche Erlöse aus der Bereitstellung von Abwärme den Wechsel von Energieträgern oder interne Effizienzsteigerungen verhindern könnten. Da die Erlöse ungleich größer sind als Effizienzgewinne durch die Umstellung von Prozessen, wird diese Gefahr insgesamt als wenig kritisch gesehen (AGFW 2020). Gleichzeitig eröffnet die Transformation innerhalb verschiedener Sektoren

neue Chancen: So gewinnt die Integration von Abwärme aus industriellen Elektrolyseuren im Wasserstoffprozess zunehmend an Bedeutung als nachhaltige Option in Energiesystemen (Miljanovic und Jonsson 2022). Erste Studien zeigen wirtschaftliche Machbarkeit vor allem bei optimaler Einbindung in Niedertemperaturfernwärmenetze. Eine Analyse für Österreich beispielsweise schätzt das Potential von Elektrolyseabwärme zur Deckung des Fernwärmebedarfs bis zum Jahr 2030 auf etwa 12 % ein (Böhm et al. 2021).

Das Feld befindet sich somit insgesamt in dynamischem Wandel vor dem Hintergrund politisch getriebener Industrietransformation hin zu grüneren Technologien. Dezentrale Wärmesysteme mit vielfältigen Quellen erhöhen Resilienz, bieten aber auch Unsicherheiten bezüglich zukünftiger großer industrieller Ankerpunkte.

Die Analyse zeigt vielversprechende regionale Dynamiken industrieller Abwärmepotentiale in Deutschland, weist aber auch Grenzen auf. Der genutzte Datensatz basiert zudem auf einer frühen Version der gemeldeten Daten, während mittlerweile umfangreichere Datensätze vorliegen. Eine Ausweitung der Analyse der Nähe zu Wohnen in ganz Deutschland wäre wünschenswert, um regionale Besonderheiten besser abzubilden. Darüber hinaus fehlen in der vorliegenden Betrachtung detaillierte unternehmens- oder standortspezifische Informationen sowie lokale Kontextfaktoren wie verfügbare Infrastrukturen (Vorhandensein und Lage von Wärmenetzen, Informationen zu möglichen Betreibern, Informationen zu Flächen für Infrastruktur wie z. B. Speicher) oder konkrete Wärmebedarfsdaten vor Ort (Siedlungsdichte, Gebäudealter, Gebäudetyp), welche eine tiefere Analyse ermöglichen würden. Während mit dieser Studie erste Möglichkeiten zur Nutzung des Datensatzes aufgezeigt wurden, um Diskussionen um industrielle Abwärmepotentiale in Deutschland mit einer räumlichen Betrachtung voranzutreiben, ergeben sich insbesondere weitere Forschungsfragen, an denen ein Forschungsprojekt ansetzen könnte.

Hinsichtlich der Umsetzung konkreter Lösungen bedarf es neben einer umfangreicheren Datengrundlage zu dem auch eine tiefere Betrachtung des lokalen Kontextes aus sozialwissenschaftlicher Perspektive, beispielsweise hinsichtlich der Akzeptanz von Lösungen in einem vielfach diskutierten Feld sowie möglicher Ansätze zur Governance, um industrielle Abwärme als Baustein urbaner Energiewenden nachhaltig nutzen zu können. Hier kann sozialwissenschaftliche und räumliche Forschung, insbesondere aus den Bereichen der Planung und Energiegeografie, bisherige vorhandene Forschung aus technischer und energiewirtschaftlicher Perspektive ergänzen.

5 Fazit & Ausblick

Industrielle Abwärme kann einen bedeutenden, wenn auch ergänzenden Baustein in der kommunalen Wärmewenden darstellen. Der PfA-Datensatz bietet erstmals eine fundierte Grundlage zur realistischen Einschätzung standortbezogener Potentiale deutschlandweit und offenbart regionale und branchenspezifische Unterschiede.

Eine zentrale Erkenntnis ist, dass die Mehrheit der potenziellen Abwärmequellen in mittelgroßen Städten lokalisiert sind. Ein großer Anteil relevanter Unternehmensstandorte ist jedoch unabhängig von der Lage nach Regionstyp in direkter Nähe zu Wohnbebauung verortet (82 %; < 500 m).

Besonders in Nordrhein-Westfalen zeigt sich eine hohe Dichte von Abwärmepotentialen, was durch die historische Industrieentwicklung in der Region zu erklären ist. Als besonders relevante Branchen für die lokale Abwärmenutzung sind die Metallverarbeitung, die Automobilindustrie und Baustoffe/-materialien zu nennen. Diese Sektoren bieten durch ihre räumliche Nähe zu Wohngebieten die Möglichkeit für eine direkte Integration in bestehende oder geplante Wärmesysteme. Dies bietet nicht nur infrastrukturelle Vorteile, sondern könnte auch zur Minderung von Emissionen durch kürzere Transportwege beitragen. Die Dichte dieser Quellen bietet vielfältige Möglichkeiten für lokale Wärmestrategien, die darauf abzielen, den städtischen CO₂-Fußabdruck zu reduzieren.

Literatur

- Adisorn, Thomas; Schüwer, Dietmar (2025): Industrielle Abwärme im Kontext der kommunalen Wärmewende. Aufgaben, Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für die Kommunen in NRW. Hg. v. SCI4climate.NRW. Online verfügbar unter https://sci4climate.nrw/wp-content/uploads/2025/03/Adisorn_Schuewer_2025_Industrielle-Abwaerme_SCI4climate.pdf, zuletzt geprüft am 12.08.2025.
- Afshari, Hamid; Jaber, Mohamad Y.; Searcy, Cory (2018): Extending industrial symbiosis to residential buildings: A mathematical model and case study. In: *Journal of Cleaner Production* 183, S. 370–379. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.02.148.
- AGFW (Hg.) (2020): Abwärmeleitfaden. Kurzfassung. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter https://www.agfw.de/fileadmin/AGFW_News_Mediadateien/Energiewende_Politik/200121_Abwaermeleitfaden_Kurzfassung.pdf, zuletzt geprüft am 12.08.2025.
- Angstmann, Marius.; Meyer, Kerstin.; Gärtner, Stefan; Stratmann, Leonard Can (2025a): Reviewing environmental benefits of Urban Manufacturing: arguments and evidence for energy, resource and space efficiency. In: *Urban Planning* 10 (10039). DOI: 10.17645/up.10039.
- Angstmann, Marius.; Meyer, Kerstin.; Gärtner, Stefan (2025b): Exploring the Potential of Urban Manufacturer’s Waste Heat for the Residential Heating Transformation in Germany. A Spatial Analysis Across Four Federal States. IAT Discussion Paper. 03/2025. DOI: 10.53190/dp/202503.
- BAFA; BfEE (Hg.) (2025a): Die Plattform für Abwärme. Stand: 14.01.2025. Version 1.0.
- Bathen, Annette; Bunse, Jan; Gärtner, Stefan; Meyer, Kerstin; Lindner, Alexandra; Schambelon, Sophia et al. (2022): Handbook on Urban Production. Potentials | Pathways | Measures. Unter Mitarbeit von Alejandro Castro, Nicole Panitz und Eva Wascher. 2. Aufl. Dortmund. Online verfügbar unter https://urbanproduktion.ruhr/wp-content/uploads/2022/05/Urban-Production-Handbook_2022.pdf.
- Beckamp, Marius (2021): Industriesymbiosen als Ansatz regionaler Kreislaufwirtschaft. Begriffsklärung & strukturpolitische Potentiale. Institut Arbeit und Technik. Gelsenkirchen (Forschung Aktuell, 08 / 2021). Online verfügbar unter <https://www.iat.eu/das-institut/mitarbeitende/marius-beckamp/publikationen.html>, zuletzt geprüft am 22.05.2022.
- Böhm, Hans; Moser, Simon; Puschnigg, Stefan; Zauner, Andreas (2021): Power-to-hydrogen & district heating: Technology-based and infrastructure-oriented analysis of (future) sector coupling potentials. In: *International Journal of Hydrogen Energy* 46 (63), S. 31938–31951. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2021.06.233.
- Brueckner, Sarah; Arbter, Rene; Pehnt, Martin; Laevemann, Eberhard (2017): Industrial waste heat potential in Germany—a bottom-up analysis. In: *Energy Efficiency* 10 (2), S. 513–525. DOI: 10.1007/s12053-016-9463-6.

- Brueckner, Sarah; Miró, Laia; Cabeza, Luisa F.; Pehnt, Martin; Laevemann, Eberhard (2014): Methods to estimate the industrial waste heat potential of regions – A categorization and literature review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38, S. 164–171. DOI: 10.1016/j.rser.2014.04.078.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA); Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) (2025b): Die Plattform für Abwärme – Daten und Ihre Nutzung. Webinar zu ersten Daten und weiteren Schritten. [Presentation]. Online verfügbar unter https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/PFA_Webinar_Datennutzung_Feb25.pdf?_blob=publicationFile&v=1, zuletzt aktualisiert am 20. & 24.02.2025, zuletzt geprüft am 12.08.2025.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR) (2025): Laufende Raumbeobachtung des BBSR. Raumgliederungssystem des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zum Gebietsstand 31.12.2023. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/downloads/raumgliederungen-referenzen-2023.xlsx?_blob=publicationFile&v=5.
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (o. J.). *Fläche und Bevölkerung*. Online verfügbar unter <https://www.statistikportal.de/de/bevoelkerung/flaechen-und-bevoelkerung>, zuletzt geprüft 22.08.2025.
- DG Regional and Urban Policy; DG Agriculture and Rural Development; Eurostat; DG Joint Research Centre; OECD (2018): Degree of urbanisation. A classification of local administrative units. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/4337659/6125716/degurba-poster-2levels-2018.pdf>, zuletzt geprüft am 12.08.2025.
- Fontaine, Antoine; Rocher, Laurence (2024): Cities looking for waste heat: The dilemmas of energy and industry nexuses in French metropolitan areas. In: *Urban Studies* 61 (2), S. 254–272. DOI: 10.1177/00420980231183263.
- Fracascia, Luca (2018): Industrial Symbiosis and Urban Areas: A Systematic Literature Review and Future Research Directions. In: *Procedia Environmental Science, Engineering, and Management*, 5(2), S. 73–83.
- Fritz, Markus; Plötz, Patrick; Schebek, Liselotte (2022): A technical and economical comparison of excess heat transport technologies. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 168, S. 112899. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112899.
- Hüttenhain, Britta; Kübler, Anna Ilonka (2021): City and Industry: How to Cross Borders? Learning From Innovative Company Site Transformations. In: *UP* 6 (3), S. 368–381. DOI: 10.17645/up.v6i3.4240.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2019): Potenzialstudie Industrielle Abwärme. Ergebnisse und Kernaussagen. Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV_Potenzialstudie_Industrielle_Abwaerme_Ergebnisse.pdf, zuletzt geprüft am 12.08.2025.

- Lygnerud, Kristina; Werner, Sven (2017): Risk of industrial heat recovery in district heating systems. In: *Energy Procedia* 116, S. 152–157. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.05.063.
- Lygnerud, Kristina; Werner, Sven (2018): Risk assessment of industrial excess heat recovery in district heating systems. In: *Energy* 151, S. 430–441. DOI: 10.1016/j.energy.2018.03.047.
- Miljanovic, Andrea; Jonsson, Fredrik (2022): Utilization of waste heat from hydrogen production: A case study on the Botnia Link H2 Project in Luleå, Sweden. Independent thesis Advanced level. Mälardalen University, Västerås. School of Business, Society and Engineering. Online verfügbar unter <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1670187/FULLTEXT01.pdf>, zuletzt geprüft am 12.08.2025.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020): Abwärmekonzept Baden-Württemberg. Stuttgart. Online verfügbar unter https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Datien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/Abwaermenutzung/Abwaerme-konzept-Baden-Wuerttemberg-bf.pdf, zuletzt geprüft am 12.08.2025.
- Schüwer, Dietmar; Adisorn, Thomas (2025): Wie industrielle Abwärme einen Beitrag zur kommunalen Wärmewende leisten kann. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 75, 2025 (5-6), 38-43.

/// Zitationshinweis

Angstmann, M., Meyer, K., & Gärtner, S. (2025). Industrielle Abwärme urbaner Produktionsstandorte als Potential für die Wärmewende: Eine Analyse mit Fokus auf Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. *Forschung aktuell*, 09/2025. <https://doi.org/10.53190/fa/202509>

/// Autorinnen und Autoren

Marius Angstmann, Kerstin Meyer, Stefan Gärtner

/// Impressum

Herausgeberin

Westfälische Hochschule Gelsenkirchen
Institut Arbeit und Technik
Munscheidstr. 14
45886 Gelsenkirchen

Redaktion

Marco Baron
Telefon: +49 (0)209.17 07-176
E-Mail: baron@iat.eu

Bildnachweis

Titelbild: © Marius Angstmann/IAT

Mit dem Publikationsformat „Forschung aktuell“ sollen Ergebnisse der IAT-Forschung einer interessierten Öffentlichkeit zeitnah zugänglich gemacht werden, um Diskussionen und die praktische Anwendung anzuregen. Für den Inhalt sind allein die Autorinnen und Autoren verantwortlich, die nicht unbedingt die Meinung des Instituts wiedergeben.