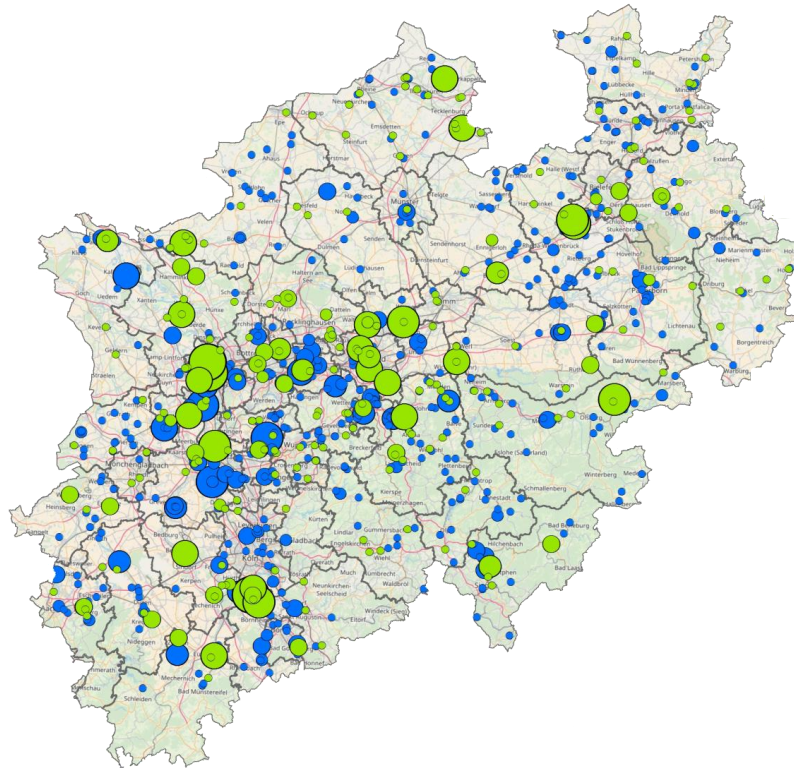


Abschlussgespräch

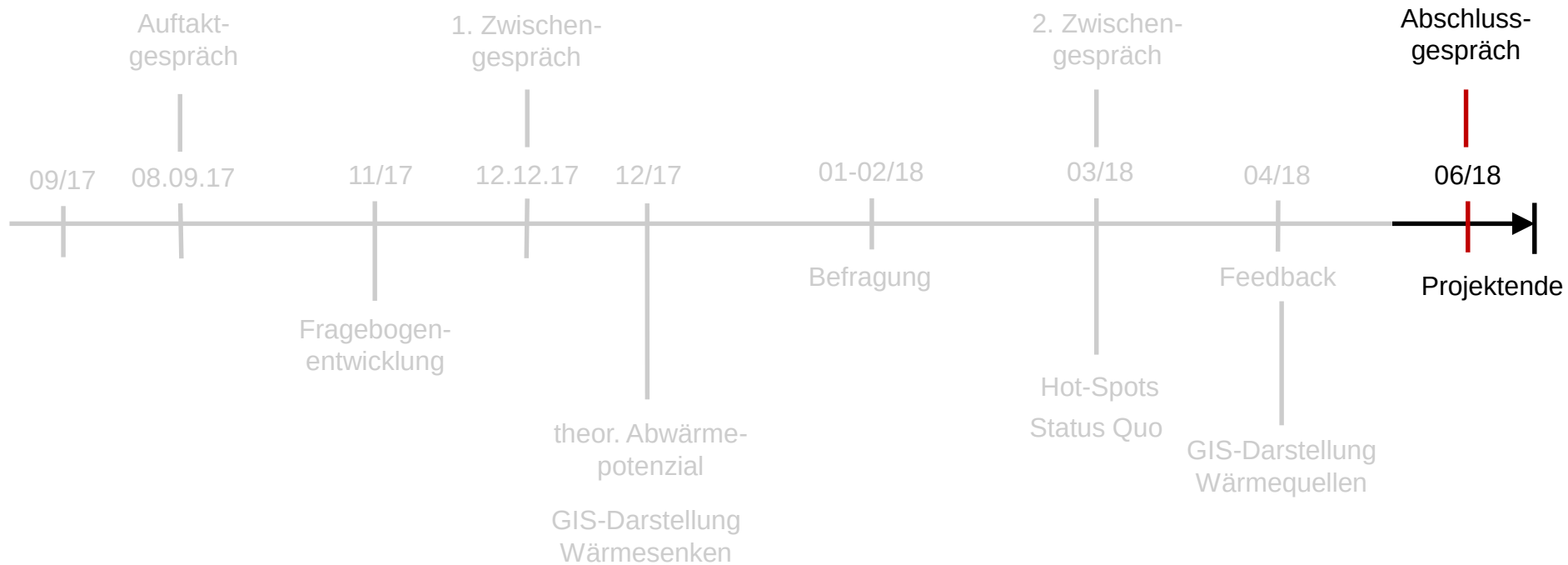
Potenzialstudie „Industrielle Abwärme“



Agenda

- 10:00 Begrüßung
- 10:05 Ergebnisse der Studie Teil 1
- Einführung industrielle Abwärmepotenziale in NRW
 - Ermittlung der Abwärmepotenziale (Emissionsdaten)
 - Unternehmensbefragung
- 10:55 Datennutzungsvereinbarung, Veröffentlichung im Energieatlas
- 11:00 Ergebnisse der Studie Teil 2
- Ermittlung potenzieller Wärmesenken
 - Darstellung der technischen Abwärmepotenziale/
aggregierte Abwärmepotenziale
 - Hot Spot-Auswertung
- 12:10 Vorstellung Förderprogramme 294 und 494 (BMW, Herr Kay)
- 12:25 Ausblick (MWIDE, Herr Iven)
- 12:35 Abschließende Worte
- 12:45 Netzwerken und Ausklang bei einem kleinen Imbiss

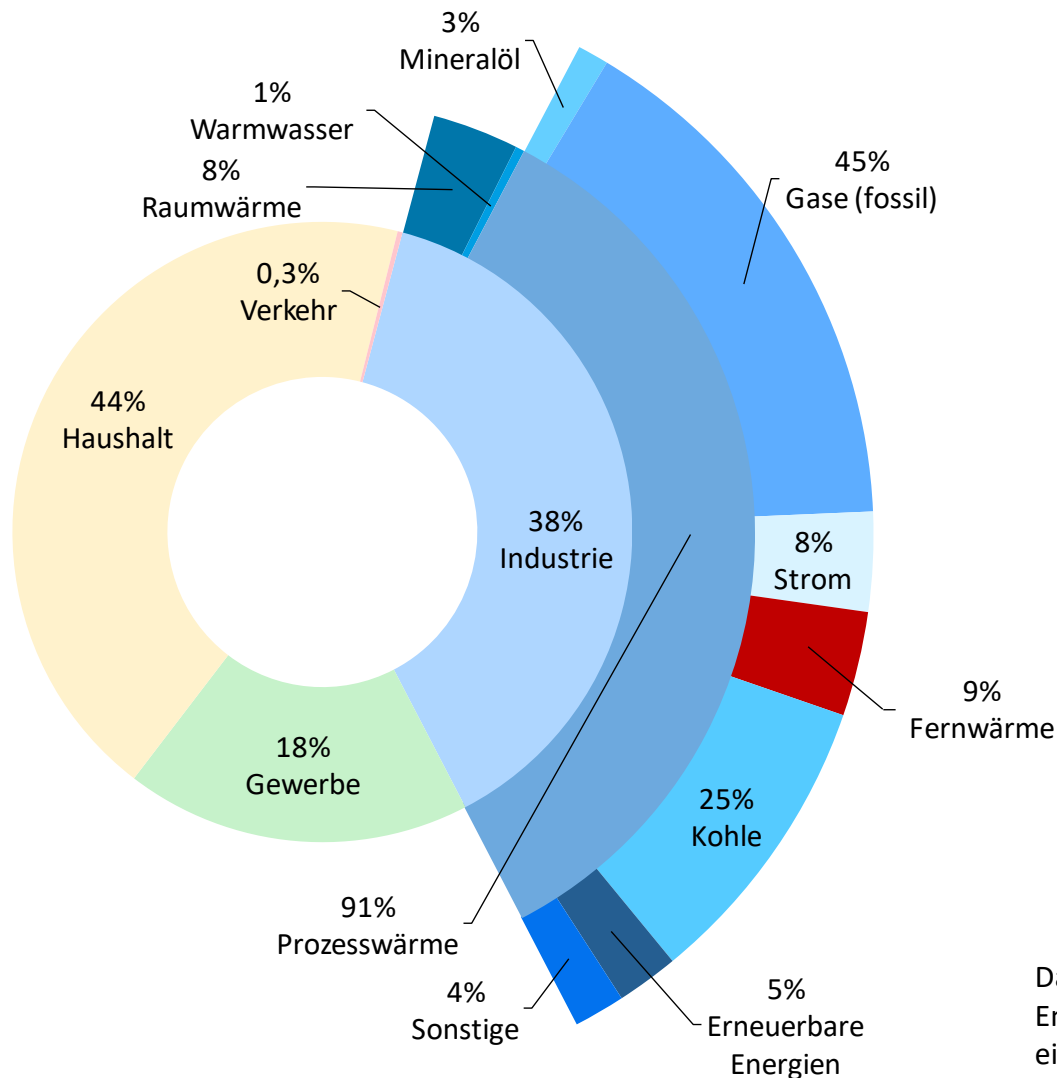
Status Timeline



Ergebnisse der Studie Teil 1:

Einführung industrielle Abwärmepotenziale in Nordrhein-Westfalen

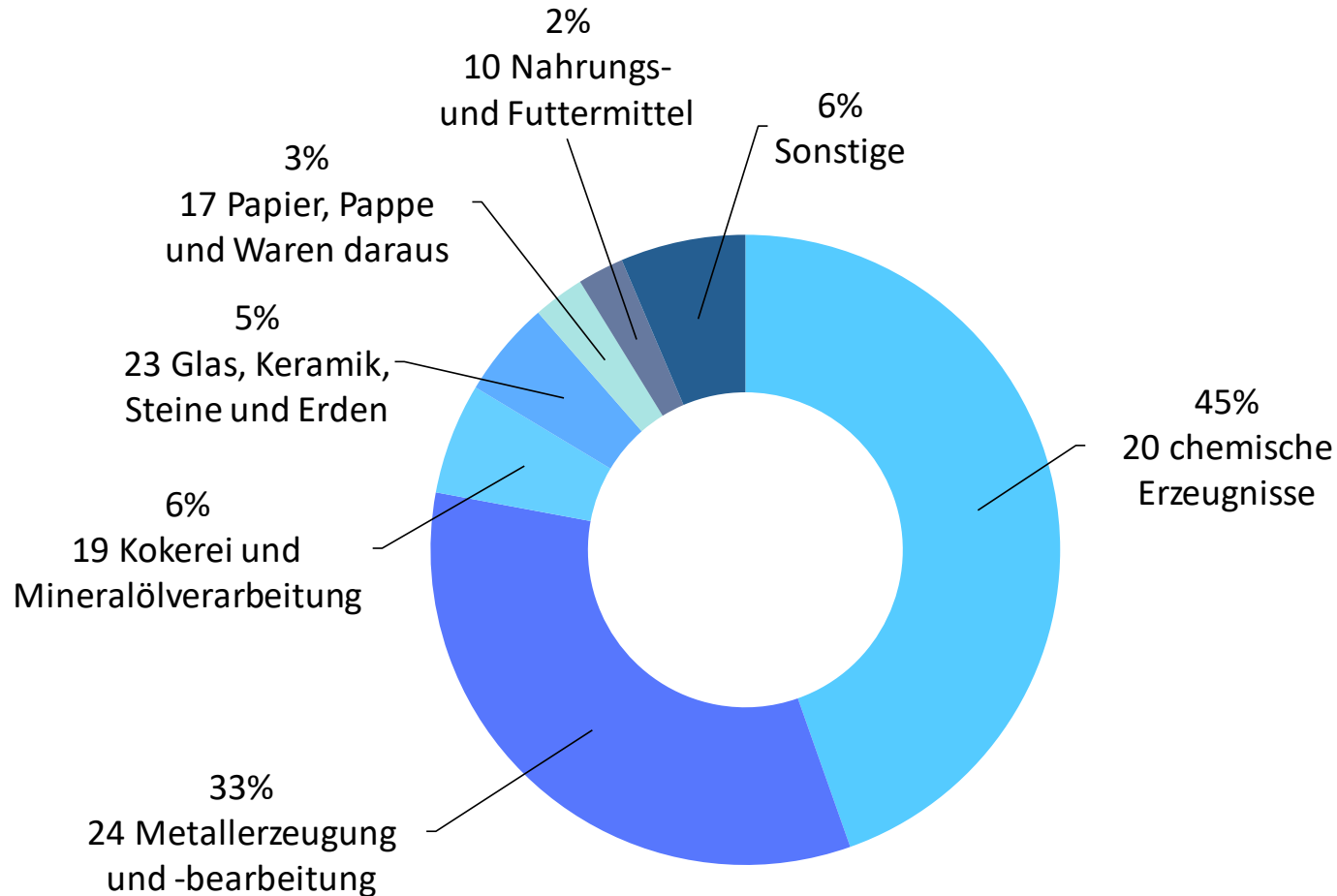
Verteilung des Endenergiebedarfs in Deutschland



Nur 9 % der Prozesswärme in der Industrie werden aktuell mittels Fernwärme gedeckt

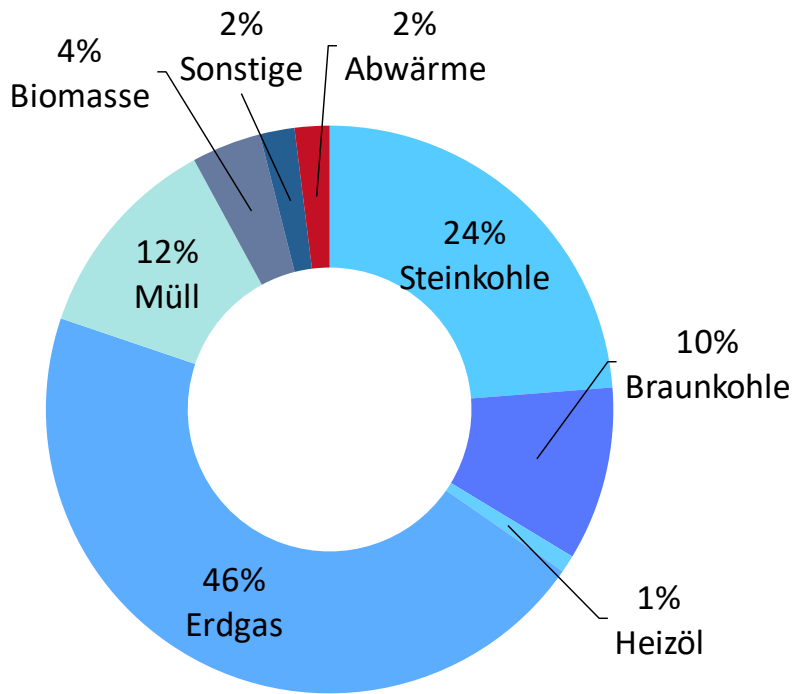
Datengrundlage: AGEB - Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2016, eigene Darstellung

Industrieller Brennstoffeinsatz in Nordrhein-Westfalen

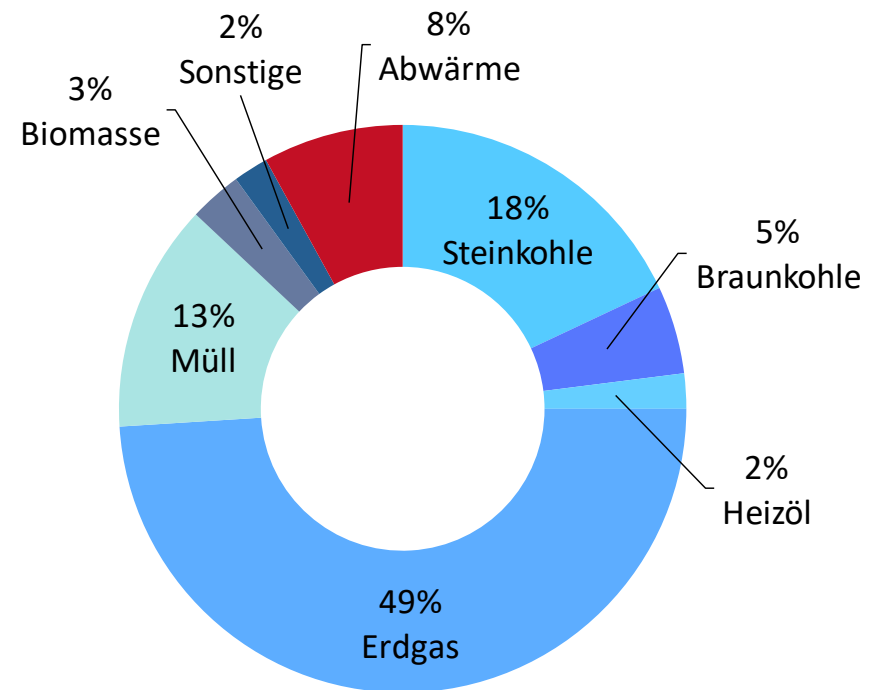


Quelle: IT.NRW - Statistisches Jahrbuch NRW

Energiebilanz Fernwärmenetzeinspeisung



a) Deutschland



b) Nordrhein-Westfalen

Quelle: AGFW - Hauptbericht 2016, eigene Berechnungen

Status Abwärmenutzung und -einspeisung in NRW

- **Bezug** Wärme aus Fernwärmenetzen in der Industrie:

Befragung: 4,64 TWh/a

- **Einspeisung** der Abwärme in Fernwärmenetze:

Befragung:

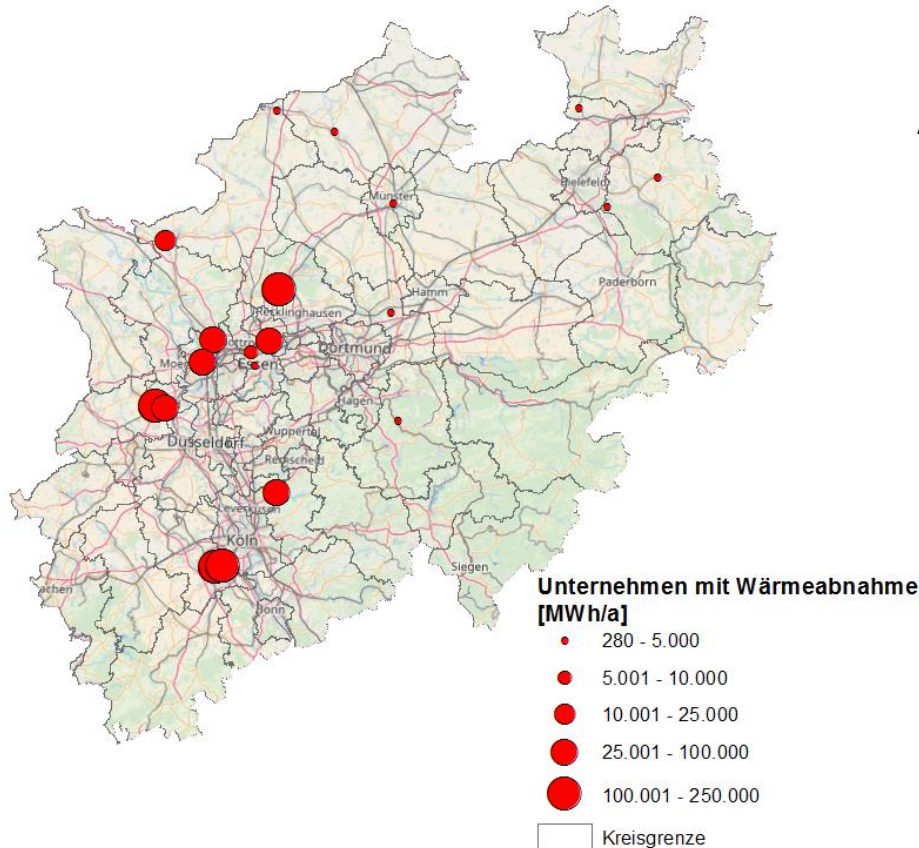
aus der Industrie: 4,75 TWh/a

Müllverbrennungsanlagen: 2,84 TWh/a

7,59 TWh/a

AGFW:

2,35 TWh/a

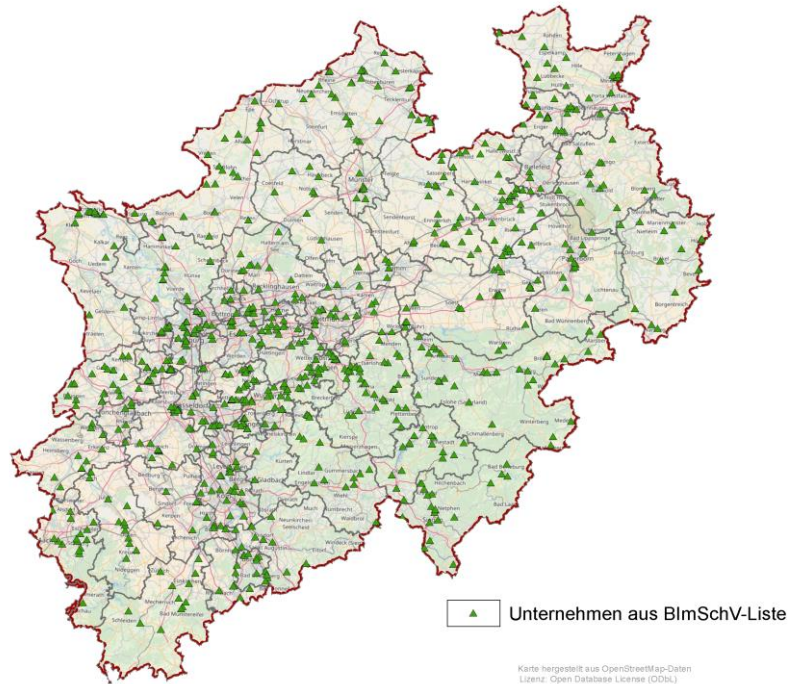


Ergebnisse der Studie Teil 1:

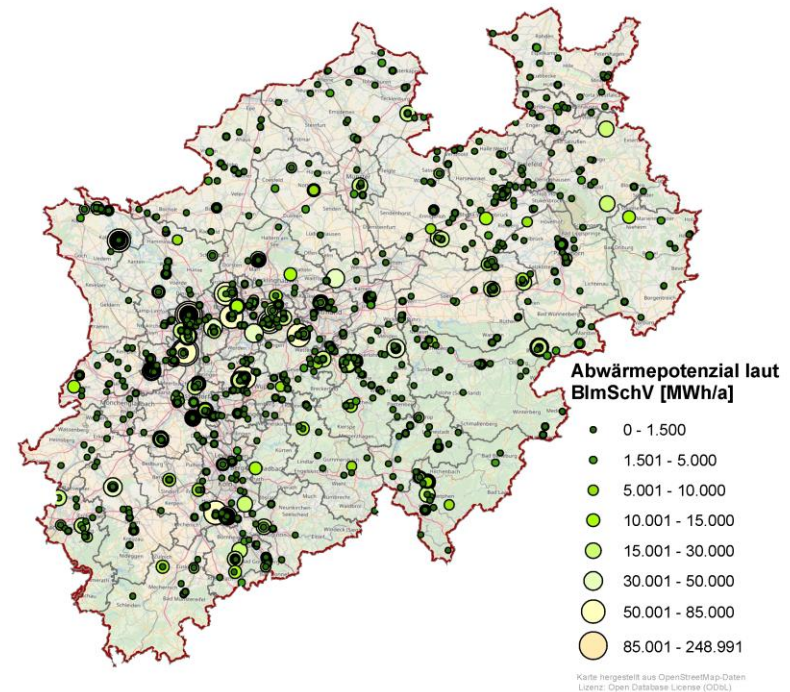
Ermittlung der Abwärmepotenziale auf Basis von Emissionsdaten

Abwärmepotenziale aus BImSchV

meldepflichtige Unternehmen

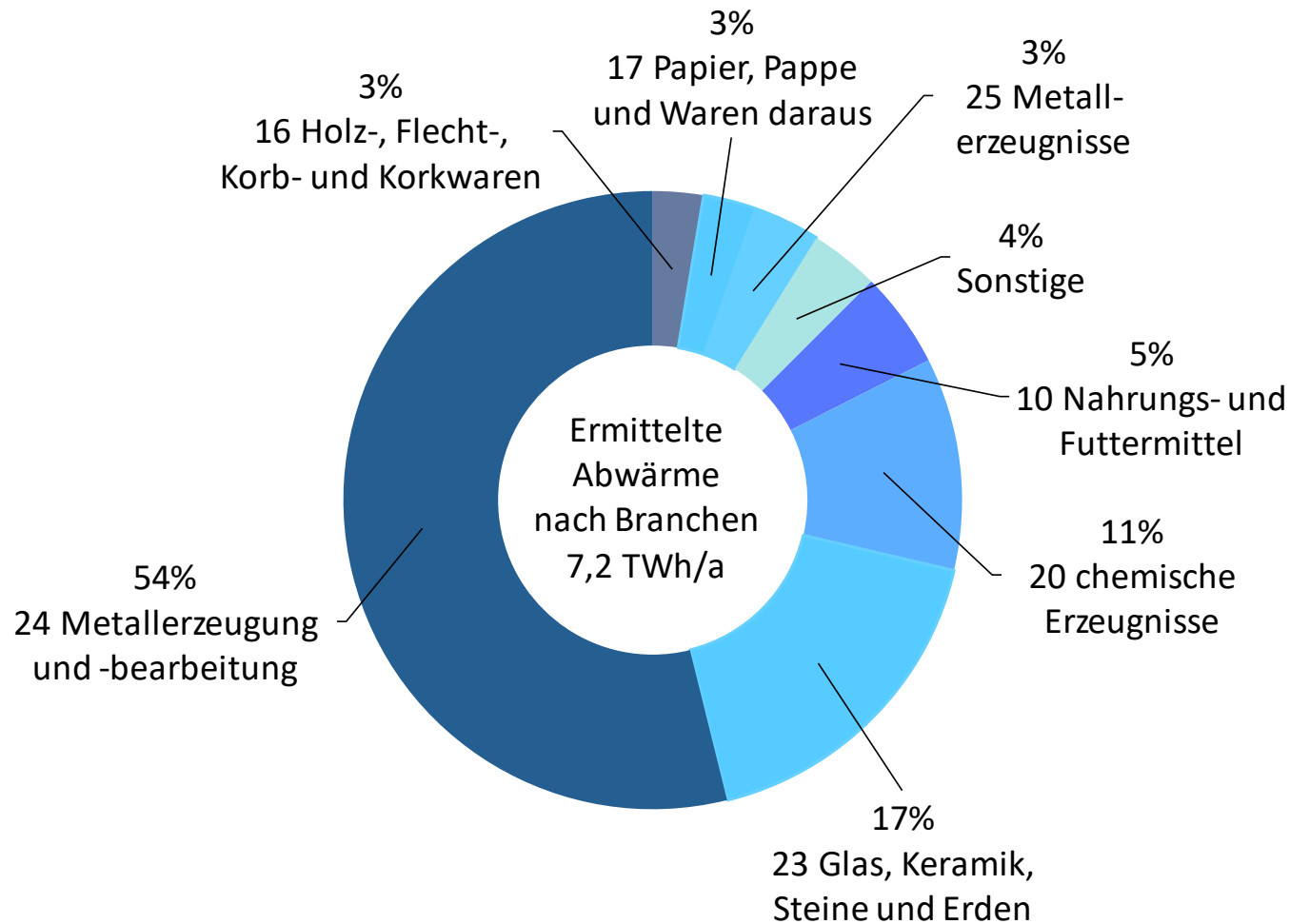


ermittelte Abwärmepotenziale

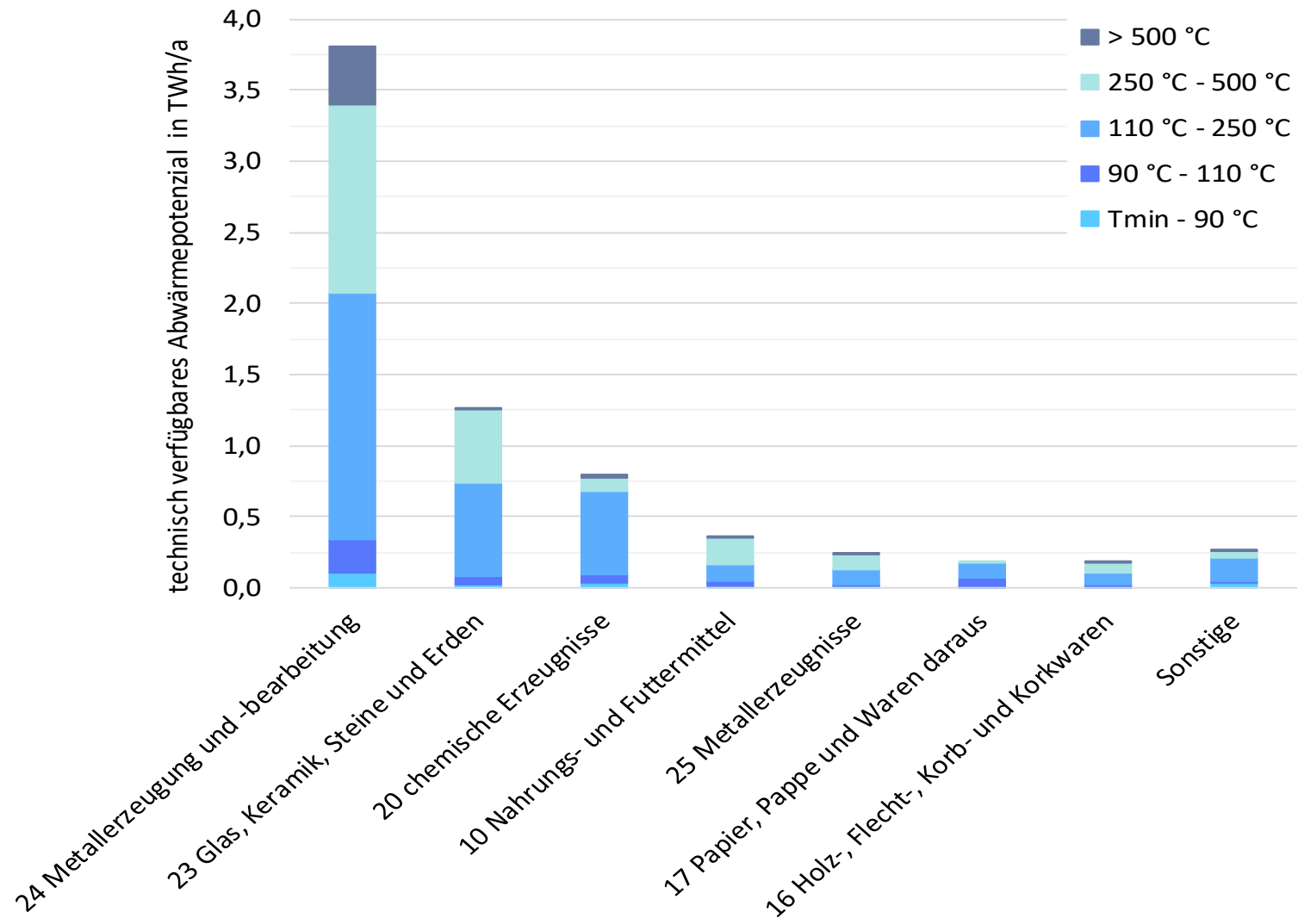


- BImSchV-pflichtigen Unternehmen mit Brennstoffeinsatz: 1.896
- Ausgewertete Unternehmen mit Abwärmepotenzial aus den BImSchV-Daten: 697
- Gesamtpotenzial dieser Unternehmen: 7,2 TWh/a

Branchenverteilung Abwärmepotenzial nach BImSchV



Temperaturverteilung der Branchen nach BImSchV



Ergebnisse der Studie Teil 1:

Unternehmensbefragung

- Teilnehmerzahlen der Unternehmensumfrage
- Datenverfügbarkeit und Kenntnisstand in den Unternehmen
- Qualitative und Informative Ergebnisse der PIA-NRW Umfrage
- Feedback-Berichte und Fehlerkorrekturverfahren
- Quantitative Ergebnisse der PIA-NRW Unternehmensumfrage
- Zwischenfazit aus der Unternehmensbefragung

Teilnehmerzahlen

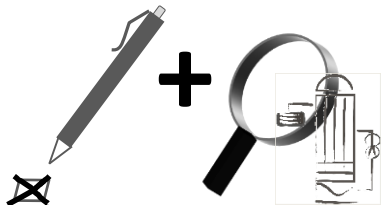
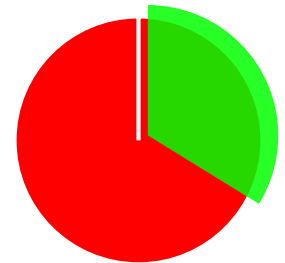


**1.857 Unternehmen
angeschrieben**



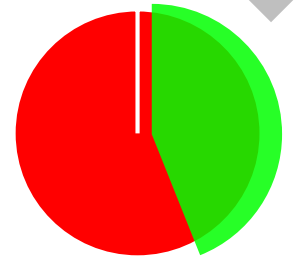
**526 Unternehmen
teilgenommen**

= 28 %



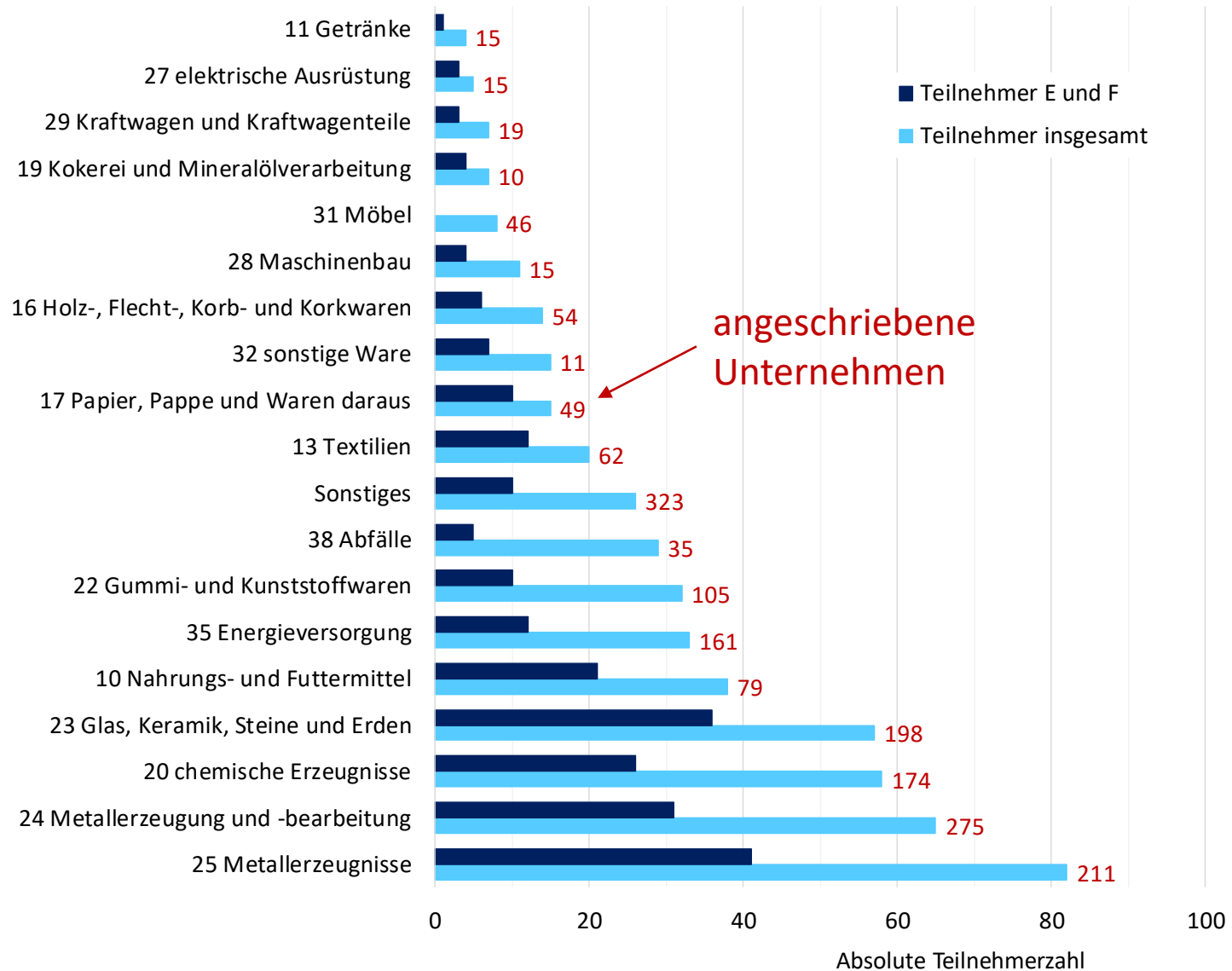
**242 Unternehmen*
teilgenommen
+ Abwärmedaten
angegeben**

= 43 %



* = nur die Unternehmen, deren Abwärmepotenzial ein Ergebnis > 0 MWh und eine Nutztemp. > 40 °C aufweist

Teilnehmerzahlen der Gesamtumfrage und der detaillierten Abwärmemengen-Abfragen (Kapitel E-F)



- Teilnehmerzahlen der Unternehmensumfrage
- Datenverfügbarkeit und Kenntnisstand in den Unternehmen
- Qualitative und Informative Ergebnisse der PIA-NRW Umfrage
- Feedback-Berichte und Fehlerkorrekturverfahren
- Quantitative Ergebnisse der PIA-NRW Unternehmensumfrage
- Zwischenfazit aus der Unternehmensbefragung

Umfragestruktur zielt auf unterschiedliche Kenntnisstände in den Unternehmen ab

A Allgemeine Daten zum Unternehmen

B Grundlegende Fragen zur Energieversorgung

C Allgemeines zu Produktion und Betrieb

D Chancen für Abwärmekooperationen

Intuitive Einschätzungen zu
Abwärmepotenzialen im
Unternehmen

Strukturiert geführte Dateneingabe

E Abwärme aus Energieversorgungsanlagen

Abwärme-
menge
bekannt?

ja

nein

Direkte Angabe
in MWh

Parameterangaben,
Berechnung

Strukturiert geführte Dateneingabe

F Abwärme aus Produktionsprozessen

Abwärme-
menge
bekannt?

ja

nein

Direkte Angabe
in MWh

Parameterangaben,
Berechnung

Eingabebeispiele im Online Formular für:

Intuitive Abwärmeeinschätzung mit „Schieberegler“



C2 Abwärmepotenziale

C2.1 Schätzen Sie bitte, wie viel Prozent des gesamten Energiebedarfs Ihres Unternehmens sinnvoll als Abwärme genutzt werden könnten:

Geschätzter Anteil möglicher Abwärmennutzung aus Energieanlagen:

0 Prozent 100 Prozent

☐ Keine Angabe möglich

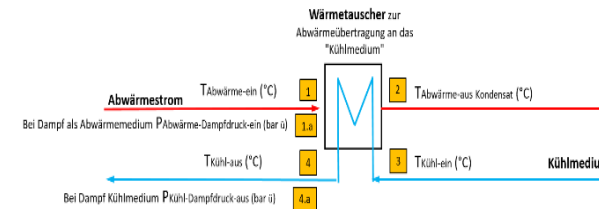
Geschätzter Anteil möglicher Abwärmennutzung aus Produktionsprozessen:

0 Prozent 100 Prozent

☐ Keine Angabe möglich

Strukturiert geführte Datenerhebung „Kapitel F“

F Abwärme aus Produktionsprozessen NICHT bekannt: Angabe der Parameter der Produktionsprozesse



Charakteristik der Produktionsprozesse	Massenstrom	Temperaturen				Wenn "Dampf" genutzt wird: Dampfdruck	Lautzeit	Profil der Abwärmequelle
ENTWEDER								gleichmäßig:
Massenstrom für "Abwärmestrom"								saisonal:
ODER								sommerlastig:
für "Kühlmedium" angeben (je nach Verfügbarkeit)	in kg/h	in °C	in °C	in °C	in °C	in bar (ü)	in bar (ü)	in h/a
1: Abwärmestrom:								
ODER: Kühlmedium:								
2: Abwärmestrom:								
ODER: Kühlmedium:								
3: Abwärmestrom:								
ODER: Kühlmedium:								

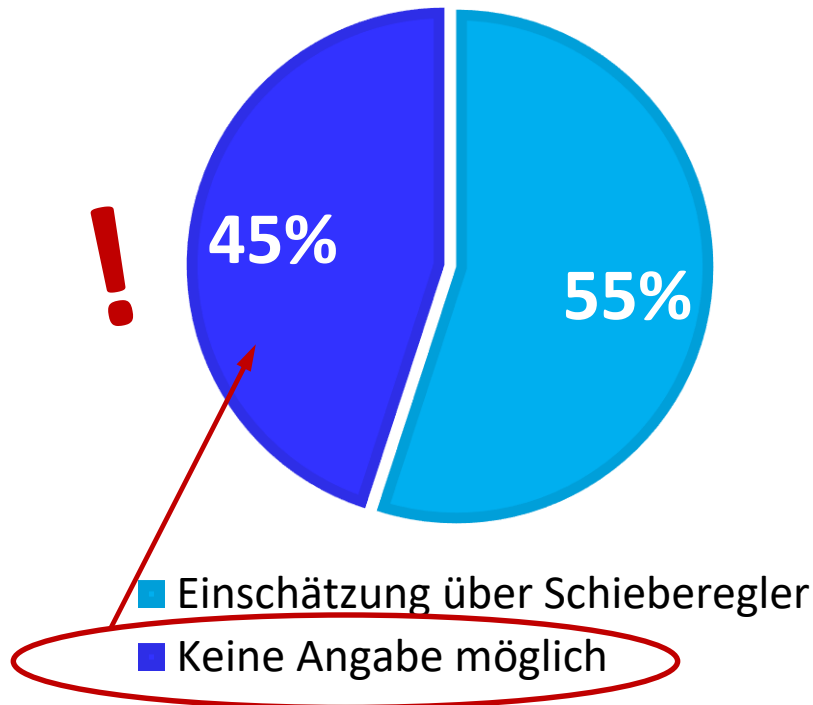
Toleranzbereiche

Profil	Toleranz

Teilnehmerquote: Intuitive Abwärmeeinschätzung versus strukturiert geführte Datenerhebung

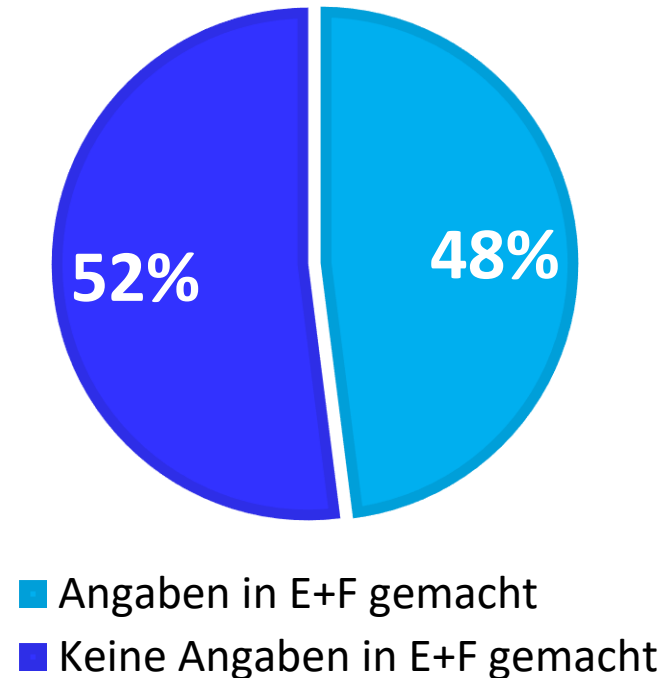
Intuitive Abwärmeeinschätzung

EINSCHÄTZUNG ABWÄRMEPOTENZIAL MITTELS SCHIEBEREGLER (C 2.1)



Strukturiert geführte Datenerhebung

KONKRETE DATENANGEBEN KAPITEL E+F (ENERGIEANLAGEN + PRODUKTIONSPROZESS)



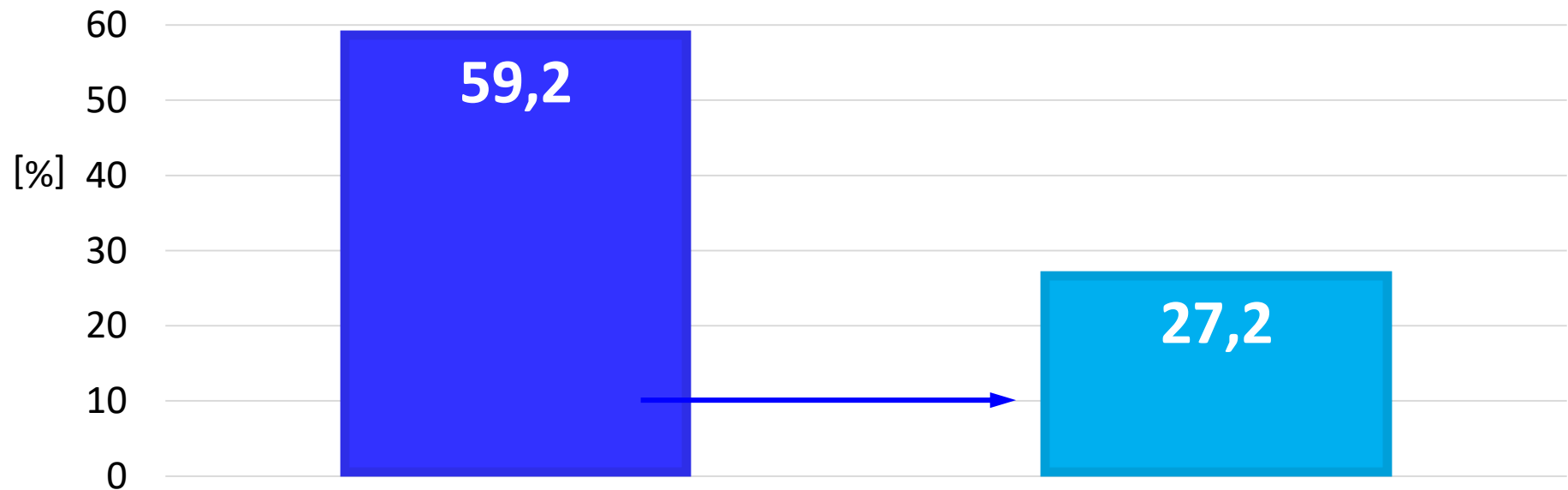
Teilnahmequote an Abwärmeschätzung über Schieberegler



■ Teilnahmequote an Abwärmeschätzung über Schieberegler C2.1

Unternehmen, die für **Energieanlagen** eine intuitive Einschätzung zum Abwärmepotenzial tätigen konnten **und konkrete Abwärmedaten** in Kapitel E angegeben haben

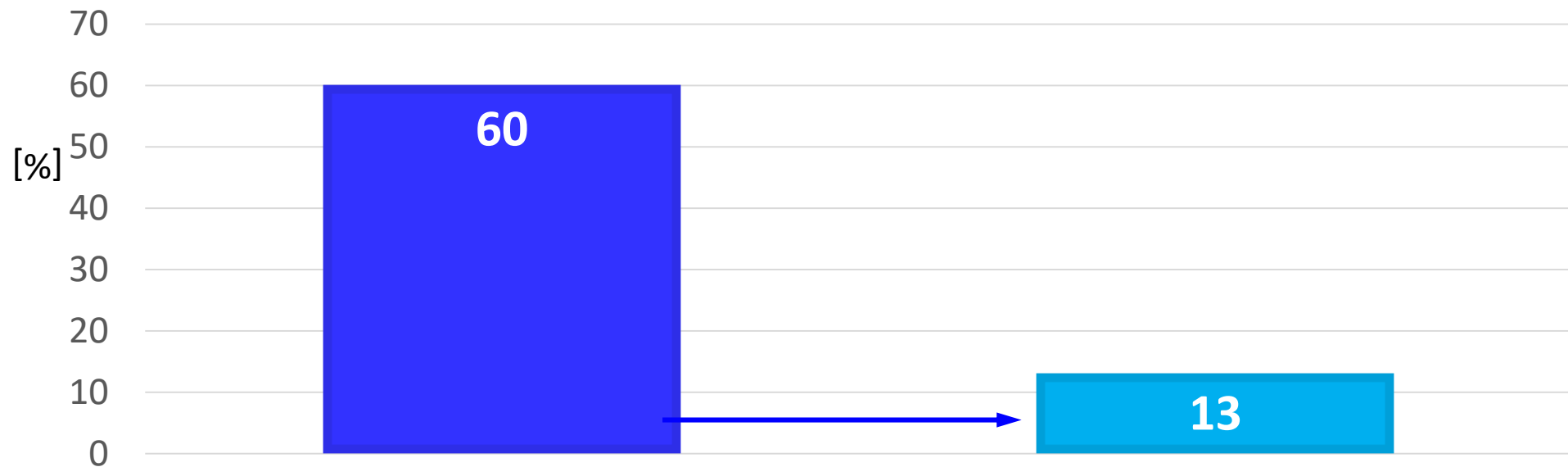
- Intuitive Abwärmeeinschätzung mittels Schieberegler C2.1
- Intuitive Einschätzung (C2.1) und konkrete Abwärmedaten in Kapitel E



Transparenz / Verfügbarkeit zu konkreten Abwärmemengen in Energieanlagen ist **zur Zeit noch „niedrig“**

Unternehmen, die für **Produktionsprozesse** eine intuitive **Einschätzung** zum Abwärmepotenzial tätigen konnten **und konkrete Abwärmedaten** in Kapitel F angegeben haben

■ Intuitive Abwärmeeinschätzung mittels Schieberegler C2.1 für Energieanlagen vorgenommen

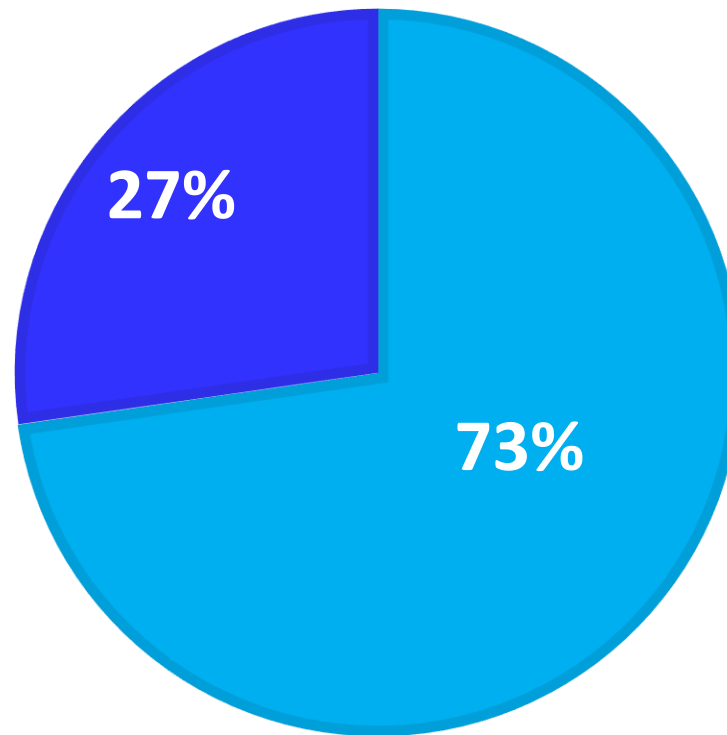


Transparenz / Verfügbarkeit zu konkreten Abwärmemengen in Produktionsprozesse ist **zur Zeit noch sehr „niedrig“**

Energiemanagementsystem:

ISO-Zertifizierte Unternehmen und deren Angaben in E+F

Auswertung: Wie hoch ist der Anteil der Unternehmen, die in Kapitel E + F Angaben gemacht- **und** eine ISO Zertifizierung angegeben haben

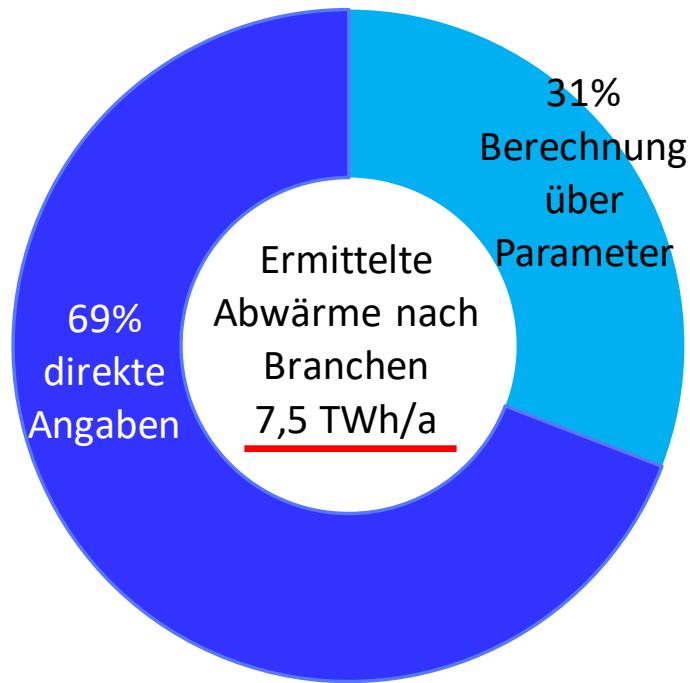


■ ISO 50001 Zertifizierung angekreuzt

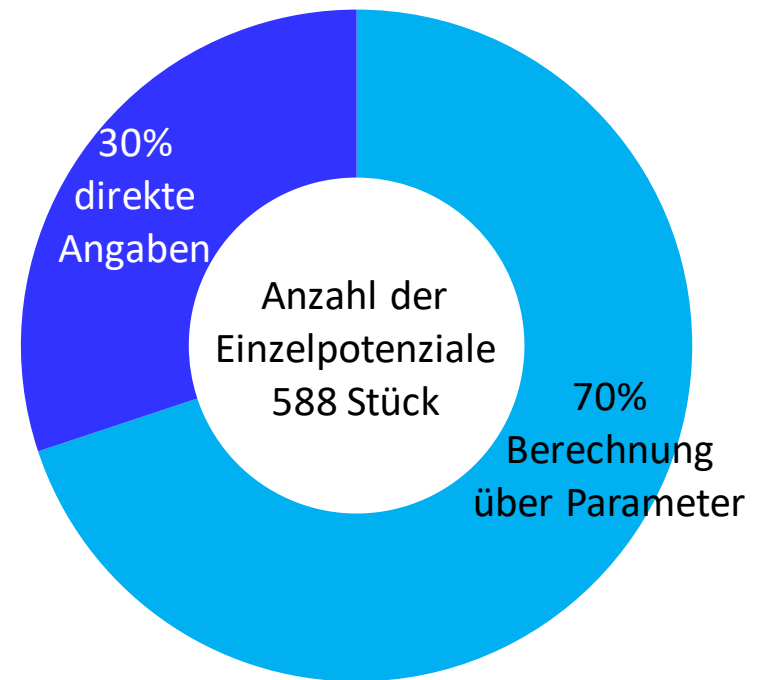
■ ISO 50001 Zertifizierung nicht angekreuzt

Transparenz der ungenutzten Abwärmemengen in den Unternehmen

Direkte Angabe in „MWh“ versus Angabe von „Hilfsparametern“



a) Aufteilung der Abwärmemenge nach Erfassungsart

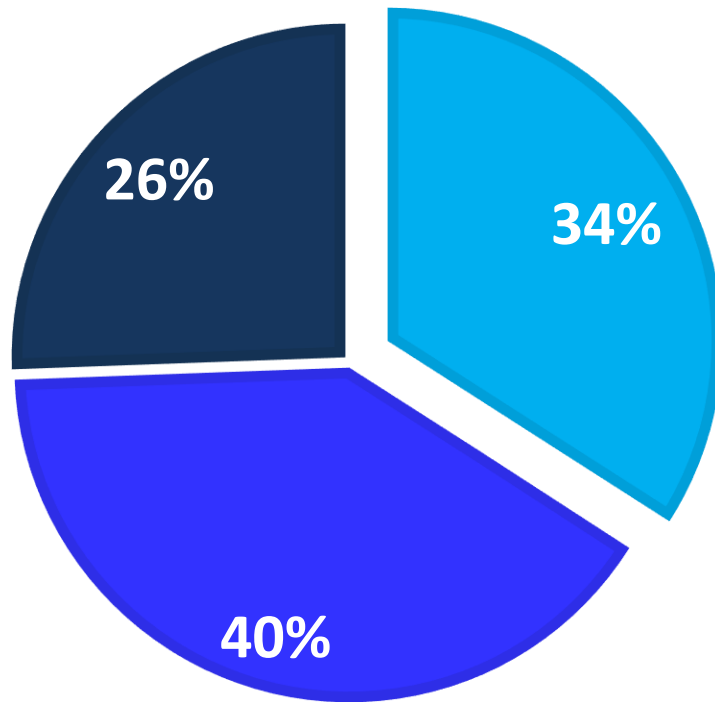


b) Nutzungs-Häufigkeit der Erfassungsarten

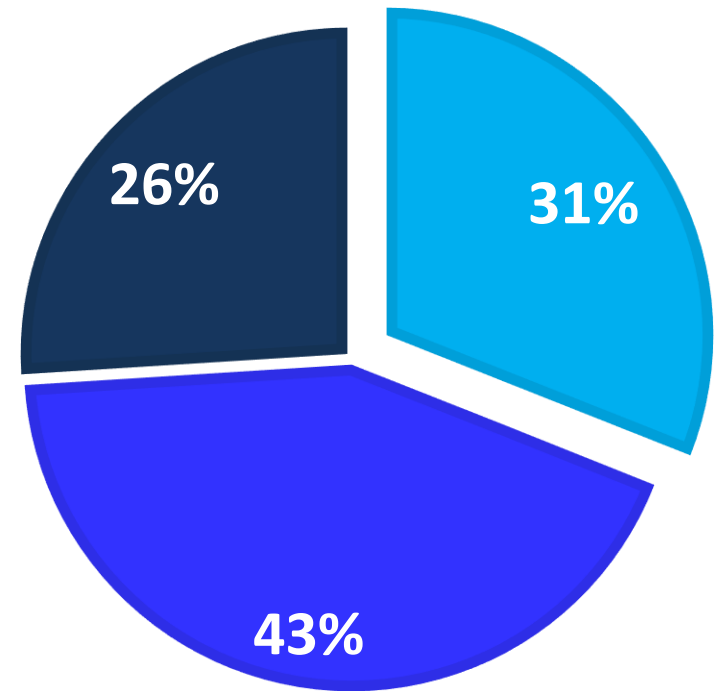
Erfassungsart	Anlagenart	Abwärme [TWh]	Anzahl der Quellen
Direkte Angabe	Energieanlagen	2,65	121
Direkte Angabe	Prozesse	2,54	56
Hilfsparameter	Energieanlagen	1,14	334
Hilfsparameter	Prozesse	1,15	77

Erfassungsart der „direkt benannten Abwärmequellen“ in E+F

ANGEGEBENE ERMITTLUNGSART BEZOGEN
AUF DIE „DIREKT“ BENANNTEN
ABWÄRMEMENGEN



ANGEGEBENE ERMITTLUNGSART BEZOGEN
AUF DIE „DIREKT“ BENANNTE ANZAHL DER
ABWÄRMEQUELLEN



■ Messung ■ Berechnung ■ ohne Angabe

Nur ca. **1/3** der „direkt benannten Abwärmequellen“ in E+F (Potenziale in MWh) werden **messtechnisch erfasst**

Fazit zum Kenntnisstand und der Datenverfügbarkeit in den Unternehmen

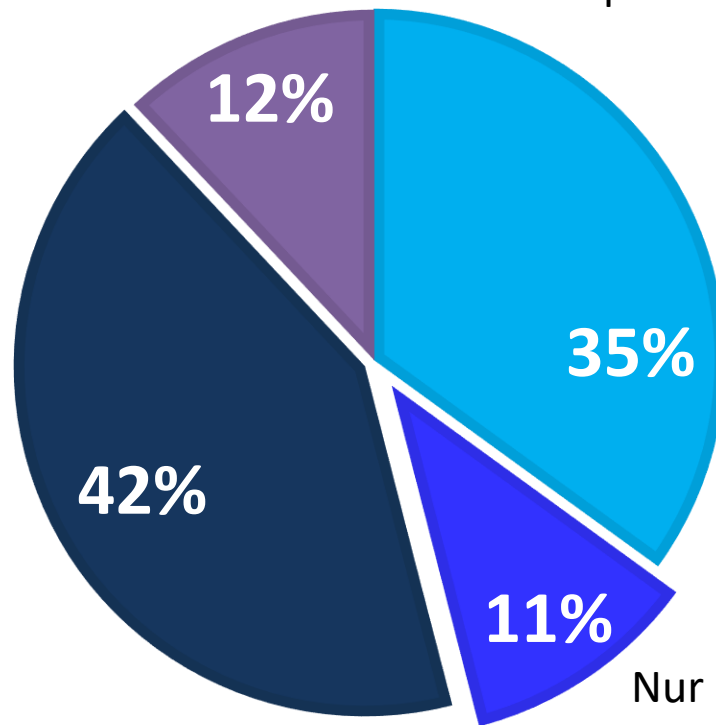
1. Durch die PIA – NRW Studie wird ein großes Interesse, eine hohe Motivation und ein starkes Engagement der Unternehmen zum Thema „Abwärmepotenziale“ festgestellt - *ein echtes „Pfund“ für NRW*
2. In Sachen konkreter Datenlage und Transparenz von Abwärmepotenzialen, insbesondere im Umfeld von Produktionsprozessen, stehen die Unternehmen noch vor großen Herausforderungen.

- Teilnehmerzahlen der Unternehmensumfrage
- Datenverfügbarkeit und Kenntnisstand in den Unternehmen
- Qualitative und Informative Ergebnisse der PIA-NRW Umfrage
- Feedback-Berichte und Fehlerkorrekturverfahren
- Quantitative Ergebnisse der PIA-NRW Unternehmensumfrage
- Zwischenfazit aus der Unternehmensbefragung

Bereitschaft der Teilnahme an Wärmekooperationen

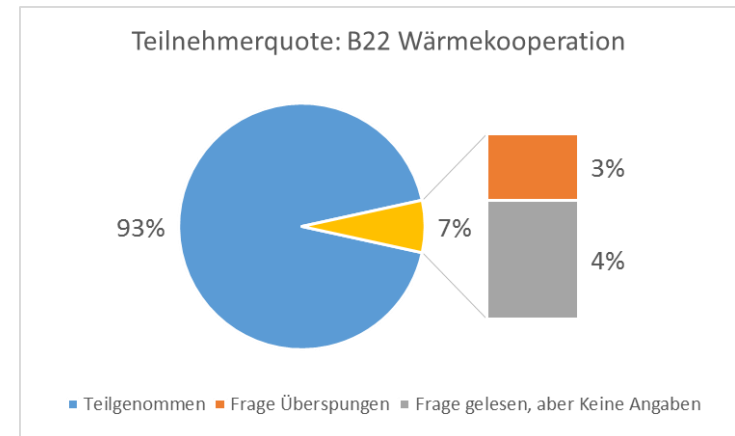
47 % der Unternehmen sind grundsätzlich zu einer Wärmekooperation bereit

42 % der Unternehmen sind unentschlossen!



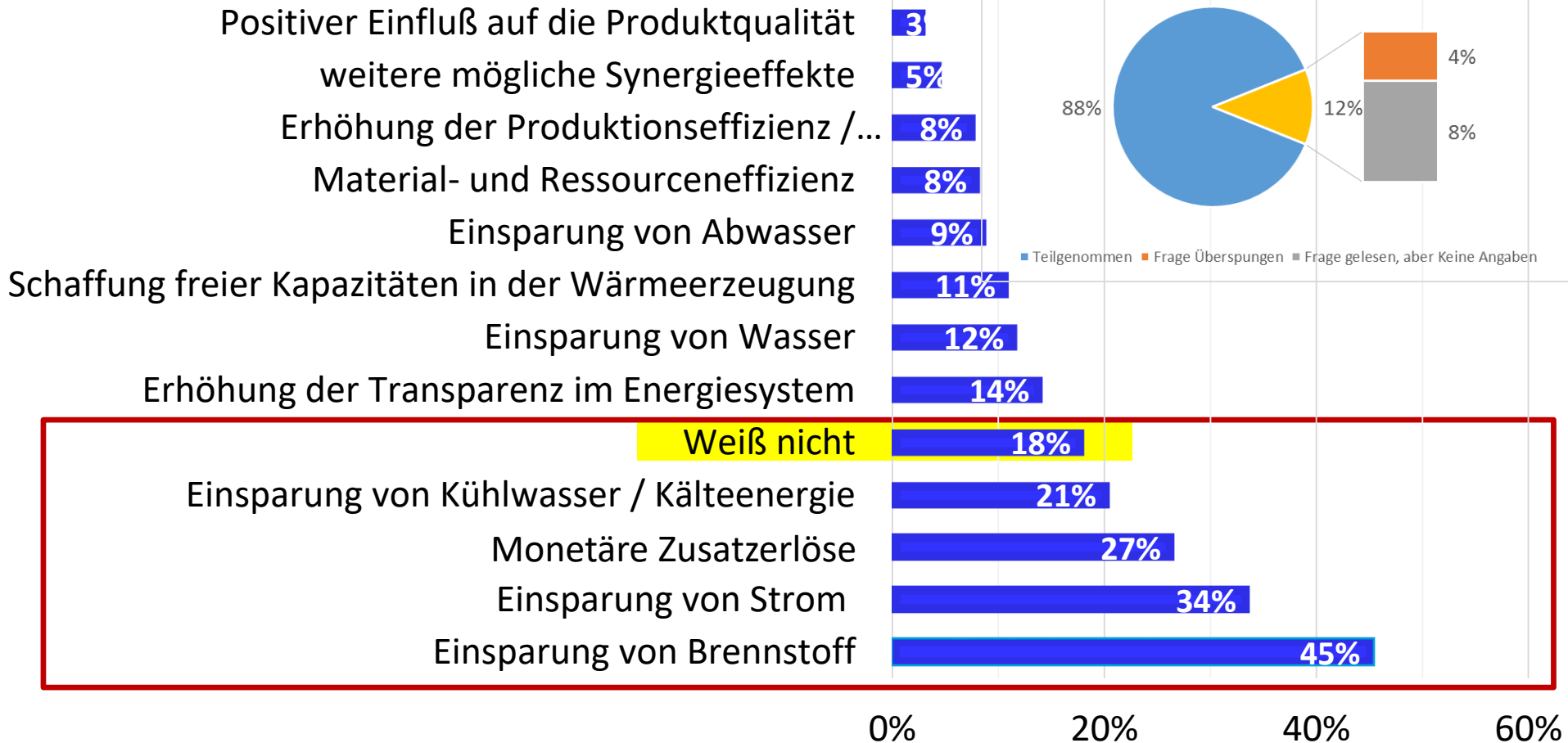
Nur 11 % haben eine Wärmekooperation ausgeschlossen

■ ja, Wärmelieferung ■ nein ■ weiß nicht ■ ja, Wärmebezug



Synergie- und Einspareffekte (multi benefit), von Abwärmenutzungsprojekten

Frage B 3.1



Basis: 462 Teilnehmer

Branchenanalyse für „Weiß nicht“ bei Synergien und Einspareffekte B3.1

Erläuterung des Ergebnisses:

Von den 90 Unternehmen, die „weiß nicht“ ausgewählt haben, **haben 86** Unternehmen aus den angebotenen Synergien und Einspareffekten **keine weitere Auswahl getroffen!**

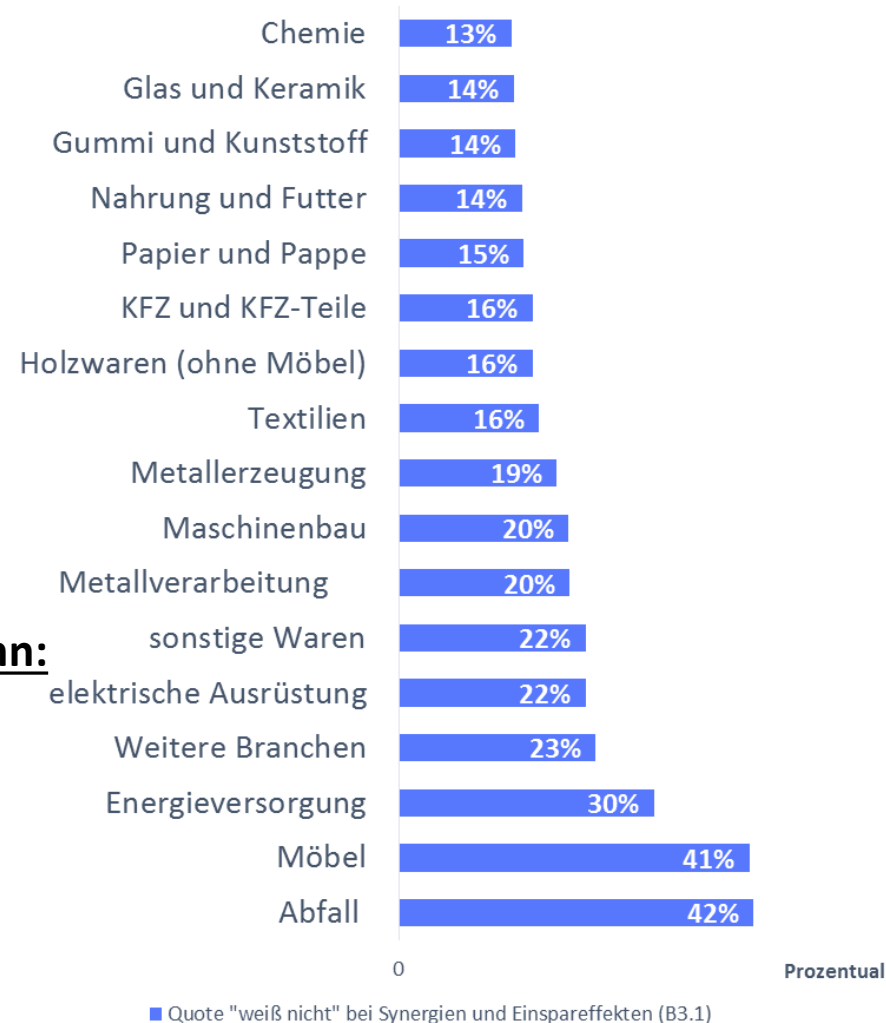
Rückschluss – Informationsdefizit?:

ca. 20 % der Teilnehmer, die diese Frage beantwortet haben können der industriellen Abwärmenutzung keine Einspareffekte zuordnen

Informationslücke sollte geschlossen werden denn:

Je mehr „multi Benefit“ Effekte in einem Abwärmeprojekt erkannt werden, desto höher die Einsparungen und **desto** attraktiver und somit **schneller die Umsetzung.**

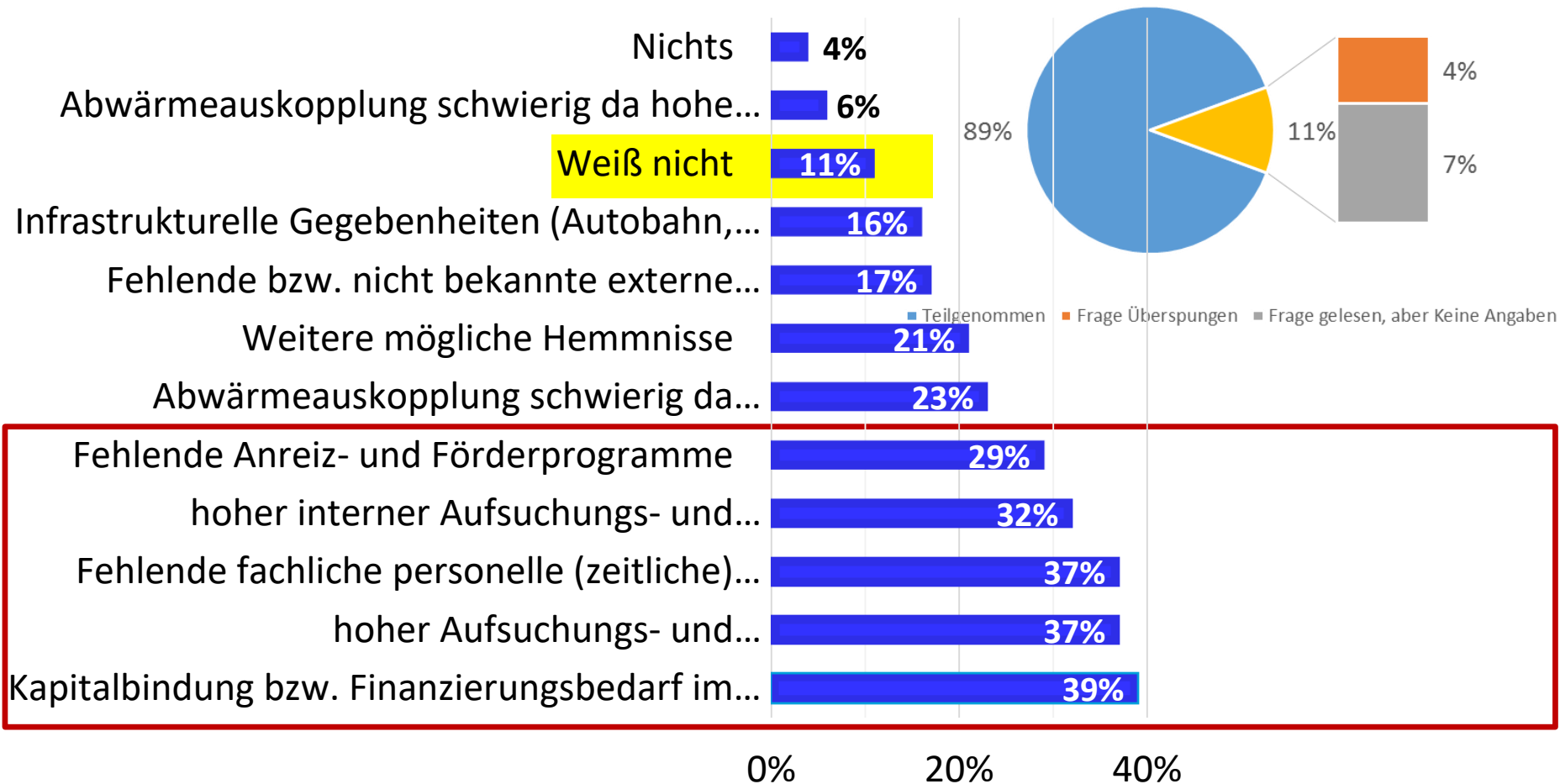
- Win/Win für Unternehmen und das Land NRW -



Hemmnisse für eine Abwärmenutzung und Kooperation

Frage B 3.2

Teilnehmerquote: B32 Hemmnisse

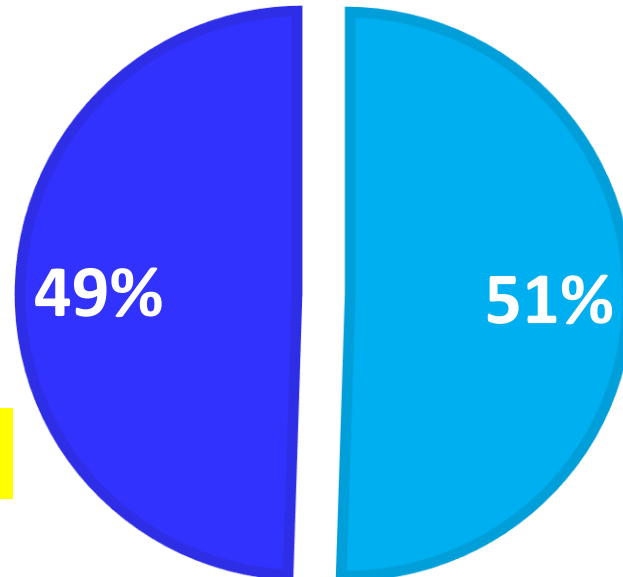


Basis: 467 Teilnehmer

Könnte die „Kapitalbindung...“ bei den Hemmnissen einen geringeren Stellenwert haben, wenn den Unternehmen die aktuellen Investitionsförderprogramme zur Abwärmenutzung besser bekannt wären?

CA. 50 % DER TEILNEHMER, DIE KAPITALBINDUNG ALS „HEMMNIS“ ANGEGBEN HABEN, HABEN AUCH FEHLENDE FÖRDERPROGRAMME ALS HEMMNIS ANGEGBEN.

- Kapitalbindung ausgewählt und fehlende Förderprogramme NICHT ausgewählt
- Kapitalbindung ausgewählt und fehlende Förderprogramme **AUCH** ausgewählt

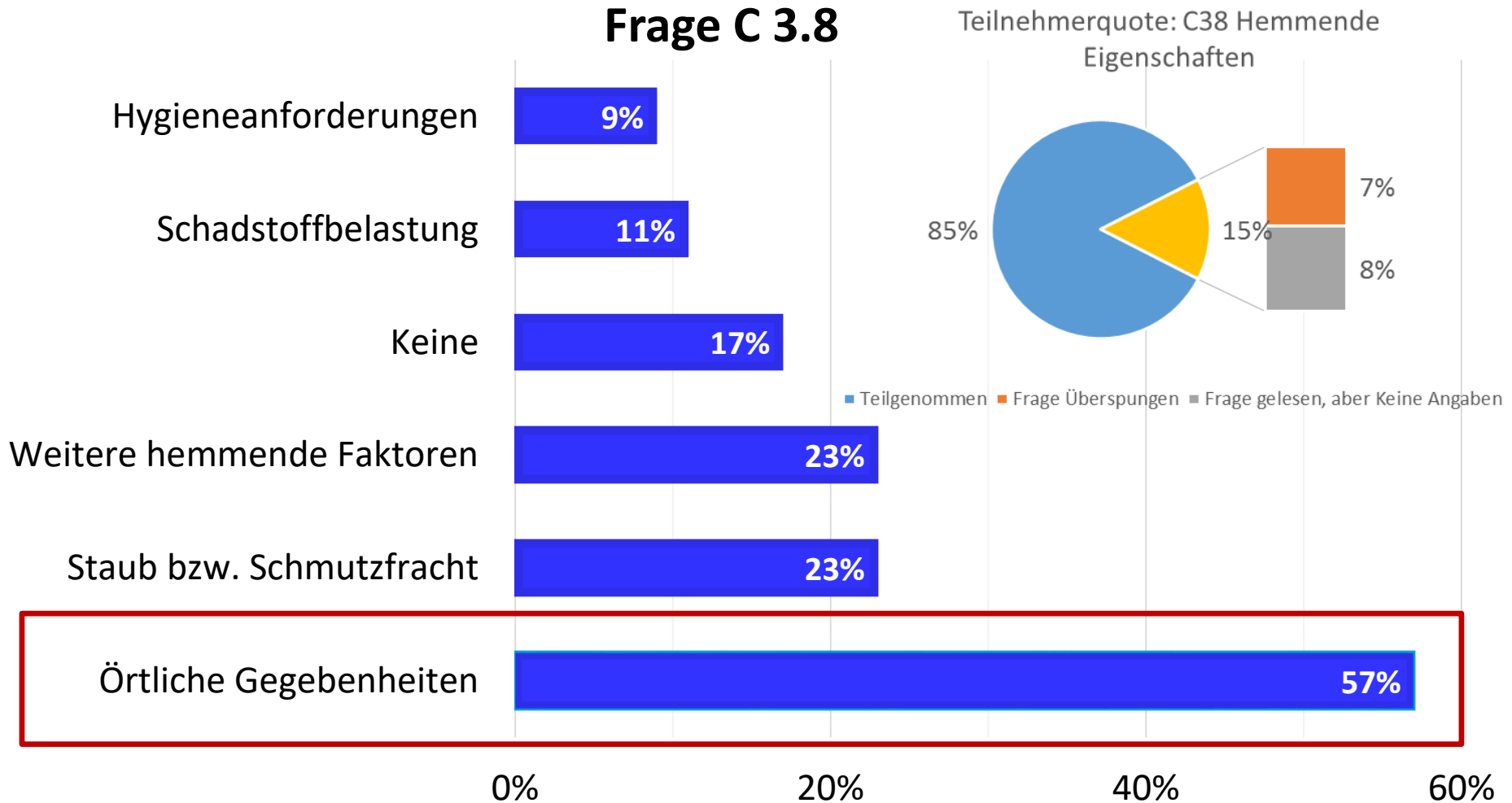


98 mal ausgewählt

100 mal ausgewählt

Eigenschaften von Abwärmeströmen, die einer möglichen Nutzung entgegenstehen könnten

Frage C 3.8

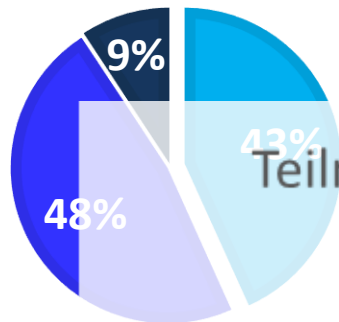


Basis: 447 Teilnehmer

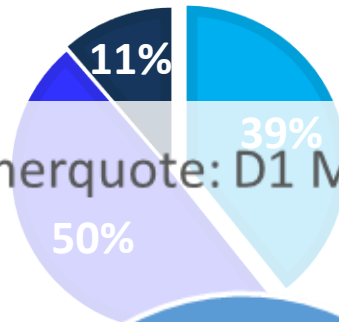
Kenntnisse über die verschiedenen Möglichkeiten zur Förderung der Abwärmenutzung

Frage D 1

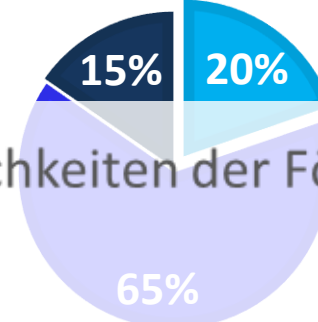
**KFW
ZUSCHUSSPROGRAMM**



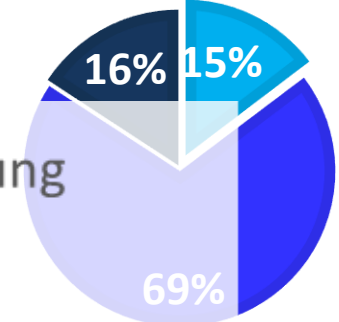
**KFW
DARLEHEN**



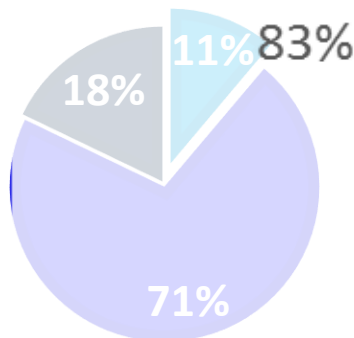
**BUNDES-
ZUSCHÜSSE**



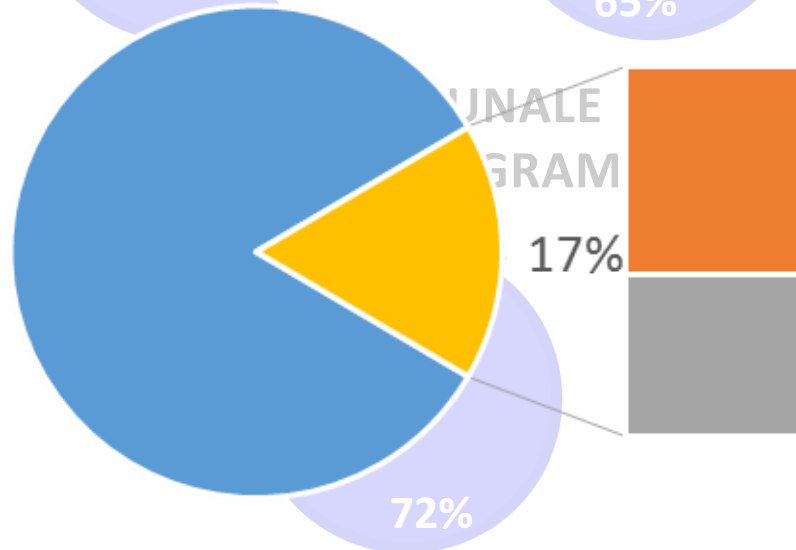
**LANDES-
PROGRAMME**



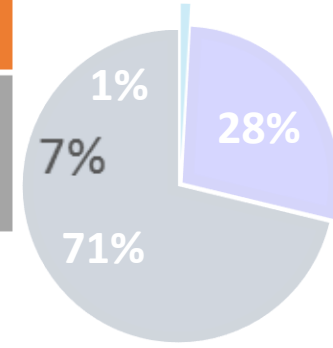
EU-MITTEL



**BUNDE-
GRAMM**



WEITERE



■ Teilgenommen ■ Frage Übersprungen ■ Frage gelesen, aber Keine Angaben
■ ja ■ nein ■ k.A.

Besteht **Beratungsbedarf** zum Thema Abwärmekooperationen?

Frage D 2

Teilnehmerquote: D2 Beratungsbedarf

Branchenworkshops

7%

Impulsberatung

9%

Weitere

10%

Netzwerkaktivitäten

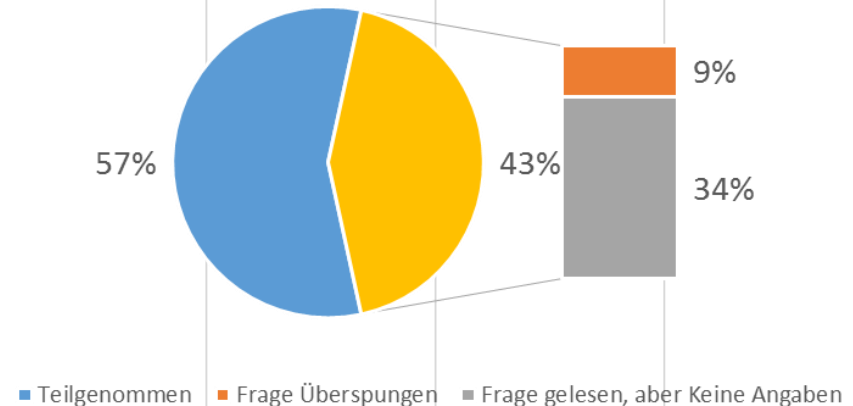
11%

Energieberatungen

14%

Informationen zur Förderung von
Abwärmeprojekten

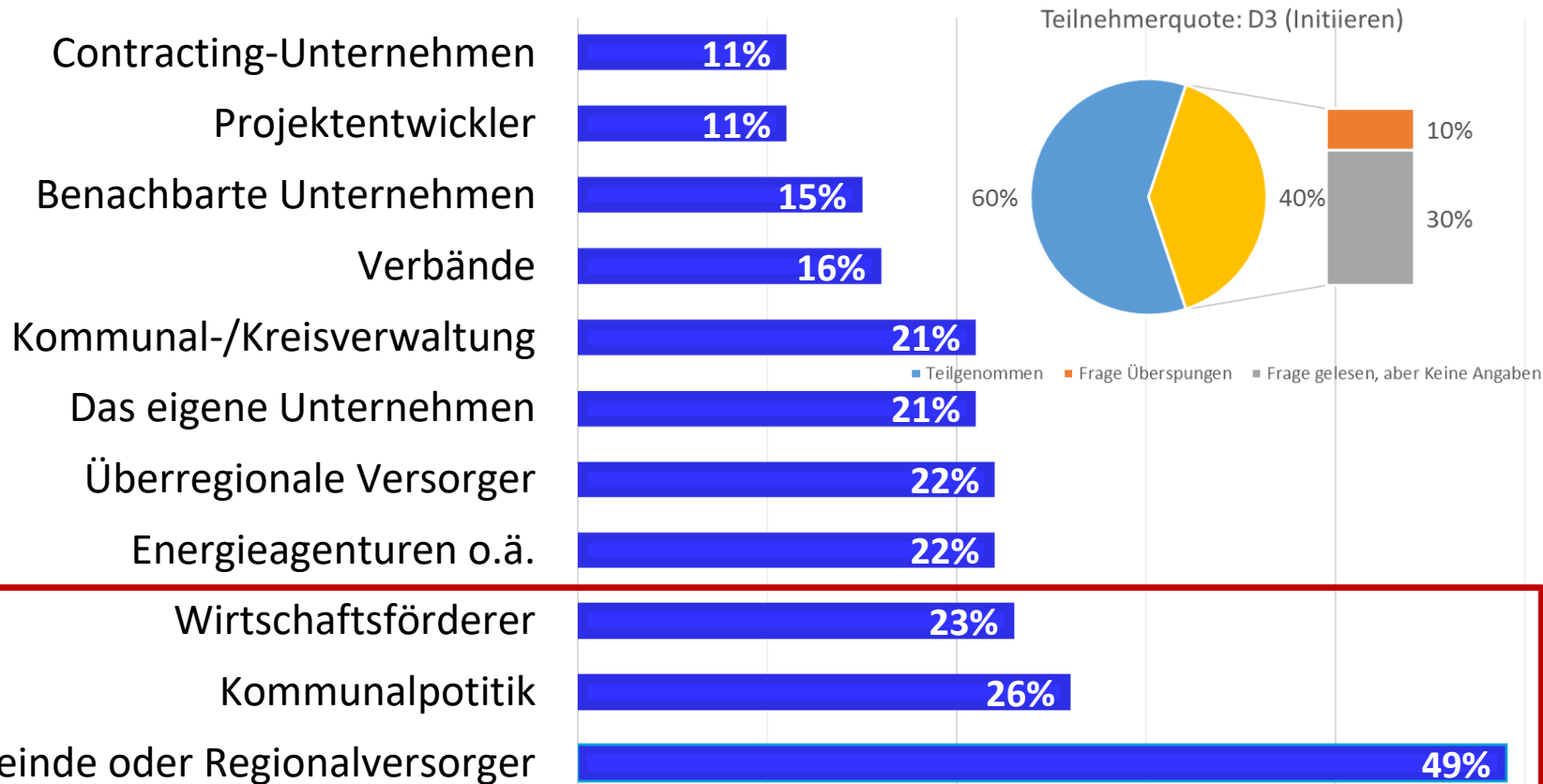
37%



Basis: 299 Teilnehmer

Welche Akteure könnten Wärmekooperationen initiieren?

Frage D 3



Basis: 317 Teilnehmer

0%

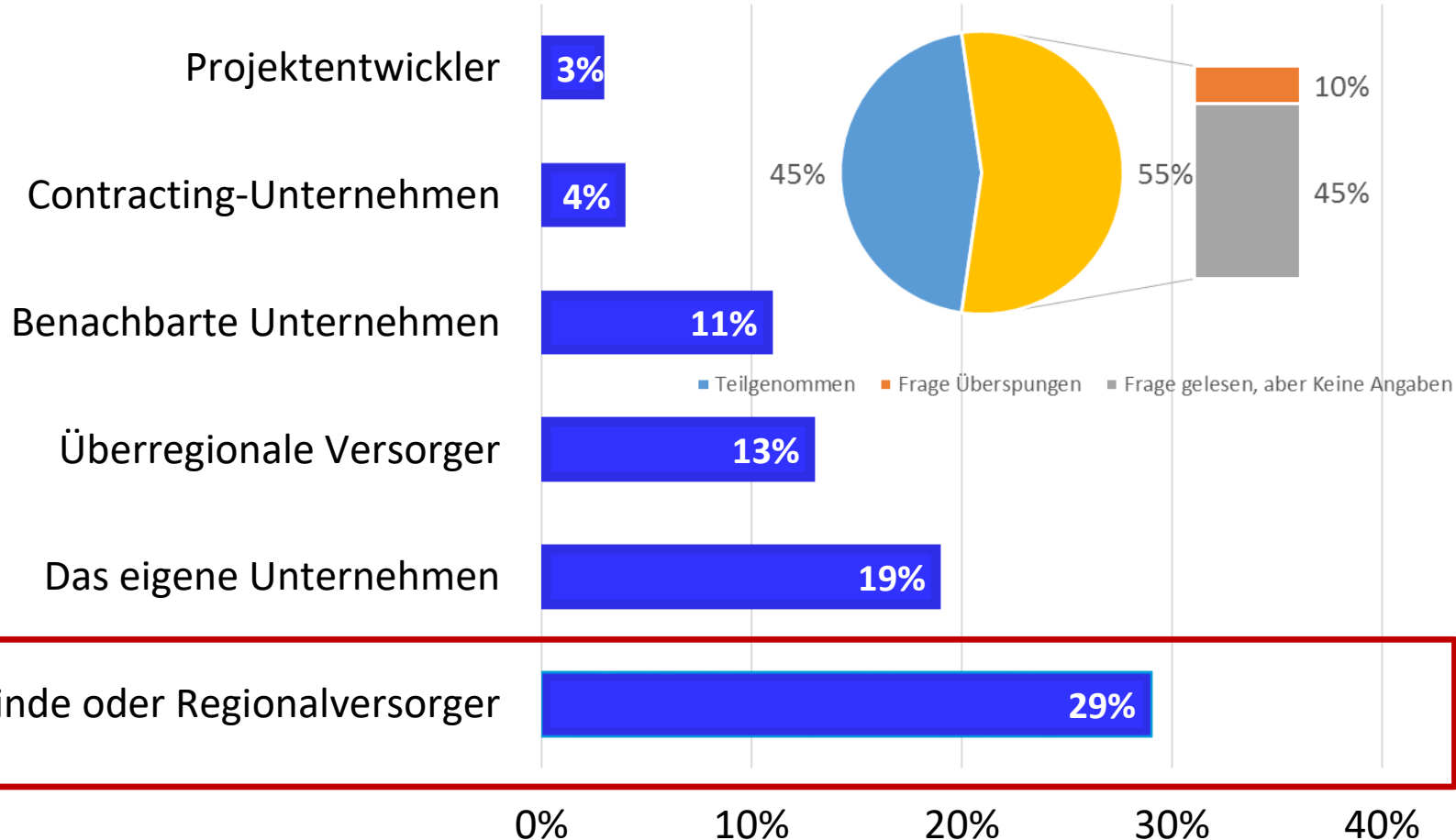
20%

40%

Welche Akteure könnten Wärmekooperationen auf- und ausbauen?

Frage D 3

Teilnehmerquote: D3 (Auf- und Ausbau)



Basis: 239 Teilnehmer

Fazit aus den qualitativen und informativen Ergebnissen der Unternehmensumfrage

1. Nur 11 % der Unternehmen haben kein Interesse an einer Wärmekooperation, 43 % sind unentschlossen
2. Es gibt ein großes Bedürfnis nach Informationen zu Förderprogrammen
3. Ca. 20 % der Teilnehmer, die die Frage der „Synergien & Einspareffekte“ beantwortet haben können der industriellen Abwärmenutzung keine Einspareffekte zuordnen – *Informationslücke „Multi Benefit“ schließen?*
4. Durch Schließen der Informationslücke „Förderprogramme“ kann das Hemmnispotenzial Nr. 1 „Kapitalbindung...“ offensichtlich deutlich reduziert werden
5. Der größte „Hemmniskomplex“ in Sachen Abwärmenutzung und Aufbau von Wärmekooperationen:
 - Die Unternehmen stehen vor einer Aufsuchungs- und Konzeptionierungshürde

- Teilnehmerzahlen der Unternehmensumfrage
- Datenverfügbarkeit und Kenntnisstand in den Unternehmen
- Qualitative und Informative Ergebnisse der PIA-NRW Umfrage
- Feedback-Berichte und Fehlerkorrekturverfahren
- Quantitative Ergebnisse der PIA-NRW Unternehmensumfrage
- Zwischenfazit aus der Unternehmensbefragung

Zentrale Funktionen der Feedbackberichte

Win-win-Situation für alle Beteiligten und höhere Datenqualität durch Interaktion

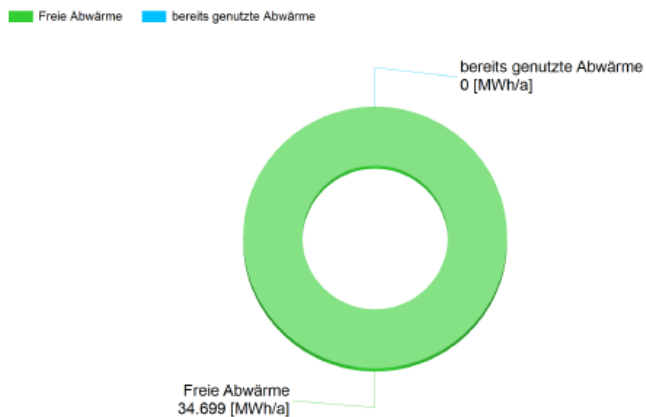
- **Motivation** zur Teilnahme an der PIA-NRW Umfrage
Feedbackbericht = Mehrwertangebot an die Unternehmen
- **Information** der Unternehmen / erster Schritt zu einem Abwärme-Kataster
- **Aktive Einbindung** der Unternehmen in das Fehlerkorrekturverfahren (Korrekturhinweise in den Feedbackberichten)
- **Aufzeigen** von individuellen Abwärmenutzungspotenzialen
- **Hinweise** zur Steigerung der auskoppelbaren Abwärmemengen

Motivation und Information: z.B. unternehmensindividuelle Abwärmepotenziale

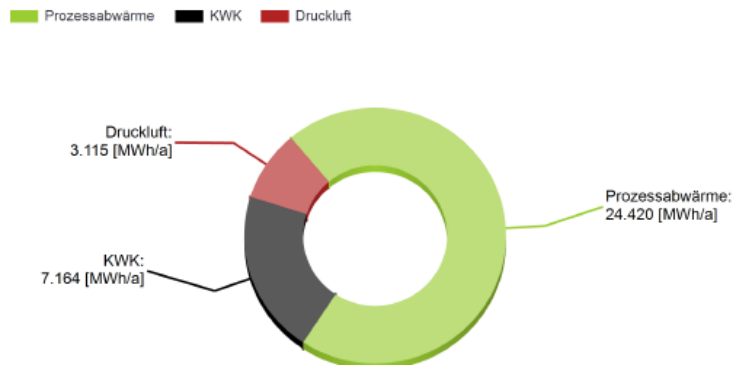
Abwärmepotenziale am Standort:
Aus direkten Angaben oder Berechnungen

EF 1 Abwärmepotenziale am Standort

Übersicht über die gesamte Abwärme am Standort des Teilnehmers
Gesamte Abwärmeenergie: 34.699 [MWh/a]



Freies Abwärmepotenzial nach Abwärmequellentyp (abzüglich der bereits genutzten Abwärme)
Freies Abwärmepotenzial: 34.699 MWh/a

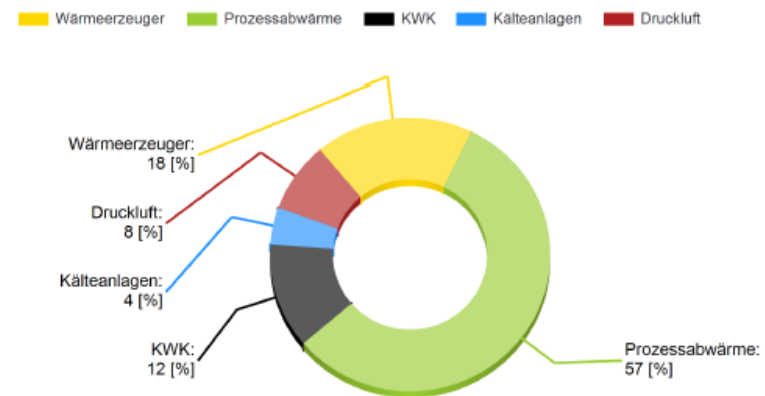


Freies Abwärmepotenzial nach Quellentyp: Darstellung für die Branche und für die gesamten Teilnehmer

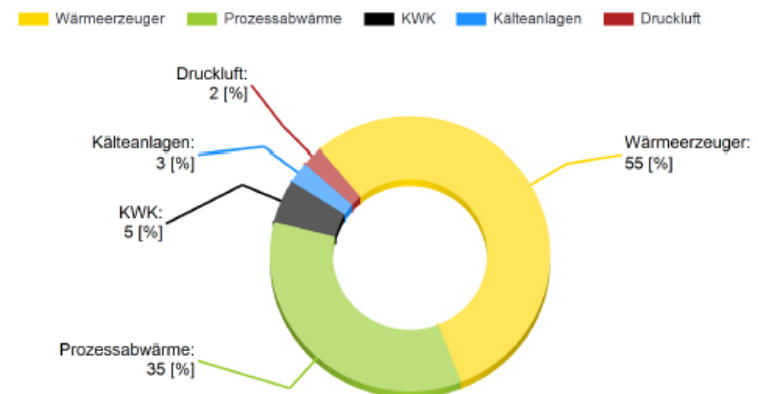
1

EF 3 Prozentuale Aufteilung der Abwärmemengen aus den benannten Quellentypen für die Branche und die gesamten Teilnehmer.

Aufteilung des freien Abwärmepotenzials nach Quellentyp für die Branche



Aufteilung des freien Abwärmepotenzials nach Quellentyp für die gesamten Teilnehmer



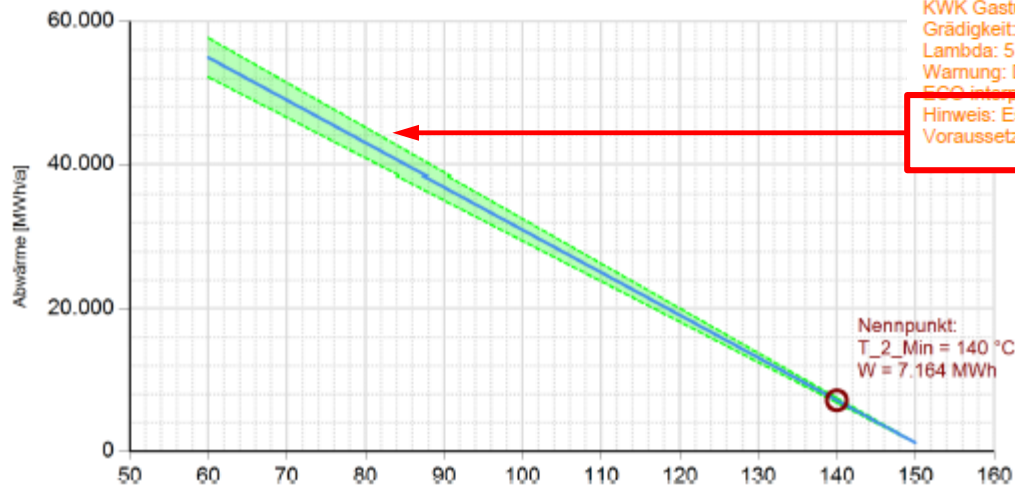
Individuelle Potenzial- und Handlungshinweise im Feedbackbericht für die Unternehmen

Freies Abwärmepotenzial: Kennlinien der Energieanlagen

EF 7 Kennlinie der Energieanlagen

GT (Erdgas L): Kennlinie
(Abwärme in Abhängigkeit der minimal möglichen Abkühltemperatur des Abgases im Kamin)

Toleranzbereich: $\pm 5,0\%$ GT (Erdgas L) - Waerme



Ihre Angaben im Fragebogen

Brennstoff Art: Erdgas L
Menge: 376.777 MWh/a
T2 (ohne WT T2 = T1): 152 °C
T2_min: 140 °C
Abwärme genutzt: 23.572 MWh/a

Von PIA verwendete Berechnungsgrundlage

KWK Gasturbine: Heizwert: 11,1 kWh/kg
Grädigkeit: 15 K
Lambda: 5

Warnung: Die Angabe der bereits genutzten Abwärme wurde als die Wärmeauskopplung am Speisewasser ECO interpretiert.

Hinweis: Es könnte erheblich mehr Abwärme aus dem Rauchgas zurückgewonnen werden, wenn andere Voraussetzungen für eine niedrigere Abgastemperatur im Kamin geschaffen würden.

GT (Erdgas L)

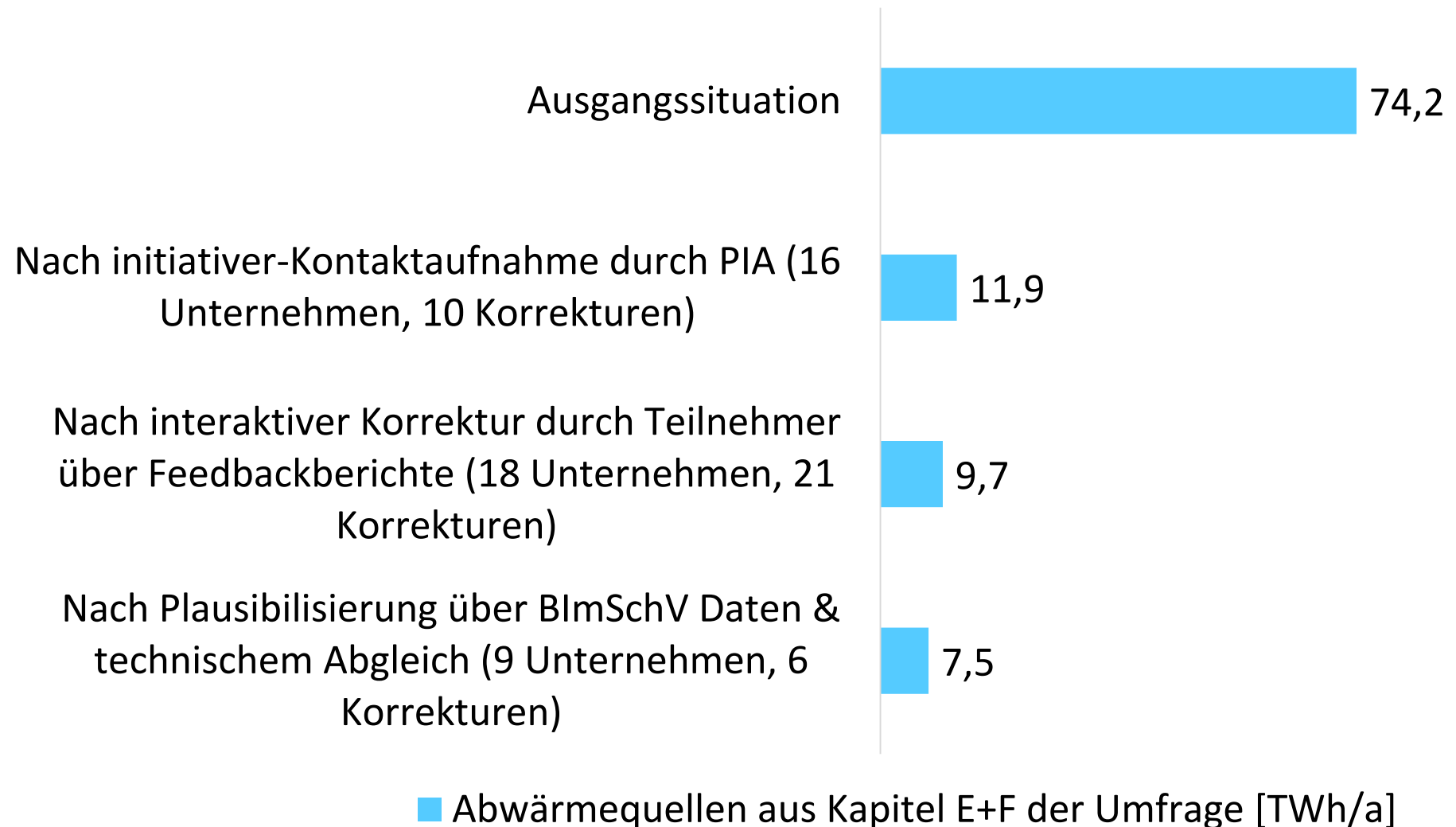
Freies Abwärmepotenzial:
bereits genutztes Potenzial:

7.164 MWh
0 MWh

Hinweis:

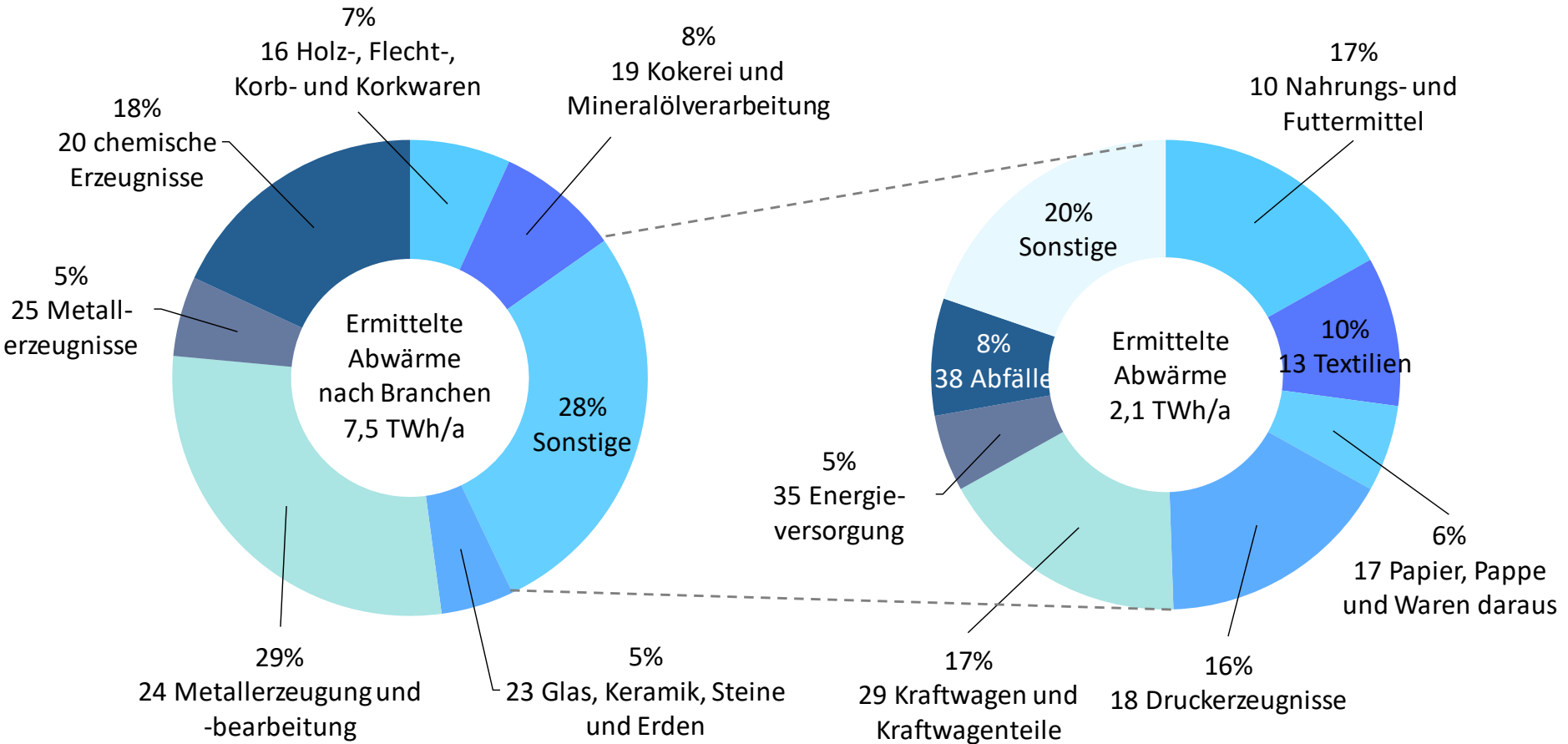
Vielfach kann z.B. durch genaue Nachrechnung des Kamingutachtens die technisch mögliche Abgastemperatur (T2_min) deutlich reduziert werden. Somit könnte, im konkreten Anwendungsfall, idealerweise ohne Veränderung der Kaminhöhe, eine deutlich größere Abwärmemenge ausgekoppelt werden. Diese größere Abwärmemenge könnte wiederum eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit eines Abwärmennutzungsprojektes zur Folge haben.

Korrekturstrategie und erzielte Korrekturergebnisse für die Abwärmequellen aus Kapitel E+F der Umfrage [TWh/a]

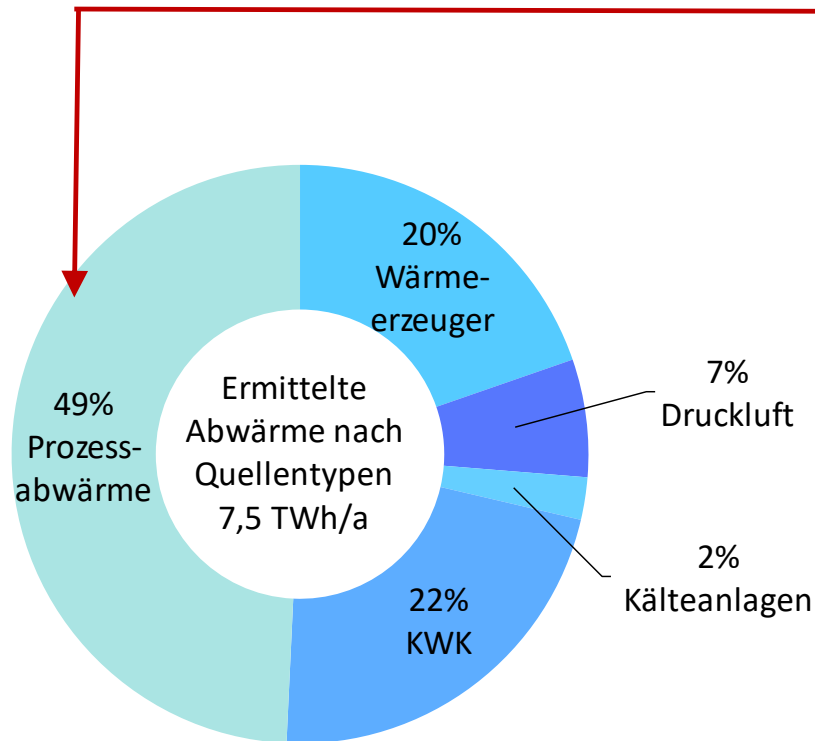


- Teilnehmerzahlen der Unternehmensumfrage
- Datenverfügbarkeit und Kenntnisstand in den Unternehmen
- Qualitative und Informative Ergebnisse der PIA-NRW Umfrage
- Feedback-Berichte und Fehlerkorrekturverfahren
- Quantitative Ergebnisse der PIA-NRW Unternehmensumfrage
- Zwischenfazit aus der Unternehmensbefragung

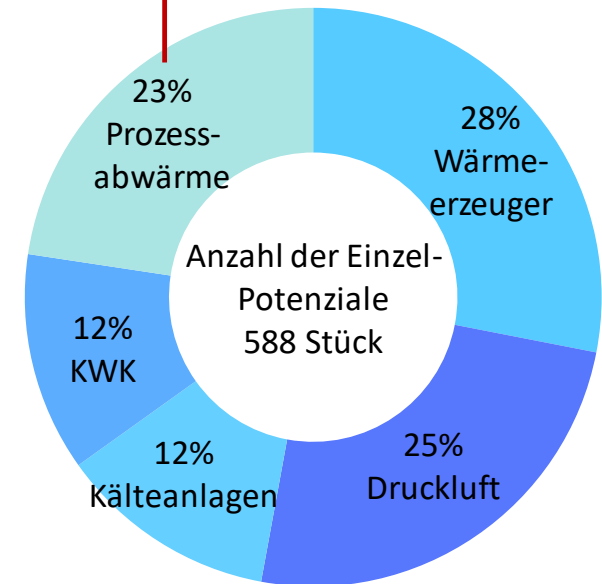
Abwärmepotenziale nach Branchen



Aufteilung der Potenziale aus den Kapiteln E+F nach Abwärmequellen-Typen (Abwärmemenge und Quellenanzahl)



a) Aufteilung der Abwärmemenge nach Quellentyp und Erfassungsart



b) Häufigkeit der Angaben nach Quellentyp und Erfassungsart

Temperaturniveaus der Abwärmequellen in den befragten Unternehmen (Angaben aus den Kapiteln E + F von 242 Unternehmen)

Feststellung 1:

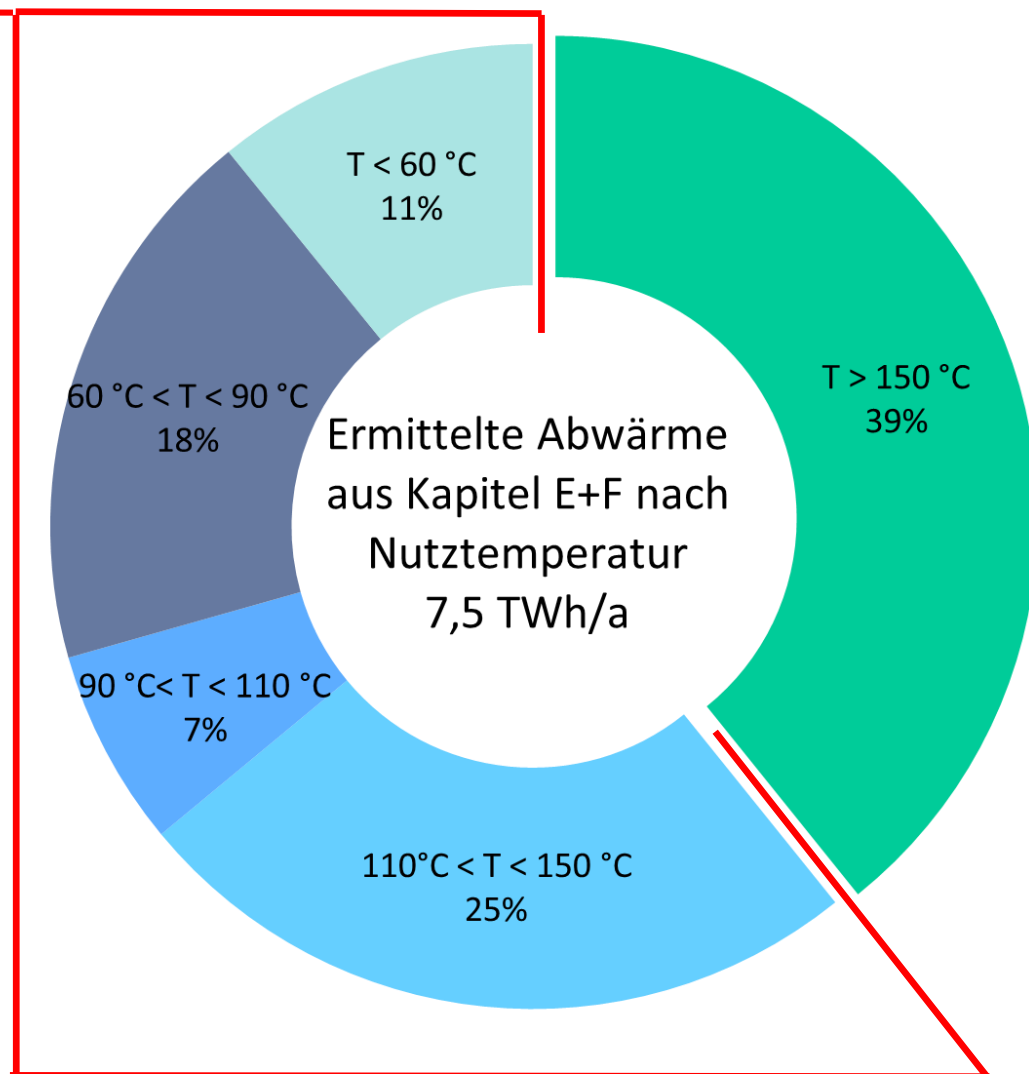
Min. 60 % - 70 % der über PIA konkret in den Unternehmen identifizierten **Abwärmequellen können** aufgrund des „niedrigen“ Temperaturniveaus **nicht über ein Dampfnetz erschlossen werden!**

Feststellung 2:

In der Regel existieren in den Abwärme relevanten Industriebranchen nur Dampfnetze, keine Heisswassernetze.

Schlußfolgerung – „Hürde“:

Für die Erschließung der Abwärmequellen und Anbindung der internen und externen Abwärmesenken müssen in den Unternehmen in der Regel neue Heisswasserinfrastrukturen geplant und installiert werden.



48

- Teilnehmerzahlen der Unternehmensumfrage
- Datenverfügbarkeit und Kenntnisstand in den Unternehmen
- Qualitative und Informative Ergebnisse der PIA-NRW Umfrage
- Feedback-Berichte und Fehlerkorrekturverfahren
- Quantitative Ergebnisse der PIA-NRW Unternehmensumfrage
- Zwischenfazit aus der Unternehmensbefragung

Zwischenfazit aus der Unternehmensbefragung

- Unternehmen sollten motiviert/ unterstützt werden die Abwärme-Transparenz insbesondere in den Produktionsprozessen zu erhöhen
- Unterstützung und Motivation der Unternehmen Abwärmepotenziale aufzusuchen, zu bewerten und Nutzungskonzepte zu erstellen
- Berücksichtigung der infrastrukturellen Ausgangssituationen- und der damit verbundenen Herausforderungen für die Unternehmen in der Gesamtabwärmestrategie NRW

Datennutzungsvereinbarung, Veröffentlichung im Energieatlas



Potenzialstudie Industrielle Abwärme

Datennutzungsvereinbarung, Veröffentlichung im Energieatlas

Nils Dering

Fachbereich 37: Klimaschutz, Klimawandel Koordinierungsstelle

Variante 1: Datennutzungsvereinbarung

Datennutzungsvereinbarung

Vereinbarung über die Veröffentlichung von Daten aus der Potenzialstudie Industrielle Abwärme NRW im Energieatlas.NRW

zwischen dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, vertreten durch den Fachbereich 37 (Klimaschutz, Klimawandel Koordinierungsstelle) und dem folgenden Unternehmen (**bitte eintragen**):

Unternehmensname: _____

Adresse der Anlage*: _____

PLZ/Ort*: _____

*(bei mehreren Anlagen bitte alle Standorte auflühren)

Datennutzungsvereinbarung

Veröffentlichung im Wärmekataster

Die nachfolgend aufgeführten bereits frei verfügbaren (z.B. im Emissionskataster Luft) Informationen sollen künftig auch im Wärmekataster NRW dargestellt werden:

- Anlagenstandort (Symbol in der Karte, Geokoordinaten)
- Name des Unternehmens
- Adresse des Anlagenstandorts
- Anlagenart
- Anlagenanzahl
- Branchenzugehörigkeit des Unternehmens

Diese werden ergänzt um die Ergebnisse aus der Potenzialstudie hinsichtlich eines klassierten Abwärmepotenzials (gering, mittel, hoch).

- ☐ Ich bin damit einverstanden, dass die oben genannten Informationen zu meinem Unternehmen im Energieatlas.NRW veröffentlicht werden (**bitte ankreuzen**).

Datennutzungsvereinbarung

Freigabe planungsrelevanter Zusatzinformationen

Um mögliche Wärmepartnerschaften anzuregen, ist die Darstellung weiterer Daten im Wärmekataster notwendig (bitte ankreuzen).

- ☐ Ich bin damit einverstanden, dass alle in der folgenden Tabelle genannten Informationen im Energieatlas.NRW veröffentlicht werden.
- ☐ Ich bin damit einverstanden, dass alle in der folgenden Tabelle genannten Informationen auf Anfrage beim LANUV weitergegeben werden. Einer Veröffentlichung im Energieatlas.NRW stimme ich nicht zu.
 - ☐ Nur nach Rücksprache mit der unten angegebenen Kontaktperson oder deren Vertretung
- ☐ Die Daten dürfen ausschließlich intern verwendet und nicht weitergegeben werden.

Nr.	Parameter	Vorteil
1	Abwärmemenge: klassiert <i>von „sehr gering“ bis „sehr hoch“ [MWh]</i>	Über die Parameter kann abgeschätzt werden, ob Wärmequellen und Wärmesenken zusammenpassen
2	Leistung: klassiert <i>von „sehr gering“ bis „sehr hoch“ [kW]</i>	
3	Temperatur: Klassiert <i>Von „sehr gering“ bis „sehr hoch“ [°C]</i>	
4	Betriebsstunden: Klassiert	Über die Betriebsstunden kann die grundsätzliche Verfügbarkeit der Abwärmequelle abgeschätzt werden
5	Volllaststunden: Klassiert	Über die Volllaststunden kann die Verfügbarkeit der angegebenen Leistung abgeschätzt werden
6	Medium <i>– Abluft – Abgas – Wasser – Abwasser</i>	Über das Wärmeträgermedium kann die benötigte technische Lösung abgeschätzt werden

Datennutzungsvereinbarung

Angabe einer Kontaktperson

Wenn Sie eine Ansprechperson im Wärmekataster hinterlegen, erleichtert dies externen Interessenten mit Ihrem Unternehmen in Kontakt zu treten. Gern können Sie auch eine Funktions-E-Mail-Adresse angeben (**bitte ankreuzen**):

- ☐ Ich möchte gern die folgenden Kontaktdaten für Abwärme im Energieatlas.NRW veröffentlichen
- ☐ Ich möchte keine Kontaktdaten im Energieatlas.NRW veröffentlichen, sondern diese nur zu Rückfragen des LANUV zur Freigabe planungsrelevanter Zusatzinformationen bereitstellen
 - ☐ E-Mail: _____
 - ☐ Telefonnummer: _____

(Ort, Datum)

(Unterschrift)

Möglichkeiten zum Widerruf der Datennutzung

Das Unternehmen hat das Recht, auch nach Unterzeichnung der vorliegenden Erklärung jederzeit die Zustimmung zur Nutzung dieser Daten für die Zukunft zu widerrufen. Dazu wenden Sie sich bitte formlos per Briefpost oder E-Mail an

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
Fachbereich 37
Wallneyer Str. 6
45133 Essen
E-Mail: Fachbereich37@lanuv.nrw.de

Datennutzungsvereinbarung

Veröffentlichung im Wärmekataster

Die nachfolgend aufgeführten bereits frei verfügbaren (z.B. im Emissionskataster Luft) Informationen sollen künftig auch im Wärmekataster NRW dargestellt werden:

- Anlagenstandort (Symbol in der Karte, Geokoordinaten)
- Name des Unternehmens
- Adresse des Anlagenstandorts
- Anlagenart
- Anlagenanzahl
- Branchenzugehörigkeit des Unternehmens

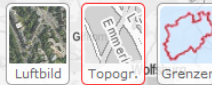
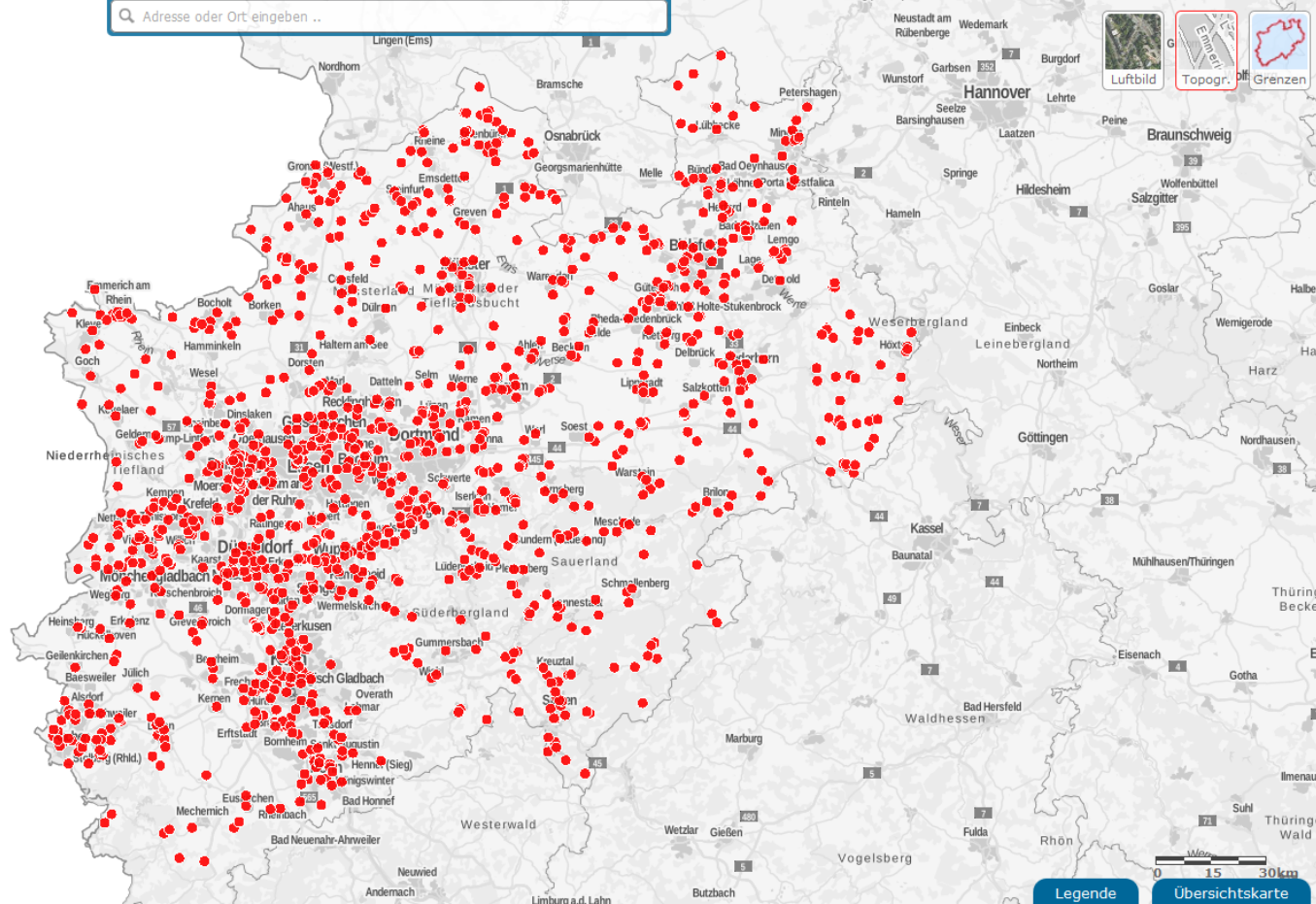
Diese werden ergänzt um die Ergebnisse aus der Potenzialstudie hinsichtlich eines klassierten Abwärmepotenzials (gering, mittel, hoch).

- ☐ Ich bin damit einverstanden, dass die oben genannten Informationen zu meinem Unternehmen im Energieatlas.NRW veröffentlicht werden (**bitte ankreuzen**).

Variante 2: allgemeine Darstellung



Adresse oder Ort eingeben ..



Menü: Emissionskataster Luft (auf-/zuklappen)

Emittentengruppe: **Industrie** [Info](#)

Erhebungsjahr: **2012** [Info](#)

Schadstoff: **Kohlendioxid (CO2)** [Info](#)

Raumbezug: **Arbeitsstätten/Anlagen (Punkte)** [Info](#)

Arbeitsstätten/Anlagen: **Arbeitsstätten nach Name** [Info](#)

Gebietsauswahl für Tabellenausgabe [Info](#)

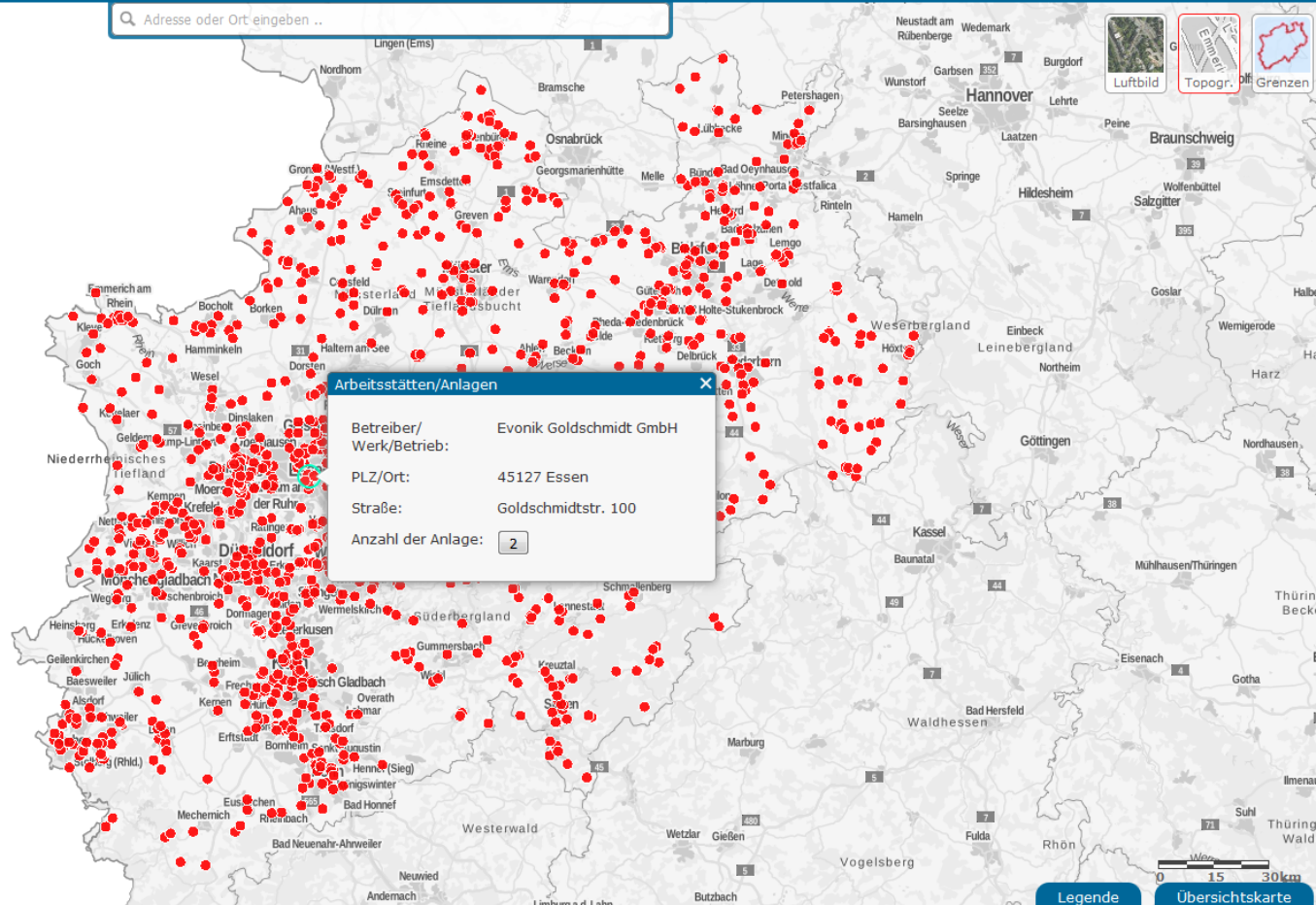
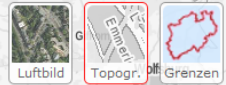
Regierungsbezirke/Kreise/Kommunen: **NRW**

[Tabellenausgabe starten](#) [Info](#)





Adresse oder Ort eingeben ..



Menü: Emissionskataster Luft (auf-/zuklappen)

Emittentengruppe: [Info](#)
 Erhebungsjahr: [Info](#)
 Schadstoff: [Info](#)
 Raumbezug: [Info](#)
 Arbeitsstätten/Anlagen: [Info](#)

 Gebietsauswahl für Tabellenausgabe: [Info](#)
 Regierungsbezirke/Kreise/Kommunen:
 [Info](#)



Haus Rippstrost
 Borbeck
 Dellwig
 Gerschede
 Bedingrade
 Altenessen
 Bochold
 Frohnhausen
 Holsterhausen
 Bergerhausen
 Essen
 Kray
 Steele
 Freisenbruch
 Eiberg
 Horst
 Kollmann

Nutzungsbedingungen Impressum/Kontakt

Menü: Emissionskataster Luft (auf-/zuklappen)

Emittentengruppe: **Industrie** Info
 Erhebungsjahr: **2012** Info
 Schadstoff: **Kohlendioxid (CO2)** Info
 Raumbezug: **Arbeitsstätten/Anlagen (Punkte)** Info
 Arbeitsstätten/Anlagen: **Arbeitsstätten nach Name** Info
 Gebietsauswahl für Tabellenausgabe: Info
 Regierungsbezirke/Kreise/Kommunen: **NRW**
 Tabellenausgabe starten Info

Arbeitsstätten/Anlagen

Betreiber/
Werk/Betrieb: Evonik Goldschmidt GmbH
 PLZ/Ort: 45127 Essen
 Straße: Goldschmidtstr. 100
 Anzahl der Anlage: **2**

Legende Übersichtskarte

63



Haus Rippstrost
 Borbeck
 Dellwig
 Gerschede
 Frintrop
 Bedingrade
 Hollmann
 Oper. Straße

Menü: Emissionskataster Luft (auf-/zuklappen)

Emittentengruppe: **Industrie**
 Erhebungsjahr: **2012**
 Schadstoff: **Kohlendioxid (CO2)**
 Raumbezug: **Arbeitsstätten/Anlagen (Punkte)**
 Arbeitsstätten/Anlagen: **Arbeitsstätten nach Name**
 Gebietsauswahl für Tabellenausgabe: **Info**
 Regierungsbezirke/Kreise/Kommunen: **NRW**
 Tabellenausgabe starten

Evonik Goldschmidt GmbH; Goldschmidtstr. 100; 45127 Essen

Anlage: 0013 Anlage: 0050

Betreiber/Werk/Betrieb: Evonik Goldschmidt GmbH
 PLZ/Ort: 45127 Essen
 Straße: Goldschmidtstr. 100
 Anlage: Feuerungsanlagen HEL, Pflanzenöle, Methanol, Ethanol, Erdgas 20 -< 50 MW

Mengenangaben in kg/a, Dioxine/Furane als I-TE in mg/a

Anlage/AN Bezeichnung	Anlagen Nr.	AN Nr.	4. BImSchV Nr.	PRTR Nr.	13. BImSchV	PRTR Be
Kein Filter angewendet						
Feuerungsanlagen HEL, Pflanzenöle, Methanol, Ethanol, Erdgas 20 -< 50 MW	0050	-	0102C2	999	N	N

1 - 1 von 1 Eintrag 25 | 50 | 100 | Alle

☐ [Nutzungsbedingungen](#) akzeptieren

Essen-Frohnhausen
 Holsterhausen
 Bergerhausen
 Essen Süd
 Westfalenstraße
 Steele
 Freisenbruch
 Eiberg
 Horst
 Köllmann

0 0,5 2 km



Online-Emissionskataster Luft NRW

Adresse oder Ort eingeben ..

Nutzungsbedingungen Impressum/Kontakt

Luftbild Topogr. Grenzen

Evonik Goldschmidt GmbH; Goldschmidtstr. 100; 45127 Essen

Anlage: 0013 Anlage: 0050

Betreiber/Werk/Betrieb: Evonik Goldschmidt GmbH

PLZ/Ort: 45127 Essen

Straße: Goldschmidtstr. 100

Anlage: Feuerungsanlagen HEL, Pflanzenöle, Methanol, Ethanol, Erdgas 20 - < 50 MW

Mengenangaben in kg/a, Dioxine/Furane als I-TE in mg/a

Betreibername	Plz	Betriebsort	Strasse / Haus Nr.	Gemeinde Nr.	Ostwert	Nordwert
Kein Filter angewendet						
Evonik Goldschmidt GmbH	45127	Essen	Goldschmidtstr. 100	05113000	362404	5703135

1 - 1 von 1 Eintrag 25 | 50 | 100 | Alle

☐ Nutzungsbedingungen akzeptieren

Export nach CSV

Menü: Emissionskataster Luft (auf-/zuklappen)

Emittentengruppe: Industrie Info

Erhebungsjahr: 2012 Info

Schadstoff: Kohlendioxid (CO2) Info

Raumbezug: Arbeitsstätten/Anlagen (Punkte)

Arbeitsstätten/Anlagen: Arbeitsstätten nach Name

Gebietsauswahl für Tabellenausgabe Info

Regierungsbezirke/Kreise/Kommunen: NRW

Tabellenausgabe starten Info

Legende Übersichtskarte

Allgemeine Darstellung

Betrifft Anlagen aus dem E-PRTR, Emissionskataster Luft:

Darstellungstiefe:

- Standort
 - Name des Unternehmen
 - Adresse
 - Anlagenart, Anlagenanzahl
 - Branche (NACE-Code)
-
- + abgeleitetes Abwärmepotenzial aus Emissionserklärungen (Dokumentation der Daten-Herleitung in Fachdateninformationen)
 - + Möglichkeit für Unternehmen, ein Widerrufsformular an FB37 zu senden



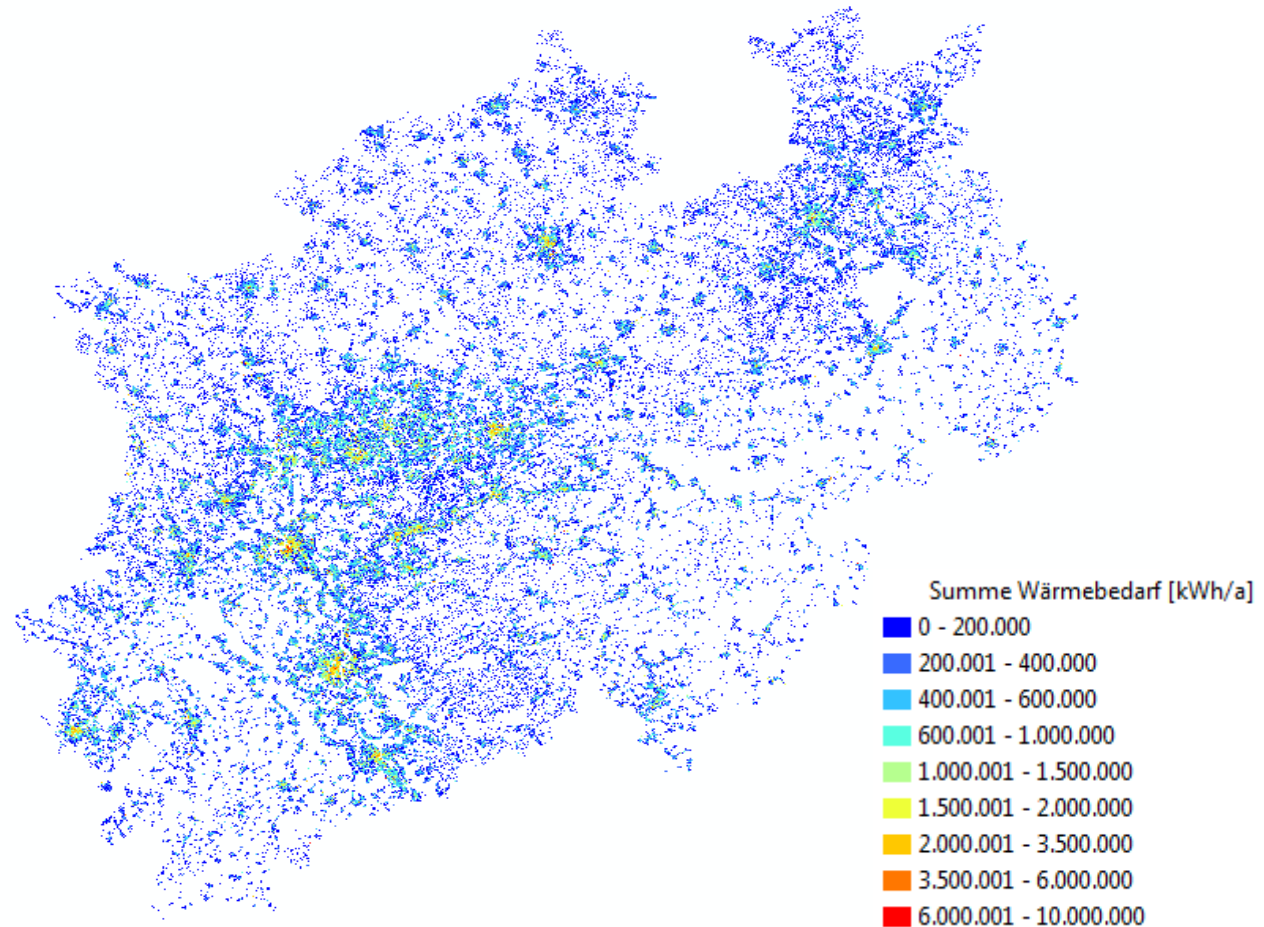
Ergebnisse der Studie Teil 2:

Ermittlung potenzieller Wärmesenken

Ermittlung potenzieller Wärmesenken

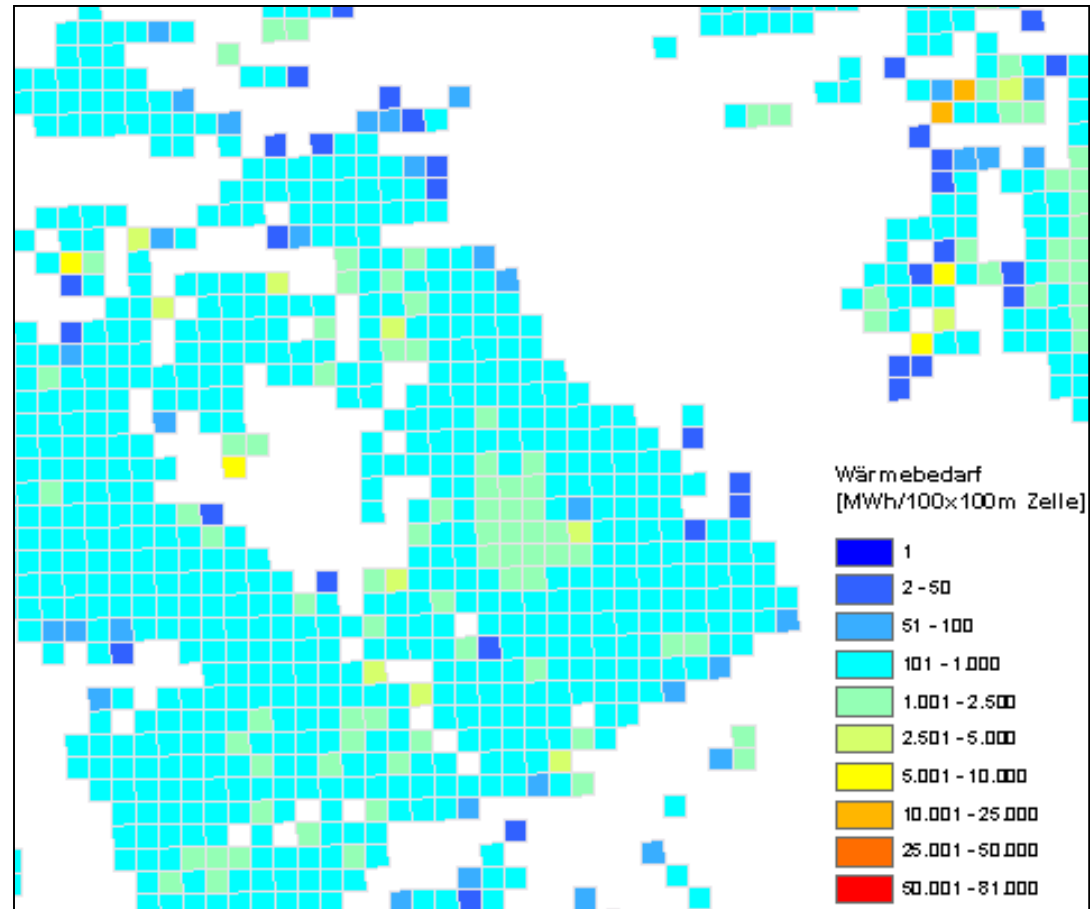
Datengrundlage

- Wärmebedarf (Heizung/ Warmwasser) für Wohn- und Nichtwohngebäude im 100x100m Raster



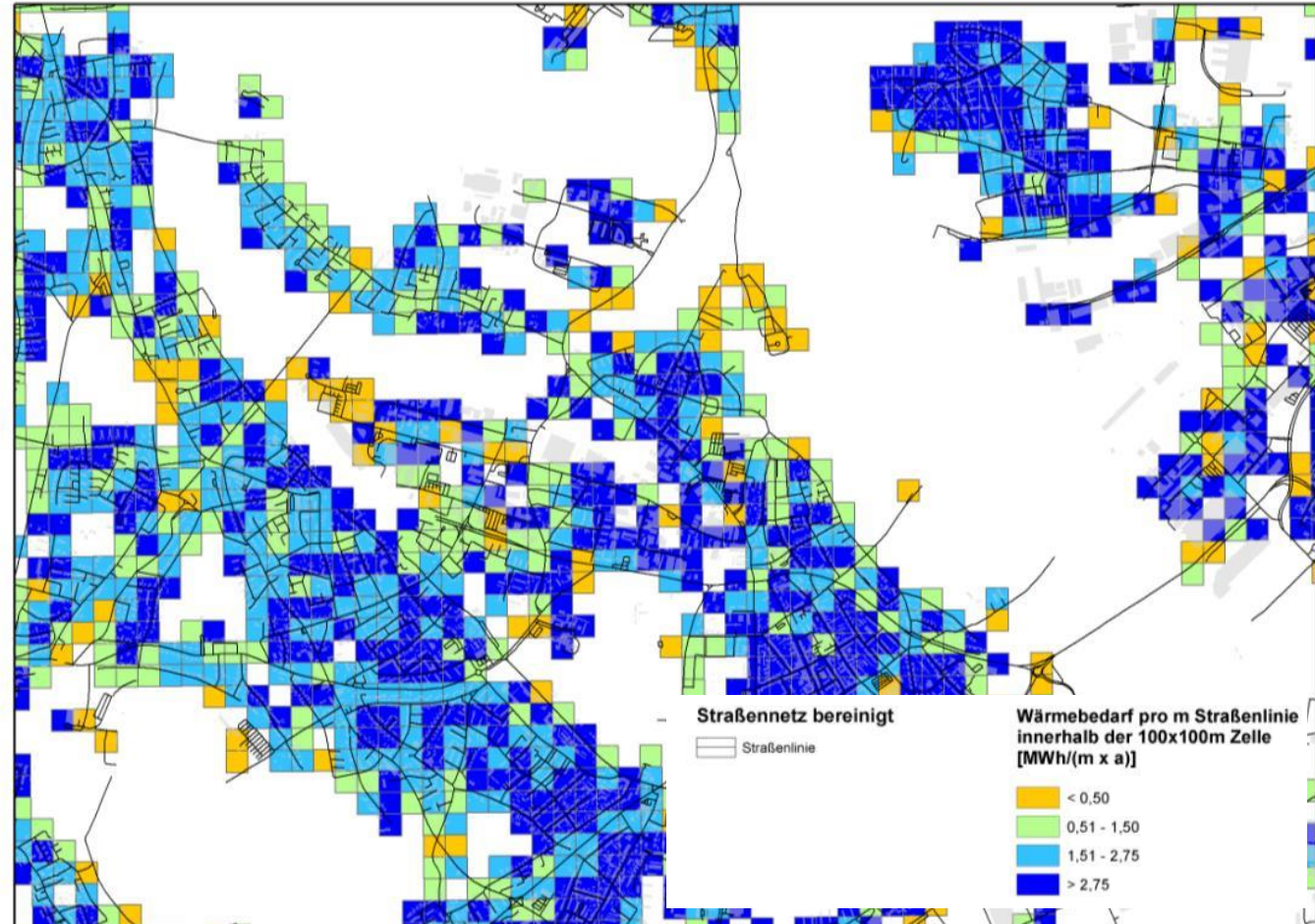
Ermittlung potenzieller Wärmesenken

- Wärmesenkeninformation pro 100x100m Zelle



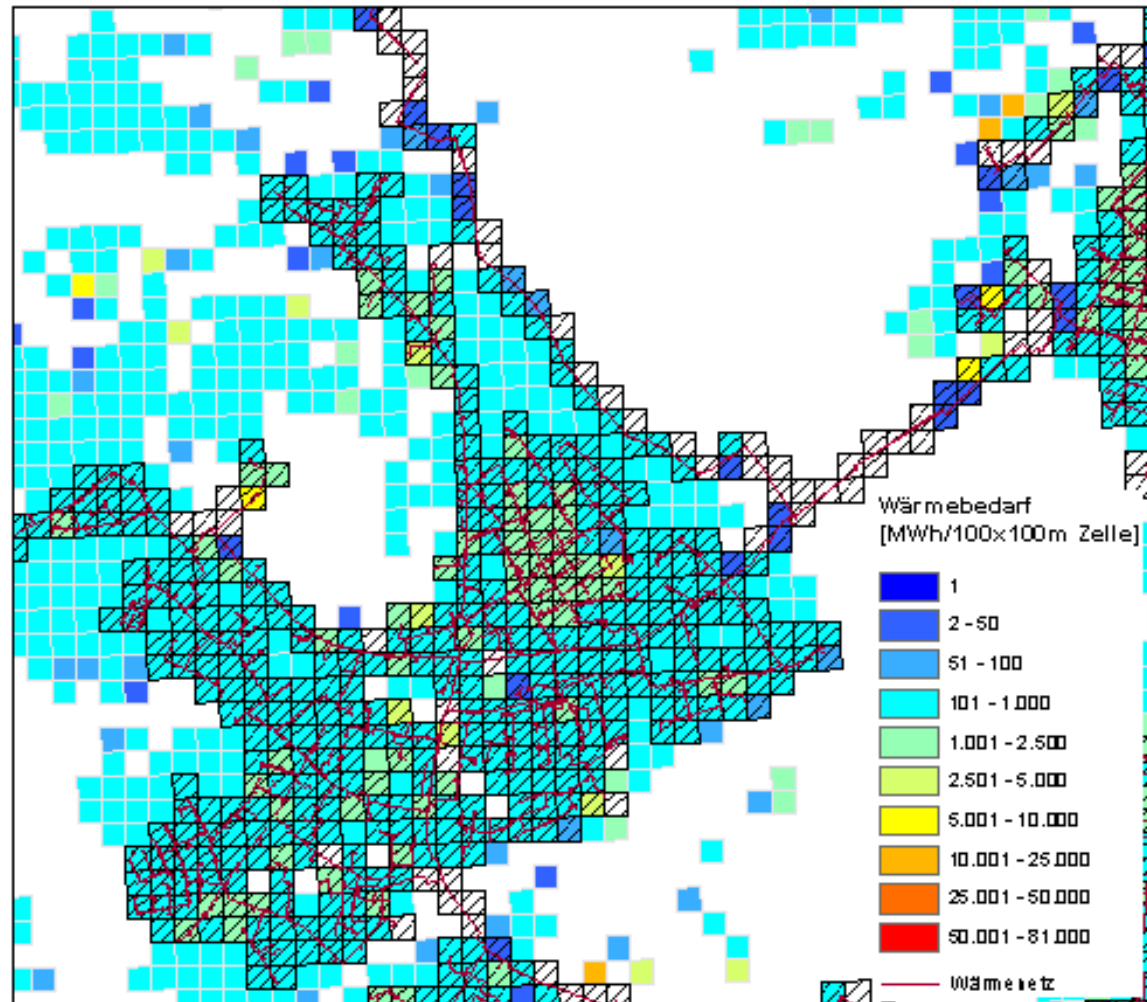
Ermittlung potenzieller Wärmesenken

- Verschneidung Gitterzellen Wärmesenke mit Straßennetz
- Berechnung Wärmebedarf pro m Straßenlänge



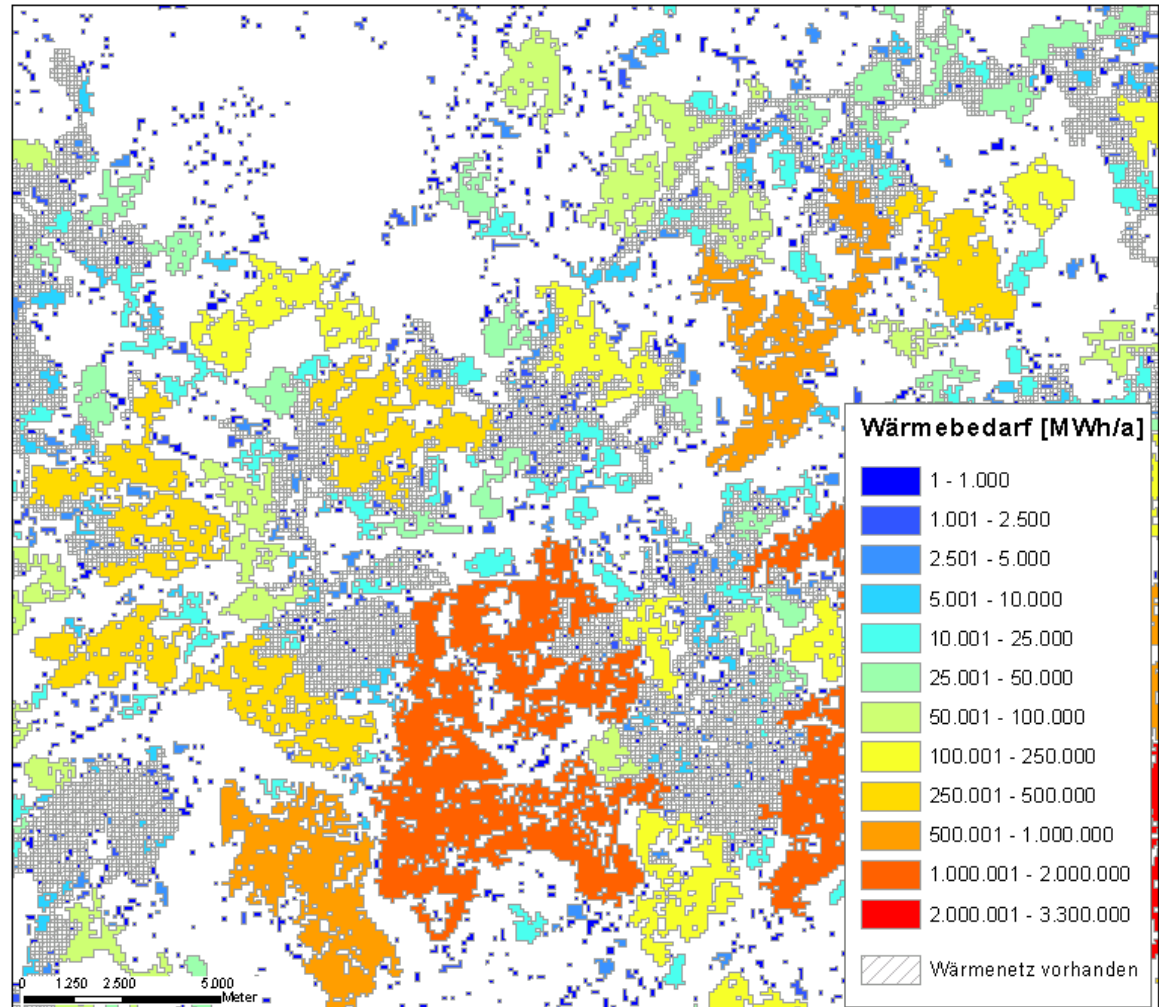
Ermittlung potenzieller Wärmesenken

- Verschneidung Gitterzellen Wärmesenke mit bestehendem Wärmenetz



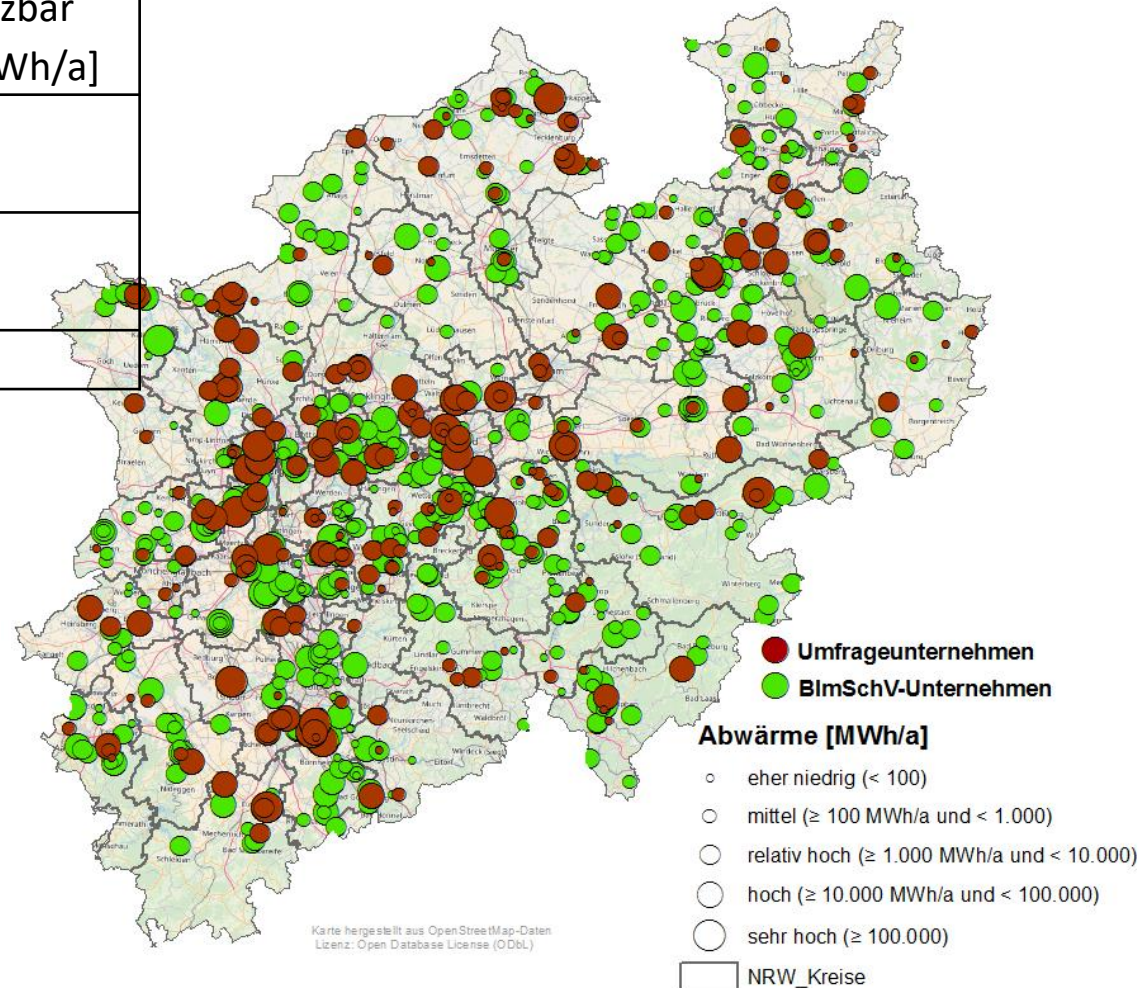
Ermittlung potenzieller Wärmesenken

- Aggregieren zu Wärmesenkengebieten



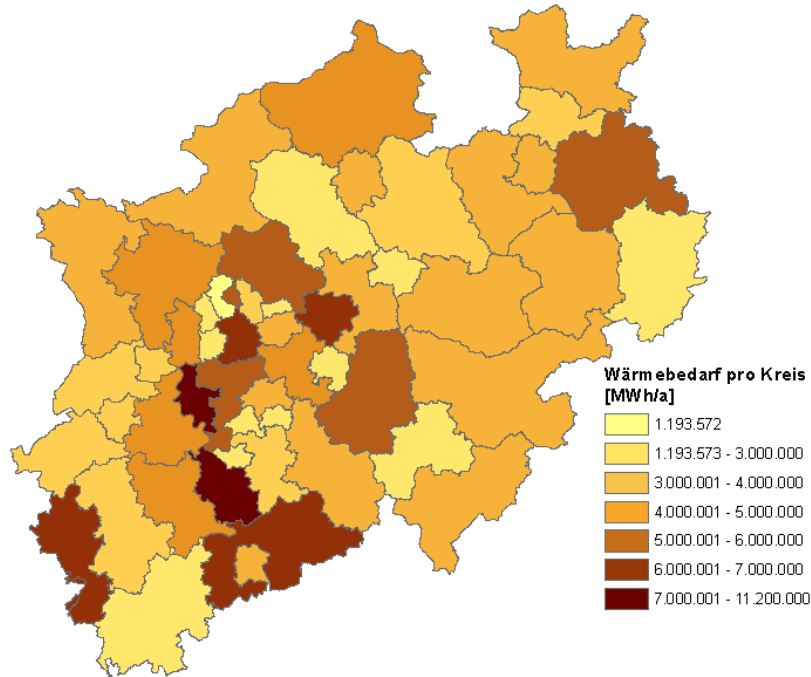
Darstellung der technischen Abwärmepotenziale

	Anzahl	Abwärmepotenzial technisch nutzbar (ungefiltert) [TWh/a]
Umfrage- unternehmen	250	7,7
BlmSchV- Unternehmen	593	5,6
Gesamt	843	13,3

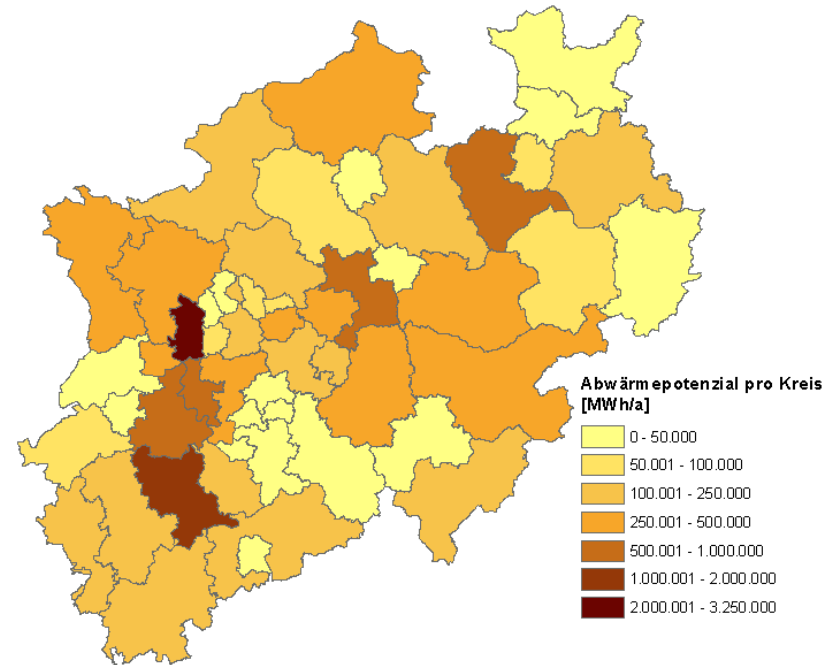


Darstellung der Abwärmepotenziale je Landkreis

Wärmebedarf pro Landkreis



Abwärmepotenzial pro Landkreis



- Höchster Wärmebedarf in Köln und Düsseldorf
- Höchstes Abwärmepotenzial in Duisburg und Rhein-Erft-Kreis

Ergebnisse der Studie Teil 2:

Hot Spot-Auswertung

Kriterien

Unternehmensdaten

- Abwärmemenge aus Energieanlagen (Kessel, KWK, Kälte, Druckluft) / Produktion
- zeitl. Verfügbarkeit
- Medium
- vorhandene interne Abwärmenutzung
- Temperaturniveau
- Bereitschaft des Unternehmens Abwärme einzuspeisen
- Branche
- Unternehmensgröße
- Konzern / Eigentümer geführt

Status der Abwärmequellen und -senken / Wärmenetze

- mehrere oder einzelne industrielle Abwärmequellen
- Industrieunternehmen als Wärmesenke
- bestehendes Wärmenetz
- Entwicklung eines potentiellen neuen Wärmenetzes
- Weiterentwicklung bestehender Abwärmekooperationen

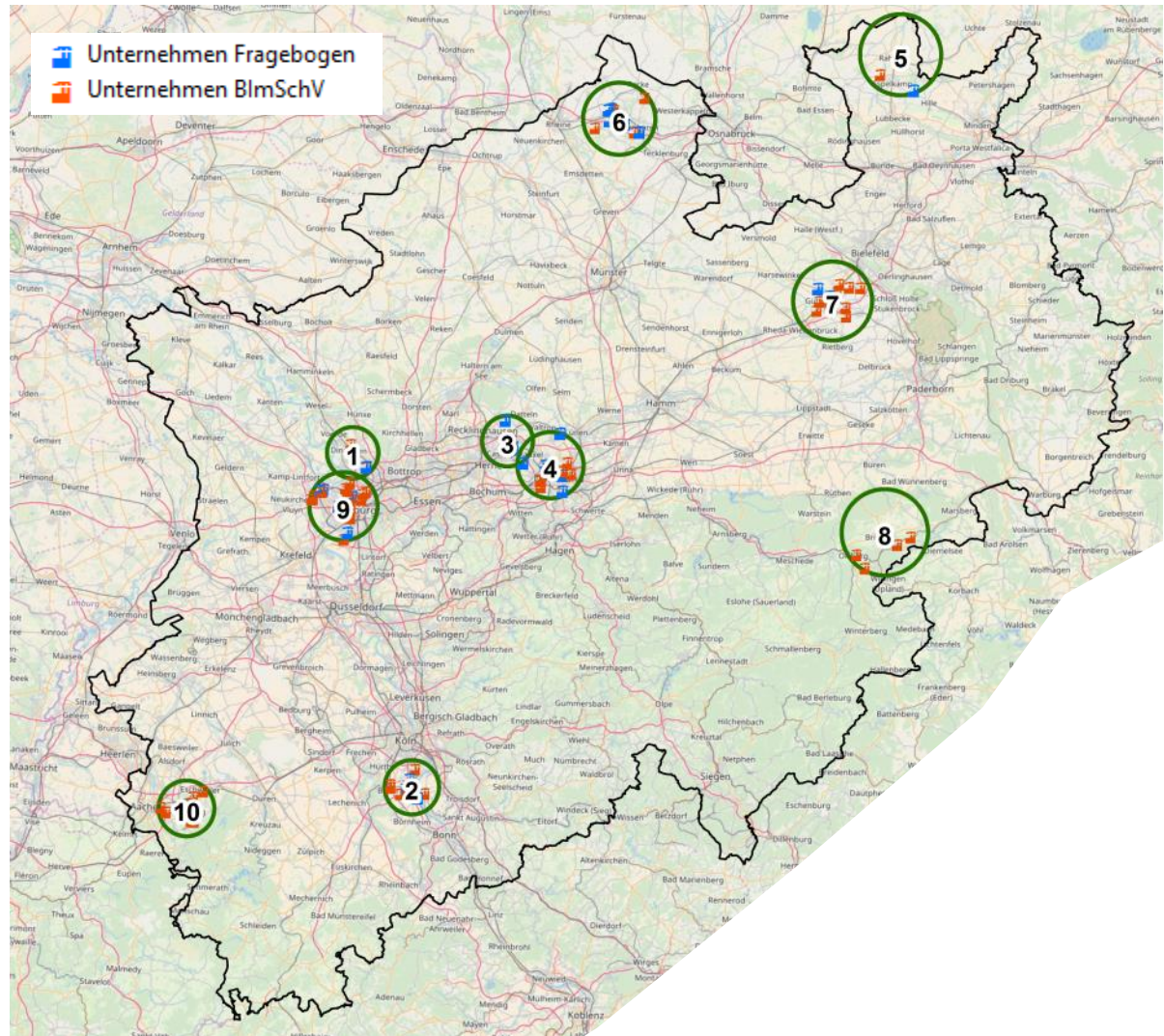
Räumliche Gegebenheiten / Infrastruktur

- Verteilung in NRW
- Schutzgebiete

Sonstiges

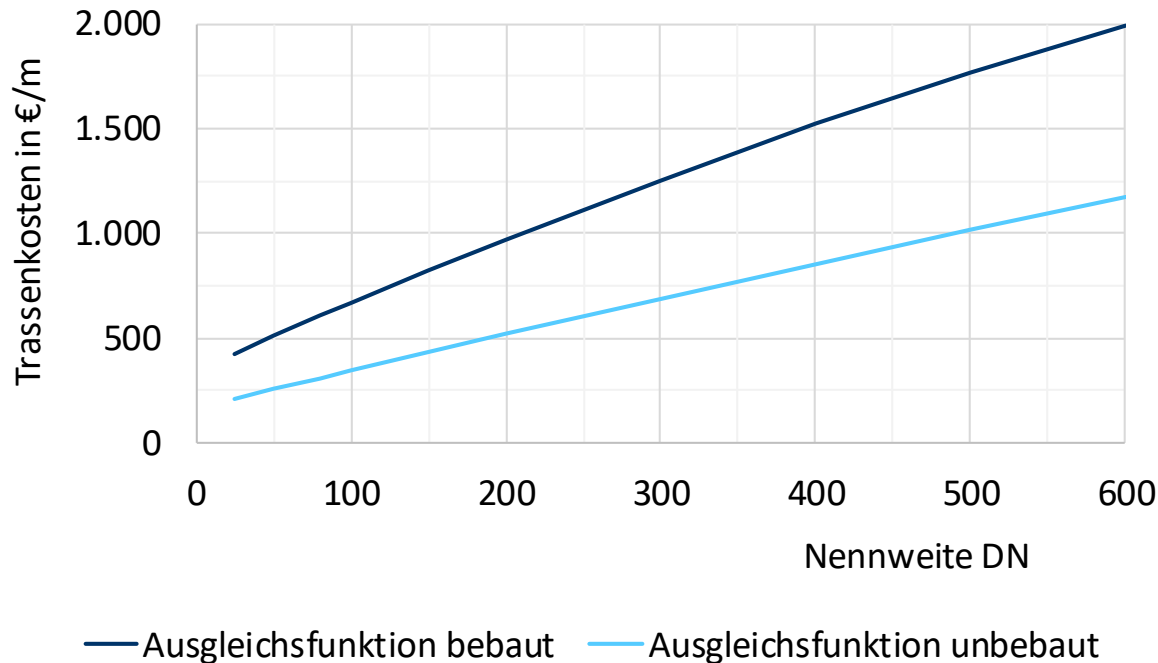
- politischer Wille / Kommune
- Quartiere, Kommuneninteressen, ...
- EVU Interessen

Hotspot-Auswertung



Kostenansatz für Bau von Fernwärmetrassen

Zielstellung: Bewertung, welche Abwärmequellen sinnvoll mit potenziellen Verbrauchern verbunden werden können.



Quelle 1: Energie-Consulting; Kennziffernkatalog 2004; GfEM Gesellschaft für Energie-management; Neuhagen/Berlin; 2004

Quelle 2: LEEN 2014

Quelle 3: Optimierung des Ausbaus von Nah- und Fernwärmenetzen; Dissertation Piet Hensel; Paderborn 06/2013

Quelle 4: Kulvertkostnadskatalog Rapport 2007:1; Svensk Fjärrvärme

Quelle 5: Planungshandbuch Fernwärme; energie schweiz; 4/2017 (Werte bis einschließlich DN200)

Darstellungsansatz Wirtschaftlichkeitsradien

Definition des Wirtschaftlichkeitsradius:

Umkreis, innerhalb dessen es sich lohnt, eine Fernwärmetrasse zu bauen, wenn die gesamte Wärme am Endpunkt abgegeben werden kann.

Zugrundeliegende Annahmen:

1. Die Trasse wird direkt in **Luftlinie** gebaut
2. Wärmeträger ist **Wasser** (flüssig).
3. Das Wasser wird um **30 K ausgekühlt***
4. Für die übergebene **Wärme** wird ein **Preis** von **20 €/MWh** (=2 ct/kWh) erzielt
5. Die Baukosten sich nach **10 Jahren** amortisieren müssen
6. Die **Laufzeit** wird
 - a) mit 1.100 h/a (Gebäudeheizung)
 - b) mit der tatsächlichen Laufzeit der Quelle angesetzt



Er soll motivieren, sich in diesem Umkreis **Gedanken** zu machen, wo Abwärme eingesetzt werden könnte.

Ansatz für Leistung und Nutzungsstunden:

- Schichtmodel & direkten Angaben → Laufzeit in h/a → Leistung in MW
- Bei mehreren Abwärmequellen: $\text{Leistung}_{\text{Standort}} = G \times \sum_{\text{Quellen}} \text{Leistung}_{\text{Quelle}}$
mit $G = 0,8$ als Gleichzeitigkeitsfaktor (best practice)

*: Bei höheren Temperaturen kann eine höhere Auskühlung erreicht werden. Das steigert die Leitungskapazität pro DN, und senkt somit die Kosten. Im Gegenzug steigen die Kosten aber wieder, da wegen den höheren Drücken auch die Materialanforderungen zunehmen.

49,8 % der Abwärme in den Hot Spots ist technisch und wirtschaftlich nutzbar

Ergebnisse der Studie Teil 2:

**Darstellung der technischen Abwärmepotenziale/
aggregierte Abwärmepotenziale**

Hochrechnung der BImSchV-Daten auf NRW

Ergebnisse BImSchV-Berechnung

Abwärme:
7,2 TWh/a

Brennstoff:

Brennstoffeinsatz des Produzierenden Gewerbes
2012 laut statistischem Jahrbuch NRW

339,4 TWh/a

1. Schritt

Berechnung Abwärmefaktor je Branche

min 3 %
max 27 %

$$\text{Abwärmefaktor} = \frac{\text{Abwärme}_{\text{Branche}}}{\text{Brennstoff}_{\text{Branche}}}$$

2. Schritt

$$\text{Abwärme}_{\text{NRW}} = \text{Abwärmefaktor} \times \text{Brennstoffeinsatz}$$

3. Schritt

Verteilung Produktions-/
Energieanlagen in BImSchV-Daten

Validierung noch nicht
abgeschlossen

4. Schritt

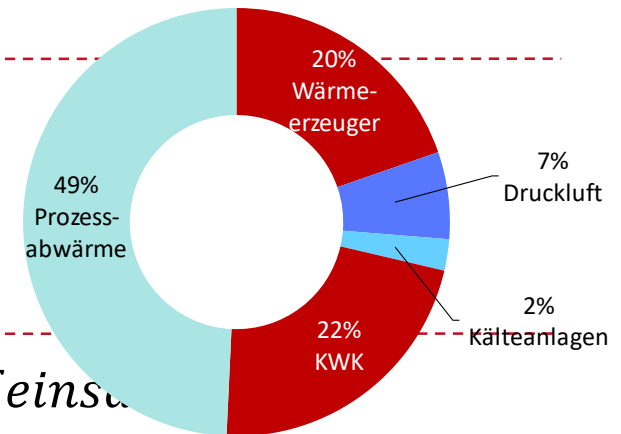
Extrapolation auf NRW-Unternehmen
(aus Umfrage Anteil KWK und Wärmeerzeugung 42 %)

42 – 99 TWh/a

**Produzierendes
Gewerbe in NRW**

Energie- +
Produktionsanlagen

nur
Energieanlagen



Hochrechnung der Umfrage auf NRW

über subjektive Schieberegler-Einschätzung aus Fragebogenteil C

C2.1 Schätzen Sie bitte, wie viel Prozent des gesamten Energiebedarfs Ihres Unternehmens sinnvoll als Abwärme genutzt werden könnten:

Geschätzter Anteil möglicher Abwärmenutzung aus Energieanlagen:

0 Prozent  100 Prozent

Geschätzter Anteil möglicher Abwärmenutzung aus Produktionsprozessen:

0 Prozent  100 Prozent

$$\sum_{\text{Branche}} \text{Energieanl.} + \text{Prozesse} = A$$

C3.1 Wie viel Prozent Ihrer Gesamtabwärmepotenziale werden Ihrer Einschätzung nach derzeit bereits innerhalb Ihres Unternehmens genutzt?

0 Prozent  100 Prozent

C3.2 Wie viel Prozent Ihrer Gesamtabwärmepotenziale werden derzeit bereits externen Nutzern verfügbar gemacht?

0 Prozent  100 Prozent

$$\sum_{\text{Branche}} \text{Nutzung}_{\text{intern}} + \text{Nutzung}_{\text{extern}} = B$$

$$\text{Abwärme}_{\text{NRW}} = A \times (1 - B) \times \sum_{\text{Branche}} \text{Energiebedarf} = 69 \text{ TWh/a}$$

Hochrechnung der Umfrage auf NRW

über subjektive Schieberegler-Einschätzung aus Fragebogenteil C

C2.1 Schätzen Sie bitte, wie viel Prozent des gesamten Energiebedarfs Ihres Unternehmens sinnvoll als Abwärme genutzt werden könnten:

Geschätzter Anteil möglicher Abwärmenutzung aus Energieanlagen:

0 Prozent  100 Prozent

Geschätzter Anteil möglicher Abwärmenutzung aus Produktionsprozessen:

0 Prozent  100 Prozent

$$\sum_{\text{Branche}} \text{Energieanl.} + \text{Prozesse} = A$$

C3.1 Wie viel Prozent Ihrer Gesamtabwärmepotenziale werden Ihrer Einschätzung nach derzeit bereits innerhalb Ihres Unternehmens genutzt?

0 Prozent  100 Prozent

C3.2 Wie viel Prozent Ihrer Gesamtabwärmepotenziale werden derzeit bereits externen Nutzern verfügbar gemacht?

0 Prozent  100 Prozent

$$\sum_{\text{Branche}} \text{Nutzung}_{\text{intern}} + \text{Nutzung}_{\text{extern}} = B$$

C3.4z Welche prozentuale Verringerung hätte weniger abwärme-intensive Produktionsverfahren nach Ihrer Einschätzung auf die gesamten Abwärmepotenziale Ihres Unternehmens?

0 Prozent  100 Prozent

$$\sum_{\text{Branche}} \text{Effizienz}_{\text{Prozesse}} + \text{Effizienz}_{\text{Energieanl.}} = C$$

C3.5z Welche prozentuale Verringerung hätten weniger abwärme-intensive Energieversorgungsprozesse nach Ihrer Einschätzung auf die gesamten Abwärmepotenziale Ihres Unternehmens?

0 Prozent  100 Prozent

$$\text{Abwärme}_{\text{NRW}} = A \times (1 - C) \times (1 - B) \times \sum_{\text{Branche}} \text{Energiebedarf} = 67 \text{ TWh/a}$$

Hochrechnung der Umfrage auf NRW

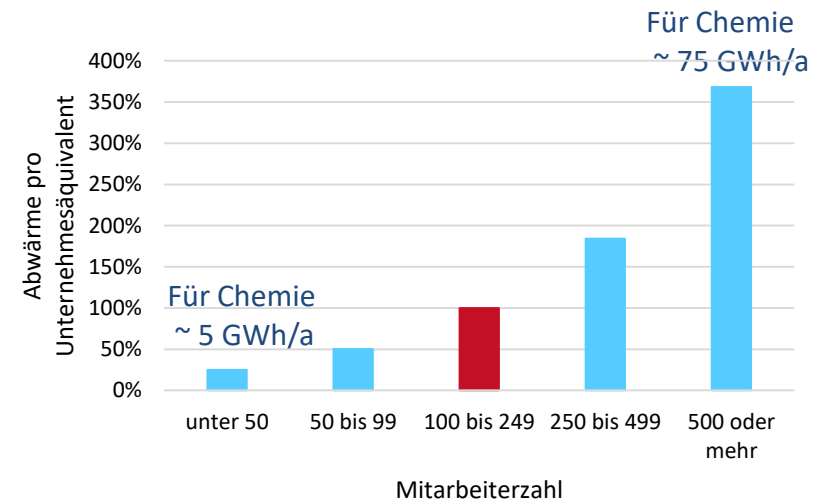
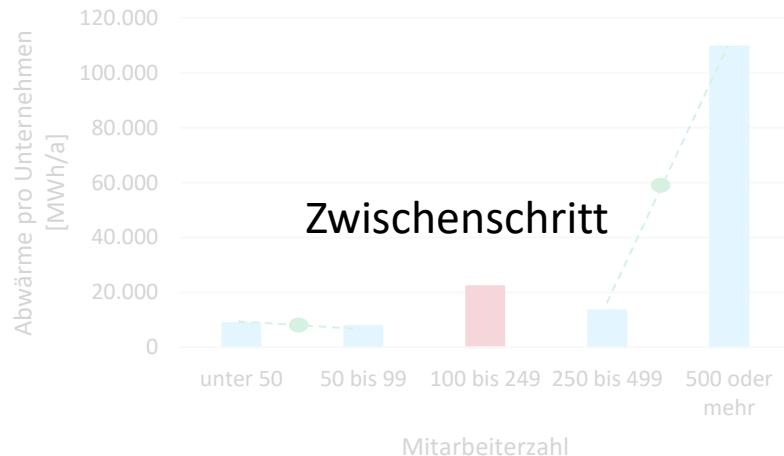
über fundierte EF-Ergebnisse - A – mittels Strukturfaktor und Brennstoff-Abdeckungsrate

		Abwärme:	Gesamtheit:
EF-Ergebnisse	242 Teilnehmer	7,5 TWh/a	242 Teilnehmer
1. Schritt -----			
Teilgenommen, aber nicht in dem Fragebogenteil EF	284 Teilnehmer		
davon bei Schiebereglern angegeben, dass keine Abwärme	67 Teilnehmer		
mit Abwärme =Differenz:	217 Teilnehmer	14,2 TWh/a	526 Teilnehmer
(Abwärme pro Teilnehmer wie bei den Obersten 242)			
2. Schritt -----			
(Abwärme pro Teilnehmer 80 % bezogen auf die Obersten 526)		40,1 TWh/a	1.857 Angeschriebene
			(aus BImSchV-Daten)
3. Schritt -----			
42% Anschreibequote (Verhältnis von BImSchV-Brennstoffeinsatz zu Brennstoffeinsatz des Produzierenden Gewerbes laut statistischem Jahrbuch NRW)		96 TWh/a	Produzierendes Gewerbe in NRW

Hochrechnung der Umfrage auf NRW

über fundierte EF-Ergebnisse – B – mittels Re-Normierung auf Unternehmensäquivalente

Re-Skaliertung auf das Unternehmensäquivalent von 100 bis 249 Mitarbeitern
Auf Basis aller EF-Ergebnisse



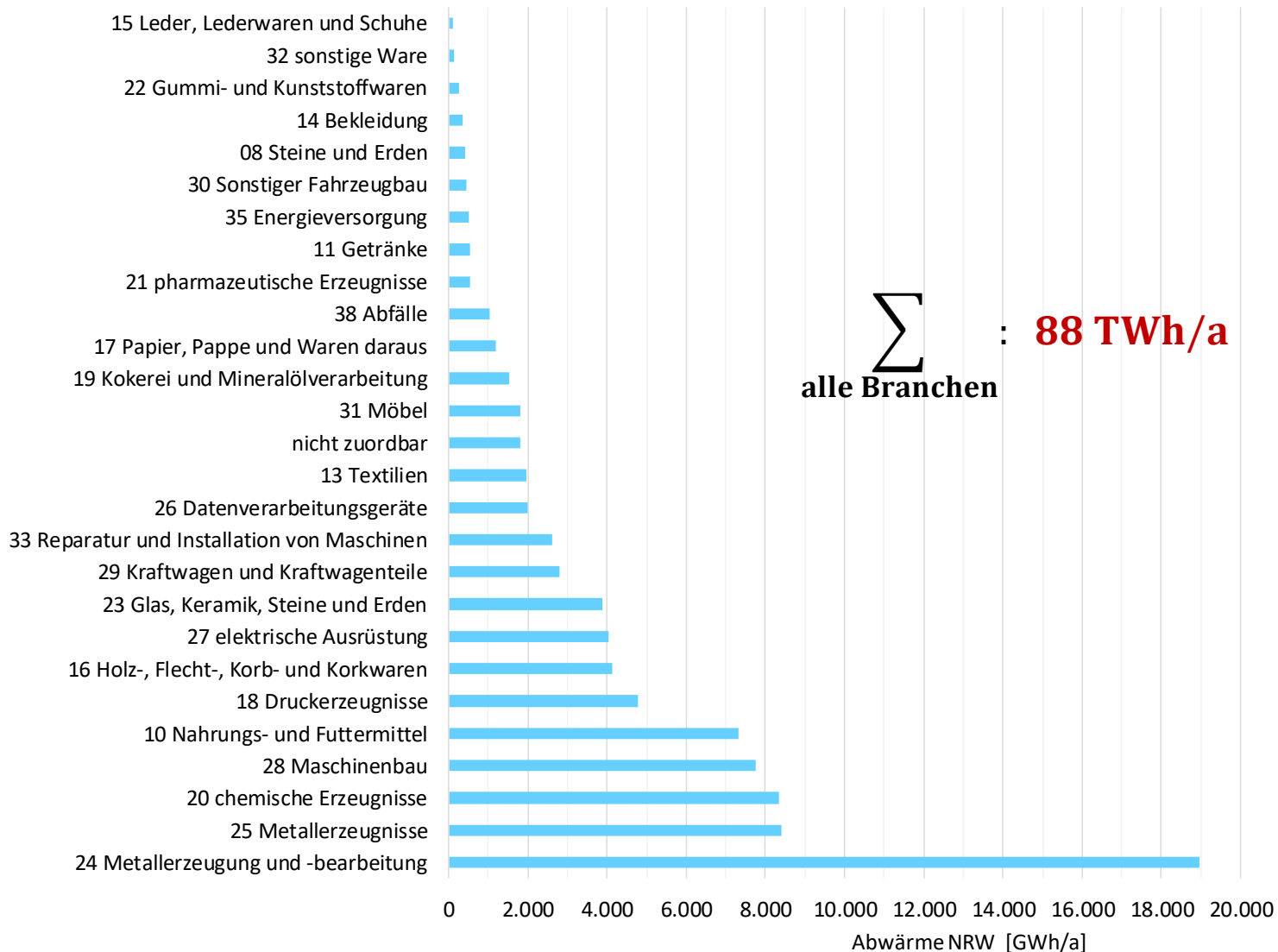
Beispiel Chemie-Branche:

	Teilnehmer EF	keine Abwärme nach C	Summe Umfrage	nach Statistischem Jahrbuch
Anzahl der Unternehmen	26 Stück	11 Stück	37 Stück	444 Stück
davon unter 50 Mitarbeiter	6 Stück	3 Stück	9 Stück	164 Stück
davon 50 bis 99 Mitarbeiter	4 Stück	1 Stück	5 Stück	99 Stück
davon 100 bis 249 Mitarbeiter	5 Stück	1 Stück	6 Stück	102 Stück
davon 250 bis 499 Mitarbeiter	2 Stück	2 Stück	4 Stück	43 Stück
davon 500 und mehr Mitarbeiter	9 Stück	4 Stück	13 Stück	36 Stück
Unternehmensäquivalente	45,3 Stück	20,7 Stück	66,0 Stück	404,7 Stück
Abwärme Branchensumme EF	1362 GWh/a	0 GWh/a	1362 GWh/a	
Abwärme pro Unternehmensäquiv.	30,0 GWh/a/UA	0 GWh/a	20,6 GWh/a/UA	20,6 GWh/a/UA
Abwärme auf NRW hochgerechnet				8352 GWh/a

Hinweis: Bei Branchen mit weniger als 4 Teilnehmern wurde der gewichtete Mittelwert aller Branchen genommen, ausgenommen der 5 energieintensivsten.

Hochrechnung der Umfrage auf NRW

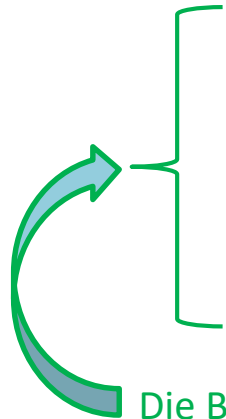
über fundierte EF-Ergebnisse - B – mittels Re-Normierung auf Unternehmensäquivalente



Hochrechnung der Umfrage auf NRW

Gegenüberstellung der Ergebnisse aus verschiedenen Ansätzen

Hochrechnungs-Art	Abwärme NRW	Wichtige Effekte
BlmSchV-Daten	42 - 99 TWh/a	Abwärme aus Strom nicht enthalten, Abwärme aus Prozessen nur teilweise, Daten von 2012
subjektive Schieberegler-Einschätzung	69 TWh/a	Einschätzung basiert auf Gefühl. Die Bedeutung der Schieberegler wurde unterschiedlich interpretiert.
EF Strukturfaktor und Brennstoff-Abdeckungsrate	96 TWh/a 144 TWh/a bei $T_{2 \text{ min ideal}}$	Differenzierte Hochrechnung aus belastbaren Daten
EF Re-Normierung auf Unternehmens-äquivalente	88 TWh/a 132 TWh/a bei $T_{2 \text{ min ideal}}$	Differenzierte Hochrechnung aus belastbaren Daten



Die Basis bilden hier jeweils die 7,5 TWh/a aus EF.

Davon 2,8 TWh/a aus Rauchgas, bei denen die Teilnehmer $T_{2 \text{ min}}$ selbst festgelegt haben.

Reduziert man diese auf das technisch mögliche, erhöht sich dieser Anteil um den Faktor 2,35.

Auf die 7,5 TWh/a wirkt sich dies wie eine Erhöhung um den Faktor 1,5 aus → 11,3 TWh/a.

In der Hochrechnung auf NRW erhöhen sich die Zahlen entsprechend.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit