

Neue Methode zur Ermittlung von Abwärmepotenzialen der energieintensiven Industrie

17. Symposium Energieinnovation
FUTURE OF ENERGY – Innovationen für eine klimaneutrale Zukunft
Graz, 16. – 18. 02. 2022

Andreas Hammer, Elisabeth Lachner, Thomas Kienberger
EVT Lehrstuhl für Energieverbundtechnik, Montanuniversität Leoben

Online, 17.02.2022

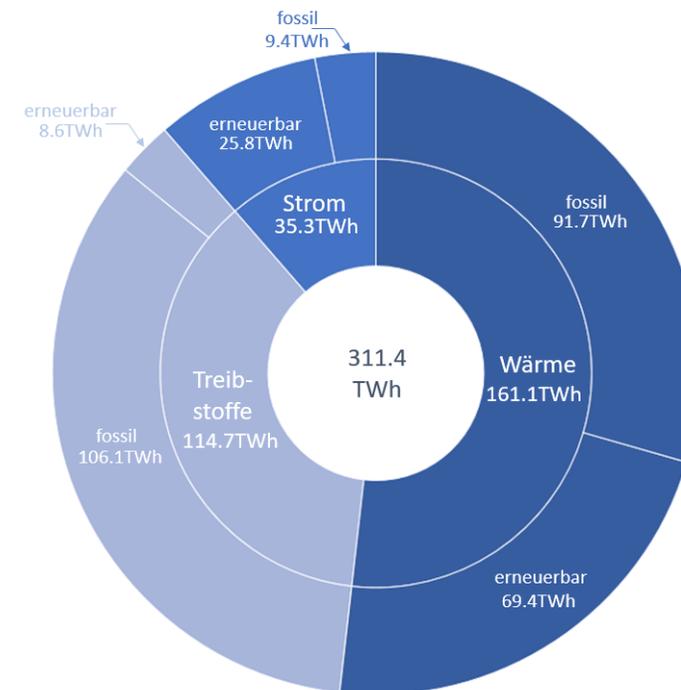
- Einleitung
- Motivation, Fragestellung und Ziele
- Klassifizierungen
- Methodik
- Fazit und Ergebnis

Ausgangssituation

- Energiewende im öffentlichen Diskurs stromfokussiert betrachtet
- Hohe Industrialisierung in Österreich - industrielle Abwärmen stellen energetisch Schwerpunkte für die Erreichung der Klimaziele dar
- Hoher Bedarf an Raumwärme und Prozesswärme
- Hemmnisse bei der Umsetzung von Industrieabwärmenutzung

Status Quo

- RES Ausbaupläne und Dekarbonisierungsrahmen der Sektoren durch Regierungsprogramm normativ vorgegeben
- Bottom-line 1: Zur Zielerreichung müssen Abwärmen verstärkt eingebunden werden
- Bottom-line 2: Das heutige Potential an industrieller Abwärme ist nicht umfassend und detailliert genug erfasst, um Umsetzungen vorbereiten zu können, Rahmenbedingungen unzureichend erforscht
- Bottom-line 3: aktuelle Umsetzungs- und Forschungsprojekte zeigen: Nutzung industrieller Abwärme ist bereits heute greifbar und wird durch neue Technologien (Speicher, WP) verstärkt.



Quelle: Faktencheck Energiewende, 2017, eigene Darstellung

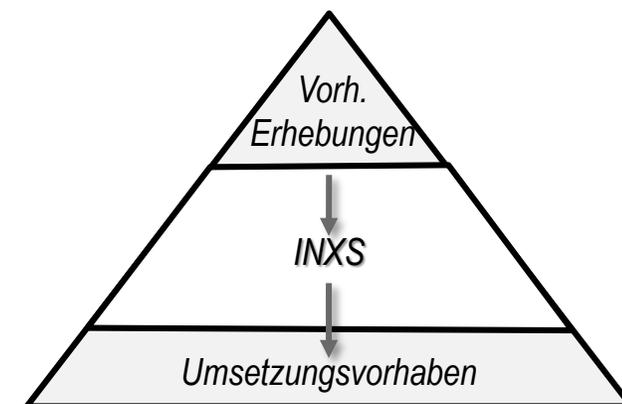
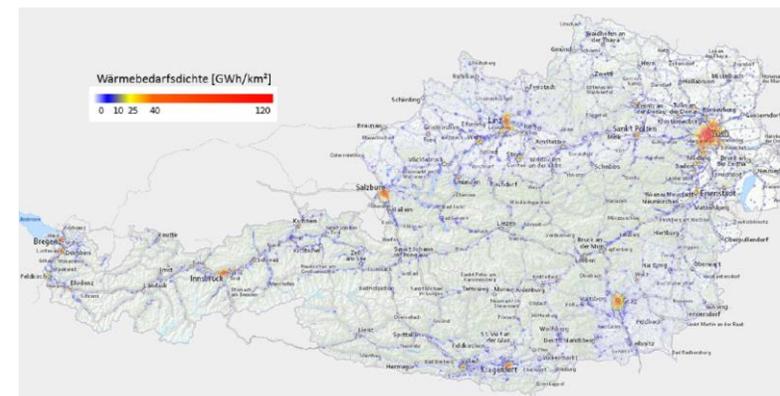
Projekte:

Abwärmekataster III Steiermark

Industrial Excess Heat – Erhebung industrieller Abwärmepotenziale in Österreich (INXS)

- Detailliertes und vollständiges Erheben der österreichischen (Nutzungs-) Potenziale an industrieller Abwärme zur Schließung der technologischen Lücke:

- Erhebung der notwendigen Datenbasis
- Anwendung von Bottom-Up und Top-Down-Ansatzes
- Klassifiziert nach Temperatur der Abwärme (NT, MT, HT), Trägermedien, zeitlicher Verfügbarkeit, Branchen, räumlichem Aufkommen
- Energiemengen verfügbar in 2020, 2030 und 2040, durch Abbildung zukünftiger industrieller Prozesse und Produktionssysteme
- georeferenziert in eine vorhandene GIS-Plattform zur geografischen Verortung
- Schaffung von Geschäftsmodellen und volkswirtschaftliche Dimension
- Empfehlungen zu politischen Unterstützungsinstrumenten um Hemmungen in der Umsetzung zu überwinden



Potenzialbegriffe

- Theoretisches (physikalisches) Potenzial
 - berücksichtigt nur physikalische Einschränkungen
 - Temperatur muss oberhalb von 0 °C liegen (= Referenztemperatur)
 - Bindung an einen Wärmeträger (Flüssigkeit, Gas, Feststoff)
 - technische Möglichkeit der Wärmeextraktion oder Nutzung der Wärme nicht berücksichtigt

- Technisches Potenzial
 - Minimale Temperaturdifferenz im Wärmeübertrager (Grädigkeit)
 - Berücksichtigt technische Einschränkungen
 - Verunreinigungen, biologische Randbedingungen
 - Vorhandene Möglichkeit der Nutzung nicht berücksichtigt

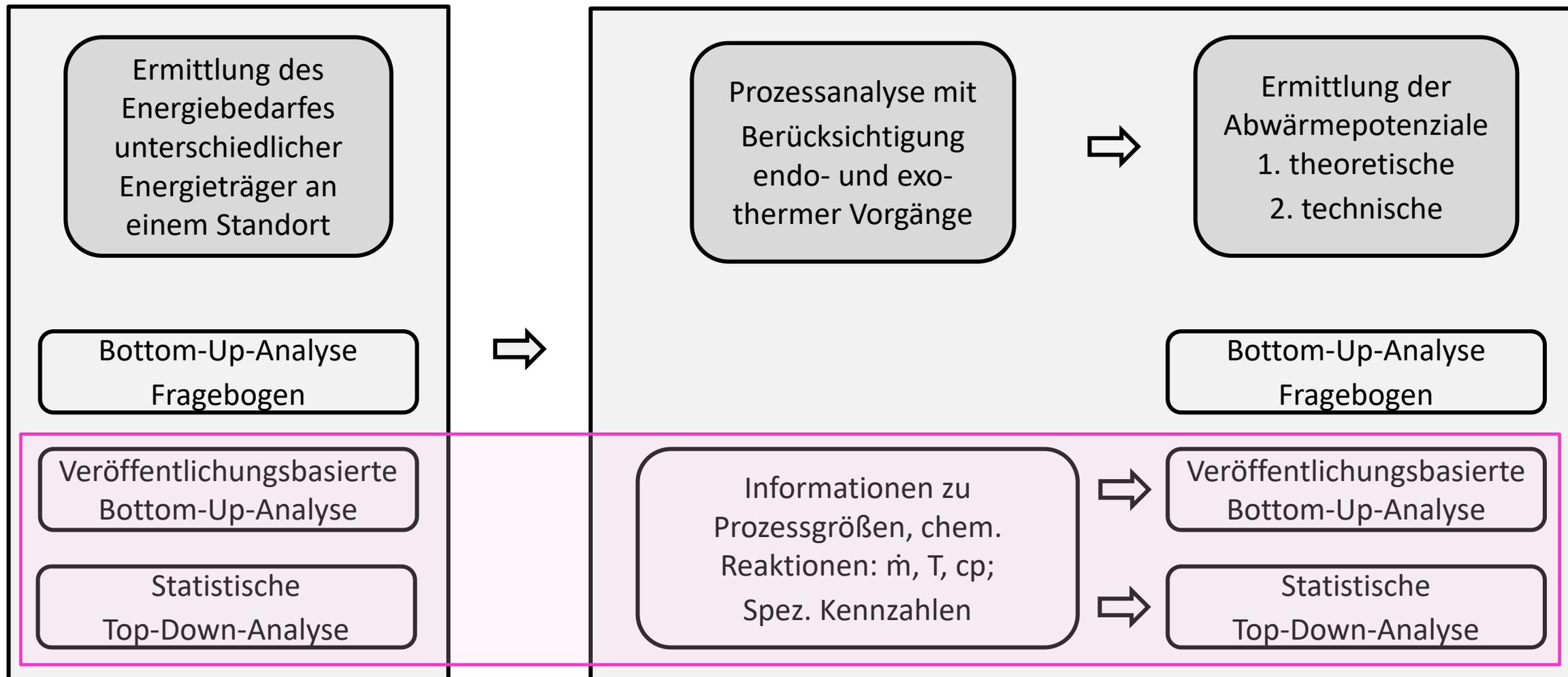
- Klassifizierung der Abwärme nach den Temperaturbereichen
 - 0 – 50 °C
 - 50 – 100 °C
 - > 100 °C

- Klassifizierung nach Trägermedien oder Herkunft aus dem Produktionsprozess
 - Rauchgaswärme
 - Kondensation
 - Abwasser und Kühlwasser
 - Produktwärme und Hallenabwärme
 - Abluft Maschinenkühlung

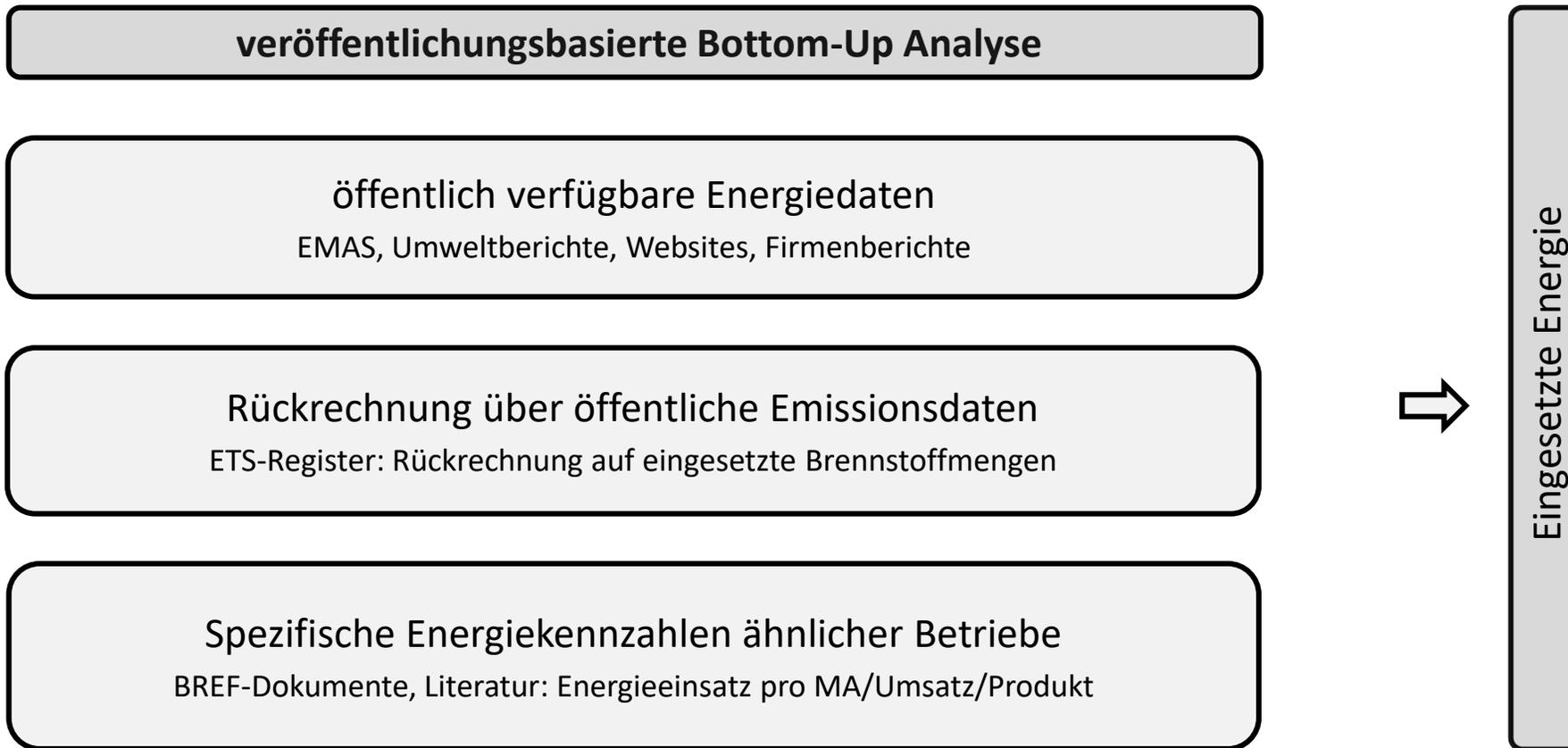
- Klassifizierung nach Branchen
 - C17: Papier/Pappe und Waren daraus
 - C23: Herstellung von Glas, Keramik u.ä.
 - C24: Metallerzeugung und Bearbeitung
 - Weitere energieextensive Industrie, sofern hohes Abwärmepotenzial vorhanden ist

- Klassifizierung nach zeitlicher Verfügbarkeit

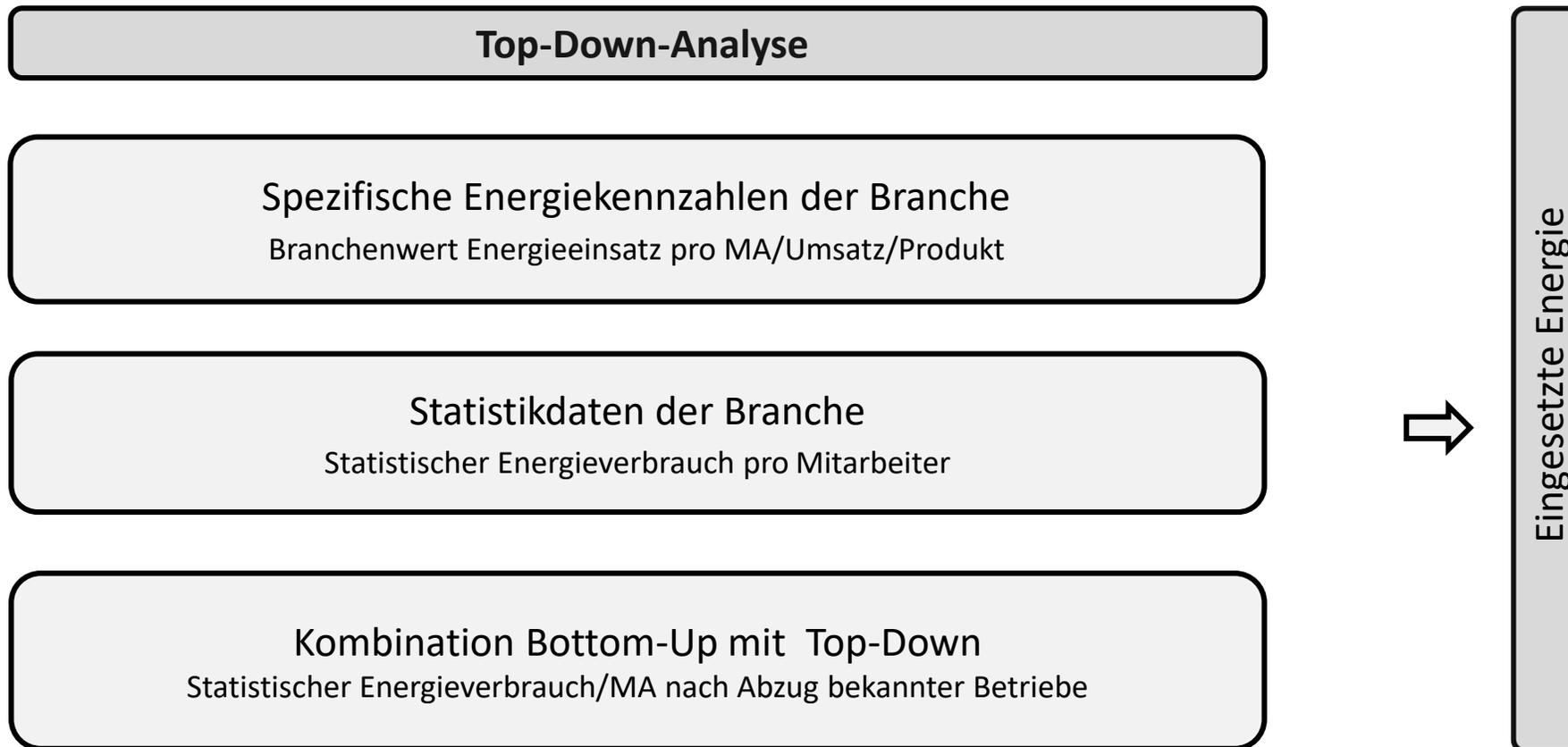
Übersicht generelle Vorgangweise



Ermittlung Energieeinsatz



Ermittlung Energieeinsatz



Beispiel: Ermittlung Energieeinsatz mittels statistischer Top-Down-Analyse

Kombination der Energiebilanzen der Statistik Austria mit Beschäftigten in der Arbeitsstätte in STATcube in einer Branche

Steiermark				
Energiebilanzen				
in Terajoule (10 ¹² Joule)	2016	2017	2018	2019
Sektoraler Energetischer Endverbrauch in Terajoule (10 ¹² Joule)				
	2016	2017	2018	2019
Eisen- und Stahlherzeugung	7 436	7 942	8 199	7 931
Chemie und Petrochemie	1 080	1 090	1 046	1 088
Nicht-Eisen-Metalle	597	617	591	469
Steine und Erden, Glas	4 007	4 156	4 101	4 339
Fahrzeugbau	397	484	505	343
Maschinenbau	2 069	1 725	1 657	1 602
Bergbau	2 487	2 759	2 713	2 335
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	999	958	1 042	1 128
Papier und Druck	7 206	7 341	8 441	8 898
Holzverarbeitung	40	54	87	75
Bau	212	154	181	146
Textil und Leder	674	538	466	568
Sonst. Produzierender Bereich	103	102	94	82
Eisenbahn	0	0	0	0
Sonstiger Landverkehr	73	72	70	77
Transport in Rohrfernleitungen	3 006	3 774	3 326	3 250
Binnenschifffahrt	0	0	0	0
Flugverkehr	0	0	0	0
Öffentliche und Private Dienstleistungen	837	499	534	639
Private Haushalte	4 113	4 086	3 755	3 930
Landwirtschaft	46	64	57	70
Produzierender Bereich	27 307	27 920	29 121	29 004
Verkehr	3 079	3 846	3 396	3 326
Sonstige	4 996	4 649	4 346	4 640

Önace 2008 der Arbeitsstätte (Ebene +3)		H.v. Glas/- waren, Keramik u.Ä. <C23>
Standort der Arbeitsstätte (Ebene +1)		
Graz (Stadt) <601>		166
Bruck an der Mur <602>		40
Deutschlandsberg <603>		796
Feldbach <604>		182
Fürstenfeld <605>		106
Graz-Umgebung <606>		847
Hartberg <607>		246
Judenburg		35
Knittelfeld <609>		84
Leibnitz <610>		494
Leoben <611>		219
Liezen <612>		731
Mürzzuschlag <613>		296
Murau <614>		188
Radkersburg <615>		68
Voitsberg <616>		718
Weiz <617>		378

- Energiebilanz: Energieeinsatz eines Energieträgers in einer Branche
- STATcube: Beschäftigte in einer Branche
- Bildung einer Kennzahl

Beispiel für C23:

➔ 4339 TJ Gas / 5594 Beschäftigte
= 0,776 TJ Gas/Beschäftigten für Stmk.

- ➔ Anwendung auf Betrieb
- ➔ Anwendung auf Beschäftigte des Bezirkes
- ➔ Evtl. weitere Aufteilung nach Produktionsmengen bzw. Beschäftigten bei mehreren Betrieben im Bezirk

Ermittlung Energieeinsatz

Kombination Bottom-Up-Berechnung mit Top-Down-Analyse mittels Statistikdaten einer Branche

Schritt 1:

Summieren der mit BU erhobenen Energieeinsätze in betreffenden Betrieben

Schritt 2:

Summieren der MA dieser mittels BU erhobenen Betriebe

Schritt 3:

Abzug dieser Summen von Energiestatistik bzw. von Mitarbeiterstatistik in STATcube ergeben Energiemenge bzw. MA der nicht mittels BU erhobenen Betriebe

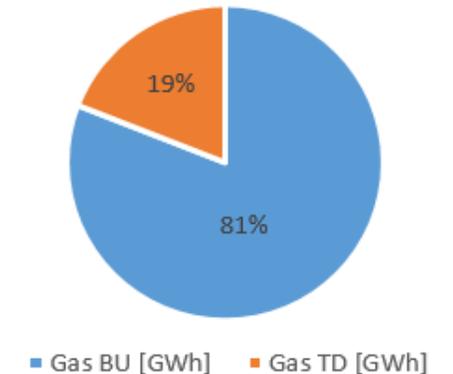
Schritt 4:

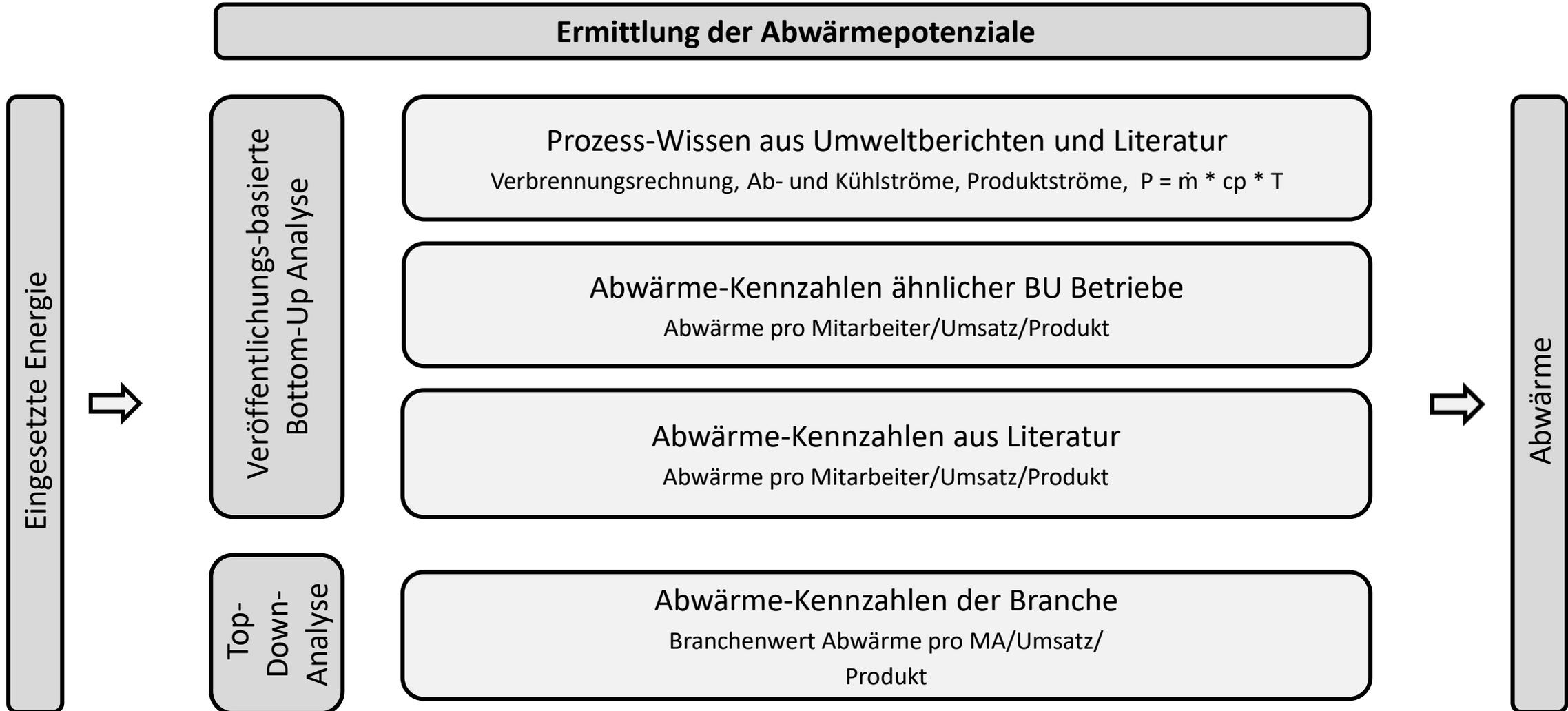
Kennzahl über Differenzen in beiden Kategorien : Energieeinsatz/Mitarbeiter

Schritt 5:

Anwendung der Kennzahl auf noch zu berechnende Betriebe

Aufteilung BU - TD
Energieeinsatz Sektor Eisen-Stahl

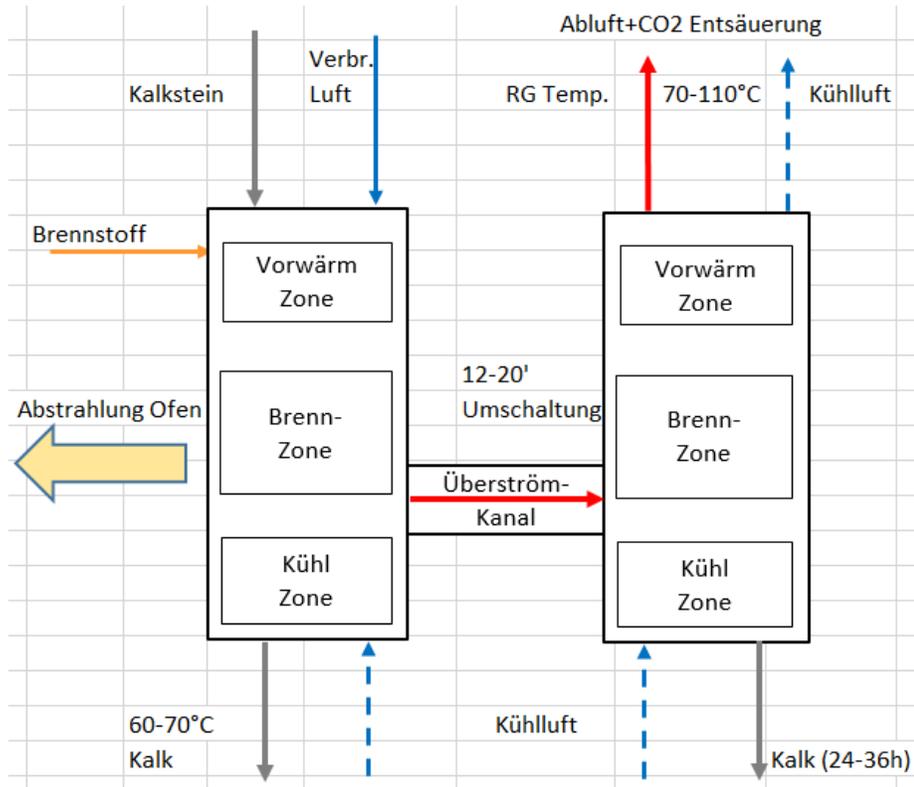




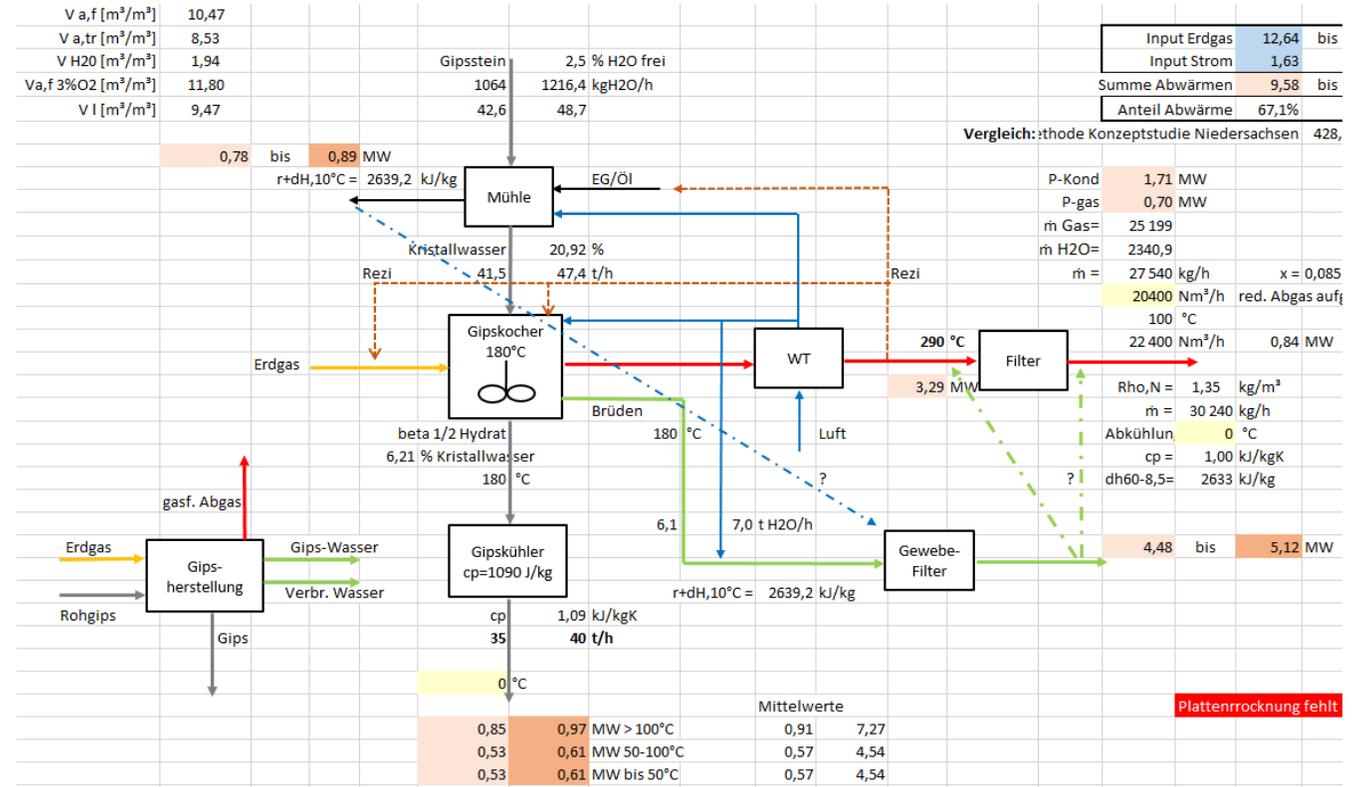
Ermittlung der Abwärme über veröffentlichungs-basierte Bottom-Up Analyse:

Nutzung von Temperatur- und Massenstromdaten, Verbrennungsrechnung

Prozessschema eines Kalkschachtofens



Prozessschema der Gipsherstellung

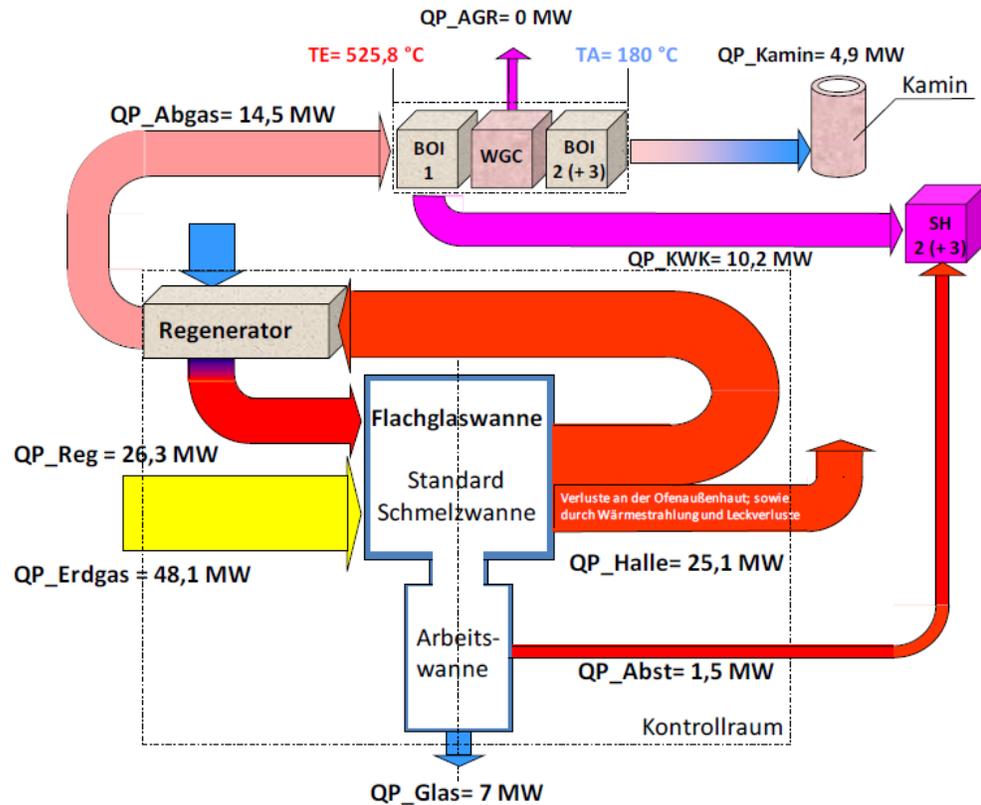


Quelle der Daten: UBA, SdT zur Kalk-, Gips- und Magnesiaherstellung

Ermittlung der Abwärme über veröffentlichungsbasierte Bottom-Up Analyse:

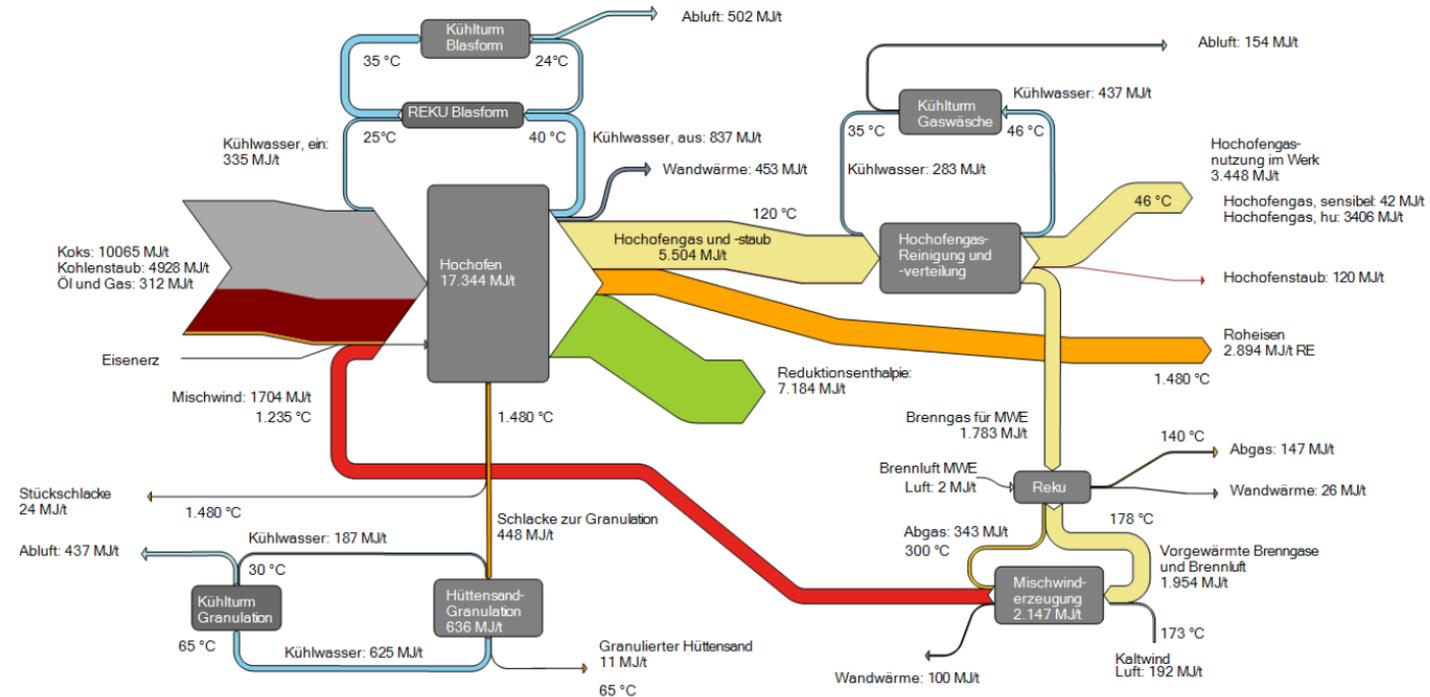
Bildung von Kennzahlen

Energiebilanz für einen 700 tpd glass-melter



Quelle: qpunkt gmbh

Energiebilanz eine Hochofens mit Nebenanlagen



Quelle: UBA BRD, Stahlinstitut

Berechnung des Technischen Potenzials

Berücksichtigung technischer Einschränkungen wie Temperaturdifferenz im WT, Verluste, Verunreinigungen etc.:

Grädigkeit: Temperaturdifferenz zwischen warmer und kalter Seite (Primär- und Sekundärseite) des Wärmeübertragers

Produktstrom/Wärmeträgermedium

Gase/Flüssigkeit: 10 K

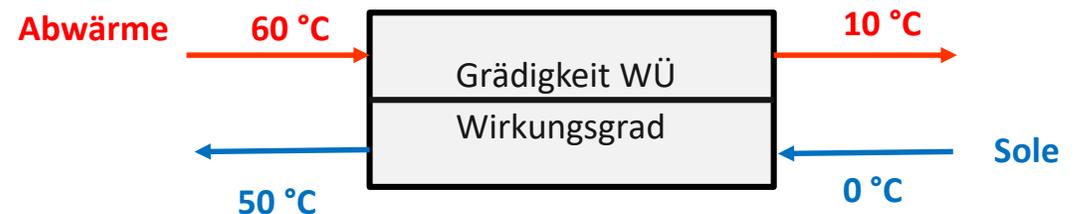
Flüssigkeiten/Flüssigkeit: 5 K

Gase verunreinigt/Flüssigkeit: 20 – 30 K

Kompakte Produkte/Gas: 100 K

poröse Produkte/Flüssigkeit: 30 – 50 K

Schmelzen/Flüssigkeit: 400 K



Verluste bei der Wärmerückgewinnung und Verteilung:

Gase, Flüssigkeiten: 90 %

poröse Produkte: 70 – 80 %

kompakte Oberflächen: 50 %

heiße Schmelzen: 50 %

Kondensation durch Verdünnung mit Falschluff: 70 – 80 %

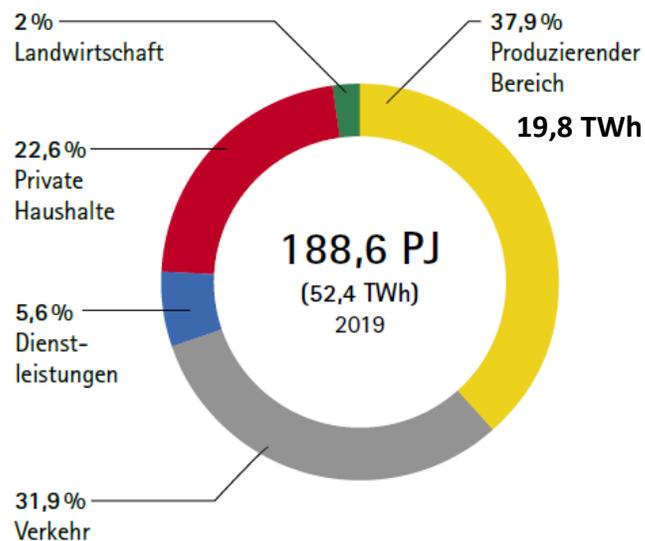
Einschränkungen der angewandten Methoden zur Analyse der Energieintensiven Industrie

- Genauigkeit abhängig von öffentlich verfügbaren Daten
- Betriebe mit vielen komplex vernetzten Prozessschritten erhöhen Ungenauigkeit
- Bereits umgesetzte Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung sind oft nicht bekannt
- Luftzahl kann nur geschätzt werden
- Falschluff ebenfalls nicht bekannt, ebenso Kühlluft
- Einsatz el. Energie nur bei vorhandenem Umweltbericht bekannt, ansonsten Berechnung über Kennzahlen
- el. Energie hat keinen Rauchgasstrom, sodass hier auch mit Kennzahlen gearbeitet werden muss
- Hallenabluff und Abwärme von heißen Oberflächen nur über Energiebilanzen oder Kennzahlen der Literatur
- Abwärme von heißen Produkten ebenfalls nur über Literatur-Kennzahlen
- Wirkungsgrade für die Berechnung des technischen Potenzials aus Erfahrungswerten

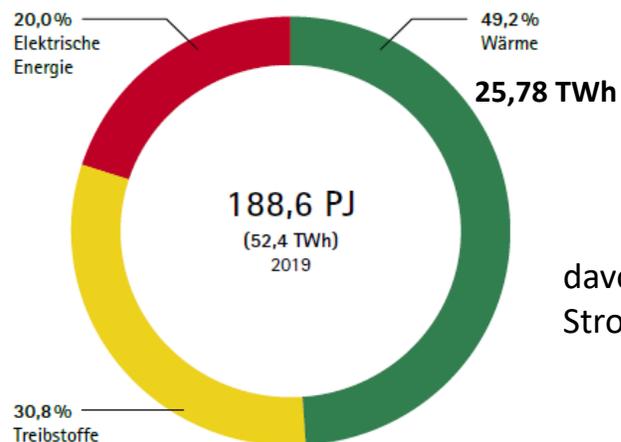
Abgeschlossenes Projekt „Abwärmekataster III Steiermark“

Endenergiebedarf für die Steiermark

Aufteilung in Wirtschaftssektoren

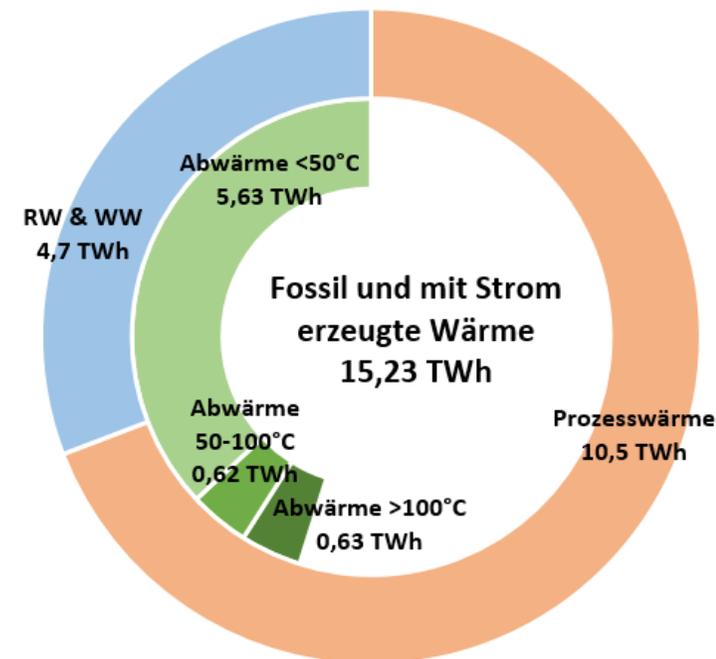


⇒ **Technisch ungenutztes Abwärmepotenzial 6,88 TWh**



Aufteilung in Energieformen

⇒ davon fossil und mit Strom erzeugte Wärme 15,23 TWh



Vielen Dank!