

Erstellung und Weiterentwicklung eines Wärmekatasters für Brandenburg - Projektdokumentation Arbeitspaket 1 -



Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Allgemeines	2
Projektstruktur	2
Methodisches Vorgehen	6
Datenzielbild	10
Datenschutz und Datengüte	15
Teil 2 Methodik Datenverarbeitung	19
Abkürzungsverzeichnis	73

Ausgangslage und Zielsetzung

- › Das Land Brandenburg steht im Zuge der geplanten, verpflichtenden kommunalen Wärmeplanung durch die Bundesregierung vor großen energie- und umweltpolitischen Herausforderungen
- › Aktuell wird durch die Landesregierung der "Klimaplan Brandenburg" zur Zielerreichung der Klimaneutralität bis 2045 entwickelt. Teil dieses Vorhabens ist ein geplanter Maßnahmenkatalog, in dem die kommunale Wärmeplanung verortet wird
- › Bisher mangelt es an grundlegenden Informationen für die kommunale Wärmeplanung und damit einhergehend an den Realisierungsgrundlagen konkreter Wärme- und Kälteprojekte



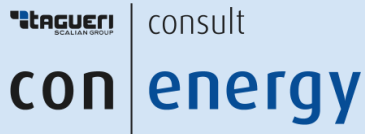
- › Auf Grundlage einer Bestands- und Potenzialanalyse vorhandener Wärme- und Kältequellen/-senken sowie der Netzinfrastruktur wird eine hochaufgelöste, quantitative, räumlich differenzierte Abbildung des Status quo generiert (AP 1) und bildet die Grundlage des Wärmekatasters
- › Die folgende räumlich differenzierte Prognose der Wärmedarbietung berücksichtigt Entwicklungen der Wärmebedarfe, Heizsysteme und Netze, vor dem Hintergrund energiepolitischer Zielstellung (AP 2)
- › Anknüpfungspunkt für Kommunen wird ein Unterstützungsangebot für die Wärmeplanung in Brandenburg (AP 3)

Projektbeteiligte

Projektteam



Energieagentur
Brandenburg | WFBB



Weitere Beteiligte (Auswahl)







Netzbetreiber

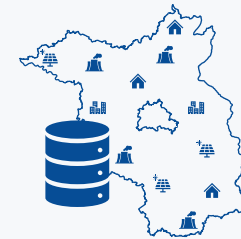


Energieversorger

Projekthalt AP 1 - Ziel ist die Erstellung und Weiterentwicklung eines detaillierten Wärmekatasters für Brandenburg

Im Fokus steht die Erfassung, Georeferenzierung und Abbildung von:

-  **Wärme- und Kältequellen**
(Energieträger, Technologien, ...)
-  **Wärme- und Kältenetzen**
(Gas-, FW- und NW-Netze, Energieträger, Anschlüsse,...)
-  **Wärme- und Kältesenken**
(Gebäudetypen, Sanierungszustände, Verbräuche,...)
-  **EE-Potenzialen**
(Flächen, Abwärme, Speicher, sonstige nutzbare Wärme- und Kältequellen, ...)



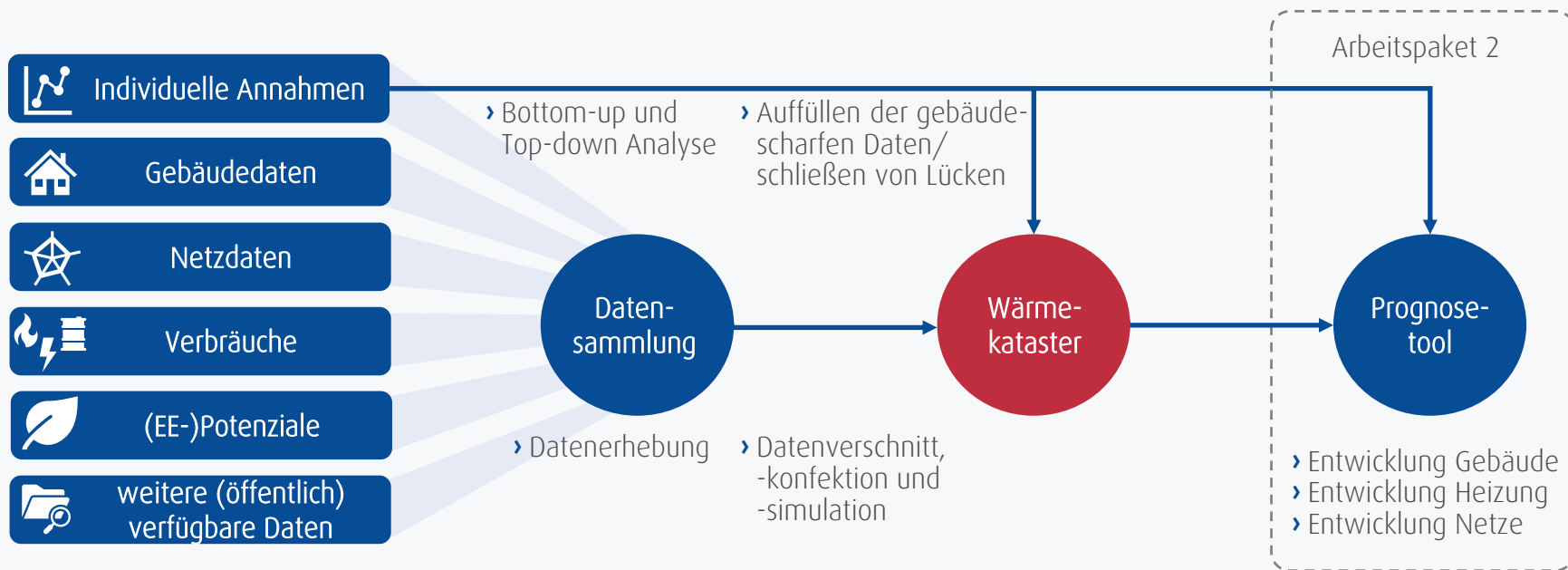
 **energieportal**
brandenburg

Die Summe der aufbereiteten, georeferenzierten Informationen wird auf dem Energieportal Brandenburg zur Verfügung gestellt werden

Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Allgemeines	2
Projektstruktur	2
Methodisches Vorgehen	6
Datenzielbild	10
Datenschutz und Datengüte	15
Teil 2 Methodik Datenverarbeitung	19
Abkürzungsverzeichnis	73

Methodisches Vorgehen



Datenbedarfe und Datenquellen (1|2)

Datenbedarf

Datenquellen

GIS-Grundelemente

Straßen,
Adressen



Landkreise,
Kreise



Flure



OpenStreetMap

Wärme- & Kältequellen

Technologien



Energie-
träger



Netz-
zuordnung



Energieagentur
Brandenburg | **WFBB**

EE-Potenziale

EE-Quellen



Speicher



Abwärme-
Quellen



Agora
Geotechnik



DIW STATIS
wissen. nutzen.



energieportal
brandenburg



Datenbedarfe und Datenquellen (2|2)

Datenbedarf

Datenquellen

Wärme- & Kältesenken

Wohn-
gebäude



Nicht-Wohn-
gebäude



Industrie



Wärme- & Kältenetze

Netzart



Netzverlauf



Informationen



Weitere
Daten

Strukturdaten



Energie-
bilanzen



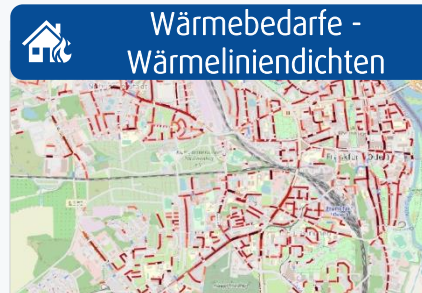
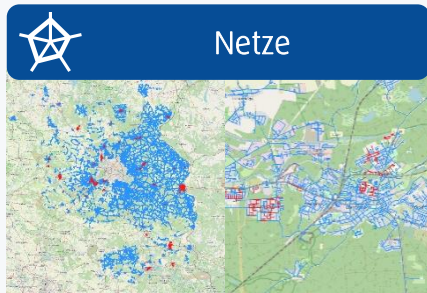
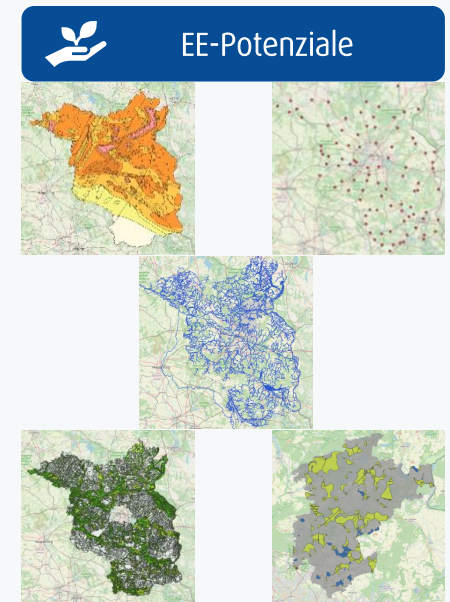
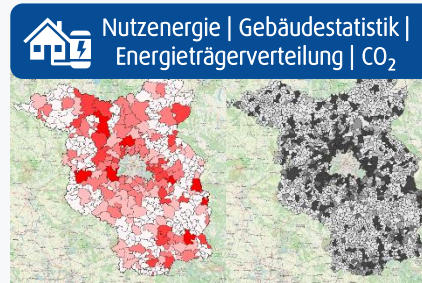
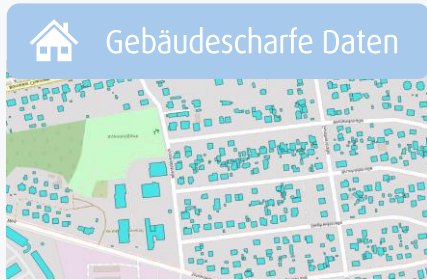
CO₂-
Bilanzen








Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Allgemeines	2
Projektstruktur	2
Methodisches Vorgehen	6
Datenzielbild	10
Datenschutz und Datengüte	15
Teil 2 Methodik Datenverarbeitung	19
Abkürzungsverzeichnis	73






Das Wärmekataster Brandenburg wird eine Vielzahl freizugänglicher, georeferenzierter Daten abbilden



Datenübergaben an das Land (1|2)

Datensatzbeschreibung 	Excel	<ul style="list-style-type: none"> › Genaue Beschreibung der einzelnen Dateien, der jeweiligen Spalten und Datentypen
Datensatzbeschreibungstexte 	Word	<ul style="list-style-type: none"> › Inhaltliche Beschreibung und Zusammenfassung der einzelnen Themenbereiche › Erklärungen zum Ablauf und der Reihenfolge der Analyse, inkl. Quellenangaben
EE-Potenziale 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › Eine Datei je EE-Potenzial-Kategorie sowie Flächenaggregationen der Potenziale auf Ebene der Gemarkungen, Gemeinden, Landkreise
Netze 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › Datensatz mit der Netzinfrastruktur für ganz Brandenburg. Dazu gehören Gas, Nah- und Fernwärme sowie Metadaten der Netze
Wärmelinienichten 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › Darstellung der Wärmebedarfe als Wärmelinienichten. Wärmelinien zeigen den gesamten Wärmebedarf in einer Straße bzw. einem Straßenabschnitt

Datenübergaben an das Land (2|2)

Gebäudedaten 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › Gebäudedaten für WG, NWG sowie Industrie. Gebäudescharfe Daten für, u.a. Gebäudeumrisse, beheizte Wohnflächen, Gebäudealter, Verbräuche, Energieträger, Emissionen, Heiztechnologie, Sanierungszustände
CO ₂ -Emissionen 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › CO₂-Emissionen je Gemarkung/Gemeinde/Landkreis › Unterteilt in Raumwärme, Klimakälte, Prozesswärme und -kälte
Endenergiebedarfe 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › Endenergiebedarf je Gemarkung/Gemeinde/Landkreis › Unterteilt in Raumwärme, Klimakälte, Prozesswärme und -kälte
Nutzenergiebedarfe 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › Nutzenergiebedarf je Gemarkung/Gemeinde/Landkreis › Unterteilt in Raumwärme, Klimakälte, Prozesswärme und -kälte
Gebäudestatistik 	Shape + QML	<ul style="list-style-type: none"> › Gebäudestatistiken je Gemarkung/Gemeinde/Landkreis › Sanierungszustand, Baualtersklasse, Nutzungsart, Anzahl Gebäude je Klasse

Schematische Darstellung der Datenhaltung in Datentabellen

EE-Potenzial_Abwasser.shp

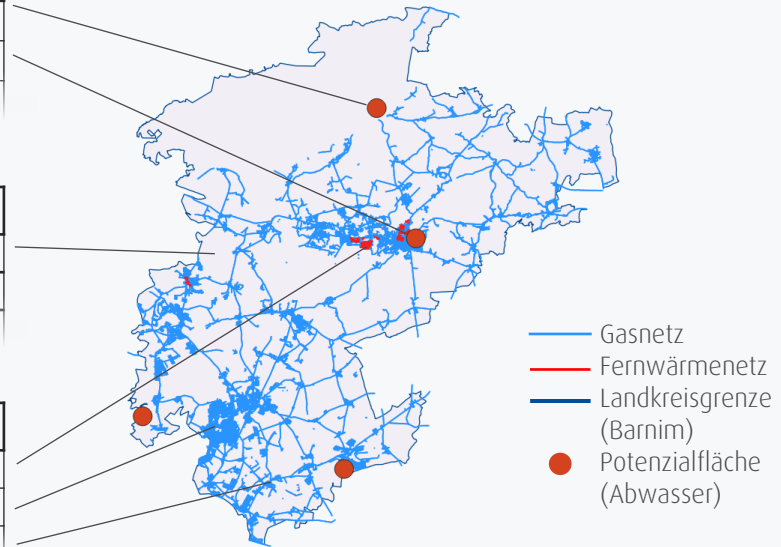
...	Name	WaermePot	Einheit	geometry
...	Eberswalde	5.346	MWh/a	(x ₁ , y ₁)
...	Vetschau	18.165	MWh/a	(x ₁ , y ₁)
...	Trebbin	1.072	MWh/a	(x ₁ , y ₁)

Bernim_Landkreis_Endenergie.shp

...	Landkreis	NutzungArt	ETraeger1	EndEver
...	Barnim	EFH	Gas	201 GWh/a
...	Barnim	EFH	Heizuel	114 GWh/a
...	Barnim	EFH	Fernwaerme	31 GWh/a

Netze.shp

...	NetzID	Netzart	Betreiber	geometry
...	30	Fernwaerme	EWE	[(x ₁ , y ₁), (x ₂ , y ₂), ...]
...	G26	Gas	EWE	[(x ₁ , y ₁), (x ₂ , y ₂), ...]
...	G121	Gas	EMB	[(x ₁ , y ₁), (x ₂ , y ₂), ...]



Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Allgemeines	2
Projektstruktur	2
Methodisches Vorgehen	6
Datenzielbild	10
Datenschutz und Datengüte	15
Teil 2 Methodik Datenverarbeitung	19
Abkürzungsverzeichnis	73

Im Rahmen der Verarbeitung und Veröffentlichung wird der Datenschutz durch gezielte Maßnahmen gewährleistet



Synthetisierung

Vertrauliche Daten wurden manipuliert^a und entsprechen nicht mehr den tatsächlichen Verbräuchen. Dennoch spiegeln die synthetischen Daten die Realität im Rahmen von statistischen Abweichungen wider



Aggregation

Die Daten wurden teilweise für Verarbeitung und Veröffentlichung so aggregiert, dass sie keinem einzelnen Haushalte zugeordnet werden können. Dabei wurden Daten auf mehreren Aggregationsebenen kumuliert



Geschützter Bereich

Die Eingangsdaten wurden in einem geschützten Bereich verarbeitet, sodass nur ce|co und der Data Owner Zugriff auf die Rohdaten hatten



Vertragliche Grundlage

Vertraulichkeitsvereinbarungen und weitere vertragliche Grundlagen, sowie ein Daten-Management-Konzept gewährleisteten die zweckgebundene und sichere Datenverarbeitung

Die vier Maßnahmen garantieren qualitativ hochwertige Ergebnisse, die gleichzeitig DSGVO-konform sind

^a | Aggregation, Projektion auf Straßen oder andere Werkzeuge

Konzept Datengüte Wärmekataster Brandenburg



Datengüte anhand Quelle

Datengüte wird anhand der Datenquelle und deren Datengenauigkeit (geografisch und bezogen auf Erfassung) festgelegt



Klassifizierung von A bis D

Datengüte wurde nach Vorbild Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO) in Abstufungen A-D vorgenommen



Durchgängige Beschreibung

Die Klassifizierung ist gültig für alle im Wärmekataster bereitgestellten Datensätze



Ein Wert bei unterschiedlichen Quellen

Jeder Datensatz ist nur so hochwertig wie der qualitativ niedrigste Teilbaustein - Bei komplexeren Datensätzen bestimmt die schlechteste Qualität der Einzelinformation die Datengüte

Die Ausweisung der Datengüte unterstützt beim Verständnis der Datenqualität und bietet Ansätze für zukünftige Verbesserungen

[BISKO](#); [Difu](#)

Aufteilung der Datengüte des Wärmekatasters in vier Kategorien

Datengüte

A - Regionale Primärdaten

- › Bezug regionaler autorisierter Primärdaten (Ist- bzw. Messdaten)
- › Beispiel:
 - › Geoinformationen/ Verbrauchsdaten von Netzbetreibern
 - › Daten vom Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)

B - Hochrechnung regionaler Primärdaten

- › Bezug regional verfügbarer validierter Datenlieferanten
- › Beispiel:
 - › Informationen zum Wärmepotenzial von sEEnergies für Industrielle Abwärme

C – (Regionale) Kennwerte und Statistiken

- › Daten oder Schätzungen basierend auf regionalen Datenerhebungen
- › Beispiel:
 - › Abzeichnung Liniengenaue Netzdaten von Netzbetreibern
 - › Zuordnung von Energieträgern auf Basis von Netzdaten und stat. Verteilungen von Messdaten

D – Allgemeine Kennzahlen

- › Schätzungen basierend auf überregionalen Daten/grundsätzlichen Annahmen
- › Beispiel:
 - › Nutzungsgrade für Heizungstechnologien
 - › Abzeichnung/ Übertrag flächenhafter Netzdarstellungen von Netzbetreibern

Inhaltsverzeichnis

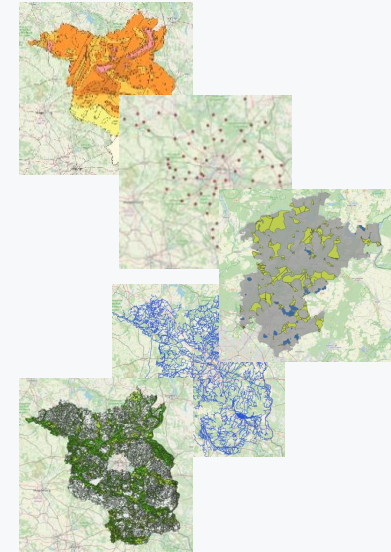
Teil 1 Allgemeines	2
Teil 2 Methodik Datenverarbeitung	19
EE-Potenziale	19
Netze	38
Quellen und Senken	45
Abkürzungsverzeichnis	73

Dargestellte EE-Potenziale im Wärmekataster

Kategorie

-  Geothermie
-  Solarthermie
-  Solar-Aufdach
-  Solar-Freifläche
-  Windkraft
-  Fließgewässer
-  Seethermie
-  Biomasse
-  Industrielle Abwärme
-  Abwasserwärme













Quellen














Eingangsdaten für die EE-Potenziale (1|4)

	Name	Art	Beschreibung	Datengüte	Datenformat	Quelle
	Standorteignung Erdwärmekollektoren		› Potenzielle Standorteignung für Wärmekollektoren des LBGR	B	Geodaten	LBGR
	Flächenbedarf Erdwärmekollektoren		› Potenzieller Flächenbedarf für Wärmekollektoren des LBGR	B	Geodaten	LBGR
	Temperaturniveaus für tiefe Geothermie		› Temperaturniveaus in 2000m und 4000 m Tiefe	B	Geodaten	LBGR
	Aufdach-Photovoltaik Potenziale		› Geschätzte Potenziale für Aufdach-PV Anlagen	B	Geodaten	WfBB
	Freiflächen für Solaranlagen		› Potenzielle Freiflächen für Solaranlagen in Deutschland inkl. Leistungspotenzial	B	Geodaten	Agora Energie-wende, RLI
	Windpotenzialflächen		› Potenzialflächen für Windräder inklusive Leistungspotenzial	B	Geodaten	Agora Energie-wende, RLI











Eingangsdaten für die EE-Potenziale (2|4)

	Name	Art	Beschreibung	Datengüte	Datenformat	Quelle
	Gewässernetz Brandenburg		› Länge und Lage der Fließgewässer in Brandenburg	A	Geodaten	LfU Brandenburg
	Abflussentwicklung im Land Brandenburg		› Mittlere Abflussmengen der Fließgewässer in Brandenburg	B	Geodaten	LfU Brandenburg
	Thermische Nutzung von Seen und Flüssen.		› Studie zur thermischen Nutzung von Gewässern mit einer Berechnungsmethodik für Fließgewässerthermie	B	PDF	Eawag
	Potenzialstudie Berlin 2035		› Potenzialstudie klimaneutrale Wärmeversorgung Berlin 2035 mit Wärmeentzugsmenge	B	PDF	Fraunhofer IEE
	Seen in Brandenburg		› Lage der Seen in Brandenburg	A	Geodaten	LfU Brandenburg
	Studie „Seethermie“		› Potenzialstudie zur thermischen Nutzung des Zwenkauer Sees	C	PDF	Innovationsregion Mitteldeutschland

Eingangsdaten für die EE-Potenziale (3|4)

	Name	Art	Beschreibung	Datengüte	Datenformat	Quelle
	Landwirtschaftliche Nutzfläche		› Georeferenzierte Lage von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Deutschland	B	Geodaten	HU Berlin, Thünen-Institut, ZALF
	Forstflächen		› Georeferenzierte Daten zur Lage von Wald in Brandenburg	B	Geodaten	LFB
	Biomassestrategie Brandenburg		› Biomassestrategie des Landes Brandenburg mit aggregierten Biomassepotenzialen	B	PDF	MLUK
	Emissionshandelsliste 2021		› Liste aller Emissionshandelspflichtigen Anlagen in Deutschland	A	Excel	DEHSt
	Industrielle Abwärmepotenziale		› Abwärmepotenziale großer europäischer Industrieunternehmen	B	Geodaten	sEEnergies
	Industrielle Abwärme in Deutschland		› Studie zu industrieller Abwärme in Deutschland mit Abwärmefaktoren nach Branchen	B	PDF	S. Brückner, TUM

Eingangsdaten für die EE-Potenziale (4|4)

	Name	Art	Beschreibung	Datengüte	Datenformat	Quelle
	Abwärmernutzung		› Studie zu industrieller Abwärme in DE mit durchschnittlichen Energieverbräuchen nach Branche	B	PDF	IZES
	Kommunale Kläranlagen Brandenburg		› Georeferenzierte Daten zur Lage von Kläranlagen in Brandenburg mit Größe	A	Geodaten	LfU Brandenburg
	Jahresabwassermengen		› Jährliche Abwassermengen nach Bundesland	B	Excel	Destatis
	Energie aus Abwasser		› Leitfaden zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser	B	PDF	LfU Bayern
	Naturschutzgebiete		› Schutzgebiete nach Naturschutzrecht des Landes Brandenburg (NSG, LSG,>NNL (GSG), BE, EZV) und Wasserschutzgebiete des Landes Brandenburg	A	Geodaten	LfU Brandenburg LfU Brandenburg

Geothermie – Flächendarstellungen

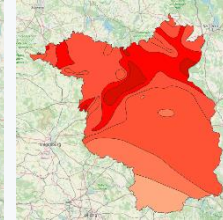


- › Punktuelle Geothermie-Potenzialabfragen sind bereits über das Geothermie-Portal des LBGR ^a abrufbar
- › Eine aussagekräftige Potenzialabschätzung in MWh ist nicht möglich, deshalb werden nur qualitative Informationen angeführt
- › Karten zu Flächenbedarf und Standorteignung für Wärmekollektoren sowie Temperaturniveaus für tiefe Geothermie wurden visuell aufbereitet und eingebunden
- › Für tiefe und oberflächennahe Geothermie werden Wasserschutzgebiete, Seen und Altbergbau ausgeschlossen. Ausschlussgebiete werden in einem zusätzlichen Layer dargestellt

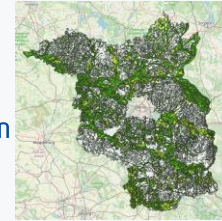
Standorteignung
Wärmekollektoren



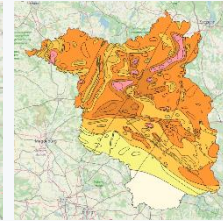
Temperatur in
4000m Tiefe
[°C]



Flächenbedarf
Wärmekollektoren



Temperatur in
2000m Tiefe
[°C]



Darstellung der Geothermie-Potenziale als grundsätzliche Standorteignung für Wärmekollektoren und Temperaturniveaus

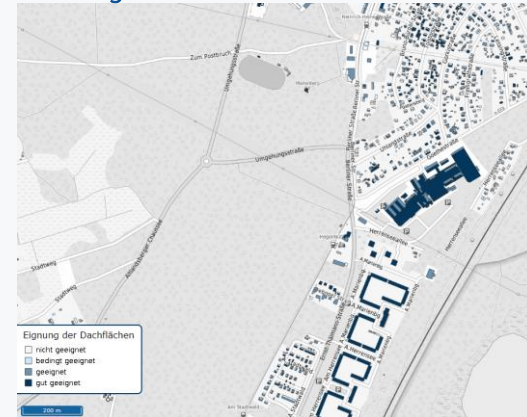
a | LBGR

Solarthermie und PV – Potenzialbeschreibung



- › Bei Aufdach-Anlagen konkurrieren die Technologien Solarthermie und Photovoltaik miteinander
- › Georeferenzierte Daten für PV-Potenziale stammen aus dem Solaratlas der Energieagentur BB ^a
- › Zur Umrechnung der nutzbaren Solarstrahlung von Strom aus einer PV-Anlage zu Wärme aus Solarkollektoren wurden typische Wirkungsgrade der Technologien genutzt (PV-Anlage: ca. 20 %, Solarkollektor 50-75 % ^b)
- › Bei konservativer Abschätzung ist das spezifische thermische Solarkollektor-Potenzial somit 2,5-mal so groß wie das spezifische PV-Potenzial

Auszug Solaratlas WfBB - Dachflächen



Solarthermie- und PV-Potenziale für Aufdachanlagen, werden gebäudescharf dargestellt

a | [Energieagentur b](#) | [Frauenhofer ISE](#)

Solar-Freifläche – Potenzialbeschreibung



- › Georeferenzierte Daten für Freiflächenpotenziale stammen aus dem Solaratlas der Energieagentur BB ^a
- › Die Flächen unterteilen sich in Freiflächen für Photovoltaik nach dem EEG2023 und in potenzielle Agri-Photovoltaikflächen
- › Zu potenzielle Freiflächen werden unter anderem Randstreifen an Autobahnen und Bahngleisen, Ehemalige Konversionsflächen, Halden, Landwirtschaftsflächen mit einer geringen Bodenwertzahl und künstliche Seen gezählt
- › Eine Dokumentation findet sich im Energieportal ^b

Auszug Solaratlas WfBB - Freiflächen



Darstellung der Potenzialflächen für Freiflächensolaranlagen auf Basis von Daten des Energieportal Brandenburg

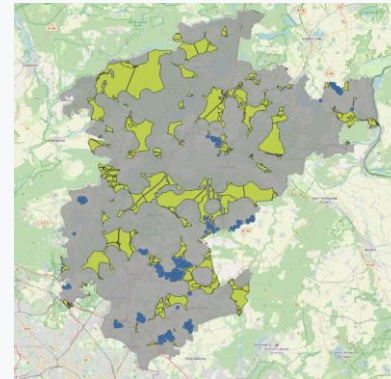
a | [Energieagentur](#) b | [Abschlussbericht Solarpotenzialanalyse](#)

Windkraft – Potenzialbeschreibung



- › Agora Energiewende ^a liefern die maximal nutzbaren Windkraft-Potenzialflächen
- › Diese Flächen schließen Wälder (zu 20 %) und Landschaftsschutzgebiete (zu 5 %) ein.
- › Ausgeschlossen werden z. B. Naturschutzgebiete, 1000m um Wohnsiedlungen und 465m um errichtete Anlagen
- › Das Potenzial auf den Freiflächen wird über einen pauschalen Faktor von 21 MW/km² bestimmt ^b
- › Der Ertrag wird über einen Faktor von 2.600 MWh/MW abgeschätzt ^b

Wind-Potenzialflächen (LK Barnim)



- Für Windkraft ungeeignet
- Für Windkraft geeignet
- Windkraftanlage

Darstellung der Potenzialflächen für Windkraft. Die Potenzialwerte für Wälder und Landschaftsschutzgebiete wurden entsprechend gemindert


a | [Agora Energiewende](#), b | [Umweltbundesamt](#)

Fließgewässerthermie – Potenzialbeschreibung



- › Lage ^a und mittlere Abflussmenge ^b der Fließgewässer stammen aus dem Geoportal Brandenburg
- › Natur/Wasserschutzgebiete werden ausgeschlossen
- › Das jährliche Potenzial E_{Fluss} wird anhand dieser Formel berechnet ^c:

$$E_{\text{Fluss}} = c_{\text{Wasser}} Q \Delta T t_{\text{Jahr}}$$

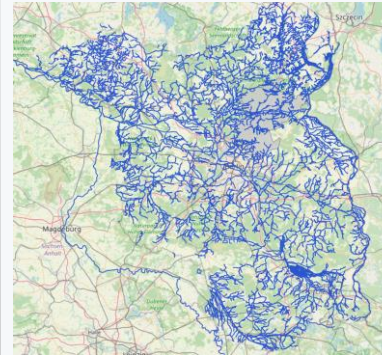
 c_{Wasser} = Spezifische Wärmekapazität von Wasser

 Q = 25 % des mittleren Durchflusses ^d

 ΔT = Temperatur-Spreizung (2K) ^b

 t_{Jahr} = Dauer eines Jahres in Sekunden (31,5 Mio.)

Fließgewässernetz



Fließgewässer Potenzial



Darstellung des theoretischen jährlichen Wärmepotenzials aus Flüssen in Brandenburg

a | [LfL](#), b | [LfL](#), c | [Eawag](#), d | [Fraunhofer IEE](#)

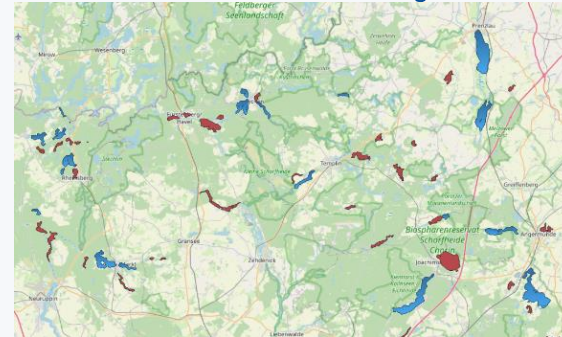
Seethermie – Potenzialbeschreibung



- › Lage und Größe der Seen stammt aus dem Geoportal Brandenburg ^a
- › Folgende Ausschlusskriterien wurden definiert:
 - › Fläche < 1 ha
 - › Tiefe < 15 m ^b
 - › Natur/Wasserschutzgebiete
- › Auf Basis der Potenzialberechnung Zwenkauer See durch die Projektgruppe Seethermie (u.a. BTU, ILK Dresden und Tilia) wurde ein Faktor basierend auf der See Größe abgeleitet: ^c

$$E_{\text{see}} = 0,981[\text{MWh/a}] \times \text{Seefläche}[\text{m}^2]$$

Seen in Brandenburg



- Seen mit Potenzial
- Ausgeschlossene Seen

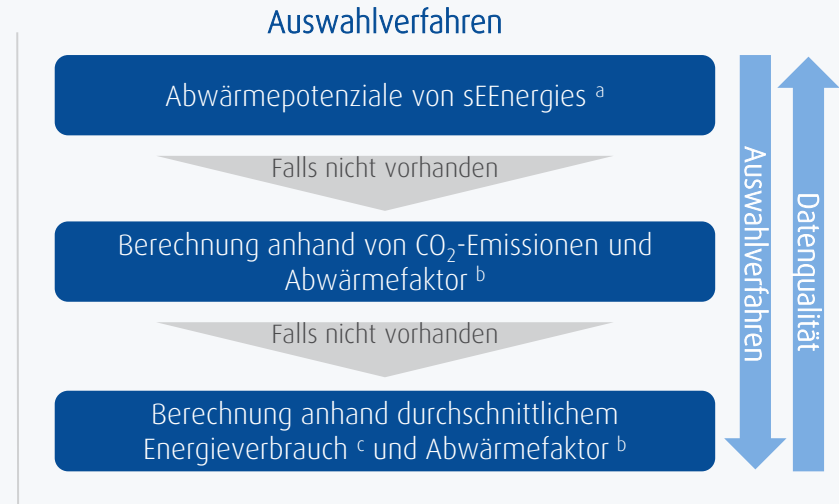
Darstellung des theoretischen Wärmepotenzials aus insgesamt 37 Seen in Brandenburg

a | IfU, b | Eawag, c | Innovationsregion-Mitteldeutschland

Industrielle Abwärme – Potenzialbeschreibung



- › Industrielle Abwärme steht vor allem bei energieintensiven Prozessen zur Verfügung
- › Die Informationen zu Unternehmen stammen aus der Emissionshandelsliste und ce|co Recherche
- › Das theoretische Abwärmepotenzial wird auf drei verschiedene Arten berechnet und die höchste verfügbare Datenqualität zur Potenzialbestimmung verwendet (siehe rechts)



Darstellung der potenziellen Abwärme an 37 Industriestandorten in Brandenburg

a | sEnergies, b | Brücker, c | Grote, Hoffmann und Tänzer

Industrielle Abwärme – Potenzialbeschreibung



Berechnungs- / Auswahlverfahren

1 Abwärmepotenziale von sEnergies^a

Abwärmepotenzial = ausgewählter Wert

- › sEnergies berechnet Abwärmepotenziale großer Industrieunternehmen in Europa
- › Für BB wurde jeweils die höchste Berechnung gewählt

2 Berechnung anhand von CO₂-Emissionen und Abwärmefaktor^b

Energieverbrauch = CO₂-Emissionen/Emissionsfaktor
 Abwärmepotenzial = Energieverbrauch x Abwärmefaktor

- › Abschätzung des Energieverbrauchs mit durchschnittlichen CO₂-Emissionen 2013-2022^b und den jeweiligen Faktoren^c
 - › Erdgas: 0,201 Kg CO₂/kWh
 - › Kohle: 0,399 Kg CO₂/kWh

3 Berechnung anhand durchschnittlichem Energieverbrauch^c und Abwärmefaktor^b

Abwärmepotenzial = geschätzter Energieverbrauch x Abwärmefaktor

- › Abwärmefaktoren werden nach Sektoren zugeteilt^d
- › Wenn keine anderen Informationen vorliegen, wird der durchschnittliche Energieverbrauch nach Branche zugeteilt^e

a | sEnergies, b | DEHSt, c | UBA, d | Brücker, e | Grote, Hoffmann und Tänzer



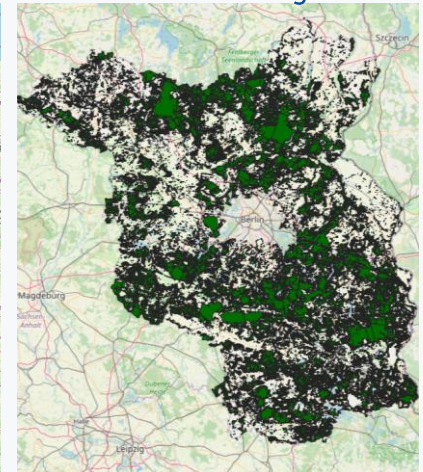
Biomasse – Potenzialberechnung

- › Die ausgewiesenen Biomassepotenziale unterteilen sich in landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und Grünland-Biomasse
- › Die aggregierten Potenziale wurden durch Faktoren aus der Biomassestrategie BB ^a berechnet
- › Aktuell werden etwa 14 % der Ackerfläche für Biomasse verwendet ^b
- › Für das Potenzial wurde angenommen, dass Ackerland bis zu 30 % und Grünland bis zu 12 % für die Biomasseherstellung verwendet werden können ^a
- › Basierend auf einem Wirkungsgrad von 85 % ^c wurde das Potenzial gemindert

Größe und Lage Agrarflächen in Deutschland ^d



Größe und Lage Waldflächen in Brandenburg ^e



a | Biomassestrategie, b | BMEL, c | ENR, d | Blickensdörfer, e | LFB

Biomasse – Potenzialberechnung



Fläche in ha	Faktor ^a	Wirkungsgrad
Ackerland x 30 %	x 12,05 MWh/ha	x 85 %
Grünland x 12 %	x 20,38 MWh/ha	x 85 %
Waldholz	x 0,954 MWh/ha	x 85 %

Potenzialflächen zur Biomasseproduktion



Flächenhafte Darstellung des Biomassepotenzials von landwirtschaftlichem, forstwirtschaftlichem und Grünland-Biopotenzial

a | [Biomassestrategie](#)

Abwasserwärme – Potenzialbeschreibung



- › Email-Anfragen und telefonischer Kontakt zu 67 Abwasserverbänden und Entsorgungsbetrieben in BB
 - › davon positive Rückmeldungen: 3
 - › durch Eigenrecherche gefunden: 3
- › Nutzung von Abwasserwärme erst ab 800 DN^a möglich
 - › Die durchschnittliche Entnahmeleistung bei einer Differenz von 3-4 K liegt bei Beispielprojekten bei 2-4 kW/m^a
 - › Die individuellen Entnahmeleistung muss so bemessen werden, dass die Abwassertemperatur nach Entnahme nicht unter 10 °C liegt

Abwasserrohre (Peitz)



Eine realistische Abschätzung der Abwasserwärmepotenziale anhand der Kanaldaten ist wegen zu geringer Datenverfügbarkeit nicht möglich

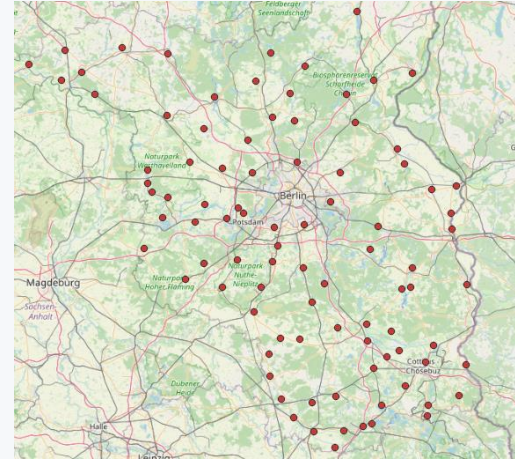
a | IEEU

Abwasserwärme – Potenzialbeschreibung



- › Das Abwasserwärme-Potenzial wird wegen fehlender Daten auf Basis der Kläranlagen berechnet ^a
- › Lage und angeschlossene Einwohnerwerte zu den Kläranlagen in Brandenburg stammen vom LfU
- › Kläranlagen mit weniger als 5000 angeschlossenen Einwohnern werden ausgeschlossen ^b
- › Das Potenzial für Abwasserwärme lässt sich abschätzen durch $1 \text{ m}^3/\text{a} \approx 6,42 \text{ kWh}$, wobei angenommen wird, dass pro Person in BB etwa $99,43 \text{ l/a}$ an Abwasser anfallen ^c
- › Kläranlagen mit über 20.000 EW können zusätzlich ein Potenzial von 60 kWh pro EW und Jahr durch Klärgas gewinnen ^d

Kläranlagen +1000m Radius ^a



Darstellung des Potenzials von Abwasserwärme aus kommunalen Kläranlagen innerhalb eines 1000 m Radius

a | IEFU, b | BLfU, c | destatis (ohne Regenwasser), d | MLUK

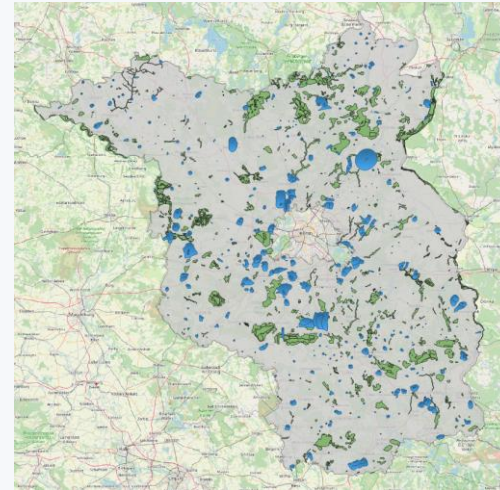
Naturschutzgebiete werden bei den Potenzial-Berechnungen berücksichtigt



- › Das Geoportal des Landes Brandenburg weist georeferenzierte Daten zu Natur- und Wasserschutzgebieten aus
- › Für die Berechnungen werden diese Gebiete ausgeschlossen, falls sie mit den Potenzialen in Konflikt stehen (bspw. keine Windkraft in Naturschutzgebieten)



Natur- und Wasserschutzgebiete Brandenburg



- Naturschutzgebiete
- Wasserschutzgebiete

Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Allgemeines	2
Teil 2 Methodik Datenverarbeitung	19
EE-Potenziale	19
Netze	38
Quellen und Senken	45
Abkürzungsverzeichnis	73

Eingangsdaten für Netzdarstellungen

Name	Beschreibung	Datengüte	Datenformat	Quelle
Originaldaten von Marktakteuren	<ul style="list-style-type: none"> Georeferenzierte Netzlagen sowie Verbrauchsdaten, welche von regionalen Netzbetreibern und Energieversorgern direkt bezogen wurden 	A	Excel, Geodaten	Siehe Anhang für Quellen einzelner Akteure
Wärmenetzsammlung vom Landesamt für Bauen und Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> Sammlung von Zeichnungen und Bilddateien, Leistung, Energie und Energieträgern von regionalen Netzbetreibern im Zuge einer Bestandsaufnahme des Landes 	C	PDF, JPG	LBV intern (2020)
Daten von Webseiten von Netzbetreibern	<ul style="list-style-type: none"> Durch Recherche ermittelte Informationen zur Netzlage, Primärenergiefaktor und CO₂-Faktoren von Webseiten 	C	PDF, JPG	Siehe Anhang für Quellen einzelner Akteure
Daten für Straßenzüge	<ul style="list-style-type: none"> Informationen zu den Straßenzügen in Brandenburg 	A	Geodaten	OpenStreetMap
Energiesteckbriefe Kommunen in Brandenburg 2019	<ul style="list-style-type: none"> Gemeindescharfe Verbrauchsdaten von Kommunen in Brandenburg, basierend auf Werten aus 2019 	A	Excel	WfBB intern

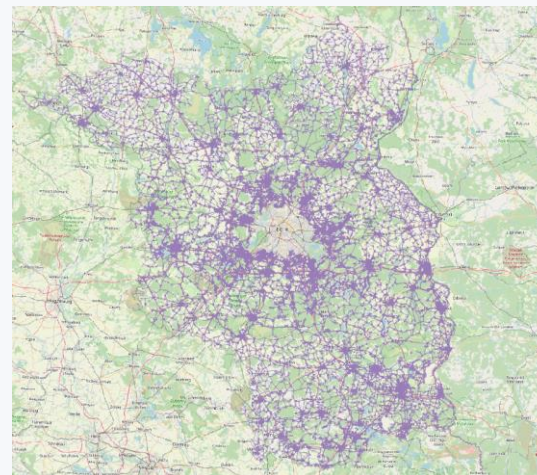


WFBB
Wirtschaftsförderung
Brandenburg

OpenStreetMap Straßenverläufe bilden die Grundlage von Netzdaten und Wärmliniendichten



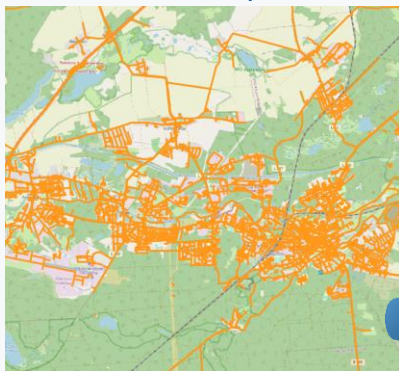
- › Das Straßennetz umfasst ganz Brandenburg
- › Vorhandene Informationen differenzieren Straßen nach vorgegebener Kategorisierung, u.a.: Bundesfernstraßen, Landesstraße, Staatsstraßen Kreisstraßen und Gemeindestraßen
- › Falls verfügbar, sind Straßenname und entsprechende Referenz (z. B. A7, B53, L31,...) ergänzt
- › Zusätzlich haben alle Straßenabschnitte eindeutige Identifikationsnummer (Straßen-ID) erhalten



Aufbereitete Straßenabschnitte haben eindeutige Straßen-IDs und wurden mit Gebäuden sowie Netzinformationen verknüpft

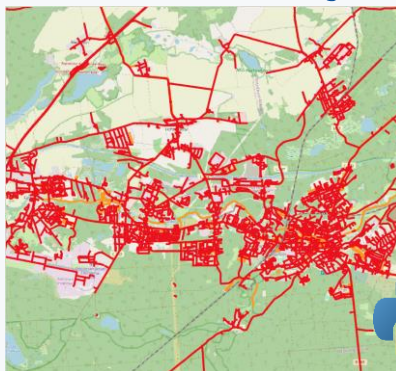
Straßen- und Netzdaten wurden mit Hilfe von Skripten verarbeitet

OSM Input



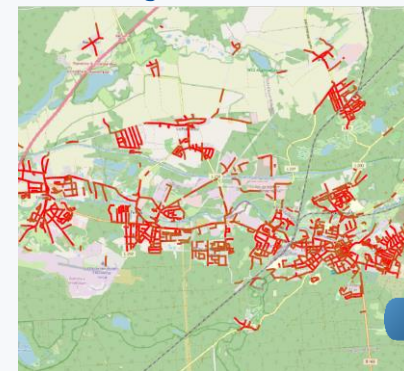
- › Download der frei verfügbaren OSM-Datensätze in Paketen je Landkreis

Datenaufbereitung



- › Ergänzung von Metadaten (wie z. B. Vergabe einer eindeutigen StraßenIDs)
 - › Datenclearing
 - › löschen unnötiger Informationen und Straßenabschnitten
 - › Neuaufteilung der Straßen-Abschnitte

Ergebnisdaten



- › Verknüpfung mit Netzdaten (Netzanschluss-Information zu FW, NW, Gas, H2)
- › Verknüpfung mit Gebäude-Daten (Zuordnung Gebäude zu Straße; Ermittlung der Wärmeliniedichte aus Wärmebedarf von Gebäuden)

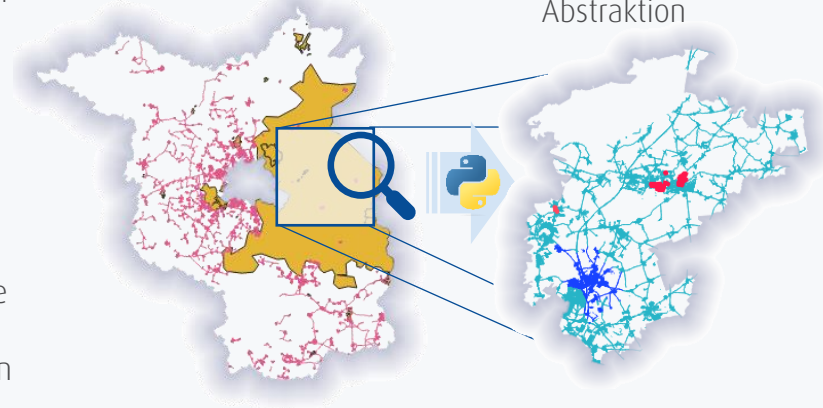
Netze wurden abhängig von ihrem Darstellungstyp mithilfe von Skripten straßenzugscharf verschnitten

- › Verknüpfung von Netz und Straßendaten über automatisierbare Python-Skripte
 - › Dabei wurden den Straßen vorliegende Netzinformationen zugeordnet
 - › Python-Algorithmus nutzt zur Zuordnung Entfernungen zwischen vorhandenen Netzen und Straßen (Radius: max. 10m Abstand zw. Netzverlauf und Straße)
 - › Durch das Abstraktionsverfahren entstehen Ungenauigkeiten, auch wenn reale Netzverläufe die Datengrundlage bilden
- › Bei Linien als Datengrundlage: Verwendung eines Radius um die Netz-Linien
- › Bei Flächen: Übernahme von Straßen innerhalb der Netz-Flächen

Straßenzugscharfe Netzdarstellung am Beispiel Barnim

Aufbereiteter Dateneingang

Straßenzugscharfe Abstraktion



Aufbereiteter Dateneingang

- als Linie
- als Fläche

Straßenzugscharfe Ergebnisdaten

- Gasnetze
- Fernwärmenetze

Aus uneinheitlichen Quelldaten konnten straßenzugscharfe Netzinformationen abgebildet werden

Eingangsdaten



Eberswalde_Prignitzer-Str_FW_Versorgungsgebiet_EWE.pdf

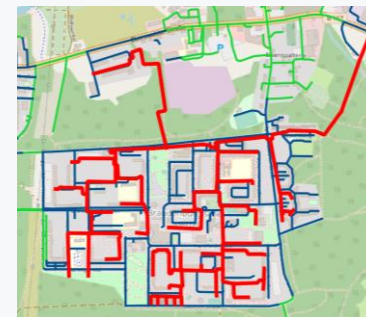
- › Netzdaten lagen größtenteils als Bild oder PDF Dateien vor
- › Die Bilddateien wurden zur Georeferenz in QGIS abgezeichnet

Datenaufbereitung



- › Verschneidung aller Netze zu einer gemeinsamen Datei mit einheitlichen Informationen
- › Ergänzung von Metadaten (wie z. B. einer NetzID oder Netzart)

Verschnitt mit Straßen



- › Verknüpfung von Netz und Straßendaten über automatisierbare Python-Skripte
- › Straßenzugscharfer Verschnitt hilft bei der Zuordnung von Anschlüssen an Gebäude

Neben den straßenzugscharfen Verläufen, verfügen die Netzdaten über Metadaten ^a mit Zusatzinformationen

Jedem Netz wurde eine spezif. ID zugewiesen mit der auch der Betreiber zugeordnet werden kann

ID

ART

Netze wurden in Gas- und Fern-/Nahwärme differenziert

Falls vorhanden, wurde ein Primärenergiefaktor ergänzt

PEF

CO₂

CO₂-Emissionsfaktoren wurden von jedem einzelnen Betreiber (wo vorhanden) implementiert

Fernwärmenetze weisen verfügbare Leistung in MW aus

Leistung

Energie

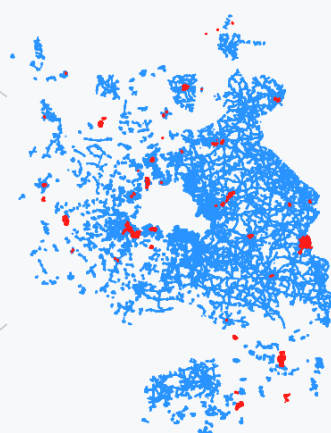
Verfügbare Wärmemengen bzw. Energie wurde für Wärmenetze

Netze weisen die zur Wärmeerzeugung genutzte Energieträger aus

Energieträger

Datenquelle

Datenquelle und die damit verbundene Datenqualität ist für alle Netze ausgewiesen



Die Metadaten ergänzen das Datenbild. Die Datengenauigkeit schwankt jedoch je nach Datenquelle deutlich. Auch Datenlücken konnten nicht ausgeschlossen werden

^a | Gas- und Fernwärmenetze besitzen jeweils unterschiedliche Metadaten

Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Allgemeines	2
Teil 2 Methodik Datenverarbeitung	19
EE-Potenziale	19
Netze	38
Quellen und Senken	45
Abkürzungsverzeichnis	73

Übersicht der wichtigsten Eingangsdaten zu Quellen und Senken

	Name	Beschreibung	Datengüte	Datenformat	Quelle
	Alkis	› Georeferenzierte Gebäudedaten inkl. Grundfläche, Geschossanzahl und Funktion	A	Shape	OpenGeodata Server der LGB
	Zensusdaten	› Gebäudeinformationen u.a. zur Baualtersklasse und der Anzahl der Wohneinheiten	B	CSV	Webseite des Zensus 2011
	Solaratlas	› Auszug aus dem Solaratlas inkl. Aufdach Solarpotenzial und Dachform der Gebäude	A	CSV	WfBB intern
	IWU Gebäude-typologie	› Spezifische Wärmebedarfe für Wohn- und Nichtwohngebäude basierend auf baulichen Charakteristika	C	PDF / Excel	Webseite des IWU; IWU Github
	Netzdaten	› Netzlage und Anschlussverfügbarkeit für Gebäude	C	Diverse	Vgl. Kapitel „Netze“
	Studien	› Diverse Studien zum Wärmesektor in Brandenburg	C	Diverse	Diverse, u.a. BDEW , AFSBB
	UBA Dashboard	› Endenergiebedarfe für Wärme und Kälte, je Landkreis und Gebäudekategorie	C	HTML	UBA Dashboard Webseite

Die Gebäudedaten wurden in drei große Kategorien unterteilt



Die Analyse verlief jeweils entlang der spezifischen Eigenschaften dieser drei Kategorien. Wohn- und Nichtwohngebäude unterscheiden sich im Vorgehen nur geringfügig

Bei Bedarf werden die Gebäudetypen im folgenden auch abgekürzt als: Wohngebäude = WG; Nicht-Wohngebäude = NWG; Industrie = IND

Die Daten zu Wohn- und Nichtwohngebäuden wurden in einem schrittweisen Prozess erstellt

Schematisches Vorgehen WGs & NWGs:



Jedes Gebäude besitzt eine Information zu seinem Wärme-, Kälte-, und Endenergiebedarf sowie CO₂-Emissionen

^a | Institut für Wohnen und Umwelt

Die Berechnung des Wärmebedarfs war dabei am arbeitsintensivsten und gliederte sich in verschiedene Bereiche

Schematisches Vorgehen WGs & NWGs:

Teilbereiche:



Die Ermittlung des Wärmebedarfs war ein sukzessiver Prozess, der auf Daten des ALKIS und Zensus sowie auf statistischen Daten basiert

Die ALKIS Daten wurden vom OpenGeodata Server der LGB getrennt nach Landkreisen heruntergeladen



ALKIS Daten
im .shp Format

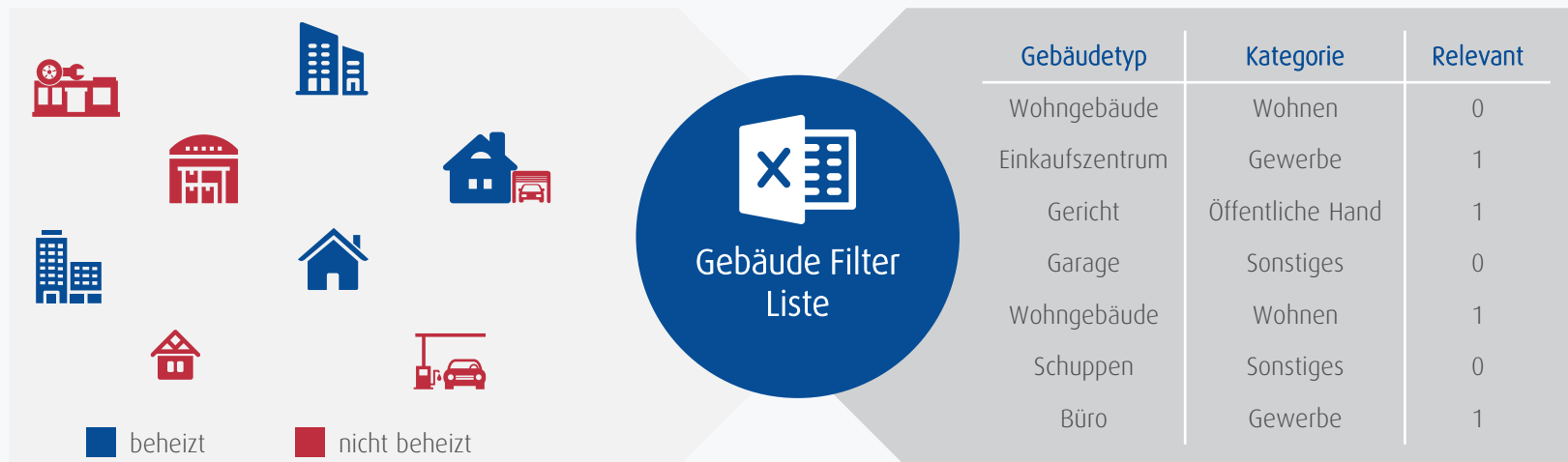


ID	Funktion	Anzahlgs	Lage	Geometrie
Ae6JBL	Wohnhaus	1	Musterstr. 4	Polygon ((...))
gDxIBL	Garage	0	Münsterstr. 10 a	Polygon ((...))
h6KaBL	Stall	1	Gartenweg 56	Polygon ((...))
ckxRBL	Wohnhaus	2	Dorfstr. 82	Polygon ((...))
N1KYBL	Gartenhaus	0	Wiesenrain 3	Polygon ((...))

Die Gebäude enthalten wesentliche Strukturdaten wie Gebädefunktion, Geschossanzahl und Adresse

[OpenGeodata Server LGB](#)

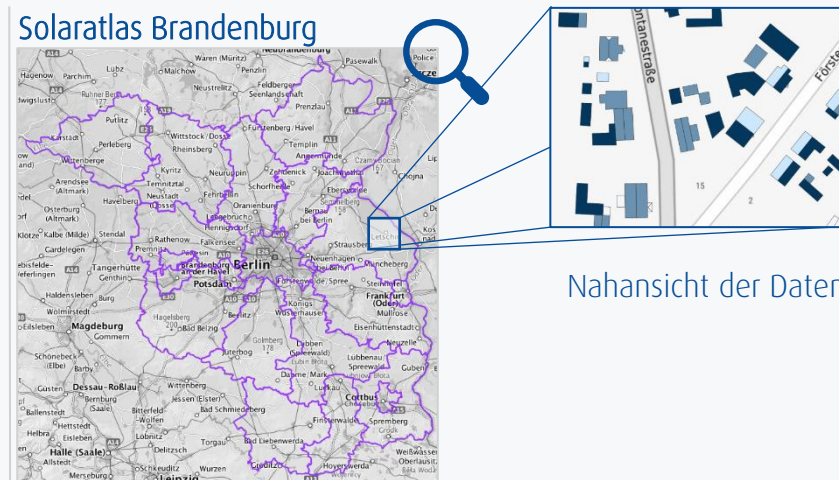
Der ALKIS Datensatz umfasst auch einzelne Gebäudeteile und nicht beheizte Gebäude



Alle nicht beheizten Gebäude(-teile) wurden in der weiteren Analyse nicht berücksichtigt und daher herausgefiltert. Zusätzlich wurden alle Gebäude mit einer Grundfläche < 35 m² entfernt

Die ALKIS Daten wurden mit den Daten aus dem Solaratlas Brandenburg verschnitten

- › Der Solaratlas Brandenburg umfasst eine Datenbank mit georeferenzierten, gebäudescharfen Informationen
- › Dazu zählen u. a. die Gebäudedachform und die Eignung der Gebäudedachflächen für jedes Gebäude sowie freie Potenzialflächen
- › Für die Berechnung der Wärmebedarfe war besonders die Gebäudedachform relevant
- › Die bisherigen Gebäudedaten und die Daten des Solaratlas konnten anhand ihrer Georeferenz gebäudescharf miteinander verschnitten werden



Nahansicht der Daten

Der bisherige Gebäudedatensatz wurde somit um die Informationen aus dem Solaratlas ergänzt

[Solaratlas Brandenburg \(WfBB\)](#)

Die Zensus-Daten wurden im Gitterzellenformat von der Zensus-Webseite heruntergeladen

zensus 2011
Wissen, was morgen zählt

Zensus-Daten im .csv Format

consult
con energy

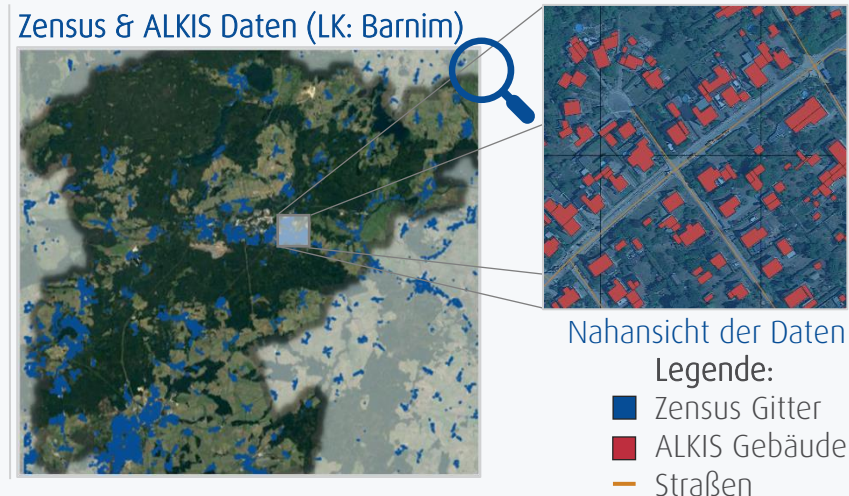
Gitter ID	Merkmal	Ausprägung	Anzahl
100mN32769E45654	Insgesamt	Einheiten insgesamt	10
100mN32769E45654	Baujahr	1996 – 2000	4
100mN32769E45654	Baujahr	2001 – 2004	3
100mN32769E45654	Eigentum	Privatperson	9
100mN32769E45654	Gebäudeart	Wohngebäude	10

Für jedes 100x100m Gitter lagen aggregierte Daten aller dort verorteten Gebäude vor. Die Zensus-Daten ermöglichten jedoch in dieser Form keine gebäudescharfe Zuordnung

[Gitterzellenbasierte Zensus-Daten](#)

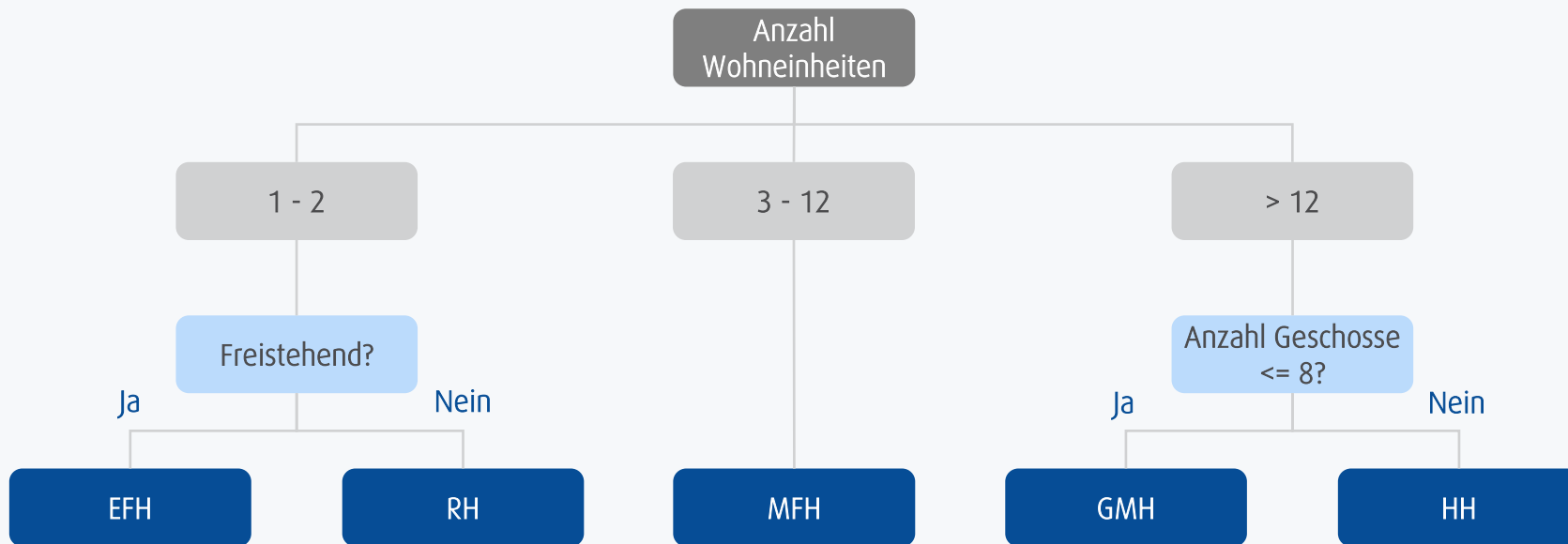
Die bisherigen Gebäudedaten wurden anschließend mit den Daten des Zensus verschnitten

- › Die Zensus-Daten lieferten Auskunft über die Baualtersklassen der Gebäude und die Anzahl der Wohneinheiten
- › Dies ermöglichte es die Wohngebäude näher zu klassifizieren und in weitere Gruppen zu unterteilen
- › Die bisherigen Gebäudedaten und die Daten des Zensus wurden anhand ihrer Georeferenz gitterscharf miteinander verschnitten



Der Gebäudedatensatz bot nun eine Grundlage zur präzisen Schätzung des Wärmebedarfs

Auf Basis der bisherigen Daten konnten die Wohngebäude anhand einer Logik weiter differenziert werden



Quelle: ce|co intern; EFH = Einfamilienhaus; RH = Reihenhaus; MFH = Mehrfamilienhaus; GMH = Großes Mehrfamilienhaus; HH = Hochhaus

Anhand der IWU Gebäudetypologie konnten spezifische Wärmebedarfe für die Gebäude ermittelt werden

Wohngebäude



- › Zuteilung eines spez. Wärmebedarfs anhand des Gebäudetyps (EFH, MFH, ...) und der Baualtersklasse möglich
- › Spez. Wärmebedarfe liegen für verschiedene Baualtersklassen vor und berücksichtigen bauliche Trends der vergangenen Jahre
- › Regionale Besonderheiten (bspw. Plattenbau) wurden berücksichtigt

Nichtwohngebäude



- › Zuteilung eines spez. Wärmebedarfs anhand des Gebäudetyps (Büro, Schule, Handelsgebäude, ...) und der Baualtersklasse möglich
- › Die Nicht-Wohngebäude wurden in drei Baualtersklassen (Vor 1978, 1978 – 2010, nach 2010) unterteilt

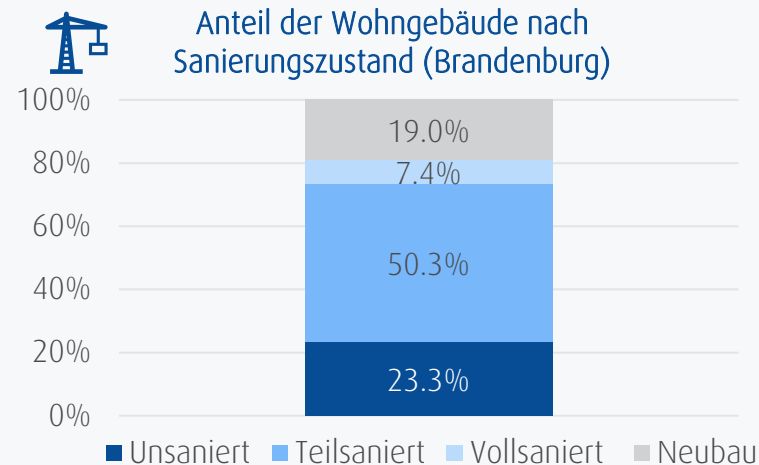
Sanierungszustand

- › Für WGs sind die spezifischen Wärmebedarfe unter verschiedenen Sanierungszuständen dargestellt
- › WGs konnte ihr spezifischer Wärmebedarf somit unter Berücksichtigung ihres Sanierungszustandes zugeteilt werden
- › Bei Nicht-Wohngebäuden liegt diese Differenzierung nicht vor
- › Der spez. Wärmebedarf der Nicht-Wohngebäude berücksichtigt daher nur den Gebäudetyp und das Baulter

Quellen: [IWU.NWG Typologie \(2022\)](#); [IWU.NWG Beispielgebäude \(2015\)](#)

Zur akkurateren Modellierung des Wärmemarktes wurde jedem Gebäude ein Sanierungszustand zugewiesen

- › Da keine gebäudescharfe Ermittlung des Sanierungszustands möglich war, erfolgte die Zuordnung anhand statistischer Verteilung
- › Der Sanierungszustand wurde basierend auf ihrem Anteil gem. UBA Studie ^a zugewiesen. Die Anzahl der Neubauten aus der Gebäudefortschreibung des Zensus wurde für die Verteilung der Neubauten auf regionaler Ebene genutzt
- › Je nach Sanierungszustand erhielt ein Gebäude einen spez. Wärmebedarf gem. IWU Gebäudetypologie ^b
- › Die Nicht-Wohngebäude bekamen den Zustand unsaniert

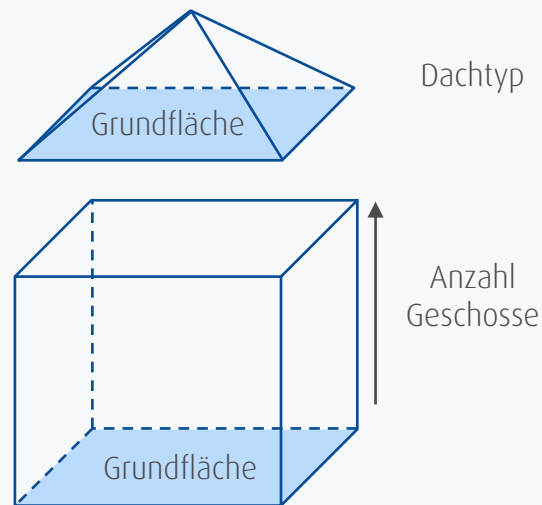


Die Zuordnung eines Sanierungszustands hilft den Wärmemarkt besser abzubilden und stellt die Grundlage für die Weiterentwicklung der Gebäude im Prognosemodell dar

a | UBA (2019), S.17; b | IWU (2015), S.110ff.

Basierend auf der Gebäudeform und dem spez. Wärmebedarf wurde der gesamte Wärmebedarf der WGs und NWGs berechnet

- › Folgende Annahmen wurden getroffen: Keine beheizten Untergeschosse. Dachflächen der Wohngebäude können bewohnt werden, für sie fallen 75 % des Wärmebedarfs eines normalen Geschosses an. Sofern der Dachtyp „Flachdach“ vorliegt, kann das Dach nicht zu Wohnzwecken genutzt werden. Nicht-Wohngebäude haben keine beheizten Dachflächen ^a
- › Die Berechnung des Wärmebedarfs erfolgte entlang folgender Formeln:
 - › Beheizte Fläche ^b = Grundfläche * Anzahl Geschosse * Abschlagsfaktor
 - › Beheizte Fläche ^c = Grundfläche * (Anzahl Geschosse + 0,75) * Abschlagsfaktor
- › Wärmebedarf = Beheizte Fläche * spez. Wärmebedarf



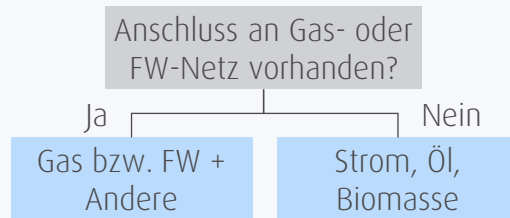
a | [Wärmekataster Hamburg Handbuch, S.3f.](#); b | Wenn Dachtyp = Flachdach; c | Wenn Dachtyp ≠ Flachdach; d | je/c/o Annahmen

Im nächsten Schritt wurden den Gebäuden ein Energieträger und ein Heizungssystem zugewiesen



Energieträger

- › Im ersten Schritt wurde der Netzanschluss der Gebäude geprüft
- › Bei ausbleibender Verfügbarkeit eines Gas- oder FW-Netzes wurde ein anderer Energieträger gem. BDEW ^a zugeordnet



Heizungssystem

- › Basierend auf dem Energieträger wurde dem Gebäude dann ein Heizungssystem zugewiesen
- › Bei einigen Energieträgern waren Mehrfachauswahlen möglich:
 - Gas: BW-Kessel & Etagenheizung
 - Strom: el. WP & Nachtspeicher
- › In diesen Fällen wurden die Heizungssysteme anteilig auf die Gebäude verteilt, gewichtet nach Gebäudetypen ^b



Sekundäre Heizung

- › Den Gebäuden wurde zusätzlich auch noch eine sekundäre Heizung zugeordnet
- › Aufgrund der Datenlage erfolgte die Zuordnung nur bei Wohngebäuden
- › Die sekundären Heizungen „Kamin“ und „Solarthermie“ wurden statistisch auf die Wohngebäude verteilt ^c

a | BDEW (2019), S.6; b | Regionalstatistik (2021), Tabellencode: 31231-02-01-4; c | BDEW (2019), S.22

Anhand des Wärmebedarfs, des Energieträgers und des Heizungssystems wurde anschließend der Endenergiebedarf berechnet

- › Zur Berechnung des Endenergiebedarfs je Gebäude wurde der gesamte Nutzwärmebedarf eines Gebäudes mit dem Nutzungsgrad seines Heizungssystems verrechnet
- › Es wird angenommen, dass es sich bei den installierten Heizungssystemen der Gebäude um Bestandsheizungen handelt
- › Der berechnete Endenergiebedarf bezog sich auf die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser, Kältebedarfe wurden gesondert betrachtet



Bestandsheizungen & Nutzungsgrade

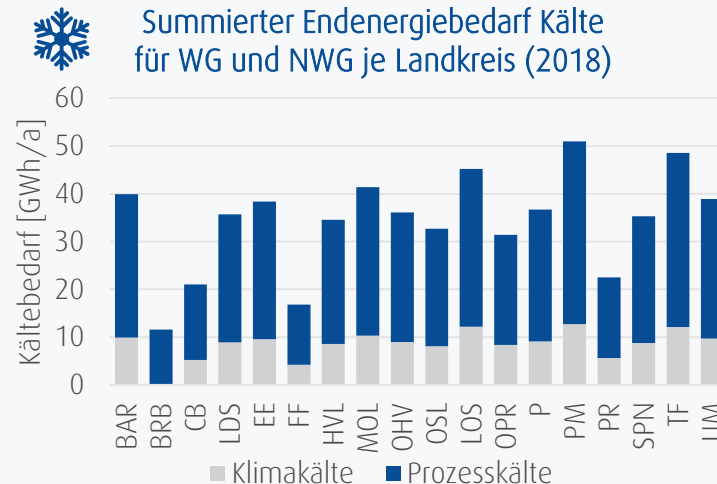
Bestandsbeheizung	Min. Nutzungsgrad ^a
Fernwärme	95 %
Gaskessel	85 %
Ölkessel	85 %
Pelletkessel	85 %
Gasetagenheizung	85 %
Nachtspeicher	95 %
el. Wärmepumpe	200 %

Der Endenergiebedarf bezog sich nur auf Raumwärme und Warmwasser. Im Anschluss wurden die Kältebedarfe der Gebäude ermittelt

^a | Die angegebenen Nutzungsgrade bilden untere Grenzwerte und steigen mit der jeweiligen Gebäudeeffizienz um bis zu 5%, bei Wärmepumpen um bis zu 150%

Der Endenergiebedarf für Kälte wurde in die Bereiche Klima- und Prozesskälte aufgeteilt

- › Die Kältebedarfe wurden gebäudescharf auf die Wohn- und Nichtwohngebäude verteilt
- › Die Daten basierten auf einer Studie des UBA und lagen auf Landkreisebene vor ^a
- › Es wurde hierbei zwischen Klima- und Prozesskälte differenziert
- › Wohngebäuden wurde nur ein Klimakältebedarf zugewiesen, während hingegen Nicht-Wohngebäude Klima- sowie Prozesskältebedarfe haben konnten
- › Die Differenzierung der Nicht-Wohngebäude erfolgte anhand ihrer Gebäudenutzung

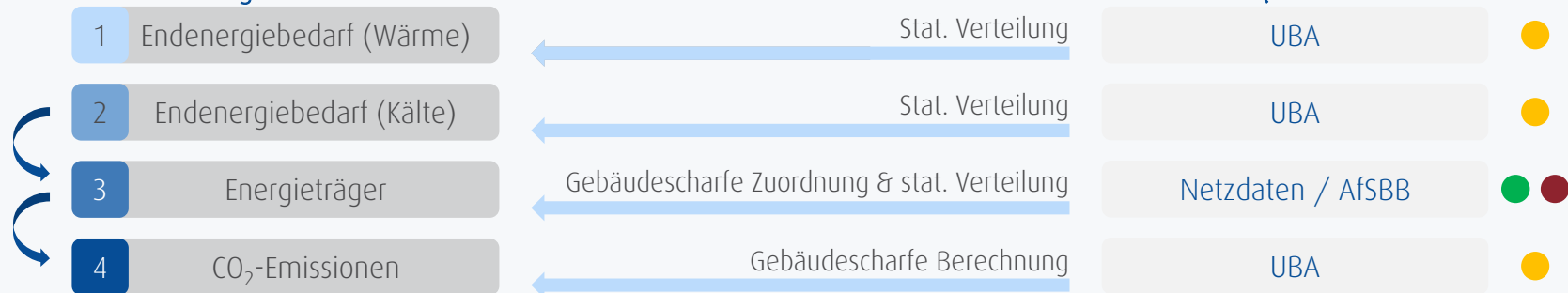


Die Kältebedarfe wurden statistisch auf die Wohn- und Nichtwohngebäude verteilt

^a | [UBA \(2018\)](#)

Für den Bereich Industrie wurde ein anderes Vorgehen gewählt

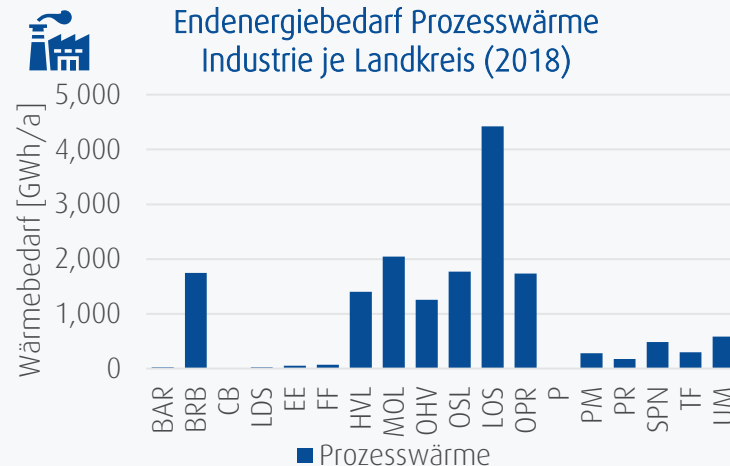
Schematisches Vorgehen Industrie:



Die Datenlage für die Industrie war sehr lückenhaft, weshalb die Ergebnisse die Realität nur geringfügig widerspiegeln können

Die Wärmebedarfe wurden über verfügbare Statistiken zugeordnet

- › Die Daten basierten auf einer Studie des UBA und lagen auf Landkreisebene vor ^a
- › Für die Industrie waren insb. die Prozesswärmemengen relevant
- › Die Endenergiebedarfe wurden auf alle identifizierten Industriegebäude gleichverteilt
- › Eine hohe Datengüte auf Gebäude-, Gemarkungs- oder Gemeindeebene ist somit nicht mehr gegeben. Auf Ebene der Landkreise entsprechen die Mengen dann jedoch wieder der Realität

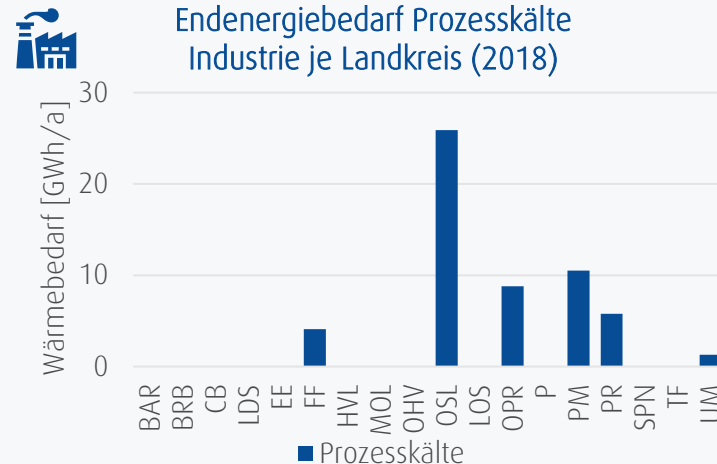


Die Prozesswärmebedarfe wurden auf die Gebäude gleichverteilt und resultieren dort in einer geringen Datenqualität. Auf Landkreisebene stimmen die Daten wieder mit der Realität überein

a | [UBA \(2018\)](#)

Für die Kältebedarfe wurde ein analoges Vorgehen gewählt

- › Die Daten basierten auf einer Studie des UBA und lagen auf Landkreisebene vor ^a
- › Für die Industrie waren insb. die Prozesskältemengen relevant
- › Die Endenergiebedarfe wurden auf alle identifizierten Industriegebäude gleichverteilt
- › Eine hohe Datengüte auf Gebäude-, Gemarkungs- oder Gemeindeebene ist somit nicht mehr gegeben. Auf Ebene der Landkreise entsprechen die Mengen dann jedoch wieder der Realität

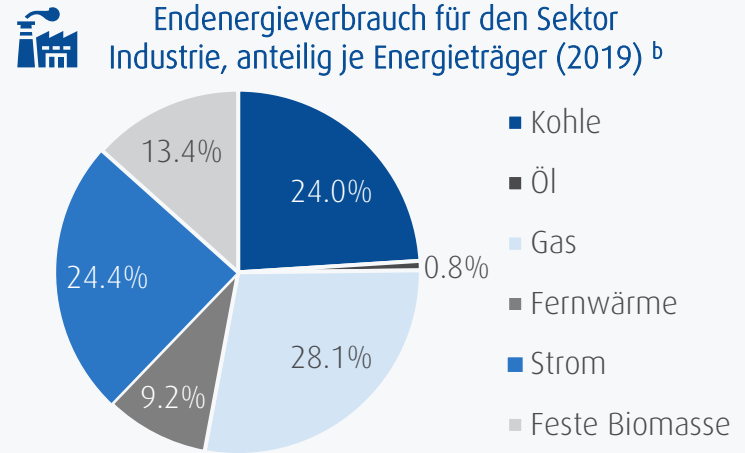


Die Prozesskältebedarfe wurden auf die Gebäude gleichverteilt und resultieren dort in einer geringen Datenqualität. Auf Landkreisebene stimmen die Daten wieder mit der Realität überein

^a | [UBA \(2018\)](#)

Die Endenergiebedarfe für Wärme und Kälte wurden anschließend anhand geeigneter Daten auf die Energieträger verteilt

- › Analog zu den Wärme- und Kältebedarfen lagen für die Energieträger der Industrie kaum Daten vor
- › Die Verteilung der Endenergiebedarfe auf die einzelnen Energieträger erfolgte daher ebenfalls anhand statistischer Verteilung
- › Ausgangsbasis hierfür war die Energie- und CO₂-Bilanz des Landes Brandenburg ^a und die dortige Verteilung
- › Die einzelnen Energieträger wurden in dem Verhältnis auf die Industriegebäude verteilt, unter besonderer Berücksichtigung der Netzsituation vor Ort
 - › Ein Gebäude ohne Gasnetz bekam kein Gas



Die Wärme- und Kältebedarfe liegen auf Ebene der Endenergie vor und konnten daher unmittelbar für die Berechnung der CO₂-Emissionen verwendet werden

a | Energie- und CO₂-Bilanz im Land Brandenburg 2019 (2022); b | Eigene Berechnung basierend auf Quelle a

Die Daten des Wärmekatasters werden im Energieportal nicht gebäudescharf sondern in zusammengefasster Form dargestellt

- › Die generierten Daten umfassen alle Informationen auf gebäudescharfer Ebene (Tausende Zeilen; ~55 Spalten)
- › Aufgrund der Datenschutz-Restriktionen dürfen die Daten nicht gebäudescharf im Energieportal abgebildet werden und wurden daher in aggregierter Form übergeben
- › Die Daten können auf verschiedenen geografischen Ebenen aggregiert werden (Gemarkung, Gemeinde, Landkreis, ...)
- › Für jede geografische Ebene liegen die Daten für verschiedene Attribute vor, bspw. CO₂-Emissionen, Endenergie- oder Nutzenergiebedarf
- › Die einzelnen Datenpakete wurden im georeferenzierten Shape-Format an den Betreiber des Energieportals übergeben

Gebäudescharfe Daten: WG & NWG & Industrie

Funktion	Wärmebedarf [kWh/a]	CO ₂ -Emissionen [g/a]	...	Gemeinde
Wohnhaus	12.155	11.488	...	Wandlitz
NWG	53.258	50.142	...	Wandlitz
Wohnhaus	18.942	13.158	...	Wandlitz
Industrie	122.561	115.997	...	Eberswalde
Wohnhaus	17.074	16.752	...	Eberswalde
Wohnhaus	87.925	85.656	...	Biesenthal

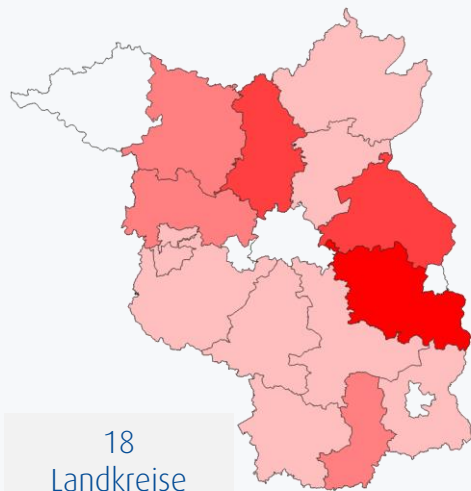
Gemeindescharfe Daten: WG & NWG & Industrie

Gemeinde	Wärmebedarf [kWh/a]	Gemeinde	CO ₂ -Emissionen [g/a]	Gemeinde	Erdgas [kWh/a]
Wandlitz	84.355	Wandlitz	74.788	Wandlitz	51.582
Eberswalde	139.635	Eberswalde	129.155	Eberswalde	144.902
Biesenthal	87.925	Biesenthal	85.656	Biesenthal	57.823

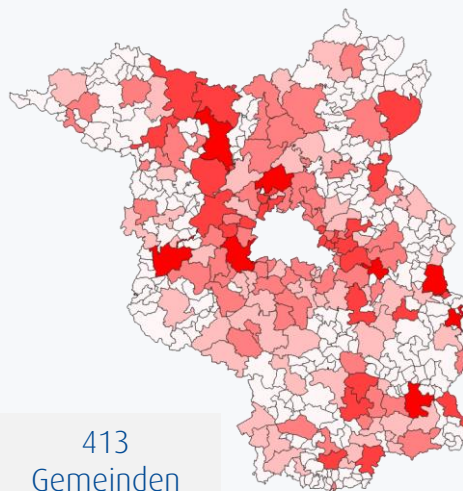
Schematische Darstellung

Die Aggregation der Daten auf die verschiedenen geografischen Ebenen ist am Beispiel des Endenergiebedarfs dargestellt

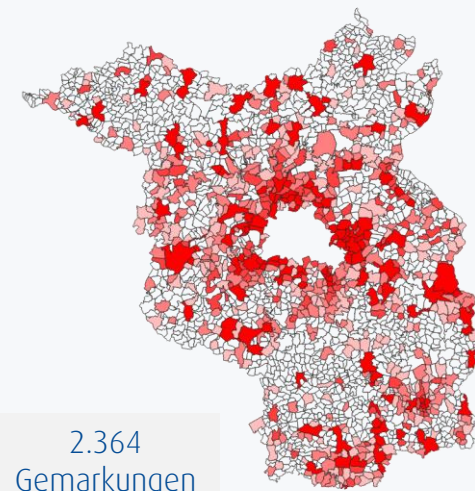
Landkreise – Endenergiebedarf



Gemeinden – Endenergiebedarf

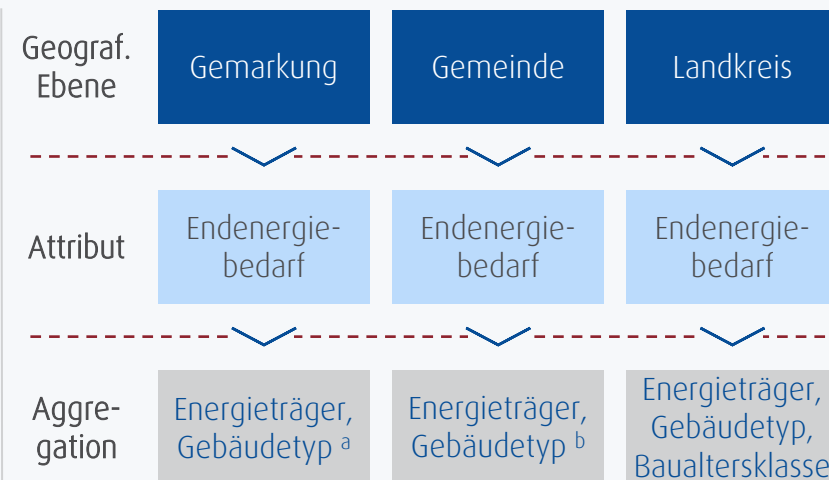


Gemarkungen – Endenergiebedarf



Aus Datenschutzgründen wurden die Daten je nach geografischer Ebene unterschiedlich stark zusammengefasst

- › Innerhalb eines Attributes besteht die Möglichkeit, die Daten zu filtern, bspw. Endenergiebedarf für Gas aller EFHs einer Baualtersklasse je geografischer Ebene
- › Um Rückschlüsse auf einzelne Gebäude auszuschließen, wurden die Daten je nach geografischer Ebene stärker bzw. weniger stark zusammengefasst
- › Eine analoge Aggregation der Daten wurde auch für die Attribute CO₂-Emissionen und Nutzenergie vorgenommen
- › Gebäudestatistische Daten werden auf allen geografischen Ebenen nach Baualtersklasse, Nutzung und Sanierungszustand aggregiert



Dadurch wird vermieden, dass Rückschlüsse auf einzelne Gebäude möglich sind

a | Vereinfachter Gebäudetyp = Wohnen, Gewerbe, Industrie; b | Detaillierter Gebäudetyp = EFH, RH, MFH, ...

Bilanzierungsmethodik des ifeu: BISKO – Bilanzierungs-Systematik Kommunal

- › BISKO ist eine Methodik zur kommunalen Treibhausgasbilanzierung für Energie- und Verkehrssektor
- › Dabei konnten mehrere Elemente festgelegt werden, welche die BISKO-Standards bilden, u.a.:



Endenergiebasierte Territorialbilanz

Alle Endenergieverbräuche innerhalb der Gemarkung auf einer Kommune sollen erfasst werden



Differenzierte Aufteilung

Aufteilung in unterschiedliche Sektoren und Energieträger



Ausweisung Datengüte

Zeigt Aussagekraft der Bilanz und zu Grunde liegender Daten



CO₂-Faktoren ohne Äquivalente & Vorketten

Berücksichtigung von reinen CO₂-Emissionen nach dem UBA bei Emissionsfaktoren



Bilanzierung ohne Witterungskorrektur

Für Basiskalkulation einer Kommune nicht notwendig

Bilanzierungsprinzip: endenergiebasierte Territorialbilanz

„Es werden **alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie** (Energie, die z. B. am Hauszähler gemessen wird) berücksichtigt und den verschiedenen Verbrauchssektoren zugeordnet. **Über spezifische Emissionsfaktoren werden dann die THG-Emissionen berechnet.** Graue Energie^a wird nicht bilanziert.“ BSKO


- › Bilanzierung im Wärmekataster bezogen auf **Endenergie, die Wärmeerzeugung zugeordnet werden kann**
- › Die Bilanzierung im Wärmekataster Brandenburg soll auf verschiedenen Ebenen möglich sein, differenziert nach:
 - › Gebäudetyp (WG, NWG, Industrie)
 - › Energieträger
 - › Territorialbilanz auf Gemeindeebene (Aggregation generell auf beliebigen Ebenen möglich)
 - › Aufteilung in Raumwärme, Prozesswärme, Kälte möglich

Die Bilanzierung folgt einer Verursacherbilanz ohne Vorkette für Wärmeerzeugung und wird gebäudescharf nur für CO₂-Emissionen berechnet

^{BSKO}
a | graue Energie: Energie, die bei der Herstellung von Gütern benötigt wird

Die CO₂-Emissionen für Prozess- und Raumwärme sowie Kältebedarfe wurden anhand von Emissionsfaktoren bestimmt

- › Die Emissionsbilanzierung wurde gemeinsam in Abstimmung mit dem Landesamt für Statistik Brandenburg abgestimmt und erfolgte gem. der Faktoren des Umweltbundesamts
- › Die CO₂-Emissionen wurden gebäudescharf ermittelt, indem der Endenergiebedarf und der eingesetzte Energieträger jeweils mit dem seinem Emissionsfaktor verrechnet wurde
- › Die CO₂-Emissionen wurden getrennt nach Prozess- und Raumwärme sowie Prozess- und Raumkälte betrachtet. Die CO₂-Emissionen für Kälte wurde mit den spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren von Strom bestimmt

 Emissionsfaktoren der Energieträger (in gCO₂/kWh)

Energieträger	CO ₂ -Emissionsfaktor
Heizöl	266,47 ^a
Erdgas	201,00 ^b
Strom	420,00 ^b
Biomasse	16,18 ^a
Biogas	34,11 ^a
Fernwärme	255,31 ^a
Wasserstoff	0,00 ^c
Steinkohle	337,23 ^d
Braunkohle	397,99 ^d

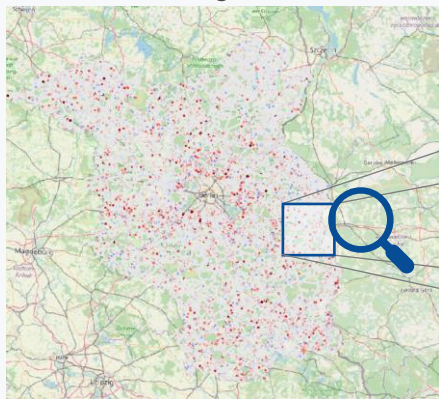
Die CO₂-Emissionen wurden differenziert nach Wärme und Kälte für die jeweiligen Energieträger gebäudescharf berechnet

a | UBA (2021); b | UBA (2022); c | Annahme MWAE & ce|co; d | ΔfSBB (2022)



Um eine netzgebundene Wärmeplanung durchzuführen, wurden Wärmemengen je Straßenzug bzw. Wärmelinien-dichten bestimmt

- › Die Wärmelinien-dichte eines Straßenzugs errechnet sich aus der vorliegenden Wärmemenge und der Straßenzuglänge



Wärmelinien-dichte am Beispiel
Frankfurt (Oder)



Mithilfe der Wärmelinien-dichte lassen sich techno-ökonomische Analysen für den Ausbau von Nah-, Gas-, Wasserstoff- und Fernwärmenetzen ermöglichen

Abkürzungsverzeichnis

AfsBB	Amt für Statistik Berlin-Brandenburg	CB	Cottbus
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster- informationssystem	ce co	con energy consult GmbH
AP	Arbeitspaket	DSGVO	Datenschutz- Grundverordnung
BAR	Barnim	Eawag	Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs
BB	Brandenburg	EE	Elbe-Elster
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft	EE-Potenzial	Potenzial für Erneuerbare Energien
BHKW	Blockheizkraftwerk	EFH	Einfamilienhaus
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal	EMB	Energie Mark Brandenburg
BRB	Brandenburg an der Havel	EW	Einwohner

Abkürzungsverzeichnis

FF	Frankfurt (Oder)	IWU	Institut Wohnen und Umwelt
Fraunhofer IEE	Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik	KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
FW/NW	Fern-/Nahwärme	LAK	Länderarbeitskreis Energiebilanzen
GIS	Geoinformationssystem	LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
GMH	Großes Mehrfamilienhaus	LBGR	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe
HH	Hochhaus	LBV	Landesamt für Bauen und Verkehr
HVL	Havelland	LDA	Landesbeauftragte für den Datenschutz und für das Recht auf Akteneinsicht
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH	LDS	Dahme-Spreewald

Abkürzungsverzeichnis

LFB	Landesbetrieb Forst Brandenburg	MWAE	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie
LfU	Landesamt für Umwelt	NBB	NBB Netzgesellschaft Berlin- Brandenburg mbH & Co. KG
LGB	Landesvermessung und Geobasisinformation	NWG	Nicht-Wohngebäude
LK	Landkreis	OHV	Oberhavel
LOS	Oder-Spree	OPR	Ostprignitz-Ruppin
MFH	Mehrfamilienhaus	OSL	Oberspreewald-Lausitz
MIL	Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung	P	Potsdam
MLUK	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz	PEF	Primärenergiefaktor
MOL	Märkisch-Oderland	PM	Potsdam-Mittelmark

Abkürzungsverzeichnis

PR	Prignitz	WG	Wohngebäude
PV	Photovoltaik	ZALF	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
RH	Reihenhaus		
RLI	Reiner-Lemoine-Institut		
SPN	Spree-Neiße		
TF	Teltow-Fläming		
UBA	Umweltbundesamt		
UM	Uckermark		
VKU	Verband kommunaler Unternehmen		
WfBB	Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH		

Kontakt

Juliane Hauskrecht

Partnerin, Geschäftsführerin

Telefon: +49 30 364100-200

Mobil: +49 174 328 20 64

Email: hauskrecht@ceco.de

Philipp Melzer

Projektleiter

Telefon: + 49 30 364 100 205

Mobil: +49 151 418 803 52

Email: melzer@ceco.de

STAGGERI | consult

con | **energy**

con|energy consult GmbH

Joachimsthaler Straße 20

10719 Berlin

www.ceco.de

Norbertstraße 5
45131 Essen

