

Zur Beheizung städtischer Liegenschaften

Abschätzungen, Datenbasis unvollständig

Klimabeirat 3/2024, Hansjürgen Dreuth

1. Verwendete Begriffe, Grundlagen, Parameter
2. Liegenschaften – vorliegende Daten und Berechnung
3. Übersichten
4. Resultate

Anleitung zur Benutzung der Tabelle

In manchen Feldern befindet sich rechts oben ein kleiner roter Punkt. Dort verbirgt sich ein **Kommentar** mit weiteren Zusatzinformationen. Die klappen auf, wenn man mit der Maus darüberfährt

Die Felder für **Parameter**, die zur Berechnung verwendet werden, sind hellgelb unterlegt:
Wenn man dort die angegebenen Werte ändert, ändern sich die Berechnungsergebnisse entsprechend

Heizen von Gebäuden – wichtige Begriffe und Zusammenhang

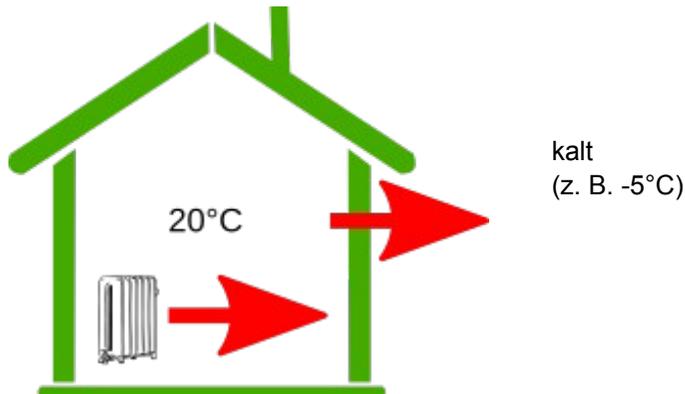
1. Was wir wollen:



2. Verluste müssen durch Heizung ersetzt werden.

(wenn Außentemperatur < Innentemperatur)

Damit Innentemperatur nicht absinkt, muss Heizleistung = Verlust(leistung) sein (Einheit: KW)



Verluste durch die Gebäudehülle
Verluste durch Lüftung (bei mäßig isolierten Gebäuden sind deutlich geringer als Verluste durch Gebäudehülle)
→ werden hier nicht weiter betrachtet

3. Höhe der Verlustleistung ist abhängig von:

- **Temperaturdifferenz** "Temperatur innen" – "Temperatur außen"
- **Gebäude-Außenhülle**: Dämmwert und Fläche (also auch Gebäudegeometrie)

4. Energieverbrauch = Heizleistung * Dauer des Heizens (Einheit: kWh)

Dauer des Heizens = **Nutzung** (kurze Nutzung → wenig Energieverbrauch)

Beispiel: 10 kW Heizleistung * 2000 Stunden = 20000 kWh Energieverbrauch

5. Folgen des Energieverbrauchs: Emissionen, z. B. Kohlendioxid und Kosten

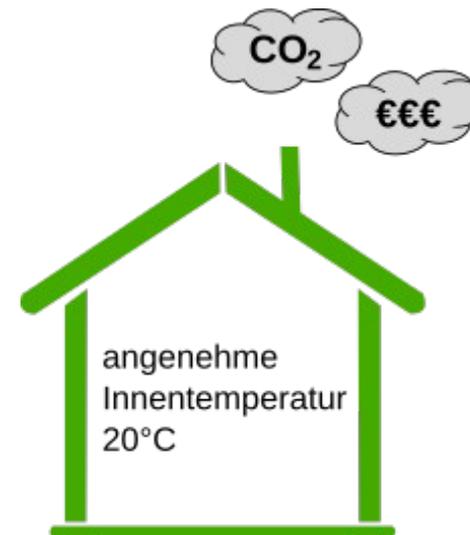
Wichtigste Einflussfaktoren: **Energieverbrauch** durch Gebäude

Effizienz der Heizung
verwendeter Energieträger

6. Emissionen und Kosten sind direkt proportional zum Energieverbrauch !

Doppelter Energieverbrauch → doppelte **Emissionen**, doppelte **Kosten**

Halber Energieverbrauch → halbe Emissionen, halbe Kosten



Parameter für Berechnungen

Parameter für Energieträger: **Vorsicht: Hier die eigenen realen Energiepreise eintragen**

Energieträger	Energieinhalt (circa, als grober Anhaltspunkt)*	Kosten (ca.; Anfang 2024)	Emission CO2	Bemerkungen
Strom kWh	1,0 kWh/kWh	0,30 €/kWh	0,40 kg/kWh	nach (schwankendem) "deutschem Strommix" (unterschiedliche Kraftwerkstypen)
Heizöl Liter	10,0 kWh/kg	0,10 €/kWh	0,27 kg/kWh	Strom kostet viel Geld → direkt mit Strom heizen ist teuer
Erdgas kWh	1,0 kWh/kWh	0,09 €/kWh	0,20 kg/kWh	Nicht berücksichtigen: Methan-Emission (30x schädlicher als CO2)
Flüssiggas Liter	7,0 kWh/l	0,09 €/kWh	0,26 kg/kWh	
Holzpellets (P) kg	4,7 kWh/kg	0,08 €/kWh	0,10 kg/kWh	Annahme hier. (?) aktuell ca. 430 € /t

(*) Bemerkung: Auf "Feinheiten" wie den Unterschied von "Heizwert" und Brennwert etc. gehen wir hier nicht ein.

(?) "Realistischer" Wert kontrovers diskutiert: Ist nachwachsender Rohstoff, aber Verwendung: Erstmal verbrennen, Nachwachsen später.

Pelletanbieter MANN Naturenergie GmbH & Co KG gibt gerechnet für sein Werk an: Ca. 10,68 kg CO2 pro Tonne (also pro 4700 kWh, das wären 0,0023 kg/kWh !

Das beinhaltet aber nur CO2 durch Logistik und sonstige Vorgänge

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Tabelle zur Emissionsberechnung 2021: 0,026 kg/kWh

Parameter für Wärmepumpen:

Jahresarbeitszahl: Vorsicht: Die meist kommunizierte Werte "A7/W35" für "wenn man ein sehr gut gedämmtes Gebäude hat, eine Außentemperatur von 7°C und eine Vorlauftemperatur von 35°C" sind für ungünstigere Konstellationen nicht erreichbar !
3 scheint als Annahme einigermaßen angemessen.

Aus dem Abschlussbericht [Download](#)

WÄRMEPUMPEN IN BESTANDSGEBÄUDEN- ERGEBNISSE AUS DEM FORSCHUNGSPROJEKT „WP SMART IM BESTAND“ (Stand 23.7.2020)

des Fraunhofer-Instituts für solare Energiesysteme ISE:

"Für den Zeitraum Juli 2018 bis Juni 2019 konnten 29 Außenluft-Wärmepumpen, die zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung eingesetzt wurden, analysiert werden. Diese Anlagen erreichten ohne Ausreißer (4,1 und 4,6) Jahresarbeitszahlen (JAZ) von 2,5 bis 3,8 bei einem Mittelwert von 3,1"

-> **Emission CO2 Wärmepumpe bei Jahresarbeitszahl 3,1 und dt. St 0,13 kg/kWh**

aber: Im Winter ist die CO2-Emission aus dem dt. Strommix höher als im Sommer (z. B. kaum Strom aus PV) – eigentlich zeitabh. „Strommix“
siehe z. B.: „Benötigt man zeitlich aufgelöste Stromprimärenergiefaktoren in der Energieeinsparverordnung?“

-> **Verbrauchskosten Wärmepumpe = Kosten für Strom / Jahresarbeitszahl = 0,1 €/kWh (wenn man normalen Stromtarif bezahlt)**

Bemerkung CO2-Äquivalent

Für Details: <https://de.wikipedia.org/wiki/Treibhauspotential>

Relative Zahl im Vergleich zu CO2 zum Treibhauspotential verschiedener Gase: **GWP** („Global Warming Potential“ = „relatives Treibhauspotential“)

Bea.: Beitrag hängt auch ab von Verweildauer der Gase in der Atmosphäre

D. h. die Zahlen beziehen sich auf den Effekt innerhalb eines bestimmten Zeitraums (oft auf 100 Jahre bezogen)

Wenn man die nächsten 20 Jahre als entscheidend ansieht, sollte man die Werte für 20 Jahre zumindest auch betrachten

Auszug aus Wikipedia-Artikel

GWP	gem. IPCC		von EU verwendet
	bez. auf 20 Jahre	bez. auf 100 Jahre	
CO2	1	1	1
Methan	84	28	25
Kältemittel R-134a	3710	1430	1430

IPCC: „Intergovernmental Panel on Climate Change“

Daten zur Stadt Braunfels allgemein: (auch zur Einschätzung "Was braucht die Kommune, was die Anderen")

entnommen aus dem Energiesteckbrief des Lahn-Dill-Kreises für Braunfels (**Stand: 2013 ! Taugt heute nur zur Beurteilung der relativen Verhältnisse**)

Einwohner: 10688

Wohnfläche: 588000 m²

	Wärmever- brauch [MWh/a]	prozen- tual	Stromver- brauch [MWh/a]	prozen- tual
priv. Haushalte	95608	81 %	36595	65 %
Industrie & Gewerbe	20312	17 %	18483	33 %
Kommune	2332	2 %	1294	2 %

Gesamt 118252 56372

-> **Man muss sich unbedingt auch um priv. Haushalte, Industrie & Gewerbe kümmern !!**
(Hr. Drost sprach von ca. 4% kommunalem Anteil)

Beispiel: indkraft

4-MW-Anlage

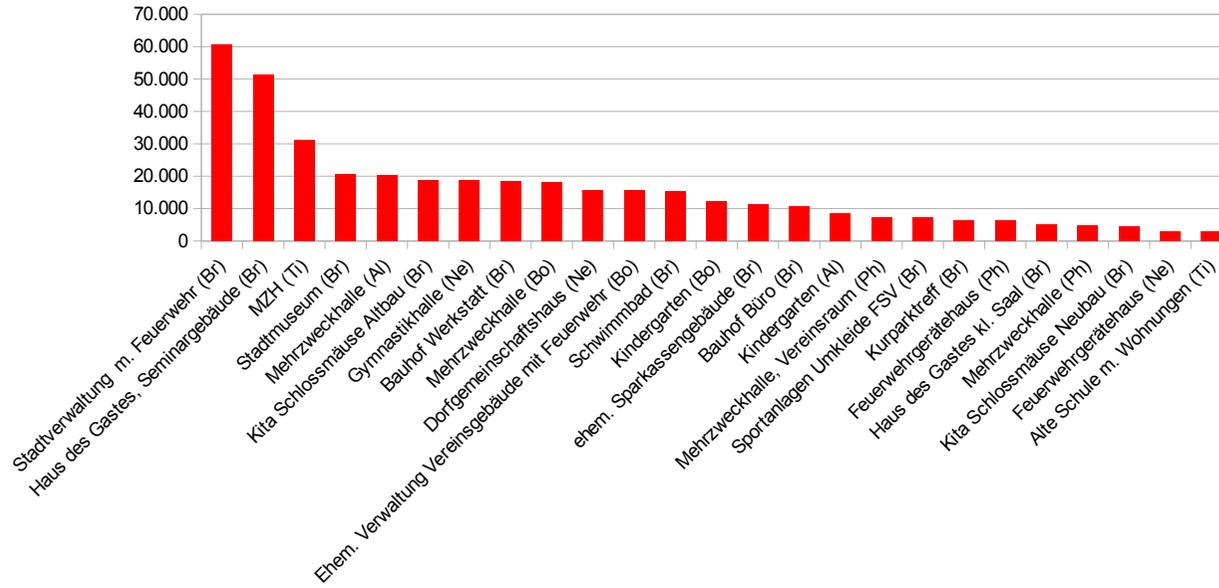
Jährlicher Ertrag wie durchs 0,6 MW
5256 MWh
5E+06 kWh / a

Verbrauch Braunfels 60000 MWh / a
6E+07 kWh / a

11,4155 man bräuchte also rechnerisch 11,5 Windkraftanlagen

Auswertungen (nicht vollständig, ungenau)

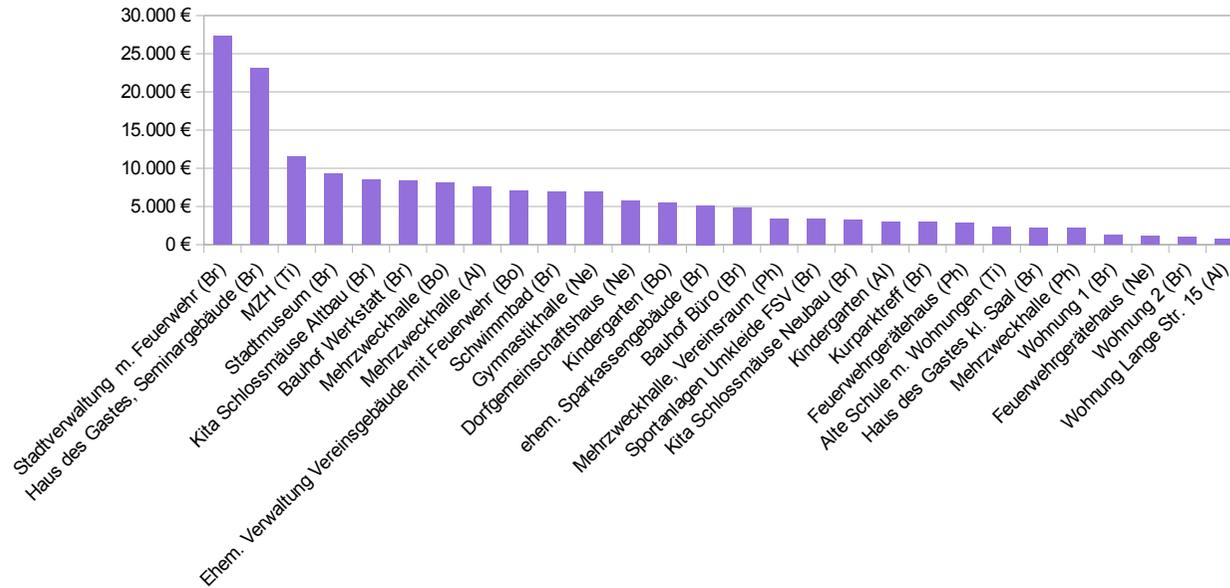
CO2-Emissionen [kg/a]



CO2-Emissionen gesamt pro Jahr: 402302 kg
(Vorsicht: Nicht alle Gebäude erfasst)

Besonders relevant:
 Stadtverwaltung mit Feuerwehr
 Haus des Gastes, Seminargebäude
 MHZ Tiefenbach

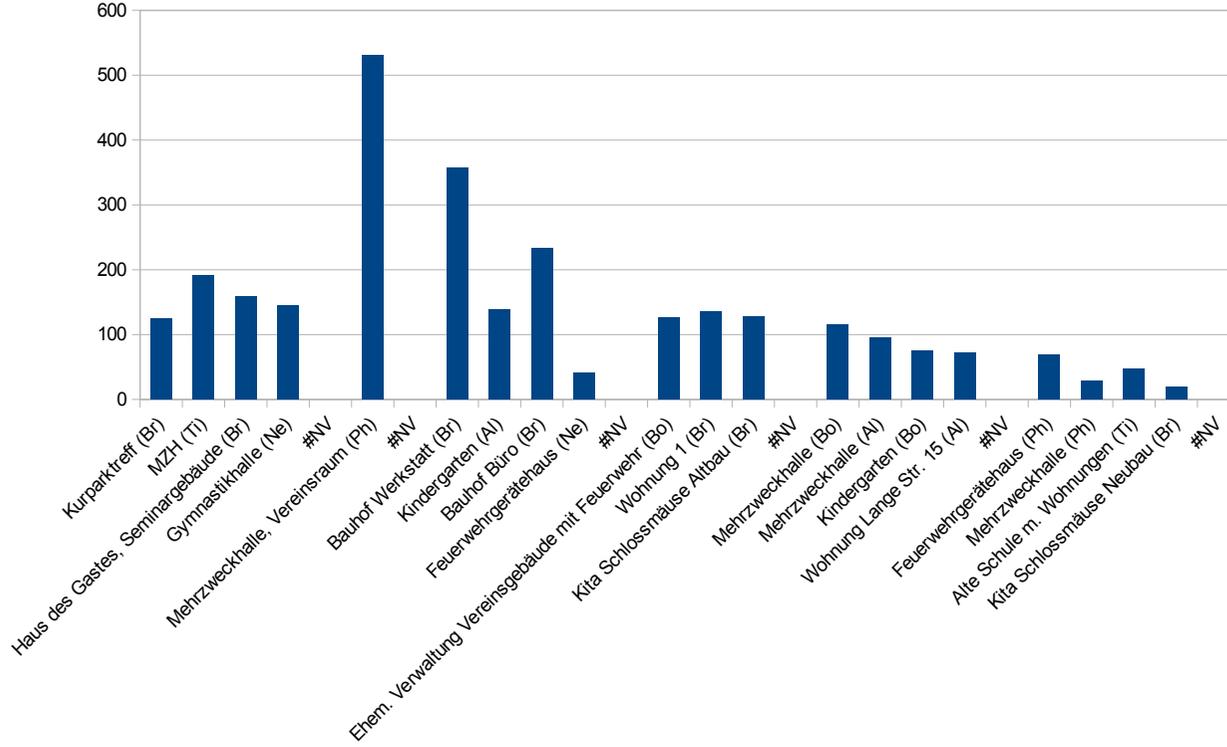
Jährliche Verbrauchskosten (soweit erfasst)



Verbrauchskosten gesamt pro Jahr: 175192 €
(Vorsicht: Nicht alle Gebäude erfasst)

Besonders relevant:
 Stadtverwaltung mit Feuerwehr
 Haus des Gastes, Seminargebäude
 MHZ Tiefenbach

spezifischer Verbrauch [kWh / (m² a)]



Beurteilung der Gebäude

(Vorsicht: Nicht genau, Einfluss der Nutzung nicht klar, z. T. Nutzfläche nicht bekannt (!))

Besonders schlecht:

Mehrzweckhalle, Vereinsraum (Ph)

Bauhof, Werkstatt (Br)

Stadtmuseum (Br)

MZH Tiefenbach

Erste Resultate und Auffälligkeiten

Priorisierung:

1. Nach CO₂-Emission – das entspricht oft auch den direkten Kosten
2. Nicht direkt danach priorisieren, welches Gebäude „am schlechtesten“ ist (wenn das Gebäude wenig genutzt wird, ist das nicht so relevant)
3. Praktisch so vorgehen, dass am Gebäude etwas gemacht wird, wenn es nach 1. relevant ist, und Sanierung sowieso ansteht. Dann Sparmaßnahmen **richtig** !

Einhalten der “logischen Reihenfolge” bei Sanierung von Gebäuden und deren Heizungen

1. Analyse des Ist-Zustandes
2. Betrachtung des Gebäudes und möglicher Effizienzverbesserung (Isolierung !), Versuchen, den Energiebedarf zu senken
3. Erst dann: Sehen, wie man den (gesenkten) Energiebedarf deckt, und Betrachtung möglicher Heiz-Optionen

Übersicht über die relevantesten Gebäude – wo lohnt sich „Hinssehen“ am meisten ?

	Kriterium CO ₂	Kriterium Kosten	Kriterium Gebäude / Nutzung	Bemerkungen
Stadtverwaltung mit Feuerwehr	x	x		Alles mit mehr als 250 kWh/m ² wäre Klasse H !
Haus des Gastes, Seminargebäude	x	x		
MHZ Tiefenbach	x	x	x	> 700 kWh/a (??)
Mehrzweckhalle, Vereinsraum (Ph)			x	> 500 kWh/a
Bauhof, Werkstatt (Br)			x	> 300 kWh/a
Stadtmuseum (Br)			x	> 300 kWh/a; 3848 h berechnete Heiznutzung / a

Hinweise zu einzelnen Gebäuden

Siehe Spalte „Fragen und Widersprüche“ zu weiterem Klärungsbedarf

Manche Heizungen (mit Verbrennung) haben viel zu lange berechnete Betriebszeiten. Was ist hier los ? Laufen die durch ? Stimmen zugrunde gelegte Zahlen (z. B. Flächen) nicht ?

Um die 1800 Stunden Vollast-Betrieb pro Jahr gelten bei permanent genutzten Gebäuden als “gut / normal”. Dann ist die Heizung richtig dimensioniert, d. h. sie läuft lange genug am Stück ohne zu viel zu “tackeln”.

Bei kurzen Betriebszeiten ist die Heizung in der Regel überdimensioniert. Bei zu langen Betriebszeiten könnte sie unterdimensioniert sein, oder es liegt ein anderes Problem vor. Bsp.: Ehem. Verwaltung Vereinsgebäude mit Feuerwehr (Bo)

Einige Gebäuden haben Betriebsstunden von (teils erheblich) weniger als 1000 Stunden. Das sind oft Gebäude, die nicht permanent genutzt werden.

Luft-Wasser-Wärmepumpe ist besser als fossile Heizungen, aber keineswegs THG-neutral – Wärmepumpen alleine reichen nicht zur Lösung des Problems

Nutzung(gsverhalten)

Die Details der Nutzung eines Gebäudes können (als Daumenregel) bis zu 30 % der Verbrauchs bestimmen, hier genau hinschauen lohnt sich sehr.

Eine möglichst genauere Betrachtung der Nutzung ist zur Beurteilung notwendig (evtl. ist Potential bei der bedarfsgerechten Steuerung der Heizung vorhanden)

Sonstige Hinweise

Das Schwimmbad ist kein Gebäude, bedarf gesonderter Betrachtung !

Energiepreise haben in der jüngsten Vergangenheit stark geschwankt – diese im TAB „Parameter+Grundlagen“ aktuell halten, sonst stimmen die entsprechenden Zahlen nicht.

Beschluss Klimabeirat

Der Klimabeirat soll nach Beratung einen Beschlussvorschlag für die Stadtverordnetenversammlung erstellen, der mindestens umfasst:

- Sofortiges Klären und Verbessern der Energieverbräuche, die aufgrund ungünstiger Betriebsführung und Nutzerverhaltens verbessert werden können
- Leitlinien / Vorschläge beim Vorgehen und Priorisierung bei der Gebäudesanierung