

Berechnungsmethodik der energiebedingten Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen von Uffenheim bezogen auf Einwohner und Jahr

Autoren: Dieter Jarosch, Timo Kern, Jörg Kapischke, Hochschule Ansbach, 2018

Nachfolgend wird die vereinfachte Methodik vorgestellt, mit welcher die **energiebedingten** CO₂ Emissionen der Einwohner der Stadt Uffenheim errechnet werden. Hierbei wird der Wert des deutschen Durchschnitts als Basis verwendet und zusätzlich die besondere geografische Lage der Stromversorgung von Uffenheim berücksichtigt.

“Als energiebedingte Emissionen bezeichnet man die Freisetzung von Treibhausgasen und Luftschadstoffen, die durch die **Umwandlung von fossilen Energieträgern** z.B. in Strom und Wärme entstehen. Sie machen etwa 85 % der deutschen Treibhausgas-Emissionen aus.

[\[https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen#textpart-1\]](https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen#textpart-1)

CO₂-Emissionen aus erneuerbaren Energien werden gemäß Bilanzierungsregeln des UNFCCC zur Treibhausgasbericht-erstattung unter dem Kyoto-Protokoll als CO₂-neutral bilanziert und gehen in die Berechnung der Emissionen mit dem Wert „0“ ein.“ [CLIMATE CHANGE 11/2018, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2017, Umweltbundesamt, S.11]

Während die errechneten Energiewerte für Uffenheim auf das letzte Kalenderjahr bezogen sind, werden für die Literaturwerte die neuesten Daten aus vorhandenen Statistiken entnommen.

Vorgabewerte

Die Methodik benötigt zur Berechnung weiterführender Ergebnisse verschiedene Literaturwerte. Hierfür werden folgende Werte intern über eine Eingabemaske vorgegeben:

Variable	Bedeutung	Stand	Wert
A	Energiebedingte CO ₂ äq. Emissionen pro kWh des deutschen Strommixes	2017	489 $\frac{g}{kWh}$
Quelle:	CLIMATE CHANGE 11/2018 Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2017, Umweltbundesamt, S.10		
B	Einwohner der Stadt Uffenheim = Einwohner der Verwaltungsgemeinschaft – Einwohner der Stadtteile Uffenheims	2014	5767
Quelle:	https://www.uffenheim.de/unsere-stadt/leben-findet-stadt/zahlen-daten-fakten		
C_{DE ges}	CO ₂ äq. Emissionen pro Einwohner pro Jahr in Deutschland über alle Bereiche	2016	9.1 $\frac{t}{Ew * a}$
Quelle:	https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153528/umfrage/co2-ausstoss-je-einwohner-in-deutschland-seit-1990/		
E_{DE ges}	Bruttostromverbrauch pro Einwohner pro Jahr in Deutschland	2017	7268 $\frac{kWh}{Ew * a}$
Quelle:	Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2017, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Feb. 2018		
B_{DE}	Einwohnerzahl Deutschland	31.12.2016	82.52 Mio.
Quelle:	https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1217/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-seit-2002/		

Algorithmus der Berechnung

Die Berechnung der Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen für die Stadt Uffenheim bezogen auf den Bruttostromverbrauch erfolgt nun über folgende Schritte:

- 1) Berechnung der erzeugten Energien (inkl. Strombezug) bezogen auf Einwohner und Jahr für die unterschiedlichen Energieerzeuger in der Stadt Uffenheim

- a. Stadtwindanlage:

$$E_W = \text{Energie}_{\text{Wind}} / E_W * a = \frac{\sum_{365 \text{ d}} \text{Energie}_{\text{Wind}}}{B} \text{ in } \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{E_W * a}$$

- b. Photovoltaik:

$$E_{PV} = \text{Energie}_{\text{PV}} / E_W * a = \frac{\sum_{365 \text{ d}} \text{Energie}_{\text{PV}}}{B} \text{ in } \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{E_W * a}$$

- c. Blockheizkraftwerk:

$$E_{BHKW} = \text{Energie}_{\text{BHKW}} / E_W * a = \frac{\sum_{365 \text{ d}} \text{Energie}_{\text{BHKW}}}{B} \text{ in } \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{E_W * a}$$

- d. Strombezug:

$$E_{\text{Bezug grau}} = \text{Energie}_{\text{Bezug}} / E_W * a = \frac{\sum_{365 \text{ d}} \text{Energie}_{\text{Bezug}}}{B} \text{ in } \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{E_W * a}$$

$$E_{\text{Bezug grün}} = \text{Energie}_{\text{Bezug}} / E_W * a = \frac{\sum_{365 \text{ d}} \text{Energie}_{\text{Bezug}}}{B} \text{ in } \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{E_W * a}$$

- 2) Berechnung der Stromrückspeisung:

$$E_{RS} = \text{Energie}_{\text{Rückspeisung}} / E_W * a = \frac{\sum_{365 \text{ d}} \text{Energie}_{\text{Rückspeisung}}}{B} \text{ in } \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{E_W * a}$$

- 3) Berechnung des Bruttostromverbrauchs:

$$E_{\text{Uff Strom}} = E_W + E_{PV} + E_{BHKW} + E_{\text{Bezug grau}} + E_{\text{Bezug grün}} - E_{RS} \text{ in } \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{E_W * a}$$

- 4) Berechnung der Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen pro kWh für den Energiemix in der Stadt Uffenheim bezogen auf den **Bruttostromverbrauch**:

$$A_{\text{Uff EMix}} = \frac{E_{\text{Bezug grau}}}{E_{\text{Uff Strom}}} * A \text{ in } \frac{\text{gCO}_2}{\text{kWh}_{\text{el}}}$$

- 5) Berechnung der Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen durch den Bruttostromverbrauch in Uffenheim bezogen auf Einwohner und Jahr

$$C_{\text{Uff Strom}} = E_{\text{Uff Strom}} * A_{\text{Uff EMix}} \text{ in } \frac{t}{E_W * a}$$

- 6) Berechnung der Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen durch den **Bruttostromverbrauch** in Deutschland bezogen auf Einwohner und Jahr:

$$C_{\text{DE Strom}} = E_{\text{DE Strom}} * A \text{ in } \frac{t}{E_W * a}$$

- 7) Berechnung der Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen über alle Bereiche in Uffenheim pro Einwohner pro Jahr

$$C_{\text{Uff ges}} = C_{\text{DE ges}} - C_{\text{DE Strom}} + C_{\text{Uff Strom}} \text{ in } \frac{t}{E_W * a}$$

Beispiel:

Berechnung der energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen für das Jahr 2017

Erzeugte Energie:

$$\text{Stadtwindanlage} \quad E_w = 1145 \frac{\text{kWh}_{el}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

$$\text{Photovoltaik} \quad E_{PV} = 552 \frac{\text{kWh}_{el}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

$$\text{BHKW} \quad E_{BHKW} = 1145 \frac{\text{kWh}_{el}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

$$\text{Bezug grau} \quad E_{\text{Bezug grau}} = 508 \frac{\text{kWh}_{el}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

$$\text{Bezug grün} \quad E_{\text{Bezug grün}} = 991 \frac{\text{kWh}_{el}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

$$\text{Rückspeisung:} \quad E_{RS} = 318 \frac{\text{kWh}_{el}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

Quelle: Main Donau Netzgesellschaft, Stadtwerke Uffenheim

Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen für den Energiemix der Stadt Uffenheim:

$$A_{Uff \text{ Emix}} = 79 \frac{\text{gCO}_2}{\text{kWh}_{el}}$$

Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen durch die Stromerzeugung in Uffenheim:

$$C_{Uff \text{ Strom}} = 0.25 \frac{\text{t}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen durch die Stromerzeugung in Deutschland:

$$C_{DE \text{ Strom}} = 3.6 \frac{\text{t}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$

Kohlendioxid-Äquivalent-Emissionen über alle Bereiche in Uffenheim:

$$C_{Uff \text{ ges}} = 5.8 \frac{\text{t}}{\text{Ew} \cdot \text{a}}$$