

Klimawirkung und Black Carbon bei häuslichen Holzfeuerungen

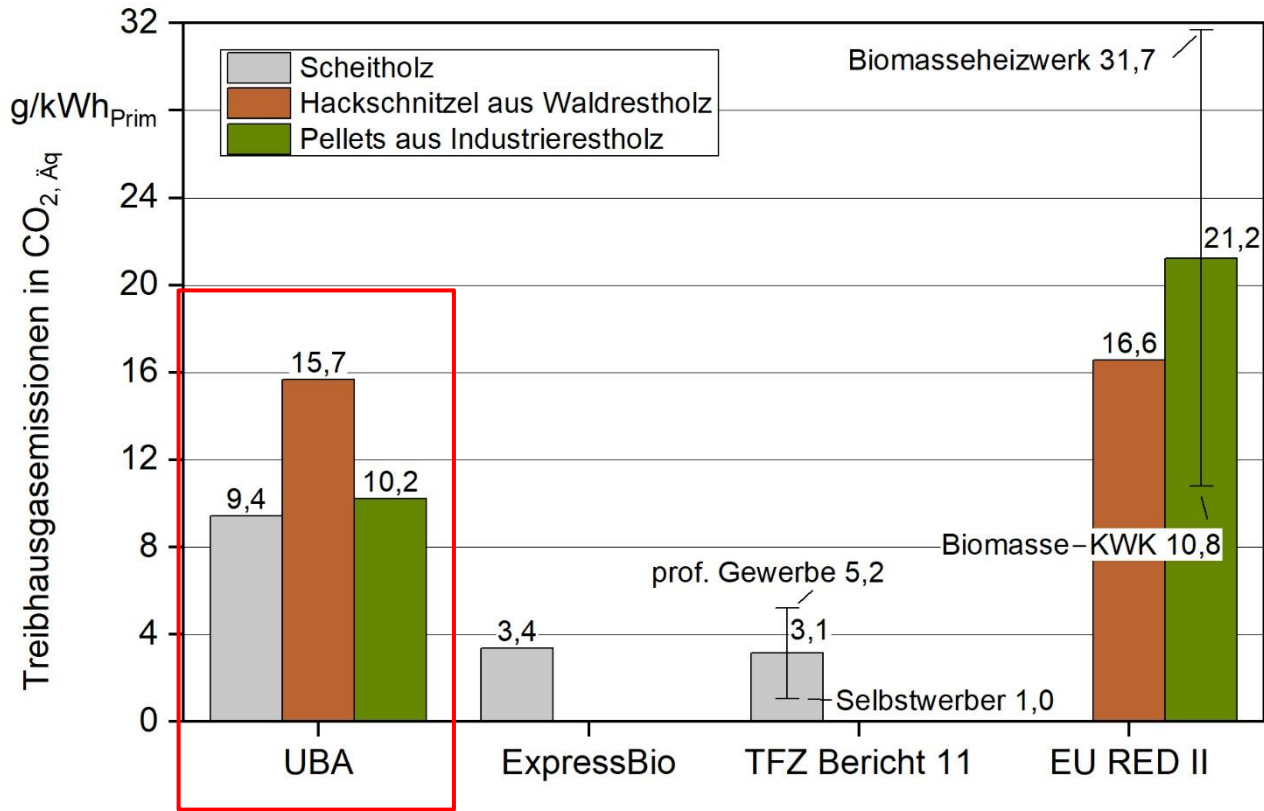
10. Juni 2026 in Straubing

Robert Mack

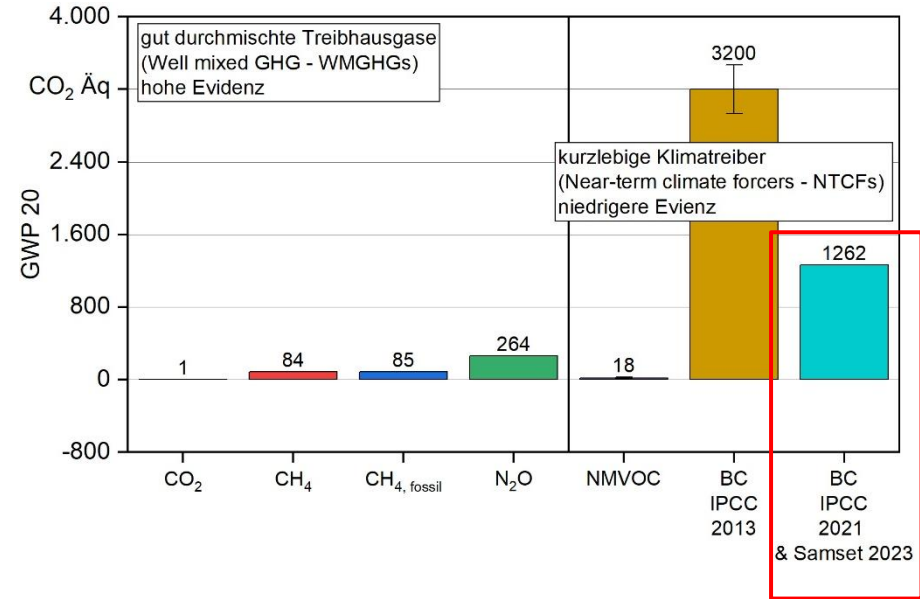
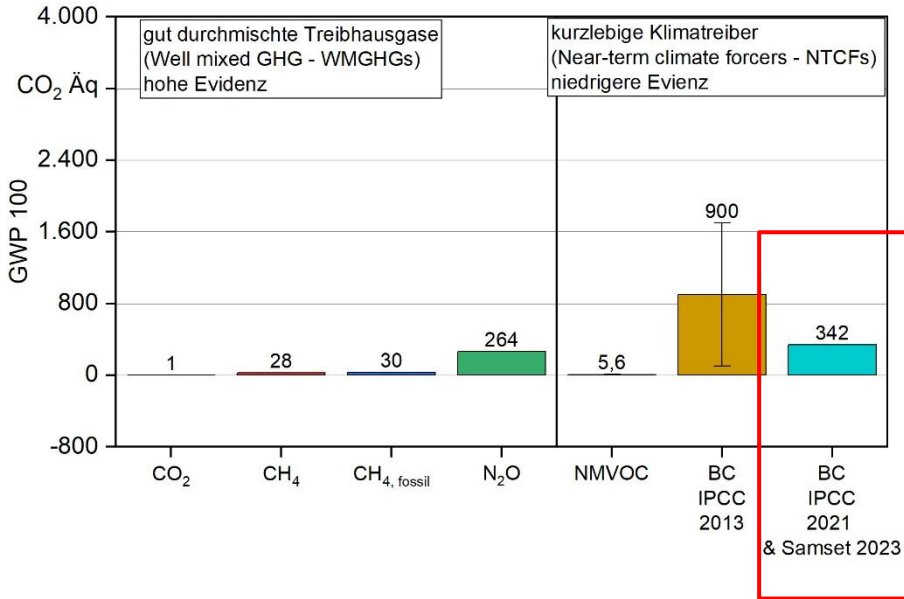
Eingangsdaten: Emissionsmessungen

- EU-RealLIFE-Emission: **5 Scheitholz Einzelraumfeuerstätten (S-ERF)**; Nennlast: (3 Abbrände); RealLIFE-Protokoll: 8 Abbrände (Anzünden, 4 × Nennlast, 2 × Teillast, 1 × Überlast).
- FNR-FuturePelletSpec2: **4 Pellet Einzelraumfeuerstätten (P-ERF)**; Nennlast: 5 Staubmessungen; Teillast 5 Staubmessungen; beReal: (Lastzyklus inkl. Kaltstart, Warmstart und Lastwechsel)
- FNR-CycleTest: **5 Pellet Zentralheizungskessel (P-ZHK); 2 Hackschnitzel Zentralheizungskessel (H-ZHK)**; Nennlast: 5 Staubmessungen; Teillast 5 Staubmessungen; Lastzyklus ohne und mit Pufferspeicher: (Lastzyklus inkl. Kaltstart, Warmstart und Lastwechsel)
- EC-Analyse der Staubfilter (LECO 612), N₂O gemessen mit ABB AO 2020

Eingangsdaten: Vorkettenemissionen

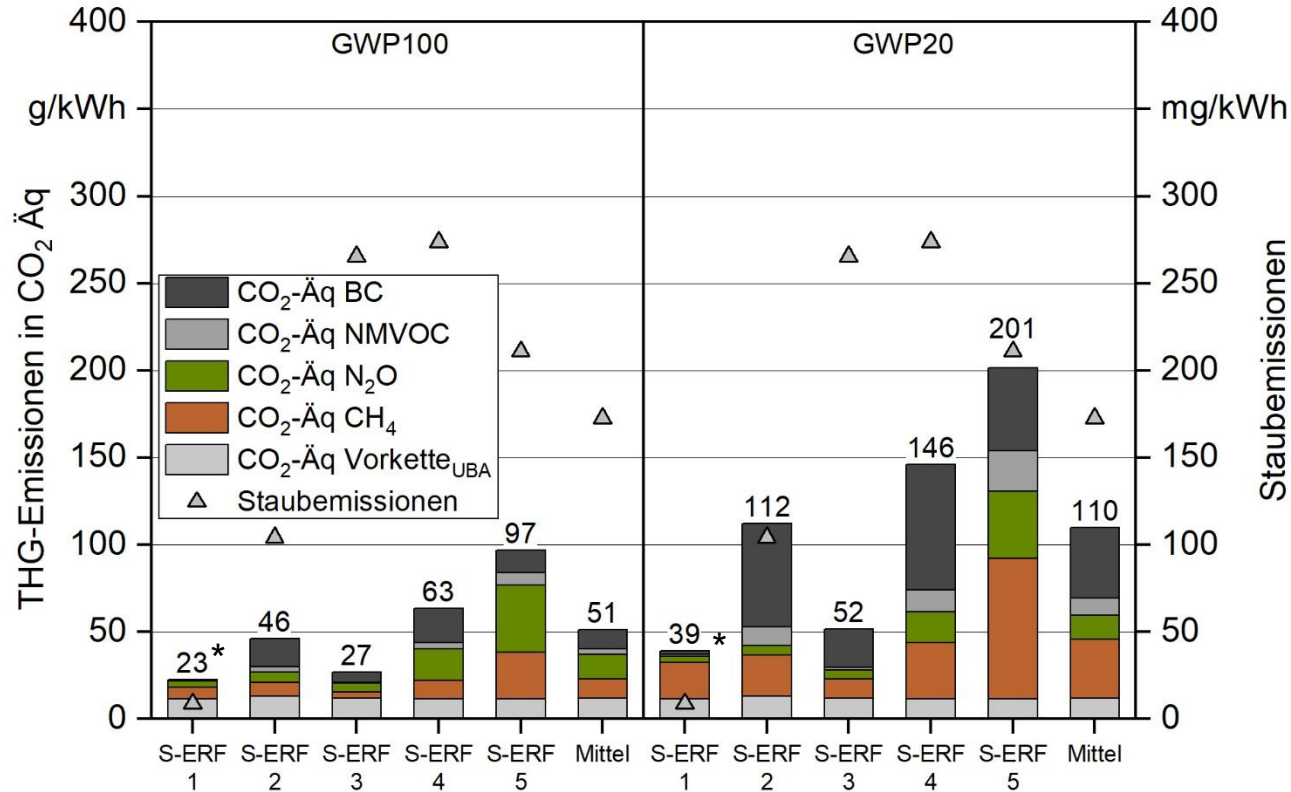


Eingangsdaten: GWP-Faktoren



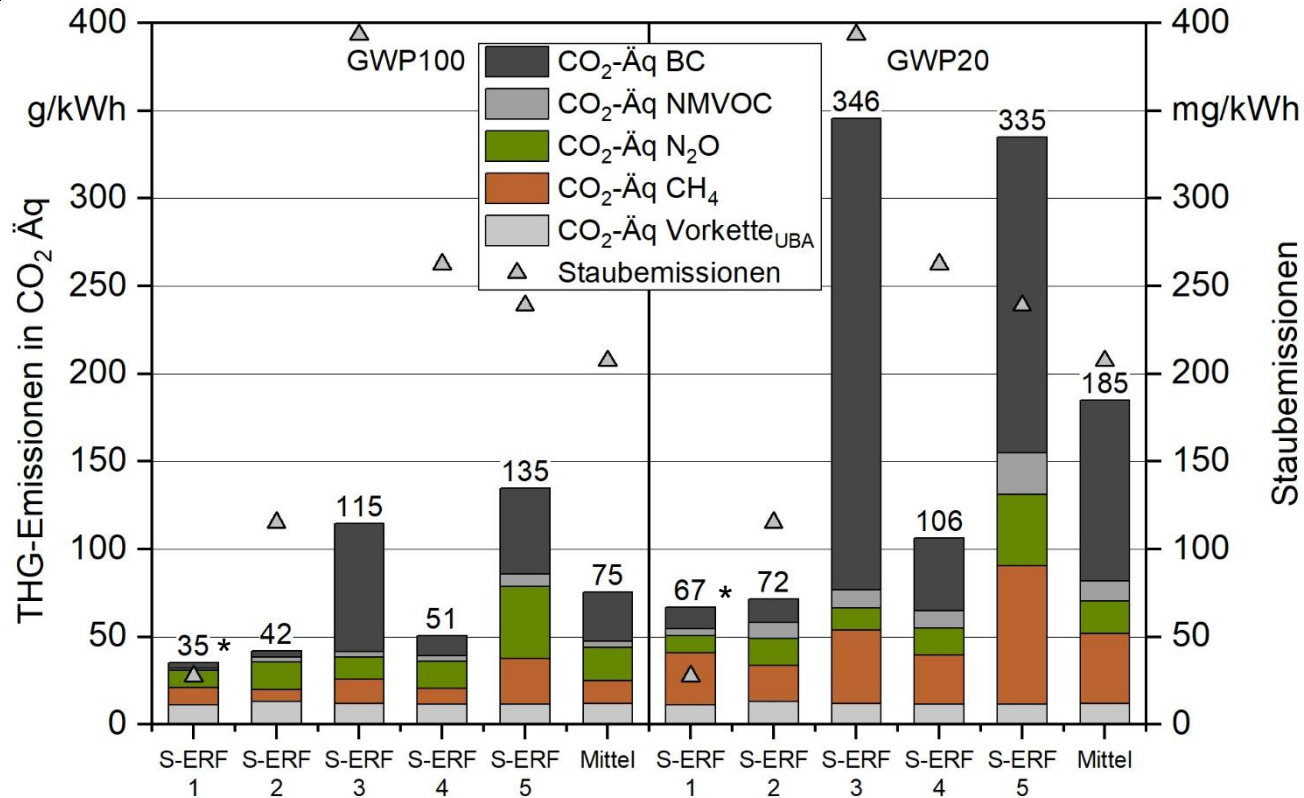
NMVOC und BC sind keine klassischen THG-Emissionen und werden aktuell nicht inventarisiert!
→ werden in dieser Studie aber vereinfacht unter dem Begriff THG-Emissionen mit geführt

THG-Emissionen der untersuchten S-ERF im Nennlastbetrieb



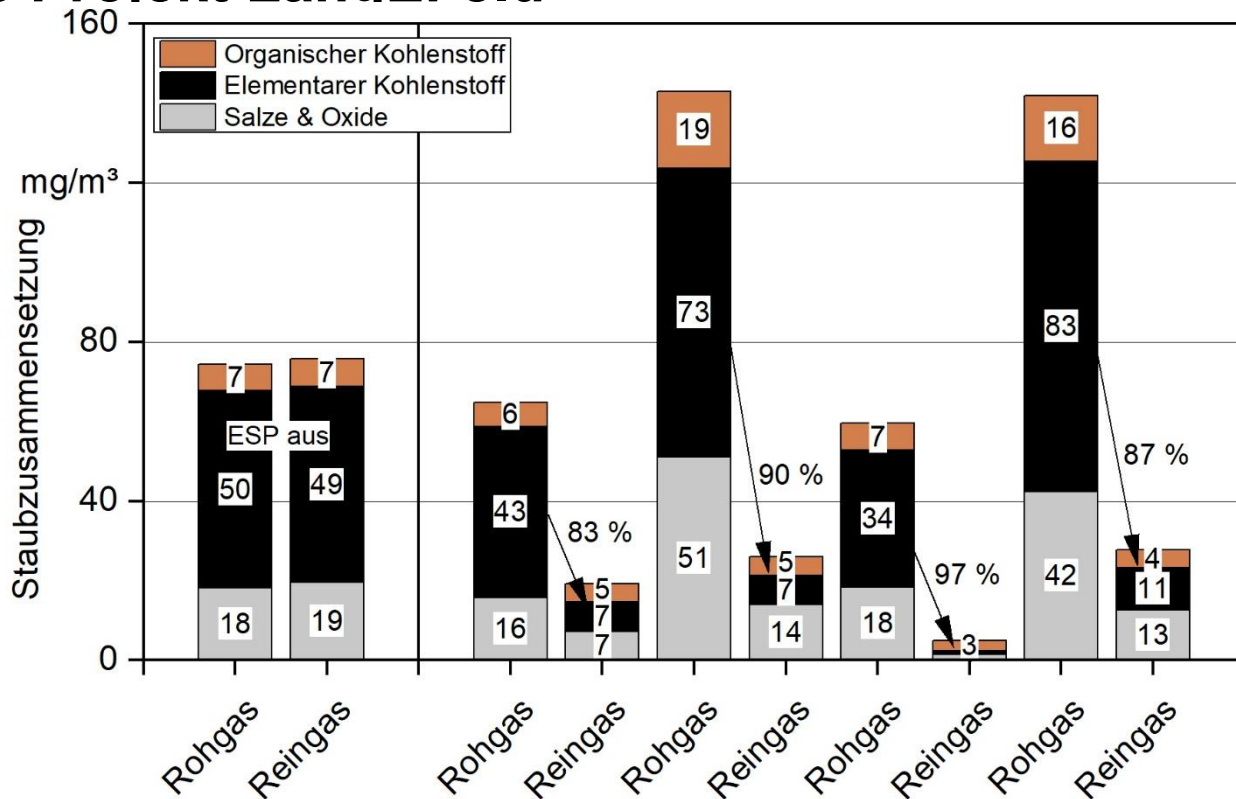
* S-ERF 1: blauer Engel mit ESP

THG-Emissionen der untersuchten S-ERF nach RealLIFE-Protokoll

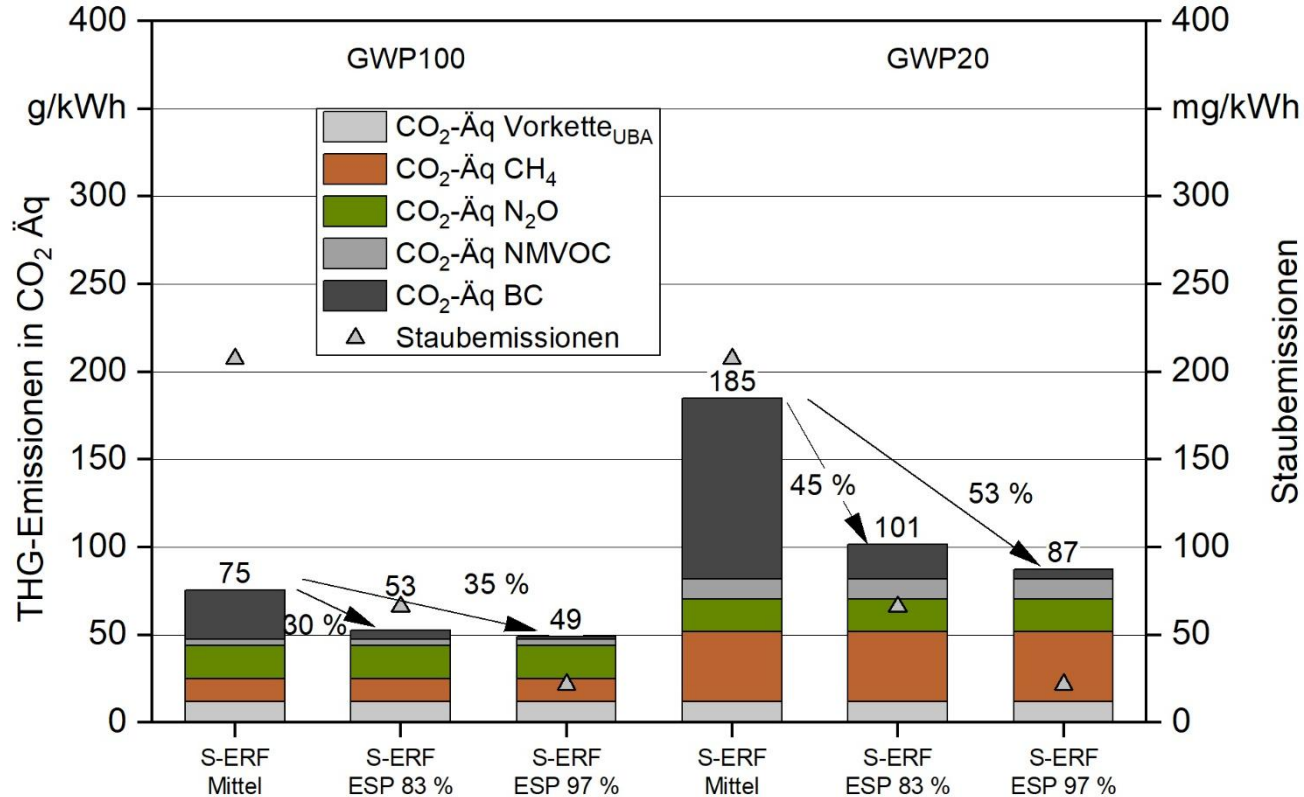


* S-ERF 1: blauer Engel mit ESP

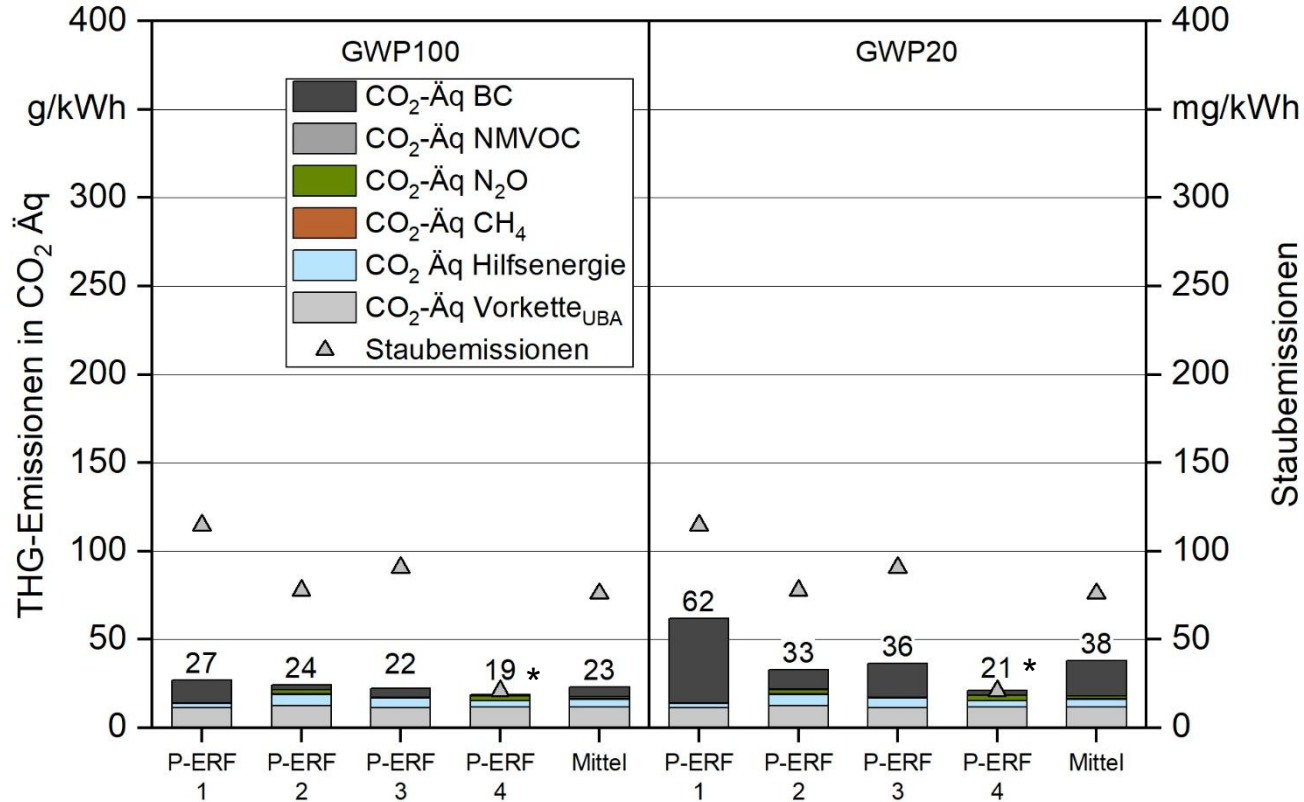
Wirkung elektrostatischer Abscheider auf die BC-Emissionen: Daten aus Projekt LandEFeld



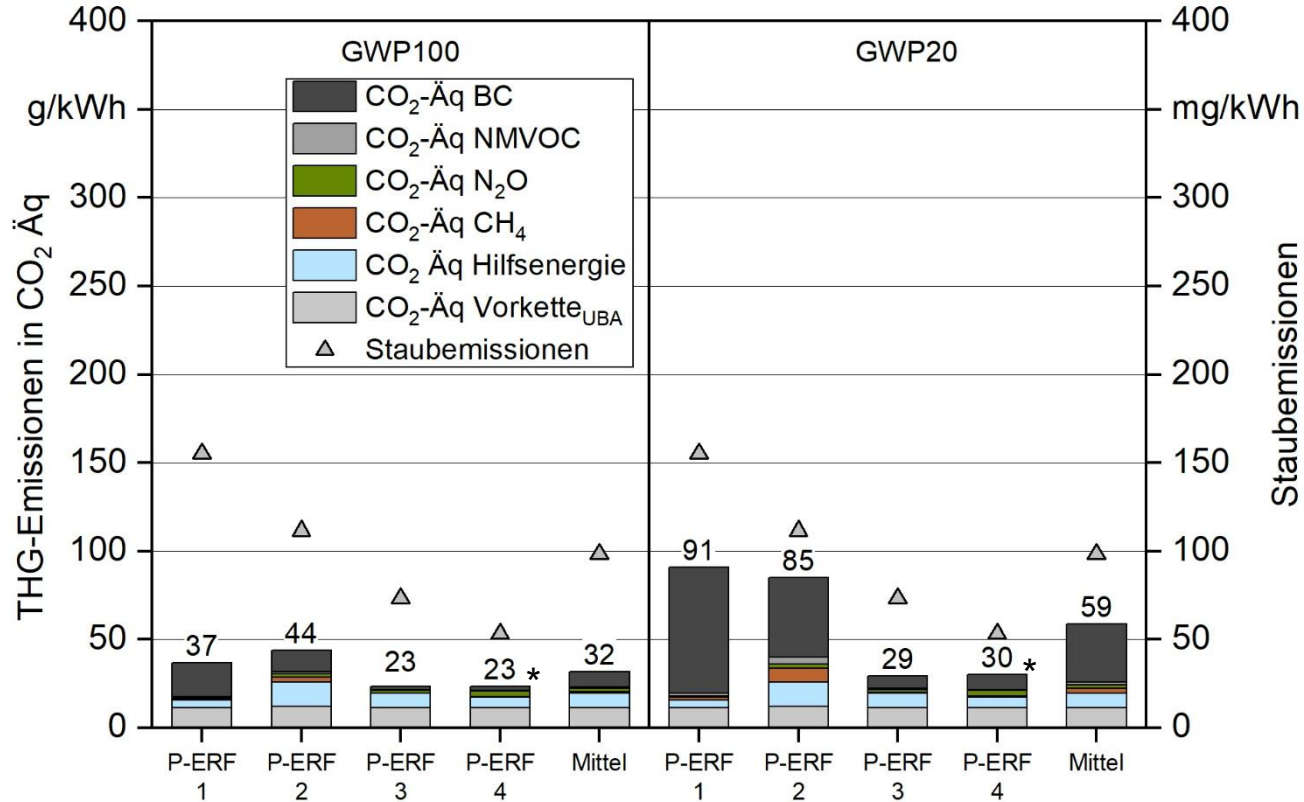
Wirkung elektrostatischer Abscheider auf die THG-Emissionen



THG-Emissionen der untersuchten P-ERF im Nennlastbetrieb

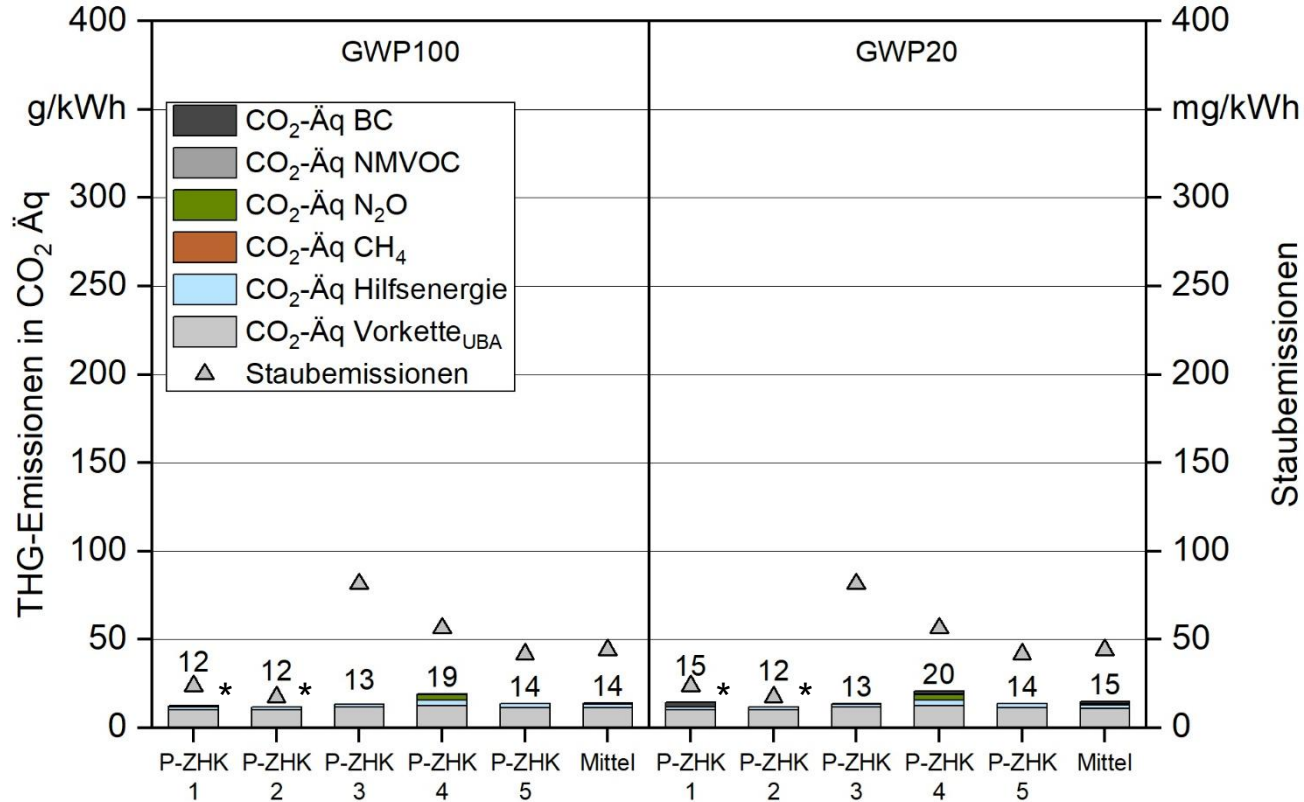


THG-Emissionen der untersuchten P-ERF nach beReal Lastzyklus



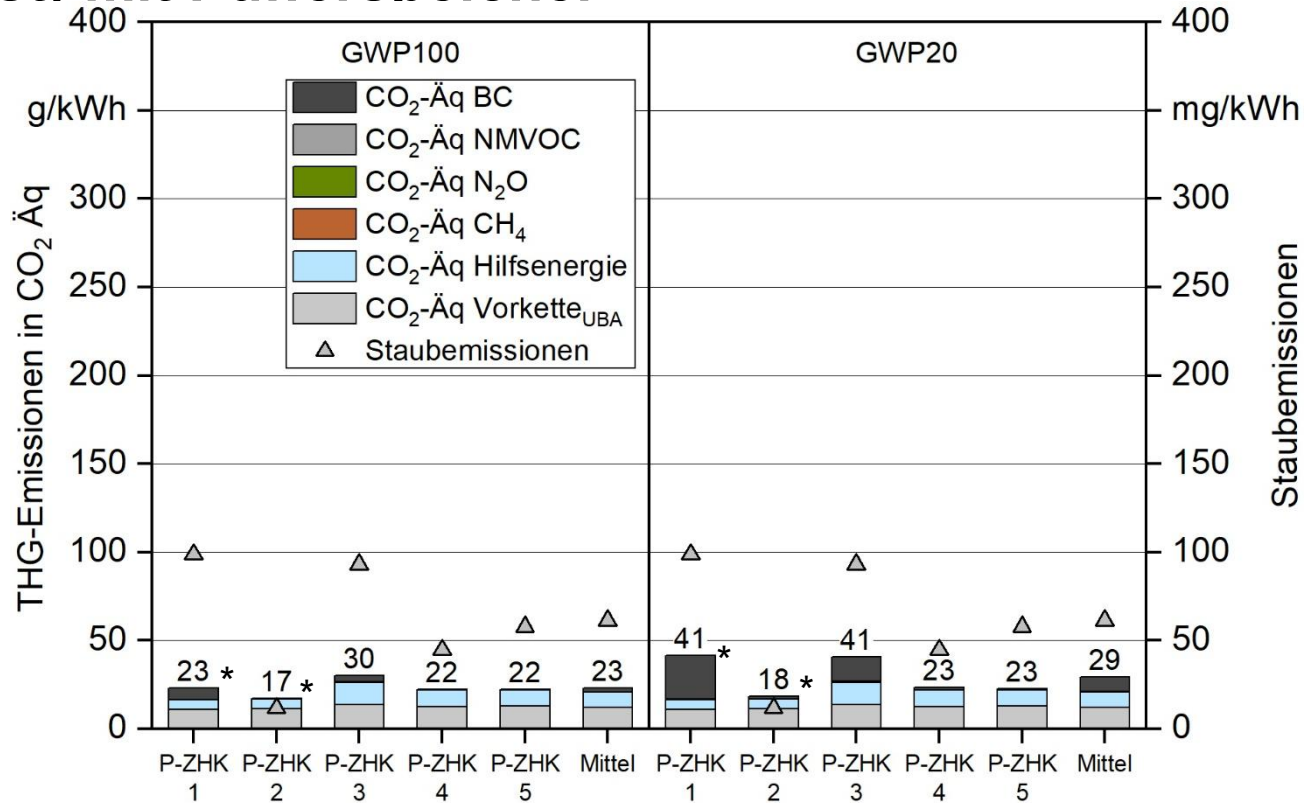
* P-ERF 4: Mit extremer Luftstufung

THG-Emissionen der untersuchten P-ZHK im Nennlastbetrieb



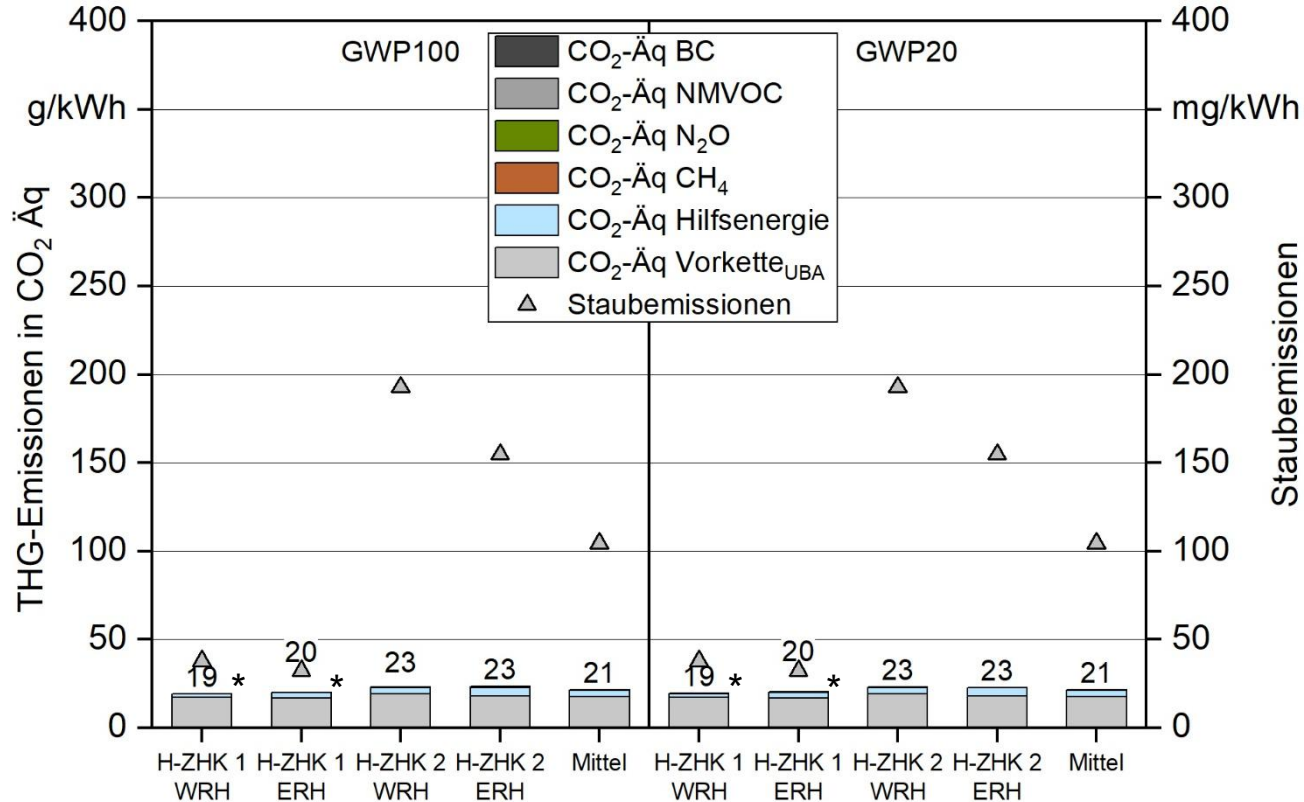
* P-ZHK 1 und 2: Brennwertkessel

THG-Emissionen der untersuchten P-ZHK nach Lastzyklus (CycleTest) mit Pufferspeicher



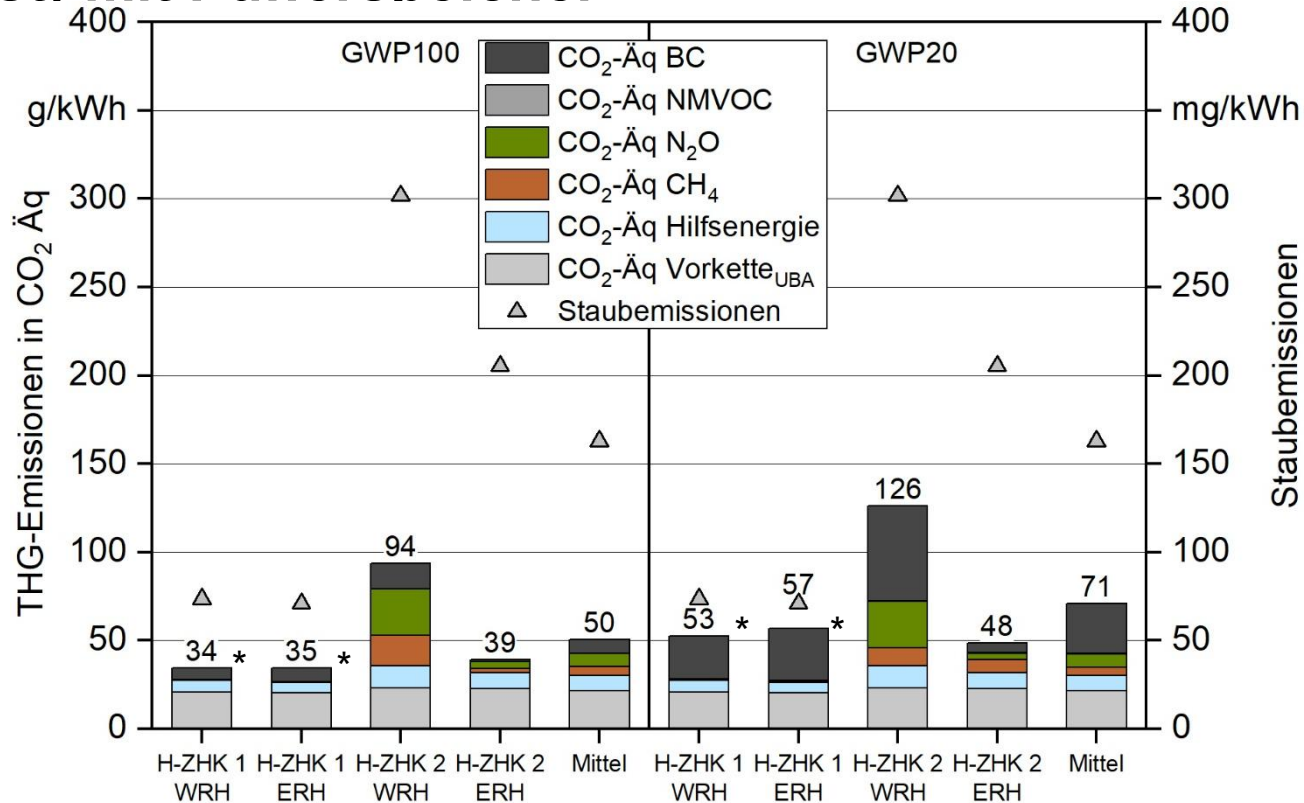
* P-ZHK 1 und 2: Brennwertkessel

THG-Emissionen der untersuchten H-ZHK im Nennlastbetrieb



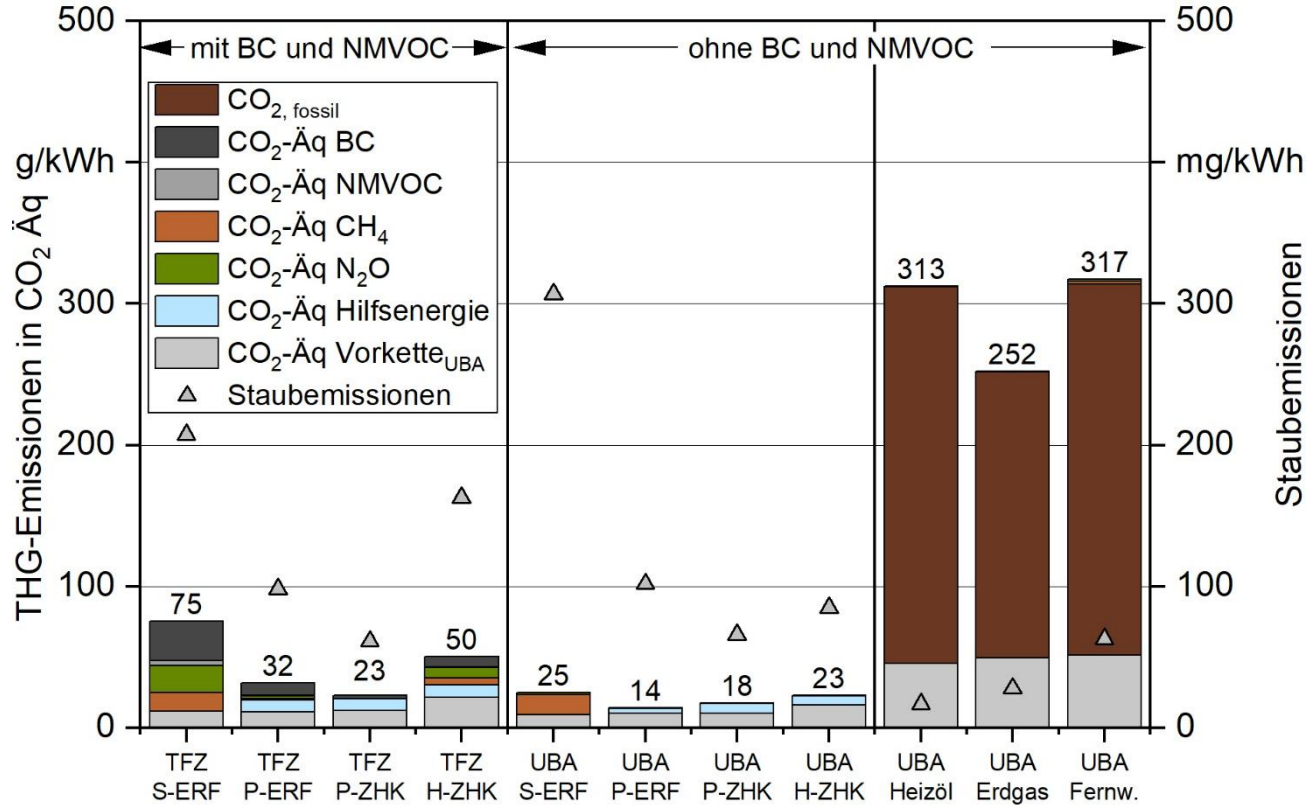
* H-ZHK 1: moderner Kessel mit Abgasrezirkulation

THG-Emissionen der untersuchten H-ZHK nach Lastzyklus (CycleTest) mit Pufferspeicher

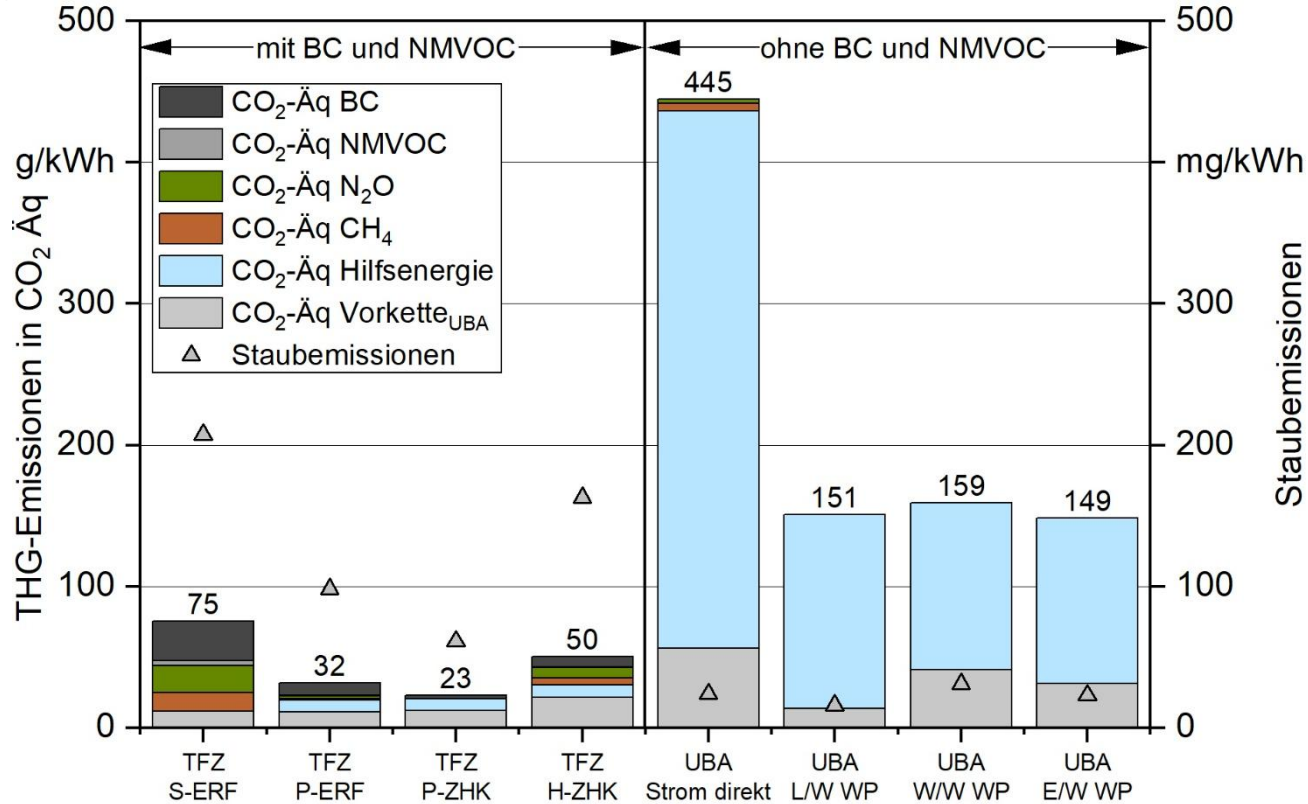


* H-ZHK 1: moderner Kessel mit Abgasrezirkulation

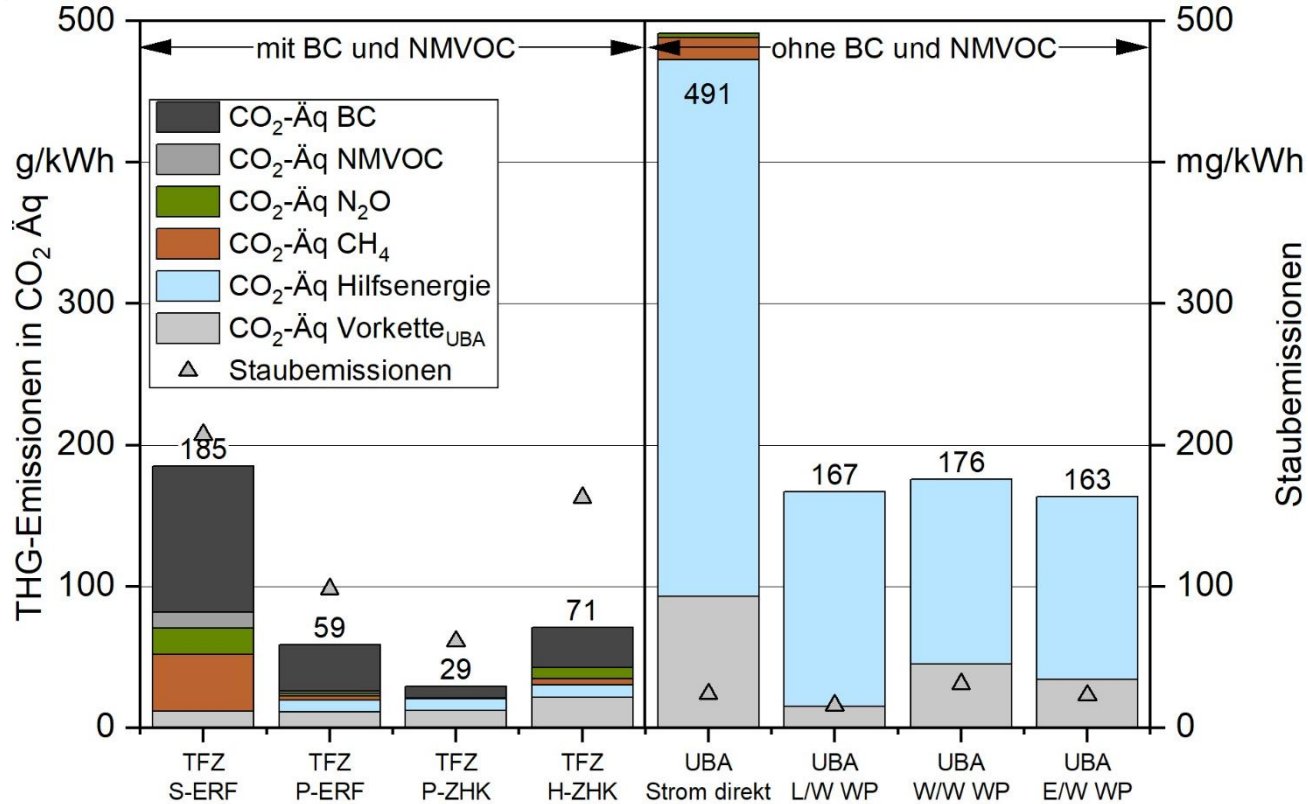
Vergleich der Ergebnisse mit fossilen Heizsystemen GWP 100



Vergleich der Ergebnisse mit anderen erneuerbaren Heizsystemen GWP 100



Vergleich der Ergebnisse mit anderen erneuerbaren Heizsystemen GWP 20



Schlussfolgerungen

- Neue GWP für Black Carbon sind deutlich niedriger aber weisen dennoch einen erheblichen Klimaeffekt aus.
- Im praxisnahen Betrieb zeigen alle Biomassefeuerungen (insbesondere S-ERF) höhere THG- und Staubemissionen als im reinen Nennlast- oder Teillastbetrieb.
- Bei Biomassezentralheizungskesseln reduzieren Pufferspeicher die THG-Emissionen im Realbetrieb deutlich.
- Im Vergleich zu den Werten für Biomasseheizungen des UBA (ohne Black Carbon) liegen die unter realitätsnahen Bedingungen gemessenen THG-Emissionen des TFZ (inkl. Black Carbon) teilweise deutlich höher (Faktor 1,3 – 3).
- Im Vergleich zu fossilen Heizungen liegen die THG-Emissionen aller Biomassefeuerungen inkl. Black Carbon für GWP100 (Faktor 3,4 – 13,8) und GWP20 (Faktor 1,4 – 11) deutlich niedriger.

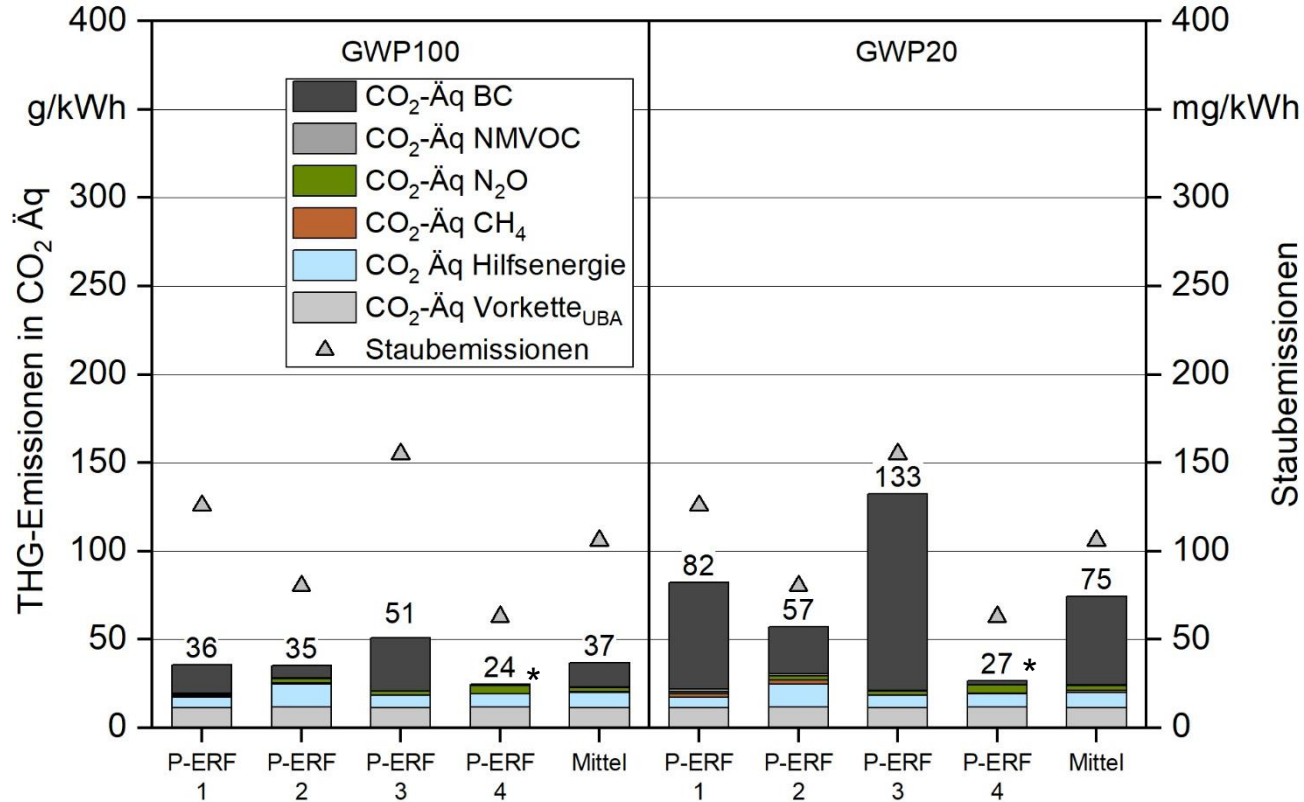
Schlussfolgerungen

- Im Vergleich zu Wärmepumpen mit aktuellem Strommix liegen für GWP100 (Faktor 2 – 6,9) alle Biomassefeuerungen deutlich niedriger, für GWP20 schneiden S-ERF wegen des Black Carbon etwas schlechter ab (5 – 12 %). Automatisch beschickte Biomassefeuerungen sind auch bei GWP20 niedriger (Faktor 2,3 – 6,1).
- Integrierte- (z.B. blauer Engel) und Nachgerüstete elektrostatische Abscheider senken die BC-Emissionen nachweislich um 83-90% und damit die Klimawirkung um 30-53%.
→ nicht nur Luftreinhaltung sondern auch Beitrag zum Klimaschutz!
- Bei Wärmepumpen wurden keine Kältemittelverluste, mögliche BC-Emissionen oder jahreszeitliche Effekte auf den Strommix berücksichtigt. Dennoch werden die THG-Emissionen von Wärmepumpen in Zukunft durch höhere Effizienzen und den Ausbau erneuerbarer Energien weiter sinken.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

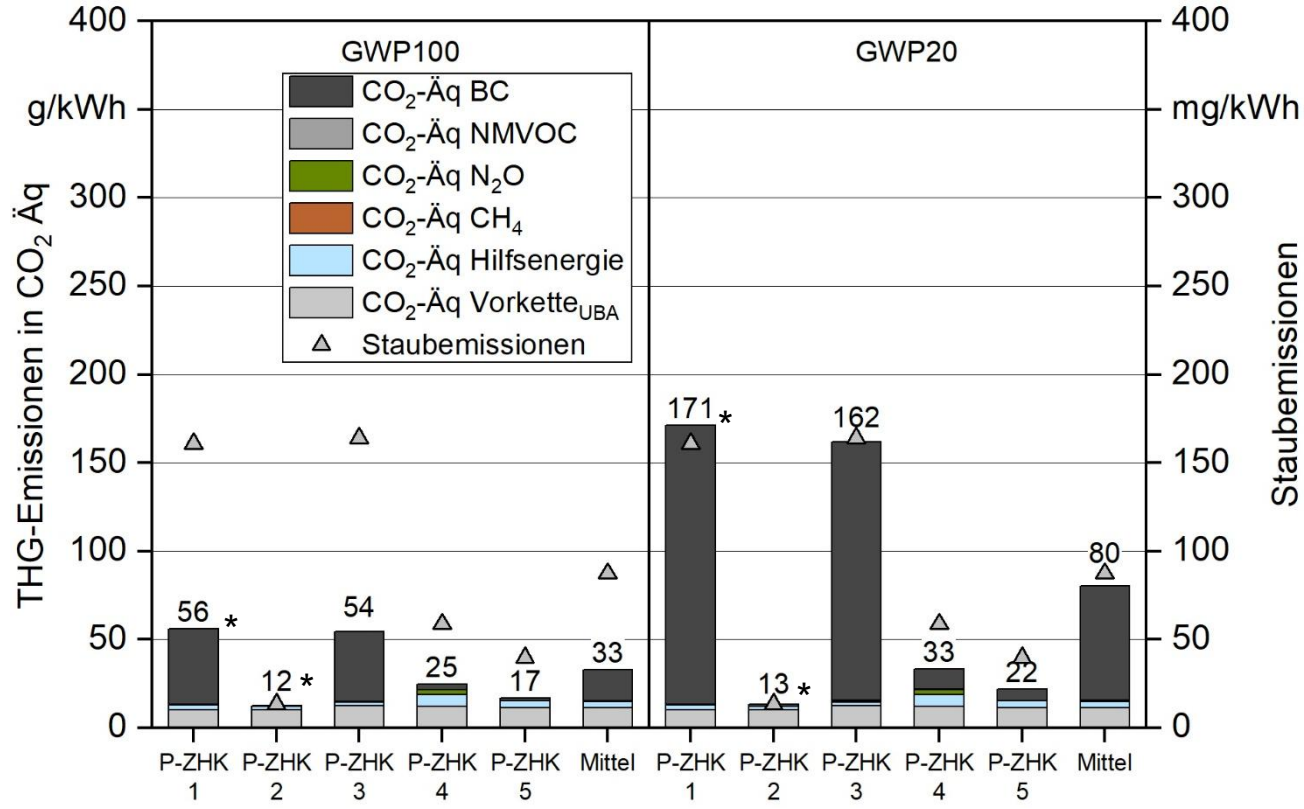
Robert Mack
Abteilung Biogene Festbrennstoffe
Technologie- und Förderzentrum
Im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ)
Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel.: +49 9421 300-154
Fax: +49 9421 300-211
robert.mack@tfz.bayern.de
www.tfz.bayern.de

THG-Emissionen der untersuchten P-ERF im Teillastbetrieb



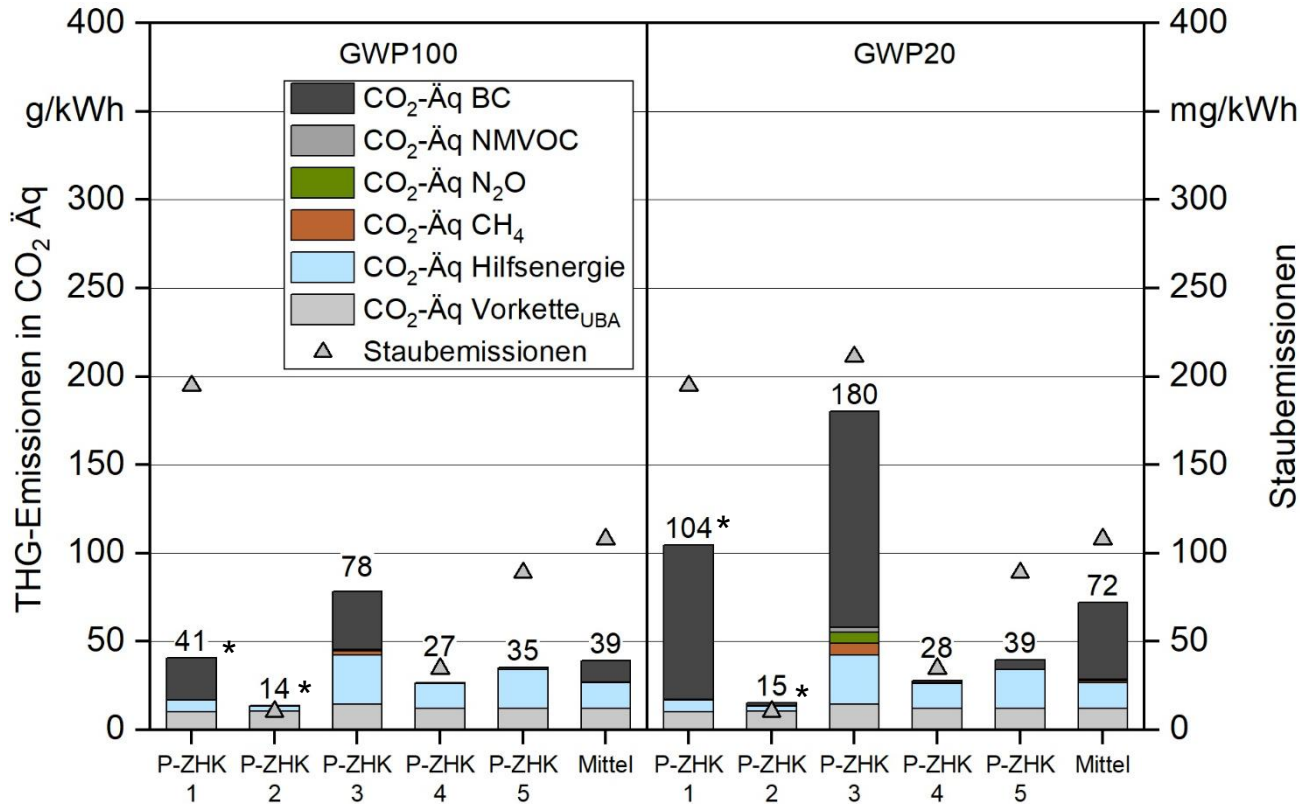
* P-ERF 4: Mit extremer Luftstufung

THG-Emissionen der untersuchten P-ZHK im Teillastbetrieb



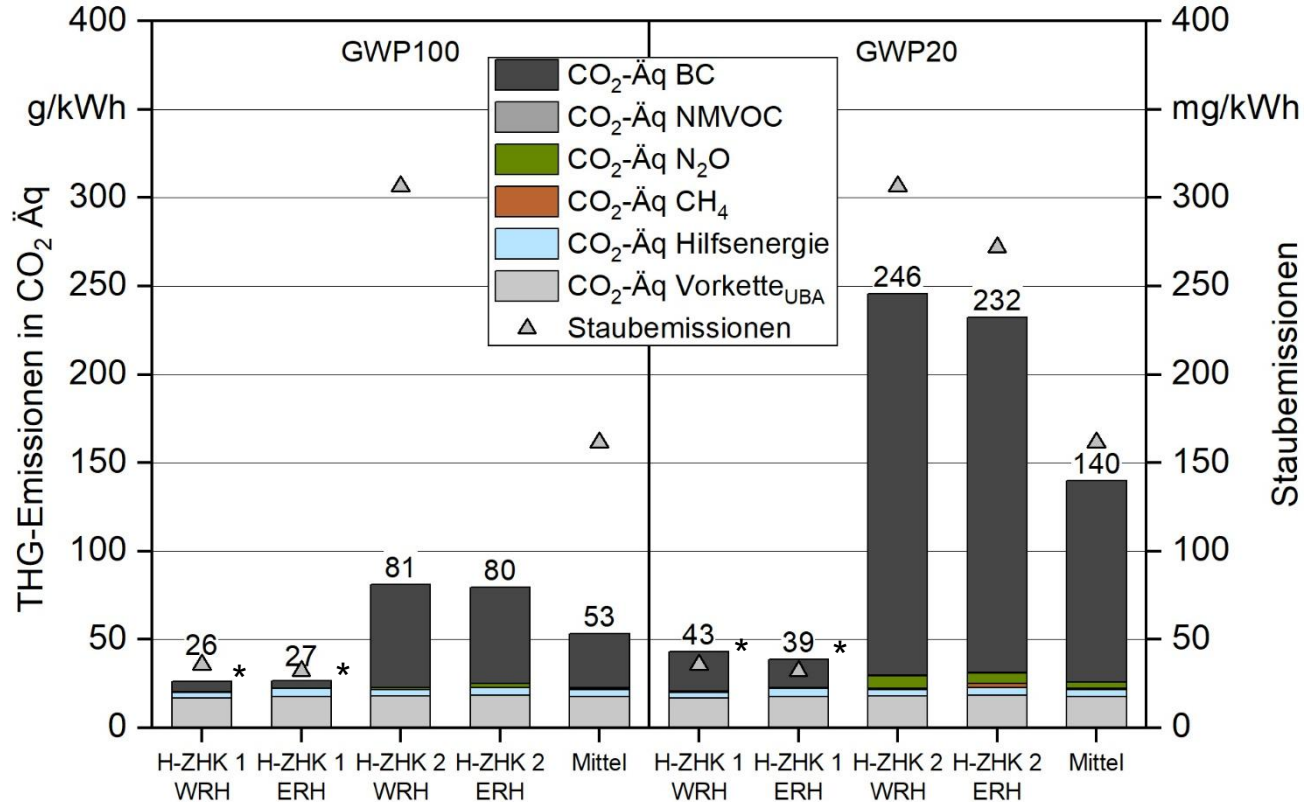
* P-ZHK 1 und 2: Brennwertkessel

THG-Emissionen der untersuchten P-ZHK nach Lastzyklus ohne Puffer



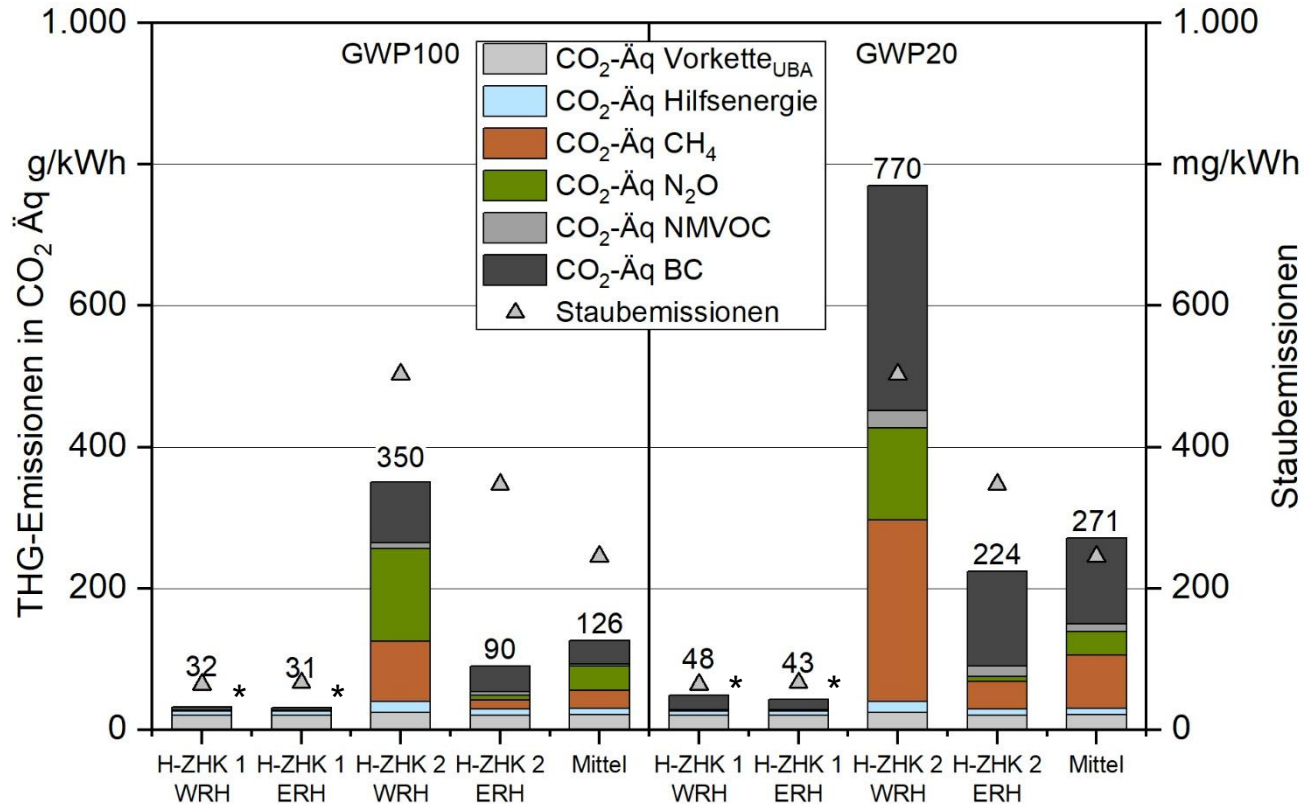
* P-ZHK 1 und 2: Brennwertkessel

THG-Emissionen der untersuchten H-ZHK im Teillastbetrieb



* H-ZHK 1: moderner Kessel mit Abgasrezirkulation

THG-Emissionen der untersuchten H-ZHK nach Lastzyklus ohne Puffer



* H-ZHK 1: moderner Kessel mit Abgasrezirkulation