

# Realitätsnähere Bestimmung der Emissionen an elf Einzelraumfeuerungen

**28. Fachgespräch Arbeitskreis Holzfeuerung  
21. Mai 2025 in Straubing**

**Claudia Schön**



# Inhalt

- Projektvorstellung Real-LIFE emission
- Ablauf des Real-LIFE Testprotokolls
- Versuchsaufbau
- Eingesetzte Feuerungen
- Ergebnisse der Emissionsmessungen
- Reihenfolge der Feuerungen
- Zusammenfassung

# Projekt Real-LIFE emission

- Titel: Harmonisierte Messverfahren zur Bestimmung von Emissionen im Realbetrieb von Festbrennstofffeuerungen
- Laufzeit: 01.05.2021 bis 31.12.2024
- Partner: UEF (Finnland), INERIS (Frankreich), VSB (Tschechien)
- Ziele:
  - Definition eines realeren Prüfzyklus für Kaminöfen
  - Validierung des Prüfzyklus im Ringversuch und Anwendung an Öfen
  - **Ermittlung realerer Emissionen an 11 Einzelraumfeuerungen**
  - Entwicklung einer erweiterten Staubprobenahme und Erprobung



# Real-LIFE Testprotokoll – Ablauf

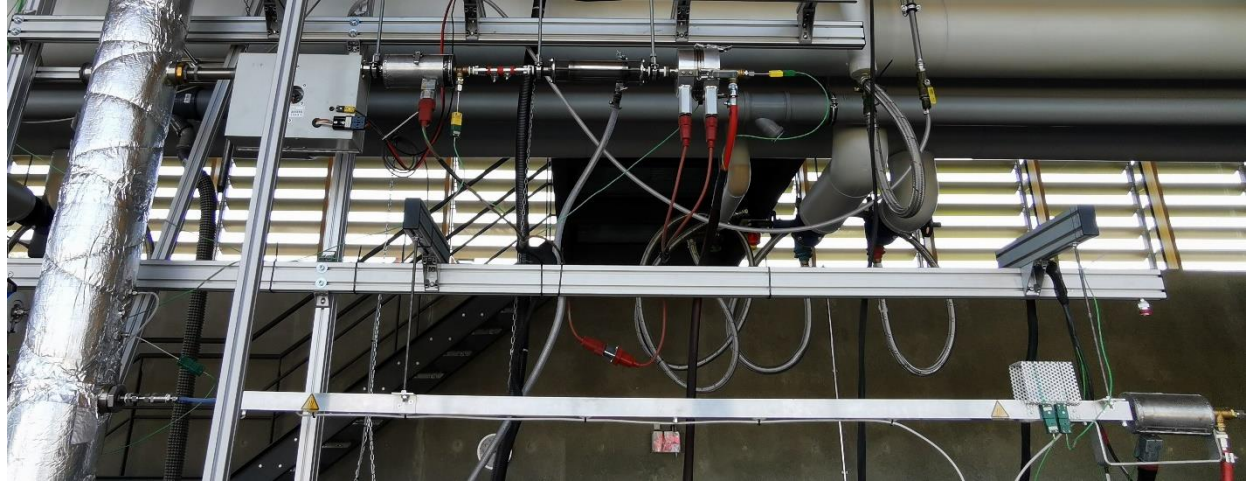
- **1. Auflage** bei Naturzug
  - Brennstoffmasse: Nennlast + 25 % Kleinholz + 1 Anzünder
  - Anzünden von oben bzw. unten, je nach Anleitung
- **2. Auflage** bei Naturzug
  - Brennstoffmasse: Nennlast gemäß Herstellerangabe
- **3. bis 5. Auflage** bei **Nennlast** und Förderdruck von -12 Pa
- **6. und 7. Auflage** bei **65 % Teillast** und Förderdruck von ca. -6 Pa, auch wenn vom Hersteller nur eine Leistung angegeben wurde, dünnere Scheite
- **8. Auflage** bei **150 % Überlast** und Förderdruck von -14 Pa, mehr Scheite

# Versuchsaufbau am TFZ



Haube ist offen während 1. und 2. Auflage (Naturzug)

Gasanalyse, Förderdruck, Abgastemperatur



**ENPME** – Gerade Sonde für alle Abbrände, Wechselzeit unter **3 Minuten** zwischen den Abbränden (180°C, 10l/min, Düse 90°-Orientierung)  
Abstand zur Feuerung gemäß EN16510-1:2022

# Eingesetzte Feuerungen (1)

Merkmal / Ofen	Ofen 1	Ofen 2	Ofen 3	Ofen 4	Ofen 5	Ofen 6
Bauart	Kaminofen	Kaminofen	Kaminofen	Kaminofen	Kaminofen	Kaminofen
Mit Rost?	<b>Nein</b>	Ja	<b>Nein</b>	Ja	Ja	Ja
Mit Katalysator?	<b>Ja</b>	Nein	<b>Ja</b>	Nein	Nein	Nein
Mit Abscheider?	<b>Ja</b>	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Wärmeleistung	8 kW	7 (4,9–9,1) kW	5 kW	4 kW (2-6,5)	6 kW	7 kW
Baujahr	2022	2017	2021	2023	2024	2023
Volumen						
Brennkammer [l]	62	46	40	40	41	51
Scheitlänge [cm]	20	25	17	25	25	25
Gewicht [kg]	346	200	240	131	85	110
Preis [€]?	<b>8.000</b>	3.500	5.000	3.000	<b>400</b>	480

# Eingesetzte Feuerungen (2)

Merkmal / Ofen	Ofen 7	Ofen 8	Ofen 9	Ofen 10	Ofen 11
Bauart	Kaminofen	Heizeinsatz	Kaminofen	Kaminofen	Heizeinsatz
Mit Rost?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Mit Katalysator?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Mit Abscheider?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Wärmeleistung	5 kW	5 kW	6 kW	7 kW	10,5 kW
Baujahr	2005	2022	2022	2017	1998
Volumen					
Brennkammer [l]	37	37	17	62	83
Scheitlänge [cm]	25	33	30	25	50
Gewicht [kg]	250	109	80	135	130
Preis [€]?	Unbekannt	1.800	1.600	1.750	1.000

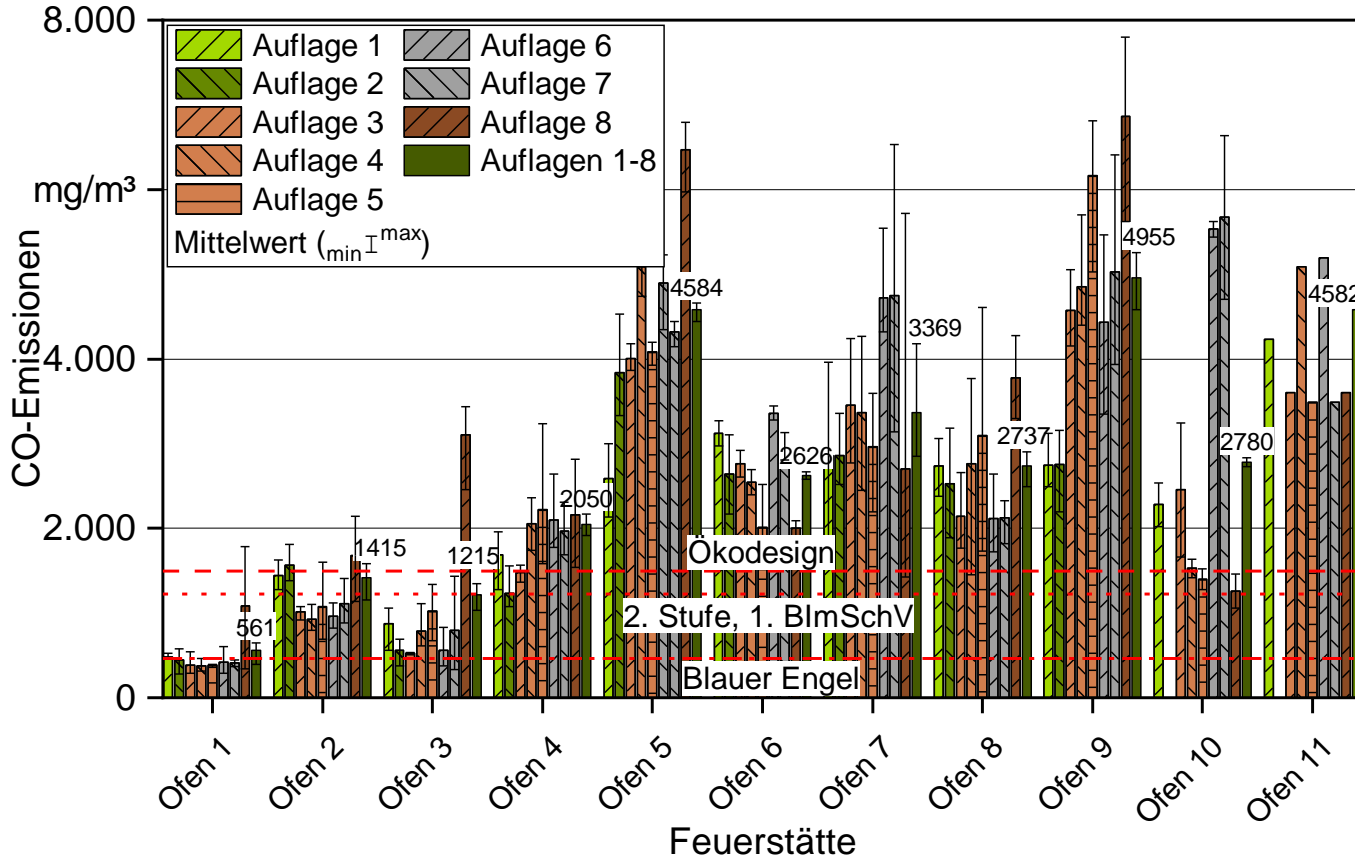
# Grenzwerte – Kurzer Überblick

Parameter	1. BImSchV, 2. Stufe	Ökodesign (2022)	Blauer Engel (2024)	Flame Verte (7 Sterne)	Nordic Swan
CO [mg/m³]	1250	1500	500	1500	1250
Org.-C [mg/m³]	-	120	70	-	100
NO <sub>x</sub> [mg/m³]	-	200	180	200	-
Staub (heiß) [mg/m³]	40	40	15 + PN	40	2 g/kg (verdünnt)
Bemerkung	Nennlast	Nennlast	Real-LIFE Testprotokoll <b>ohne</b> Überlast	Nennlast	NS 3058 mit verschiedenen Lufteinstellungen

Alle Grenzwerte beziehen sich auf 13 % O<sub>2</sub> bei STC mit 0°C.



# CO-Emissionen

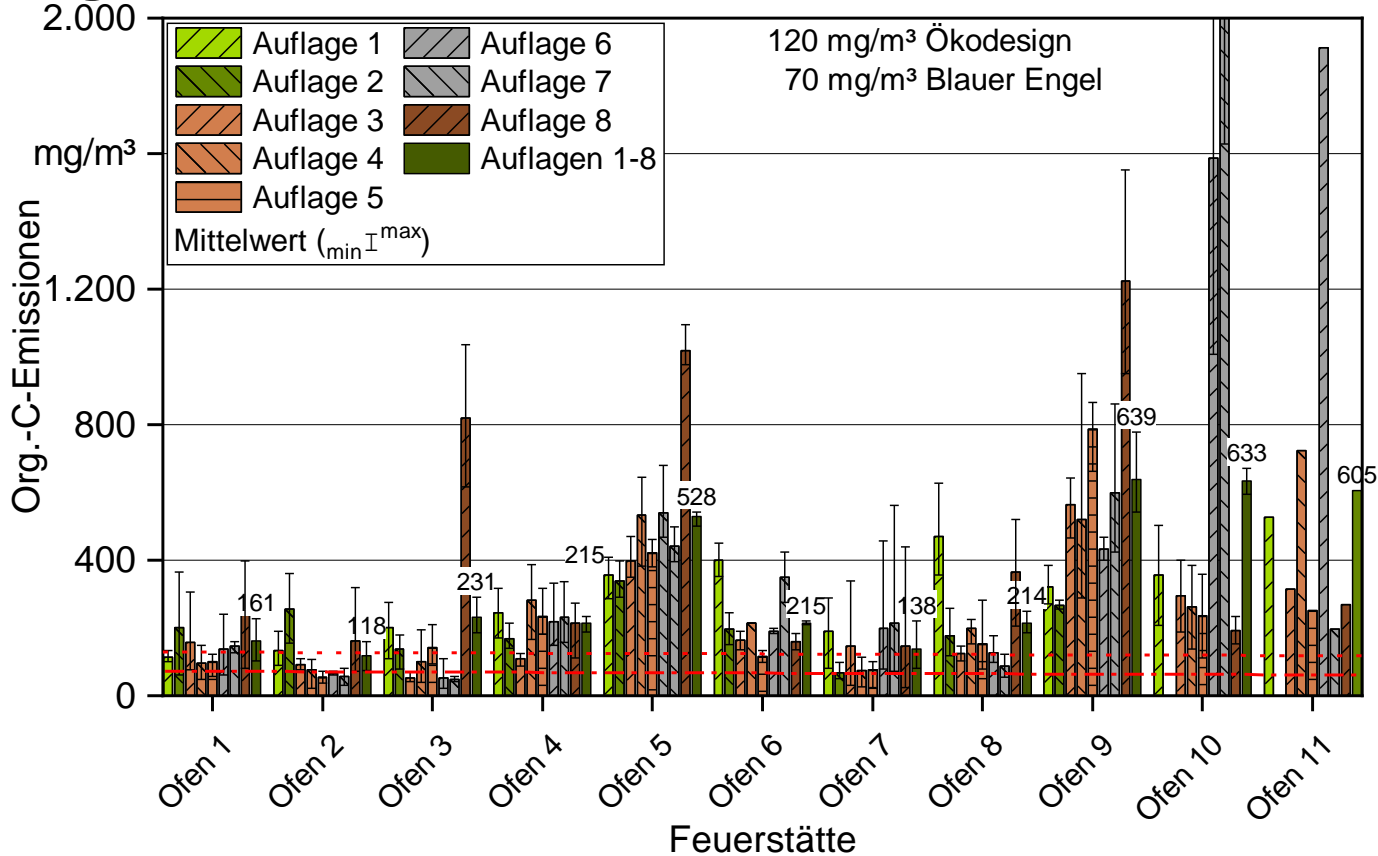


CO-Emissionen für Ofen 11 und 12 unterschätzt wegen Cut-Off bei 5.000 ppm.

Ofen 11 nur 1x getestet → keine Balken.

Nur 2 Öfen erfüllen 2. Stufe beim gesamten Testprotokoll  $< 1.250 \text{ mg/m}^3$ .  
Nur 3 Öfen erfüllen Ökodesign-Werte von  $1.500 \text{ mg/m}^3$  im Realbetrieb.

# Org.-C-Emissionen

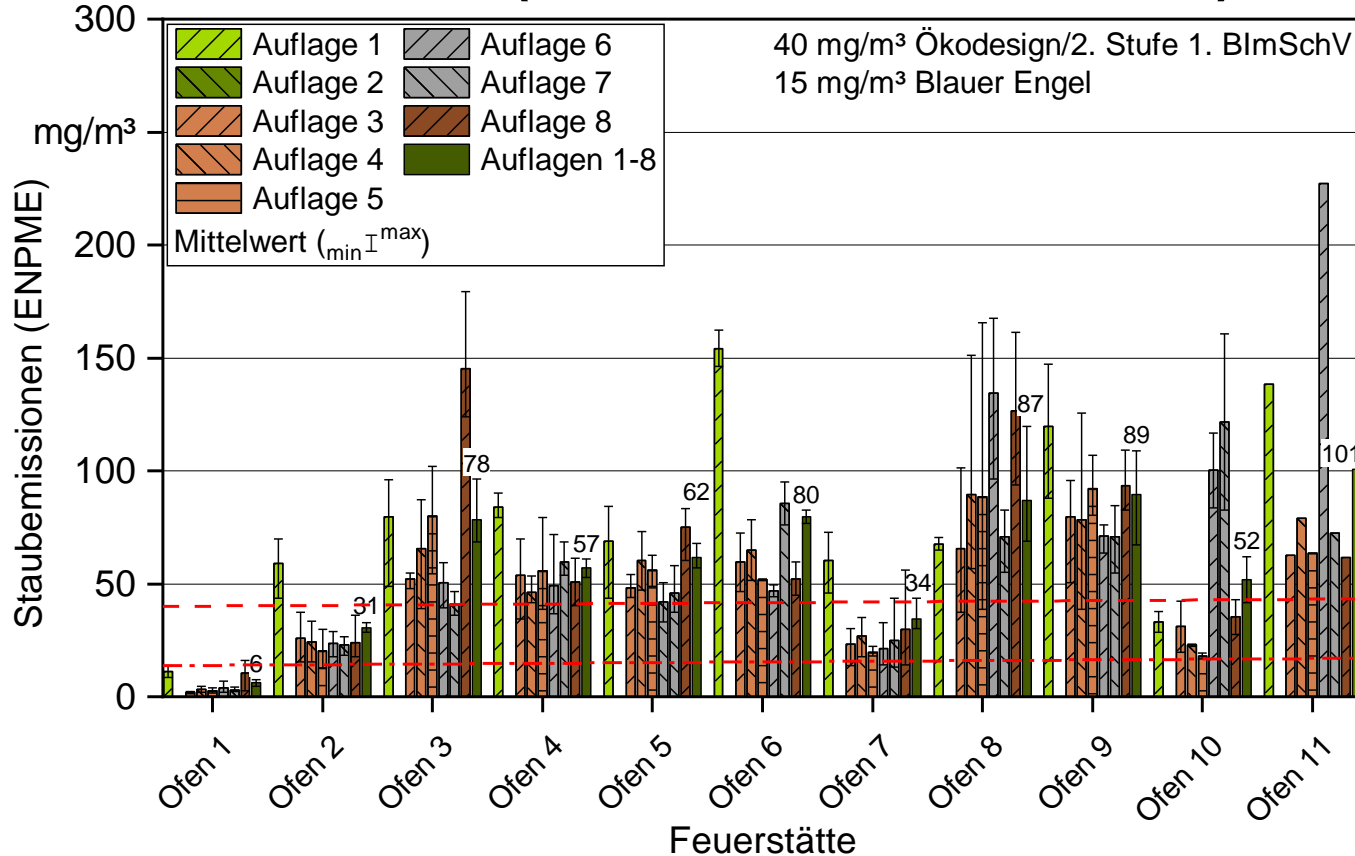


Schlechte  
Verbrennung in Ofen  
10 und 11.

Höchste OGC-Werte  
mit 2746 mg/m³!

Ökodesign-  
Grenzwert  
< 120 mg/m³ nur mit  
Ofen 2 erfüllt mit  
Real-LIFE  
Testprotokoll.

# Staubemissionen (mit ENPME-Probenahme)



Ökodesign-  
Grenzwert von  
40 mg/m<sup>3</sup> nur bei 3  
Öfen erfüllt.

Fazit insgesamt:  
Nur Ofen 2 erfüllt  
alle Anforderungen  
von Ökodesign mit  
Real-LIFE Test-  
protokoll.

# Bleibt die Reihenfolge der Öfen gleich?

- Vergleich durchgeführt für:
  - Offizielle Typenprüfergebnisse (sofern verfügbar)
  - Beste 3 Auflagen bei Nennlast
  - Auflagen 1+2 (Anheizphase)
  - Alle Nennlastmessungen
  - Alle Teillastmessungen
  - Überlast
  - Auflagen 1-7 (ähnlich Blauer Engel)
  - Auflagen 1-8 (Real-LIFE Testprotokoll)

# Heat Maps – CO-Emissionen in mg/m<sup>3</sup> (13 % O<sub>2</sub>)

CO-Emissionen mg/m <sup>3</sup> @ 13% O <sub>2</sub>	Ofen 1 (n=3)	Ofen 2 (n=3)	Ofen 3 (n=3)	Ofen 4 (n=3)	Ofen 5 (n=3)	Ofen 6 (n=2)	Ofen 7 (n=3)	Ofen 8 (n=3)	Ofen 9 (n=3)	Ofen 10 (n=2)	Ofen 11 (n=1)
Typenprüfung	...	...	...	...	...	...	n. a.	...	...	...	n. a.
beste 3x Nennlast	306	837	594	1485	3989	1848	2472	1650	4462	1754	4061
Auflage 1+2	467	1512	643	1441	3582	2943	2658	2632	2756	2849	4228
alle Nennlast	379	1006	812	1953	4532	2260	3289	2665	5197	2240	4061
alle Teillast	414	1037	676	2033	4606	3164	4456	2120	4729	6899	4342
Überlast	1087	1682	3106	2161	6473	2000	2949	3773	6865	1572	3598
Auflagen 1-7	431	1312	788	1996	4192	2724	3367	2486	4523	3792	4099
Auflagen 1-8	561	1415	1215	2067	4584	2626	3369	2737	4955	3641	4582

CO-Emissionen Reihenfolge	Ofen 1 (n=3)	Ofen 2 (n=3)	Ofen 3 (n=3)	Ofen 4 (n=3)	Ofen 5 (n=3)	Ofen 6 (n=2)	Ofen 7 (n=3)	Ofen 8 (n=3)	Ofen 9 (n=3)	Ofen 10 (n=2)	Ofen 11 (n=1)
Typenprüfung	1	3	2	8	7	9	n. a.	6	5	4	n. a.
beste 3x Nennlast	1	3	2	4	9	7	8	5	11	6	10
Auflage 1+2	1	3	2	4	10	6	6	5	7	8	11
alle Nennlast	1	3	2	4	10	6	8	7	11	5	9
alle Teillast	1	3	2	4	9	6	8	5	10	11	7
Überlast	1	3	7	5	10	4	6	9	11	2	8
Auflagen 1-7	1	3	2	4	10	6	7	5	11	8	9
Auflagen 1-8	1	3	2	4	10	5	7	6	11	8	9

# Heat Maps – Org.-C-Emissionen in mg/m<sup>3</sup> (13 % O<sub>2</sub>)

Org.-C-Emissionen mg/m <sup>3</sup> @ 13% O <sub>2</sub>	Ofen 1 (n=3)	Ofen 2 (n=3)	Ofen 3 (n=3)	Ofen 4 (n=3)	Ofen 5 (n=3)	Ofen 6 (n=2)	Ofen 7 (n=3)	Ofen 8 (n=3)	Ofen 9 (n=3)	Ofen 10 (n=2)	Ofen 11 (n=1)
Typenprüfung	-	-	-	-	-	-	n. a.	-	n. a.	-	n. a.
beste 3x Nennlast	71	37	58	131	396	111	65	126	397	203	431
Auflage 1+2	165	203	138	172	378	323	124	317	291	356	528
alle Nennlast	118	74	105	213	474	159	103	159	624	264	431
alle Teillast	143	61	51	225	491	270	164	107	516	1887	1055
Überlast	256	162	819	215	1019	160	170	366	1223	193	269
Auflagen 1-7	135	106	101	214	428	232	131	199	507	760	507
Auflagen 1-8	161	118	231	223	528	215	138	214	639	633	605

Org.-C-Emissionen Reihenfolge	Ofen 1 (n=3)	Ofen 2 (n=3)	Ofen 3 (n=3)	Ofen 4 (n=3)	Ofen 5 (n=3)	Ofen 6 (n=2)	Ofen 7 (n=3)	Ofen 8 (n=3)	Ofen 9 (n=3)	Ofen 10 (n=2)	Ofen 11 (n=1)
Typenprüfung	2	1	7	5	3	8	n. a.	4	n. a.	6	n. a.
beste 3x Nennlast	4	1	2	7	9	5	3	6	10	8	11
Auflage 1+2	3	5	2	4	10	8	1	7	6	9	11
alle Nennlast	4	1	3	7	10	5	2	6	11	8	9
alle Teillast	4	2	1	6	8	7	5	3	9	10	11
Überlast	6	2	9	5	10	1	3	8	11	4	7
Auflagen 1-7	4	1	2	6	8	7	3	5	9	11	10
Auflagen 1-8	3	1	7	6	8	5	2	4	11	10	9

# Heat Maps – NO<sub>x</sub>-Emissionen in mg/m<sup>3</sup> (13 % O<sub>2</sub>)

NO <sub>x</sub> -Emissionen mg/m <sup>3</sup> @ 13% O <sub>2</sub>	Ofen 1 (n=3)	Ofen 2 (n=3)	Ofen 3 (n=3)	Ofen 4 (n=3)	Ofen 5 (n=3)	Ofen 6 (n=2)	Ofen 7 (n=3)	Ofen 8 (n=3)	Ofen 9 (n=3)	Ofen 10 (n=2)	Ofen 11 (n=1)
Typenprüfung	-.-.-	-.-.-	n. a.	-.-.-	-.-.-	-.-.-	n. a.	-.-.-	n. a.	-.-.-	n. a.
beste 3x Nennlast	126	118	119	122	88	104	98	108	91	109	83
Auflage 1+2	130	122	122	124	92	104	105	107	106	77	84
alle Nennlast	130	119	112	117	87	104	91	98	83	95	83
alle Teillast	129	120	110	109	82	96	84	94	86	64	76
Überlast	128	121	134	110	95	100	103	87	81	111	108
Auflagen 1-7	130	119	115	117	88	102	94	99	89	81	83
Auflagen 1-8	130	119	118	116	89	102	97	97	87	83	85

# Heat Maps – Staubemissionen (ENPME) in mg/m<sup>3</sup> (13 % O<sub>2</sub>)

Staubemissionen mg/m <sup>3</sup> @ 13% O <sub>2</sub>	Ofen 1 (n=3)	Ofen 2 (n=3)	Ofen 3 (n=3)	Ofen 4 (n=3)	Ofen 5 (n=3)	Ofen 6 (n=2)	Ofen 7 (n=3)	Ofen 8 (n=3)	Ofen 9 (n=3)	Ofen 10 (n=2)	Ofen 11 (n=1)
Typenprüfung	-.-.	-.-.	-.-.	-.-.	-.-.	-.-.	n. a.	-.-.	n. a.	-.-.	n. a.
beste 3x Nennlast	2	19	53	44	46	50	22	46	54	20	68
Auflage 1+2	11	59	80	84	69	94	33	32	54	33	138
alle Nennlast	3	24	66	48	53	59	25	81	83	24	68
alle Teillast	3	23	46	54	44	66	21	103	71	111	150
Überlast	11	24	145	51	75	52	35	127	93	35	62
Auflagen 1-7	5	28	54	60	59	84	35	80	90	52	98
Auflagen 1-8	6	31	78	61	62	80	34	87	89	49	92

Staubemissionen Reihenfolge	Ofen 1 (n=3)	Ofen 2 (n=3)	Ofen 3 (n=3)	Ofen 4 (n=3)	Ofen 5 (n=3)	Ofen 6 (n=2)	Ofen 7 (n=3)	Ofen 8 (n=3)	Ofen 9 (n=3)	Ofen 10 (n=2)	Ofen 11 (n=1)
Typenprüfung	3	6	2	4	7	8	n. a.	5	n. a.	1	n. a.
beste 3x Nennlast	1	2	9	5	7	8	4	6	10	3	11
Auflage 1+2	1	6	8	9	7	10	3	2	5	4	11
alle Nennlast	1	2	8	5	6	7	4	10	11	3	9
alle Teillast	1	3	5	6	4	7	2	9	8	10	11
Überlast	1	2	11	5	8	6	3	10	9	4	7
Auflagen 1-7	1	2	5	7	6	9	3	8	10	4	11
Auflagen 1-8	1	2	7	5	6	8	3	9	10	4	11



# Zusammenfassung der 11 Feuerungen

- Feuerungen unterschiedlichen Alters und Qualität wurden getestet.
- Je Feuerung wurde Real-LIFE Testprotokoll ein bis drei mal wiederholt.
- Real-LIFE Testprotokoll wurde nicht immer befolgt trotz mehrfacher „Unterweisung“ (z. B. längere Pausen, Zwischenabbrände), auch teilweise ungeeignete CO-Messtechnik.
- Nur eine Feuerung erfüllt Vorgaben nach Ökodesign (Ofen 2), wenn Real-LIFE-Testprotokoll zugrunde gelegt wird.
- Reihenfolge der Feuerungen verändert sich, wenn Real-LIFE-Testprotokoll angewendet wird im Vergleich zu den offiziellen Typenprüfwerten.

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Claudia Schön  
Abteilung Biogene Festbrennstoffe  
Technologie- und Förderzentrum  
Im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ)  
Schulgasse 18  
94315 Straubing  
Tel.: +49 9421 300-152  
Fax: +49 9421 300-211  
[Claudia.schoen@tfz.bayern.de](mailto:Claudia.schoen@tfz.bayern.de)  
[www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)

Förderkennzeichen: LIFE20 PRE/FI/000006

Homepage: <https://sites.uef.fi/real-life-emissions/> oder <https://www.tfz.bayern.de/biogenefestbrennstoffe/projekte/283863/index.php>