

1. Deutsches Doktorandenkolloquium Bioenergie, September 2018

Verstromung von biogenen Reststoffen in einem wirbelschichtgefeuerten Stirlingmotor

Tanja Schneider, M. Sc., Dr.-Ing. Dominik Müller, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl

Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik (EVT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Fürther Str. 244f, 90429 Nürnberg

Mikro-KWK mit Festbrennstoffen

Bisher bleiben große Teile biogener Festbrennstoffe trotz ihrer hohen Verfügbarkeit und ihres naturgemäß hohen CO₂-Minderungspotentials für die kleinskalige Stromerzeugung ungenutzt. Grund dafür sind vor allem die hohen notwendigen Verbrennungstemperaturen zur effizienten Stromerzeugung, welche in konventionellen Rostfeuerungen zu Verschlackungen führen. Demgegenüber steht der Betrieb mit hohem Luftüberschuss zur Vermeidung von Verschlackungen mit einem reduzierten Feuerungswirkungsgrad und einer geringen elektrischen Leistung.

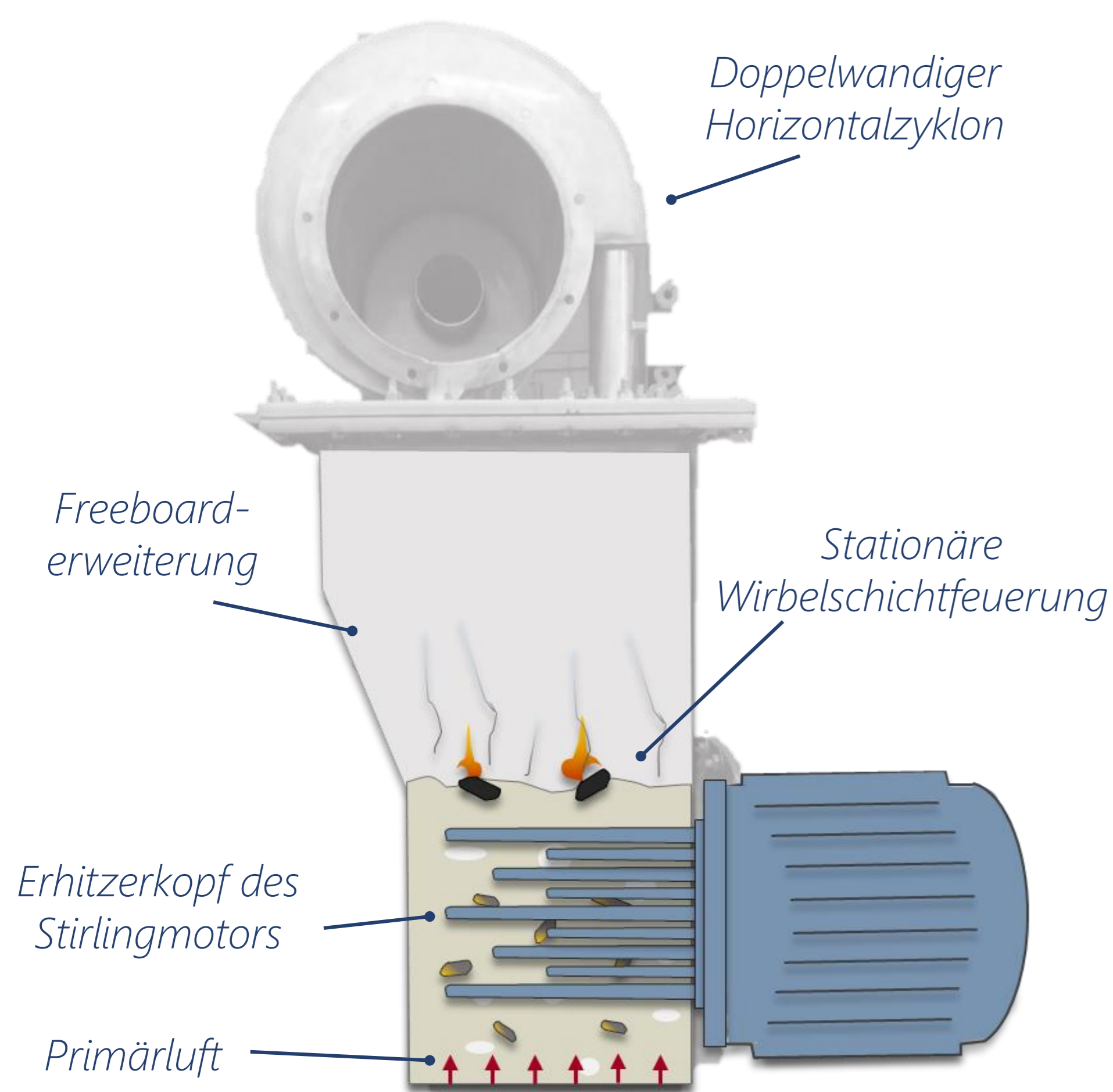


Abbildung 1: Schematische Anordnung des Wärmeübertragers eines Stirlingmotors im Bett einer Wirbelschichtfeuerung mit Horizontalzyklon

Konzeptidee

Die Nutzung von kleinsten Wirbelschichtfeuerungen für Mini- und Mikro-KWK-Konzepte erlaubt dagegen eine effiziente Kühlung der Feuerung durch direkt eingebrachte Tauchheizflächen, beispielsweise eines Stirlingmotors (Abbildung 1). Durch den damit geringen notwendigen Luftüberschuss können, ohne unzulässige Überschreitung von Ascheschmelztemperaturen bei gleichzeitiger Brennstoffflexibilität, hohe Feuerungswirkungsgrade erreicht werden.

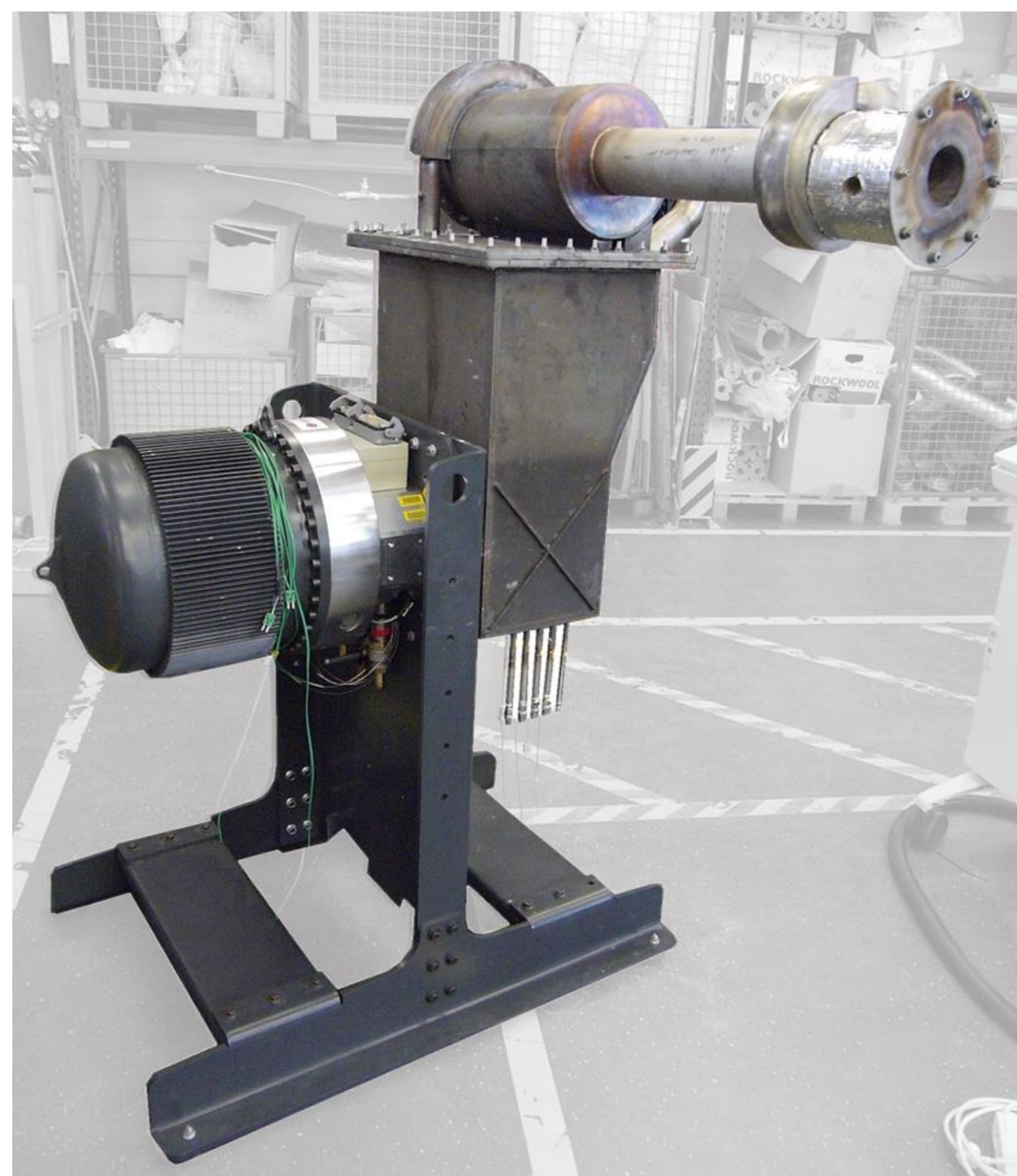


Abbildung 2: Aufbau der Pilotanlage bestehend aus einer 45 kW_{th} Wirbelschichtfeuerung und einem 5 kW_{el} Stirlingmotors (Darstellung ohne Messinstrumentierung, Dämmung und weiterer Peripherie)

Projekt „BioWasteStirling“

Basierend auf den Vorversuchen an einer Laboranlage am EVT wurde im BMWi-Projekt „BioWasteStirling“ nach der beschriebenen Konzeptidee eine 45 kW_{th} Wirbelschichtfeuerung, gekoppelt mit einem 5 kW_{el} Stirlingmotor von Frauscher Thermal Motors, konzipiert und soll in einem mobilen Containerkonzept im Feldtest bei der SWW Wunsiedel erprobt werden (s. Abbildung 2). Im Fokus stehen dabei erstmals Langzeittests mit verschiedensten holzartigen Brennstoffen und weiteren schwierigen biogenen Reststoffen wie zum Beispiel Heu- und Strohpellets, gepresste Gärreste oder Restkohlenstoff aus der Holzvergasung.

Inbetriebnahmeversuche

Bereits die ersten Versuche der Pilotanlage in Laborumgebung zeigen, dass die Nennleistung des Motors von 5 kW_{el} mit der Wirbelschichtfeuerung problemlos erreicht werden kann. Bei einer mittleren Feuerungswärmeleistung von ca. 40 kW_{th} wurde ein elektrischer Wirkungsgrad von ca. 12,5 % realisiert (s. Abbildung 3).

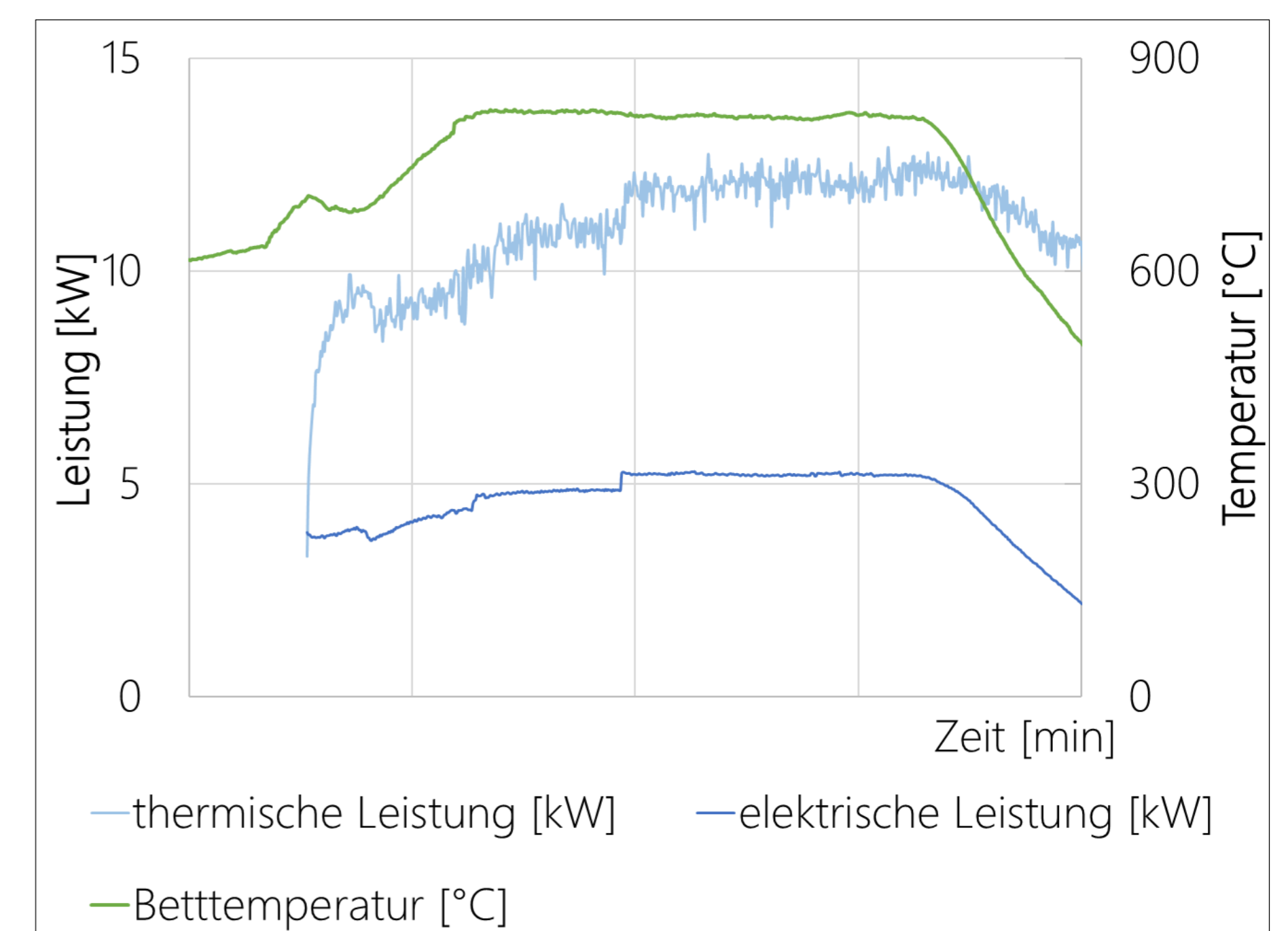


Abbildung 3: Leistungsmessung und Wirbelschichttemperatur während des ersten Inbetriebnahmeversuchs (Holzpellets, Luftzahl $\lambda \approx 1,5$, $Q_{FWL} \approx 40$ kW)

Weitere Messungen zur Charakterisierung der Wirbelschichtfeuerung zeigen für die CO-Emissionen einen charakteristischen Verlauf über die Luftzahl λ mit einem Minimum von ca. 50 ppm bei $\lambda \approx 1,45$ (Holzpellets, $Q_{FWL} \approx 32$ kW, Betttemperatur 800°C)

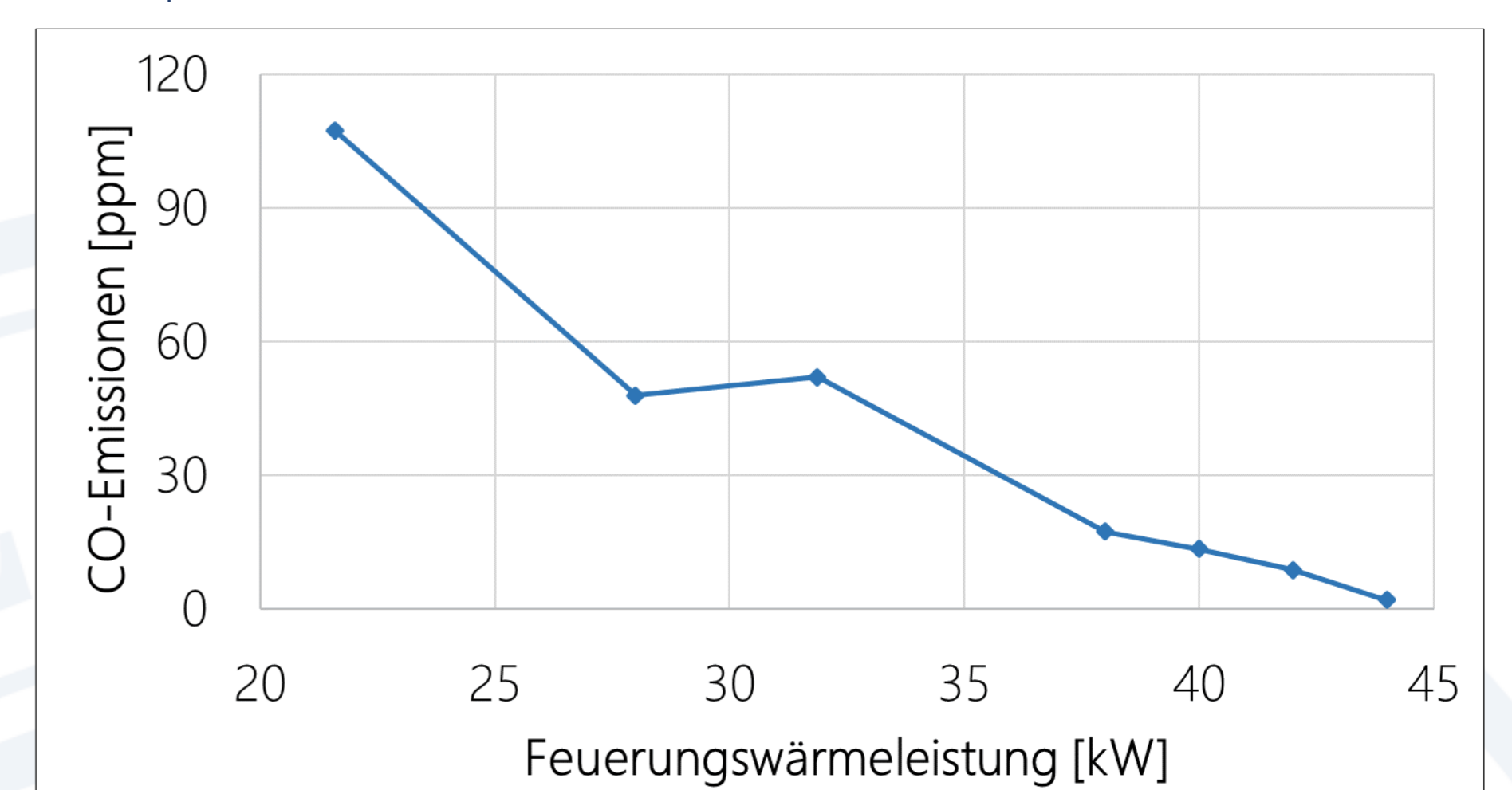


Abbildung 4: CO-Emissionen abhängig von der Feuerungswärmeleistung (Holzpellets, Luftzahl $\lambda \approx 1,5$, Betttemperatur 800°C)

Zudem zeigt die Variation der Querschnittsbelastung der Wirbelschichtfeuerung, dass sich eine höhere Feuerungswärmeleistung und, bei konstanter Luftzahl λ , eine resultierende höhere Fluidisierung ebenfalls positiv auf die CO-Emissionen auswirken (s. Abbildung 4). Die gemessenen CO-Emissionswerte liegen für die dargestellten Betriebspunkte alle unter den Grenzwerten der 1. BImSchV.

Begleitet durch das TFZ Straubing sollen weiterführend ebenfalls Messungen zu Feinstaubemissionen durchgeführt, sowie weitere herausfordernde biogene Brennstoffe untersucht werden.

Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Fürther Straße 244f, 90429 Nürnberg

Tanja Schneider, M. Sc.

+49 (0)911 5302 9038

tanja.t.schneider@fau.de



www.evt.tf.fau.de

September 18