BMWi-Förderprogramm
„Energetische Biomassenutzung“

Entwicklung von kosten-, energie- und umwelteffizienten Verbrennungstechnologien für Biomassefeuerungen mit Hilfe der CFD-Simulation

FKZ: 03KB055

Dipl.-Ing. (BA), M.Sc. Winfried Juschka, JES! – JUSCHKA Energy Solutions

Einführung

Durch eine neu entwickelte Methode zur Kalibrierung von CFD-Simulationsergebnissen kann eine verlässliche Vorhersage des Emissionsverhaltens von Biomassefeuerungen erstellt werden. Somit können bei der Konstruktion neuer Biomassefeuerungen die Vorteile der CFD-Simulation bereits in der Konzeptionsphase und ohne die Anfertigung von Prototypen genutzt werden. Durch die Methode ist eine verlässliche Vorhersage der CO-O_2-Charakteristik der Brennraumkonzepte möglich. Dadurch kann eine fundierte Auswahl der optimalen Konzeptvariante erfolgen, ohne aufwendige Vermessung von Prototypen auf dem Prüfstand.

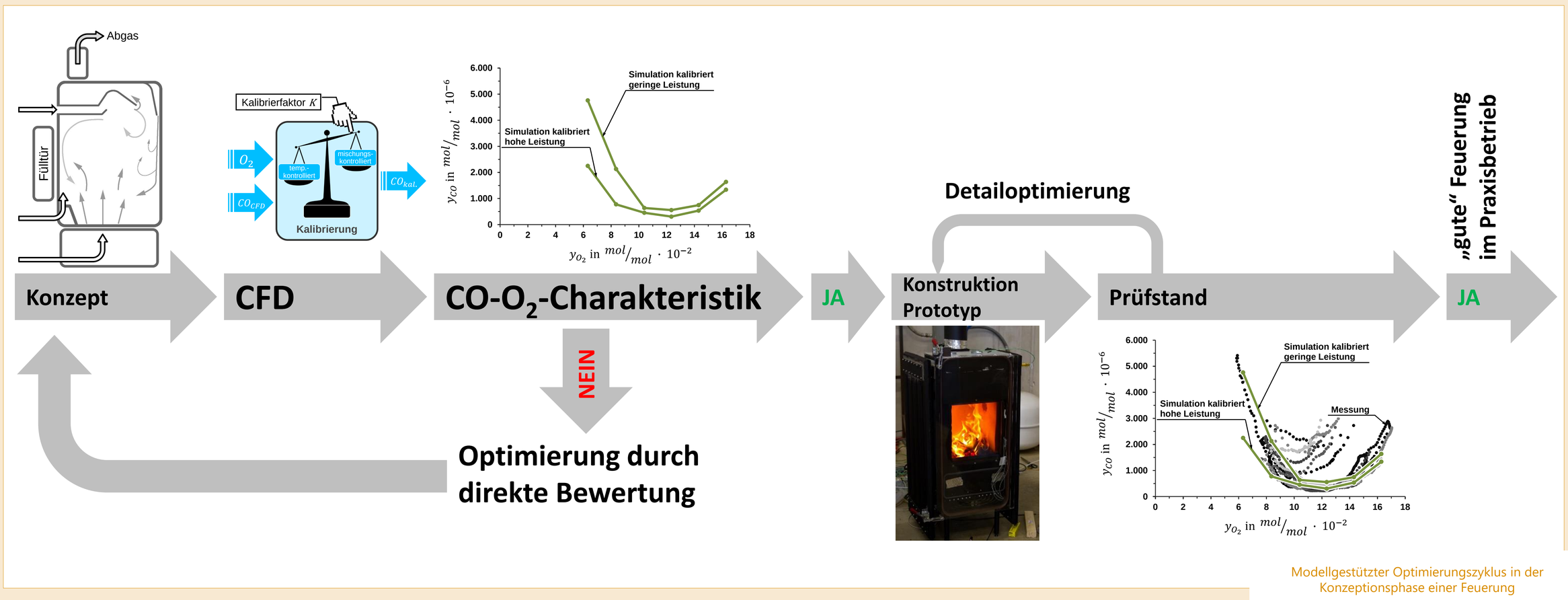
Methode

Bei der CFD-Simulationen ist der Magnussen-Koeffizient (A_{Mag}) im mischungskontrollierten Reaktionspfad $\dot{r}_i^{misch}$ im Eddy Dissipation Model (EDM) nicht allgemeingültig und wird überwiegend durch aufwendige Vermessung eines Prototypen auf dem Prüfstand bestimmt. Der Magnussen-Koeffizient (A_{Mag}) ist nicht nur von der Geometrie, sondern auch vom Luftüberschuss des Verbrennungskonzeptes abhängig. Durch eine Parameterstudie von A_{Mag} in Abhängigkeit des Luftüberschusses (Sauerstoffklasse C_{O_2}) wird eine Gewichtung der beiden Reaktionspfade $\dot{r}_i^{temp}$ und $\dot{r}_i^{misch}$ im EDM vorgenommen. Mit der Kurve der CO-Charakteristik, der Gewichtungscharakteristik und mit einem über den gesamten Sauerstoffbereich konstanten Kalibrierfaktor, können in einem nachgeschalteten Prozess die Kohlenmonoxidkonzentrationen am Ende der Feuerung neu bestimmt werden.

Fazit

Diese innovative Methode ermöglicht die zuverlässige Berechnung der CO-O_2-Charakteristik und damit eine Vorhersage des Betriebsbereichs und des Emissionsverhaltens von Biomassefeuerungen. Die Optimierung findet in einem Entwicklungsschritt statt, welcher die größtmögliche Gestaltungsfreiheit zulässt. Somit lassen sich Neuentwicklungen oder ein Retrofit an Bestandsanlagen, sowohl zeit- und als auch kosteneffizient gestalten.

CFD in der Konzeptionsphase



Modellgestützter Optimierungszyklus in der Konzeptionsphase einer Feuerung

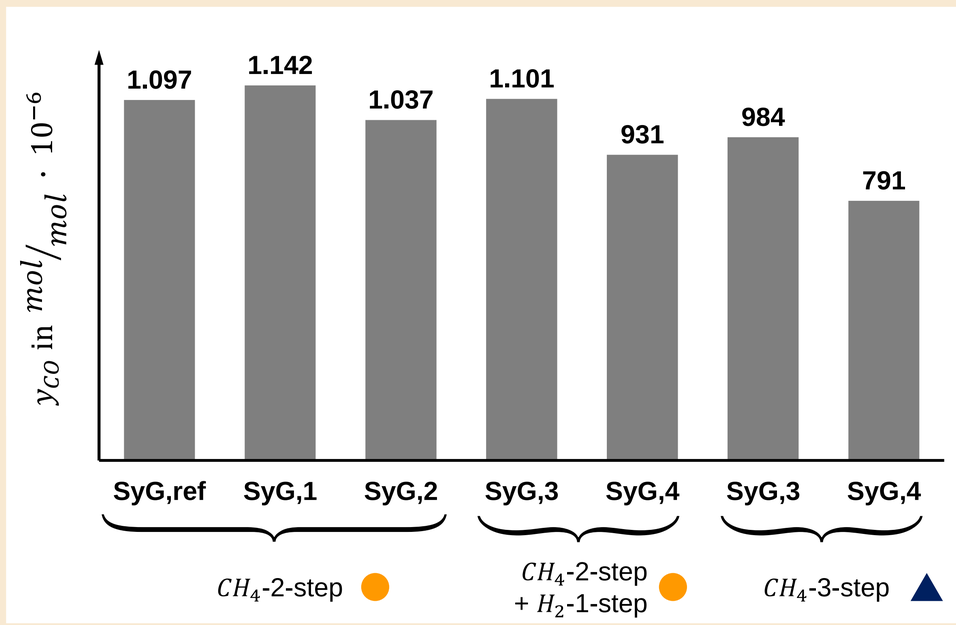
Sensitivität

Wird z.B. die Zusammensetzung des Brennstoffgemisches oder werden andere Reaktionsmechanismen im EDM (Methan-2-Schritt oder Methan-3-Schritt) genutzt, werden andere Kohlenmonoxidkonzentrationen im Abgas berechnet, die CO-Charakteristik des Brennraumkonzeptes bzw. der Feuerung ändert sich allerdings nicht. Dies ergab eine Sensitivitätsanalyse mit den Eingangsparameter der CFD-Simulation.

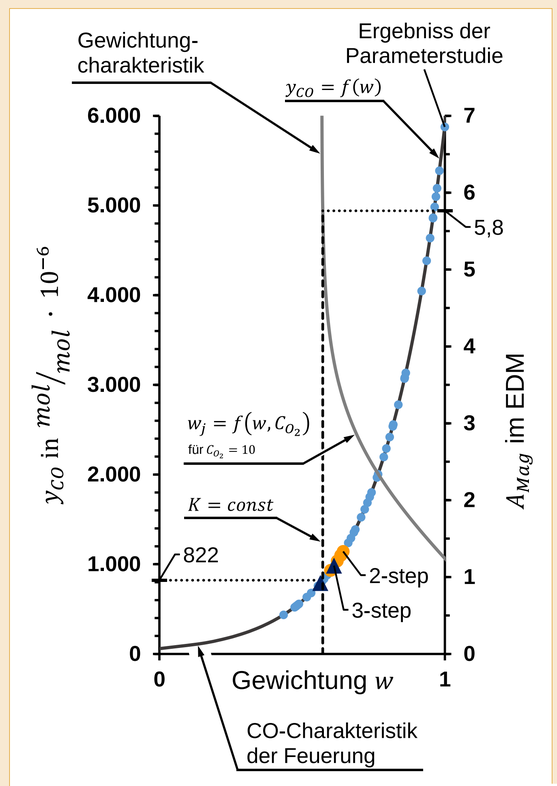
Zusammensetzung Brennstoffgemisch

x_i in %	SynGas ref*	SynGas 1*	SynGas 2*	SynGas 3#	SynGas 4#
CO	43	33	55	36	23
CH_4	18	21	15	18	17,5
H_2				0,5	2
CO_2	22	34	8	32,5	56
H_4O	17	12	22	13	1,5

* SynGas ref, 1…2 als Methan-2-Schrit (CH_4-2-step)
$\dot{r}_{CH_4}$ über „vermischt=verbrannt“
* SynGas 3…4 als CH_4-2-step und Wasserstoff-1-Schritt (H_2-1-step) bzw. Methan-3-Schritt (CH_4-3-step):
$\dot{r}_{H_2}$ über „vermischt=verbrannt“



Kalibrierung der CFD-Ergebnisse



$CO - w - A_{Mag}$ Diagramm zur Kalibrierung der Ergebnisse aus der CFD-Simulation

JES! Juschka Energy Solutions

JES! – JUSCHKA Energy Solutions
Winfried Juschka
Tel.: +49 (0)176-235-37062
E-Mail: juschka@0711jes.de
Internet: www.0711jes.de

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages