Fördergeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektträger

Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Begleitforschung

DBFZ

BIOENERGIE FORSCHUNGSNETZWERKE ENERGIE

Energetische Biomassenutzung

BioBrick – technische und wirtschaftliche Machbarkeit der betrachteten Szenarien, Verbrennungsversuche mit Holzgas und Nutzung von Vergaserrückstände im Ziegel

ERNST ZIEGELWERK

BURKHARDT ENERGIE- UND GEBÄUDETECHNIK

Fraunhofer UMSICHT

M. Meiller, J. Walberer, Dr. R. Daschner, H. Burkhardt, W. Klenk, D. Alt, S. Ernst

Fraunhofer UMSICHT, An der Maxhütte 1, 92237 Sulzbach-Rosenberg
Burkhardt GmbH, Kreutweg 2, 92360 Mühlhausen
Ernst Ziegelwerk GmbH & Co. KG, Ziegelei 2, 85117 Eitensheim

BIOENERGIE FORSCHUNGSNETZWERKE ENERGIE

Energetische Biomassenutzung

Wie können wir einen energieintensiven Prozess klimaneutral gestalten? Antworten am Beispiel der Ziegelproduktion

AP1 u. 4: Datenerfassung sowie technische, ökonomische Bewertung verschiedener Varianten/Leistungsklassen basierend auf den Produktionsjahren 2018 u. 2019 des Ziegelwerks

AP2: Verbrennungsversuche mit Holzgas (modifizierter Holzgasbrenner) und Vergaserkohle in einem Staubbrenner

AP3: Einbringung der Vergaserkohle als Porosierungsmaterial im Ziegel

Basisszenario – konventionelle Anwendung (Holzvergaser + BHKW)

Vorteile:

- Bestehendes Produkt, sofort einsetzbar
- Komplette Eigenstromnutzung im Ziegelwerk möglich

Nachteil:

- Niedertemperatur kann nicht vollständig im Ziegelwerk genutzt werden
- Keine Substitution von HT-Wärme im Tunnelofen

Alternativszenario – Holzgasnutzung mit modifizierten Brenner

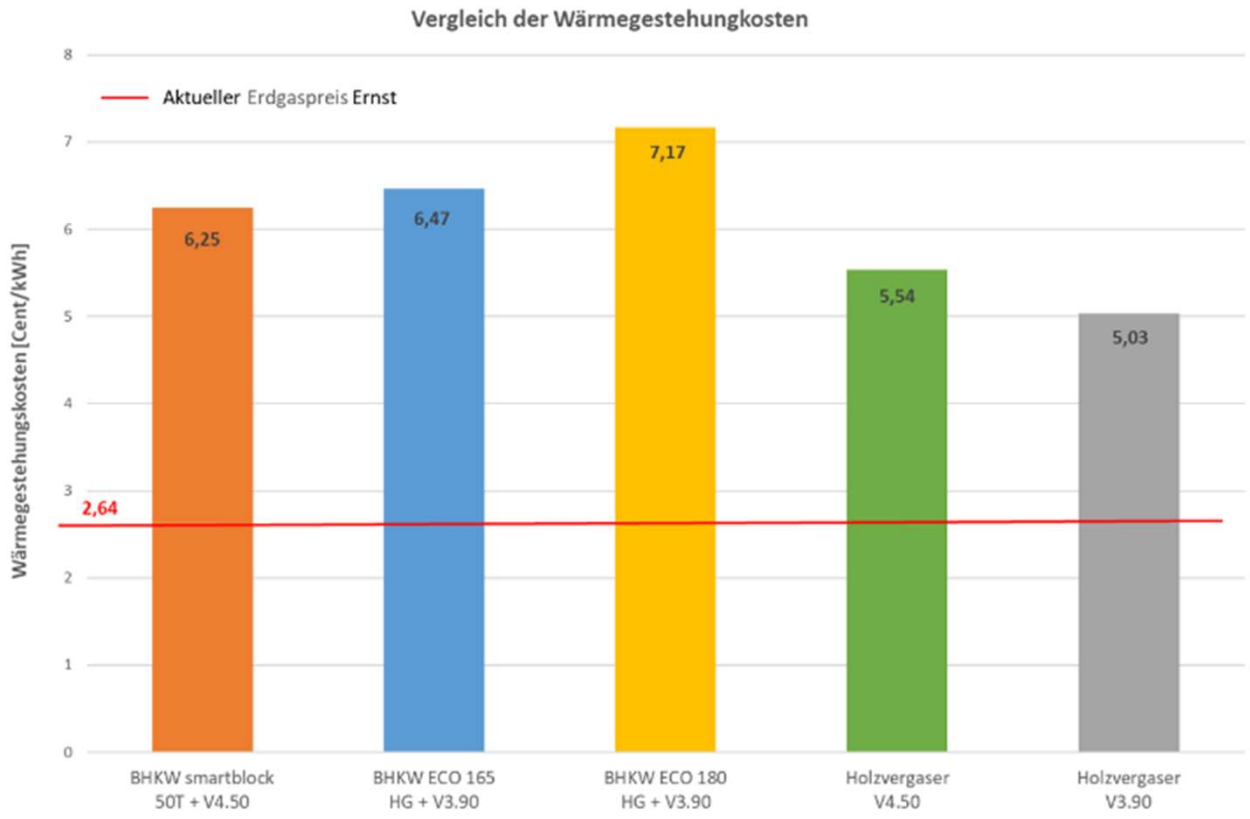
Vorteile:

- Niedrigere Investitionskosten
- Auch Substitution von HT-Wärme im Tunnelofen möglich

Nachteil:

- Modifizierte Brennertechnik wird benötigt
- Keine Stromproduktion

Wirtschaftlichkeit verschiedener Szenarien



- **Rahmenbedingungen - dyn. Investitionsrechnung**
  - Nutzungsdauer 10 a, Zinssatz 1%, Kapitalwert > 0 = Investition sinnvoll
  - Aufwendungen: 180 €/t Pelletpreis, CO_2 Bepreisung 55 €/t
  - Erträge: Gas- und Stromeinsparung des Ziegelwerks, KWK-Zuschlag für Stromeingennutzung und Einspeisung, Wiederverwertung der Vergaserrückstände (von einem Vergaser)

BIOENERGIE FORSCHUNGSNETZWERKE ENERGIE

Energetische Biomassenutzung

Wirtschaftlichkeit verschiedener Varianten

- Keine der betrachteten Varianten ist unter den angenommenen Rahmenbedingungen aktuell wirtschaftlich

ABER: größten Impact haben Verbrauchsgebundenen Kosten (Pelletpreis) und CO_2-Preis → Szenarienbetrachtung (Klimawirksamkeit Methan)

Variante	CO_2-Kosten	Brennstoff-preis		
BHKW smartblock 50T + V 4.50	168,72 €/t	80,75 €/t		
BHKW ECO 165 HG + V 3.90	171,12 €/t	89,43 €/t		
BHKW ECO 180 HG + V 3.90	182,56 €/t	63,40 €/t		
Vergaser V 4.50	203,88 €/t	61,79 €/t		
Vergaser V 3.90	171,64 €/t	78,21 €/t		

Wirtschaftlichkeit verschiedener Varianten

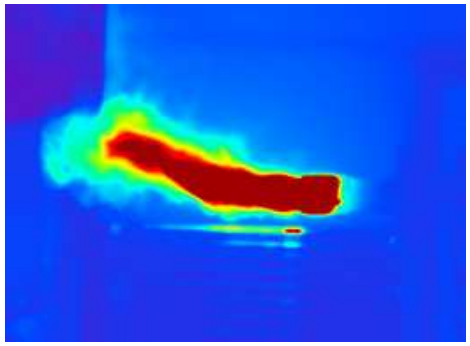
- Keine der betrachteten Varianten ist unter den angenommenen Rahmenbedingungen aktuell wirtschaftlich

ABER: größten Impact haben Verbrauchsgebundenen Kosten (Pelletpreis) und CO_2-Preis → Szenarienbetrachtung (Klimawirksamkeit Methan)

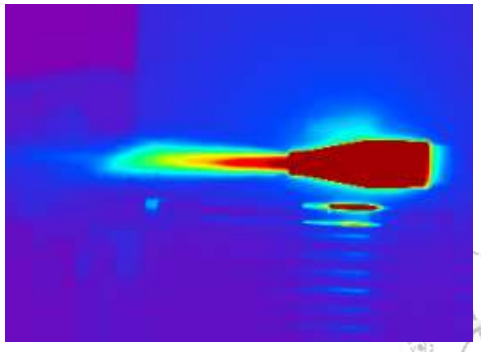
Variante	CO_2-Kosten	Brennstoff-preis	Szenario 2030 (CO_2-Preis 100 €/t, Brennstoffpreis variiert)	
			CO_2-Kosten	Brennstoff
BHKW smartblock 50T + V 4.50	168,72 €/t	80,75 €/t	100 €/t	120,03 €/t
BHKW ECO 165 HG + V 3.90	171,12 €/t	89,43 €/t	100 €/t	128,70 €/t
BHKW ECO 180 HG + V 3.90	182,56 €/t	63,40 €/t	100 €/t	102,67 €/t
Vergaser V 4.50	203,88 €/t	61,79 €/t	100 €/t	101,06 €/t
Vergaser V 3.90	171,64 €/t	78,21 €/t	100 €/t	117,48 €/t

Verbrennungsversuche mit Holzgas

Standard-Düse



Jet-Düse

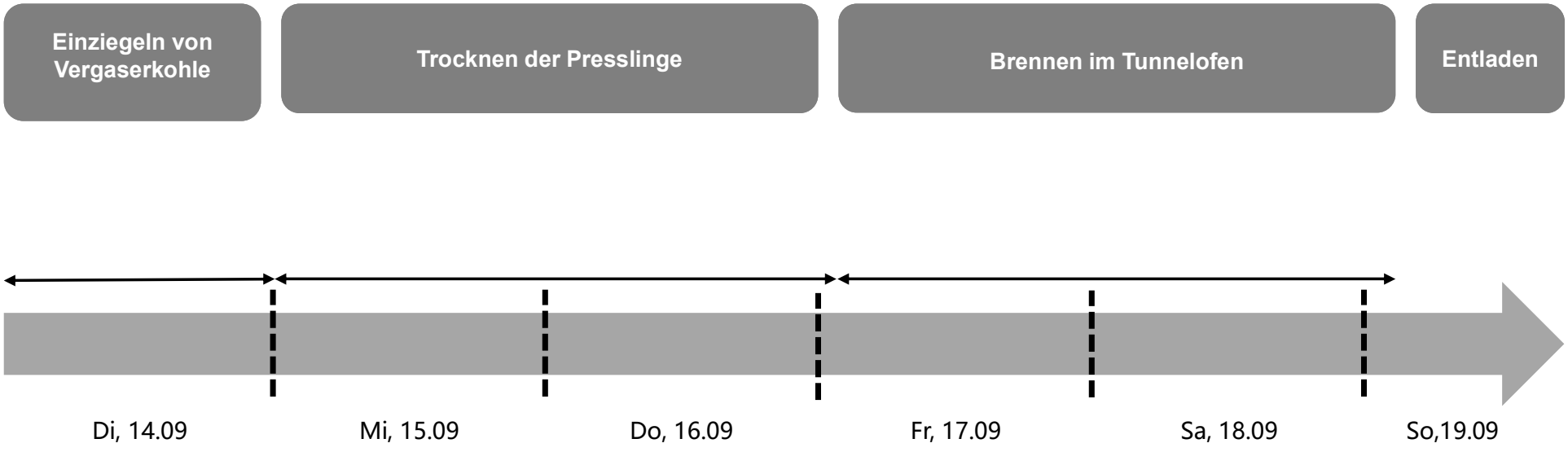


- Auswertung Brennerleistung (ca. 140 kW)
- Kalt- und Warmstartverhalten, Wurfweiten untersucht
- Abgaskonzentrationen (CO 0 – 5 mg/m3, NO_x 270 – 330 mg/m3)

Einbringung von Vergaserkohle als Porosierungsmaterial in den Ziegel

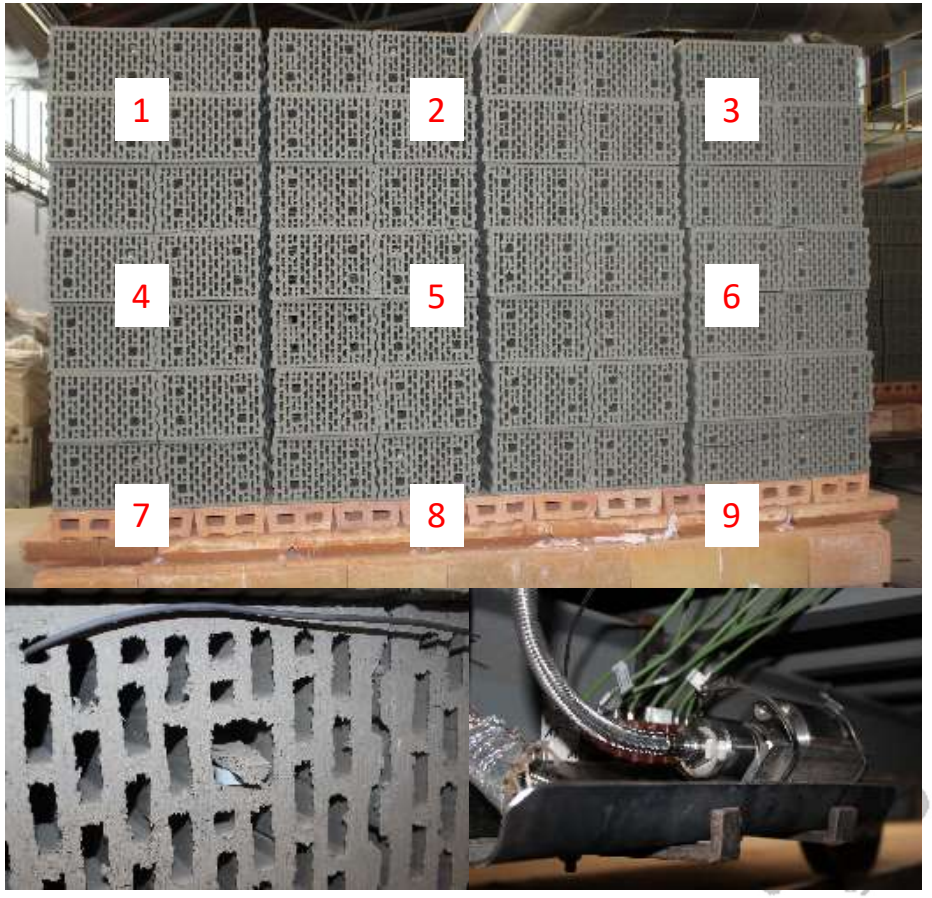
- verschieden BigBag-Aufgabe-Systeme getestet, Dosiertrichter und Durchlaufmischer getestet
- Einziegelung verschiedener Massenströme (bis 350 kg/h) mit Durchlaufmischer möglich

Einbringung von Vergaserkohle als Porosierungsmaterial in den Ziegel



- Es wurden drei verschieden Versuchschagen hergestellt; V1 = 0,5 Ma.%, V2 = 0,8 Ma.% und V3 = 1,0 Ma.%
- Insgesamt wurden ca. 9.500 Ziegelsteine mit Vergaserkohle hergestellt (entspricht vier Einfamilienhäuser)
- 2.000 kg Vergaserkohle wurde während Versuchskampagne eingeziegelt

Einbringung von Vergaserkohle als Porosierungsmaterial in den Ziegel



Fazit

- **Wirtschaftlichkeit der Einbindung eines Holzvergasers(-BHKW)**
  - Einbindung unter aktuellen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich
  - Verändernde Marktbedingungen werden Wirtschaftlichkeit verbessern (CO_2-Preis und Brennstoffpreis haben größten Einfluss) wodurch Investition wirtschaftlich werden kann

- **Verbrennung von Holzgas**
  - Modifizierte Brennertechnik wird benötigt
  - Verbrennung mit modifizierter Technik ist möglich (geringe Emissionen, ausreichende Wurflängen und Temperaturen)

- **Nutzung von Vergaserkohle als Porosierungsmaterial**
  - Nutzung von Vergaserkohle als Porosierungsmaterial ist unter aktuellen Rahmenbedingungen bereits wirtschaftlich
  - Umsetzung im Ziegelwerk ist möglich
  - Es konnten bis zu 0,8 Ma.% (bezogen auf Nassgewicht des Ziegels) Vergaserkohle eingebracht werden
  - Auch höhere Mengen denkbar, erfordert weitere Test und ein verändertes Mischungsverhältnis der Porosierungsmaterialien