

Staubbrenner zur thermischen Nutzung zerbrochener Holzpellets mit hohem Staubanteil

für die Beheizung von Ein- und Mehrfamilienhäusern

Diplomand



Jan Brugger

Aufgabenstellung: Werden Holzpellets über lange Distanzen pneumatisch gefördert, zerbrechen die Pellets in Einzelteile und die genormte maximale Staubkonzentration wird überschritten. Diese Pellets lassen sich mit handelsüblichen Pelletsbrennern nicht zuverlässig verbrennen. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Brenner zu entwickeln, mit welchem sich zerbrochene Holzpellets mit einem hohen Staubanteil verbrennen lassen. Dieser ist für den Einsatz in Heizkesseln zur Beheizung von Ein- und Mehrfamilienhäusern zu dimensionieren. Die Verbrennung des Brennstoffes hat möglichst vollständig zu erfolgen und der Brenner kann idealerweise ohne zusätzlichen Brennstoff gezündet und betrieben werden.

Vorgehen: Die Verbrennung von Biomasse läuft in vier Teilschritten ab. Beim Aufheizen verdampft das Wasser. Bei der pyrolytischen Zersetzung entweichen Pyrolyseprodukte. Durch begrenzte Sauerstoffzufuhr wird das Pyrolysekoks im Vergasungsschritt zum Produktgas umgesetzt, welches bei zusätzlicher Sauerstoffzufuhr im letzten Schritt verbrennt. Für eine zuverlässige komplette Oxidation müssen für die ersten drei Schritte genügend Zeit (time) und genügend hohe Temperaturen (temperature) zur Verfügung stehen. Im vierten Schritt ist zusätzlich für genügend Turbulenzen (turbulence) zu sorgen. Diese drei Forderungen werden als die 3-T-Kriterien der Verbrennung bezeichnet. Aufgrund der pneumatischen Förderung über lange Strecken liegt der Brennstoff mit breiter Volumengrößenverteilung vor. Dies führt zu einer grossen Streuung der notwendigen Reaktionszeiten der ersten drei Verbrennungsstufen. Folglich muss der Brenner so gestaltet sein, dass die Verweildauern des noch feststoffförmigen Brennstoffes in den ersten drei Verbrennungsstufen volumenabhängig sind. Es ist sicherzustellen, dass die notwendigen Temperaturen beim Anfahren in die Brennkammer eingebracht werden können und beim Beimischen der Sekundärluft ist für eine gute Durchmischung zu sorgen. Zudem ist die Luftmengen für eine optimale Verbrennung abzustimmen. In der Konzeptphase werden verschiedene Ansätze zur Erfüllung dieser Forderungen erstellt. Ab der Ausarbeitungsphase wird ein Konzept, welches eine pneumatische Brennstoffförderung nutzt, weiterverfolgt. Das Trennverfahren, um eine volumenabhängige Aufenthaltszeit in den Zonen der ersten drei Verbrennungsstufen zu gewährleisten, wird an einem Kartonmodell validiert. Um zu prüfen, ob die 3-T-Kriterien erfüllt werden, werden Fluidsimulationen der Luftströmung, thermische Berechnungen und Versuche an Prototypen durchgeführt. Die Versuche beinhalten Strömungsvisualisierungen mit Rauch an einem transparenten und Zündversuche an einem keramischen Prototyp. Beide sind mittels additivem Fertigungsverfahren hergestellt und letzterer ist zusätzlich gesintert.

Referent

Prof. Dr. Albert Loichinger

Korreferent

Dr. Fabian Eckermann,
HSE AG, Jona, SG

Themengebiet

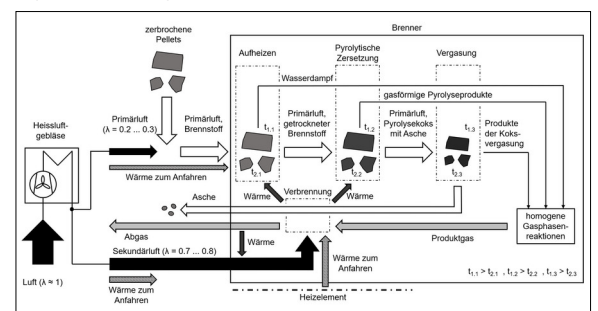
Produktentwicklung,
Energie- und
Umwelttechnik

Ergebnis: Es wird eine Brennergeometrie entwickelt, welche für eine volumenabhängige Verweildauer der Partikel in den ersten drei Verbrennungsstufen sorgt, den Energieaustausch zwischen exo- und endothermen Prozessschritten ermöglicht und für eine gute Durchmischung der brennstoffführenden Primärluft und der Sekundärluft sorgt. Die Geometrie erlaubt massliche Änderungen um die Partikelverweildauer zu manipulieren und die Herstellbarkeit der Keramikbauteile mit herkömmlichen Fertigungsverfahren ist gewährleistet. Es sind weitere Untersuchungen notwendig, um ein zuverlässiges Zünden zu ermöglichen und um zu verhindern, dass unverbrannte Holzpartikel aus dem Brenner austreten.

Partikelgrößen der pneumatisch geförderten Holzpellets Eigene Darstellung



Schematischer Stufenprozess der Verbrennung Eigene Darstellung



Strömungsgeschwindigkeiten im Luftzuführungsstutzen zur Aufteilung der Primär- und Sekundärluft Eigene Darstellung

