

Keramikblech

Einsatz in der Holzfeuerung

Projekt 28785 Vertrag 69241

Ausgearbeitet durch

Peter Brogli, Basso Salerno

Im Auftrag des
Bundesamtes für Energie

Schlussbericht November 2001

Auftraggeber:

Forschungs- und P+D Programm Biomasse des
Bundesamtes für Energie

Auftragnehmer:

Tonwerk Lausen AG
Hauptstrasse 74
4415 Lausen
www.twlag.ch

Autoren:

Peter Brogli, Tonwerk Lausen AG, Hauptstrasse 74 4415 Lausen p.brogli@twlag.ch
Basso Salerno Salerno Engeler GmbH, Schwengistrasse 12, 4438 Langenbruck basso.salerno@sesolar.ch

Dieses Dokument ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie erarbeitet worden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist alleine der/die Autor/in/en verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Vertrieb:

ENET

Egnacherstrasse 69 · CH-9320 Arbon
Tel. 071 440 02 55 · Tel. 021 312 05 55 · Fax 071 440 02 56
enet@temas.ch · www.energieforschung.ch · www.energie-schweiz.ch

Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Keramikblech	5
2. Ziele	6
3. Resultate Brennraum	7
4. Resultate Ausbrennkammer	8
5. Fazit	10
6. Ausblick	10

Zusammenfassung

Keramikblech besteht aus hochtemperaturbeständigen Fasern und einem keramischen Matrixwerkstoff. Mit der Laminiertechnik können komplexe Bauteile hergestellt werden.

Keramikblech vereinigt dünnwandige Konstruktionen mit entsprechend geringer Masse mit den Eigenschaften feuerfester Keramik.

Durch seine Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit bietet Keramikblech Eigenschaften, die eine sinnvolle Nutzung im Bereich Holzfeuerung anbieten.

Ziele des Projektes ist das Überprüfen des Einsatzes von Keramikblech bei Holzfeuerungen (Cheminée-, respektive Speicheröfen) in Brennraum- und Ausbrennkammerbereich.

Die durchgeführten Versuche lassen die folgenden Schlussfolgerungen zu:

- Die dünnwandigen Bauelemente (Brennraum, Wellenpaket) aus Keramikblech können bei Klein-Holzfeuerungen (Cheminée- und Speicheröfen) gut eingesetzt werden. Dank seiner Korrosions- und Thermoschockbeständigkeit kann Keramikblech fast überall angewendet werden, wobei noch keine Erfahrung über das langfristige (5-10 Jahre) Verhalten von Keramikblech vorhanden ist.
- Die Verbesserungen der Emissionen sind zu gering, um am diesem Zeitpunkt den Einsatz von Keramikblech in herkömmlichen Feuerungsaggregaten zu rechtfertigen. Da das Keramikblech noch zu teuer ist und das industrielle Herstellungsverfahren noch in den Kinderschuhen steckt, werden im Moment anderen Materialien bevorzugt.

1. Keramikblech

Keramikblech ist eine faserverstärkte Oxidkeramik. Es besteht aus hochtemperaturbeständigen Glas- oder Keramikendlosenfasern (Abbildung) und einer Matrixstoff auf Basis von Aluminium- und Siliziumoxid (70% Al_2O_3 , 30% SiO_2).



Auf dieses Glas-/Keramikgewebe wird die keramische Matrix in mehreren Lagen (1 bis 3) aufgebaut. Der feuchte Verbund wird dann in Form gebracht, getrocknet und gebrannt (1000 °C bis 1600 °C). Mit einer Biegefestigkeit von bis zu 180 N/mm² kann der Werkstoff „Keramikblech“ als

- dünnwandige Leichtbaustrukturen (0.3 bis 3 mm)
- thermisch-mechanisch belastete Bauteile
- thermoschockbeständiges und schadenstolerantes Bauteile

eingesetzt werden.

Der Arbeitsbereich des Keramikblechs ist von der Qualität der Glasgewebe abhängig. In der vorliegenden Arbeit wurden zwei Sorten getestet:

KB1200 Dauereinsatz bis 1000°C, max 1200°C

KB1600 Dauereinsatz bis 1400°C, max 1600°C

Das KB1600 ist selbstverständlich teurer.



*Abb.1. Ein Rohr aus Keramikblech.
Wandstärke 2 mm.*

2. Ziele

Im vorliegenden Projekt wird eruiert, ob der Einsatz von Keramikblech (KB) in der Klein-Holzfeuerung (Naturzug) möglich ist und welche Verbesserungen in der Verbrennung zu erwarten sind.

Das Keramikblech wird in zwei Bereichen eingesetzt:

- **Brennraum** ein ganzer Brennraum wird aus Keramikblech hergestellt. Die leichte Konstruktion (Gewichtsreduktion > 95%) soll vor allem die Anfeue-rungsphase verbessern, da der ganze Brennraum schneller heiss wird. Tests wurden mit Typ KB1200 durchgeführt.
- **Ausbrennkammer** im Ausbrennkammerbereich wird ein Wellenpaket eingesetzt. Durch das Wellenpaket wird die Temperatur auf die ganze Abgasmasse gleichmässig verteilt, ausserdem soll die Mischung von brennbaren Gasen und Sauerstoff verbessert werden. Tests wurden mit KB1200 und KB1600 durchgeführt.

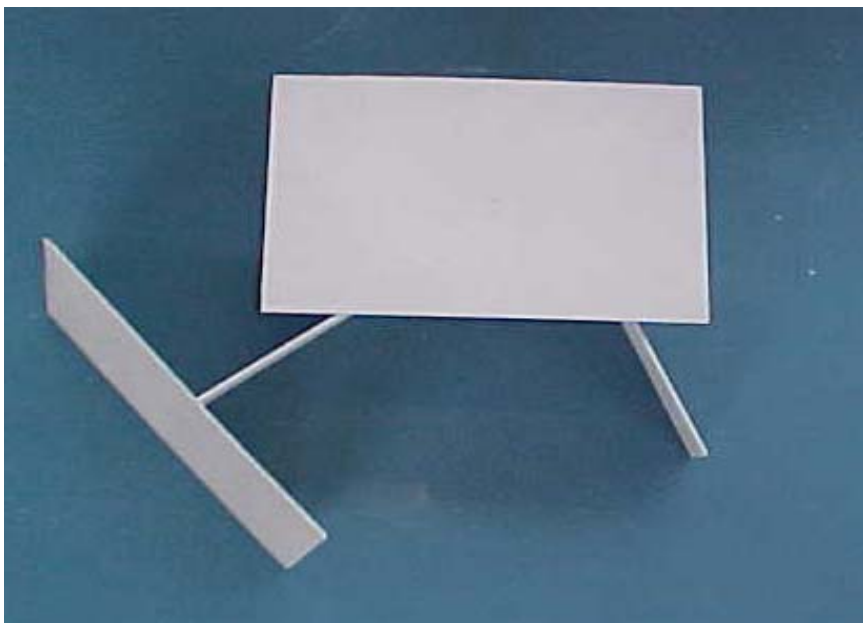


Abb. 2. Platte aus Keramikblech Wandstärke 2 mm. Mit der Laminier-technik ist es möglich auch komplizierte Teile herzustellen.

3. Resultate Brennraum

Der Brennraum aus KB1200 wurde im T.one-Prototyp eingesetzt. Als Vergleichsvariante stand eine ebenso neu entwickelte dünnwandige (15mm) Gussform aus Feuerfest-Beton.



Abb. 3. Der Brennraumprototyp aus Keramikblech für T.one. Hohe Herstellungskosten und unreifes Herstellungsverfahren haben Tonwerk Lausen AG veranlasst, den gegossenen Brennraum für den T.one zu wählen.

Die Wandstärke des KB-Brennraums beträgt 2 mm. Mit dem KB-Brennraum wird das Gewicht stark reduziert und so auch die notwendige Energie, um den Brennraum auf Betriebstemperatur zu bringen.

Im Abb. 4 sind Versuche mit KB- und Guss-Brennraum gegenübergestellt. Die Anfeuerungsphase verläuft in der Regel beim KB-Brennraum schneller und in vielen Fällen besser. Wird aber der Gesamtabbrand berücksichtigt, so kommen keine grossen Differenzen zum Vorschein. Der Einfluss von Kaminzug, Holzarten und Brennstoffgeometrie auf die Verbrennungsqualität ist oft relevanter als derjenige vom Brennraum-Material.

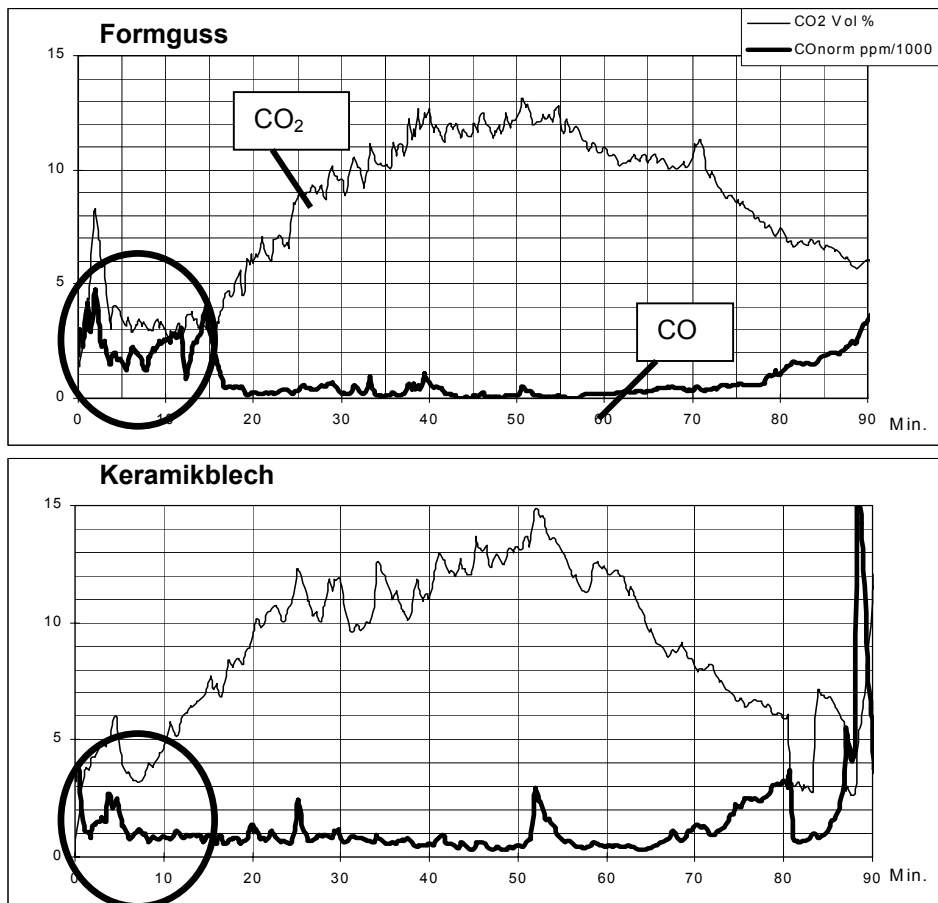


Abb. 4. T. one mit Brennraum aus Keramikblech (unten) und aus Feuerfest-Beton (oben). Der leichte Brennraum aus Keramikblech wird schneller heiss und unterstützt die Startphase.

4. Resultate Ausbrennkammer

Das Wellenpaket (Abb 5.) wurde im Ausbrennkammerbereich des Speicherofens TOPOLINO und des Versuchs-Kochherdes MIMI eingesetzt.

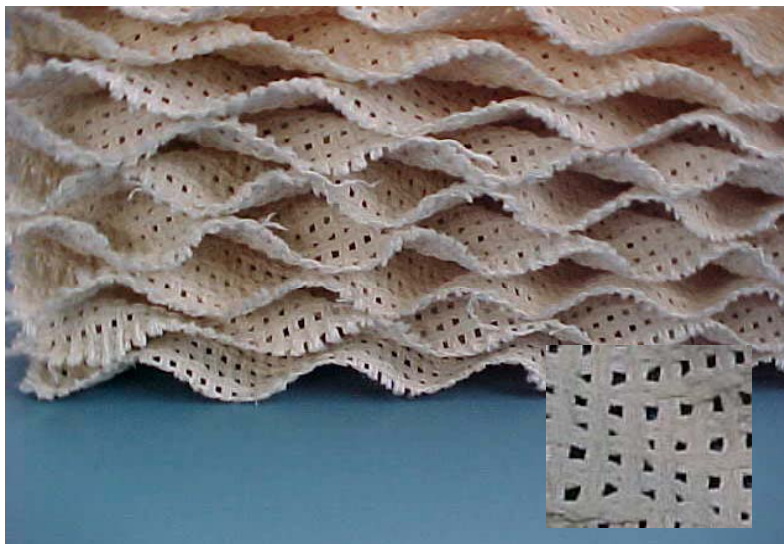


Abb. 5. Wellenpaket aus Keramikblech. Diese Struktur wird heute in der Porenbrennertechnik für Gas- und Oelfeuerung eingesetzt.

Der Aufbau des Wellenpakets wird in der Porenbrenntechnik für Gas und Oel gebraucht.

Ein Wellenpaket ist aus KB-Elementen zusammengesetzt. Die wellenförmigen Elemente sind aus einem grobmaschigen Glasgewebe hergestellt.

Bei beiden Versuchsreihen ist eine Verbesserung zu beobachten. Das KB1600 behält nach dem Einsatz ($T=1000^{\circ}\text{C}$) immer noch die ursprüngliche Elastizität bei und zeigt keine Zeichen von Erosion. Das KB1200-Wellenpaket hingegen verliert an Elastizität und Festigkeit. Das zeigt, dass die Temperaturen im Nachverbrennungsbereich für KB1200 zu hoch sind.

Das Wellenpaket erhöht auch, wenn nicht in grossen Ausmassen den Stabilitätsbereich der Verbrennung. Das heisst, dass die Verbrennung auch mit grossen Schwankungen vom CO_2 -Gehalt vollständig ($\text{CO} < 500 \text{ ppm}$) bleibt (Abb. 6).

Ein Nachteil des Wellenpakets als Nachverbrennungseinsatz ist der erhöhte Druckverlust. Das kann in der Praxis, bei von vielen Faktoren abhängigem Kaminzug, zu Problemen führen.

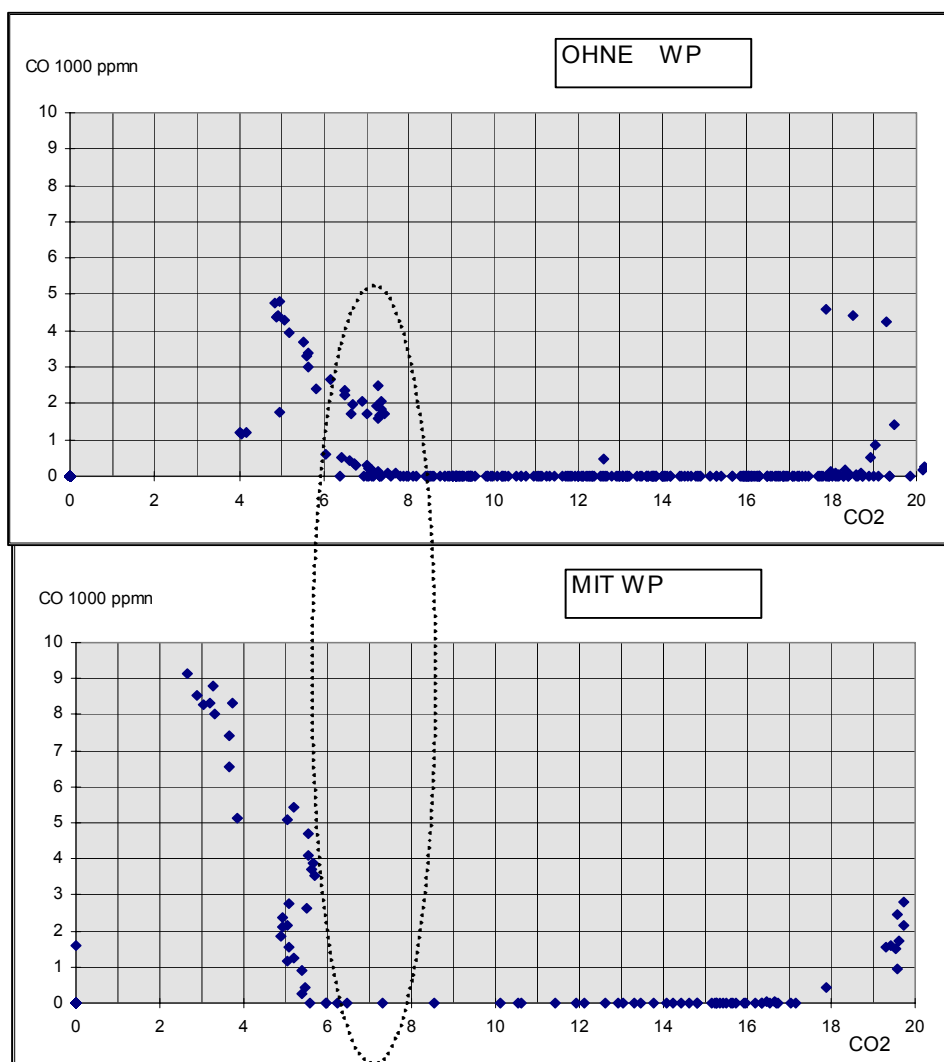


Abb. 6. Messungen an Prototyp-Kochherd MIMI. Oberes Diagramm ohne, unteres Diagramm mit Wellenpaket. Das Diagramm CO versus CO_2 zeigt nur eine kleine Verbesserung im CO_2 -Bereich 6-8 Vol%. Das Wellenpaket hat den Stabilitätsbereich der Verbrennung leicht vergrössert.

5. Fazit

Die durchgeführten Versuche lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Die dünnwandigen Bauelemente (Brennraum, Wellenpaket) aus Keramikblech können in der Klein-Holzfeuerung (Cheminée- und Speicheröfen) gut eingesetzt werden. Dank seiner Korrosions- und Thermoschockbeständigkeit kann Keramikblech fast überall angewendet werden, wobei noch keine Erfahrung über sein langfristige (5-10 Jahre) Verhalten vorhanden ist.
- Die Verbesserung der Emissionen sind zu gering, um in diesem Zeitpunkt den Einsatz von Keramikblech in herkömmlichen Feuerungsaggregaten zu rechtfertigen. Da das Keramikblech noch zu teuer ist und das industrielle Herstellungsverfahren noch in den Kinderschuhen steckt, werden im Moment andere Materialien bevorzugt.

6. Ausblick

In der Weiterentwicklung im Bereich Klein-Holzfeuerung kann das Keramikblech erst dann einen Platz finden, wenn neue Formen und Ideen zum Zug kommen.

Im Bereich Kesselfeuerung (Stückholz, Schnitzelfeuerung, Pelletsfeuerung) sind weitere Abklärungen notwendig. Da können Vorteile, wie bessere Dichtigkeit durch flexiblere Formgebung, starke Gewichts- und Volumenreduktion , Montagefreundlichkeit, etc. den Einsatz von Keramikblech rechtfertigen.