

Ofenlabor

Email- Ansprechpartner

Uwe Schweike uwe.schweike@kit.edu

Günter Beuchle guenter.beuchle@kit.edu

Stichworte

Ofen, Drehrohrofen, Brennprozess, Stoffkreislauf, Gasatmosphäre, zementäre Bindemittel

Das Ofenlabor ist mit verschiedenen Öfen, einer Gasmischstation und entsprechenden Gasanalysesystemen ausgestattet. Diese Ausstattung ermöglicht es, ein großes Spektrum an Fragestellungen zu bearbeiten

Unser Themenschwerpunkt liegt auf der Entwicklung innovativer, ressourceneffizienter, zementärer Bindemitteln und deren Herstellung.

Aktuell werden bei der Herstellung von Portlandzement staubfein aufgemahlene Rohmehle, eine Mischung aus den natürlichen mineralischen Rohstoffen Kalkstein, Kreide, Ton bzw. Kalkmergel, einem Drehrohrofen zugeführt. Dort wird es in einem kontinuierlichen Prozess bei Temperaturen von bis zu 1450°C zu Zementklinker gebrannt. Durch mahlen mit sog. Zumahlstoffen entsteht dann der eigentliche, für den jeweiligen Anwendungszweck optimierte, Zement.



Mit dem Ziel mineralische Stoffkreisläufe zu schließen und die herstellungsspezifischen Kohlenstoffdioxidemissionen zu reduzieren werden am ITC verschiedene Ansätze verfolgt.

Um die mineralische Rohstoffbasis zu vergrößern werden mineralischer Reststoffe aus dem Rohstoffabbau bzw. der Aufbereitung und Verhüttung aber auch Bauschutt und Produktionsabfälle aus der Baustoffproduktion auf deren Eignung untersucht.

Um den Herstellungsprozess energieeffizienter zu machen werden Katalysatoren/ Flussmittel getestet, welche das Potential haben, die Brenntemperatur und damit den brennstoffbürtigen Kohlenstoffdioxidausstoß deutlich reduzieren.

Um die Genese von, in Bezug auf ihre Reaktionsfähigkeit, vielversprechenden Klinkerphasen zu forcieren, wird die Gasatmosphäre im Ofen entsprechend beeinflusst.

Im Einzelnen werden hierfür folgende Öfen verwendet:

Drei Zonen- Ofen Therm Concept ROT70/600/13-3z

- Elektrisch beheizt, T max 1300°C,
- Dauerarbeitstempertur 1250°C
- Rohrlinnendurchmesser 60mm,
- beheizte Länge 600mm (3 Zonen)

Der Ofen ist gasdicht, er eignet sich für orientierende Versuche unterschiedlichster Materialien.



Linn High Therm VMK 250S für Chargenbetrieb

- Faserisolierter Laborofen mit schutzgasdichter Kammer.
- Elektrisch beheizt T max 1050°C
- Dauerarbeitstemperatur 1000°C
- Ofenvolumen 15 Liter
- Wassergekühlte Tür

Ausgehend von den Versuchsergebnissen aus dem „Drei Zonen Ofen“ können hier, im Temperaturbereich bis 1000°C, größere Materialmengen für Applikationsuntersuchungen/entwicklungen gebrannt werden. Er wird zudem für die Wärmebehandlung verschiedenster Stoffe und Materialien, beim Kalzinieren, und Sintern verwendet.



Sowohl der **Therm Concept ROT70/600/13-3z** als auch der **Linn High Therm VMK 250S** sind „gasdicht“ ausgeführt, d.h. der Ofenraum kann mit unterschiedlichen Gasgemischen beaufschlagt werden. In Kombination mit dem Gasanalysesystem kann so die Gasatmosphäre im Ofenraum während des Brennvorgangs bestimmt und beeinflusst werden.

Drehrohrofen Heraeus ROF 7/75

- Elektrisch beheizt, T max 1300°C,
- Dauerarbeitstempertur 1250°C
- Rohrlinnendurchmesser 60 mm,
- beheizte Länge 500mm (1 Zone)

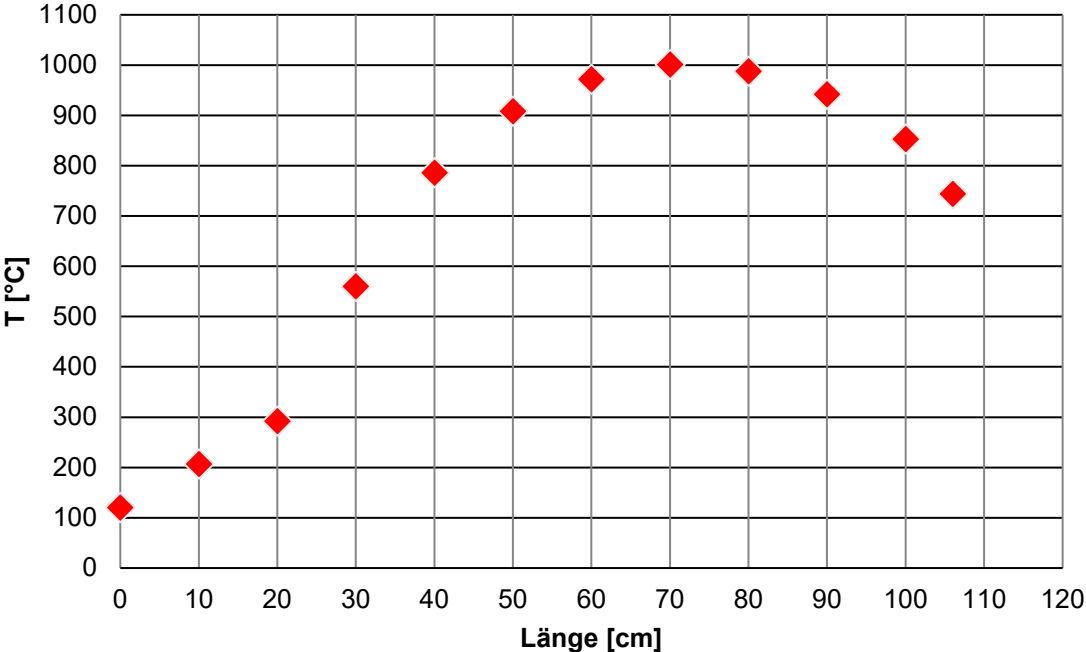
Der Ofen ist auf einer Kippvorrichtung montiert, der Neigungswinkel kann stufenlos verstellt werden. Die Drehbewegung des Einsatzrohrs erfolgt motorisch über einen Zahnriemenantrieb. Die Drehzahl und die Drehrichtung werden über Frequenzumrichter gesteuert. Die Materialaufgabe erfolgt über eine Förderschnecke, die Förderrate wird mittels Frequenzumrichter angepasst.

Um erste Hinweise auf eine Eignung, von vielversprechenden Materialmischungen für eine kontinuierliche thermische Umsetzung zu erhalten, steht ein Labordrehrohrofen zur Verfügung. Mit diesem können unter anderem Aussagen über die Reaktionszeit der umzusetzenden Materialien in Abhängigkeit von Temperatur und Verweilzeit und über das Transportverhalten des Materials im Rohr getroffen werden. Ursprünglich als einfacher Einzonen Rohrofen konzipiert, ist er nach einem entsprechenden Umbau nun in der Lage kontinuierlich Material zu brennen.

Der Ofen verfügt über eine Gaszuführung. Mit Hilfe der Gas- Mischbatterie kann so die Gasatmosphäre im Drehrohr beeinflusst werden. Der Anschluss an das Gasanalysesystem ist hier konstruktionsbedingt nicht möglich.



Axiales Temperaturprofil im Drehrohrfurnen T=1000°C



Nabertherm Hochtemperaturofen LHT 04/17

- Elektrisch beheizt T max 1750°C
- Empfohlene Arbeitstemperatur 1700°C
- Regelbare Zuluftöffnung, Abluftöffnung in der Decke
- Ofenvolumen 4 Liter

Wenn es ein wenig heißer werden muss! Zur Erforschung von Materialverhalten bei hohen Temperaturen.



Advance Optima AO2000

Für die Messungen aus CO₂ reichen Abgasströmen steht das Integrierte Analysesystem Advance Optima AO2000 der Fa. ABB mit den unten aufgeführten Messmöglichkeiten und Messbereichen zur Verfügung.

Name	Summenformel	Messbereich		Messprinzip z.B.
		Von	Bis	
Sauerstoff	O ₂	0 Vol.-%	25 Vol.-%	paramagnetisch
Kohlendioxid	CO ₂	0 Vol.-%	100 Vol.-%	IR Absorption
Kohlenmonoxid Messbereich 1	CO	0 Vol.-%	20 Vol.-%	IR Absorption
Kohlenmonoxid Messbereich 2	CO	0 mg/m ³	1000 mg/m ³	IR Absorption
Wasser	H ₂ O	0 Vol.-%	10 Vol.-%	IR Absorption
Schwefeldioxid Messbereich 1	SO ₂	0 mg/m ³	5000 mg/m ³	UV- Messung
Schwefeldioxid Messbereich 2	SO ₂	0 mg/m ³	100 mg/m ³	UV- Messung



furnace lab

contact persons

Uwe Schweike uwe.schweike@kit.edu

Günter Beuchle guenter.beuchle@kit.edu

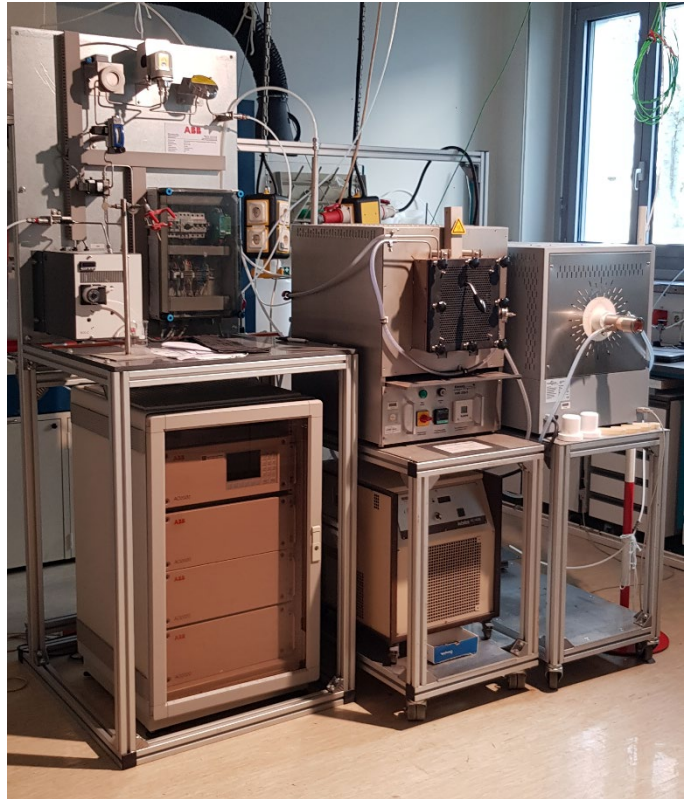
Keywords

Kiln, rotary kiln, firing process, material cycle, gas atmosphere, cementitious binders

The furnace lab is equipped with various furnaces, a gas mixing station and corresponding gas analysis systems. This equipment makes it possible to deal with a wide range of issues

Our main focus is on the development of innovative, resource-efficient, cementitious binders and their production.

Currently, in the production of Portland cement, powdered raw meal, a mixture of the natural mineral raw materials limestone, chalk, clay or lime marl, is fed into a rotary kiln. There it is burned into cement clinker in a continuous process at temperatures of up to 1450 ° C. By grinding with so-called additives, the actual cement, which is optimized for the respective application, is created.



With the aim of closing mineral material cycles and reducing production-specific carbon dioxide emissions, various approaches are pursued at the ITC.

In order to enlarge the mineral raw material base, mineral residues from raw material mining or processing and smelting, but also building rubble and production waste from building material production, are examined for their suitability.

In order to make the manufacturing process more energy-efficient, catalysts / fluxes are tested, which have the potential to reduce the firing temperature significantly and thus the fuel-related carbon dioxide emissions.

In order to accelerate the genesis of promising clinker phases in terms of their reactivity, the gas atmosphere in the kiln is influenced accordingly.

The following ovens are used for this purpose:

Three zone furnace Therm Concept ROT70 / 600 / 13-3z

- Electrically heated, T max 1300 ° C,
- Continuous working temperature 1250 ° C
- inner pipe diameter 60mm,
- heated length 600mm (3 zones)

The furnace is gas-tight, it is suitable for orientating experiments on a wide variety of materials.



Linn High Therm VMK 250S for batch operation

- Fiber-insulated laboratory furnace with inert gas-tight chamber.
- Electrically heated T max 1050 ° C
- Continuous working temperature 1000 ° C
- Oven volume 15 liters
- Water-cooled door

Based on the test results from the "three zone furnace", larger amounts of material can be fired here in the temperature range up to 1000 ° C for application studies / developments. It is also used for the heat treatment of various substances and materials, for calcining and sintering.



Both the **Therm Concept ROT70 / 600 / 13-3z** and the **Linn High Therm VMK 250S** are "gas-tight", i.e. the furnace chamber can be charged with different gas mixtures. In combination with the gas analysis system, the gas atmosphere in the furnace can be determined and influenced during the firing process.

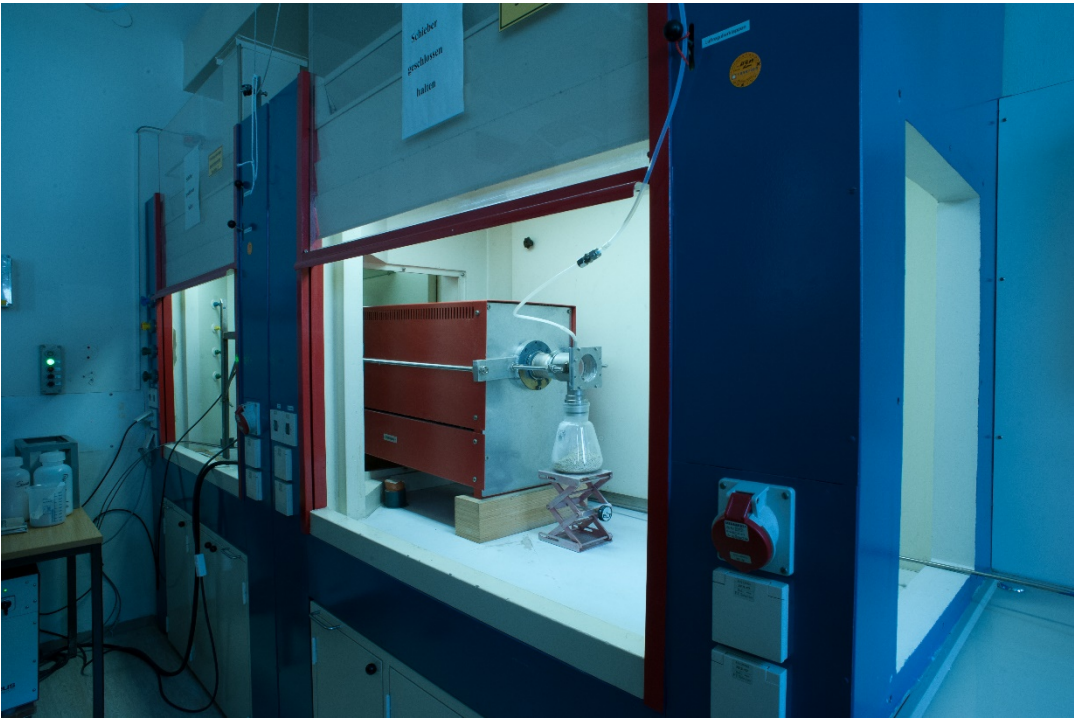
Rotary kiln Heraeus ROF 7/75

- Electrically heated, T max 1300 ° C,
- Continuous working temperature 1250 ° C
- inner pipe diameter 60 mm,
- heated length 500mm (1 zone)

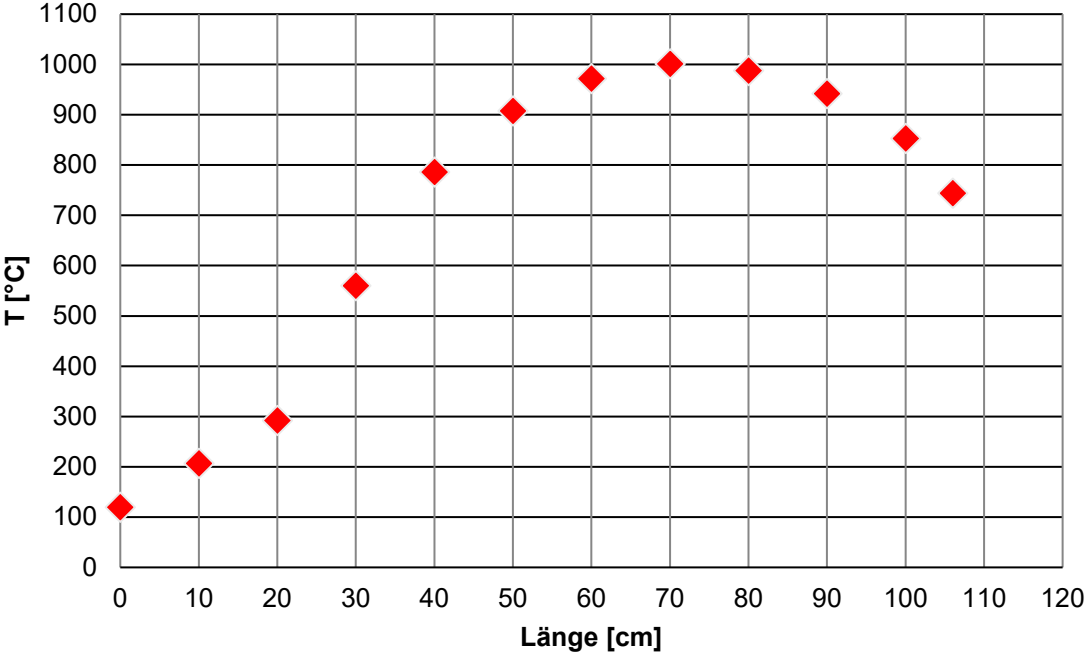
The stove is mounted on a tilting device, the angle of inclination can be adjusted continuously. The rotary movement of the insert tube is motorized via a toothed belt drive. The speed and the direction of rotation are controlled by frequency converters. The material is fed in via a screw conveyor, the conveying rate is adjusted by means of a frequency converter.

A laboratory rotary kiln is available to obtain initial indications of the suitability of promising material mixtures for continuous thermal conversion. With this, statements can be made about the reaction time of the materials to be converted depending on the temperature and residence time and about the transport behavior of the material in the pipe. Originally designed as a simple single-zone tube furnace, it is now able to burn material continuously after a corresponding modification.

The furnace has a gas supply. The gas atmosphere in the rotary kiln can be influenced with the help of the gas mixer. Connection to the gas analysis system is not possible here due to the design.



Axiales Temperaturprofil im Drehrohrfurn T=1000°C



Nabertherm high temperature furnace LHT 04/17

- Electrically heated T max 1750 ° C
- Recommended working temperature 1700 ° C
- Adjustable supply air opening, exhaust air opening in the ceiling
- Oven volume 4 liters

When it has to get a little hotter! For researching material behavior at high temperatures.



Advance Optima AO2000

The integrated analysis system Advance Optima AO2000 from ABB with the following measurement options and measurement ranges is available for measurements from CO₂-rich exhaust gas streams.

Name	Sum formula	Measuring range		Measuring principle e.g.
		from	to	
oxygen	O ₂	0 Vol.-%	25 Vol.-%	paramagnetic
Carbon dioxide	CO ₂	0 Vol.-%	100 Vol.-%	IR absorption
Carbon monoxide measuring range 1	CO	0 Vol.-%	20 Vol.-%	IR absorption
Carbon monoxide measuring range 2	CO	0 mg/m ³	1000 mg/m ³	IR absorption
water	H ₂ O	0 Vol.-%	10 Vol.-%	IR absorption
Sulfur dioxide measuring range 1	SO ₂	0 mg/m ³	5000 mg/m ³	UV measurement
Sulfur dioxide measuring range 2	SO ₂	0 mg/m ³	100 mg/m ³	UV measurement

