

At the Recycling Technology Center built in 2019, the Weimar Institute of Applied Construction Research (IAB) is conducting research on old and new processes for recycling construction materials. Under the patronage of RILEM, the 5th edition of the international conference on construction materials recycling will, for the first time, be held in Weimar/Germany – hosted by the IAB from October 10 to 12, 2023.

Das Institut für Angewandte Bauforschung (IAB) Weimar forscht im 2019 erbauten Recycling-Technikum an alten und neuen Verfahren zum Recycling von Baustoffen. Unter der Schirmherrschaft von RILEM findet in diesem Jahr erstmals vom 10. bis 12. Oktober 2023 die 5. Ausgabe der internationalen Konferenz zum Baustoffrecycling statt – Ausrichter ist das IAB.

IAB Weimar: Sustainable construction research for the future

IAB Weimar: Nachhaltige Bauforschung für die Zukunft

Text: Prof. Dr.-Ing. Annette Müller, Dipl.-Ing. Mirko Landmann

An increasing shortage of natural resources and construction materials, and increasing amounts of construction waste are forcing the construction industry and its players to take action. Even though the necessity of recycling construction materials is emphasized by all parties concerned, progress is slow when it comes to implementing closed material loops. One reason is that technical solutions for certain types of construction waste are either lacking or have only been tested on a laboratory scale. To remedy this deficiency, the decision was made in 2018 at the Weimar Institute for Applied Building Research (IAB)

Immer knapper werdende natürliche Ressourcen und Baumaterialien ebenso wie die zunehmenden Mengen an Bauabfällen zwingen den Bausektor und seine Akteure zum Handeln. Obwohl die Notwendigkeit des Baustoffrecyclings von allen Seiten betont wird, geht die Umsetzung von geschlossenen Stoffkreisläufen nach wie vor schleppend voran. Ein Grund dafür ist, dass technische Lösungen für bestimmte Bauabfallarten fehlen bzw. lediglich im Labormaßstab erprobt wurden. Um dieses Defizit abzubauen, wurde im Jahr 2018 am Institut für Angewandte Bauforschung (IAB) in Weimar die Entscheidung getroffen, die vorhandene experimentelle Basis um eine

New construction of the Recycling Technology Center: the testing facility for construction materials recycling at the Weimar Institute of Applied Construction Research

Neubau des Recycling-Technikums: der Versuchshalle für Baustoffrecycling am IAB Weimar



Figure: IAB Weimar



Figure: IAB Weimar

Jaw crusher

Backenbrecher



Figure: IAB Weimar

Ball mill

Kugelmühle



Figure: IAB Weimar

Tumbler screening machine

Taumelsiebmaschine

to expand the existing experimental base with an additional testing facility, the so-called Recycling Technology Center. A 36 x 18-meter large building complex was put up in a first step.

Installation and setup of technical infrastructure

In the first stage of expansion, equipment for mechanical processing was installed, which included a jaw crusher, a ball mill, various screening machines and a pan granulator. In a parallel step, a rotary kiln for the thermal treatment of construction waste was designed, implemented and commissioned in 2019.

Exploiting the potential of thermal processes

The use of thermal processes to treat mineral construction waste has been uncommon to date but offers tremendous potential. One example of this is the production of lightweight aggregates similar to expanded clay from demolished masonry. This type of construction waste is usually a mixture of bricks, mineral-bound wall construction materials, mortar and plaster. This mixture has to date been used for backfilling or other applications that hardly meet the requirement of true recycling. If the mixture includes sulfate-containing construction materials such as gypsum plaster or aerated concrete, reusing it as backfill material is also excluded. It needs to be landfilled, which causes high costs on the one hand while depriving the economic cycle of important secondary raw materials on the other.

From small-scale to large-scale testing facilities

Building on basic research, the rotary kiln was used to test the production of lightweight aggregates on a pilot scale in order to prepare for the next step towards a

weitere Versuchshalle, dem sog. Recycling-Technikum, zu erweitern. Dafür wurde zunächst ein 36 x 18 Meter großer Hallenkomplex errichtet.

Aufbau und Einrichtung der technischen Infrastruktur

In der ersten Ausbaustufe wurden Ausrüstungen für die mechanische Aufbereitung installiert. Dazu gehören ein Backenbrecher, eine Kugelmühle, diverse Siebmaschinen und ein Granulierteller. Parallel dazu wurde der Aufbau einer Drehrohrofenanlage zur thermischen Behandlung von Bauabfällen geplant, realisiert und im Jahr 2019 in Betrieb genommen.

Potenziale thermischer Verfahren nutzen

Die Anwendung thermischer Verfahren ist bei der Behandlung von mineralischen Bauabfällen bisher ungewöhnlich, bietet aber ein großes Potenzial. Ein Beispiel dafür ist die Herstellung von leichten Gesteinskörnungen ähnlich Blähtonen aus Mauerwerkbruch. Dieser Bauabfall ist in der Regel ein Gemisch aus Ziegeln, mineralisch gebundenen

Rotary kiln prior to commissioning

Drehrohrofen vor der Inbetriebnahme

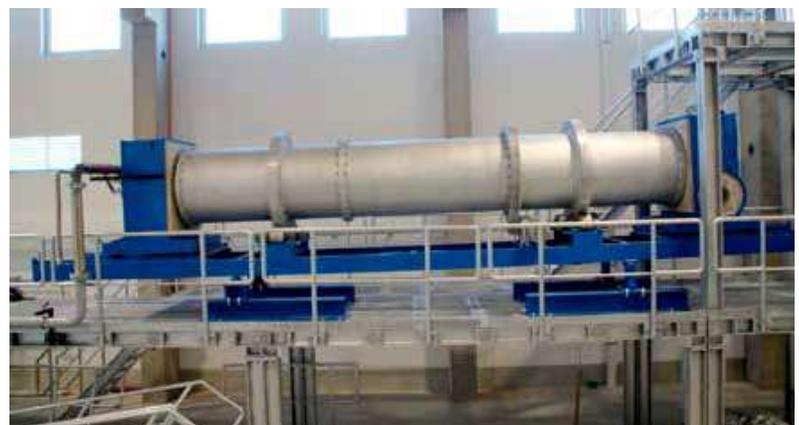


Figure: IAB Weimar



Figure: IAB Weimar

Rotary kiln system

Drehrohrofenanlage



Figure: IAB Weimar

Production of lightweight aggregates

Produktion von leichten Gesteinskörnungen

full-scale plant. The rotary kiln for the thermal treatment of green aggregates has a length of 6 m and a clear width of 0.6 m. Natural gas is currently used as fuel. The kiln has a maximum firing temperature of 1,400 °C. Speed and inclination of the kiln are adjustable within certain ranges.

Manufacturing recycled products

For the production of lightweight aggregates, the kiln is operated at a firing temperature of 1,200 °C. The material is retained in the kiln for a duration of approx. 25 minutes in total, and for approx. 6 minutes at temperatures > 1,100 °C. The resulting product has the following properties:

- » bulk densities of approx. 600 g/cm³;
- » water absorption, single-grain strength, thermal conductivity, freeze-thaw resistance can “compete” with

Wandbaustoffen sowie Mörtel und Putz. Diese Mischung wird bisher für Verfüllungen oder andere Einsatzgebiete, die kaum den Anspruch einer wirklichen Verwertung erfüllen, verwendet. Enthalten diese Gemenge zusätzlich sulfathaltige Baustoffe wie Gipsputze oder Porenbeton ist die Verwertung auch als Verfüllmaterial ausgeschlossen. Es muss deponiert werden, was einerseits hohe Kosten verursacht und andererseits dem Wirtschaftskreislauf wichtige Sekundärrohstoffe entzieht.

Von klein- zu großtechnischen Versuchsanlagen

Aufbauend auf Grundlagenuntersuchungen wurde mit der Drehrohrofenanlage die Herstellung von leichten Gesteinskörnungen im Pilotmaßstab erprobt, um so den nächsten Schritt in Richtung einer großtechnischen Anlage vorzubereiten. Der Drehrohrofen für die thermische Behandlung der Grüngranulate hat eine Länge von 6 m und eine lichte Weite von 0,6 m. Als Brennstoff wird zurzeit Erdgas eingesetzt. Die maximale Brenntemperatur liegt bei 1400 °C. Drehzahl und Neigung des Ofens sind in bestimmten Bereichen einstellbar.

Herstellung von Recyclingprodukten

Bei der Herstellung von leichten Gesteinskörnungen wird der Ofen bei einer Brenntemperatur von 1200 °C betrieben. Die Verweilzeit des Materials im Ofen beträgt insgesamt ca. 25 min, davon etwa 6 min bei Temperaturen > 1100°C. Das entstandene Produkt hat folgende Eigenschaften:

- » Rohdichten um 600 g/cm³;
- » Wasseraufnahme, Einzelkornfestigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Frost-Tau-Wechselbeständigkeit „konkurrenzfähig“ mit herkömmlichen leichten Gesteinskörnungen aus Ton;
- » Gehalt an löslichem Sulfat nimmt von > 1600 mg/l im Ausgangsmaterial auf Z0-Werte < 50 mg/l ab.

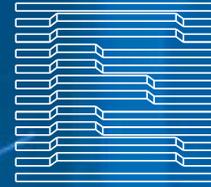


Figure: IAB Weimar

Stockpile of lightweight aggregates produced at the IAB Recycling Technology Center from demolished masonry

Schüttung von im IAB Recycling-Technikum hergestellten leichten Gesteinskörnungen aus Mauerwerkbruch

Mithilfe der Versuche im Pilotmaßstab konnte nachgewiesen werden, dass der Verbrauch an thermischer Energie den Energieverbrauch für vergleichbare Produkte aus



Innovation & History

conventional lightweight clay aggregates;

- » soluble sulfate content decreases from > 1600 mg/l in the source material to "Z0" assignment values of < 50 mg/l.

The pilot-scale tests proved that the consumption of thermal energy does not exceed the energy used for comparable clay products. In addition, the recycled product does not require any primary raw materials, and highly dispersible gypsum can be recovered from the source material.

Separation of lightweight foreign matter through gravity

If heterogeneous construction waste is not to be recycled as a secondary raw material as described, the mixture must first be separated into its components. The development of efficient sorting processes is therefore becoming increasingly important. In addition to an air classifier for separating lightweight foreign matter, the processing center also includes a gravity sorting machine for separating the mineral components.

Successful tests have already been carried out with this sorter for the separation of gypsum from a brick-concrete mixture, bricks from a brick-concrete mixture and impurities from a concrete recycle, in each case on 16/32 mm grain sizes.

Innovative belt sorting with high-performance magnets

Sorting recycling materials < 4 mm has to date posed a special challenge. While sensor-based methods for particle sizes < 4 mm have been described in literature, it is not clear whether the transition into practice will succeed. An entirely new procedure is currently being tested at the Institute of Applied Construction Research. Magnetic susceptibility is used as a sorting criterion, which primarily depends on the Fe_2O_3 ,

Tonen nicht übersteigt. Darüber hinaus kommt das Recycling-Produkt ohne Primärrohstoffe aus und aus dem Ausgangsmaterial kann hochdisperser Gips zurückgewonnen werden.

Trennung von leichten Störstoffen im freien Fall

Soll die Verwertung heterogener Bauabfälle nicht wie beschrieben als Sekundärrohstoff erfolgen, so muss zunächst das Gemisch in seine Bestandteile aufgetrennt werden. Deshalb wird die Entwicklung leistungsfähiger Sortiertechniken immer wichtiger. Im Recycling-Technikum stehen neben einem Windsichter zur Abtrennung leichter Störstoffe auch ein Freifallsortierer für die Trennung der mineralischen Bestandteile zur Verfügung.

Mit diesem Sortierer wurden bereits erfolgreiche Versuche zur Separation von Gips aus einem Ziegel-Beton-Gemisch, Ziegel aus einem Ziegel-Beton-Gemisch sowie von Störstoffen aus einem Betonrezyklat jeweils an Körnungen 16/32 mm durchgeführt.

Innovative Bandsortierung mit Hochleistungsmagneten

Die Sortierung von Rezyklaten < 4 mm ist bisher eine besondere Herausforderung. Sensorbasierte Verfahren für Körnungen < 4 mm werden zwar in der Literatur beschrieben, ob aber der Übergang in die Praxis gelingt, ist noch nicht entschieden. Am IAB ist zurzeit ein völlig neues Verfahren in der Erprobung. Als Sortiermerkmal dient die magnetische Suszeptibilität, die hauptsächlich vom Fe_2O_3 -Gehalt des jeweiligen Materials abhängt. Bei Betonen und Ziegeln besteht in der Regel ein deutlicher Unterschied. Bei einer großen Anzahl von untersuchten Betonen lag der Fe_2O_3 -Gehalt unter 4 Masse-%, während sich der Fe_2O_3 -Gehalt der Ziegel zwischen 4 und 9 % Masse bewegte. Ein Hochleistungsmagnet erkennt diese Unterschiede, so dass sie als Sortiermerkmal



- Komplette Biegerei-Systeme
- Richtmaschinen
- 2-D- & 3-D-Bügelbiegeautomaten
- Mobile und Stationäre Betonstahlscheren
- Doppelbiegemaschinen
- Spiral Biegemaschinen
- Schweißmaschinen für Standardmatten, Spezialmatten und Matten mit Öffnungen
- Gitterträger Schweißmaschinen
- Schweißmaschinen für Abstandhalter und Spezialprodukte
- Präzisions-Richt- und Biegemaschinen für Draht





Gravity sorting machine

Freifallsortierer

Figure: IAB Weimar

content of the material. There is usually a significant difference between concretes and bricks. In a large number of concretes tested, the Fe_2O_3 content was below 4 % by mass, while the Fe_2O_3 content of bricks varied between 4 and 9 % by mass. A high-performance magnet detects these differences so that they can be used as a sorting criterion. The belt sorting machine used at the Recycling Technology Center is equipped with a neodymium magnet in the head pulley.

Developments beyond the laboratory scale

The Recycling Technology Center, and the ongoing expansion of the full-scale facilities with new innovative equipment, enables the Institute of Applied Construction Research to pursue developments beyond the laboratory scale and to prepare their transition into practice. A flash calciner is currently under construction, which will be used in the future to research and test the calcination process of artificial pozzolans under oxidizing and reducing firing conditions. These are part of the so-called LC3 (limestone calcined clay) cements, which can save a large proportion of the carbon emissions released in the production of cement clinker and standardized cements. The use of hydrogen

genutzt werden können. Der Bandsortierer im Recycling-Technikum ist mit einem Neodymmagneten in der Kopfrolle ausgerüstet.

Entwicklungen über den Labormaßstab hinaus

Mit dem Recycling-Technikum und der stetigen Erweiterung der technischen Anlagen bietet sich am IAB die Möglichkeit, Entwicklungen über den Labormaßstab hinaus zu verfolgen und die Überführung in die Praxis vorzubereiten. Im Bau befindet sich derzeit noch ein Flash-Kalzinator, mit dem zukünftig die Kalzinierung von künstlichen Pozzolanen unter oxidierenden und reduzierenden Brennbedingungen erforscht und erprobt werden soll. Diese bilden einen Bestandteil der sogenannten LC3-Zemente (Englisch: Limestone Calcined Clay Cement), mit denen ein großer Teil der bei der Erzeugung von Klinker und standardisierten Zementen freigesetzten CO_2 -Emissionen eingespart werden kann. Innerhalb verschiedener Forschungsvorhaben wird ebenso der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger getestet. Zu diesem Zweck soll der Drehrohrofen weiter ausgebaut werden, um die industrielle Tauglichkeit neuer Energieträger nachzuweisen können.



Figure: IAB Weimar

Belt sorting machine for separating fine-grained concrete-brick mixtures

Bandsortierer zur Trennung von feinkörnigen Beton-Ziegel-Gemischen

as an energy source is also tested within the context of various research projects. To this end, the rotary kiln is to be further expanded in order to be able to demonstrate the suitability of new energy sources for industrial applications.

International exchange at construction materials recycling conference

The Weimar-based institute of construction research is well known and part of an effective network in the research and development community due to its recycling expertise. Under the patronage of RILEM, the 5th edition of the international conference on construction materials recycling (V.PRE = V. International Conference Progress of Recycling in the Built Environment) will, for the first time, be held in Germany – hosted by the Institute of Applied Construction Research in Weimar/Thuringia from October 10 to 12, 2023 (for a preliminary report see BFT 7/2023, p. 66/67).

Internationaler Austausch auf Baustoffrecycling-Konferenz

Das Weimarer Bauforschungsinstitut ist in der Forschungs- und Entwicklungslandschaft für seine Recyclingkompetenz gut bekannt und vernetzt. Unter der Schirmherrschaft von RILEM findet in diesem Jahr erstmals vom 10. bis 12. Oktober 2023 die 5. Ausgabe der Internationalen Konferenz zum Baustoffrecycling (V.PRE = V International Conference Progress of Recycling in the Built Environment) in Deutschland, Weimar/Thüringen statt – Ausrichter ist das IAB (Vorbereitung siehe auch BFT 7/2023, S. 66/67).

CONTACT

IAB - Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH
Über der Nonnenwiese 1
99428 Weimar/Germany
☎ +49 3643 8684-0
kontakt@iab-weimar.de
www.iab-weimar.de/recycling
www.iab-weimar.de/pre2023

**THE BIGGEST EUROPEAN
EXHIBITION & CONFERENCE
SPECIFICALLY DEDICATED
TO THE CONCRETE
AND MASONRY INDUSTRIES**

SEE YOU AT

5th Edition



**18-20 April 2024
Piacenza
Italy**



www.icta.it



www.idrawards.it



For info and stand bookings
Ph. +39 010 5704948
info@gic-expo.it



www.gic-expo.it