Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 13

Artikel: Geschlossener Stoffkreislauf
Autor: Fetz, Linus B.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79474

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Linus B. Fetz, Niederurnen

Geschlossener Stoffkreislauf

Neue Gedanken zu einem Produkt: Neben der Herstellung muss sich die Industrie auch um Entsorgungsmöglichkeiten ihrer Produkte kümmern.

In der an der Konferenz von Rio verabschiedeten Agenda 21 wird festgehalten, dass «die Entstehung von Abfällen, die sich nicht in die Stoffkreisläufe zurückführen lassen, im Gegensatz zum Prinzip der Nachhaltigkeit steht» und dass folgende Massnahmen vorzusehen sind: «Erarbeiten von Kriterien und Normen für die umweltgerechte Behandlung der Abfälle und die Erstellung der nötigen Anlagen, damit bis im Jahre 2025 alle Abfälle umweltgerecht (also nachhaltig) entsorgt werden können.»[1] Von Seite der Bauökologie wird gefordert, dass Recycling kein Downcycling sein soll. Nach möglichst langer Gebrauchsdauer des Produkts soll eine Wiederverwertung sichergestellt und das neu entstehende dem Ausgangsprodukt gleichwertig sein.[2]

Wie funktioniert der geschlossene Stoffkreislauf?

Der geschlossene Stoffkreislauf beispielsweise von Faserzementprodukten funktioniert verblüffend einfach (Bild 1). Die Produkte bestehen zu über 90% aus Zement und zu geringen Teilen aus mineralischen Zusatzstoffen wie Kalksteinmehl und Farbpigmenten. Es ist daher naheliegend, die zur Wiederverwertung gelangenden Produkte als Rohmaterial für die Zementherstellung zu verwenden.

Die im Werk hergestellten Faserzementprodukte werden am Bauwerk verlegt. Nach langer Gebrauchsdauer erfolgt der Rückbau, welcher sich einfach durchführen lässt: wie verlegt, so rückgebaut. Das Material wird palettiert oder in Einkomponentenmulden gelegt und zu einer Brechanlage transportiert. Die eigentliche Verwertung erfolgt nach einem zum Patent angemeldeten Verfahren. Die Produkte werden in Stücke gebrochen. Das zerkleinerte Gut wird in eine Eintrittszone des Zementdrehofens mit einer Temperatur von wenigstens 800 °C eingegeben und dann durch die Zonen höherer Temperatur (bis 1450 °C) unter Schmelze-Bildung weiterbefördert und zu Zementklinker umgewandelt, welcher zu Zement gemahlen wird. Organische Bestandteile wie Fasern und Farbbindemittel dienen, wenn auch nur marginal, als Brennstoff. Von der Zementfabrik wird wieder Zement für die Produktion von neuen Faserzementprodukten bezogen. Wenn in den kommenden Jahrzehnten genügend Material aus dem Rückbau anfällt (Bild 4), so kann diese Stoffmenge in einer Ökobilanz gutgeschrieben werden, und neue Produkte erhalten dann den Bonus, aus bis zu 90% Altmaterial zu bestehen. Nur die Fasern und wenige Zusatzstoffe müssen noch zugefügt werden.

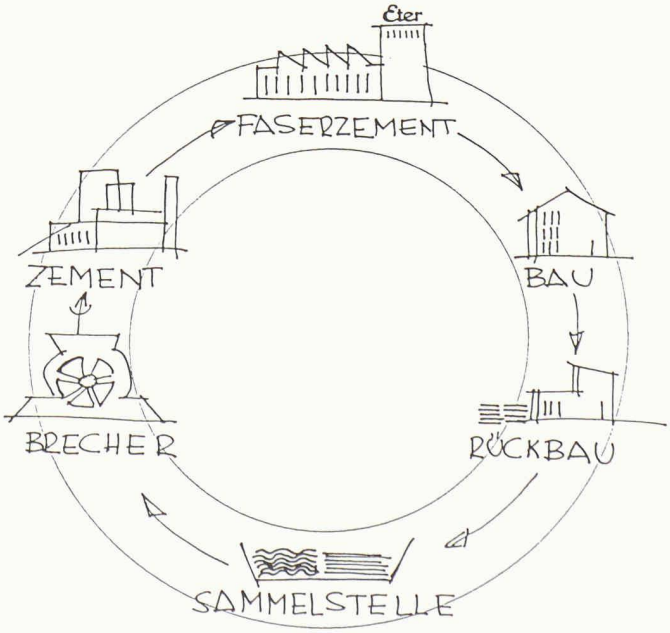
Das in Zusammenarbeit mit der Zementindustrie entwickelte Verfahren läuft seit Dezember 1996. Es ist vorderhand für das Recycling von Faserzement freigegeben. Für die Wiederverwertung von Asbestzement läuft derzeit ein Umweltverträglichkeitsverfahren, in welchem nachgewiesen werden muss, dass beim vorgestellten Recycling keine kritischen Asbestfasern emittiert werden.

Es ist unwahrscheinlich, dass bei einer thermischen Behandlung mit Temperaturen, wie sie beim Brennprozess im Zementdrehofen vorherrschen, Asbestfasern noch existieren. Bei 800 °C wird das Silikatmineral Asbest durch Dehydration in Forsterit und Silizium umgewandelt. Aus Asbestzementpartikeln entstehen mit ausserordentlich hoher Geschwindigkeit glasig amorphe und kugelig ausgebildete Klinkerpartikel.[3] Es gilt als gesichert, dass im Klinker und damit auch im Zement keine Asbestfasern mehr vorhanden sind. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass bei der Materialaufgabe wenige noch nicht umgewandelte Asbestfasern über den Rohgasstaub in die Filter gelangen können. Durch Versuche wird nun abgeklärt, ob dies der Fall ist und ob allenfalls damit eine messbare Faseremission verbunden ist. Verlaufen die Versuche positiv, so ist mit der Freigabe des Verfahrens bis Ende Jahr zu rechnen.

Was kostet der geschlossene Kreislauf?

Zu einem nachhaltigen Kreislauf gehören nicht nur ökologische, sondern auch wirtschaftliche Überlegungen. Die Wiederverwertung hat auch einen Preis (Bild 2). Anhand eines Beispiels sollen die Kosten für die Verwertung von Faserzement im geschlossenen Kreislauf jenen für die konventionelle Entsorgung gegenübergestellt werden. Letztere können je nach Region, nach Angebot und Nachfrage variieren. Es zeigt sich, dass die konventionelle Entsorgung heute bei sorgfältigem Rückbau rund achtmal, bei schlecht gestapelter Materialrückgabe nur noch viermal billiger ist (Bild 3). Dem Unternehmer ist es also freigestellt, ob er mit grösseren Personal- oder grösseren Materialkosten rechnen will.

Die Kosten für den geschlossenen Kreislauf erscheinen im Moment hoch. (Zum Vergleich: Für die thermische Entsorgung von Altholz in einer KVA werden Kosten von 200 Fr./t genannt.) Der Grund liegt darin, dass das Material für eine thermische Entsorgung zuerst zerkleinert werden muss. Im Fall von Faserzement wird wegen des zurzeit noch geringen Materialanfalls nur ein kleiner Brecher eingesetzt. Mit steigendem Materialrücklauf können leistungsfähigere An-



1
Der geschlossene Stoffkreislauf von Faserzement. Die Produkte werden nach einer langen Gebrauchsdauer als Rohmaterial für die Zementherstellung verwendet.

Kosten des 100% Recyclings*	**250**	**Fr./t**
▪ Rückgabe bei der Eternit AG in Niederurnen		
▪ Brechen in Stücke von 5-10 cm		
▪ Transport zur Zementfabrik und Aufgabe in den Brennofen		
Kosten für die konventionelle Entsorgung*	**50**	**Fr./m³**
▪ Aufbereitung von Mischabbruch oder Deponiekosten		

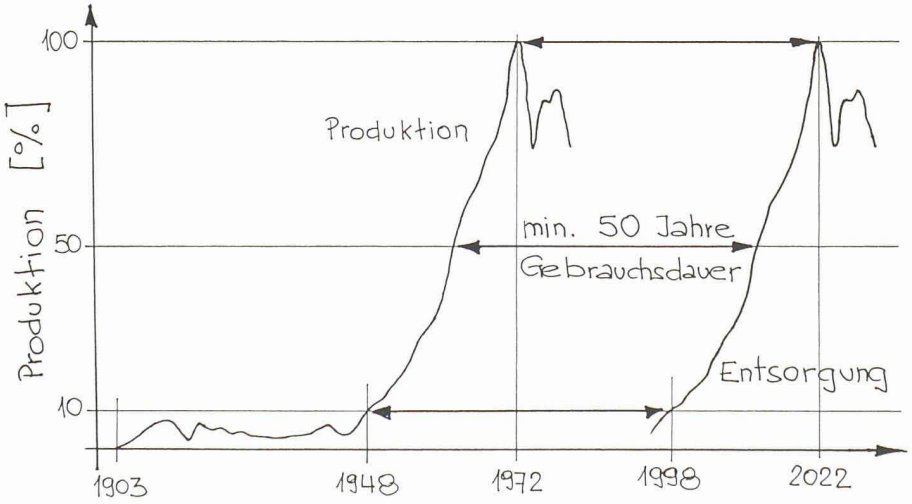
(Zuzüglich der Transportkosten vom Rückbauobjekt zur Eternit, zur Mischabbruch-Aufbereitung oder zur Deponie.)

2
Was kostet der geschlossene Kreislauf?

	Mischabbruch oder Deponie		**100 % Recycling**
Sauber palettiert * (= min. Vol) 1,5 m³ ~ 2,5 t	75 Fr.		625 Fr.
Kostenverhältnis:	1	zu	8
In «Kraut und Rüben»-Mulde * 3 m³ ~ 2,5 t	150 Fr.		625 Fr.
Kostenverhältnis:	1	zu	4

* 100 m² Dachschiefer (Doppeldeckung) oder 150 m² Well- oder grossformatige Platten

3
Kostenvergleich 100% Recycling oder Entsorgung



4
Was je produziert wurde, muss auch wieder entsorgt werden. In den nächsten Jahrzehnten fällt genügend Material an, um im geschlossenen Kreislauf wieder neue Produkte herzustellen.

lagen erstellt werden, die kostengünstiger arbeiten. Mit zunehmendem Auffüllgrad der Deponien und zunehmenden Deponien an aufbereiteten mineralischen Baustoffen bei geringerem Bauvolumen werden sich die Kostenverhältnisse nach Bild 3 weiter annähern.

Die Verfügbarkeit des vorgestellten Verfahrens ist solange gewährleistet, als Zement als Baustoff verwendet wird. Dieses Verfahren muss im Bereich der Logistik weiter verbessert werden. Sammelstellen, speziell für noch asbesthaltige Produkte, müssen an geeigneten Standorten eingerichtet und die Transportwege durch Sammeltransporte auf Strasse und Schiene minimiert werden.

Adresse des Verfassers:
Linus B. Fetz, Bauing. ETH/SIA, Leiter Öffentlichkeitsarbeit und Umwelt, Eternit AG, 8867 Niederurnen

Literatur

[1]Interdepartementaler Ausschuss Rio (IDARio): Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz, Stand der Realisierung. Buwal, Bern 1997.

[2]*Binz, Armin*: Baustoffökologie, Versuch einer Standortbestimmung. In: Schweizer Ingenieur und Architekt (SI+A), Nr. 47, 17. November 1994.

[3]*Tamas, F.D., Amrich, L.*: Disposal of Asbestos Waste in the Cement Industry. In: Int. Cement Review, August 1991. Sowie *Ambrosius, S., Gundlach, H., Kieser, J.*: Thermische Verwertung von zementgebundenen Asbestzementprodukten in Zementöfen. In: ZKG International, 19. Jhg., Nr. 8/1996. Wie auch *Cassar, L., Guerrini G.L., Gilioli, C.*: Thermal Disposal of Asbestos-Cement and Reutilisation in Cement Industry.

Vgl. generell: *Schmidheiny, St.*, mit dem Business Council for Sustainable Development: Kurswechsel, Globale unternehmerische Perspektive für Entwicklung und Umwelt. München 1992. Und IP-Bau, Bundesamt für Konjunkturfragen: Recycling, Verwertung und Behandlung von Bauabfällen. Bern 1991. Sowie Technische Verordnung über Abfälle (TVA), SR 814.015, vom 10. Dezember 1990. Oder Buwal: Abfall, Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Bern 1997.

Wettbewerbe

Veranstalter	**Objekte** **PW: Projektwettbewerb** **IW: Ideenwettbewerb** **PQ: Präqualifikation**	**Teilnahmeberechtigung**	**Abgabe (Unterlagenbezug/Anmeldung)**	**SI+A Heft**
Landeshauptstadt Linz A - **neu**	Donaumuseum Linz, Neue Galerie (IW)	Europa. Anfragen: Magistrat der Landeshauptstadt Linz, Hauptstrasse 1-5, A-4041 Linz, Tel. 0043/732 70 70 35 10, Fax 0043/723 70 70 34 72. Vgl: http://www.sia.ch	16. Juni 98 (16. April 98)	
University Consortium of Mantua and University Politecnico Milan (campus Mantua) - **new**	«Dei Mulini» Bridge, Mantua	Open competition. Information: Segreteria Generale del Concorso «Entrando a Mantova» at Comune di Mantova, Circoscrizione 1, Via Monteverdi 3, I-46100 Mantova. Tel. 0039/376 32 50 69 (10-12 a.m.), Fax 0039/376 36 83 96, e-mail inarchmn@tin.it	June 15, 98 (**March 31, 98**)	