



# P O L Y M E R B E T O N

NATURFASERNVERSTÄRKT  
UND SEINE EINSATZMÖGLICHKEITEN



## P R O D U K T - P R Ä S E N T A T I O N



REPRÄSENTANT  
JOHANNES MEYER  
DIPL.-WIRT.-ING.

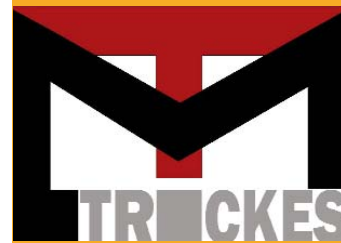


Fraunhofer Institut  
Kurzzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingelberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)



Norbert Trickes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax +49(0)7628 / 94 05 89



# POLYMER BETON

## DIE IDEE

Um Gebäude gegen Explosionen zu schützen, hat Herr Norbert Trickes in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik "Erst-Mach-Institut" in Efringen Kirchen ein hochenergieabsorbierenden Werkstoff - ein Polymerbetonsystem - auch Biobeton genannt - entwickelt, welcher in der Lage ist Blastwellen zu absorbieren. Mit Hilfe von entkernten Maiskolben wurde ein Anti-Terror-Beton entwickelt. Die zerkleinerten Maisspindeln werden mit Epoxidharz, Quarzsand und einem Härter zu einem sogenannten Polymerbeton vermischt. Wird diese Masse als äußere Schutzschicht auf Gebäude aufgetragen, kann sie bei nahegelegenen Explosionen eine Zerstörung des Bauwerks verhindern.

## DIE ENTWICKLUNG

Die Entwicklung dieses Werkstoffes erfolgte in den vergangenen 10 Jahren. Der Biobeton hat folgende charakteristische Eigenschaften:

- es ist ein speziell entwickelter hochenergieabsorbierender Polymerbeton
- normaler Polymerbeton hingegen besteht aus Polymerbindemittel u. konventionellen Füllstoffen (z.B. Kies) u./o. Verstärkungen bei geringer Energieabsorbtion
- der poröse organische Füllstoff bringt eine hohe Porosität in den Werkstoff ein inklusive erhöhter Duktilität
- beide Eigenschaften - hohe Porosität und eine gewisse Duktilität - ermöglichen große plastische Verformungen
- diese plastischen Verformungen innerhalb des Polymerbetons führen wiederum zu einem hohen Energieabsorptionsvermögen des Werkstoffes mittels geschredderte Maisspindeln in der Wand.
- Das neue Material wird aus speziellen zerkleinerten Maisspindeln gefertigt und schützt Bauwerke vor Sprengstoffanschlägen
- Eine Erfindung, die für alle gefährdete Objekte von Interesse ist wie z.B.

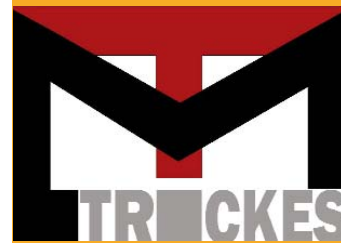
Botschaftsgebäude,  
öffentliche Bauten,  
Container,  
u.a.



**Fraunhofer** Institut  
Kurzzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingenberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

Norbert Trickes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89



# POLYMER BETON

## DIE ZUSAMMENSETZUNG

- der gefundene organische Füllstoff beigegeben als geschredderte Maisspindeln ist besonders gut geeignet um ein Hochenergieabsorptionsvermögen zu erzielen
- mit diesen u.a. Grundsubstanzen entstand ein optimiertes Mischkonzept für die Herstellung eines hochenergieabsorbierenden Polymerbeton (kurz genannt Biobeton)
- es folgt die experimentelle und numerische Charakterisierungen des Werkstoffverhaltens des neuen Polymerbetons
- die Festigkeitseigenschaften des Polymerbetons erwiesen sich dem des zementgebundenen Betons sehr ähnlich
- auf dieser Basis wurde das neue Werkstoffmodell formuliert

## PRINZIP UND WIRKUNG

- Hohlräume ermöglichen hohe Kompressionsarbeit
- Durch diese Materialzusammensetzung wird ein Auseinander-Brechen verhindert und die Kompressionsarbeit über sehr große Verformungsbereiche ermöglicht. Es wird eine maximale Verformungsarbeit geleistet - d.h., bei einer hohen Festigkeit erfolgt die Verformungsarbeit auf einem Hochenergieniveau.
- Dadurch wird eine maximale Hochenergieabsorption erreicht.

## FUNKTIONALITÄT

- die dämpfende Wirkung des entwickelten Polymerbetons ist anhand von vielen experimentellen Beispielen überprüft und getestet worden
- es wird ein zweischaliges Schutzsystem verwendet
- dieses Schutzsystem schützt (angebracht auf eine Betonwand oder ähnlichen Material) vor den Auswirkungen einer Detonation im Nahbereich



**Fraunhofer** Institut  
Kurzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingenberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

Norbert Trickes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89

## AUS DER PRAXIS

- Das Polymerbetonsystem kann eine Betonwand gegen Blasteinwirkung schützen
- Die sich im Beton ergebenden Schädigungen reduzieren sich dadurch drastisch
- das Werkstoffmodell (Simulationmodell) ist einsatzfähig
- auch die mechanischen Eigenschaften der zu schützenden Struktur sind werden in der Betrachtung und Kalkulation berücksichtigt
- daher muss in Abhängigkeit der Einwirkung (Stoßwirkung) und der zugelassenen Wirkungsschädigung die dämpfenden Schicht ggf. angepaßt werden. Die Anpassung ist durch eine Variation der verwendeten Anteile, d.h., der einzelnen Bestandteile zu realisieren

# P O L Y M E R B E T O N



**Fraunhofer** Institut  
Kurzzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingelberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

Norbert Trickes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89

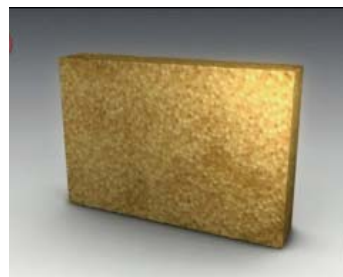
# AUS DER PRAXIS

**ERGEBNISS MIT  
BIOBETON - SCHUTZSYSTEM  
BIOBETON VERHINDERT DIE  
ZERSTÖRUNG DER  
BETONPLATTE**

**RÜCKSEITE**

**BIOBETON -  
DAS SCHÜTZENDE PRODUKT  
SCHÜTZT GEGEN EINSTURZ U.  
MINIMIERT DEN SCHADEN**

**DAS PRODUKT**



**P  
O  
L  
Y  
M  
E  
R  
  
B  
E  
T  
O  
N**

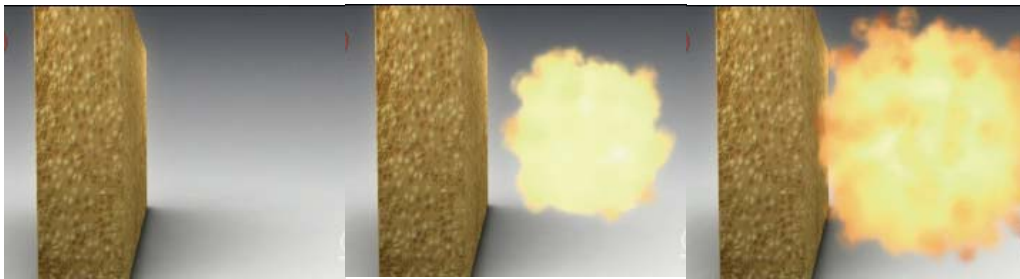


**Fraunhofer** Institut  
Kurzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingenberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

**Norbert Trickes**  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89

# BIOBETON DETONATION - WIRKUNG



P  
O  
L  
Y  
M  
E  
R  
  
B  
E  
T  
O  
N



Fraunhofer Institut  
Kurzzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingelberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

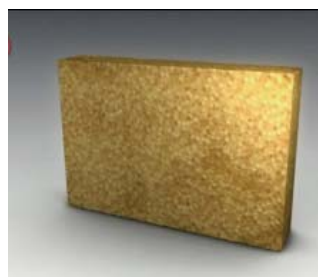
Norbert Trickes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89

## ANWENDUNGSGEBIETE

- Bauten die entstehen oder bestehen
- Container - innen oder außen - mit o. ohne Kohlenstofffaserbänder
- Tunnel
- Castorbehälter
- Stützpfeiler - mit großen Lasten
- Kernkraftwerke
- Auto's - Geldtransporte, Werttransporte, etc.
- Militär
- und vieles mehr
  
- Die Anwendungen sind individuell
- Biobeton dient als Schutz gegen Explosionen
- Biobeton ist die äußere oder/und auch die innere Schutzschicht

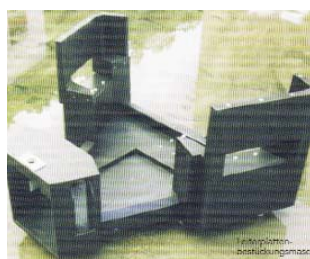
## BIOBETON HERGESTELLT ALS

- Standardplatte



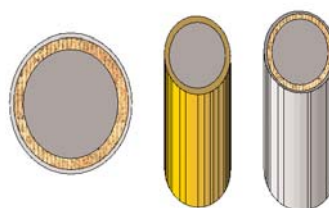
unterschiedlicher Dicke

- kundenspezifische Formen



(Formenbau)

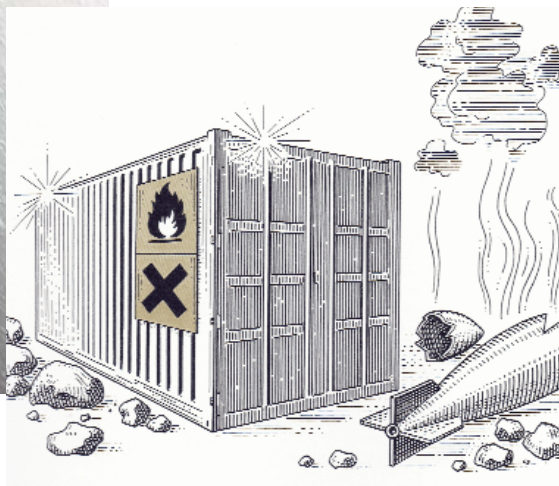
- Vor-Ort-Verarbeitung in flüssiger Form



Hohlraumausfüllung



## BEISPIELE: PLATTEN, FORMEN



P  
O  
L  
Y  
M  
E  
R  
  
B  
E  
T  
O  
N

## ZUSAMMENFASSUNG

- Biobeton als Schutz gegen Anschläge reduziert die Wirkung von Sprengstoff
- Wird Polymerbeton als äußere Schutzschicht auf Gebäude aufgetragen, kann bei nahegelegenen Explosionen eine Zerstörung des Bauwerks verhindert werden. Die freigegebene Energie wird durch Biobeton besser geschluckt als dies andere Materialien können.
- Anwendungen sind immer kundenorientiert und maßgeschneidert
- dies gilt für Bauten die erst entstehen oder für Bauten die bereits bestehen
- Das Biobeton gesamtkalulatorische Preis-, Leistungsverhältnis bei Verwendung im Vergleich zu alternativen Maßnahmen um Objekte gegen Explosionen zu schützen und dies bei gleicher Schädigung (alternativ mit ca. doppelter Wandstärke) ist eine sehr kostengünstigste und effektive Art. Es ist für Banken und Botschaften und viele andere Anwendungen eine lohnende Investition, Gebäude mit einer Biobeton - Schutzschicht zu verkleiden.  
Der Polymerbeton wird dabei auf die bestehenden tragenden Wände und Stützen aufgetragen. Ein optisch schlankes Design von Gebäuden wird dadurch nicht beeinträchtigt.
- Auch im Container-Transport kann das neue Material dazu dienen, bei Explosionen Schaden zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen. Enthalten die Container explosive Stoffe, werden sie innen mit dem Polymerbeton ausgekleidet. Soll vor externen Beschädigungen geschützt werden, werden die Behälter außen mit dem Material ummantelt. Erforderlich sind unter Umständen zusätzliche Containerverstärkungen durch z.B. Kohlenstofffaserbänder.



- Tunnel, Castorbehälter und Stützpfeiler mit großen Lasten lassen sich mit dem Biobaustoff ummanteln. Biobeton schützt mit wenigen Zentimeter so gut wie sonst nur extrem dicker und teurer Dämmbeton.
- Polymerbeton dient zu Schutz gegen Detonationen bei gleichzeitigen Erhalt von Design und Struktur - d.h., die Strukturen eines Gebäudes können schlank u. filigral bleiben - keine Bunker.



**Fraunhofer** Institut  
Kurzzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingenberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

Norbert Trickes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89

## WELTEREIGNISSE

### ■ Lastfälle Explosion

Beispiel: Anschlag auf Bus in London



Beispiel: Autobombe in Beirut



P  
O  
L  
Y  
M  
E  
R  
  
B  
E  
T  
O  
N



**Fraunhofer** Institut  
Kurzzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingenberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

Norbert Trickes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89

# 100 PRODUKTE DER ZUKUNFT

VON TH. W. HÄNSCH - ECON VERLAG

Theodor W. Hänsch (Hg.)

## 100 Produkte der Zukunft

Wegweisende Ideen, die unser Leben verändern werden

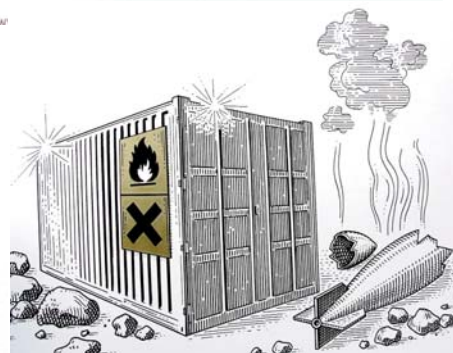


### AUF EINEN BLICK

Hersteller/Institut: Fraunhofer Institut für Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut (EMI), Efringen-Kirchen

Hauptverantwortlicher: Dr. Christoph Mayrhofer

Markteinführung: Die Polymerbetonherstellung erfolgt derzeit noch unter Laborbedingungen am EMI. Bemühungen zu industriellen Herstellungen laufen derzeit mit einer großen deutschen Baufirma. Für die industrielle Fertigung braucht man etwa ein Jahr.



## Popcorn statt Airbag

### Mais-Schutzschicht für Container

Den Hafenarbeitern sitzt der Schreck noch in allen Gliedern: In einem roten Container mitten auf dem Verladeterminale sind mit ohrenbetäubendem Lärm schlecht gesicherte Gasflaschen explodiert. Doch die Stahlhülle bleibt unversehrt. Trotz des gewaltigen Drucks der Explosion hält der Container stand. Was die erleichterten Arbeiter nicht wissen: Vor den mit unglaublicher Gewalt berstenden Gasbehältern wurden sie durch eine geniale Erfindung geschützt: Popcorn.

Allein mit Schiffen werden Schätzungen zufolge Jahr für Jahr über 350 Millionen Container befördert, Tendenz steigend. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Kurzeitdynamik Ernst-Mach-Institut (EMI) in Efringen-Kirchen arbeiten an einem widerstandsfähigen Container, der Explosionen und auch enorme Stöße locker aushalten kann. Ein Teil seines Geheimnisses ist leuchtend gelb und schmeckt ziemlich gut – Mais. Denn der steckt in einer der beiden Schutzschichten, die an den Wänden des Containers angebracht werden.

Mais ist wichtigster Bestandteil eines sogenannten Polymerbetons, den die Forscher selbst entwickelt haben. Weitere Zutaten des Dämmmaterials sind Naturfasern und der Kunststoff Epoxydharz, der in der Industrie oft als Metallkleber verwendet wird. Der Stoff ist leicht porös und schluckt die Energie einer Explosion oder eines Aufpralls besser als andere Materialien. Die andere Schutzschicht besteht aus einem Faserverbund, der das Stahlblech verstärkt und vor Stößen schützt. Das Material

austreten. Bei einer Gefährdung von außen, etwa bei besonders wertvollen, empfindlichen Gütern, könnte die Schutzschicht auch komplett außen montiert werden.

Dank kleiner gelber Körner können Waren also in Zukunft noch sicherer transportiert werden – zum Vorteil der Umwelt und der Reedereien. Denn die Güter kommen unbeschädigt ans Ziel.



Unter der Leitung von Dr. Christoph Mayrhofer forscht das Projektteam des Fraunhofer-Instituts für Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut (EMI) seit 2000 an einer Crashesicherung für Container (von links nach rechts): Martin Griebenow, Reinhard Geiss, Norbert Bächer, Markus Romani, Dr. Christoph Mayrhofer. Projektpartner ist die Firma Norbert Tricketes, Mineralgussstechnik.

P  
O  
L  
Y  
M  
E  
R  
  
B  
E  
T  
O  
N



Fraunhofer Institut  
Kurzeitdynamik  
Ernst-Mach-Institut

Fraunhofer-Institut für  
Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-  
Institut, EMI  
Am Klingelberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon: +49 7628 9050 - 0  
Fax: +49 7628 9050 - 77  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

Norbert Tricketes  
Alte Weinstraße 59  
D 79588 Efringen-Kirchen  
Ph. + +49(0)7628 / 94 05 69  
Fax + +40(0)7628 / 94 05 89