

Mauerwerk – ein altbewährter und innovativer Baustoff

Weiterbildung für Tragwerksplaner 2019: Innovative Bauprodukte
28.08.2019 (TU Kaiserslautern) und 18.09.2019 (TU Darmstadt)

Dr. Roland Rast und Dipl.-Ing. (FH) Eckehard Scheller (DGfM e.V.)

Quelle: DGfM – Strategie 2030



Einleitung

Teil 1: Vom Mauerstein über Systemwand-elemente bis zur Fertigung mit Robotern

Teil 2: Schaum und Pads anstelle von Normal- und Dünnbett-Mauermörtel

Teil 3: (Dübel-) Versuche am Bauwerk in Mauerwerk

Zusammenfassung/Ergänzende Informationen

Seit September 2018



DGfM
Deutsche Gesellschaft
für Mauerwerksbau e.V.

DGfM
Deutsche Gesellschaft
für Mauerwerks-
und Wohnungsbau e.V.

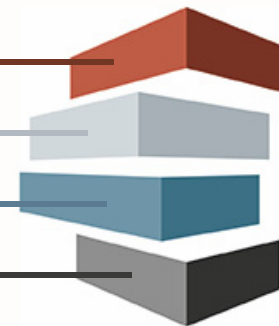


Ziegel —————

Kalksandstein —————

Porenbeton —————

Leichtbeton —————



MauerWerkTM
Massiv bauen. Besser leben.

Mitglieder und Fördermitglieder (*) der DGfM e.V.



Bundesverband
KALKSANDSTEIN
Industrie e.V.

ZIEGEL

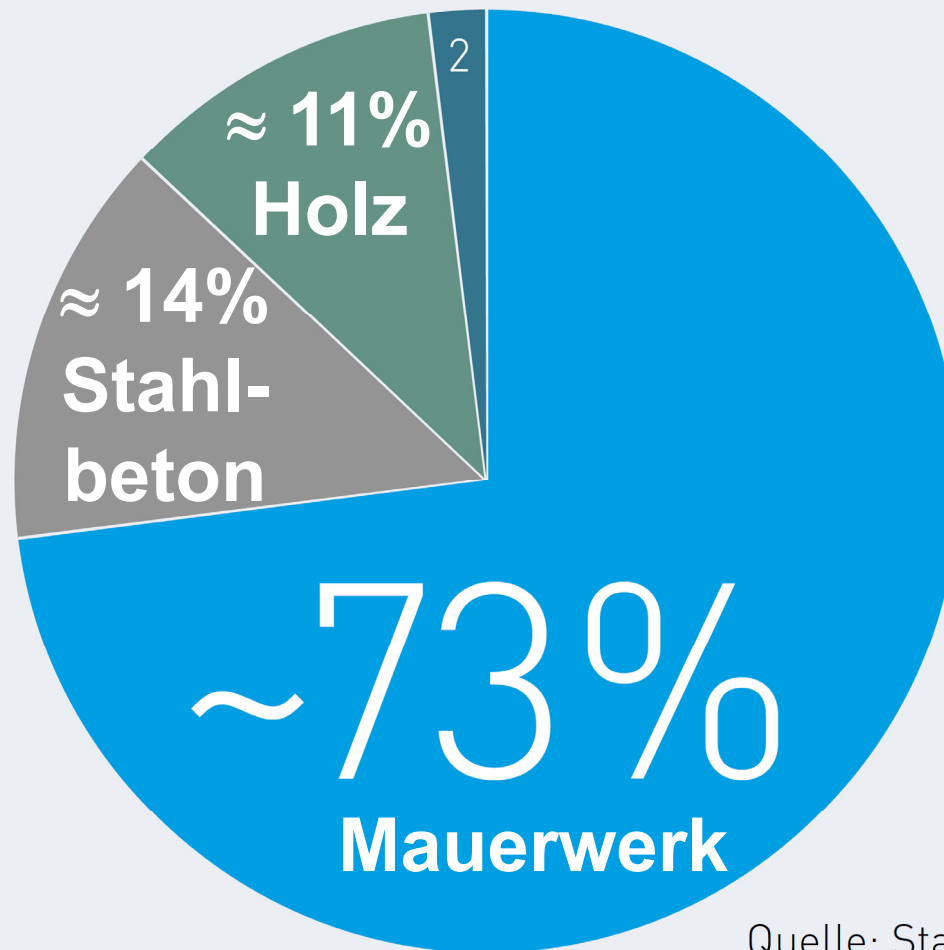
Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.



Bundesverband
Leichtbeton e.V.



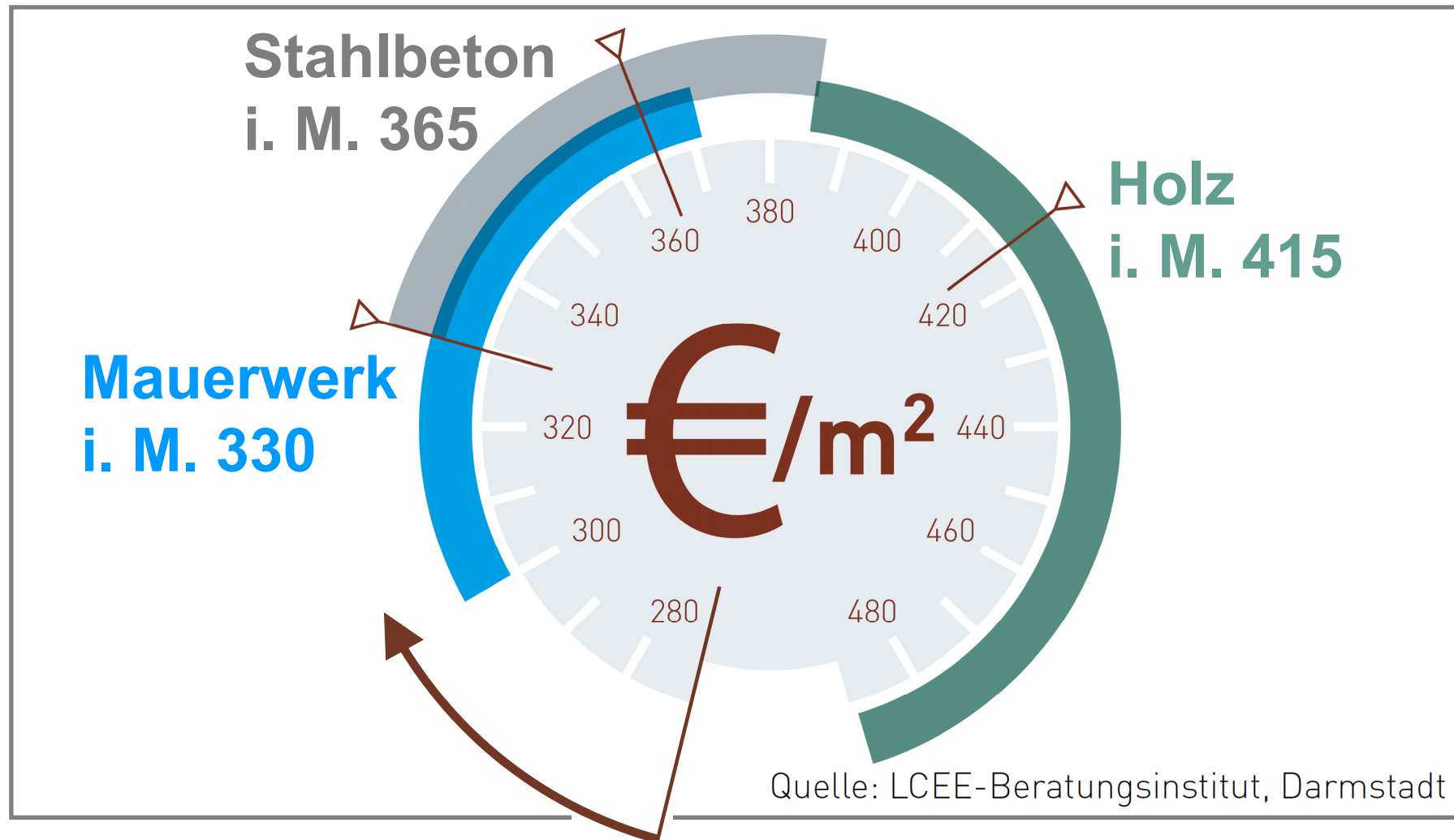
So baut Deutschland seine Wohnungen (2016)



Quelle: Statistisches Bundesamt,

Quelle: DGfM – Strategie 2030

m²-Preis für Außenwände (Gebäudezyklus von **80 Jahren**)



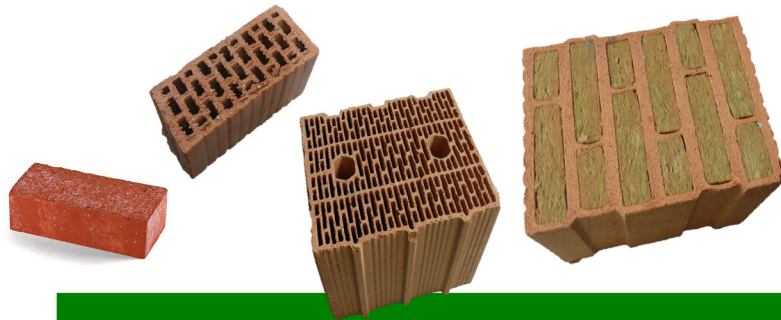
Quelle: DGfM – Strategie 2030

Teil 1:

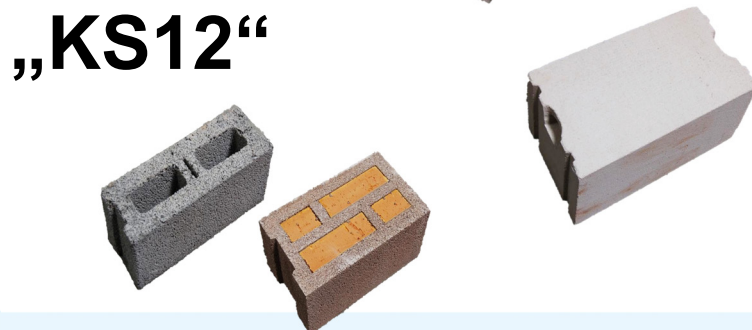
Vom Mauerstein über Systemwandelemente bis zur Fertigung mit Robotern

Entwicklung Mauerwerk: „gestern – heute – morgen“

„Mz12“



„KS12“



„heute“:

- Planelemente (PE)
- Systemwandelemente (SWE)
- Fertigbauteile
- ...

„morgen“:

- Robotik, ... ?

Forschung Empa (Schweiz): Beispiel Aerobricks



www.empa.ch/de/web/s604/aerobrick

„Ein neuartiger, mit Aerogel gefüllter Ziegelstein könnte in Zukunft dünne und hochdämmende Mauern ermöglichen, und dies ganz ohne zusätzliche Dämmschicht.“

„Um dieselben Dämmwerte wie eine 165 mm dicke Mauer aus Aerobricks zu erreichen, muss eine Mauer aus Perlit-Ziegelsteinen 263 mm dick sein und eine Mauer aus nichtisolierenden Ziegelsteinen gar über einen Meter.“

Planelemente (PE): Beispiel KS XL-PE



- Die Anwendung ist mit **DIN EN 1996/NA** normativ geregelt:
 - großformatige Vollsteine
Höhe ≥ 374 mm und Länge ≥ 498 mm
 - Querschnitte durch Lochung senkrecht zur Lagerfläche bis zu 15 % gemindert
 - Vermauerung mit Dünnbettmörteln
- **abZ's** werden nicht mehr erteilt.

Systemwandelemente (SWE)



- raumhohe Bauweise möglich
- einfache Rasterplanung
- im Werk vorkonfektionierte Elemente werden auf Baustelle geliefert und per Kran versetzt
- geregelt nach **DIN EN 12602**: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton
- Bemessung nach **DIN 4223-101**: Anwendung von vorgefertigten bewehrten Bauteilen aus dampfgehärtetem Porenbeton – T. 101: Entwurf und Bemessung

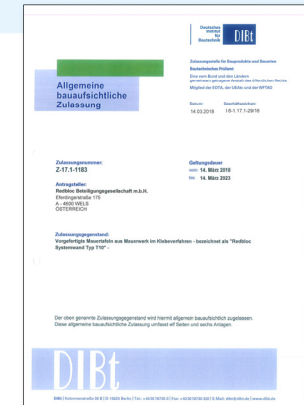
Fertigbauteile

z. B.: Ziegelfertigteil (Redbloc)



geregelt über abZ's:

- Poroton Planhochlochziegel
- Zweikomponenten-Polyurethan-Klebstoff
- Anwendungsbereich beachten
(z. B. kein erddruckbelastetes MW!)
- abZ für Herstellung und Verwendung (statische Berechnung und Ausführung)



Zukunft: Baustellen-Roboter!?

diverse Grundlagenforschung und Entwicklungen:

- **In Situ Fabricator**

vgl. https://dfabhouse.ch/de/in_situ_fabricator/

- **SAM100**

vgl. <https://www.construction-robotics.com/>

- **Seilroboter**

www.uni-due.de/mechatronik/forschung/mauern.php

- **Hadrian X**

vgl. <https://www.fbr.com.au/view/our-tech>

Teil 2:

Schaum und Pads anstelle von Normal- und Dünnbett-Mauermörtel



- Mörtelpad geregelt in **abZ** mit Verweis auf zugeh. Plan-HLz mit **abZ**

- Mörtelpad anstelle der Dünnbettmörtel, die in **abZ**'s für Plan-HLz angegeben sind

➔ Es müssen immer **2 abZ** beachtet werden (abZ für Mörtelpad/abZ für Plan-HLz)

- Ausgleichsschicht mit Normalmauermörtel
- „Wannenprofil“ vollständig mit Wasser füllen
- ausreichende Einwirkzeit beachten (1 - 3 Minuten!)



FRAGE: Wie funktioniert der Abbindevorgang?



- Die Pads bestehen aus Leichtdünnbettmörtel und wasserlöslichem Schmelzkleber.
- Für zusätzliche Stabilität sorgt ein integriertes Glasfasergewebe.
- Nach Zugabe des Wassers bindet der Zementleim hydraulisch ab und formt eine vollflächige Mörtelfuge.

 Der Abbindevorgang und die Eigenschaften des ausgehärteten Mörtels sind analog zu herkömmlichen mineralischen Mauermörteln.

Planziegel-Kleber: z. B. SYSTEM Dryfix



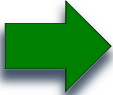
- Plan-HLZ's geregelt mit Kleber in div. **abZ's**
- Ausgleichsschicht mit Normalmauermörtel
- Verwendung zwischen $\geq -5^{\circ}\text{C}$ und $< +5^{\circ}\text{C}$, wenn Ausgleichsschicht mit zugehörigem und mit in **abZ** geregelten Anlege- und Systemmörtel hergestellt wird
- Anwendungsbereich der **abZ** beachten: z. B. Geschosshöhen, nicht f. erddruckbelastetes MW...
- Schulung von Planern/Ausführenden gemäß **abZ**



FRAGE: Wie ist die Umweltverträglichkeit einzustufen?



- Alle relevanten Daten zur Umweltverträglichkeit d. Planziegel-Klebers (Syst. Dryfix) können d. zugehörigen Sicherheitsdatenblatt entnommen werden.
- Danach sind bei der Verarbeitung Handschuhe, Schutzkleidung und Brille zu tragen.
- D. Planziegel-Kleber darf Zulassung nur v. geschultem Personal verwendet und eingebaut werden.

 Bezügl. d. fertigen verputzen Wand (die ausgehärtete Fuge ist dünner als bei einem Dünnbettmörtel) sind keine Umweltunverträglichkeiten bekannt.

Dünnbettmörtel-Pellets: Selbstvormischend



- Anstelle von „staubigem Pulver“ wird der Mörtel in kompaktierten Pellets auf die Baustelle geliefert.
- Lediglich durch Wasserzugabe verwandeln sich die Pellets innerhalb von nur 90 Sekunden in vor-gemischten Dünnbettmörtel; nur noch kurzes „Durchschlagen“ bzw. „Aufrühren“ erforderlich.

➡ Feinstaubreduzierung!!

➡ Zeitersparnis

Teil 3:

(Dübel-)

Versuche am Bauwerk in Mauerwerk

Versuche am Bauwerk!?

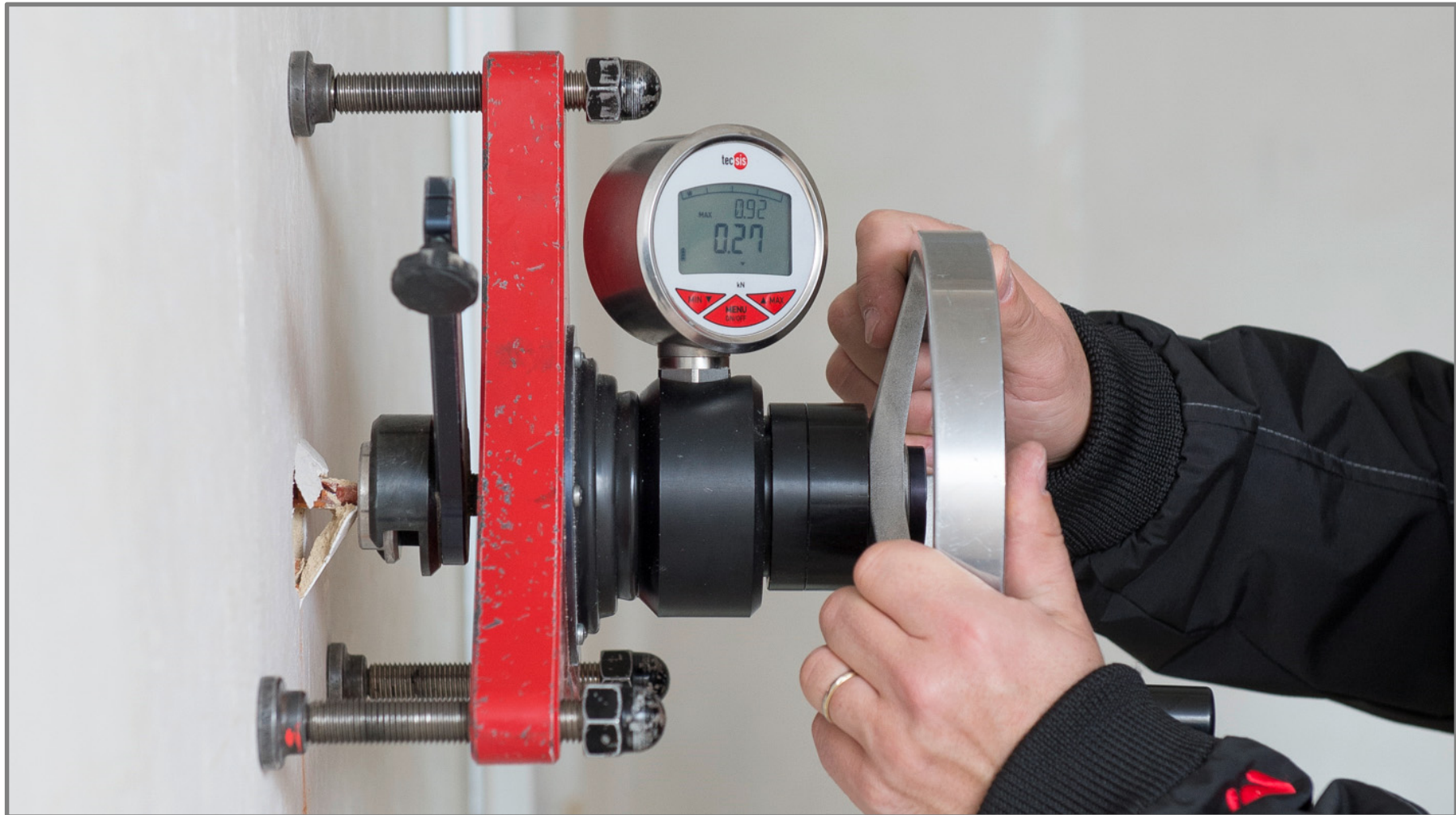


Foto: Peter Petter (Würth)

Grundprinzip Versuche am Bauwerk

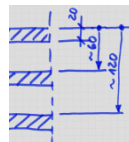
unbekanntes Mauerwerk
verputzt/keine Unterlagen/...



**Probe-
bohrung**



- z. B. HLz „Z“
- Lochgeometrie



Unterlagen vorhanden

Bauakte/Statik/(Schal-)Plan/Leistungserklärung...



Baustelle hat z. B. HLz „X“ verbaut



Es ist mindestens 1 HLz „Y“ in Dübel-ETA enthalten.

HLz „X“ ist NICHT in Dübel-ETA enthalten.



Versuche am Bauwerk



Ergebnis: $F_{Rk,1}$ bzw. $N_{Rk,1}$



Dübel-ETA enthält für mindestens 1 HLz „Y“ („Referenzstein“):

- $F_{Rk,ETA}$ (Kunststoffdübel)
- $N_{Rk,ETA}$ (Injektionsdübel)



Der kleinere Wert ist maßgebend!

- $F_{Rk,1} \leq F_{Rk,ETA}$ (Kunststoffdübel)
- $N_{Rk,1} \leq N_{Rk,ETA}$ (Injektionsdübel)



auf Basis Dübel-ETA:

- Bemessung
- Ausschreibung
- Montage

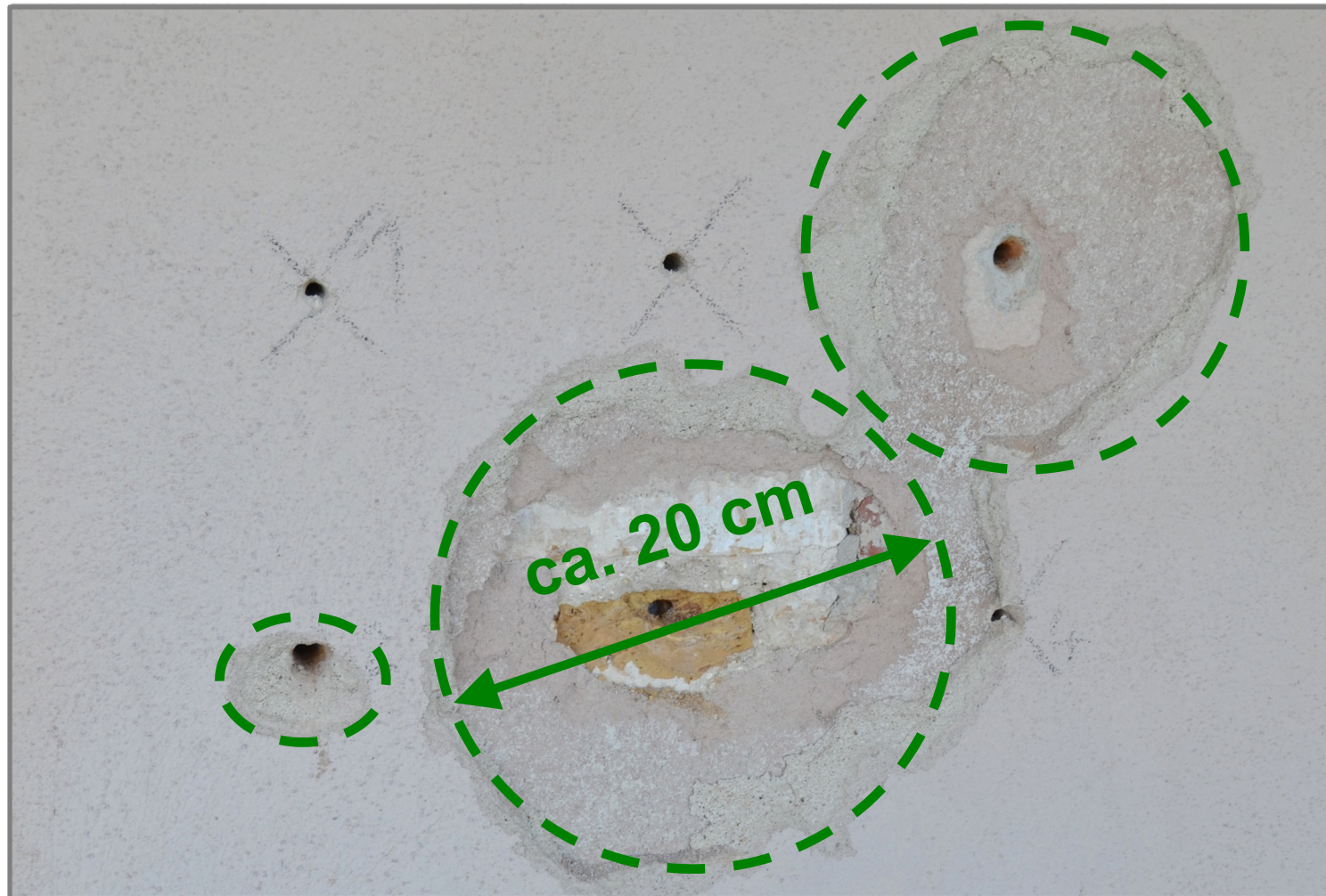
Versuche am Bauwerk: alles fertig = falscher Zeitpunkt!



Foto: Eckehard Scheller

Versuche am Bauwerk: Ausbruchkrater in fertiger Wand ...

Foto: Eckehard Scheller



Durchführung und Auswertung Von Versuchen am Bauwerk



Technische Regel des DIBt

- erstmals 2016-12
für Injektionsankersysteme
- wird derzeit überarbeitet
(Entwurf 2019-06-14)
- Entwurf für Kunststoffdübel
ist kurz vor der Fertigstellung (Stand 2019-06-14)
- Def. d. Verantwortlichkeiten!



Versuchsleiter?

**Sachkundiges
Personal?**

Fachplaner?

- Festlegung der **Versuchsart**,
- Festlegung der **Anzahl** der zu prüfenden Dübel und deren Setzposition,
- ...
- Information an das sachkundige Personal wie die Dübelmontage ausgeführt werden muss ...
- Übernahme der **Verantwortung** für die Dokumentation der Auswertung und **Ermittlung** der **charakteristischen Tragfähigkeiten** und deren nachvollziehbare Dokumentation.

FRAGE: Wieso **Fachplaner** und nicht der Dübelhersteller?



- Welcher Baustellen-Verankerungsgrund ist vorh.?
- Welcher „Referenzstein“ aus der Dübel-Zulassung kann als vergleichbar mit dem „Baustellen-Verankerungsgrund“ angesetzt werden?
- Welche Kräfte wirken wie an welchen Stellen ein?
- Wie ist der Kraftverlauf von der Einwirkungsstelle bis zur Gründungsebene?

 **Dieses Wissen hat nur der **Fachplaner**!**

 **Der Dübelhersteller kann nur beraten!**

... ist z. B. der Bauleiter, der technischer Berater des Dübel Herstellers oder der **Fachplaner** neben der Erfüllung der Anforderungen an „**sachkundiges Personal**“ ... folgende zusätzliche Kenntnisse:

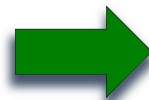
- Klassifizieren/Skizzieren von Verankerungsgründen
- Durchführung von **Probebohrungen**,
- **Bedienung des Prüfgeräts** und
- **Dokumentation** der Versuchsergebnisse

Sachkundiges Personal



Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen

Oktober 2010

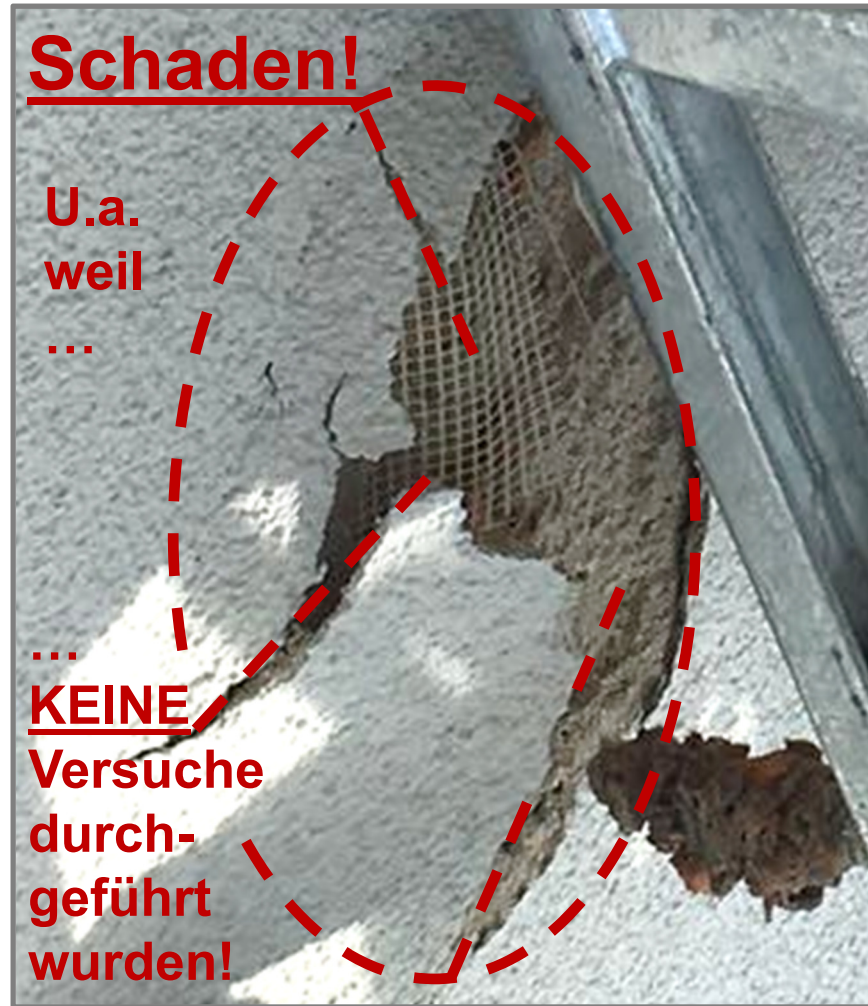


vgl. MVV TB, Anhang 3!!

2x Versuche am Bauwerk??



Foto: Eckehard Scheller



Zusammenfassung

Zusammenfassung



- Die Rationalisierung, Vorfertigung und Digitalisierung im Mauerwerksbau schreitet voran.
- Kleinformartige Mauersteine werden zunehmend durch großformatige Planelemente ersetzt.
- Systemwandelemente und im Werk vorgefertigte Wände erfordern auf den Baustellen zunehmend eingewiesene Monteure und weniger den traditionell ausgebildeten Maurer.
- (Dübel-) Versuche am Bauwerk erfordern einen Fachplaner.

Ergänzende Informationen



- Aktuelles
- Vorteile
- Mauersteinarten
- Bautechnik
- Verband
- Massiv-Mein-Haus
- Politik
- Ausbildung

Strategie 2030

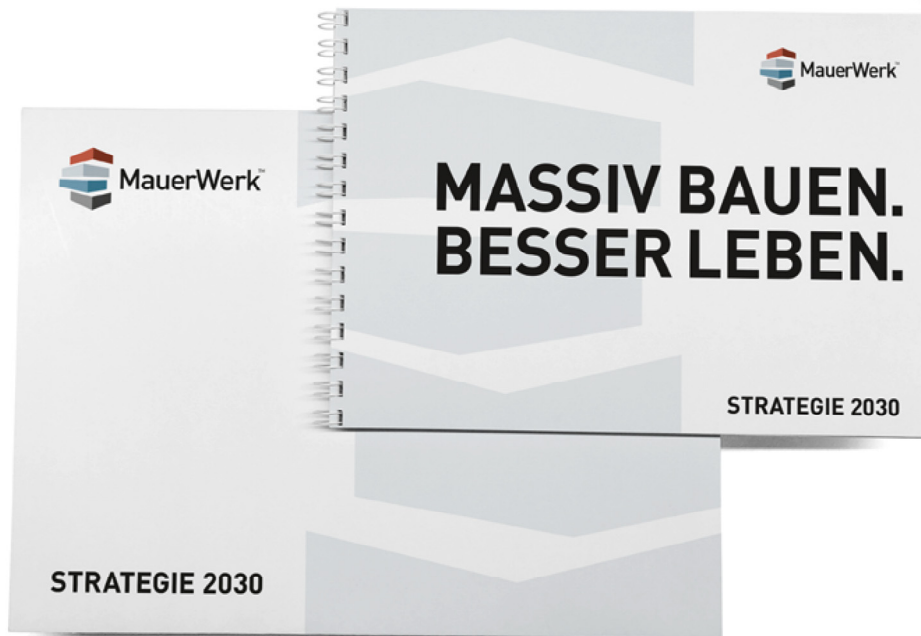
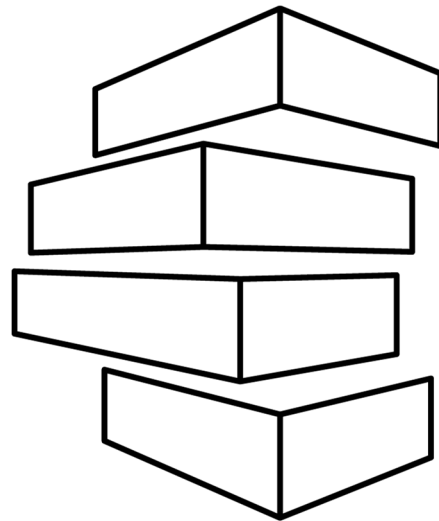


Foto: DGfM



DAfM

Deutscher Ausschuss
für Mauerwerk e.V.

www.dafm.online



MauerWerk™
Massiv bauen. Besser leben.

Foto: Eckehard Scheller (DGfM)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

