

VIERTEILIGE SERIE:

10/2006
Schneller bauen
mit Monokorn (Teil 1)

12/2006
Schneller bauen
mit Monokorn (Teil 2)

2/2007
**Fußbodenheizung
und keine Zeit**

4/2007
Terrassen mit Naturstein –
schnell und sicher

Monokornmörtel und -estriche:

Fußbodenheizung und keine Zeit

Monokornmörtel und -estriche ermöglichen einen schnellen Bauablauf und schützen zugleich vor Schäden. Über den richtigen Einsatz dieser Produkte informiert der Euro-F-E-N Schloss Raesfeld in vier Beiträgen. Hier Teil 3 der Artikelfolge.

Praktische Anwendungsbeispiele standen im Mittelpunkt unseres letzten Beitrags über Monokornmörtel und -estriche (siehe **Naturstein** 12/2006, ▷ ab S. 40). Im dritten Teil unserer Serie geht es um die zeitsparende Verlegung von Natursteinböden durch den Einsatz von Monokornmörtel.

Planung

In einer 100 m² großen Wohnung mit Fußbodenheizung sollte ein Bodenbelag aus Kalkstein verlegt werden. Geplant waren:

- 32/30 mm PS, Fußbodenheizung aus Rohren 16 mm aufgeklipst
- 55 mm Calciumsulfatestrich F4
- 5 mm Kleber
- 20 mm Naturstein
- 110 mm Gesamtaufbau

Knappe Zeitvorgabe

Nachdem man sich preislich geeinigt hatte, erläuterte der Bauherr seine Zeitvorstellungen. Es war der 20. November. An Weihnachten sollte bereits der Tannenbaum im neuen Wohnzimmer leuchten. Die geplante Konstruktion wäre in der gewünschten Zeit nicht ausführbar gewesen.

Die Zeitvorgaben im Überblick:

1. Fußbodenheizung aus Dämmung und Heizrohren verlegen: ca. 3 Tage
2. Funktionsheizen: ca. 7 Tage (Dichtigkeit der Heizrohre)
3. Estrichherstellung: 1 Tag
4. Wartezeit Abbindung: ca. 7 Tage
5. Belegreifheizen bei optimalen Bedingungen (Trocknungsgeräte): ca. 21 Tage
6. Verlegung der Platten: ca. 10 Tage (einschließlich Sockel, Fugen etc.)

Insgesamt hätten ca. 49 Tage veranschlagt werden müssen. Die Fertigstellung wäre damit im günstigsten Fall in der ersten Januarhälfte erfolgt – deutlich nach Weihnachten.

Alternativen

Mit einem hochwertigen, schnell abbindenden Estrichsystem hätte die Gesamtausführungszeit auf ca. 21 Tage verkürzt werden können. Der Nachteil: Eine geeignete zementäre Schnellestrichvariante hätte für die 100 m² rund 3000 € mehr gekostet.

Als zweite und günstige Möglichkeit, die Ausführungszeit deutlich zu verkürzen, bot sich der Einsatz von Monokornmörtel an. Bei dieser Variante kann der Naturstein direkt auf die vorinstallierte Fußbodenheizung frisch in frisch verlegt werden.

Zeitplan:

1. Fußbodenheizung aus Dämmung und Heizrohren verlegen: ca. 3 Tage
 2. Funktionsheizen: ca. 7 Tage (Dichtigkeit der Heizrohre)
 3. Verlegung der Platten: 12 Tage
 4. Abtrocknung mit Vorlauftemperatur 25° Celsius: 5 Tage
 5. Fugen und Sockelleiste: 1 Tag
- Gesamtzeit: 28 Tage. Voraussichtliche Fertigstellung am 18. Dezember

Problem

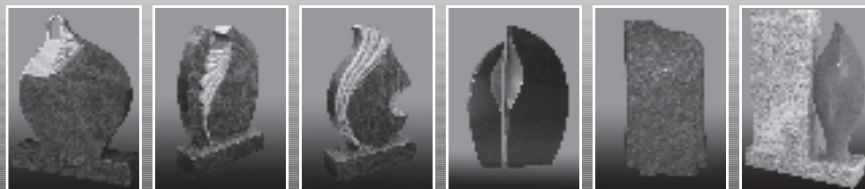
Als problematisch erwies sich, dass die zur Verfügung stehende Estrichdicke bei Verwendung von Monokornestrichmörtel nach der DIN 18560-2 nicht ausreichend war (sie-

KURZINFO:

Zum Autor

Der Ingenieur und Steinmetzmeister Lothar Felkel ist Geschäftsführer einer Natursteinfirma und ö. b. u. v. Sachverständiger der Handwerkskammer Düsseldorf. Er beschäftigt sich seit Jahren mit Verbundbodenaufbauten von Estrich und Naturwerkstein. Felkel ist Mitglied im Sachverständigenkreis der Fliesen-, Estrich- und Natursteinleger Euro-F-E-N Schloss Raesfeld. Seine Erfahrung mit Monokornestrichmörteln hat er durch viele eigene Projekte und Versuche auch in Zusammenarbeit mit dem Euro-F-E-N gesammelt und dokumentiert.

Seit mehr als 15 Jahren sind wir mit dem Import indischer Fertigware vertraut. Innerhalb kürzester Lieferzeiten bieten wir Ihnen die aktuell beste Qualität von kundenspezifischen und ausgefallenen Grabmalen!





Monokorn mit Fußbodenheizung
»frisch in frisch«



Objekt »NRW-Bank« mit Fußboden-
heizung und Monokorn

TABELLE 1:

Belastungen DIN 18560-2		Mindest- Estrichdicke DIN 18560-2	Bruchkraft Mindestbiegezug EN 13813	Mindest- Estrichdicke abgeleitet	Bruchkraft abgeleitet
Einzellast	Flächenlast	CT C20 F4	CT C20 F4	Monokorn	Monokorn
kN	kN/m ²	mm	N	mm	N
siehe Tabelle 1 DIN 1055-3:2002	2,00	45	844	55	807
	3,00	65	1,760	80	1,707
	4,00	70	2,042	90	2,160
	5,00	75	2,344	95	2,407
abgeleitet	7,50	95	3,760	115	3,527
abgeleitet	10,00	115	5,510	145	5,607

Mindestbruchkräfte bei 2,5 N/mm² für Normalestrich und 2,0 mm² für Monokorn im Mittel

TABELLE 2:

Versuchs Nr. 1	Beschreibung E/S/oV/mV	Zuschlag Korn mm	Estrich Dicke mm	Stein Dicke mm	Probegröße L x B x D mm	Biegezug min-max N/mm ²	Bruchkraft Norm min N
Norm	E	0 – 8	40	–	160 x 40 x 40	2,0 – 4,0	533
1.1	E	0 – 8	40	–	160 x 40 x 40	3,0 – 3,6	800
1.2	MK	2 – 8	40	–	160 x 40 x 40	1,6 – 2,2	427
Test 5							
5.1	E	2 – 8	60	–	300 x 60 x 60	2,0 – 2,3	1200
5.2	MK/S/oV	2 – 8	60	20	300 x 60 x 80	2,2 – 2,4	2347
5.3	MK/S/oV	2 – 8	60	30	300 x 60 x 90	1,8 – 2,0	2430
5.4	MK/S/mV	2 – 8	60	20	300 x 60 x 80	2,2 – 2,4	2347
5.5	MK/S/mV	2 – 8	60	30	300 x 60 x 90	2,1 – 2,1	2835

Bruchkräfte Sandwich Test 5

MK = Monokornestrich, S = Stein, oV = ohne Verfugung, mV = mit Verfugung
Bruchkräfte umgerechnet auf Normprüfkörpergröße 160 x 40 x 40 mm!

he Tabelle 3 im 2. Artikel dieser Serie). Für Wohnungen wird in der »DIN 1055 Lastannahmen« eine Verkehrslast von 2 kN/m² angegeben, die eine Estrichdicke von mindestens 50 mm (im Mittel 55 mm, siehe Tab. 1) erfordert und zwar über den Heizrohren. Vorhanden waren hier aber nur 40 mm, woraus sich eine nicht genügende Bruchfestigkeit des Systems ergab.

Wichtige Aspekte

Bei der geplanten Konstruktion mit Monokornmörtel mussten zusätzlich zwei Aspekte untersucht werden:

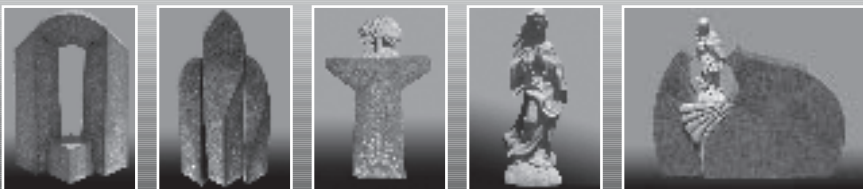
1. die zusätzliche Dicke zwischen OK Heizrohr und Dämmung (16 mm)
2. die Plattendicke von 20 mm

Beides sind Zusatzfaktoren, die bei der Aufnahme der Belastung eine Rolle spielen. Dass man die zusätzliche Estrichdicke zwischen Dämmung und OK Heizrohr nicht zumindest teilweise in den Widerstandsquerschnitt des Gesamtaufbaus nach der Norm mit einbeziehen kann, ist schlichtweg nicht zu verstehen. Zum Vergleich: Bei einer Rippendecke wird nicht nur der volle Teil der Decke statisch angesetzt, sondern das System insgesamt. Worin besteht der Unterschied zu einer Estrichtragschicht, die prinzipiell genauso konzipiert ist? Sicher ist beim Estrich keine Bewehrung eingearbeitet, die Masse als Widerstand ist aber vorhanden. Versuche mit Probekörpern mit und ohne Ausnehmungen, die eine Estrichkonstruktion mit Fußbodenheizung und ohne simulieren sollten,

ergaben, was die Biegezugfestigkeitswerte betrifft, nur geringe Abweichungen. Ein 40 mm dicker Estrich (in unserem Beispiel die Dicke über den Heizrohren) kann bei weitem nicht die gleichen Lasten aufnehmen wie eine 55 mm Konstruktion mit Fußbodenheizungsrohren (in unserem Beispiel die Gesamtestrichdicke). Hinzu kommt noch der Aspekt der Steindicke.

Höhere Bruchkraft

Für eine Bodenkonstruktion wie in unserem Beispiel ist bei 2 kN/m² Verkehrslast eine Bruchkraft von 844 N notwendig. Dies ergibt sich aus Tabelle 1, die als Basis für durchschnittliche Biegezugwerte im Baustellenalltag gilt. Hiernach wäre beim Einsatz von Monokornmörtel über den Heizrohren eine Dicke von



ENV-ENA GmbH & Co. KG
Natursteine und Dienstleistungen
Dechant-Deckers-Str. 11 · 52249 Eschweiler
Tel. 00 49 24 03 / 87 68 80 · Fax 00 49 24 03 / 87 68 44

TABELLE 3 (klimaabhängig):

% Dicke mm	Restfeuchte		
	0,30 % CA F5 Tage	1,80 % CT F5 Tage	1,80 % MK 2-8 Tage
50	min. ca. 28 bei Verwendung von Zwangstrocknung	30	9
60		38	12
70		42	14
80		48	16
90		55	17
100		60	18
110		65	19
120		70	20
130		73	21
140	77	22	

CA = Calciumsulfatestrich, CT = Zementstrich, MK = Monokornstrich
Zementstrich- und Monokorn-Zeiten ohne Trocknungsgeräte

TABELLE 4:

	Bruchkraft min N/mm ²	Bruchkraft max N/mm ²	Bruchkraft mittel N/mm ²	Bruchkraft notwendig N/mm ²	Zeit Tage gesamt	Mehr- bzw. Minderkosten in € je 100 m ²
Estrich allein tragend 55 – 16 mm = 39 mm (Calciumsulfatestrich mit Zwangstrocknung)						
40 mm Calciumsulfatestrich CA F4 Norm	933	1067	1067	844	49	200,-
40 mm Zementstrich CT F5 Norm (zum Vergleich)	667	1333	933	844	63	0,-
40 mm Zementstrich als Schnellestrich F5	667	1333	933	844	21	3 000,-
40 mm Monokornmörtel frisch in frisch	427	587	533	844	28	- 200,-
40 mm Monokornestrich	427	587	533	844	32	200,-
40 mm Monokornestrich + Panzergewebe (+ 50 %)	640	880	800	844	32	600,-
Estrich und Stein tragend (Sandwich)						
60 mm Monokornmörtel frisch in frisch	960	1320	1200	844	28	- 200,-
60 mm Monokornestrich	960	1320	1200	844	32	200,-
60 mm Monokornestrich + Panzergewebe	1440	1980	1800	844	32	600,-

Werte für Panzergewebe nach 2 Teststreifen geschätzt (keine sichere Bewertung)

Verlegereife bei einer Fußbodenheizung

Vergleich der Systeme

55 mm notwendig (normgerecht) gewesen, vorhanden waren 39 mm (Rechenwert 40 mm).

Neueste Testserien ergaben die in Tabelle 2 angeführten Werte. Selbst bei einer Nichtverfugung wurden weit höhere Bruchkräfte bei einem monolithischen Verbund zwischen Stein und Estrich gemessen (Zugzone). Bei einem verfugten Sandwichsystem mit 2 cm Stein wurde gegenüber einer Nurestrichvariante fast die doppelte Bruchkraft erreicht (siehe auch Artikel 2 dieser Serie).

Versuch: 60 mm Estrich + 20 mm Stein = 2347 N Bruchkraft, 2,2 N/mm² Biegezug,

im Mittel: 60 mm Estrich + 20 mm Stein = 2133 N Bruchkraft, 2,0 N/mm² Biegezug,

daraus folgt: 40 mm Estrich + 20 mm Stein = 1200 N Bruchkraft bei 2,0 N/mm² Biegezug,

minimal: 40 mm Estrich + 20 mm Stein = 960 N Bruchkraft bei 1,6 N/mm² Biegezug.

Benötigt wurden 887 N, also weit weniger als dieses System normalerweise erreicht – wohl bemerkt bei der Betrachtung nur über den Fußbodenheizungsrohren! Selbst bei der Annahme des geringsten gemessenen Biegezugs aller bis heute gemachten Versuche ergibt sich mit 960 N immer noch eine ausreichende Bruchkraft.

Estrichherstellung vorab

Für sehr kritische, feuchte- bzw. verfärbungsempfindliche Gesteinsorten empfiehlt sich grundsätzlich die Er-

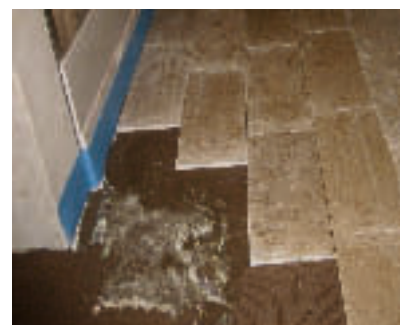
stellung eines Monokornestrichs. Dieser Estrich wird in wesentlich kürzerer Zeit (Circa-Werte, abhängig vom tatsächlichen Klima) verlegereif als herkömmliche Estriche mit Zuschlagskörnungen 0 – 8 mm.

Für unseren Bauherrn hätte sich selbst diese zeitlich längere Variante einer Vorab-Estrichherstellung noch gerechnet:

1. Fußbodenheizung aus Dämmung und Heizrohren verlegen: ca. 3 Tage
 2. Funktionsheizen: ca. 7 Tage (Dichtigkeit der Heizrohre)
 3. Estrichherstellung: 1 Tag
 4. Abtrocknung mit Vorlauftemperatur 25° Celsius: 11 Tage
 5. Verlegung der Platten: ca. 10 Tage (einschließlich Sockel, Fugen etc.)
- Gesamtdauer: 32 Tage. Die Wohnung hätte noch vor Weihnachten bezogen werden können.

Bewehrung mit Panzergewebe

Bei der Verlegung auf erhärteter Monokornestrichschicht muss erst eine Abspachtelung mit geeignetem Kleber stattfinden, bevor man die Natursteinplatten im Klebverfahren



Verlegung auf Estrichschicht und Panzergewebe

aufbringt. Dieses Verfahren bedeutet Mehrkosten, erlaubt aber eine zusätzliche Bewehrung des Systems mittels Panzergewebe (4500 N Reißfestigkeit), was die Biegezugwerte deutlich verbessert. Dies wird auch durch das Merkblatt des Euro-FEN »Sichere Verlegung von dünn-schichtigen Werksteinbelägen« von Mai 2005 bestätigt.

Fazit

Folgende Rückschlüsse lassen sich aus den vorangegangenen Betrachtungen ziehen:

1. Eine Gesamtkonstruktion aus Estrichmörtel und Natursteinplatte kann wesentlich mehr Last aufnehmen als die Norm ausweist.
2. Eine Konstruktion mit Monokornmörtel erlaubt eine schnelle und preislich günstige Ausführung.
3. Durch eine frisch in frisch-Verlegung mit Monokornmörtel und eine Haftbrücke (siehe Folge 2) lassen sich die Kosten zusätzlich verringern (Wegfall des teuren Klebers).
4. Eine absolut sichere Ausführung ist die mit Monokornestrich und einem Panzergewebe (siehe Tabelle 4).

Der Bauherr war mit dem auch durch den Einsatz von Monokornmörtel erzielten Ergebnis zufrieden.

Dipl.-Ing. Lothar Felkel

**ARDEX X 77 S
MICROTEC FLECKLEBER, SCHNELL
ARDEX X 78 S
MICROTEC FLECKLEBER BODEN, SCHNELL
MIT SICHERHEIT DIE ERSTEN MIT
VIERFACHER SCHNELLIGKEIT.**

Die Revolution in der Fliesenverlegung geht weiter! Die beiden neuen, faserverstärkten Microtec Flexkleber ARDEX X 77 S und ARDEX X 78 S zeigen wieder einmal, dass Innovationen „Powered by ARDEX“ technisch und wirtschaftlich die beste Wahl sind. Sie sind die ersten Flexkleber mit vierfacher Schnelligkeit!* Bereits nach 6 Stunden erfüllen beide Flexkleber die Forderungen der Klassifizierung F und überzeugen durch eine frühe Begeh- und Verfügbarmkeit nach 90 Minuten. Dauerhaft höhere Haftzugwerte und eine doppelte Standfestigkeit (ARDEX X 77 S) im Vergleich zur Norm gewährleisten eine hohe Ausführungssicherheit, die Profis besonders bei kritischen Baustellenbedingungen zu schätzen wissen.

ARDEX liefert ausschließlich über den Fachgroßhandel.



ARDEX GmbH

Friedrich-Ebert-Straße 45

D-58453 Witten

Tel.: +49 (0) 23 02/664-0

Fax: +49 (0) 23 02/664-240

kundendienst@ardex.de

www.ardex.de



AUS GUTEM GRUND

*Haftzugfestigkeit >0,5 N/mm² bereits nach 6 Stunden (Norm = 24 Stunden)