

Sicherung von Schalen verwitternder Natursteinrandzonen - Punktuelle Befestigung mit Elastomerdübeln

Local fixing of corroded stone shells using elastomeric anchors

D. Honsinger, H.-R. Sasse

1 EINFÜHRUNG

Der in den letzten Jahren zunehmend registrierte Substanzverlust künstlerisch gestalteter Naturwerksteinoberflächen infolge Ablösens harter Außenschalen kann derzeit nicht sicher verhindert werden, da Denkmalpflegern und Restauratoren zur Zeit kein wirksames Sanierungsverfahren zur Verfügung steht. Im fortgeschrittenen Stadium werden Natursteinschalen daher meist steinmetzmäßig entfernt und die unter ihnen befindliche, dann erst zugängliche stark geschädigte Zone gefestigt und hydrophobiert. Um bei besonders wertvollen Bauteilen die Originalsubstanz und die Möglichkeit einer späteren umfassenden Sanierung zu erhalten, müssen lose Schalen dauerhaft am Untergrund befestigt werden.

2 VORÜBERLEGUNGEN

2.1 Schalen und Krusten

Schalen sind makroskopisch weitgehend intakte Randzonen, die durch Versinterung sehr dicht und dadurch sprödhart und für Schutzstoffe undurchlässig geworden sind. Im Tiefenprofil unter der Schale folgt eine entfestigte, absandende Zwischenschicht, die nach innen ins unverwitterte, "gesunde" Gestein übergeht.

2.2 Hauptsächliche Beanspruchungen

Im wesentlichen sind solche Schalensysteme folgenden Belastungen ausgesetzt:

- Schwinden und Quellen infolge stofflich, klimatisch und baukonstruktiv bedingten Feuchte-transportes,
- Hydratation und Dehydratation von Salzen im Porensystem,
- Temperaturgradient, kurzzeitig, täglich und jahreszeitlich wechselnd,
- Windsog- bzw. -druckwirkung,
- Erschütterungen infolge Schwingungsbeanspruchung,
- Eigengewicht.

2.3 Anforderungen an Verdübelungsmaterialien und konstruktive Ausbildung

Angelehnt an das multiple Beanspruchungskollektiv lauten die wichtigsten Anforderungskriterien:

Wirksamkeit

- kraftschlüssige Verbundeigenschaften zwischen gesundem Kernmaterial und Schale für die äußeren Lasten (z. B. Eigengewicht, Wind)
- gummielastische Verformbarkeit zum nahezu spannungslosen Ausgleich von Relativbewegungen infolge Temperatur- und Feuchtedehnungen
- keine schalenabhebende Druckentwicklung in der Bohrlochunggebung

Baustellentauglichkeit

- einfache Applikationstechnik
- geringe Empfindlichkeiten des Aushärtungsverhaltens gegenüber üblichen sommerlichen Witterungsbedingungen

Ästhetik

- keine optischen Störungen der Natursteinoberfläche

3 VERSUCHE

3.1 Modellkörper

Für die orientierenden Versuche wurden bruchfrische Natursteinwürfel (Kantenlänge 50 mm) präpariert /1/. Tabelle 1 zeigt exemplarisch ausgewählte Kunststoffe.

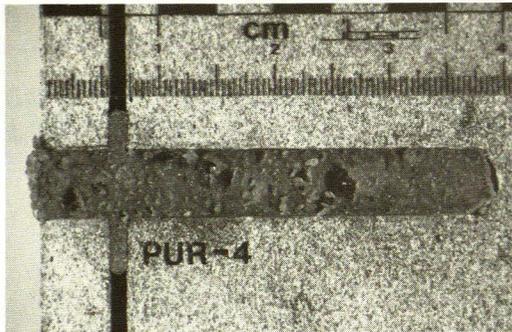
Stoff lfd. Nr.	Basis-herz P	Füllstoff F	Hilfsstoff H	Mischung P : F : H	Komponenten
1	EP	Quarzmehl	Stellmittel	1 : 1:0,02	4
2	EP	Quarzmehl	Stellmittel	1 : 1:0,04	4
3	EP	Quarzmehl	Stellmittel	1 : 1:0,06	4
4	PUR	-	Stellmittel	- : 1:0,08	3
6	PUR	-	-	-	1
7	PUR	-	-	-	1

Tabelle 1: Exemplarisch ausgewählte Füllmaterialien
Table 1: Exemplary selected contact material

Die Applikation erfolgte über eine handelsübliche Einwegkolbenspritze aus Polyethylen. Die Kanüle wurde bis zum Anschlag in das Bohrloch eingeführt und das Füllmaterial unter gleichmäßigem Herausdrücken des Kolbens appliziert. Nach vollständiger Aushärtung des Füllgutes wurde der Probekörper in der Dübellängsachse aufgeschnitten und qualitativ bemustert, Bild 1.

Bild 1: Probekörper in der Dübellängsachse aufgeschnitten

Fig. 1: Sample cutted of in longitudinal axis of the plastic anchor



3.2 Qualitative Beurteilung der Verbundsysteme

Für die Beurteilung wurde ein Bewertungsmaßstab aufgestellt, der sich an den unter 2.3 erwähnten Anforderungskatalog anlehnt. Einen exemplarischen Auszug aus dem Bewertungssystem zeigt Tabelle 2. Die entsprechende Beurteilung der verwendeten Füllmaterialien zeigt Tabelle 3.

Tabelle 2: Exemplarisches Beispiel des Beurteilungssystems
Table 2: Assessment system

Bewertung Merkmale	vorteilhaft ++		nachteilig +-		unbrauchbar --
	++	+	+-	-	
Konsistenz bei Verarbeitung	steif-plastisch	pestös	zäh-flüssig	flüssig	steif, dünn-flüssig
Härtungseigenschaften	keine Volumenänderung	leichte Volumenzunahme	leichter Volumenschwund	ausgeprägte Volumenzunahme	Schalenabhebung (Schaumbildung)
Verformbarkeit	gummi-elastisch	elasto-plastisch	plastisch	stahl-elastisch	spröde
optisches Erscheinungsbild	nicht wahrnehmbar	akzeptabel	örtlich wahrnehmbar	deutliche Abhebung b. Feuchte	starker Kontrast

Tabelle 3: Exemplarisch ausgewählte Ergebnisse der Tastversuche
Table 3: Selected results

Stoff-Nr.	1	2	3	4	6	7
Konsistenz b. Verarbeitung	--	-+	++	++	--	--
Härtungseigenschaften	++	++	++	-	--	--
Verformbarkeit	-	-	+	++	-	--
optisches Erscheinungsbild	-	-	+	+	--	--

Stoff 3 erreicht in dieser Gruppe die beste Beurteilung. Nach derzeitigem Kenntnisstand erfüllen Konsistenz und Härteigenschaften bei Stoff 3 das Anforderungsprofil. Die Anforderungen an die elastischen Eigenschaften werden bei diesen Mischungsvarianten nicht voll erfüllt. Die optische Anpassung ist für die gesamte Stoffgruppe noch konfektionierungsbedürftig. Stoff 4 zeigt positive Ausprägungen über die ganze Palette der Merkmale. Die Stoffe 6 und 7 zeigen weitgehend negative Ausprägungen.

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Versuchsaufbau ermöglicht die qualitative Beurteilungen der eingesetzten Sicherungsmaterialien. Vor allem interessant erscheinen Mischungsvarianten, die die positiven Eigenschaften der Polymersysteme 3 und 4 vereinen. Aussagen über die baupraktische Dauerbewährung dieser Methode sind noch nicht möglich. Hierzu sind quantitative Meß- und Auswerteverfahren in Verbindung mit aufwendigen Labor- und Freilandbewitterungen zwingend notwendig.

5 LITERATUR

/1/ Unger, M.: Punktuelle Befestigung von Schalen verwitternden Natursteins mit Kunststoffdübeln. Studienarbeit RWTH Aachen, 1988

Forschungsförderer: Die Arbeiten sind Bestandteil eines umfangreichen vom Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Forschungsvorhabens.



Herausgeber:

Institut für Bauforschung Aachen
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
Schinkelstraße 3, D-5100 Aachen
Tel. (02 41) 80-5100, FAX (02 41) 80-5120
Telex 8 32 704 thac d

Direktoren:
Prof. Dr.-Ing. H. R. Sasse
Prof. Dr.-Ing. P. Schießl