

9 (1996)

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Messung der Eindringtiefe nicht hydrophober Schutzstoffe in Naturstein

Impregnation depth of non hydrophobic stone protecting agents

K., Littmann

1 EINLEITUNG

Der einfachste Test zur Bestimmung der Eindringtiefe von Schutzstoffen in Natursteine ist bei hydrophoben Produkten das Aufsetzen von Wassertropfen auf eine längs zur Tränkrichtung gespaltene oder gesägte Fläche nach Schutzstoffaushärtung. Wird das Eindringen des Wassertropfens verzögert oder verhindert, ist im geprüften Steinbereich Schutzstoff vorhanden. Nicht hydrophob aushärtende Produkte behindern das Eindringen des Wassertropfens nicht, daher ist dieser einfache Test bei diesen Stoffen nicht anwendbar. Andere Methoden zur Messung der Eindringtiefe, wie chemische (Röntgenphotoelektronenspektroskopie, Infrarotspektroskopie) oder mechanische (Biegezugprüfung) sind zu aufwendig, um Verwendung als Routineprüfung zu finden. Für nicht hydrophob aushärtende Produkte war daher die Entwicklung eines einfachen Tests zur Bestimmung der Eindringtiefe notwendig.

2 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

2.1 Ioddampfverfahren

Zur Bestimmung der Eindringtiefe wurde zunächst der bekannte Effekt herangezogen, daß sich Polymere in Gegenwart von Ioddampf verfärben. Dies gilt auch für die ausgehärteten, polymeren Steinschutzstofffilme.

Es wurden Probekörper der Abmessungen $50 \cdot 50 \cdot 100 \text{ mm}^3$ aus Ebenheider Sandstein (EH), Sander Schilfsandstein (SS) und Krensheimer Muschelkalk (KM) mit nicht hydrophob aushärtenden Schutzstoffen auf der Basis Polyurethan, Epoxidharz und elastifizierte Kieselsäureester getränkt. Aus diesen Probekörpern wurden durch Sägen („Längsschnitte“) Steinscheiben $5 \cdot 50 \cdot 100 \text{ mm}^3$ präpariert. Diese wurden zusammen mit einer Petrischale mit Iod in einen Glasexsikkator gelegt. Der Druck im Exsikkator wurde verringert. Nach etwa einer Stunde zeigte sich in den getränkten Bereichen der Scheiben eine deutliche, braun-

violette Anfärbung. Die Eindringtiefe in mm konnte mit Hilfe eines Lineals ausgemessen werden.

2.2 Schwefel-Kohlenstoffanalysator

Parallelproben zu den unter 2.1 beschriebenen Steinscheiben wurden, wie in Bild 1 skizziert, in Stücke der Abmessungen $5 \cdot 5 \cdot 50 \text{ mm}^3$ gebrochen.

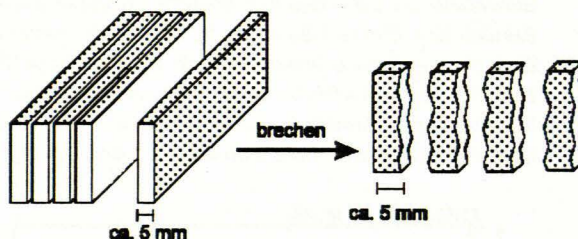


Bild 1: Probenpräparation für die Schwefel-Kohlenstoff-Analyse

Fig. 1: Sample preparation for sulfur-carbon-analysis

Diese Stücke wurden zu Pulver zermahlen. Der Schwefel- und Kohlenstoffgehalt dieser Proben wurde durch einen thermisch-oxidativen Aufschluß und nachfolgende, quantitative Bestimmung der SO_2 - bzw. CO_2 -Konzentration (CS-Analysator) bestimmt. Daraus läßt sich für jeden Steinabschnitt eine Konzentration von Kohlenstoff und Schwefel in M.-%, errechnen. Diese dienen als Wert für die Konzentration des polymeren Schutzstoffes im entsprechenden Steinabschnitt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Ioddampfverfahren

Alle verwendeten Schutzstoffe konnten mit dem unter 2.1 beschriebenen Verfahren innerhalb von 2 Stunden soweit angefärbt werden, daß die Eindringtiefe deutlich zu erkennen war. Die Methode ist auch für hydrophobe

Schutzstoffe geeignet. Bild 2 zeigt beispielhaft eine Probe aus mit einem Polyurethanschutzzstoff getränkter Ebenheider Sandstein nach der Bedampfung mit Iod.

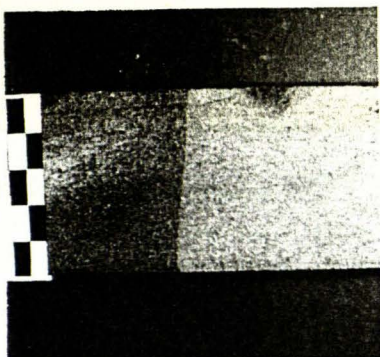


Bild 2: Mit Polyurethanschutzzstoff Nr. 288 getränkter Ebenheider Sandstein nach der Bedampfung mit Iod

Fig. 2: Ebenheider Sandstone, impregnated with polyurethane agent No. 288 after colouring with iodine

3.2 CS-Analysator

Die Bestimmung der Schutzstoffkonzentration durch den CS-Analysator eignet sich ebenfalls für alle verwendeten Schutzstoffe, auch für hydrophobe Produkte. In allen Fällen war die Konzentration sowohl des Schwefels als auch des Kohlenstoffs im unbehandelten Bereich des Steins kleiner als 0,1 M.-%. Im getränkten Bereich des Steins bewegten sich die Kohlenstoffkonzentrationen zwischen etwa 0,1 und 1 M.-%, die Schwefelkonzentrationen, soweit Schwefel im Schutzstoff vorhanden war, zwischen etwa 0,1 und 0,5 M.-%.

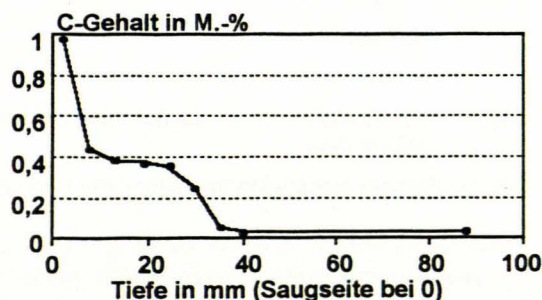


Bild 3: Kohlenstoffverteilung für Ebenheider Sandstein, getränkt mit Schutzstoff Nr. 288

Fig. 3: Distribution of carbon in a sample of Ebenheider Sandstone treated with agent No. 288

Bild 3 zeigt die Kohlenstoffverteilung als Funktion der Steintiefe für Ebenheider Sandstein, getränkt mit Schutzstoff Nr. 288.

3.3 Korrelation der Methoden

Bereits der Vergleich zwischen den Bildern 2 und 3 zeigt, daß die iodgefärbte Zone im gleichen Bereich des Steins endet, wie die Erhöhung des Kohlenstoffgehalts durch den Schutzstoff. Durch systematischen Vergleich der Methoden konnte gezeigt werden, daß die mit der Ioddampfmethod ermittelten Eindringtiefen mit den durch den CS-Analysator gemessenen Daten in allen Fällen übereinstimmten. Zusätzlich konnte gezeigt werden, daß bei allen untersuchten Proben die Konzentrationen von Kohlenstoff und Schwefel (soweit im Schutzstoff vorhanden) im Stein mit der Biegezugfestigkeit der gleichen Probe übereinstimmten. Bild 4 zeigt die Korrelation aller mit vier verschiedenen Meßmethoden gewonnenen Eindringtiefedaten am Beispiel eines mit elastifiziertem Kieselsäureester, Schutzstoff Nr. 289, getränkten Ebenheider Sandsteins.

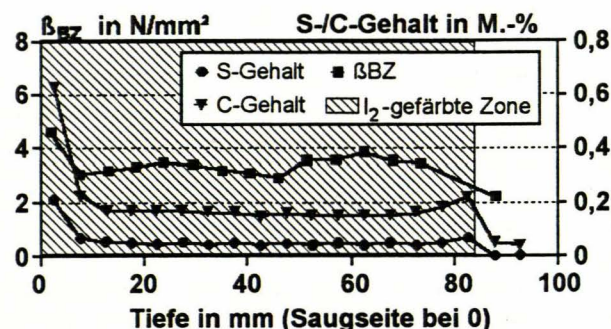


Bild 4: Kohlenstoff- und Schwefelgehalt, Biegezugfestigkeit und Iodgefärbte Zone für Ebenheider Sandstein mit Schutzstoff Nr. 289

Fig. 4: Distribution of carbon and sulfur, corresponding bending strength and iodine coloring of a Ebenheider Sandstone with agent No. 289

4 ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden zwei Techniken zur Bestimmung der Eindringtiefe von Schutzstoffen getestet. Die Ioddampfmethod gibt sehr schnell Aufschluß über die Eindringtiefe des Polymeren, die Messung mit dem CS-Analysator liefert zusätzlich quantitative Angaben zum Schutzstoffgehalt des Steins. Beide Methoden eignen sich für hydrophobe und nicht hydrophobe Schutzstoffe.

Forschungsförderer: BMBF, Förder-Nrn. BAU 5014 M/N

Herausgeber:

Institut für Bauforschung Aachen
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Postanschrift: 52056 Aachen
Lieferanschrift: Schinkelstr. 3, 52062 Aachen
Tel. (02 41) 80-5100, FAX (02 41) 88 88-139
Telex 832 704 thac d

Direktoren:

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

