

Neue Prüfungen zur Beurteilung der Gebrauchseigenschaften von Naturwerkstein (Teil 3):

# Der ChemTest

Dr. Albrecht Germann, Dr. Ralf Kownatzki & Dipl.-Min. Henning Rohowski ■ Wer Schäden vorbeugen will, muss sich vor dem Einsatz eines Werksteins über dessen Verfärbungsrisiko, Fleckempfindlichkeit und Beständigkeit gegenüber chemischen Aggressoren informieren. Deshalb stellen wir in dieser Ausgabe das neue Prüfverfahren ChemTest vor (Teil 3). In den letzten beiden Ausgaben haben wir bereits über Verfärbungsprozesse, Fleckenbildner und Schäden durch chemische Aggressoren (Teil 1) sowie die Prüfverfahren Mineral- und FleckTest berichtet (Teil 2).

In bestimmten Bereichen verbaute Naturwerksteine – insbesondere hochwertige Boden- und Wandbeläge im Sanitärbereich – kommen unweigerlich mit aggressiven Reinigungsmitteln in Kontakt. Auch Küchenarbeitsplatten werden durch haushaltsübliche Säuren und Laugen (Reinigungsmittel, Lebensmittelsäuren etc.) beansprucht. Kenntnisse über die Gebrauchseigenschaften von Naturstein, insbesondere über seine Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Aggressoren, sind also unerlässlich.

Entsprechende Informationen vermittelt der ChemTest. Nach der Beschreibung dieses Prüfverfahrens stellen die Autoren hier die Ergebnisse von Prüfungen an 20 verschiedenen Naturwerksteinen nach dem Fleck- und ChemTest vor.

## ChemTest – wie funktioniert das?

Der ChemTest ist ein Laborverfahren zur Bestimmung des Widerstandes von Naturwerksteinoberflächen gegenüber der Einwirkung von chemischen Aggressoren nach unterschiedlicher Probenvorlage-

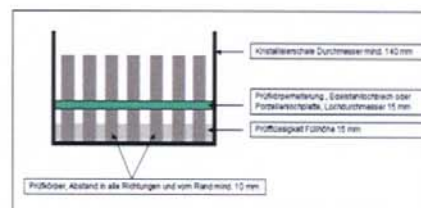


Bild 1: ChemTest: Prüfgefäß.

rung. Bei den eingesetzten Prüflüssigkeiten handelt es sich um Substanzen, die zum einen Bestandteile von Reinigungs- oder Lebensmitteln darstellen und zum anderen bei der Verwendung mineralischer Verlegematerialien auftreten. Die Prüflüssigkeiten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Das Verfahren ist für feingeschliffene oder polierte Naturwerksteinoberflächen vorgesehen, die nicht chemisch behandelt wurden (Imprägnierung etc.). Um Verfahrensfehler auszuschließen, wurden zahlreiche Vorversuche an feingeschliffenen bzw. polierten Prüfkörpern von 20 verschiedenen Naturwerksteinen durchgeführt. Dabei verfolgten die verantwortlichen Fachleute das Ziel, die notwendige Einwirkungsdauer, die geeignete Exposition zur Prüflüssigkeit, die Behandlung der Proben vor und nach Einwirkung der Prüflüssigkeit sowie die Prüfstreuung/Wiederholbarkeit zu ermitteln. Untersucht wurden die in Tabelle 2 genannten Gesteinsgruppen. Die Auswahl berücksichtigt einen weitgehend repräsentativen Querschnitt von Gesteinen, an die besondere Anforderungen hinsichtlich des Widerstandes gegen fleckenbildende Substanzen und chemische Aggressoren gestellt werden. Je Prüflüssigkeit wurden sechs Prüfkörper untersucht. Die Prüfkörper maßen 10 x 10 x 40 mm. Die geschliffenen bzw. polierten Flächen der Prüfkörper maßen 10 x 40 mm. Drei der sechs Prüfkörper wurden 24 Stunden bei 105 +/- 5° C getrocknet und dann bis zur Prüfung im Normklima von 20° C und 65 % relativer Luftfeuchte gelagert. Die drei anderen Prüfkörper wurden 24 Stunden vor der Prüfung bei einer Temperatur von 20° C +/- 5° C in ein Wasserbad gelegt. Die Prüfung erfolgte in einem Raum mit einer konstanten Temperatur von 20° C. Je Vorlagerungsart und für jede Prüflüssigkeit wurden drei Prüfkörper 24 Stunden lang dem chemischen Angriff ausgesetzt. Hierzu wurden die Prüfkörper derart in eine Prüfapparatur (Bild 1) eingebaut, dass sie senkrecht 15 mm in die Prüflüssigkeiten eintauchten. Während der Einlagerung wurden die Prüfgefäße mit einer dünnen PE-Folie (handelsübliche Frischhaltefolie) abgedeckt. Nach der 24-stündigen Einlagerung wurden die Proben entnommen, vorsichtig mit Leitungswasser abgewa-

Prüflüssigkeit	Beschreibung
Ammoniak-Lösung	1 % Lösung – Bestandteil alkalischer Reinigungsmittel »Salmiakgeist«
Natriumhydroxid-Lösung	30 g Feststoff in 1 000 ml destilliertem Wasser – stark alkalisches Reinigungsmittel – auslaugende Wirkung – schwer lösliche Feststoffrückstände
Domestos Hygiene Reiniger	Handelsübliches Reinigungsmittel – oxidierende Wirkung
Calciumhydroxid-Lösung	Gesättigte Lösung – stark alkalischer Eintrag aus dem Verlegeuntergrund – auslaugende Wirkung – schwer lösliche Feststoffrückstände
Mineralwasser	Handelsüblich, mit hohem Kohlensäureanteil – haushaltsübliches Lebensmittel – lösender Angriff gegenüber karbonathaltigen Gesteinen
Essigsäure	10 % Lösung – haushaltsübliches Lebensmittel und Bestandteil saurer Reinigungsmittel, lösender Angriff
Phosphorsäure	5 % Lösung – Bestandteil von sauren Spezialreinigungsmitteln, lösender, evtl. treibender Angriff
Milchsäure	5 % Lösung – Haushaltsübliches Lebensmittel, leicht lösender Angriff
Antical-Kalkreiniger <sup>1)</sup>	Handelsübliches stark saures Reinigungsmittel, lösender Angriff
Schwefelige Säure	5 % Lösung – verwitterungsförderndes Aggressorium, lösender und treibender Angriff
Zitronensäure	100 g Feststoff in 1000 ml destilliertem Wasser – haushaltsübliches Lebensmittel und Bestandteil saurer Reinigungsmittel, lösender Angriff
Salzsäure	5 % Lösung – Bestandteil von sauren Spezialreinigungsmitteln, stark lösender Angriff

<sup>1)</sup> Die auf dem Gebinde aufgedruckten Nutzungshinweise untersagen eine Nutzung des Reinigers für Naturwerkstein. Da vergleichbare Mittel trotz des genannten Hinweises immer wieder auf Naturwerkstein eingesetzt werden, wurde Antical-Kalkreiniger als Prüflüssigkeit berücksichtigt.

Tabelle 1: Beim ChemTest eingesetzte Prüflüssigkeiten.



schen und anschließend 24 Stunden bei 105° C +/- 5° C getrocknet. Jede Prüflüssigkeit durfte nur einmal verwendet werden. Nach der Trocknung wurden die geschliffenen bzw. polierten Oberflächen der Prüfkörper mit bloßem Auge auf Art und Stärke der Veränderung untersucht. Die beobachteten Oberflächenveränderungen ( $\Delta_{\text{oberfl}}$ ) wurden gemäß den Vorgaben in Tabelle 3 einer Bewertungsziffer zugeordnet. Maßgeblich war der ungünstigste Wert von einem der drei Prüfkörper. Die Bewertungsziffer der Oberflächenveränderung wurde für alle in Tabelle 1 genannten Prüflüssigkeiten ermittelt und im Prüfbericht dokumentiert. Die Gesamtbewertung des Materials (für alle Prüflüssigkeiten) ergab sich aus der ungünstigsten ermittelten Bewertungsziffer.

### Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Die im Rahmen der Entwicklung der Prüfverfahren Fleck- und ChemTest untersuchten Naturwerksteine zeigten sich in deutlich unterschiedlichem Maße widerstandsfähig gegenüber fleckenbildenden Substanzen und chemischen Aggressoren. In keiner der zuvor beschriebenen Gesteinsgruppen waren die Ergebnisse völlig einheitlich. Optimale Ergebnisse, sprich: geringe Wirkung fleckenbildender Substanzen bei sehr hohem Widerstand gegenüber chemischen Aggressoren – wurden in der Gruppe der roten bis braunen granitartigen Gesteine erzielt. Die Untersuchungen nach dem FleckTest haben Folgendes ergeben:

- Die untersuchten Natursteine sind sehr unterschiedlich, was ihre Beständigkeit gegenüber der Einwirkung von fleckbildenden Substanzen betrifft.
- Kein Gestein ist unbehandelt völlig beständig gegenüber den Prüflüssigkeiten Methyleneblau und Stempelfarbe.
- Bei hellen Gesteinen muss man berücksichtigen, dass mit dem höheren Farbkontrast eine größere Farbwirkung einhergeht.
- In vermeintlich dichten Gesteinen breiten sich die fleckenbildenden Substanzen stark aus, was auf eine starke Kapillarwirkung hinweist.
- Die Oberflächen einiger Gesteine wurden schon von der Prüflüssigkeit mit Rotwein (schwache Säure) angeätzt.
- Die untersuchten hochgradigen Metamorphite und Marmore zeigten überwiegend einen geringen Widerstand gegen fleckenbildende Substanzen.
- Dunkle Magmatite sowie rote bis braune granitartige Gesteine zeigten überwiegend einen hohen Widerstand gegen fleckbildende Substanzen (geringes Eindringen der färbenden Flüssigkeiten verbunden mit geringer Farbwirkung der



**ecs eich maschinenbau gmbh**  
 Hoherainstrasse 1 · D-35764 Sinn  
 Tel. ++49-27 72-5725-0 · Fax 5725-25  
 eMail: info@ecs-eich.com  
 Internet: www.ecs-eich.com

## Immer sauberes Wasser zum Schneiden, Schleifen und Polieren!

**Vollautomatisch!  
Ohne chemische  
Flockungsmittel!**

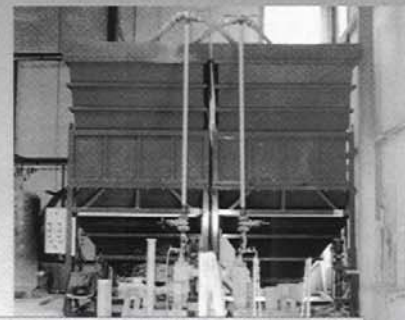
**Leistungen  
von 35 bis 3000 l/min**

Wir bauen für Sie:

Wasseraufbereitungsanlagen  
 Kammerfilterpressen  
 Sacktrocknungsanlagen  
 Kompaktanlagen  
 Druckerhöhungsanlagen



Kombinierte Wasseraufbereitung VMS40 mit einer Schlamm-trocknungseinheit TSSCB und einer Druckerhöhungsanlage EDR210FU. Reinigungskapazität 340l/min.



Wasseraufbereitungsanlage VMS200, Fa. Holland Granit NL. Reinigungsleistung 1700l/min.



Kompakt Wasseraufbereitungsanlage V20/S4C. Reinigungsleistung 180l/min.



Kammerfilterpresse mit Podest und Laufsteg, 1,5 Platten, Kammervolumen 86l, Trocknungsleistung 2,5m<sup>2</sup>/8h

Wir stellen aus:  
 Halle 7, Stand 7-224

Stone+tec 2003





**Bild 2:** RAPAKIWI Granit (polierte Oberfläche) nach ChemTest mit Antical – Probenvorlagerung trocken. Keine Oberflächenveränderung (C1). In Prüfflüssigkeit eingetauchter Gesteinsbereich rechts im Bild. Bildbreite ca. 40 mm.



**Bild 3:** Gabbro (polierte Oberfläche) nach ChemTest mit Antical – Probenvorlagerung trocken. Geringe Oberflächenveränderung – geringe Glanzveränderung (C2). Die Feldspäte der Plagioklasreihe sind durch die Säureeinwirkung geschädigt und erscheinen weiß. In Prüfflüssigkeit eingetauchter Gesteinsbereich rechts im Bild. Bildbreite ca. 40 mm.



**Bild 4:** Serpentin (polierte Oberfläche) nach ChemTest mit Antical – Probenvorlagerung trocken. Geringe Oberflächenveränderung – geringe Farbveränderung (C2). Die Karbonatminerale des Serpentinits sind durch die Säureeinwirkung beschädigt, das Gestein ist entfärbt. In Prüfflüssigkeit eingetauchter Gesteinsbereich rechts im Bild. Bildbreite ca. 40 mm.



**Bild 5:** Marmor (polierte Oberfläche) nach ChemTest mit Antical – Probenvorlagerung trocken. Starke Oberflächenveränderung – starke Glanzveränderung verbunden mit Materialumwandlung (C3). Calcit wurde durch Säureeinwirkung teilweise aufgelöst. In Prüfflüssigkeit eingetauchter Gesteinsbereich rechts im Bild. Bildbreite ca. 40 mm.

fleckenbildenden Substanzen aufgrund der starken Eigenfarbe der Gesteine und des entsprechend geringen Farbkontrastes zur fleckenbildenden Substanz).

Die Untersuchungen nach dem ChemTest haben Folgendes ergeben:

- Die untersuchten Natursteine sind sehr unterschiedlich, was ihre Beständigkeit

Gesteinsgruppe	Beschreibung
Marmore	Gesteine mit calcitischer und dolomitischer Zusammensetzung.
Serpentite	Gestein überwiegend aus Serpentin- und Karbonatmineralien zusammengesetzt.
Helle granitartige Gesteine	Gestein mit granitartigem Gefüge und Mineralbestand (überwiegend Silikatminerale).
Rote bis braune granit-ähnliche Gesteine	Gestein mit granitartigem Gefüge und Mineralbestand (überwiegend Silikatminerale) sowie deutlicher Rot- bzw. Braunfärbung
Dunkle Magmatite	Gestein mit dominantem Anteil dunkler Silikatminerale.
Hochmetamorphe Gesteine	Gestein mit für hochgradig metamorphen Bildungsbedingungen typischem Mineralbestand und/oder Gefügeeigenschaften.

**Tabelle 2:** Untersuchte Gesteine.

Oberflächenveränderung $\Delta_{\text{Oberfl}}$	Bewertungsziffer
Keine Oberflächenveränderung augenscheinlich erkennbar	C1
Geringe Oberflächenveränderung (geringe Glanz- und/oder Farbveränderung) augenscheinlich erkennbar	C2
Starke Oberflächenveränderung (starke Glanz- und/oder Farbveränderung, teilweise verbunden mit Materialverlust) augenscheinlich erkennbar	C3

**Tabelle 3:** ChemTest: Bewertungsziffer für Oberflächenveränderung.

- gegenüber der Einwirkung von chemischen Aggressoren betrifft.
- Der Angriff von alkalisch und alkalisch/oxidierend wirkenden chemischen Aggressoren war meist unkritisch.
  - Lösende chemische Aggressoren wie sie in Lebensmitteln enthalten sind (Essig, Zitronen- oder Kohlensäure) bewirkten überraschend starke Beschädigungen an verschiedenen Naturwerksteinen (keineswegs nur Marmoren).
  - Handelsübliche Reinigungsmittel konnten Naturwerksteinoberflächen, keineswegs nur Karbonatgesteine, in erheblichem Umfang beschädigen.
  - In einigen Fällen waren die Beschädigungen der Oberflächen an wassergelagerten Proben größer als an den trockenen.
  - Marmore sind schon beim Angriff schwacher Säuren stark gefährdet.
  - Durch Schädigung bestimmter Mineralbestandteile (vorwiegend Plagioklas) durch starke Säuren kam es bei den untersuchten dunklen Magmatiten zu einer Veränderung des Glanzes der polierten Oberflächen.
  - Die untersuchten hellen und roten bis braunen granitartigen Gesteine mit einem überwiegenden Anteil von Silikatmineralen zeichnen sich durch hohen Widerstand gegen chemische Aggressoren aus.

### Die neuen Prüfverfahren und ihre Praxistauglichkeit

Die beschriebenen neuen Prüfverfahren sind grundsätzlich für die Bewertung des Widerstandes von Naturwerksteinoberflächen gegenüber fleckenbildenden Substanzen und chemischen Aggressoren geeignet. Die Voruntersuchungen haben jedoch auch die Grenzen der Verfahren aufgezeigt. So haben die Vorversuche für den FleckTest ergeben, dass die Prüfflüssigkei-

ten nicht nachweislich in schneidraue Oberflächen eindringen, sondern regellos in den vorhandenen »Schneidspuren« verlaufen. Übrigens wurden im Rahmen der FleckTest-Vorversuche keine Feststoffe als Prüfsubstanzen eingesetzt. Allerdings ist die Veränderung von Natursteinoberflächen durch Einwirkung von Feststoffen bei hochgeschliffenen oder polierten Natursteinoberflächen von untergeordneter Bedeutung.

Beim ChemTest wirkten die Prüfflüssigkeiten nicht nur auf die geschliffenen bzw. polierten Oberflächen ein. Diese Prüfbedingung hat sich als zweckmäßig erwiesen, weil durch sie der Übergang zwischen belasteten und unbelasteten Oberflächen optimal ausgewertet werden konnte. Vor allem beim ChemTest kann sich die gewählte Größe der Prüfkörper bei sehr grobkörnigen Gesteinen als zu gering erweisen. Der Einfluss der Inhomogenitäten lässt sich über eine Erhöhung der Prüfkörperanzahl begrenzen.

All diesen Einschränkungen haben die verantwortlichen Fachleute durch die Formulierung notwendiger Randbedingungen Rechnung getragen. Eine selektive Beurteilung von Naturstein mit dem Fleck- und ChemTest war und ist somit möglich. Mit dem Mineral-, dem Fleck- und dem ChemTest stehen nun Verfahren zur Verfügung, mit deren Hilfe frühzeitig entscheidende Informationen zu den Gebrauchseigenschaften eines Naturwerksteins erarbeitet werden können.

**Kontakt:** Dr. Albrecht Germann und Dr. Ralf Kounatzki sind Inhaber des Beratungsunternehmens Rock and Mineral Consulting ([www.rock-mineralconsulting.de](http://www.rock-mineralconsulting.de)). Dipl.-Min. Henning Rohowski ist Laborleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied ([www.mpva.de](http://www.mpva.de)).