

4. Expertengespräch:

Reinigen von Natursteinfassaden

Naturstein lädt in Zusammenarbeit mit Rock and Mineral Consulting Experten zum Gespräch. Ziel der Fachdiskussionen ist die Vermeidung von Schäden. Im Folgenden sind die Ergebnisse der Diskussion zum Thema »Reinigung von historischen Natursteinfassaden« zusammengefasst.

Die versammelten Fachleute haben im nunmehr vierten Expertengespräch Hinweise für die Reinigung von historischen Natursteinfassaden erarbeitet. Ungenügende Vorarbeiten, die Wahl ungeeigneter Reinigungssysteme und der Einsatz von Chemie können Schäden verursachen, die den verantwortlichen Unternehmer teuer zu stehen kommen. Mit unseren Hinweisen wollen wir Sie, liebe Leserinnen und Leser, dabei unterstützen, Schäden zu vermeiden. Lassen Sie sich für mögliche Probleme sensibilisieren!

Reinigung – ja oder nein?

Auch Steine altern. Alle Natursteinfassaden ändern im Laufe der Zeit ihr Erscheinungsbild. Diese Veränderungen können ganz verschiedene Ursachen haben, z. B. Reaktionen von Mineralien im Stein, die zu Ausblühungen führen, biogener Bewuchs oder Fremdpartikel, die sich von außen auf dem Stein ablagern. Es kann zu Auf-

lockerungen der Gesteinsoberfläche oder zum Verlust einzelner Komponenten kommen. Vor jeder Reinigungsmaßnahme, v. a. an historischen Fassaden, sind die objektspezifische Analyse der Ursachen und die sorgfältige Planung einer zielgerichteten »Therapie« unerlässlich.

Unerlässlich ist auch die Frage, ob überhaupt gereinigt werden soll. Jede Reinigung ist ein Eingriff in die Substanz, der mit mehr oder minder gravierenden Veränderungen oder Verlusten einhergeht.

Jeder Naturstein zeigt eine für ihn charakteristische natürliche Alterung und Oberflächenveränderung. Schädliche Ablagerungen sind soweit als möglich zu entfernen. Es dürfe aber bei historischen Fassaden nicht das Ziel einer wie frisch gebrochen erscheinenden Natursteinoberfläche angestrebt werden. Historischen Gebäuden sollte grundsätzlich ein gewisses Maß an Alterung zugestanden werden.

Manche Steine, wie z. B. der Elbsandstein, verändern durch Bewitterung ihre Farbe. Dass sie mit der Zeit dunkler werden, ist nicht allein das Ergebnis einer Verschmutzung, sondern auch das Ergebnis eines natürlichen Prozesses. Bei neueren Fassaden spielen häufig ästhetische Aspekte eine größere Rolle.

Achtung:

Durch kaum eine Maßnahme sind Denkmale aus Naturstein mehr gefährdet als durch eine falsche oder unangemessene Reinigung. Jede Reinigung – selbst bei schonender Ausführung – stellt eine Belastung der originalen Substanz dar. Deshalb ist zunächst zu klären, ob diese Maßnahme überhaupt zwingend notwendig ist und wenn ja, worin ihr Ziel bestehen soll. Seien Sie selbst nicht planerisch tätig!

Gründe für eine Reinigung

Aus Sicht der Denkmalpflege lasse sich drei Gründe nennen, die eine Reinigung rechtfertigen:

- Entfernung der schädlichen Krusten und Salze, Wiederherstellung der feuchtetechnischen Eigenschaften
- Reinigung als technologische Voraussetzung erforderlicher Erhaltungsmaßnahmen
- Verbesserung der ästhetischen Wirkung des Bauwerks

Meist, so sind sich die Experten einig, seien die drei Zielrichtungen untrennbar miteinander verbunden, wobei der Entfernung von abdichtenden Krusten unbedingter Vorrang einzuräumen sei. Es geht primär um die Wiederherstellung der Wasserdampfdiffusionsfähigkeit und Beseitigung von Krusten, die infolge ihrer völlig anderen physikalischen Eigenschaften Substanzschäden am darunter liegenden Naturstein verursachen. Möglicherweise ist die originale Steinsubstanz schon so geschwächt, dass noch vor der Reinigung eine Substanzsicherung erfolgen muss.

KURZINFO:

Keine Reinigung ohne Voruntersuchung!

Vor der Reinigung gilt es, den Erhaltungszustand der Fassade und die Schadensursachen festzustellen. Dazu sind in der Regel naturwissenschaftliche und restauratorische Untersuchungen durch entsprechende Fachleute notwendig. Die Reinigung ist ein wichtiger Teil der Gesamtrestaurierung und muss auf den Erhaltungszustand des zu reinigenden Gebäudes und auf die nachfolgenden Maßnahmen abgestimmt sein. Eine von der Gesamtrestaurierung getrennte Planung und Vergabe

dieser Leistung an eine Fremdfirma führt meist zu erheblichen Problemen. Planer und Bauherren, die Reinigungsmaßnahmen planen, können sich informieren bei den Ämtern und Fachbehörden der Denkmalpflege bzw. – bei Fragen zu nicht denkmalgeschützten, nicht historischen Objekten – bei fachspezifischen Beratungsbüros, bei Sachverständigen, beim Deutschen Naturwerkstein-Verband und bei den Herstellern anwendungsspezifischer Reinigungsgeräte.

In komplizierten Fällen ist ein stufenweises Vorgehen von Festigung und Reinigung erforderlich. Die Technologien müssen aufeinander abgestimmt sein. Eine wässrige Reinigung schließt beispielsweise eine unmittelbar nachfolgende Festigung mit Kieselsäureester aus, wie sie bei historischen Fassaden notwendig sein kann. Auch im Fall einer intensiven Belastung mit leicht löslichen Salzen sollte eine wässrige Reinigung besser unterbleiben, da die Salze gelöst und noch tiefer in den Stein getrieben werden können. Noch komplizierter kann die Reinigung werden, wenn es gilt, historische Farbfassungen von Bildwerken oder Portalen zu erhalten.

Reinigen – immer ein Kompromiss

Die Reinigung sollte grundsätzlich so schonend wie irgend möglich erfolgen. Das geeignete Reinigungssystem ist das, mit dem sich unerwünschte bzw. schädliche Verschmutzungen mit dem geringsten Eingriff in die Substanz des Untergrunds möglichst wirtschaftlich entfernen lassen. Allerdings lassen sich Poren in stark verschmutzten Bereichen mit einem schonenden, die Altersspuren akzeptierenden Vorgehen nur begrenzt öffnen. Eine Reinigungstechnologie, die in der Lage ist, tief eingedrungene porenverdichtende Schadstoffe vollständig zu »extrahieren«, ohne die Oberfläche anzugreifen, gibt es nicht. Bestenfalls ist eine Annäherung an dieses Ideal zu erreichen. Es muss also ein Kompromiss gefunden werden, der die feuchtetechnischen, konservatorischen und ästhetischen Aspekte unter weitgehender Erhaltung der originalen Oberfläche in Einklang bringt. Dieser Kompromiss ist bei jedem Denkmal entsprechend seinem konkreten Zustand und seiner Wertigkeit individuell zu definieren.

Sinn und Ziel der Reinigung nicht denkmalgeschützter, z. B. vorgehängter und hinterlüfteter Fassaden sind im Vorfeld ebenfalls zu überprüfen bzw. festzulegen, am besten in Zusammenarbeit mit erfahrenen Fachleuten.

Voruntersuchung:

Was gehört dazu?

Wer eine Reinigungsmaßnahme plant, sollte auf einer gründlichen Voruntersuchung bestehen. Dazu gehört – unabhängig von der Reinigung – unter Umständen auch eine Untersuchung

KURZINFO:

Richtmaß Musterfläche

Mit einer Musterfläche lassen sich die Ziele der Reinigung überprüfen. Die Reinigungstechnologie ist nur Mittel zum Zweck. Für den konkreten Anwendungsfall werden in der Regel mit verschiedenen grundsätzlich in Frage kommenden Verfahren repräsentative Musterflächen am Objekt angelegt. Diese dienen nach endgültiger Auswahl eines Verfahrens gleichzeitig als optisch nachprüfbares Richtmaß für den Reinigungsgrad während der Maßnahme.

der Standsicherheit der Fassaden, z. B. durch einen Fassadenstatiker.

Die Voruntersuchung, die Auswahl eines geeigneten Verfahrens anhand von Musterflächen, die Durchführung und die entsprechende Nachuntersuchung müssen Teil der Ausschreibung sein, also im Leistungsverzeichnis stehen. Zur Beurteilung sollten Labor-Untersuchungen von an geeigneten Stellen entnommenen Gesteinsproben durchgeführt werden. Die Einbindung von entsprechenden Spezialisten ist dabei notwendig.

Im Rahmen der Untersuchung sind u. a. folgende Fragen zu klären:

- Mit welchem Gestein habe ich es zu tun? Wie stabil sind Wandaufbau und Untergrund selbst?
- An welchem Gebäudeteil sind die Verschmutzungen zu erkennen?
- Welche Verschmutzungen liegen vor?
 - Leichte Verstaubungen ohne feste Verbindung mit der Gesteinsoberfläche; der Stein kann noch »atmen«
 - Schmutzfilm ohne feste Verbindung mit der Oberfläche, z. B. leichte Veralgung, der Stein kann noch »atmen«
 - Fest anhaftender Schmutzfilm, die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit ist gestört
 - dünne Krusten
 - dicke feste Krusten mit hohem Gipsgehalt und bauschädlichen Salzen
- Liegen Reste von erhaltenswerten Farbfassungen vor?
- Liegen ungewollte Farbreste vor (Graffiti, die mit speziellen Verfahren entfernt werden müssen)?
- Gibt es Bauteile oder Bauzier, die besonders zu behandeln sind?

Gabriele Wieninger

Werkstätten für Fotokeramik



Traditionelle Porzellanfotos

- auch als Stahlfotos
für Rasengräber lieferbar



Hinterglasfotografie

- aus hochwertigem Kristall



Porzellanbücher

- auch geeignet für Urnengräber

Am Lehwinkel 1 81471 München
T 089/746337-11 F 089/7211577

gabriele.wieninger@gmx.de

www.gawien.de

TABELLE:			
Methode	Parameter	Anwendung	Risiken
Mechanisches Reinigen, Abbürsten	Mit Hand, mit dem Mikromeißel	Viele Arten von Verschmutzungen und Gesteinen	Verfärbungen durch ungeeignete Bürsten, Oberflächenabtrag, Schädigung empfindlicher Oberflächen
Absaugen oder Abblasen	Mit Druckluft	Leichte Verschmutzungen, zu Vorbereitung anderer Verfahren	
Trockeneisverfahren	Trockeneis pellets, Schaum	Viele Arten von Verschmutzungen und Gesteinen	Schäden bei tonhaltigen Gesteinen
Hochdruckreinigen mit Wasser • mit / ohne Granulat • mit Tensiden	Wasser kalt/warm/heiß (10° – 95°C) Druck: 0,5 bis ca. 60 bar Granulat (Größe: 0,05 – 0,5 mm)	Gipskrusten, dichte und poröse Gesteine mit stabilen Oberflächen. Vorsicht bei tonhaltigen Gesteinen!	Materialverlust bei weichen, sandenden Oberflächen, Verlust von Schuppen, starke Durchfeuchtung bei offenen Fugen, Mobilisierung von Salzen, Probleme durch Tenside
Niederdruckpartikelstrahlverfahren • mit / ohne Wasser • mit / ohne Rotation	Druck: 0,5 – 5 bar Granulat (Größe: 0,05 – 0,5 mm)	Viele Arten von Verschmutzungen und Gesteinen, besonders dichte und harte Gesteine, stabile Oberflächen	Materialverlust nur bei stark sandenden und mürbe Oberflächen sowie bei hohen Drücken
Heißdampfreinigen	Wasser (120°C) Druck (am Düsenausgang 30 – 120 bar)	Gipskrusten, dichte und poröse Gesteine mit stabilen Oberflächen. Vorsicht bei tonhaltigen Gesteinen!	Materialverlust bei weichen, sandenden Oberflächen, Verlust von Schuppen, Durchfeuchten bei offenen Fugen
Druckloses Reinigen	Sprühen ohne Druck	Gipskrusten, dichte Gesteine	Durchfeuchtung bei saugfähigen Gesteinen, Gefahr bei offenen Fugen
Laser	Wellenlänge, Pulsfrequenz, Fokus (Energiedichte)	Viele Arten von Verschmutzungen, besonders geeignet für helle Kalksteine und Marmor	Verfärbung von Pigmenten bei Malschichten
Chemische Reinigung mit Pasten	Organische oder anorganische Säuren, Laugen, meist kombiniert mit Tensiden bzw. an Pasten gebunden	Gipskrusten besonders auf Kalkstein und Marmor	Salzbildung und Salzwanderung, Ablösung von Calcit, Vergrauung und Verfärbung, Entfernung von feinen Ton-schleiern
Strapo-Verfahren	Latexschicht zur Reinigung	Oberflächliche Verschmutzungen bei unempfindlichen Materialien	Materialverlust, falls zu große Haftung zwischen Latexschicht und Untergrund

- Wie wird sich die Verschmutzung im Lauf der Jahre verändern?
- Ist in der Zukunft mit Schäden zu rechnen?

Darüber hinaus sollte in Erfahrung gebracht werden, wie das Gebäude früher aussah. War die Fassade farbig gefasst? Wurden in der Vergangenheit bereits Reinigungs-, Restaurierungs-

oder Konservierungsmaßnahmen durchgeführt und wenn ja, wann und mit welchen Methoden und Ergebnissen?

Zur Beantwortung dieser Fragen kann es sinnvoll sein, auf Archive oder sonstige Quellen zurückzugreifen. Manchmal liegen noch alte Aufträge oder Rechnungen vor, die über frü-

here Maßnahmen Aufschluss geben können. Stellt man frühere Reinigungen oder Behandlungen fest, kann sich ein ganz neuer Befund ergeben.

Achtung:

- Bei historischen Gebäuden ist die Auffassung von Denkmalschutzbehörden maßgeblich (Denkmalschutzrechtliche Genehmigung der Maßnahme einholen!)
- Erst nach gründlicher Anamnese und Abwägung der Vor- und Nachteile kann entschieden werden, wie man weiter vorgeht.

Ziele definieren

Ist eine Reinigung notwendig, sollte man die Ziele definieren, die man damit erreichen möchte. Es gibt kein Patentrezept für sinnvolles Reinigen, manchmal ist weniger mehr, da man die Patina des Steins bewahren möchte. Noch vor wenigen Jahrzehnten legte man kaum Wert auf die Erhaltung der Substanz, sondern wünschte sich eine starke Aufhellung der Oberfläche und eine »parentiefe Reinheit«. Im Sinne der Schonung der Gesteinsoberfläche ist man von dieser Zielsetzung abgekommen. Oft erfordert ein Gebäude verschiedene Maßnahmen, abhängig von Grad und Verteilung der Verschmutzung und von der Form der Bauteile.

Als nächsten Schritt sind Musterflächen an den verschmutzten Gebäudeteilen sinnvoll anzulegen und genau zu dokumentieren. Früher wurde versucht, dafür eine möglichst unauffällige Stelle zu wählen, damit man später ein einheitliches Bild erhält. Davon ist aber abzuraten, da gerade unauffällige oder »versteckte« Stellen einen anderen Verschmutzungsgrad aufweisen können als solche, die dem Blick und damit vielleicht auch der Witterung ausgesetzt sind. Anhand von für das Objekt repräsentativer Musterflächen lässt sich dann das geeignete Reinigungsverfahren auswählen. Auf jeden Fall muss man die

SEIT 30 JAHREN QUALITÄT.

Bohrwerkzeuge · Fräswerkzeuge · Trennscheiben
Maschinen · PKD-Werkzeuge · Sonderwerkzeuge · Zubehör

Unsere Erfahrung in der Fertigung von Präzisionswerkzeugen sowie unsere strukturierte und kundenorientierte Lagerverwaltung bürgt für eine fachlich hervorragende Beratung.



petrographischen und technischen Eigenschaften des Gesteins kennen und wissen, über welche Wasserdampfdiffusionsfähigkeit es verfügt, ob es quellfähige Bestandteile, wie z. B. Ton enthält und ob es zu Verfärbungen und Ausblühungen neigt, da Salze vorhanden sind. Nassstrahlen darf man nur, wenn die Voruntersuchung ergeben hat, dass Wasser nicht schaden kann. Wasser ist der Motor für alle chemisch-physikalischen Prozesse. Generell gilt: So wenig Wasser und so wenig Strahlmittel wie möglich!

Darüber hinaus ist zu untersuchen, ob verschiedene Gesteine oder andere Materialien wie Holz, Glas oder Metall im zu reinigenden Bereich verbaut wurden. Um Schäden zu vermeiden, sind empfindliche Materialien gegebenenfalls abzudecken.

Die Reinigung

Es gibt kein Reinigungsverfahren, das nicht in die Substanz des Steins eingreift und sie verändert. Deshalb sollte sich die Reinigung auf die Abnahme der (eine Konservierung einschränkenden) Verschmutzung beschränken – ohne Beschädigung originaler Oberflächen und evtl. vorhandener Patinaschichten und / oder Farbfassungen. Notwendig ist die Entfernung nicht natürlicher Ablagerungen und Beschichtungen sowie von Imprägnierungen, die als schädlich eingestuft werden müssen.

Reinigungssysteme

Mechanische Reinigung (für kleine Flächen)

Das einfachste Reinigungsverfahren ist das Abbürsten der Gesteinsoberfläche. Dies kann manuell oder mit Hilfe einer maschinellen Bürste erfolgen. Bei kleinen Flächen kann ein Mikromeißel zur Anwendung kommen. Auf keinen Fall darf eine Stahlbürste verwendet werden, da Stahlrückstände zu Verfärbungen führen können. Wurzel- oder Kunststoff-

bürsten hingegen sind ohne Probleme einsetzbar. Diese mechanischen Reinigungsverfahren sind für alle Naturwerksteine geeignet, allerdings sind sie nur bei kleinen, leicht verschmutzten Flächen sinnvoll. Beim maschinellen Bürsten ist darauf zu achten, dass die Oberfläche nicht geschädigt wird. Schutzmaßnahme: Schutzbrille.

Achtung:

Das steinmetzmäßige Abarbeiten, Abschleifen oder Überarbeiten zum Zweck der Reinigung ist aus denkmalpflegerischer Sicht untersagt!

Absaugen oder Abblasen

Bei diesem Verfahren wird lediglich mit Druckluft gearbeitet. Es eignet sich nur für Ablagerungen (Vogelkot, pflanzlicher Bewuchs) oder Schmutzfilme, die keine feste Verbindung mit dem Untergrund eingegangen sind.

Trockeneisverfahren

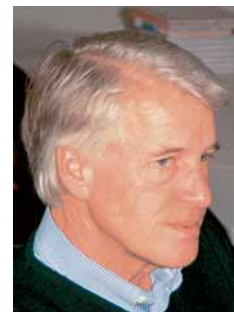
Beim modernen Trockeneisverfahren werden mittels Luftdruck kleine Trockeneispellets oder ein Trockeneischaum mit einer Temperatur von $-78,5^{\circ}\text{C}$ auf die Oberfläche geschleudert. Dort platzen die Partikel und gehen in einen gasförmigen Aggregatzustand über. Dabei lösen sich die Schmutz- oder Farbschichten, die durch den Temperaturunterschied spröde werden, von der Oberfläche. Das Verfahren gilt zwar als substanzschonend, kann aber nicht angewendet werden, wenn der Schmutz fest mit der Oberfläche verbunden ist. Von Vorteil ist, dass die Oberfläche nach der Behandlung nicht abgewaschen werden muss. Außerdem kommen keine Chemikalien zur Anwendung.

Hochdruckreinigen

Beim Reinigen mit Hochdruck kann mit heißem (max. 95°C) oder kaltem Wasser gearbeitet werden. Darüber hinaus können Strahlmittel beigelegt werden. Das Wasser muss Trinkwasserqua-



Dr. Friedrich Grüner ist Diplom-Geologe. Er arbeitet seit 1990 im Referat Baudenkmalschutz und Denkmalpflege der Materialprüfungsanstalt MPA der Universität Stuttgart Otto-Graf-Institut. Er ist u. a. für Voruntersuchungen restauratorischer Maßnahmen verantwortlich.



Ulrich Bauer-Bornemann ist Bildhauermeister und arbeitet seit 35 Jahren als Restaurator. Er ist Geschäftsführer der Firma Bauer-Bornemann, Bamberg, die mit 60 bis 70 Mitarbeitern ausschließlich in der Restaurierung tätig ist. Seit 1990 leitet Ulrich Bauer-Bornemann die Bauhütte in Naumburg.

lität haben, da es sonst zu Ausblühungen im Gestein kommen kann. Auch die Kalkhaltigkeit muss überprüft werden. Man muss darauf achten, dass das Wasser im Gestein keine Quellprozesse verursacht. Bei tonhaltigen Gesteinen sind andere Verfahren u. U. geeigneter. Achten Sie darauf, bei nassen Verfahren möglichst wenig Wasser zu verbrauchen! Das Abwasser kann belastet sein und muss vorschriftsmäßig entsorgt werden. Auch beim trockenen Verfahren muss der Schmutz aufgefangen werden. Beim Hochdruckreinigen wird der Stein mit kaltem oder heißem Wasser abgespritzt (Aufpralldruck zwischen 1 und max. 60 bar). Achtung: Mit 60 bar Aufpralldruck kann ein weiches Gestein bereits zerstört werden. Das Ergebnis hängt von folgenden Faktoren ab:

- Aufpralldruck
- Form und Art der Düse (rotierende Punktstrahldüsen, Flachstrahldüse)
- Aufspritzwinkel (zwischen 0° und 45°)
- Menge des Wassers (zwischen 200 und 1 200 l/h.)



Fordern Sie noch heute unseren aktuellen Katalog an!



KASPRICK
Diamantwerkzeuge

Kasprick Diamantwerkzeuge GmbH
Odenthaler Str. 171 51069 Köln · Tel. 02 21 / 60 27 81
Fax 02 21 / 60 51 15 · www.kasprick.de

KURZINFO:**Fassadenreinigung sicher ausführen**

Im Folgenden nennen wir die wesentlichen Anforderungen, die bei der Ausführung von Reinigungsarbeiten an Fassaden hinsichtlich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zu beachtenden sind. Weitere Hinweise finden Sie im berufsgenossenschaftlichen Regelwerk, insbesondere in der BGR 500 / Teil 2; Kapitel 2.24 Arbeiten mit Strahlgeräten (Strahlarbeiten) und Kapitel 2.36 Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern.

Gefährdungsbeurteilung

Abhängig von dem gewählten Reinigungsverfahren, den verwendeten Strahl- oder Reinigungsmitteln und der baulichen Beschaffenheit des Reinigungsobjekts können verschiedenartige Gefährdungen für das Reinigungspersonal auftreten. Der Unternehmer ist deshalb verpflichtet, für jeden Anwendungsfall eine arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, in der die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen sind und der grundsätzliche Bedarf an Schutzmaßnahmen ermittelt werden muss.

Mit diesen Gefährdungsmöglichkeiten und Auswirkungen müssen Sie im Wesentlichen rechnen:

- Verletzungen durch hohen Wasserdruck
- Verletzungen durch die abrasive Wirkung des beschleunigten Strahlmittels
- Verbrühungen durch Anwendung von heißem Wasser
- Verbrennungen (in Form von starker Unterkühlung) beim Strahlen mit Trockeneis
- Erstickungen durch CO₂ beim Strahlen mit Trockeneis bei unzureichender Belüftung des Arbeitsplatzes
- Gesundheitsschädigung durch Einatmen gesundheitsgefährlicher Stäube (z. B. durch das Strahlmittel, den Untergrund selbst, durch Beschichtungen)
- Gehörschädigung durch Lärm infolge ausströmender Medien (Wasser, Strahlmittel, Druckluft)
- Augenschädigung durch zurückprallendes Strahlmittel und Wasser
- Augenschädigung durch Strahlung bei Anwendung des Laserreinigungsverfahrens
- Absturz von hochgelegenen Arbeitsplätzen
- Ausrutschen auf feuchtem Untergrund

Verwendungsbeschränkungen für Strahlmittel

Unzulässig ist die Verwendung von Strahlmitteln, die

- mehr als 2 Gew.-% an freier kristalliner Kieselsäure (SiO₂) enthalten

- abhängig von Stoff und Zusammensetzung zwischen 0,1 und 2 Gew.-% an bestimmten Metallen oder Metallverbindungen (z. B. Blei, Cadmium, Kobalt, Beryllium, Nickel, Chromate) enthalten.

Das Ersatzstoffgebot (Substitution) der Gefahrstoffverordnung ist bei der Auswahl des Strahlmittels stets zu beachten. Damit verbietet sich grundsätzlich der Einsatz von Quarzsand, Grubensand oder ähnlicher quarzhaltiger Strahlmittel. Unerheblich ist dabei, ob auf quarzhaltigen Untergründen gestrahlt wird. Ersatzstoffe sind in ausreichender Zahl verfügbar, wie z. B. schwermetallfreie Schlacke, Korund und Glasgranulat.

Die Beschaffenheit i. S. der Verwendungsbeschränkungen und die Eignung des Strahlmittels für den vorgesehenen Anwendungsfall sollten Sie unbedingt vor der Beschaffung des Strahlmittels mit dem Hersteller/Vertreiber klären.

Persönliche Schutzausrüstung

Abhängig vom eingesetzten Reinigungsverfahren muss dem Reinigungspersonal geeignete persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt werden. Diese muss bei Ausführung der Arbeiten getragen werden. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Ausrüstung:

- Einteiliger Schutzanzug aus glattem und reißfestem Material (z. B. Kombinationsanzug, Strahlerschutzanzug mit fremdbelüftetem Schutzhelm) in Verbindung mit einem Atemschutzgerät
- Atemschutzgerät entsprechend der zu erwartenden Konzentrationshöhe des Gefahrstoffes mit Partikelfilter P 2 oder P 3, ggf. als Filtergerät mit Gebläse und Maske (z. B. bei Trockenstrahlverfahren mit Freisetzung insbesondere quarzhaltiger Feinstäube); bei Nass(strahl)verfahren mit Verwendung von Bioziden, Säuren, Laugen unter Aerosolbildung Atemschutzgerät mit Kombinationsfilter entsprechend dem jeweiligen Einzelstoff
- Schutzhandschuhe (z. B. aus Leder bei Trockenverfahren, aus Gummi oder Kunststoff bei Nassverfahren)
- Geschlossene Schutzbrille, ggf. Laserschutzbrille
- Gehörschutz, da Strahlgeräuschpegel in der Regel über 85 dB (A) liegt
- Schutzhuhe, Schutzstiefel (z. B. aus Leder bei Trockenverfahren, aus Gummi oder Kunststoff bei Nassverfahren)
- Schutzhelm.

Hinsichtlich der Gerätetechnik bestehen folgende Anforderungen:

- Schnellabschaltung im Gefahrfall: Nach Loslassen der Befehlseinrichtung an der Düse sollte die Nachströmzeit für Strahlmittel und Luft eine Sekunde nicht überschreiten.
- Mit der Befehlseinrichtung muss der Strahlvorgang zuverlässig abgeschaltet werden können, d. h. die Einrichtung muss durch eine entsprechende Auslegung der Schaltung funktionssicher sein.
- Schalteinrichtungen zum Ein- und Ausschalten sollten manipulationssicher sein. Es ist darauf zu achten, dass Betätigungseinrichtungen nicht festgesetzt werden.

Achtung: Funktion dieser Einrichtungen vor jedem Einsatz prüfen!

Achten Sie auch auf die standsichere Errichtung der Fassadengerüste und den Einbau rutschsicherer Gerüstbeläge, insbesondere bei Anwendung von Nassverfahren.

Nachbarschafts- und Umweltschutz

Bei Anwendung der Reinigungsverfahren entstehen Aerosole in Form von Stäuben und Wassersprühnebeln, die mit den gelösten Partikeln der schädlichen Ablagerungen auf der Natursteinoberfläche angereichert sind, sowie Strahlschutt. Aus Gründen des Nachbarschafts- und Umweltschutzes muss sichergestellt sein, dass diese Strahlrückstände so wenig wie möglich in die Umgebung der Baustelle gelangen. Dies kann dadurch wirksam verhindert werden, dass

- die Fassadengerüste der Reinigungsbaustelle abgeplant werden
- an der Unterkante der Fassade Auffangrinnen zur Aufnahme und zum Ableiten des Strahlschuttes und des Wassers aufgestellt werden.

Beachten Sie dabei die örtlich geltenden Entsorgungsvorschriften für die anfallenden Abfälle, die in der Regel als Sonderabfall eingestuft sind.

Fragen Sie nach!

Bei Unklarheiten oder in Zweifelsfällen hinsichtlich der im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung auszuwählenden Schutzmaßnahmen fragen Sie Ihre Berufsgenossenschaft oder den Gerätehersteller bzw. Gerätevertreiber, hinsichtlich der Produktanwendung (Strahlmittel, Reinigungszusätze) den Hersteller bzw. Vertreiber.

Dipl.-Ing. Kurt Kolmsee

• Abstand von der Oberfläche
Auch bei diesem Verfahren ist darauf zu achten, dass die gewählten Faktoren zur Gesteinsoberfläche und zu den Verschmutzungen passen. Die Wassertemperatur sollte laut MTA-Merkblatt bei maximal 95 °C liegen. Höhere Temperaturen führen zu einer intensiveren Reinigung, können aber auch Salzausblühungen beim Abtrocknen der Fassaden bewirken. Beim Hochdruckreinigen mit Strahlmittel wird Wasser unter Druck über eine Düse mit zusätzlicher Injektionsdüse gespritzt. Die keramische oder metallene Düse ist über einen separaten Schlauch mit dem drucklosen Strahlmittel-Behälter verbunden. Durch den in der Injektionsdüse entstehenden Unterdruck wird Granulat aus dem Behälter gesaugt und mit dem Wasser vermischt auf die zu reinigende Oberfläche geschleudert. Dabei wird die verschmutzte Oberfläche abgetragen. Nach dem Strahlen wird sie mit klarem Wasser nachgespült. Die Parameter dieser Reinigungsart sind:

- Wassermenge
- Wasserdruck
- Düsendurchmesser in mm und Form der Düse
- Granulatart
- Abstand von der Oberfläche

Die Oberfläche kann bei unsachgemäßer Handhabung stark in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Granulatmenge lässt sich nur bedingt regulieren. Nicht jedes Granulat, das beim Trockenstrahlen zum Einsatz kommt,

eignet sich auch für das nasse Strahlverfahren.

Beim Hochdruckreinigen können dem Wasser auch Tenside beigegeben werden. Dies sollte aber nur bei wirklichem Bedarf geschehen. Sonst ist von einer Reinigungsmittel-Zugabe abzuraten.

Niederdruckpartikelstrahlverfahren

Bei diesem Partikel-Strahlverfahren wird ein Strahlmittel mit geringer Druckluft auf die Oberfläche geschleudert. Das Verfahren kann nass oder trocken durchgeführt werden, je nachdem, wie der Stein mit Wasser reagiert (Vorsicht bei tonhaltigen Gesteinen).

Beim Auftreffen werden aus der Oberfläche Schmutzstücke herausgerissen, die teilweise zu Staub zerplatzen. So wird die verschmutzte obere Schicht abgetragen und die saubere Oberfläche tritt zum Vorschein. Niederdruckpartikelstrahlen ohne Beigaben von Wasser verursacht eine sehr große Staubentwicklung. Häufig wird Wasser zugegeben, um Staub und Granulat zu binden.

Das Niederdruckpartikelstrahlverfahren kann mit einem rotierenden oder einem nicht rotierenden Reinigungsstrahl durchgeführt werden. Mit einem geringen Luftdruck (ca. 0,5 bis 6 bar), Wasser (ca. 60l/h) und einem chemisch inerten Granulat bis max. 0,5 mm Körnung wird ein Wasser-Luftgemisch in der Düse erzeugt und auf die Oberfläche gestrahlt.

Bei Arbeiten mit einem rotierenden Reinigungsstrahl werden in der Düse Luft, Wasser und Granulat in Rotation um die eigene Achse versetzt. Das Granulat wird aufgefächert und trifft auf die Oberfläche des Untergrunds. Ohne Rotation trifft der Strahl geradlinig auf die Oberfläche.

Folgende Parameter müssen beim Niederdruckpartikelstrahlverfahren beachtet werden:

- Luftdruck
- Luftmenge
- (Wassermenge)
- Granulatart und -form z. B. (Glaspulver (Körnung 0,1 – 0,5 mm, Härtegrad nach Mohs: 6 – 6,5), Basalt (Körnung 0,16 – 0,3 mm, Härtegrad nach Mohs: 6 – 7), Kalkmehl, Steinmehl (Körnung 0,025 – 0,3 mm, Härtegrad nach Mohs: 3 – 4), Nuschalengranulat (Körnung 0,2 – 0,45 mm, Härtegrad nach Mohs: 2,5))
- Düsengröße und -form
- Arbeitsabstand von der Oberfläche

KURZINFO:

Reinigen lernen

Das Europäische Fortbildungszentrum in Wunsiedel bietet im Rahmen der Ausbildung zum Restaurator im Steinmetzhandwerk das Thema Steinsanierung an. Die Teilnahme an diesen Kursen ist für alle Interessierten möglich.

Nächste Termine: 10. – 13. April 2006 und 2. – 5. April 2007

Kontakt: Tel.: 09232/1038



Den historisch bekannten Postaer Sandstein bieten wir aus unserem Steinbruch „Alte Poste“ an:

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| ■ Rohblöcke | ■ Rohtranchen |
| ■ Halbfertigarbeiten | ■ Boden- und Treppenbeläge |
| ■ Fassadenbekleidung | ■ Steinmetzarbeiten |
| ■ Natursteinmauern | ■ Außenanlagen für Gartengestaltung |

www.bamberger-natursteinwerk.de · bnw@bamberger-natursteinwerk.de

**Bamberger
Natursteinwerk
Hermann
Graser**
GmbH & Co. KG

Bamberger Natursteinwerk
Hermann Graser GmbH & Co. KG
Dr.-Robert-Pfleger-Straße 25
96052 Bamberg
Tel 09 51/96 48-0 · Fax 96 48 - 100

Niederlassung Dresden
Am Brauhaus 10a · 01099 Dresden
Tel 03 51/8 16 45-0 · Fax 8 16 45 - 13

**Niederlassung
Potsdam-Marquardt**
Fährweg 2 · 14476 Marquardt
Tel 033208/529-0 · Fax 529 - 11

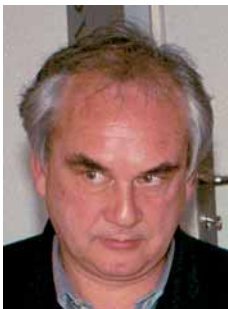
Fotos: Ann-Katrin Haußmann



Dr. Ralf Kownatzki, Diplom-Geologe, Geschäftsführer der Beratungsfirma Rock and Mineral Consulting, Herzogenrath



Thorsten Möwes, Fachwirt für Reinigungs- und Hygienetechnik, ist seit 13 Jahren bei der Firma Kärcher in Winnenden; seit acht Jahren arbeitet er als Anwendungstechniker.



Dr. Ludwig Sattler, Diplom-Geologe, freier Mitarbeiter im Labor Dr. Ettl / Dr. Schuh, München. Das Labor ist u. a. für denkmalpflegerische Voruntersuchungen bei Reinigungsmaßnahmen von Naturstein und anderen mineralischen Baustoffen zuständig.

Das Niederdruck-Partikelstrahlverfahren eignet sich für die meisten Natursteine. Der Ausführende sollte sich mit dem Verfahren gut auskennen.

Heißdampfverfahren

Die Heißdampftechnik basiert auf überhitztem Wasser bis 120 °C. In einer externen, so genannten Hotbox, die mit einem Dieselmotor bestückt ist, wird das durchlaufende Wasser kurzfristig erhitzt. Der Dampfdruck am Düsenausgang beträgt 30 bis 120 bar, der Wasserverbrauch ist relativ gering. Mit Heißdampf lassen sich Mikroorganismen, altersbedingte Oberflächenverschmutzungen, Farben, Lacke, Beschichtungen und fettartige Ablagerungen entfernen. Der Anwender sollte geübt sein und sich mit dem Dosieren von Druck und Temperatur gut auskennen.

Druckloses Reinigen

Beim Reinigen ohne Druck wird das Wasser über Röhren und Schläuche an den Stein geleitet. Die Oberflächen

werden quasi berieselt, was mehrere Wochen dauern kann. Metallische Leitungen müssen aus rostfreiem Stahl sein, damit sich der Stein nicht verfärbt. Das Verfahren, das in Deutschland sehr selten angewendet wird, eignet sich nur für leichte Verschmutzungen und Gesteine, die nur sehr wenig Wasser kapillar aufnehmen können. Außerdem sollte die Konstruktion dicht sein, da sonst die Gefahr der Durchnässung bis ins Gebäudeinnere besteht.

Laserverfahren

Zu den neuesten Reinigungsverfahren gehört die Reinigung mittels Laserstrahl. Das berührungsfreie Verfahren, bei dem kurze Energieimpulse wirken, gilt als sehr schonend und sicher. Beim Auftreffen des Strahls auf die Oberfläche werden die Schmutzpartikel im Millimeterraster verdampft. Je nach Beschaffenheit der Oberfläche und nach Grad der Verschmutzung dauern Reinigungen mit dem Laser relativ lange. Da beim Lasern an farbig gefassten Flächen Schäden und Veränderungen entstehen können, und sich manche Flächen unter dem Einsatz des Lasers farblich verändern, sollte der Einsatz auf jeden Fall von Fachleuten durchgeführt oder begleitet werden. Der Einsatz von Laser ist mit hohen Kosten verbunden. Darum wird er in der Regel nur bei besonders schützenswerten Kulturgütern in Erwägung gezogen.

Reinigung mit Chemikalien

In den letzten Jahren ist man vom chemischen Reinigen weitgehend abgekommen, da manche Reinigungsmittel wie z. B. Flußsäure, sehr schädlich für den Anwender, das Objekt und die Umwelt sind. Schutzmaßnahmen müssen auf jeden Fall ergriffen werden. Bei unsachgemäßer Anwendung können die Oberflächen verätzt werden oder sich verfärben. Der Eintrag von zusätzlichen Salzen in den Naturstein durch die Reaktion mit Säuren oder Laugen kann zu erheblichen Folgeschäden führen. Anwender sollten sich Freigaben von jeweiligen Herstellern holen.

Die zu reinigende Fläche muss auf jeden Fall vorgespült werden, damit die chemischen Substanzen nicht zu tief in den Stein eindringen können. Danach kann das Reinigungsmittel auf-

gebracht werden. Konzentration und Einwirkdauer hängen vom verwendeten Mittel und der Oberfläche ab. Auf jeden Fall müssen gelöste Schmutzpartikel und Reste des Mittels nach dem Reinigen sorgsam entfernt werden, am besten mit Wasserdruck. Fett-haltige Verschmutzungen können mit einer Neutralseife entfernt werden. Manche Reinigungsmittel liegen auch in Pasten-Form vor (spezielle Pasten-Reiniger). Sie werden mittels Pasten oder Kompressen direkt an die zu reinigende Oberfläche aufgebracht, so zum Beispiel Komplexbildner.

Strapo-Verfahren

Beim Strapo-Verfahren wird die Gesteinsoberfläche mit einer Latex-Schicht, die chemische Wirkstoffe enthält, überzogen. Wenn die Schicht fest und trocken ist, kann sie wieder abgezogen werden und der Schmutz aus dem Gestein bleibt an ihr haften. Das Verfahren wird in Deutschland bisher selten angewendet.

Die Ergebnisse einer Reinigung müssen genau dokumentiert und mit dem Vorzustand verglichen werden. Das gilt besonders in Bezug auf die Wasseraufnahme und Wasserdampfdiffusionsfähigkeit. Die Veränderung der Oberfläche sollte unter dem Rasterelektronenmikroskop untersucht werden. Darüber hinaus sind Rauigkeitsmessungen sinnvoll.

Bearbeitung:

Ann-Katrin Haußmann

KURZINFO:

Reinigen von Natursteinfassaden

Folgende Personen haben bei der Entstehung des Textes mitgewirkt:

Eberhard Jüngst, Geschäftsführer der Firma JOS® Mitte/Nord & Benelux in Steinfurt

Dr. Gabriele Grassegger-Schön, Leiterin des Referats Bautenschutz und Denkmalpflege der Materialprüfungsanstalt MPA der Universität Stuttgart Otto-Graf-Institut.

Dr. Esther von Plehwe-Leisen, Diplom-Geologin im Untersuchungslabor für Konservierungsfragen in Köln

Markus Boos, Leiter der Anwendungstechnik der Firma Remmers, Löningen