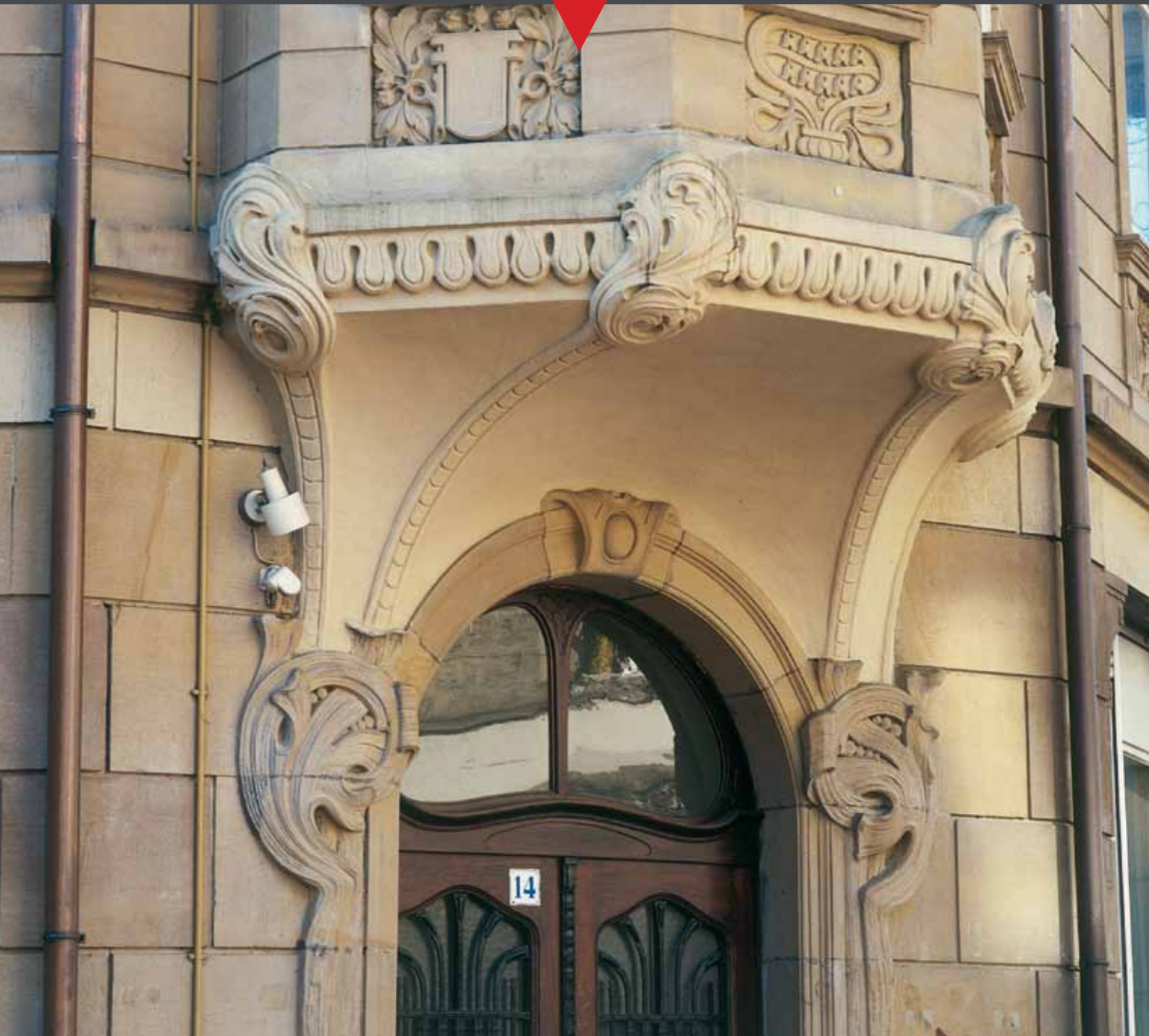


**KEIM**



# KEIM RESTAURO®

NATURSTEINRESTAURIERUNG MIT SYSTEM

# Naturstein – ein Baustoff mit Geschichte

## Seit Jahrtausenden aktuell – Bauen mit Naturstein

Naturstein war schon zu Zeiten der Hochkultur der Ägypter ein wichtiges Baumaterial. Hiervon zeugen unter anderem die Pyramiden, die Sphinx von Gizeh aus Kalkstein, Obelisken aus Granit oder die Ramses-Statuen aus nubischem Sandstein. Ein Zeitgenosse von Ramses schrieb: „Ganz Ägypten gleicht einer einzigen Steinmetzwerkstatt.“

In der Antike wurde Naturstein neben dem Tempel-, Bäder- und Stadienbau als Skulpturstein und Baumaterial für den Ingenieur- und Wasserbau verwendet. Zeitzeuge dieser Baukunst ist z. B. das Kolosseum in Rom aus Travertin.

Vom Mittelalter bis in die Neuzeit – mit Ausnahme der Hochgotik – bestimmte Naturstein den Bau vor allem von Sakralbauten, Klöstern, Burgen, Rathäusern, Schlössern, Bürger- und Handelshäusern und Stadtbefestigungen.

In der Romanik wurde hauptsächlich in Quaderbautechnik gebaut. Bei der Materialauswahl wurde kaum zwischen Mauerstein und Skulpturstein unterschieden – primär aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit der Steine.

Man war auf die umliegenden Steinbrüche beschränkt. In der Gotik begann man dann, eine bewusstere Materialauswahl zu treffen. Durch den hohen Anteil an filigranen und komplexen Werkstücken wurden an den Naturstein höhere Anforderungen gestellt. So bevorzugte man nun leichtere Steine wie z. B. Kalktuffe. Renaissance und Barock einschließlich Rokoko sind von einer bis dahin nicht gekannten Vielfalt an Gebäudezierrat (Säulen, Statuen, Figuren) geprägt. Für Skulpturen war man bereit, den besten Stein zu wählen. Der Einsatz von natürlichen Bausteinen im Mauerwerk ging dagegen stark zurück. Zu dieser Zeit wurden Gebäude in der Regel verputzt.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden dann im Zuge von Restaurierungen und Umbauten viele Fassaden abgeschlagen – die Romantiker forderten die „natürliche“ (rohe, z.B. fachwerksichtige Gebäude) Fassade. Das bis dato jahrhundertlang durch Putz geschützte Mauerwerk war nun der Witterung ausgesetzt – manche dieser Bauten entwickelten sich so im 20. Jahrhundert unter dem Einfluss von Luftschadstoffen zu permanenten Sanierungsfällen.

# Verwitterungsprozesse

## Wissenswertes über die Verwitterung von Naturstein

Von jeher setzen Sonne, Wind, Regen und Frost als natürliche Einflussfaktoren dem Naturstein zu und führen je nach Natursteinart zu unterschiedlichen Verwitterungsprozessen. Mit Beginn der Industrialisierung kamen zusätzlich menschengemachte Einflüsse als schädigende Faktoren hinzu. Grundsätzlich lassen sich Verwitterungsprozesse in drei große Gruppen einteilen: die physikalische, die chemische und die biologische Korrosion. Als wesentliche Ursachen der Verwitterung

So vielfältig sich Natursteine in Zusammensetzung, Gefüge und Porenraum zeigen, so unterschiedlich sind auch ihre Verwitterungsprozesse und -profile. Die Restaurierung von geschädigten Natursteinen erfordert entsprechend angepasste Materialien und Methoden, um die Originalsubstanz des Steins weitestgehend zu erhalten und zu schützen sowie die ursprüngliche Optik bestmöglich wiederherzustellen. Der Begriff der Natursteinrestaurierung umfasst eine ganze Reihe verschiedener

## Möglichkeiten der Natursteinrestaurierung



fungieren in der Regel immer Wasser oder durch Wasser transportierte Schadsalze. Das Ergebnis der verschiedenen Verwitterungsprozesse bzw. Korrosionsarten liegt letztlich in einem Festigkeitsverlust. Dies kann oberflächennah geschehen oder auch in tiefer liegenden Zonen stattfinden. Die Konsequenz sind Schadensbilder wie Absanden oder Abbröckeln, Abschuppen, Krustenbildung, Schalenbildung oder Rissbildung.



Maßnahmen und Verfahren, die konservierenden, restaurativen und/oder prophylaktischen Charakter haben können.





## Steinfestigung



### Natursteinfestigung auf Basis von Kieselsäureester

Die Steinfestigung gilt als restaurative, also wiederherstellende Maßnahme in der Steinkonservierung. Die Natursteinverwitterung führt zu mehr Porenraum im Natursteingefüge bei gleichzeitiger Schwächung der oberflächennahen Bereiche.

Durch gezielte Bindemittelzufuhr soll die geschädigte, d. h. in ihrer mechanischen Stabilität beeinträchtigte Baustoffmatrix wieder gefestigt werden.

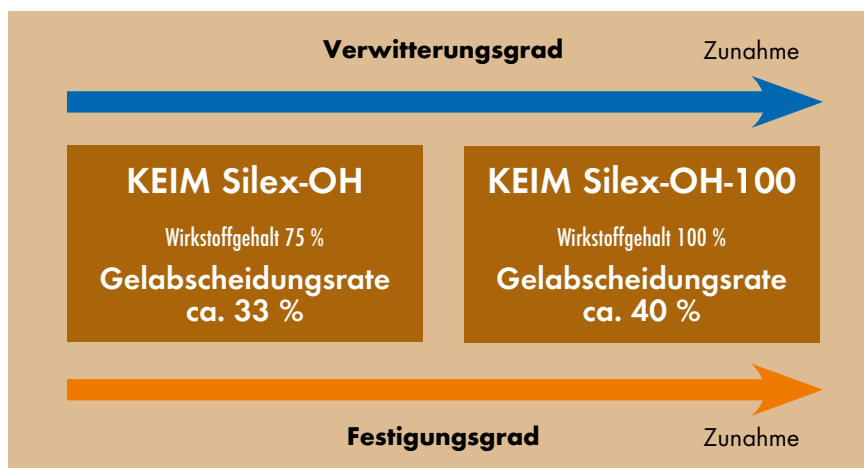
Seit langem haben sich für die Steinfestigung Produkte auf Basis von Kieselsäureester bewährt. Sie scheiden bei Reaktion mit Wasser festigendes Kieselgel ab. Gleichzeitig bleiben die Kapillarität und Wasserdampfdurchlässigkeit des gefestigten Materials erhalten.

Zielsetzung einer erfolgreichen Steinfestigung ist die Wiederherstellung des ursprünglichen Festigkeitsniveaus. Entsprechend sind die Steinfestigungsprodukte KEIM Silex-OH in zwei verschiedenen Varianten mit unterschiedlicher Gelabscheidungsrate verfügbar.

Die wesentlichste Voraussetzung für eine optimale Steinfestigung ist darüber hinaus die komplette Durchtränkung der verwitterten Steinzone bis hin zum unverwitterten Kern. Dazu wird der Festiger am besten im Flutverfahren mehrmals nass in nass bis zur Sättigung des Baustoffs aufgebracht.

*Bild links:  
Details der restaurierten Fassaden der Hafenverwaltung in Bilbao, Spanien*

*Bild rechts:  
Kloster von Pelayo in Oviedo (Detail)*





# Hydrophobierende Imprägnierung



**Hydrophobierende  
Imprägnierung  
als klassische  
Steinkonservierungs-  
methode**

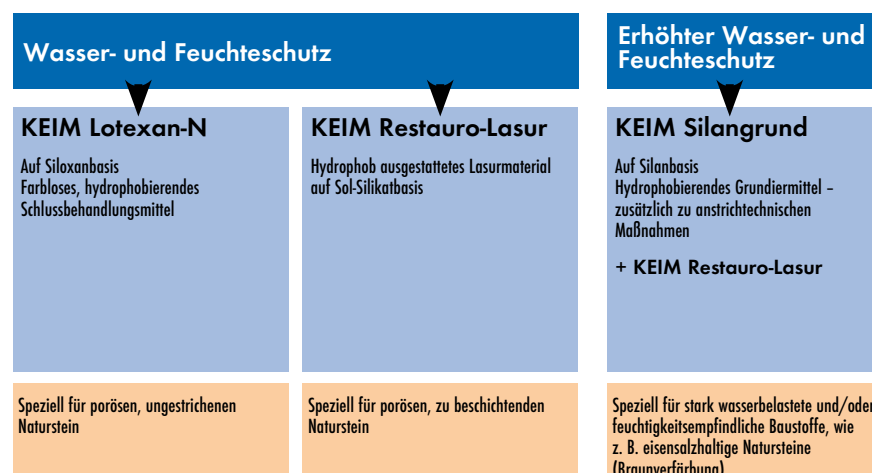
Die meisten Verwitterungsprozesse an Natursteinen werden durch das Vorhandensein von Wasser verursacht oder begünstigt. Insofern zählt der Schutz vor Wasser bzw. Feuchtigkeit zu den klassischen Steinkonservierungsmethoden.

Hydrophobierungsmittel durchdringen im Sinne einer Imprägnierung die Baustoffoberfläche und machen sie dabei wasserabweisend. Zu diesem Zweck verwendet man heute vornehmlich siliciumorganische Verbindungen wie Siloxane oder Silane. Gleichwohl geben auch hydrophob ausgerüstete Anstriche allein schon einen ausreichenden Verwitterungsschutz. Grundsätzlich gilt es aber immer, zunächst den jeweiligen Naturstein und dessen Zustand

zu prüfen, ob eine Hydrophobierung überhaupt möglich bzw. sinnvoll ist. Es gibt durchaus Natursteine, die sich aufgrund ihrer Dichtigkeit gar nicht oder kaum hydrophobieren lassen (z. B. Basalt, Granit oder Marmor). Auch stark salzhaltige Natursteine sollten nicht hydrophobiert werden, da es hinter der hydrophobierten Schicht zu hohen Salzkonzentrationen kommen kann, die ihrerseits zu Krustenbildung und in Konsequenz zu Abplatzungen führen können. Ebenfalls kritisch ist die Hydrophobierung von tonmineralhaltigen Gesteinen. Das KEIM Restauro-Programm bietet verschiedene Möglichkeiten zur Hydrophobierung von Natursteinoberflächen, mit dem Ziel, die Aufnahme von Wasser und Schadstoffen zu reduzieren.

Bilder links:  
Wasserturm  
in Mannheim

Bild rechts:  
Kloster von Pelayo  
in Oviedo







## Steinersatz

### Natursteinergänzung und Spezial- anwendungen mit Restauriermörteln

Die Anwendung von Steinersatzmörteln zur Rekonstruktion verloren gegangener Steinsubstanz reicht bis ins 16. Jahrhundert zurück. Trotz der rasanten Weiterentwicklung in der Baustofftechnologie und des erweiterten Wissens über die Prozesse rund um den Natursteinzerfall bzw. seine Verwitterung ist die Natursteinergänzung mittels geeigneter Restaurierungsmörtel auch heute noch eine echte Herausforderung für alle an der Restaurierung von Natursteinfassaden und Denkmälern Beteiligten.

Die Forderung nach maximalem Erhalt und Schutz der originalen Steinsubstanz hat heute einen deutlich höheren Stellenwert als in früheren Zeiten. Insofern haben prophylaktische Maßnah-

men stark an Bedeutung gewonnen, um Schädigungen an Natursteinbauteilen, die zum Ersatz der Originalsubstanz führen, bereits im Vorfeld zu vermeiden. Dennoch sind Steinergänzungsmörtel auch heute noch ein wesentlicher Bestandteil der Natursteinrestaurierung. Die mineralischen Restauriertrockenmörtel aus dem KEIM Restauo-Programm bieten hierzu eine große Anzahl an Möglichkeiten, Schäden an Natursteinbauteilen fachgerecht instand zu setzen.

Produkt Eigenschaft	KEIM Restauo- Grund	KEIM Restauo- Top	KEIM Restauo- Fuge	KEIM Restauo- Gieß
<b>Verwendung</b>	Zum Unterfüllen tiefer Schadstellen (> 2 cm) und als Kernmaterial für Abformungen	Steinersatz für oberflächennahe Bereiche, auch bei offenen Formen	Fugenersatzmaterial, besonders für Natursteinmauern, aber auch für Klinker oder KS	Zum Nachbilden von Figuren und Bauteilen durch Ausgießen von Formen
<b>Körnung</b>	< 3,2 mm	< 0,7 mm	< 1,6 mm	< 0,6 mm
<b>Festigkeit N/mm<sup>2</sup></b>	25 - 30	ca. 10	ca. 8	35 - 45
<b>Farbtöne</b>	braun	Farbkarte oder Befund	Farbkarte oder Befund	Farbkarte oder Befund



## Schutzbeschichtung

**Einzigartig und  
perfekt – Schutz und  
Farbfassung von  
Naturstein mit KEIM  
Restauro-Produkten in  
Sol-Silikatechnologie**

**Bild:  
Parlament Navarra,  
Pamplona**

Der Erhalt und Schutz von originaler Steinsubstanz hat heute in der Denkmalpflege zu Recht erste Priorität. Nur so können Schädigungen an Natursteinbauteilen, die zum Ersatz der Originalsubstanz führen, weitgehend vermieden werden.

Die Lasurprodukte aus dem KEIM Restauro-Programm bieten dafür optimale Lösungen in bisher einzigartiger Form: Mit einer speziell auf die Anforderungen von Natursteinen abgestimmten Bindemittelformulierung auf Basis der Sol-Silikatechnologie ist KEIM Restauro-Lasur in jeder Hinsicht ideal geeignet, um den empfindlichen und wertvollen Baustoff Naturstein optimal zu schützen. Als mineralisch gebundenes Produkt ist KEIM Restauro-Lasur für den mineralischen Naturstein grundsätzlich „materialgerecht“ – das spezielle Bindemittel Sol-Silikat in der hier eingesetzten Form

gewährleistet dabei eine kontrollierte Abbindung ohne unerwünschte Zufuhr an verfestigendem Bindemittel in den Untergrund.

Außerdem ist das Produkt mit einem sd-Wert von 0,02 m höchst diffusionsfähig und setzt der im Naturstein enthaltenen Feuchtigkeit ein Vielfaches weniger an Diffusionswiderstand entgegen als silikonharzgebundene Systeme.

Auch die deutlich höhere UV-Stabilität von Pigmenten und Bindemittel spricht für KEIM Restauro-Produkte als ideale Schutzbeschichtung auf Naturstein. Als klassische „Opferschicht“ ermöglichen natürliche Abwitterungsprozesse bei Restauro-Schutzbeschichtungen eine einfache und substanzschonende Erneuerung. Bei Kunstharz- bzw. silikonharzgebundenen Systemen müssen demgegenüber organische Bindemittelreste beschädigter, zerstörter oder abgewitterter Beschichtungen zunächst mit Hilfe chemischer oder abrasiver Methoden entfernt werden, bevor eine neue Schutzbeschichtung ausgeführt werden kann.

KEIM Restauro-Lasur schützt den Naturstein dank ihrer hydrophoben Ausstattung vor der Aufnahme von Wasser und Schadstoffen. Sie kann, gesteuert durch die jeweilige Verdünnungsstufe mit KEIM Restauro-Fixativ, von deckend bis lasierend verarbeitet werden und erlaubt so individuelle Farbfassungen von Naturstein oder auch dezente, angepasste Farbangleichungen von Reparaturstellen.

**KEIM Restauro-  
Lasur**

## Produktmerkmale im Überblick

### KEIM Restauro-Lasur

- höchst diffusionsoffen
- UV-stabil in allen Komponenten
- niedrige Verschmutzungsneigung
- mikroporös
- witterungsbeständig
- kontrollierte Abbindung
- spannungsarm
- säurebeständig
- leichte Verarbeitung



**KEIMFARBEN GMBH**

Keimstraße 16 / 86420 Diedorf / Tel. +49 (0)821 4802-0 / Fax +49 (0)821 4802-210  
Frederik-Ipsen-Straße 6 / 15926 Luckau / Tel. +49 (0)35456 676-0 / Fax +49 (0)35456 676-38  
[www.keim.com](http://www.keim.com) / [info@keimfarben.de](mailto:info@keimfarben.de)

**KEIM. FARBEN FÜR IMMER.**