

The image shows a close-up of a stone wall with a Gothic window. The window has a pointed arch and a tracery design. The stone is weathered and shows signs of age. The background is a dark green color.

Rolf Snethlage | Michael Pfanner

# Leitfaden Steinkonservierung

Planung von Untersuchungen und Maßnahmen  
zur Erhaltung von Denkmälern aus Naturstein

5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage

Fraunhofer IRB  Verlag

<https://doi.org/10.51202/9783738803082-1>

Generiert durch IP '18.227.10.59', am 11.06.2024, 16:43:33.

Das Erstellen und Weitergeben von Kopien dieses PDFs ist nicht zulässig.

In der Steinkonservierung sprechen begründete Schätzungen davon, dass sich Denkmalpfleger zur Hälfte ihrer Zeit mit den Folgen fehlgeschlagener Restaurierungen auseinandersetzen müssen.

Die Forschungen der letzten 35 Jahre haben den Kenntnisstand so erweitert, dass alle Maßnahmen der Steinkonservierung mit nachprüfbaren Anforderungskriterien beschrieben werden können, deren Einhaltung Bauschäden meist vermeidet und eine dauerhafte Erhaltung der Denkmalsubstanz sichert. Diese Kriterien stellen jedoch keine Richtlinien für die Anwendung einer ganz bestimmten Methode oder eines ganz bestimmten Konservierungsmittels dar. Starre Regeln verbieten sich bei den komplexen Fragestellungen der Denkmalpflege von selbst.

Dieser Leitfaden gibt deshalb keine Rezepte vor. Vielmehr werden dem Praktiker Hinweise gegeben, welche Probleme bei Steinkonservierungsmaßnahmen auftreten können. Er soll die Möglichkeit haben, dafür Lösungswege, keinesfalls aber Lösungsanweisungen zu finden.

# Risikoziffer

Umweltschäden an Denkmälern aus Marmor- und Sandsteinskulpturen erfassen und objektiv bewerten  
Gesamtrisikoziffern der im DBU-Projekt AZ 33 162/01-45 behandelten Objekte

## Schlosspark Sanssouci



**Apoll**

Carrara Marmor  
R(ges) = 0,49



**Vestalin**

Carrara Marmor  
R(ges) = 0,65



**Satyr**

Carrara Marmor  
R(ges) = 0,39

## Barockgarten Großsedlitz



**Hera Juno Original**

Sandstein Typ Cotta  
R(ges) = 0,64



**Hera Juno Kopie**

Sandstein Typ Cotta  
R(ges) = 0,53



**Rhea Kybele Original**

Sandstein Typ Cotta  
R(ges) = 0,64



**Rhea Kybele Kopie**

Sandstein Typ Cotta  
R(ges) = 0,55

## Schlosspark Nymphenburg



**Äolus**

Sterzinger Marmor  
R(ges) = 0,60



**Flora**

Laaser Marmor  
R(ges) = 0,59

## Baiersdorf bei Erlangen: Jüdischer Friedhof



**Siegmund Sulzberger**

Schilfsandstein  
R(ges) = 0,41



**Bernhard Ehrenbacher**

Schilfsandstein  
R(ges) = 0,40



**Nr. 935 Löw Gans**

Schilfsandstein  
R(ges) = 0,45



**Nr. 1091 Name unbekannt**

Buntsandstein  
R(ges) = 0,36

Rolf Snethlage, Michael Pfanner

## **Leitfaden Steinkonservierung**



Rolf Snethlage, Michael Pfanner

# Leitfaden Steinkonservierung

Planung von Untersuchungen und Maßnahmen  
zur Erhaltung von Denkmälern aus Naturstein

5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage

Fraunhofer IRB Verlag

<https://doi.org/10.51202/9783738803082-1>

Generiert durch IP '18.227.10.59', am 11.06.2024, 16:43:33.

Das Erstellen und Weitergeben von Kopien dieses PDFs ist nicht zulässig.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-7388-0307-5

ISBN (E-Book): 978-3-7388-0308-2

Lektorat: Claudia Neuwald-Burg

Herstellung: Angelika Schmid

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2020

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 970-25 00

Telefax +49 7 11 970-25 08

[irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Vorwort: Warum ein Leitfaden?

## Keine Vorschriften

Der unbefangene wie der hellhörige Leser wird sich unwillkürlich fragen: Was soll ein Leitfaden? Handelt es sich wieder um eine neue Variante der Qualitätssicherung nach ISO 9000? Brauche ich das überhaupt?

Gewiss, die Angst vor weiteren Vorschriften und Reglementierungen ist nicht ganz unberechtigt. Es besteht aber auch ein nicht zu bestreitender Bedarf für solche Regelwerke, gerade im Zusammenhang mit Ausschreibungen.

Der Leser möge nicht befürchten, es sei das Ziel dieses Buches, verpflichtende Richtlinien aufzustellen. Vielmehr soll der Leitfaden die Erkenntnisse, die in der Forschung seit nun mehr als 35 Jahren in großem Umfang gewonnen wurden, für den Praktiker erläutern, in Kriterien für eine gute Anwendung umformen und damit für die Praxis nutzbar machen. Er will dem Bedürfnis nach Anleitungen zur Qualitätssicherung in der Steinkonservierung entgegenkommen und auf diese Weise dazu beitragen, die an die Naturwissenschaftler gestellten Fragen leicht verständlich zu beantworten:

- Welche Konservierungsmittel sind richtig?
- Wie dauerhaft sind unsere Konservierungsmaßnahmen?
- Was muss ein Restaurator beachten?

Solch komplexe Fragen verbieten aus zwei Gründen von vornherein feste Vorschriften. Zum einen sind die Aufgaben der Konservierung so spezifisch und verschiedenartig, dass sie nie in einem Katalog von Vorschriften festgeschrieben werden könnten, zum anderen verbietet die Tatsache, dass Forschung für bislang nur unzureichend gelöste Fragen neue und bessere Lösungswege finden wird, jedwede starre Regeln, die doch nur in wenigen Jahren schon wieder veraltet sein könnten.

## Die Berufsgruppe der Restauratoren und Konservatoren

An wen richtet sich der Leitfaden? An alle in der Restaurierung und Konservierung tätigen Berufsgruppen, angefangen beim Handwerker über den Restaurator bis hin zum Kunsthistoriker, Architekten, Naturwissenschaftler und nicht zuletzt an die zuständigen Ämter, Auftraggeber und Denkmalbehörden. Eine gelungene Konservierungsmaßnahme zeichnet sich durch ihre Interdisziplinarität aus und gründet auf der funktionierenden Kommunikation aller Beteiligten. So individuell wie die Maßnahmen selbst sind auch die Berufe und Aufgaben:

Wissenschaftler nehmen Voruntersuchungen, Archivrecherchen und naturwissenschaftliche Tests vor; Bauforscher, spezialisierte Büros und Statiker kümmern sich um Pläne und Konstruktion; für einen reibungslosen Ablauf der Maßnahme zuständig

sind Architekten oder Restauratoren; ausgeführt werden die Arbeiten von Handwerkern und Restauratoren, die in den jeweiligen Materialien oder Fachgebieten versiert sind. Es ist jedoch schwierig, eindeutige Grenzen zwischen den Begriffen und Tätigkeiten zu ziehen. So gibt es neben den handwerklichen Restauratoren die Diplom- und Master-Restauratoren der Studiengänge Restaurierung und Konservierung an Fachhochschulen und Universitäten, oft spezialisiert auf bestimmte Materialien.

Masterstudiengänge in der Denkmalpflege bieten für Architekten, Kunsthistoriker und Restauratoren eine zusätzliche Weiterbildung an. Auskunft und Überblick zu den Ausbildungsmöglichkeiten in Deutschland findet man beim Verband der Restauratoren (VDR; [www.restauratoren.de](http://www.restauratoren.de)) sowie beim Restaurator im Handwerk e. V. ([www.restaurator-im-handwerk.de](http://www.restaurator-im-handwerk.de)); das alle zwei Jahre erscheinende Restauratoren Handbuch ermöglicht einen schnellen und kompakten Einstieg und Überblick (Restauratoren Handbuch 2018/2019). In Österreich ([www.dieangewandte.at/restaurierung](http://www.dieangewandte.at/restaurierung) und [www.orv.at](http://www.orv.at)) und in der Schweiz ([www.handwerkid.ch](http://www.handwerkid.ch) und [www.restaurierung.swiss/de](http://www.restaurierung.swiss/de)) gibt es ebenfalls spezielle Ausbildungen und Studiengänge.

Mit einem gewissen Bedauern ist zu beobachten, dass sich praktische und theoretische Restaurierung zusehends spalten. Oftmals verfügen die akademisch ausgebildeten Restauratoren nicht mehr über die handwerklichen Erfahrungen und Fertigkeiten, die man gerade bei Konservierungsmaßnahmen am Bau benötigt. Eine handwerkliche Ausbildung oder Lehre ist nach wie vor die beste Voraussetzung. Denn der heutige Restaurator restauriert nur das, was seine Vorgänger, die Handwerker, einst geschaffen haben. In manchen Ländern wie in Polen oder Ungarn ist die Ausbildung teilweise praktischer ausgerichtet. Nicht zufällig sind die Restauratoren aus diesen Ländern zusehends gefragt.

## **Keine fertigen Rezepte – Kooperation und Diskussion!**

Welchen Zweck verfolgt der Leitfaden also? Er soll helfen, für jedes Objekt die seinem Charakter gerecht werdende, bestmögliche Behandlungsmethode zu finden, so komplex und schwierig die fachlichen Probleme auch sein mögen. Das bedeutet aber gerade nicht das gedankenlose Anwenden von Rezeptbüchern und Vorschriften, sondern die Bereitschaft, aus einem Katalog von Möglichkeiten im interdisziplinären Disput den besten Lösungsweg zu finden und konsequent zu beschreiten. Der Leitfaden will deshalb besonders zum fruchtbaren Dialog auffordern, damit klare Entscheidungen getroffen werden. Es ist nicht gefordert, dass diese Entscheidungen immer absolut richtig sind. Es kann sogar vorkommen, dass sie sich auf lange Sicht als falsch erweisen. Entscheidend ist aber, dass die Beschlüsse voll und ganz den Stand des Wissens und der Technik berücksichtigen, sodass die Maßnahmen schlussendlich höchsten Qualitätsstandards genügen.

## Naturwissenschaftliche Kriterien als Hilfe für den Restaurator

In den vergangenen 35 Jahren sind durch die vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) bzw. vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekte viele Ergebnisse erzielt worden, die gesicherte Kriterien für die Bewertung von Konservierungsmaßnahmen aufzustellen erlauben. Diese Kriterien sollten natürlich auch eingehalten werden. Sie stellen jedoch keine Richtlinien für die Anwendung einer ganz bestimmten Methode oder eines ganz bestimmten Konservierungsmittels dar, sondern sind Hilfsmittel, um das beste Produkt und die beste Anwendungsmethode zu finden.

Richtig verstanden limitieren diese Kriterien die restauratorische Freiheit nicht, sondern gewährleisten Resultate, die dem neuesten Stand des Wissens und der Technik entsprechen. Der Leitfaden soll allen Fachleuten in der Steinkonservierung einen Weg aufzeigen, aufgrund welcher Kriterien die bestmöglichen Entscheidungen getroffen werden können, und er soll die Gewissheit vermitteln, dass die mit diesen Entscheidungen eingeleiteten Maßnahmen die denkbar bestgeeigneten für die Erhaltung des betreffenden Denkmals darstellen.

In erster Linie ist dieser Leitfaden selbstverständlich für die praktische Steinkonservierung gedacht, in der sich Geisteswissenschaft, Restaurierungs- und Naturwissenschaft treffen sollen. In zweiter Linie kann er aber auch dazu verwendet werden, bei der Markteinführung von Produkten diejenigen Kriterien festzulegen, welche die neuen Produkte erfüllen müssen.

## Vom richtigen Umgang mit dem Leitfaden

Um es noch einmal zu wiederholen: Dieser Leitfaden ist nicht geschrieben worden, um starre Regeln aufzustellen, sondern um Hilfen zu geben. Dem Praktiker sollen Hinweise gegeben werden, welche Probleme bei Steinkonservierungsmaßnahmen auftreten können, und er soll die Möglichkeit haben, dafür Lösungswege, keinesfalls aber Lösungsanweisungen zu finden.

Das diesem Leitfaden zugrunde liegende »Idealprojekt« stellt sich ohne Zweifel fast beängstigend umfangreich dar, und die Verfasser, selbst hinreichend mit der Praxis vertraut, sind natürlich nicht so vermessen zu glauben, dass ein derartiges Untersuchungsprogramm in jedem Fall auch sinnvoll, geschweige denn bezahlbar wäre.

Es ist aber das Ziel, möglichst alle Aspekte zu berücksichtigen, damit im Einzelfall das »Idealprogramm« zusammengestellt werden kann, das ganz auf die individuellen Bedürfnisse des Objekts ausgerichtet ist. Dies geschieht am besten anhand der

Inhaltsübersicht, die am Anfang jedes Kapitels steht und in der mit Hilfe der Kategorisierung in

- »unverzichtbare Maßnahme« (\*\*\*)
- »meist erforderliche Maßnahme« (\*\*) und
- »optionale Untersuchung oder Maßnahme« (\*)

die eindeutigen Prioritäten gesetzt sind.

Aus dieser Wertung wird schon ersichtlich, dass sich die Anzahl der tatsächlich durchzuführenden Untersuchungen beträchtlich reduziert, und das Gesamtprojekt sicher nicht den Umfang des gesamten Leitfadens einnehmen wird. Unter die Zahl der »unverzichtbaren Maßnahmen« sollte man aber keinesfalls gehen, da ansonsten die Minimalanforderungen an die Qualität und Nachprüfbarkeit der Maßnahmen nicht mehr gewährleistet sind.

Um Missverständnissen vorzubeugen, seien zwei Beispiele zur Anwendung der Inhaltsübersicht näher erläutert:

Laboruntersuchungen zur Festigung (Kapitel 9.2) und Erprobung an einer Musterfläche sind selbstverständlich nur dann »unverzichtbar«, wenn die Festigkeitsmessungen (Kapitel 6.4.8) im Arbeitsschritt »Untersuchungen zur Schadensdiagnose« (Kapitel 6.4) ergeben haben, dass eine Festigung nötig ist. Die Kategorie »unverzichtbar« soll also zum Ausdruck bringen, dass eine Festigungsmaßnahme ohne vorige Laboruntersuchungen und Erprobung an einer Musterfläche abzulehnen ist. Vergleichbares gilt für die Ausführung der Maßnahmen (Kapitel 13.2); sie ist logischerweise »unverzichtbar«. Die eigentlichen Maßnahmen wie Reinigung, Festigung usw. bleiben dagegen je nach Notwendigkeit »möglichlicherweise erforderlich«.

Der richtige Umgang mit diesem Leitfaden liegt also im eigenverantwortlichen und kritischen Benutzen der hier gemachten Vorschläge, die dazu beitragen sollen, fundiert zu planen und konsequente Projektverfolgung zu betreiben. In der Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz (DNK) ist 1998 eine sehr nachdenklich stimmende Broschüre »Schon aufgegeben und doch erhalten« erschienen, die in eindringlicher Weise die Bedrohung gefährdeter, dennoch sehr markanter Denkmäler durch »normierte« Begutachtungen erläutert. Möge der Leitfaden zu der Erkenntnis beitragen, dass auch für scheinbar dem Verfall preisgegebene Denkmäler immer noch Lösungen zu deren Bewahrung gefunden werden können.

## Anmerkungen der Verfasser

Der vorliegende Leitfaden stellt die ergänzte und erweiterte Neuauflage des Leitfadens von 2013 dar. Er berücksichtigt die wichtigsten, seit der letzten Auflage zum Thema Steinkonservierung erschienenen Publikationen.

Die Neuerungen der 5. Auflage betreffen u. a. Folgendes:

In Kapitel 3 wird die Bedeutung der »Archivarbeiten« besonders gewürdigt, ergänzen und fundieren sie doch viele, in diesem Buch vorgestellten, naturwissenschaftlichen Untersuchungen.

Im Kapitel 6.2.2.3 über 3D-Techniken sind die Ausführungen zur Vermessung und Kartierung von Objekten grundlegend überarbeitet worden. Der Abschnitt über elektronische Archive wie »MonArch« ist deshalb seiner Bedeutung gemäß vertieft abgehandelt.

In den Kapiteln 9 und 11 werden neuere Reinigungsmethoden wie Rucksacklaser oder Trockeneis vorgestellt. Die oftmals verpönten »Steinvierungen« erfahren als handwerklich anspruchsvolle Restaurierungstechnik eine angemessene Würdigung.

Die Kapitel 12 und 14 behandeln die nach wie vor kaum zu lösende Unvereinbarkeit von DIN- und EN-Normen, VOB (Vergabe- und Vertragsordnungen für Bauleistungen) und den sog. Anerkannten Regeln der Technik mit den Erfordernissen der Restaurierung. Bei der Erstellung eines LVs (Leistungsverzeichnisses) haben die Architekten nicht selten eine Gratwanderung zu machen, zumal bei öffentlichen Aufträgen – ein Großteil von Restaurierungsobjekten fällt darunter – die VOB bindend ist. Umso wichtiger ist es sowohl für den Planer als auch die ausführende Firma, diese VOB genau zu kennen. Sie kann und darf nicht einseitig zu Gunsten oder Ungunsten einer Partei abgewandelt werden.

Das Kapitel 11 »Ausarbeitung eines konkreten Maßnahmenplans« hat eine umfangreiche Aktualisierung erfahren, um die neuen digitalen Methoden ihrer Bedeutung gemäß einzuführen.

Im Vorspann sind aufgrund von Überlegungen, den Leitfaden für Nicht-Fachleute und Quereinsteiger leichter verständlich zu machen, gänzlich neue Kapitel eingefügt worden, die eine Einführung in die fachlichen Grundlagen anbieten:

- Genese und Eigenschaften von Gesteinen
- Marmor – Eigenschaften und Verwitterung
- Konservierungsmittel und Konservierungsmethoden – kleine Einführung in die chemischen Grundlagen
- Risikoziffer – Umweltschäden an Skulpturen aus Marmor und Sandstein erfassen und objektiv bewerten.

Die Verfasser wollen mit diesen Kapiteln dem Neueinsteiger grundlegende Verständnisfragen wie in einem Kurzlehrbuch nahebringen.

Bedauerlicherweise hat es seit der letzten Auflage bei der Entwicklung und Erprobung von neuen Konservierungsmitteln kaum Neuerungen gegeben. Es zeigt sich, dass die mangelnde Förderung dieser Forschung in Deutschland auch durch die verdienstvollen DBU-Projekte nicht ausgeglichen werden kann. Die Resultate, welche in

dem BMFT-Programm »Steinzerfall – Steinkonservierung« erzielt wurden, sind bis heute nicht übertroffen worden und dienen weiterhin als Grundlage für die Ableitung von Anwendungskriterien.

Die an die Praxis gebundenen Projekte der DBU können diese Lücke schon aufgrund ihrer Orientierung nicht schließen. Sie erlauben eigentlich nur den Einsatz bekannter Konservierungsmittel und -methoden; die Entwicklung neuer Stoffe und Verfahren bedarf jedoch der Loslösung vom Einzelobjekt und die Hinwendung zum Modellfall, d. h. die Erprobung der neuen Stoffe und Methoden an Modellmaterialien im Labor. Demgegenüber hat die Förderung durch die DBU den unschätzbaren Vorteil, Denkmalpflege, Konservierungswissenschaften und Naturschutz miteinander zum gegenseitigen Nutzen zu verbinden, wodurch sich vollkommen neue Argumente und Strategien zur Erhaltung von Denkmälern ergeben.

Auch die Förderung auf EU-Ebene hat nur wenige Fortschritte für die Konservierungswissenschaft gebracht. In den vergangenen Jahren ist sie im Bereich »Cultural Heritage« sogar fast zum Erliegen gekommen. Die geringe Resonanz der EU-Förderung hat vor allem den Grund, dass es großer zeitlicher und organisatorischer Anstrengungen bedarf, ein internationales Team aus mehreren Nationen zusammenzustellen. Ist das gelungen, dann liegen die Erfolgsaussichten auf eine Förderung immer noch bei weniger als 10 %, sodass die meisten potentiellen Antragsteller vor diesem übergroßen und selten von Erfolg gekröntem Aufwand zurückschrecken.

Der besondere Dank der Verfasser gilt denjenigen Kollegen, welche durch Hinweise, Korrekturarbeiten oder das bereitwillige Überlassen von Fotos und Zeichnungen das Entstehen des Leitfadens aktiv gefördert haben: Dr. Th. Aumüller, Prof. Dr. A. Boué, Prof. Dr. R. Drewello, Dipl.-Ing. M. Hartmann, M. Hauck M. Sc., Dipl.-Ing. D. Kollmann, Dipl.-Ing. (FH) J. Pfanner, Dr. R. Pick, Dipl.-Ing. L. Heim-Reichenbach, Prof. Dr. H.-R. Sasse, Dr. H. Schuh, Dr. E. Wendler, Dipl.-Ing. N. Wetter, sowie Hüttenmeister U. Först und Herr R. König M. Sc. von der Dombauhütte Bamberg. Für die vorliegende 5. Auflage steuerten Stephanie Hodek M. Sc., Christa Pfanner-Birkeneder M.A., Dipl.-Ing. Viola Rein und Dipl.-Ing. Florian Winkler wichtige Ergänzungen und Anregungen bei.

Dank gebührt auch immer noch dem Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, das den Gedanken des Leitfadens zur Verbreitung der Forschungsergebnisse des Förderschwerpunktes »Naturwissenschaftliche Forschung für den Denkmalschutz« seinerzeit 1995 nachhaltig unterstützt hat.

Abschließend möchten die Verfasser darauf hinweisen, dass wertvolle ergänzende Informationen den DIN-Normen, den Merkblättern der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft (WTA) und den Arbeitsblättern des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege entnommen werden können. Die entsprechenden Verweise sind dem Literaturverzeichnis im Anhang zu entnehmen.

# Inhaltsübersicht

## **Erläuterungen zu den fachlichen Grundlagen der Natursteinkonservierung 13**

E1	Genese und Eigenschaften von Gesteinen . . . . .	15
E2	Marmor – Eigenschaften und Verwitterung . . . . .	31
E3	Konservierungsmittel und Konservierungsmethoden – kleine Einführung in die chemischen Grundlagen . . . . .	41
E4	Risikoziffer – Umweltschäden an Skulpturen aus Marmor und Sandstein erfassen und objektiv bewerten . . . . .	71

## **Leitfaden Steinkonservierung . . . . . 79**

Detaillierte Inhaltsverzeichnisse finden Sie am Anfang eines jeden Kapitels mit einer Zuordnung der Maßnahmen und Untersuchungen in die Kategorien

\*\*\* unverzichtbare \*\* meist erforderliche \* optionale Untersuchung oder Maßnahme.

1	Erste Sitzung der Projektleitung . . . . .	***	81
2	Objektidentifikation . . . . .	***	95
3	Archivarbeiten . . . . .	***	103
4	Mauerwerk und Statik . . . . .	*	113
5	Hydrogeologie . . . . .	***	127
6	Bestandsaufnahme . . . . .	***	135
7	Zweite Sitzung der Projektleitung . . . . .	***	179
8	Klima- und Schadstoffmessungen . . . . .	**	183
9	Methoden und Laboruntersuchungen zur Konservierung . . . . .	***	193
10	Dritte Sitzung der Projektleitung . . . . .	***	285
11	Bearbeitung der Musterfläche (Probefläche) . . . . .	***	291
12	Vierte Sitzung der Projektleitung . . . . .		349
13	Begleitung und Ausführung der Maßnahmen . . . . .	***	365
14	Fünfte Sitzung der Projektleitung . . . . .	***	379
15	Nachkontrolle, Monitoring und Wiederbehandlung . . . . .	**	383
16	Sonderverfahren Acrylharzvolltränkung (AVT) . . . . .	*	399
17	Sechste Sitzung (Abschlusssitzung) der Projektleitung . . . . .	***	405
	Anhang . . . . .		411

