

Leitfaden

# Zustandserhebung und Monitoring

an Wandmalerei und  
Architekturoberfläche



Leitfaden

# Zustandserhebung und Monitoring

an Wandmalerei und  
Architekturoberfläche

## Herausgeber

Bundesdenkmalamt

## Koordination

Mag. *Markus Santner*, Bundesdenkmalamt, Abteilung für Konservierung und Restaurierung

## AutorInnen

Univ. Prof. DI Mag. *Wolfgang Baatz*, Akademie der bildenden Künste Wien, Institut für Konservierung-Restaurierung

Dr. *Bernd Euler*, Bundesdenkmalamt, Abteilung für Konservierung und Restaurierung

Ao. Univ. Prof. Dr. *Erich Mursch-Radlgruber*, Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie

Mag. *Markus Santner*, Bundesdenkmalamt, Abteilung für Konservierung und Restaurierung

Mag. *Beate Sipek*, Akademie der bildenden Künste Wien, Institut für Konservierung-Restaurierung

Assoc.Prof. Dr. *Katja Sterflinger-Gleixner*, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Angewandte Mikrobiologie

Ao. Univ. Prof. Dr. *Johannes Weber*, Universität für angewandte Kunst, Naturwissenschaften in der Konservierung

## Titelfoto

Detailaufnahme vom Christuskopf, Langhausnordwand, Johanneskapelle in Pürgg. (© Stefan Linsinger ZT – GmbH, Salzburg 2011).



Messung der Oberflächenleitfähigkeit  
an den romanischen Wandmalereien  
in der Johanneskapelle in Pürgg  
© BDA, Irene Dworak 2011

## Vorwort

Die Idee, einen **Leitfaden** zu „Zustandserhebung und Monitoring an Wandmalerei und Architekturoberfläche“ zu erstellen, ist im Wesentlichen aus der Bearbeitung und Evaluierung von älteren Restaurierungen entstanden. Unter dem Begriff des Monitorings in Zusammenhang mit der Bestandserhaltung von Denkmälern werden oft unspezifisch einzelne Untersuchungen oder verschiedene Messungen verstanden. Daher erschien es sinnvoll, entsprechende Definitionen zu erarbeiten und die verschiedenen Einzelmethoden in ein zusammenhängendes System zu bringen. Dieses System ergibt einen Leitfaden, der naturgemäß nicht starr sein darf, sondern objekt- und fallspezifisch mit Inhalten zu befüllen ist.

Mit diesem Leitfaden sollte nicht zuletzt auch ein Instrumentarium geschaffen werden, mit dem man aktiv Zustandskontrollen initiieren kann, anstatt immer nur reaktiv erst in einem Anlass- oder Schadensfall restauratorisch beziehungsweise denkmalpflegerisch zu handeln. Damit ordnet sich dieses Projekt in das aktuelle Anliegen der preventive conservation beziehungsweise in die Konzepte zur Pflege und Wartung ein. Daher wurde auch dem Ziel einer breiten Anwendbarkeit der Vorzug gegenüber der letztmöglichen wissenschaftlichen Ausdifferenzierung gegeben.

Der Leitfaden soll für RestauratorInnen eine Orientierungshilfe, für DenkmalpflegerInnen, ArchitektInnen oder EigentümerInnen kann er zur Definition der erwarteten Schritte und damit zur Kostenermittlung und Festlegung des Auftragsrahmens eine nützliche Information darstellen.

Besonderes Augenmerk wurde auf eine benutzerfreundliche, flexible und praxisnahe Anwendung des Leitfadens gelegt. Demzufolge liegt ihm ein Aufbau in **Stufen** und **Bausteinen** zugrunde. Abhängig von der Fragestellung, der Problemstellung des Untersuchungsobjektes, den Zielen oder den finanziellen Ressourcen sollen die Bausteine aus der Stufe I (Leitfaden zur Zustandserhebung an Wandmalerei und Architekturoberfläche) beziehungsweise

ergänzend – einzelne oder alle – Bausteine aus der Stufe II (Leitfaden für Monitoring an Wandmalerei und Architekturoberfläche) herangezogen werden. Die in den Bausteinen beschriebenen Anforderungen sollen zu einer noch klareren Grundlage in der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den RestauratorInnen und den Naturwissenschaften, DenkmalpflegerInnen, ArchitektInnen und EigentümerInnen führen. Es ist selbstverständlich, dass die Bausteine nicht ausschließlich zur Durchführung eines Monitorings dienen, sondern dass sie ebenso auch im Zuge einer geplanten Konservierung und Restaurierung verwendet werden können. Naturgemäß enthalten sie aber nicht alle Schritte, die bei der Vorbereitung einer Konservierung und Restaurierung relevant sind, und umfassen daher auch nicht das gesamte Spektrum, das zu einer Voruntersuchung vor einer Maßnahme gehört.

Grundsätzlich stellt der Leitfaden also keine starre Anleitung für bestimmte Untersuchungen an Wandmalerei-Architekturoberfläche (z.B. Befundung) dar. Die Anwendung der einzelnen hier beschriebenen Untersuchungs- und Messmethoden muss bei jedem einzelnen Objekt im Regelfall von den RestauratorInnen neu überprüft und diskutiert werden. Die im Anhang beigefügten und auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes zum Downloaden bereitgestellten Begleitblätter sind als Beispiele ausgearbeitet worden. Der Leitfaden erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Endgültigkeit und wird daher ausdrücklich als nummerierte Fassung mit Jahreszahl gekennzeichnet. Er wird in regelmäßigen Abständen evaluiert und in diesem Zusammenhang werden Kritik und Anregungen gerne entgegengenommen.

Ein besonderer Dank ergeht an dieser Stelle an Wolfgang Baatz, Erich Mursch-Radlgruber, Beate Sipek, Katja Sterflinger-Gleixner und Johannes Weber, die in zahlreichen Arbeitstreffen seit Dezember 2010 an der Erarbeitung dieses Leitfadens mitgewirkt haben.

Markus Santner  
Wien, Februar 2012

# Inhalt

8	<b>Einleitung</b>
11	<b>Stufe I: Leitfaden zur Zustandserhebung an Wandmalerei und Architekturoberfläche</b>
12	<b>Bestandserhebung (Vorerhebung)</b>
12	<b>BAUSTEIN I — 1</b> Angaben zum Bauwerk
13	<b>BAUSTEIN I — 2</b> Angaben zur Wandmalerei und Architekturoberfläche
13	<b>Zustandserhebung</b>
13	<b>BAUSTEIN I — 3</b> Feststellung des Erhaltungszustands
14	<b>BAUSTEIN I — 4</b> Abschätzung von Art und Dringlichkeit weiterführender Maßnahmen
14	<b>Bericht zu Bestands- und Zustandserhebung</b>
15	<b>Stufe II: Leitfaden für Monitoring an Wandmalerei und Architekturoberfläche</b>
16	<b>Kriterien für die Entscheidung über die Durchführung eines Monitoring</b>
16	<b>Festlegen der Referenzen für ein Monitoring-Programm</b>
17	<b>Monitoring</b>
18	<b>BAUSTEIN II — 1</b> Übernahme der Informationen aus der Zustandserhebung (Stufe I)
18	<b>BAUSTEIN II — 2</b> Schadensdokumentation
20	<b>BAUSTEIN II — 3</b> Fotodokumentation
21	<b>BAUSTEIN II — 4</b> Feuchtemessung
22	<b>BAUSTEIN II — 5</b> Klimamessung
25	<b>BAUSTEIN II — 6</b> Probenentnahme
28	<b>BAUSTEIN II — 7</b> Kartierung
29	<b>Bericht zum Ergebnis des Monitorings</b>
30	<b>Anhang</b>
30	Begleitblatt zur Bestandserhebung (Vorerhebung)
34	Begleitblatt zur Zustandserhebung
36	Begleitblatt zur Schadensdokumentation (Schadenskatalog)
37	Begleitblatt für Fotoaufnahmen von Referenzflächen
38	Begleitblatt zur Klimamessung
39	Begleitblatt für Laboruntersuchung
39	Nomenklatur von Schadensformen
42	Literaturauswahl

## Einleitung

**Ziel des Leitfadens** ist eine vereinheitlichte Vorgangsweise bei der Zustandsuntersuchung und Dokumentation von Objekten der Wandmalerei und Architekturoberfläche zum Zweck ihrer bestmöglichen Zustandskontrolle und Ermittlung der konservatorischen Notwendigkeiten. Dabei wird in diesem Leitfaden zwischen zwei Formen der Kontrolle unterschieden: Zustandserhebung und Monitoring. Beide Formen verfolgen im Prinzip dieselbe Zielsetzung, nämlich

- den Handlungsbedarf zu erkennen und zu definieren sowie
- Zerstörungsprozesse und deren Ursachen nachzuweisen.

Die beiden Formen hängen eng zusammen und bauen aufeinander auf; daher werden sie auch als Stufe I (Zustandserhebung) und Stufe II (Monitoring) bezeichnet. Im Einzelfall können sie sich durchaus auch derselben Methoden bedienen.

Als **Ausführende** der Zustandserhebung oder des Monitorings gelten in der Regel RestauratorInnen, die gegebenenfalls mit den Naturwissenschaften zusammenarbeiten können. Die für das Objekt notwendigen Recherchen sind jedoch auch von anderen Projektbeteiligten zu erbringen (EigentümerInnen, ReferentInnen des Bundesdenkmalamtes und der Diözesen)

Die **Zustandserhebung** (Stufe I) verfolgt das Ziel, sachdienliche Informationen zu einem Objekt in Hinblick auf den vorgefundenen Bestand und Zustand übersichtsweise zu erfassen. Schadens- und Risikoquellen sind in einer Weise zu untersuchen, dass notwendige dringende Maßnahmen erkannt und definiert werden können. Darüber hinaus soll die Zustandserhebung einerseits Vergleiche mit erfassbaren älteren Befunden erlauben und andererseits eine vergleichende Kontrolle zu einem späteren Zeitpunkt in weitgehend objektiver Weise ermöglichen. Die Zustandserhebung stützt sich in erster Linie auf visuelle Erkundungen und den Einsatz von einfachen Handgeräten. In vielen Fällen wird man mit einer Zustandserhebung mit relativ kurzem Zeitaufwand das Auslangen finden. Daher ist sie als selbständige Stufe definiert. Sollte sich herausstellen, dass die Bedeutung oder Komplexität des Falls eine weiterführende Erkundung bzw. ein Monitoring erfordert, dann wird die Zustandserhebung jedenfalls bereits den ersten Baustein für ein Monitoring bilden. In diesem Fall wird sie dann möglicherweise noch zu erweitern oder zu vertiefen sein.

Das **Monitoring** (Stufe II) basiert auf dem Ansatz, Phänomene und Messwerte, die in mehr oder weniger regelmäßigen Zeitintervallen beobachtet und erhoben werden, in systematischer Weise mit den in einer Grundlagenerhebung erfassten

Referenzen zu vergleichen. Dadurch sollen Prozesse erkennbar gemacht werden, in welche gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen eingegriffen werden kann. Die Schaffung von Referenzen ist ein essentieller Bestandteil eines Monitoring-Programms. Im Vordergrund steht daher der Aspekt einer möglichst objektiven und reproduzierbaren Nachkontrolle der Referenzen. Es werden nur Größen gemessen bzw. Phänomene dokumentiert, von denen auszugehen ist, dass sie erhaltungsrelevant und nachvollziehbar sind. Sind diese Referenzen einmal festgelegt, dann werden sie im Monitoring-Programm auch dann nachkontrolliert, wenn kein unmittelbarer Verdacht auf eine Veränderung besteht. Das Monitoring sollte in gewissen Zeitabständen ( $\leq 10$  Jahre) wiederholt werden.

Jede Stufe des Leitfadens besteht aus einzelnen **Bausteinen** (Arbeitsschritte), die eine Matrix bilden. Es handelt sich also um einen Raster von Kriterien und Parametern, die je nach Beschaffenheit des Objekts und Problemlage heranzuziehen und mit Inhalt zu befüllen sind. Die Bausteine des Leitfadens bilden eine Orientierungshilfe, die nicht erschöpfend sein kann und daher auch nicht als multiple choice zu verstehen ist. Aus der Natur der Objekte und der Zustandsphänomene können sich abweichende Vorgangsweisen ergeben. Es kann auch der Fall eintreten, dass man bereits auf Stufe I einen Baustein der Stufe II heranzieht. Natürlich greifen die Bausteine auch ineinander.

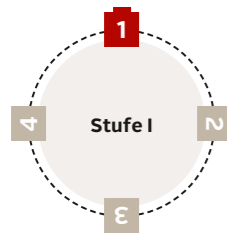
Ein wesentlicher Ausgangspunkt für die Erstellung des Leitfadens war der Wunsch, eine aktive Bestandspflege zu fördern. Damit sollen auch systematische Kontrollprogramme für Wandmalerei und Architekturoberfläche in bestimmten Regionen, aus definierten Epochen oder nach speziellen Kategorien angestoßen werden. Es versteht sich von selbst, dass die beschriebenen Schritte und Methoden auch im Rahmen einer ohnehin geplanten Konservierung und Restaurierung zur Anwendung gebracht werden sollen. Einzelne Bausteine werden im Anhang durch beispielhaft ausgearbeitete **Begleitblätter** ergänzt.

Der Leitfaden bezieht sich auf den aktuellen Stand von Technik und Wissen. In seltenen Einzelfällen steht eine Reihe von hochtechnologischen Methoden zur Verfügung, die im Leitfaden nicht abgehandelt werden. Der Leitfaden muss entwicklungsfähig bleiben und soll jeweils in späteren Fassungen aktualisiert werden. Daher ist das vorliegende Dokument als 1. Fassung mit Entstehungsdatum ausgewiesen. Jede Bezugnahme erfordert daher die Beifügung der aktuellen Fassungsnnummer. Textteile in kursiver Schrift geben Erläuterungen, Textteile in Normal-schrift bilden die Arbeitsschritte.

Stufe I

**Leitfaden zur Zustandserhebung**  
an Wandmalerei und  
Architekturoberfläche

## Bestandserhebung (Vorerhebung)



### BAUSTEIN I — 1

#### Angaben zum Bauwerk

*Faktoren, die für den Erhaltungszustand von Wandmalerei und Architekturoberfläche relevant sein können*

##### I—1.1. Standort (Bauwerk)

Ortsverband ■ frei stehend ■ Hanglage ■ Kuppe ■ Senke ■ umgebender Baumbestand ■ benachbarte Emissionsquelle ■ naher Schwerverkehr etc.

##### I—1.2. Umfeld

Geeignete Niveauanschlüsse bzw. Gefälle zum Ableiten von Niederschlagswässern ■ Hangwässer ■ Abführung der Fallrohre ■ Bestand und Funktionstüchtigkeit einer Drainage ■ feuchtesperrende Bodenanschlüsse ■ Belastung durch Schneeanfall ■ extreme Beschattung ■ Verkehr ■ Spritzwasser ■ Salzreinigung im Winter etc.

##### I—1.3. Außenbau

Geschlossenheit des Außenputzes, der Tünche oder der Steinverfugungen ■ erkennbare feuchtesperrende Wirkung des Außenputzes ■ Feuchtigkeits- bzw. Salzhorizonte und Fleckenbildung ■ offene Fugen zum Bodenanschluss ■ Sockelschäden (Art und Umfang) ■ Mauerwerksrisse ■ Zustand der Dachhaut und der Dachwasserableitung ■ Angriffspunkte für Feuchtigkeit bei Bauteilanschlüssen, Dachhosen, Ortgängen etc. ■ Funktionstüchtigkeit der Dachrinnen, Einlaufkessel und Fallrohre ■ Pflanzenwuchs im Mauerwerk etc.

##### I—1.4. Innenraum

Zustand des Innenputzes und der Tünche ■ feuchtesperrende Wirkung von Sockelputzen oder Wandverkleidungen ■ Feuchte- bzw. Salzhorizonte und Fleckenbildung ■ Mauerwerksrisse ■ feuchtesperrender Bodenaufbau ■ sichtbare Feuchteschäden am Bodenbelag ■ Schlagregendichte der Fenster ■ Kondensatableitung von Fensterflächen ■ Einfach- oder Mehrfachverglasung ■ Möglichkeit der Querdurchlüftung ■ Kondensatspuren an der Raumschale und am Fußboden ■ Funktionsfähigkeit der Lüftungsöffnungen im Gewölbe ■ Heizungsart und sichtbare Heizungsschäden ■ sichtbare Mikroorganismen an der Raumschale etc.

Für den **Baustein I—1. Angaben zum Bauwerk** wurde ein Begleitblatt erarbeitet, das im Anhang beigefügt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar ist.

### BAUSTEIN I — 2

#### Angaben zur Wandmalerei und Architekturoberfläche

##### I—2.1. Kurzrecherche zum Objekt

z.B. Dehio, Kirchenführer, Akten- und Fotoarchiv des Landeskonservatorats, Restaurierberichte etc., mit Quellenangabe:

Entstehungszeit ■ Autor ■ Darstellungsinhalt ■ ältere Zustandsbeschreibungen oder -dokumentationen ■ Vorgängerrestaurierungen ■ oral history etc.

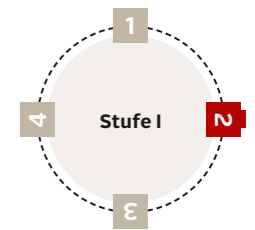
##### I—2.2. Position der Wandmalerei und Architekturoberfläche

Außenbau bzw. Innenraum ■ Bauteil ■ Höhe ab Bodenniveau ■ Maße ■ Himmelsrichtung und ggf. Wetterexposition ■ direkte Sonneneinstrahlung ■ Schutzdach ■ anschließende Bauteile hinter dem Trägermauerwerk ■ Beschaffenheit und Stärke des Trägermauerwerks (Bruchstein-, Quader-, -mischmauerwerk, Ziegel, ■ erkennbare bauliche Veränderungen, die in den Wandmalereibestand eingreifen wie z.B. Fensterausbrüche ■ mechanische Belastungen etc.

##### I—2.3. Ausführungstechnik (entstehungszeitlich/nachträgliche Überarbeitungen)

erkennbarer Putz- und Malschichtaufbau (Schichtenaufbau, Bindemittel, Zuschlagstoffe etc.) ■ erkennbare Maltechnik (Fresco, Secco, Sgraffito, plastische Auflagen, Ritzungen etc.) ■ Oberflächenstruktur, Anwurf- bzw. Kellenabzugstruktur, Oberflächenfaktor etc.) ■ Unterschiedliche Malschichten bzw. Fassungen (z.B. Übermalungen), etc.

Für den **Baustein I—2. Angaben zur Wandmalerei und Architekturoberfläche** wurde ein Begleitblatt erarbeitet, das im Anhang beigefügt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar ist.



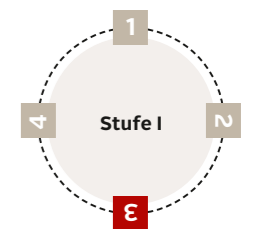
## Zustandserhebung

### BAUSTEIN I — 3

#### Feststellung des Erhaltungszustandes

**I—3.1. Feststellung des Erhaltungszustands nach visuell-empirischen Kriterien** (Identifizierung kritischer Bereiche und erkennbarer Schadensursachen) gegebenenfalls in Bezug auf die unterschiedlichen Ausstattungsphasen

**visuell erkennbare Schäden** (Abhebungen in Form von Schollen oder Schuppen durch Haftungsverlust, Festigkeitsverlust in Form von Absanden durch Bindemittelabbau, Verluste von Putz- oder Malschichten, Erosion, mechanische Verletzungen, Risse, Salzausblühungen, Beläge, Versinterungen, Mikroorganismen etc.) ■ Verschmutzungen ■ schadensrelevante Beobachtungen an den angrenzenden Flächen ■ Versuch einer Bewertung des Schadensfortschritts im Hinblick auf das Erscheinungsbild im Vergleich mit dem Vorzustand etc.

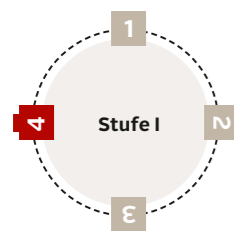


### I–3.2. Feststellung des Erhaltungszustands und der relevanten Faktoren mit einfachen instrumentellen Hilfsmitteln

Perkussionsmessung ■ Feststellung des Salzionengehalts an der Oberfläche durch befeuchtete Messstäbchen ■ Übersichtsmessung der Feuchteverteilung an den Wandflächen (z.B. Leitfähigkeits- oder Kapazitätsmessung) ■ diskontinuierliche Raumklimamessung etc.

I–3.3. **Punktueller Probenentnahme** für Laboranalysen zur Abklärung besonders gravierender Phänomene und zur Entscheidung über weiterführende Untersuchungen (z.B. Salze, Mikroorganismen)

Für den **Baustein I–3. Feststellung des Erhaltungszustands** wurde ein Begleitblatt erarbeitet, das im Anhang beigefügt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar ist.



### BAUSTEIN I – 4

#### Abschätzung von Art und Dringlichkeit weiterführender Maßnahmen

Bauliche und/oder raumklimatische Sofortmaßnahmen ■ Notsicherungen an den Wandmalereien ■ Konservierungsmaßnahmen ■ weiterführende Untersuchungen ■ Beginn eines Monitoring-Programms ■ Erstellung eines baulichen bzw. restauratorischen Erhaltungskonzepts etc.

Für den **Baustein I–4. Abschätzung von Art und Dringlichkeit weiterführender Maßnahmen** wurde ein Begleitblatt erarbeitet, das im Anhang beigefügt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar ist.

### **Bericht zu Bestands- und Zustandsuntersuchung**

Die schriftliche Dokumentation soll sich an der Systematik der vorangehenden Bausteine orientieren. Sie schließt Skizzen (z.B. Bleistiftkonturzeichnung bei Wasserschäden) und Fotos zur Dokumentation der räumlichen Verteilung von wesentlichen Schadenszonen und Zustandsparameter ein. Die signifikanten Schadensbilder müssen aus der Text- und Bildbeschreibung deutlich hervorgehen.

Die Dokumentation der Zustandserhebung soll so beschaffen sein, dass die Feststellungen der Stufe I auch als Referenz für ein späteres vereinfachtes Monitoring (Nachkontrolle) herangezogen werden kann. Auf diese Weise können spätere allfällige Veränderungen im Zustandsbild leichter erkannt und nachvollziehbar zugeordnet werden. Der Bericht auf Ebene der Stufe I wird in vielen Fällen als Abschluss der Erkundung gelten können. Dies wird insbesondere im Rahmen von systematischen Erfassungsprogrammen der Fall sein.

## Stufe II

### **Leitfaden für Monitoring** an Wandmalerei und Architekturoberfläche



## Kriterien für die Entscheidung über die Durchführung eines Monitoring

Die Definition eines Monitoring und die Differenzierung gegenüber der Zustandserhebung (Stufe I) ist der Einleitung zum Leitfaden zu entnehmen.

Die Entscheidung, ob und in welchem Ausmaß für ein bestimmtes Objekt ein Monitoring-Programm durchgeführt werden soll, wird in der Praxis von verschiedenen Faktoren abhängen. Abgesehen von denkmalpflegerischen, finanziellen, logistischen und technischen Kriterien ist die Einschätzung der Notwendigkeit einer systematischen und periodischen Kontrolle entscheidend. Diese basiert auf der vermuteten oder belegten Schadensdynamik. So kann sich im Rahmen einer Zustandserhebung herausstellen, dass eine Monitoring-Überwachung notwendig und sinnvoll ist, um die konservatorischen Erhaltungsbedingungen für ein Objekt zu erkennen und zu definieren. In einem solchen Fall ist zu überprüfen, inwieweit die Zustandserhebung bereits ausreichende Referenzen zum Monitoring schafft oder geschaffen hat und ob eine Erweiterung in Richtung einer Grundlagenerhebung für ein Monitoring notwendig ist.

### Festlegen der Referenzen für ein Monitoring-Programm

Grundsätzlich werden Referenzen in diesem Leitfaden als Vergleichsebenen verstanden. Dazu gehören sowohl äußere Einflussfaktoren, die als Ursachen für Schadensprozesse relevant sind (z.B. Raumklima), als auch materialimmanente Veränderungen am Objekt selbst (z.B. Salzausblühungen). Die Erkenntnisse über solche Ursachen-Wirkung-Beziehungen und ihre periodische vergleichende Kontrolle gehören zum Kernbereich des Monitoring.

Im Rahmen eines Monitoring-Programms kann üblicherweise nicht die gesamte Wandfläche erfasst werden. Deshalb werden Referenzflächen (z.B. ein definierter Ausschnitt in der Malerei) definiert, die für die Feststellung von repräsentativen Zustandsveränderungen herangezogen werden.

Die Festlegung von Referenzflächen für ein späteres Monitoring soll selbstverständlich auch den Abschluss einer Konservierung-Restaurierung bilden.

#### 1. Auswahl der Referenzflächen für spätere Nachkontrollen

Die Festlegung der Flächen erfolgt nach dem Kriterium der Signifikanz und Repräsentativität der beobachteten Phänomene. Bei der Auswahl kommt einer vermuteten oder festgestellten Schadensdynamik, möglicherweise im Zusammenhang mit anderen gemessenen Parametern (z.B. Raumklima), besondere Bedeutung zu. Bei der Auswahl der Referenzfläche ist weiters zu beachten, dass bei späteren Zustandskontrollen die Zugänglichkeit gleichermaßen gewährleistet sein muss.

#### 2. Auswahl der Referenzkriterien (siehe Bausteine)

Festlegung der zu überprüfenden *Parameter*, unter Berücksichtigung aller *Einflussgrößen* und *Gegebenheiten*, die für den Erhaltungszustand relevant sind und bei späteren Nachkontrollen neuerlich erhoben werden sollen (fotografisch erfassbare Phänomene, Messwerte aus Feuchte- oder Salzanalysen, Klimamessung etc.). Die Erhebungsmethoden für diese Parameter müssen genau festgehalten werden,

um zu gewährleisten, dass beim späteren Monitoring die Werte und Beobachtungen unter weitestmöglich gleichen Bedingungen zustande kommen (Jahreszeiten, Gerätetypen etc.).

## Monitoring

Die Systematik der Bausteine ist in der Einleitung zum Leitfaden beschrieben. Die Kriterien der Auswahl und Anwendung auf Ebene des Monitoring werden im Folgenden erläutert:

Die Zustandserhebung ist in jedem Fall durchzuführen. Der Umfang der Recherche zur Vorgeschichte richtet sich jedoch nach dem Prinzip von Aufwand und Nutzen sowie nach der denkmalpflegerischen Bedeutung des Objekts.

Bei der Entscheidung, welche der Bausteine in welchem Umfang und mit welcher messwerttechnischen bzw. räumlichen Genauigkeit (Auflösung) zur Anwendung kommen, sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Relevanz der jeweiligen Bausteine für die Ziele des Monitoring (Überprüfung, inwieweit ein geplanter Arbeitsschritt sachdienliche Erkenntnisse zu offensichtlichen oder vermuteten Schadensprozessen liefern kann).
- Vorhandensein von Bezugsdaten oder -informationen aus früheren Erhebungen bzw. Möglichkeit von Vergleichsbefunden im Rahmen des zukünftigen Monitoring (Informationen, die nicht mit früheren oder zukünftigen Referenzbefunden verglichen werden können, dienen nicht der Verfolgung von Schadensprozessen. Wenn sie jedoch zur Erklärung von Schadensursachen oder zur Festlegung von Maßnahmen zu deren Behebung dienen, sind solche Informationen dennoch von Bedeutung).
- Dimensionen des Objekts (es versteht sich von selbst, dass Beobachtung, Messung, Kartierung und Bilddokumentation bezüglich der räumlichen Auflösung von der Wandgröße abhängen).
- konservatorische Aspekte (eine Beeinträchtigung des Objekts im Zuge der Untersuchungen ist möglichst zu vermeiden bzw. im vertretbaren Rahmen zu halten)

Die Herausforderung besteht darin, die Umstände in einer Vorschau so zu erkunden, dass Auswahl und Umfang der Bausteine vorgängig als Grundlage für eine Kalkulation und Finanzierung umrissen werden können.



## BAUSTEIN II – 1

### Übernahme der Informationen aus der Zustandserhebung (Stufe I)

Die Zustandserhebung (Stufe I) ist gleichzeitig der erste Baustein des Monitoring (Stufe II). Im Monitoring-Prozess bildet die Zustandserhebung (Bestands- und Zustandserhebung) auf Ebene der Stufe I den Ausgangspunkt. Die Dokumentation der Zustandserhebung ist die Grundlage für Vertiefung und Erweiterung.

Eine Vertiefung und Erweiterung kann auch bei den Recherchen zur Vorgeschichte sinnvoll sein: Literatur, Archivmaterialien, Restaurierberichte, wissenschaftliche Analysen (Laborberichte etc.), Pläne, Grundrisse etc., Fotoaufnahmen (Vorzustandsfotos, Alte Ansichten), mündliche Berichte etc.

Recherchen können unter anderem von Restauratoren oder Denkmalpfleger durchgeführt werden: Pfarramt/Gemeindeamt, Diözese, Bundesdenkmalamt (Hofburg, Landeskonservatorat, Restaurierwerkstätten Kunstdenkmale), im Einzelfall diverse Archive.

- Perkussionsmonitoring
- Wärmebildaufnahmen
- andere relevante Messverfahren (z.B. aktive oder passive Lasermethoden zur Messung von Dimensionsveränderungen)

#### II–2.2. Kriterien und Parameter für die Beschreibung des Schadensbildes

- Aussehen des Schadensbildes (z.B. Zerstörungsformen/Salzausblühungsformen etc.)
- Dimensionierung (einheitlich oder variabel)
- Singuläres oder verbreitet anzutreffendes Auftreten
- Intensität (gering/mittel/stark)
- Benachbarte Schadensphänomene, wenn ein deutlicher Zusammenhang mit dem beschriebenen Schadensbild besteht
- Weitere schadensrelevante Beobachtungen

#### II–2.3. Fotoaufnahme zum Schadenskatalog (→ siehe auch Baustein II–3.)

Die Aufnahme sollte möglichst einen Maßstab beinhalten. Angabe der Koordinaten oder Lokalisierung in einer Skizze oder auf einem Kartierungsplan oder Probenplan.

Der Schadenskatalog soll Schadensbilder darstellen, die einen offensichtlichen Zusammenhang mit einer rezenter Schadensentwicklung haben oder haben könnten.

Die Schadensbeschreibung dient der nachvollziehbaren Bewertung des Objektzustands zum Zeitpunkt der Begutachtung und hat im Wesentlichen die Beurteilung von Veränderungen im Zuge späterer Kampagnen zum Ziel.

Eine möglichst objektive Beschreibung und Dokumentation der Schadensphänomene bedingt, dass man sich soweit wie möglich einer einheitlichen Terminologie bedient. Zwischen Phänomenbeschreibung und -interpretation ist in diesem Zusammenhang klar zu unterscheiden.

Ein beispielhaft ausgearbeitetes Begleitblatt für einen **Schadenskatalog** ist im Anhang beigefügt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar.

Die im Anhang beigefügte **Nomenklatur von Schadensformen** (S. 39) soll als eine Art Manuelle die Beschreibung von Schadensformen unterstützen und ist jeweils objektbezogen anzuwenden. Die Zusammenstellung ist großteils zitiert aus Konrad Zehnder, „Naturwissenschaftliche Untersuchung und Dokumentation des materiellen Zerfalls an Denkmälern“, in: Salzsäuren an Wandmalereien, Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege Bd. 78, München 1986.



## BAUSTEIN II – 2

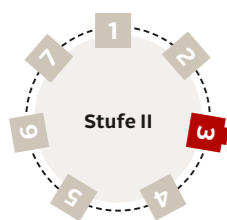
### Schadensdokumentation

Die Schadensdokumentation soll in Stufe II zu einer erweiterten und vertieften Erfassung des Erhaltungszustands (ausgehend von Stufe I, Baustein I–3.) mit dem Fokus auf Schadensbild und Schadensdynamik führen.

Wenn im Zuge der Erhebungen gravierende Mängel beziehungsweise Schadensverläufe festzustellen sind, müssen bauliche und raumklimatische Sofortmaßnahmen beziehungsweise Notsicherungen an den Wandmalereien veranlasst werden. Diese Notsicherungen sollten parallel mit den weiteren Erhebungen durchgeführt werden.

#### II–2.1. Methoden zur Schadensbegutachtung

- Basis-Feststellungen nach visuell-empirischen Kriterien (→ siehe I–3.1.)
- Erweiterte visuelle Feststellungen (digitales Mikroskop/Auflicht/Streiflicht/UV-Anregung/Abzugtest mit power-strip etc.)
- Feststellung von Farbveränderungen mit einem Farbmessgerät
- Basis-Feststellungen mit einfachen instrumentellen Hilfsmitteln (→ siehe I–3.2.)
- Quantitative Bewertung des Schadensfortschritts im Hinblick auf das Erscheinungsbild, die Intensität und räumliche Verbreitung im Vergleich mit dem Vorzustand
- Grafische Darstellung der räumlichen Verteilung von sichtbaren und verdeckten Schäden (Kartierung, → siehe Baustein II–7.)
- Übersichts- und Makroaufnahmen unter nachvollziehbaren Beleuchtungsbedingungen
- Periodische Messung des Oberflächenverlustes (abschnittsweise Sammlung des Materialabgangs und gravimetrische Auswertung)



## BAUSTEIN II – 3 Fotodokumentation

Mit der Fotodokumentation sollen der Istzustand des Objekts, bauliche Besonderheiten sowie Schadensquellen etc. visualisiert werden.

Eine Gesamtaufnahme kann auch als Kartierungsgrundlage dienen.

Für Referenzfotos gilt das Gleiche wie für alle anderen Formen der Referenzherstellung: Auswahl der Flächen nach dem Kriterium von signifikanten und repräsentativen Phänomenen/Vermutung oder Feststellung einer Schadensdynamik/Zusammenhang mit anderen gemessenen Parametern (z.B. Raumklima).

<b>Firma</b>
Ort: .....
Objekt: .....
Datum: .....

Musteretikett

### II–3.1. Grundlegende Anforderungen an die Fotoaufnahme

- Standardisierter Farbkeil (z.B. Kodak)
- Weißabgleich, z.B. Kodak Graukeil
- Wenn möglich, sollte ein Etikett (Detailaufnahmen) (Ort/Objekt/Fotograf/Aufnahmedatum/Maßstab) oder ein Maßstab (Gesamtaufnahmen) im Bild angebracht werden.
- Die Kameraauflösung muss gewährleisten, dass das kleinste signifikante Phänomen auf der Aufnahme nachvollziehbar ist. Zum Beispiel: Die Aufnahme eines Sandkornes mit einem Durchmesser von ca. 0,05 mm bedarf bei einem Ausschnitt von 15 × 20 cm einer Auflösung von 3000 × 4000 pixel, das entspricht 12 Megapixel. Um 1 mm große Sandkörner darzustellen kann der Bildausschnitt mit einer 12 Megapixel Kamera 20-mal größer sein.
- Idealerweise RAW oder TIFF Speicherformat, unkomprimiert

### II–3.2. Angaben zur Fotoaufnahme von Referenzflächen für Monitoring

- Aufnahmedatum
- Bildausschnitt (z.B. Gesamt- oder Detailaufnahme, Makroaufnahme) und dessen Größe
- Lichtquelle (z.B. Blitz/Fotolampen/Kaltlicht- oder Tageslichtlampen/UV/Tageslicht)
- Eintrag des Bildausschnittes, nach Angabe der Koordinaten oder Lokalisierung in einer Skizze oder auf einem Kartierungsplan.
- Beschreibung der zu beobachtenden Phänomene im Bildausschnitt, die im Rahmen des Monitoring besonders überprüft werden sollen (z.B. Weißschleier, Veränderungen von Schollen etc.)

### II–3.3. Spezifische Anforderungen an die Fotoaufnahme von Referenzflächen für Monitoring

Um die Vergleichbarkeit der Bildinformation im Rahmen des Monitoring zu ermöglichen, sind in den ausgewählten Referenzflächen unter anderem folgende Eigenschaften und Merkmale zu beachten: gleichmäßige Ausleuchtung (Streiflicht eignet sich im Allgemeinen wenig)/ausreichende Tiefenschärfe/geringe Verzerrung etc. Diese Eigenschaften und Merkmale müssen dokumentiert sein, um eine bestmögliche Wiederholung im Rahmen des Monitoring zu einem späteren Zeitpunkt zu ermöglichen. Die Umsetzung stellt hohe Ansprüche und ist möglicherweise nur durch professionelle Unterstützung zu gewährleisten.

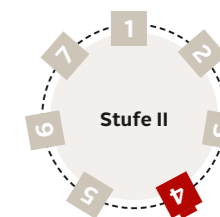
### II–3.4. Anforderungen an die Fotodokumentation

Die einzelnen Fotos mit Angaben der Fotonummer müssen entweder in Form einer CD oder einer DVD dem Bericht beigelegt werden. Die einzelnen Referenzflächen sind im Bericht abzubilden. Die Fotoabzüge sind auf alterungsbeständigem und säurefreiem Papier in definierter Qualität auszudrucken.

Das Begleitblatt **Fotodokumentation** ist im Anhang beigelegt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar.

## BAUSTEIN II – 4 Feuchtemessung

Zum Einsatz und Umfang von Feuchtemessungen nach erhaltungsrelevanten Gesichtspunkten siehe Einleitung zu den Bausteinen zum Monitoring.



### II–4.1. Anforderungen an eine Basismessung

Bei einer Ersterhebung und einer sporadischen Routinekontrolle sind stichprobenartige Messungen an vertikalen und horizontalen Profilen, insbesondere im Sockelbereich durchzuführen.

Anzugeben sind folgende Messparameter:

- Objekt
- Lokalisierung/Bauteil
- Datum der Messung
- BearbeiterIn
- Gerätetyp und Messverfahren (Leitfähigkeits-/Kapazitätsmessung)
- wenn möglich aktuelle Klimawerte (rF, T)

### II–4.2. Anforderungen an eine erweiterte Messung

Bei kritischem Objektzustand oder bei Vorliegen besonderer Gründe (z.B. Beginn eines geplanten Langzeitmonitoring oder im Vorfeld einer Sanierungsmaßnahme) soll eine rasterförmige Messreihe zumindest in den üblicherweise oder offensichtlich feuchtebelasteten Zonen (v.a. Sockelzone mit darüber liegendem Bereich) oder auch der gesamten Objektfläche vorgenommen werden.

- Wahl der Größe des Rasters anhand der Objektgröße (Als Faustregel dient eine Rasterweite von mindestens 1/10 der längeren Seite und höchstens 0,5 Meter)
- Je nach Streuung der Messwerte im Rasterfeld und je nach Rastergröße sind bevorzugt mehrere Messungen pro Feld durchzuführen, deren Mittelwert als gültiger Messwert in die Dokumentation eingetragen werden soll.
- Unterschiedliche Materialien und Oberflächenstrukturen können zu deutlichen Messwertabweichungen führen. Dies ist bei der Positionierung und der Anzahl der Messungen in einem Rasterfeld zu beachten.

Methoden zur direkten Feuchtebestimmung

Der tatsächliche Feuchtegehalt kann gravimetrisch (z.B. gemäß der DARR-Methode, üblicherweise im Labor) oder mittels CM-Methode ermittelt werden.

#### II—4.3. Messprotokoll

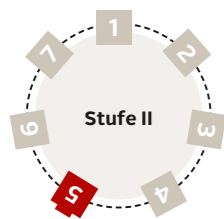
Die Messwerte sollen schriftlich in ein Protokoll mit Koordinatenangaben sowie in einen Plan/eine Skizze oder ein Foto eingetragen werden.

Die Zuordnung der Messwerte zu spezifischen Schadensphänomenen und/oder Probenentnahme soll protokollarisch oder in foto-/grafischer Form festgehalten werden.

Im Fall einer rein grafischen Darstellung von Messwerten, wird es sinnvoll sein, die Ergebnisse nach Messwertkategorien einzuzeichnen (z.B. Einteilung von Messwerten in niedrig – mittel – hoch, mit Legende).

Bei offensichtlich aktiven Schadenszonen sind in solchen Bereichen mehrere Messungen auszuführen, wo vermutlich eine Verbindung mit Feuchtigkeit und Salzen besteht.

Von besonderer Bedeutung ist auch hier die Nachvollziehbarkeit der Messungen in Hinblick auf die angeführten Messparameter, die Position der Messpunkte und die Verknüpfung mit Schadensphänomenen.



#### BAUSTEIN II — 5 Klimamessung

Zum Einsatz und Umfang von Klimamessungen nach erhaltungsrelevanten Gesichtspunkten siehe Einleitung zu den Bausteinen zum Monitoring.

##### Wichtige Parameter für Klimamessungen:

Lufttemperatur, Oberflächentemperatur, Relative Luftfeuchte, Absolute Feuchte, Luftwechsel, Strömung, Sorption, Luftfeuchteveränderung;

#### II—5.1. Information zum Anlass der Klimamessung sowie raum- und nutzungsbezogene Informationen

Es ist drauf hinzuweisen, dass Zusatzinformationen hinsichtlich des Raumes wichtige Hinweise zur Interpretation der Klimadaten liefern und daher nach Maßgabe der Möglichkeiten aufgezeichnet bzw. recherchiert werden sollen (z.B. Raumhöhe, Raumvolumen, Heizsystem, Heizweise, Lüftungsverhalten, Lüftungssysteme, Klimatisierung (ja/nein), Raumnutzung, Besucherfrequenz).

Das Begleitblatt zur Klimamessung bezieht sich lediglich auf kontinuierliche Messungen, das heißt solche, die den Klimaverlauf über einen bestimmten Zeitraum registrieren. Der Messzeitraum wird je nach Fragestellung und Schadensproblematik variieren.

Im Normalfall wird eine Langzeitmessung mit einem Messintervall von 60 Minuten über mindestens einen Jahreszyklus sinnvoll und notwendig sein. Diese Messungen sind häufig als Routinebeitrag zur Erfassung der Gesamtsituation, ohne besondere Indikation zu sehen, können aber auch in Hinblick auf einen ganz konkreten Verdacht des Zusammenhanges mit einem Schadensphänomen stehen. Diese Überlegungen sollten im Begleitblatt zur Klimamessung ausgeführt werden.

In begründeten Fällen können Messungen über einen Tageszyklus ausreichende Informationen liefern, z.B. bei nutzungsbedingten Klimaschwankungen in Innenräumen (Heizung, Besucheraufkommen, Lüftungsgewohnheiten, etc.) oder bei tageszeitlichen Klimagängen im Außenbereich.

Im Falle von Tagesmessungen und nutzungsbedingten Besonderheiten sind üblicherweise kürzere Messintervalle von z.B. 10 Minuten zu empfehlen.

#### II—5.2. Anforderungen an eine kontinuierliche Klimamessung

- Die primären Messparameter sind Temperatur und relative Luftfeuchte. Je nach Anforderungen und Möglichkeiten sind außerdem Oberflächentemperatur, Wand(innen)temperatur, Lichtintensität und CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Raumluft zu messen.
- Die Messung eines Jahreszyklus ist anzustreben.
- Die Kalibrierung der einzelnen Sensoren durch Vergleichsmessungen (über einen Messzeitraum von zumindest einen Tag) zur Korrektur mehrerer Geräte ist einmal im Jahr durchzuführen.
- Bei Abweichungen über der gerätespezifischen Messgenauigkeit muss eine Nachjustierung der Daten und eine protokollarische Dokumentation sowie ein Austausch vorgenommen werden.
- Bei der Programmierung der Klimamessgeräte ist die Einstellung auf Mitteleuropäische Zeit (MEZ)/Normalzeit, keine Sommerzeit zu beachten.

##### Klimamessung im Außenbereich:

Die Klimamessungen außen stellen eine wichtige Größe für die Interpretation der Messwerte im Inneren dar. Die Messdaten der öffentlichen Klimamessstationen (ZAMG [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at), Hydrografischer Dienst) können verwendet werden, wenn sich eine Messstelle mit vergleichbaren klimatischen Gegebenheiten in der Nähe befindet. Die Messwertabfrage ist für nicht kommerzielle Zwecke kostenfrei. Der Vorteil dieser Messreihen ist die Verfügbarkeit von Niederschlagsdaten.

#### II—5.3. Klimamessung im Außenbereich

Bei selbstständiger Messung im Außenbereich sind folgende Punkte zu beachten:

- Nicht jedes Klimagerät bzw. jeder Klimasensor ist für den Außenbereich geeignet.
- Temperatur- und Feuchtesensoren müssen vor direkter Sonneneinstrahlung und Niederschlag geschützt (z.B. nach dem Prinzip Klimahütte) oder in geschützten Bereichen (z.B. in einem Baum) montiert werden.
- Montage nicht zu nahe am Objekt (≥ 2 m Abstand), da die Erwärmung des Baukörpers sonst die Klimamessung beeinflusst.

#### II—5.4. Klimamessung im Innenbereich

- Bei der Wahl der Messstandorte muss eine repräsentative Messung für das durchschnittliche Raumklima vorgesehen werden. Dabei zu beachten sind die Messhöhe (vertikale Temperaturverteilung), die Exposition gegenüber Licht-einfall durch Fenster oder Beleuchtung sowie die Luftströmungen, die durch Raumöffnungen und Undichtigkeiten verursacht werden. Weitere Messstationen können im Einzelfall notwendig und sinnvoll sein und richten sich nach der konkreten Fragestellung.
- Unter Berücksichtigung der obigen Überlegungen muss der Messstandort des Raumklimas möglichst nahe dem untersuchten Objekt liegen.

#### II—5.5. Messung der Oberflächentemperatur

- Bei der Messung der Oberflächentemperatur muss die Sensorrückseite vor Strahlungswärme geschützt werden.
- Für die Messung sollen spezielle Sensoren mit direktem Kontakt zur Oberfläche verwendet werden. Prinzipiell ist auch der Einsatz von berührungslosen Infrarotthermometern möglich, allerdings ist zu beachten, dass ein genauer Vergleich mit der Raumtemperatur, z.B. zur Berechnung der Taupunktunterschreitungen, aufgrund der unterschiedlichen Messprinzipien nur bedingt möglich ist. Da Kondensationsereignisse vor allem durch den Verlauf des Raumklimas verursacht werden, das seinerseits Tages- und jahreszeitliche Schwankungen unterworfen ist, wird eine kontinuierliche Langzeitmessung der beiden Messgrößen (Raum- und Oberflächentemperatur) anzustreben sein.

#### II—5.6. Ergebnisdarstellung

- Daten sind in numerischer Form (Ascii-Datei) abzugeben.
- Der Datensatz muss das Objekt, die Geräteerkennung (laut Begleitblatt zur Klimamessung) und den Messzeitraum beinhalten, z.B. Gurk\_Vorhalle\_1\_31.01.08-31.01.09 (Ort\_Objekt\_Geräteerkennung\_Messzeitraum)
- Alle Messwerte müssen eindeutig einem Datum und einer Uhrzeit zugeordnet werden können.
- Jahresübersicht der Messwerte (üblicherweise Temperatur und rF) sind als Zeitreihen mit einer Datumsabszisse darzustellen. (=Klimakurve in üblicher Form)
- Maximal eine Jahresübersicht pro Diagramm.
- Die Auswertung ist sowohl digital (Pdf, Tiff oder Jpeg) als auch in Hardcopy auszuführen.

#### II—5.7. Anforderungen an die Klimadaten für ein Monitoring

Folgende Eigenschaften und Merkmale sind zu beachten und müssen dokumentiert sein, um Vergleichsmessungen im Rahmen von einem Monitoring zu ermöglichen:

- Allgemeine Angaben zum Objekt
- Messstandort/ Position (Innen/Außen)
- Messzeitraum
- Messgerät
- Messgrößen (rF, T, OFT)
- Messintervall (max. 60 Min.)
- Ausführender
- Darstellungsform: Diagramm, Punktwolke, Datentabelle (digital und als Ausdruck)
- Tabelle der Geräte: Angabe des Gerätetypus, Position, Messgröße, Messintervall, Messzeitraum, Besonderheiten (siehe Begleitblatt zur Klimamessung)

Ein Monitoring sollte die Daten festhalten und gewährleisten, dass die Qualität der Daten erhalten bleibt. Es muss nachvollziehbar sein, wie die Daten gewonnen wurden. Dies beinhaltet jedoch nicht die Interpretation der Messdaten.

Das Begleitblatt zur **Klimamessung** ist im Anhang beigefügt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar.

## BAUSTEIN II — 6

### Probenentnahme

Eine Probenentnahme ist grundsätzlich nur dann vertretbar, wenn sie mit einer spezifischen Fragestellung zu einem Schadensphänomen oder -prozess verbunden ist und wenn davon auszugehen ist, dass Laboranalysen zur Beantwortung der Frage maßgeblich beitragen können. Dabei ist weiters zu beachten, dass jede Probenentnahme nur einen punktuellen Zustandsbefund ermöglicht. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, bei der Wahl der Beprobungsstelle und Probengröße darauf zu achten, dass sie für einen bestimmten Wandabschnitt bzw. ein spezifisches Schadensbild repräsentativ sind.



#### II—6.1. Kennzeichnung der Proben

- **Probennummer:**  
Die Proben sollen durch eine nachvollziehbare Kennung (Buchstaben oder Ziffern) beschriftet werden. (z.B. objektbezogene Buchstaben oder Ziffern + Jahr + fortlaufende Nummerierung)
- **Bestandteile des Etiketts:**  
Die Probenentnahmestelle ist durch eine fotografische Aufnahme und ein Etikett zu dokumentieren. Bestandteile des Etiketts können sein: Objekt, Objektteil, Wand- oder Gewölbefläche, Rasterfeld / Koordinaten, Datum, Maßstab.

#### II—6.2. Charakterisierung der Entnahmestelle und Fragestellung

In einer Kurzbeschreibung sollen relevante Beobachtungen über die Entnahmestelle, ihre Umgebung, allfällige Einflüsse etc. vermerkt werden. Von wesentlicher Bedeutung ist die Formulierung der Fragestellung, welche durch die Analyse der Probe geklärt werden soll (z.B. Schichtenaufbau, Putzzusammensetzung, Malschichtaufbau, Pigmente, Feuchtebilanz, Salzkristallinat, quantitative Salzgehalte, Mikroorganismen etc.). Proben machen nur in Verbindung mit einer Fragestellung Sinn.

Unterstützend sind aussagekräftige Fotos der Entnahmestelle samt Umgebung. Der Maßstab kann aufgedruckt oder auf dem Etikett gezeichnet sein; zur Definition der Probengröße ist es also sinnvoll, das Etikett mit dem Maßstab mitzufotografieren. Bei einer größeren Zahl von Proben ist ein Plan mit Eintragung der Probenentnahmestellen hilfreich.

<b>Firma</b>
Ort: .....
Objekt: .....
Datum: .....

Musteretikett

### Art der Proben/Probenentnahme (Verfahren/Methode)

Die überlegte Wahl der Entnahmestelle und -art in Hinblick auf die hauptsächliche Fragestellung und Analytik entscheidet wesentlich über die repräsentative Aussagekraft der Analyse. Darüber hinaus ist für bestimmte Untersuchungen eine Mindestprobenmenge und unter Umständen eine bestimmte Probenkonsistenz erforderlich. Im Normalfall gibt es folgende Probenarten:

- Schabprobe (Pigmente, Salze, Mikroorganismen etc.)
- Stückprobe (Putz, Malschicht, Schichtabfolge, Salzkristallisate)
- Bohrkern, Bohrmehl (quantitative Salzionen- und ev. Feuchteverteilung in der Tiefe)
- Kompressen (zerstörungsfreie flächige Information zu Art und Menge der extrahierbaren Salzionen; Angabe von Datum, Kompressenmaterial, Anmachwassermenge, Extraktionsdauer, Fläche, etc.)
- Klebeabzug

### II—6.3. Putz- und Mörtelproben

Grundsätzlich sind Stückproben, die im ungestörten Verband alle Schichten enthalten, zu bevorzugen (Grob- und Feinputz). Die Probenmenge ist insgesamt abhängig von der Korngröße und der Homogenität. Der Durchmesser der Fläche muss mindestens das Drei- bis Fünffache des Größtkorns besitzen. Bei einer losen Probe aus Fragmenten können nicht alle Kennwerte bestimmt werden.

### II—6.4. Malschichtproben

Grundsätzlich sind Stückproben der Malschicht, die mindestens die Grenzfläche zur darunter liegenden Schicht enthalten, zu bevorzugen (Mindestdurchmesser  $\geq 2$  mm). Für eine reine Pigmentanalyse kann auch eine malschichtbezogene Schabprobe ausreichen.

### II—6.5. Salzproben

Bei Salzanalysen ist grundsätzlich zwischen der qualitativen Identifizierung von Kristallisaten (z.B. Schab- und Stückproben) und der quantitativen Salzgehaltsbestimmung (z.B. Stück-, Bohrproben in unterschiedlichen Tiefenintervallen bzw. Kompressenproben) zu unterscheiden. Die Probenaufbewahrung sollte in luftdichten Behältern erfolgen. Bei Kristallisaten ist die Probe zudem vor mechanischer Einwirkung zu schützen und die Lagerung bis zur Analyse sollte unter ähnlichen Temperaturbedingungen erfolgen wie bei der Entnahme (z.B. Kühlschrank).

- Beschreibung der Salze vor Probennahme (phänomenologisch: Whisker, Pustel, Kruste, Schleier etc. / genaue Position der Salzkristallisate: auf Oberfläche / Rückseite von Schollen)
- Wenn möglich Angabe der Oberflächenfeuchte der unmittelbaren Umgebung (Kapazitätsmessgerät / Leitfähigkeitsmessgerät)
- Wenn möglich Angabe der Temperatur/Luftfeuchtigkeit zur Zeit der Probenentnahme
- Andere relevante Beobachtungen

### II—6.6. Mikrobiologische Proben

Mikrobiologische Proben dienen der Beantwortung folgender Fragen:

- Liegt ein biogener Befall vor?
- Wirkt sich der Befall negativ auf den Zustand und Erhalt des Objektes aus?
- Ist der Befall rezent und aktiv?
- Um welche Art von Mikroorganismen handelt es sich?
- Ist der Befall nur oberflächlich oder auch in der Tiefe des Materials vorhanden?
- Sind Maßnahmen zur Entfernung und/oder Abtötung des Befalls notwendig?
- Welche Maßnahmen sind zur Entfernung und/oder Abtötung des Befalls geeignet?
- Wie kann einem neuen mikrobiologischen Befall nach erfolgter Reinigung vorgebeugt werden?

Bei mikrobiologischen Proben ist grundsätzlich zu beachten, dass Probenmaterial für zwei Untersuchungen zur Verfügung stehen muss:

- Proben für die Analyse der mikrobiellen Gemeinschaft (für Anreicherung und Kultivierung und/oder DNA Extraktion) und
- Proben für die licht- und/oder rasterelektronenmikroskopische Analyse zur Feststellung der Tiefenbesiedlung.

Grundlegende Anforderungen an mikrobiologische Proben sind:

- Sterile Probenentnahme: die Proben werden mit einem sterilen Skalpell oder sterilen Nadeln entnommen. Proben dürfen keinesfalls mit den Fingern angefasst werden. Auch Proben, die auf dem Boden liegen (z.B. bereits abgefallene Schollen) sind nicht geeignet.
- Größe der Probe: Die Probe sollte mehrere  $\text{mm}^2$  Oberfläche aufweisen; optimal ist eine Größe von mindesten  $3 \times 3$  mm. Die Tiefe der Probe richtet sich nach der Tiefe/Anzahl der Malschichten. Die Probe sollte alle Malschichten in der gesamten Tiefe plus Untergrund erfassen.
- Die Proben werden in sterile Gefäße überführt (z.B. 1,5 ml Eppendorf-Caps). Steht kein steriles Gefäß zur Verfügung, kann ein nicht steriles Gefäß mit 70% Ethanol gründlich gereinigt werden.
- Die Proben sollten so rasch wie möglich in ein mikrobiologische Labor zur Aufarbeitung geschickt werden. Eine eventuell notwendige Aufbewahrung sollte dunkel und kühl (bei  $4^\circ\text{C}$ ) erfolgen (kein Einfrieren). Eine Lagerung in warmer Umgebung oder im direkten Sonnenlicht ist unbedingt zu vermeiden.
- Für die rasterelektronenmikroskopische Analyse empfiehlt sich die Verwendung ganz frischer Proben, da die Zellen der Mikroorganismen bei längerer Lagerung austrocknen und schrumpfen. Low-Vacuum oder Cryo-Rasterelektronenmikroskopie sind gut für die Darstellung von Mikroorganismen geeignet.

### II—6.7. Weitere Proben

Eine erweiterte Probenentnahme bzw. -menge für weitere spezielle Analyseverfahren sollte nach Rücksprache mit dem betreffenden Labor erfolgen.

#### Mögliche Analyseverfahren an Proben:

- Polarisations-, Auflicht-, Durchlicht-, UV-Mikroskopie (Putz, Malschicht, Salzkristallisate)
- Instrumentelle Ionenanalytik, z.B. Ionenchromatographie (Bohrproben, quantitative Salzanalysen)

- Rasterelektronenmikroskopie (REM/EDX) an Schliffen (Putz-, Malschicht-, Pigmentanalysen; schwerlösliche Salzverteilung)
- Rasterelektronenmikroskopie (REM/EDX) an Stückproben (Oberflächenphänomene, Salzkristallisate)
- FTIR (z.B. Kunststoffzusätze)
- Sorptionsisotherme (Gleichgewichtsfeuchte: Stückproben, Bohrproben, Salzausblühungen)
- (in Einzelfällen): Röntgendiffraktometrie (XRD) (genaue Phasenanalytik: Salzkristallisate)
- Geschmack, Farbe

Das Begleitblatt zur **Probenentnahme** ist im Anhang beigelegt oder auf der Homepage des Bundesdenkmalamtes [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) verfügbar.



## BAUSTEIN II – 7 Kartierung

Zum Einsatz und Umfang von Kartierungen nach erhaltungsrelevanten Gesichtspunkten siehe allgemein die Einleitung zu den Bausteinen zum Monitoring.

### Kartierungen kommen zum Einsatz, wenn

- die Verteilung der Phänomene anders nicht ausreichend erfassbar bzw. nachvollziehbar ist
- sachdienliche Erkenntnisse zu offensichtlichen oder vermuteten Schadensprozessen nur durch die Darstellung der räumlichen Verteilung der Phänomene zu gewinnen sind
- Möglichkeiten von vergleichenden Kontrollen im Rahmen eines zukünftigen Monitoring zu erwarten sind.

Die Kartierung (Bestands- und Zustandskartierung) ist meist ein grundlegender Bestandteil eines Monitoring und stellt eine Ergänzung zur schriftlichen Dokumentation dar. Aus der Kartierung soll die Lokalisierung und Verteilung von vorgefundenen Bestand, Schäden und/oder Messwerten nachvollziehbar sein. Auch die am Objekt durchgeführten Maßnahmen sollen eingezeichnet werden.

Die Ausführung erfolgt auf der Grundlage eines Aufmaßes, eines Messbildes, einer Planzeichnung oder eines eventuell entzerrten Fotos. In der Schadensbeschreibung ist bereits auf die Kartierungssymbole hinzuweisen. Jedes Blatt ist mit einem Plankopf und einer Legende zu versehen.

Kategorien der Zustands- und Schadenskartierung:

- Feuchteverteilung (siehe Baustein Feuchtemessung)
- Salzionenkonzentrationenverteilung an der Oberfläche gemäß Messstäbchen
- pH Wertverteilung an der Oberfläche gemäß pH Messstäbchen
- Salzausblühungen, getrennt nach signifikanten phänomenologischen Merkmalen

- Biogener Befall
- Zerstörungerscheinungen, getrennt nach signifikanten phänomenologischen Merkmalen
- Hohlstellenverteilung gemäß Perkussion
- Rissbereiche
- Not- und Sicherungsmaßnahmen

## Bericht zum Ergebnis des Monitorings

Die schriftliche, fotografische und grafische Dokumentation soll sich an der Struktur der vorangehenden Bausteine orientieren.

### II–8.1. Inhalt

- Objektdaten
- Restaurierungsgeschichte
- Bestandserfassung
- Schadensbericht (ggf. mit Begleitblättern)
- Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Analysen, Feuchtemessungen und Klimaauswertungen (ggf. mit Begleitblättern)
- Kartierungspläne
- Fotos (ggf. mit Begleitblättern)
- Bericht über gesetzte Not- und Sicherungsmaßnahmen
- weiterführendes Untersuchungskonzept
- Maßnahmen- und Pflegekonzept (bauliche Instandsetzungen / Konservierungsmaßnahmen)

### II–8.2. Speicherformat

- Abgabe des Berichtes im PDF-Speicherformat (min. zweifach für BDA und Objekteigentümer) sowie als Ausdruck (min. zweifach für BDA und Objekteigentümer)
- Abgabe der Fotos digital idealerweise in RAW/TIFF Format oder analoge Aufnahmen als Abzug auf Fotopapier

### II–8.3. Archivierbarkeit

- Bericht auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier (Anforderungen vgl. z.B. DIN-ISO 9706 ...)
- Fotoausdrucke: dokumentenechte Ausdrücke (Laserdruck) auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier
- DIN-A4-Format (entsprechende Faltung)
- Falls Hüllen für den Foto- oder Kartierungsteil verwendet werden, kommen nur Pergaminhüllen oder bestimmte Kunststoffe in Betracht, die chlor-, schwefel- und weichmacherfrei sind. Hierzu gehören Polyester, reines Polyethylen und Polypropylen, von denen sich das Erstgenannte durch besondere Klarheit und Alterungsbeständigkeit auszeichnet.
- Elektronische Speichermedien gewährleisten – nach gegenwärtigem Kenntnisstand – nicht die Langzeitarchivierung nach den Grundsätzen der Denkmalpflege. Bei restauratorischen Zustandserhebungen müssen daher analoge Aufnahmen angefertigt oder digitale Aufnahmen in vergleichbarer Qualität ausgedruckt werden (s.o.).

**Begleitblatt zur Bestandserhebung (Vorerhebung)**

Bauwerk:

Objekt (Lokalisierung):

BearbeiterIn:  Datum:

Blattnummer:

**BAUSTEIN I — 1**

Angaben zum Bauwerk

*Faktoren, die für den Erhaltungszustand von Wandmalerei und Architekturoberfläche relevant sein können.*

**I—1.1. Standort (Bauwerk)**

**I—1.2. Umfeld**

**I—1.3. Außenbau**

**I—1.4. Innenraum**

**Begleitblatt zur Bestandserhebung (Vorerhebung)**

**BAUSTEIN I — 2**

Angaben zur Wandmalerei und Architekturoberfläche

*Faktoren, die für den Erhaltungszustand von Wandmalerei und Architekturoberfläche relevant sein können.*

**I—2.1. Kurzrecherche zum Objekt**

**I—2.2. Position der Wandmalerei und Architekturoberfläche**

**I—2.3. Ausführungstechnik (entstehungszeitlich/nachträgliche Überarbeitungen)**



## Begleitblatt zur Zustandserhebung

Bauwerk: \_\_\_\_\_

Objekt (Lokalisierung): \_\_\_\_\_

BearbeiterIn: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Blattnummer: \_\_\_\_\_

### **BAUSTEIN I — 3**

Feststellung des Erhaltungszustandes

#### I—3.1. Feststellung des Erhaltungszustands nach visuell-empirischen Kriterien

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### I—3.2. Feststellung des Erhaltungszustands und der relevanten Faktoren mit einfachen instrumentellen Hilfsmitteln

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### I—3.3. Punktueller Probenentnahme

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Begleitblatt zur Zustandserhebung

### **BAUSTEIN I — 4**

Abschätzung von Art und Dringlichkeit weiterführender Maßnahmen

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Begleitblatt zur Schadensdokumentation (Schadenskatalog)**

Bauwerk: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Objekt (Lokalisierung): \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

BearbeiterIn: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Blattnummer: \_\_\_\_\_

Schadensphänomen:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Kartiertes Phänomen: ja  nein  Kartierungssymbol: \_\_\_\_\_

Beschreibung der Schadensform/Schadensursachen:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Vorkommen, bzw. Lokalisierung am Bauwerk/ev. Quantifizierung des Schadens:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Foto Nr.:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fotolokalisierung:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Foto(s):  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Begleitblatt für Fotoaufnahmen von Referenzflächen**

Bauwerk: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Objekt (Lokalisierung): \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

BearbeiterIn: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Blattnummer: \_\_\_\_\_

Fotonummer	Bildausschnitt/ Koordinaten	Angabe der beachtenswerten Phänomene	Lichtquelle	Aufnahmedatum

## Begleitblatt zur Klimamessung

Bauwerk: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Objekt (Lokalisierung): \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 BearbeiterIn: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Blattnummer: \_\_\_\_\_

### Anlass der Klimamessung sowie raum- und nutzungsbezogene Informationen

Eventuell auch Angaben zu den möglichen Zusammenhängen zwischen Schadensprozessen und Raumklima

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### Begründung für die Positionierung der einzelnen Geräte

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Gerätetyp und -kennung	Messstandort	Besonderheit in Verbindung mit der Positionswahl (z.B. Türnähe, Fensternische, Höhengradienten)	Messgrößen (rF, T, OFT)	Messintervall	Messzeitraum
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

## Begleitblatt für Laboruntersuchung

Übergabedatum: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
**Objekt:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Straße/Nr.: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 PLZ/Ort: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### Einbringer

Firma/Institution: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Tel: \_\_\_\_\_  
 E-Mail: \_\_\_\_\_

### Probenahme

Name: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_\_

### Auftraggeber/Rechnungsanschrift (wenn abweichend von den Angaben zum Einbringer)

Name: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Tel.: \_\_\_\_\_  
 E-Mail: \_\_\_\_\_

Anzahl der eingebrachten Proben: \_\_\_\_\_

Die Untersuchung erfolgt auf Veranlassung des BDA

Landeskonservatorat: \_\_\_\_\_  
 ReferentIn: \_\_\_\_\_

## Begleitblatt für Laboruntersuchung (Blatt 2)

Bauwerk:

Objekt (Lokalisierung):

Probennummer:

Temperatur (°C):  Relative Luftfeuchtigkeit (% RH):

Die Klimaverhältnisse bei Probenentnahme spielen eine Rolle bei Proben zu Salzen, Mikroorganismen.

Position/Beschreibung der Entnahmestelle/Probe:

Fragestellung:

Foto/Skizze:

## Nomenklatur von Schadensformen

### 1. HÄUFIGE SCHADENSFORMEN

#### 1.1 Allgemeine Schadensformen (nicht materialspezifisch)

- Mechanische Verletzungen
- Risse (statische Risse, Schwund- oder Haarrisse etc.)
- Auflockerung im Materialverband und/oder im einzelnen Material (Hohlstellen ...)
- Verformungen (Blase, Niveauunterschied etc.)
- Verfärbungen, Flecken (Wasserflecken, -ränder etc.)
- Verhärtungen/Versprödungen
- Ablagerungen, Beläge (Schmutz, Staub, Organismen, chemische Reaktionsprodukte etc.)
- Salzausblühungen

#### 1.2 Schadensformen an Putz und Mauerwerk

- Verarbeitungstechnische Schäden (Kalktreiber, Risse, Schrumpfen etc.)
- Strukturelle Schadensformen (Abbröckeln, Abblättern, Absanden, Abschalen, Krater, Hohlstellen, etc.)
- Sonstige Phänomene (Fehlstellen etc.)

#### 1.3 Schadensformen an Malerei und Beschichtungen

- Verarbeitungstechnische Schäden (Risse, Schrumpfen etc.)
- Kohäsionsbedingte Schäden (Absplittern, Abrollen, blasenartiges/dachartiges Abheben, Schollen, Schichtentrennung etc.)
- Strukturelle Schadensformen (Auflockerung, Kreiden, Pulvrig, Quellen, Schrumpfen, gedünnte Malschicht, Krater, Abrieb etc.)
- Sonstige Phänomene (Fehlstellen, Pigmentveränderungen etc.)

#### 1.4 Schadensformen – durch spätere Hinzufügungen entstanden

- Putz und Mauerwerk (Stabilisierungsteile, Neuputz, Kratzer, Freilegungsschäden, Übermalungen, Graffiti, Restaurierungen etc.)
- Malerei und Beschichtungen (Freilegungsschäden, Kratzer, Graffiti, Exkremente, Restaurierungen etc.)
- Chemische Zersetzungerscheinungen der Bindemittel, Pigmente

### 2. ARTEN DER VERWITTERUNG

#### 2.1 Chemische Prozesse

- Chemische Auflösung
- Chemische Umwandlungen (durch Hydrolyse, Oxidation, etc.)

#### 2.2 Mechanische Prozesse

Volumenänderungen, Verformungen durch

- hygri-sches Dehnen/Schwinden
- thermisches Dehnen/Schwinden
- chemische Prozesse

Risse, Auflockerungen durch

- Frost
- Kristallisation (und Hydratation) von Salzen
- chemische Prozesse (z.B. Rostsprengung)
- Pflanzen, Organismenaktivität
- Erschütterungen

### 3. SALZAUSBLÜHUNGEN

Salzausblühungen können, oft abhängig von den jahreszeitlichen Klimazyklen unterschiedliche Erscheinungsformen haben, die für das Verständnis von Schadensmechanismus, -ursache und -potenzial von großer Bedeutung sind. Soweit es dem Bearbeiter möglich ist, sollte er/sie sich zu einer Zuordnung zu den folgenden Kategorien entscheiden. Für eine nähere Beschreibung der Kategorien siehe <http://193.175.110.91/de/salzwiki/index.php/Schadensbilder>. Die folgenden Bezeichnungen und Beschreibungen sind großteils der angeführten Webseite entnommen.

- **Whisker (=Haarkristalle):** wenige µm dicke, bis cm-lange, stengelige, oft auch gebogene Kristalle.
- **Salzflaum:** sehr lockere, wolle- oder watteartige Salzausblühungen, bestehend aus meist gebogenen Haarkristallen.
- **Salzrasen:** lockerer Belag aus nadeligen bis stengeligen, mehr oder weniger senkrecht zur Unterlage stehender, 0,1 bis mehrere Millimeter großer Whisker. Salzrasen sind oft erst im Streiflicht gut sichtbar.
- **Pulverige Salzausblühungen:** weißer, mehlig, dichter oder lockerer bis flockiger Überzug.
- **Salzschleier:** zusammenhängender, dünner, halbtransparenter, gut anhaftender Überzug, der auch bei Lupenbetrachtung keine Unterscheidung von Einzelkristallen zulässt.
- **Salzpusteln:** voneinander getrennte, lockere bis kompakte, bis etwa 1 mm Durchmesser große Salzhäufchen oder -höcker.
- **Salzkruste:** kompakte, manchmal fest auf der Unterlage haftende Salzaggregate mit flächigem Zusammenhalt und von sehr unterschiedlicher Dicke (einige µm bis mm).
- **Weiß lockere Salzkruste (zuckerartige Kruste):** Sie besteht aus Aggregaten von mit bloßem Auge oder mit einer schwachen Lupe gut erkennbaren glasklaren Kristallen.
- **Seidenglanzkrusten:** Flächige matt glänzende Salzkruste. Dicke Seidenglanzkrusten aus Gips scheinen erst durch mehrmaliges Umkristallisieren und über längere Zeiträume hinweg zu entstehen.
- **Blumenkohlruste:** Kruste aus weißen, kugeligen Aggregaten, die eng zusammenliegen, so dass ihre Oberfläche derjenigen eines Blumenkohls gleicht. Blumenkohlrusten entstehen bevorzugt an kleinen Fehlstellen (Rissen oder ähnlichem) auf der sonst relativ dichten Putzoberfläche.
- **Faserkruste:** Kruste aus eng beieinander, senkrecht zur Wand stehenden, Haarkristallen. Sie entstehen in der Regel auf gut durchfeuchteten Trägern.

### 4. BIOGENER BEFALL (MIKROORGANISMEN)

- **Bakterien:** Bakterien sind mikroskopisch kleine Organismen, die mit dem freien Auge am Objekt nicht sichtbar sind. In manchen Fällen ist eine bakterielle Besiedlung an den entsprechenden Verfärbungen erkennbar. „Rosa“ ist dabei ein Hinweis auf halophile (Salz liebende) Bakterien; weiße, pudrige Beläge können auf Actinomyceten/Streptomyzeten hinweisen (diese sind mit Schimmelpilzmyzelien verwechselbar), grüne Beläge deuten auf Cyanobakterien (phototrophe Bakterien, die oft zusammen mit Algen auftreten) hin und orange Verfärbungen (Carotin) treten oft im Zusammenhang mit Oxalsäure bildenden Bakterien auf. Bakterien schädigen Objekte durch Säuren, Schleime, Pigmentausscheidung und Abbau organischer Bindemittel.
- **Schimmelpilze:** Schimmelpilze bilden auf Oberflächen pudrige, z.T. granuläre oder samtige Überzüge. Diese können unpigmentiert (weiss, hyalin) sein oder eine graue, grüne, braune, rotbraune oder schwarze Färbung aufweisen. Pilzhypen dringen mehrere mm in Wandmalerei ein. Pilze schädigen Objekte durch Säuren, Pigmente, mechanisch und durch Abbau organischer Bindemittel.
- **Algen:** Algen sind mikroskopisch kleine ein- bis mehrzellige phototrophe Organismen. Sie treten an Standorten mit hoher Feuchtigkeit auf. Oft sind sie grün pigmentiert, es gibt jedoch auch Grünalgen mit rotem (Trentepohlia) oder braunem (Diatomeen) Erscheinungsbild. Algen bilden dichte Filme auf Oberflächen und schädigen Objekte durch Säuren und Ausbildung dichter Schleime.
- **Flechten** sind meist krustenartig auf den Oberflächen wachsende Organismen, die aus einem Pilz und einer Alge bestehen. Flechten wachsen gewöhnlich im Außenbereich. Schädigung der Objekte durch Verkrustung, Säurebildung und mechanisches Eindringen.
- **Moose** sind Pflanzen und bilden kleine, weiche Kissen auf Oberflächen. Sie dringen mit Rhizomen in das Substrat ein. Sie benötigen hohe Feuchtigkeit. Schädigung der Objekte durch Aufwuchs und mechanische Sprengwirkung der Rhizome.

## Literaturauswahl

Arendt, Claus | Seele, Jörg

*Feuchte und Salze in Gebäuden, Ursachen, Sanierung, Vorbeugung*, 2001.

Auras, Michael (Hg.)

*Leitfaden Naturstein-Monitoring: Nachkontrolle und Wartung als zukunftsweisende Erhaltungsstrategie* / Hg. Michael Auras; Jeannie Meinhardt; Rolf Snethlage. [Autorinnen: Bärbel Arnold ...]. – Stuttgart: IRB-Verl., 2011.

Knöfel, Dietbert | Schubert, Peter (Hg.)

*Handbuch Mörtel und Steingänzungstoffe in der Denkmalpflege*, Sonderheft aus der Publikationsreihe der BMFT\_Verbundforschung zur Denkmalpflege, Berlin Verlag Ernst & Sohn, 1993.

Maierhofer, Christiane | Krankenhagen, Rainer |

Röllig, Mathias | Mecke, Rüdiger

*Monitoring – Zuverlässige Quantifizierung und Bewertung von Schädigungsprozessen an Bauteiloberflächen und -grenzflächen mit Hilfe optischer und thermografischer zerstörungsfreier Prüfverfahren*, 2010.

Schwarz Hans-Jürgen | Steiger Michael (Hg.)

*Salzschäden an Kulturgütern, Stand des Wissens und Forschungsdefizite*, Hans-Jürgen Schwarz, Michael Steiger (Hg.), Hannover 2009.

ÖNORM EN 15757

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Festlegungen für Temperatur und relative Luftfeuchte zur Begrenzung klimabedingter mechanischer Beschädigungen an organischen hygroskopischen Materialien*, EN 15757, 2008.

ÖNORM EN 15758

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Verfahren und Geräte zur Messung der Temperatur der Luft und der Oberflächen von Objekten*, EN 15758, 2010.

ÖNORM EN 15801

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Prüfverfahren – Bestimmung der Wasserabsorption durch Kapillarität*, EN 15801, 2010.

ÖNORM EN 15803

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Prüfverfahren – Bestimmung des Wasserdampfleitkoeffizienten*, EN 15803, 2010.

ÖNORM EN 15886

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Prüfmethoden – Farbmessung von matten Oberflächen*, EN 15886, 2010.

ÖNORM EN 16085

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Methodologie der Probenahme von Materialien des kulturellen Erbes – Allgemeine Regeln*, EN 16085, 2010.

ÖNORM EN 15759 (Entwurf)

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Festlegung und Regelung des Raumklimas – Teil 1: Beheizung von Andachtsstätten*, EN 15759, 2010.

ÖNORM EN 16096

*Erhaltung des kulturellen Erbes – Zustandsbericht von unbeweglichem Kulturerbe*, EN 16096, 2010.

### Internetquellen

ZAMG Hydrografischer Dienst

[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

Salzwiki

<http://193.175.110.91/de/salzwiki/index.php/Schadensbilder>

## Notizen



# Zustandserhebung und Monitoring

an Wandmalerei und  
Architekturoberfläche

## IMPRESSUM

1. Fassung vom 6. März 2012

Herausgeber: Bundesdenkmalamt  
Hofburg, Säulenstiege, 1010 Wien  
Email: [kontakt@bda.at](mailto:kontakt@bda.at)  
Redaktion: Abteilung für Konservierung und Restaurierung  
Grafische Gestaltung: Stefan Rasberger, Innsbruck  
Druck: Druckerei Piacek GmbH, Wien

Alle Rechte vorbehalten  
© 2012 Bundesdenkmalamt

Bezug: Der Leitfaden ist als PDF auf  
der Website des Bundesdenkmalamts  
unter [www.bda.at/downloads/Richtlinien](http://www.bda.at/downloads/Richtlinien)  
erhältlich. Gedruckte Versionen können  
unter [kontakt@bda.at](mailto:kontakt@bda.at) bestellt werden.

[www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads)



BUNDES DENK MAL AM T