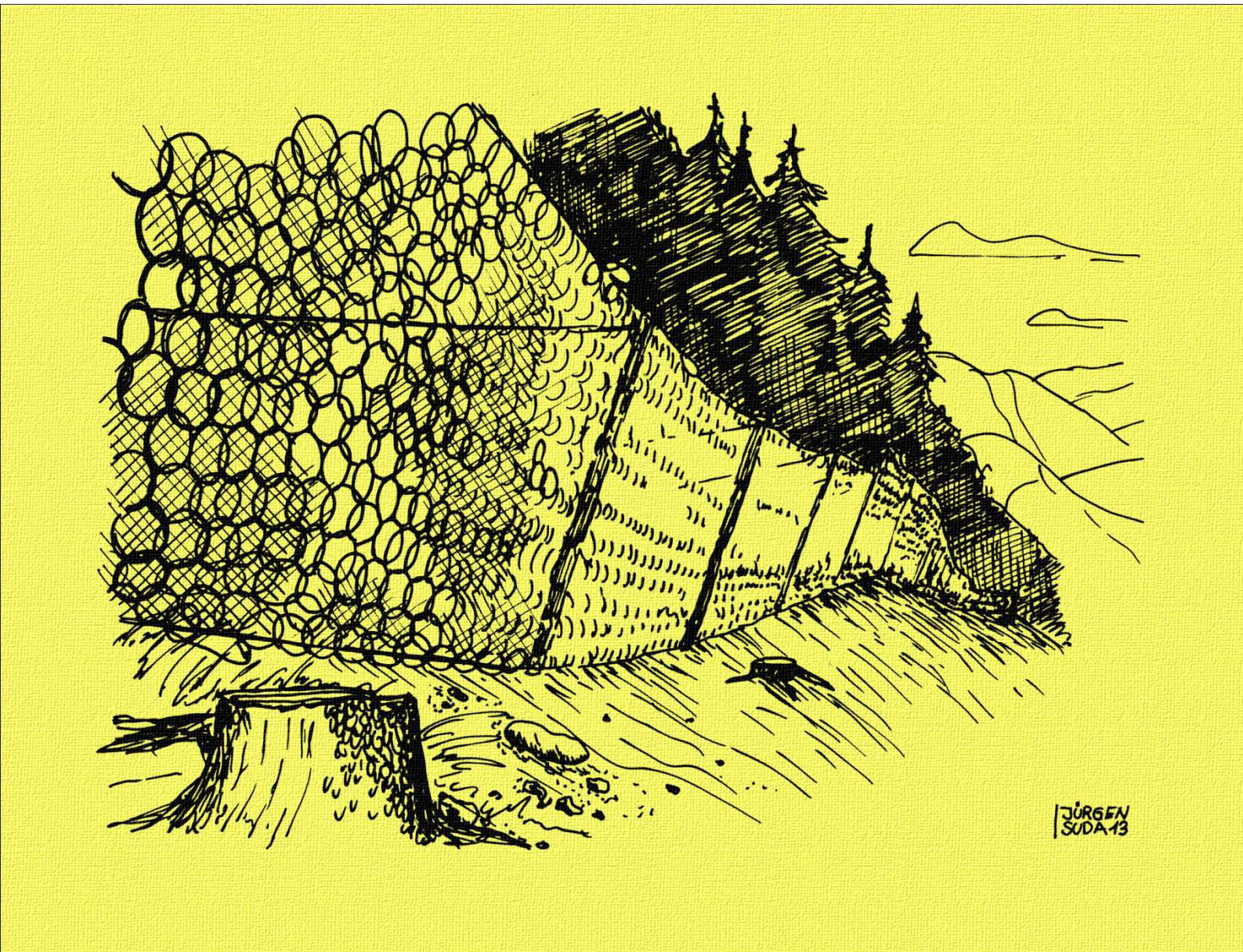
die.wildbach
und lawinenverbauung

lebensministerium.at

# Technischer Steinschlagschutz

## Handbuch
## zur Durchführung einer Bauwerkskontrolle

**Fassung: 15.10.2013**



**IMPRESSUM**

***Medieninhaber und Herausgeber:***
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,
Sektion Forstwesen, Marxergasse 2, 1030 WIEN.
***Gesamtkoordination:*** Abteilung IV 5 – Wildbach- und Lawinenverbauung, DI. Dr. Florian Rudolf-Miklau
***Erstellt*** durch Dr. Jürgen Suda (alpinfra engineering + consulting gmbh, Lützowgasse 14, 1140 Wien)
unter Mitarbeit von Dipl.Geogr. Susanne Mehlhorn
***Bildnachweis:*** siehe Angabe unter den Abbildungen
Titelbild: Steinschlagschutznetz, Zeichnung Jürgen Suda

15.10.2013

# Technischer Steinschlagschutz

Handbuch

zur Durchführung einer Bauwerkskontrolle

# Inhalt


**1 EINLEITUNG ... 3**

1.1 GRUNDLAGEN ... 3
1.2 INSPEKTION ... 6
*1.2.1 Zustandserfassung ... 7*
*1.2.2 Zustandsbeurteilung und Zustandsstufen ... 8*
1.3 ORGANISATORISCHE ABLÄUFE BEI DER INSTANDHALTUNG ... 9

**2 ZUSTANDSBEURTEILUNG ... 10**

2.1 GUTACHTERLICHE METHODE ... 10
2.2 METHODE MIT BEWERTUNGSRASTER ... 14

**3 DURCHFÜHRUNG DER INSPEKTION ... 18**

3.1 STEINSCHLAGSCHUTZDÄMME ... 18
*3.1.1 Vorgaben für die laufende Überwachung ... 18*
*3.1.2 Vorgaben für die Kontrolle ... 18*
3.2 STEINSCHLAGSCHUTZNETZE ... 19
*3.2.1 Vorgaben für die laufende Überwachung ... 19*
*3.2.2 Inspektion nach Ereignissen ... 20*
*3.2.3 Vorgaben für die Kontrolle ... 20*
3.3 FELSSICHERUNGEN ... 20
*3.3.1 Vorgaben für die laufende Überwachung ... 22*
*3.3.2 Vorgaben für die Kontrolle ... 22*
*3.3.3 Prüfung von Ankern ... 23*

**4 PROTOKOLL EINER BAUWERKSKONTROLLE/ SCHADENSTYPEN ... 24**

4.1 MÄNGEL IN DER UMGEBUNG DES BAUWERKS ... 28
*4.1.1 Allgemeine Mängel in der Umgebung ... 28*
*4.1.2 Prozessbedingte Mängel in der Umgebung ... 31*
4.2 FUNKTIONALE MÄNGEL ... 38
*4.2.1 Verklausung/Verlegung ... 38*
*4.2.2 Fehlende Speicherkapazität im Retentionsraum ... 40*
*4.2.3 Reduzierte Wirkhöhe ... 42*
4.3 MÄNGEL AM BAUWERK ... 45
*4.3.1 Materialunabhängig ... 45*
*4.3.2 Stahl ... 50*
*4.3.3 Beton ... 75*
*4.3.4 Stein/Mauerwerk ... 92*
*4.3.5 Holz ... 102*
*4.3.6 Schüttung/Gabionen/bewehrte Erde ... 109*
LITERATUR ... 125

# 1 Einleitung

## 1.1 Grundlagen

Da Schutzbauwerke während ihrer Nutzungsdauer altern und sich abnützen, müssen sie regelmäßig instand gehalten werden. Die Instandhaltung (Bauwerkserhaltung) dient dem Erhalt der Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerkes während der geplanten Nutzungsdauer; sie stellt die Kombination aller baulichen und organisatorischen Maßnahmen während des Lebenszyklus eines Bauwerkes zur Erhaltung eines gebrauchstauglichen Zustandes, oder die Rückführung in diesen, dar. Die **Gebrauchstauglichkeit eines Schutzbauwerkes** lässt sich über den Wirkungsgrad auf den Naturprozess beschreiben. In Abb. 1.1 A sind der Lebenszyklus eines Schutzbauwerkes und der Verlauf des Wirkungsgrades während der Lebensdauer dargestellt. Unmittelbar nach der Errichtung zeigt die Schutzmaßnahme ihren höchsten Wirkungsgrad. Dieser nimmt während der Nutzungsdauer durch Alterung und Abnutzung, je nach Intensität der Beanspruchung durch die Naturprozesse, ab. Mit dieser Abnahme sinkt auch das Sicherheitsniveau.

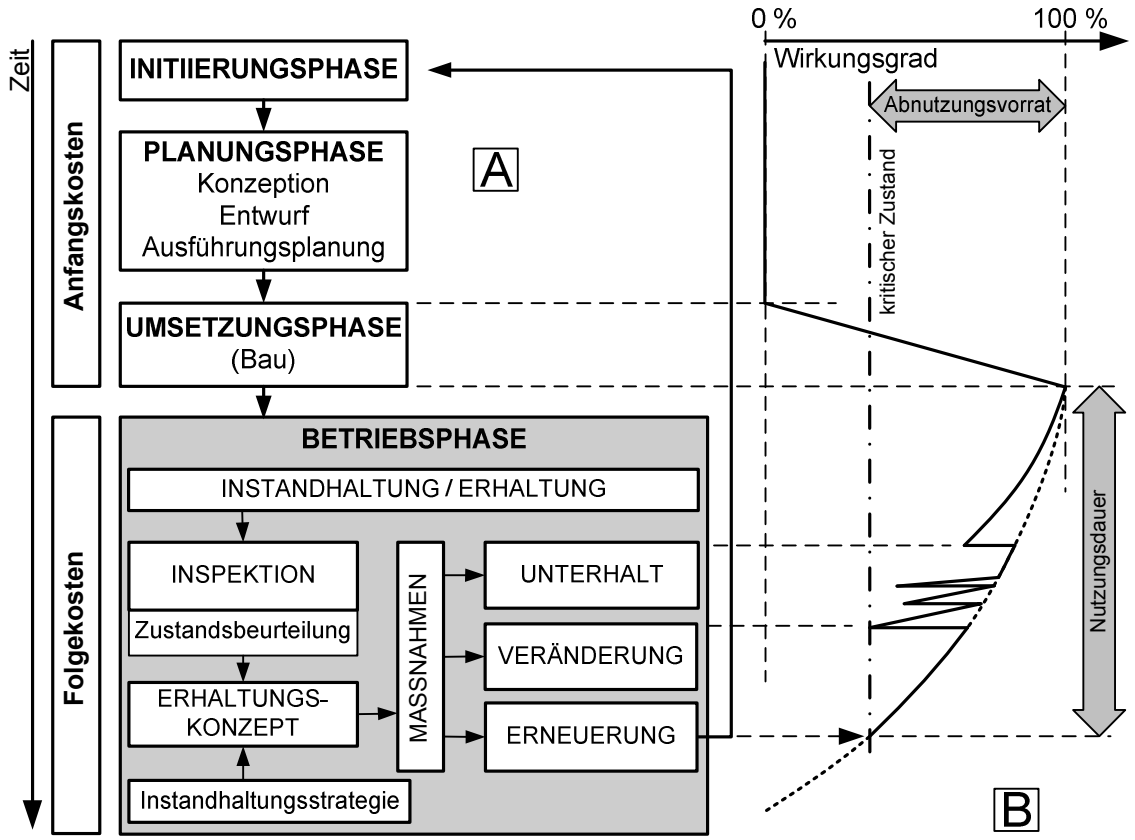



*Abb. 1.1: Schematische Darstellung des Lebenszyklus, der Lebenszykluskosten und des jeweiligen Wirkungsgrades eines Schutzbauwerkes in den einzelnen Lebensphasen: (A) Lebenszyklus und Lebensphasen eines Bauwerkes; (B) Wirkungsgrad während der Lebensdauer, aus [1]*

Unter **Nutzungsdauer** versteht man den Zeitraum zwischen der Fertigstellung eines Schutzbauwerkes und dem Unterschreiten eines kritischen Zustandes (Abb. 1.1 B). Der **kritische Zustand** ist erreicht, wenn das Schutzbauwerk nicht mehr ausreichend gebrauchstauglich ist. Der Bereich zwischen vollem Wirkungsgrad und kritischem Zustand ist als **Abnutzungsvorrat** des Bauwerkes definiert. Beim

Entwurf des Schutzbauwerkes (bzw. des Verbauungssystems) wird von einer **optimalen Nutzungsdauer** ausgegangen. Um der optimalen Nutzungsdauer des Bauwerkes möglichst nahe zu kommen und die Schutzbauwerke kontinuierlich gebrauchstauglich zu halten, müssen sie regelmäßig instand gehalten werden, das heißt, die kontinuierliche Abnutzung muss durch regelmäßige Wartungsmaßnahmen kompensiert werden. Wird das Schutzbauwerk stärker beschädigt, muss es saniert bzw. im Extremfall erneuert werden.

Für die Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit und damit der optimalen Schutzwirkung ist der **Erhaltungsverpflichtete** des Schutzbauwerkes verantwortlich. Der Erhaltungsverpflichtete kann eine Privatperson oder eine juristische Person (z. B. eine Gemeinde, eine Wassergenossenschaft oder ein Infrastrukturbetreiber) sein. Er hat i. d. R. die Voraussetzungen für die Erhaltung und Inspektion der Bauwerke zu schaffen.

Der Erhaltungsverpflichtete muss nun den Zustand der Bauwerke kennen, um zu wissen, wann ein kritischer Zustand erreicht wird. Da die Zeit-Wirkungsgrad-Kurve aus Abb. 1.1 B nicht bekannt ist, ist dies nur möglich, wenn die Bauwerke regelmäßig überwacht (Zustandserfassung) und deren Zustand beurteilt wird (Zustandsbeurteilung). Auf Basis der aufgenommen Schäden, der Zustandsbeurteilung und einer zuvor festgelegten Instandhaltungsstrategie werden bei Bedarf konkrete Maßnahmen gesetzt, um den Zustand zu verbessern oder dessen weitere Verschlechterung zu verhindern. Die **Instandhaltungsstrategie** wird vom Erhaltungsverpflichteten festgelegt und bestimmt, welche finanziellen Mittel wann und wie eingesetzt werden.

Wie in Abb. 1.1 A auf der linken Seite dargestellt, entstehen in jeder Lebensphase eines Bauwerkes Kosten. Die periodische Inspektion verursacht ebenfalls Kosten. Der Erhaltungverpflichtete steht nun vor der Aufgabe, mit meist begrenzten Mitteln ein optimales Maß an Schutzwirkung zu gewährleisten. Dies ist nur möglich, wenn die zur Verfügung stehenden Mittel dort eingesetzt werden, wo sie den größtmöglichen Nutzen bringen. Im Sinne eines effizienten Einsatzes der öffentlichen Mittel gilt es außerdem, die **Lebenszykluskosten** – die Gesamtkosten des Schutzbauwerkes über die Lebensdauer – zu minimieren.

Um dies zu erreichen und einen möglichst einheitlichen Standard in der Überwachung von wichtigen Bauwerken zu erreichen, wurden Richtlinien, die Mindeststandards definieren, erstellt. Aufbauend auf dem System der bereits bestehenden RVS-Richtlinien wurden seit 2006 in einem Arbeitskreis am Österreichischen Normungsinstitut spezielle Richtlinien (ÖNORM-Regeln – ONR) für die Überwachung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren entwickelt (Tab. 1.1). Die Kompatibilität mit den RVS-Richtlinien schien angebracht, da viele Schutzbauwerke zum Schutz von Straßen errichtet wurden und vom Straßenerhalter überwacht und instand gehalten werden.

*Tab. 1.1: Österreichische Richtlinien zur Überwachung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren*

| Nummer | Bezeichnung |
|---|---|
| ONR 24803 | Schutzbauwerke der Wildbachverbauung: Betrieb, Überwachung und Instandhaltung |
| ONR 24807 | Permanenter technischer Lawinenschutz: Überwachung und Instandhaltung |
| ONR 24810 | Technischer Steinschlagschutz: Konstruktion, Überwachung und Instandhaltung |

Die Grundlage für eine sinnvolle Instandhaltungsplanung bilden der Bauwerkszustand und dessen zeitliche Veränderung. Um diese Komponenten zu kennen, müssen die Bauwerke in regelmäßigen Abständen inspiziert werden. Die Instandhaltung auf Basis der ONR-24800-Serie ist in Abb. 1.2 dargestellt und läuft in zwei Stufen ab:

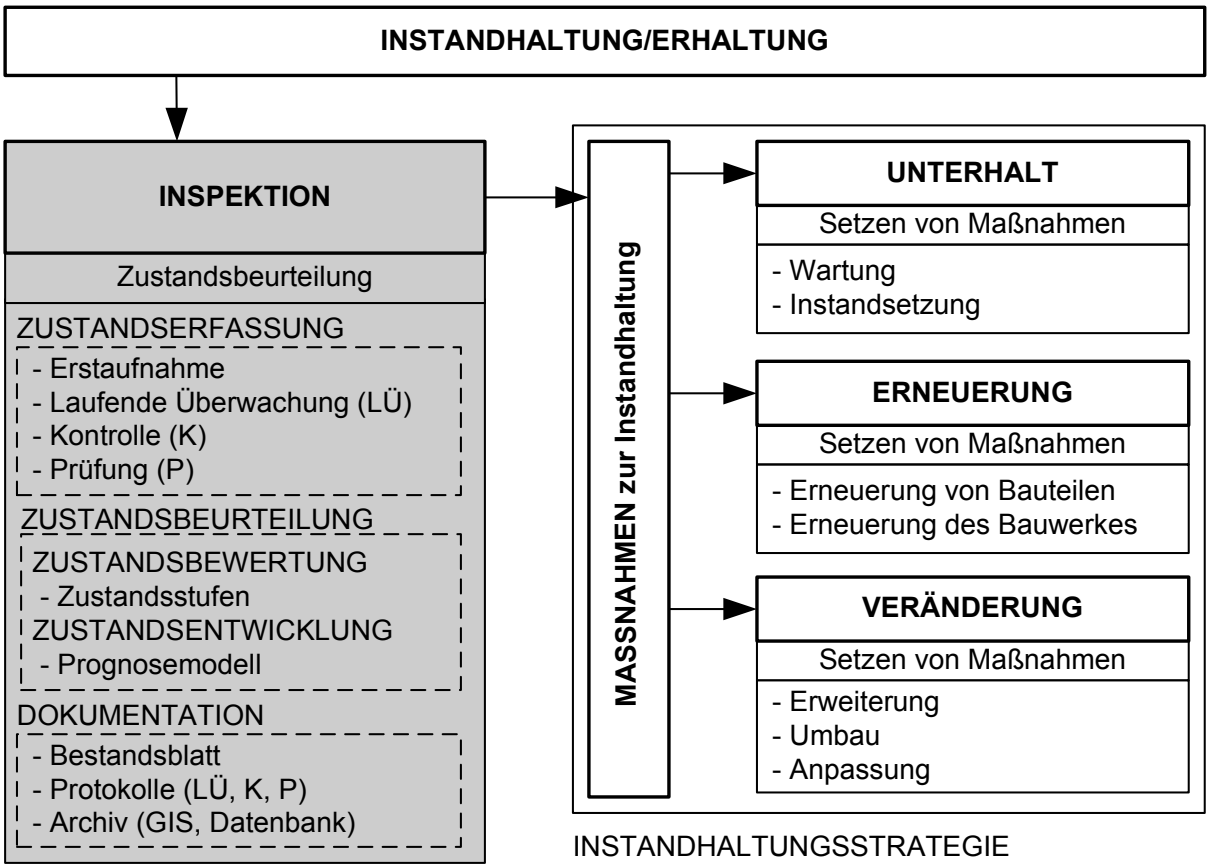



*Abb. 1.2: Übersicht über die Abschnitte der Instandhaltung von Schutzbauwerken; nach ONR 24803, aus [1]*

Die erste Stufe ist die **Inspektion**, die dazu dient, den augenblicklichen Zustand des Bauwerkes zu beschreiben und zu bewerten. Die Inspektion umfasst alle Tätigkeiten und Abläufe, die der Zustandsbewertung eines Bauwerkes dienen.

Die zweite Stufe beinhaltet die konkreten baulichen und organisatorischen **Maßnahmen**. Diese können je nach Art, Schwere und Umfang in Maßnahmen des Bauwerksunterhaltes, der Erneuerung und der Veränderung eingeteilt werden. Die Entscheidung über Art und Umfang der Maßnahmen wird entsprechend der Zustandsbeurteilung und der Instandhaltungsstrategie getroffen. Geht man so vor, ist es möglich, nachvollziehbare und ökonomische Entscheidungen zu treffen.

## 1.2 Inspektion

In der Inspektion sind alle Tätigkeiten zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes eines Bauwerkes einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung zusammengefasst. Sie dient dem Zweck, die Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Bauwerkes zu gewährleisten. Die Tätigkeiten im Zuge der Inspektion gliedern sich in die Zustandserfassung und die Zustandsbeurteilung (Abb. 1.2). Die einzelnen dazu notwendigen Instrumente sind im Detail in Abb. 1.3 dargestellt.

Im Zuge der **Zustandserfassung** (eigentliche Bauwerksüberwachung) werden der aktuelle Zustand des Bauwerkes und dessen bisherige Entwicklung erhoben. Dies geschieht im Zuge von periodischen Besichtigungen des Bauwerkes vor Ort. Je nach erforderlichem Aufwand werden bei der Zustandserfassung nach ONR drei Intensitätsstufen unterschieden: laufende Überwachung (LÜ), Kontrolle (K) und Prüfung (P) (Abb. 1.3). Zur Zustandserfassung gehört die Erhebung der verwendeten Werkstoffe und deren Eigenschaften, der geometrischen Abmessungen, der Einwirkungen, des statischen Systems und der vorhandenen Schäden an den Bauwerken. Im Zuge der Erstaufnahme werden die Bauwerke erfasst und verortet.

Bei der **Zustandsbeurteilung** werden die im Zuge der Zustandserfassung erhobenen Bauwerkseigenschaften (Schäden) ausgewertet und der Zustand festgelegt. Dies geschieht auf Basis der Zustandserfassung und -bewertung (aktueller Zustand) sowie einer Prognose der weiteren Zustandsentwicklung und deren Konsequenzen im Laufe einer festgelegten Restnutzungsdauer. Dabei wird auch die Dringlichkeit der Sanierung beurteilt.

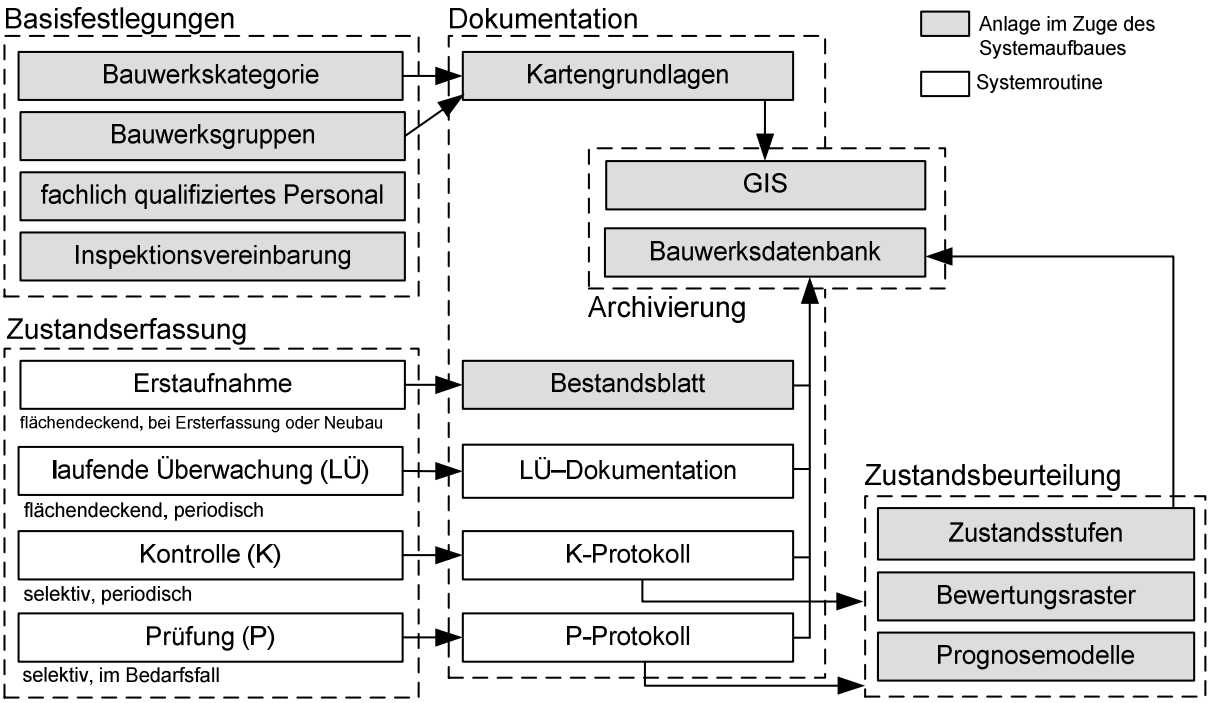



*Abb. 1.3 Instrumente der Inspektion; nach ONR 24803, aus [1]*

### 1.2.1 Zustandserfassung

Die Zustandserfassung stellt die Basis der Inspektion dar (Abb. 1.2). Hier findet die regelmäßige Bauwerksüberwachung statt. Im Zuge der Zustandserfassung werden die Bauwerke besichtigt und Bauwerkseigenschaften für den weiteren Entscheidungsprozess gesammelt. In den ONR-Richtlinien wird das dreistufige Inspektionsverfahren der RVS übernommen. Es gliedert sich in

- die **laufende Überwachung (LÜ)**,
- die **Kontrolle (K)** und
- die **Prüfung (P).**

Die mindestens erforderlichen Überwachungsintervalle und Vorgaben dazu finden sich in der ONR 24810, umfangreiche Erläuterungen dazu sind in [1] enthalten.

Obige Inspektionen finden auf Basis der Informationen aus dem Bestandblatt statt. Im Bestandsblatt sind sämtliche relevanten Informationen über das Bauwerk enthalten (z.B.: Bauwerkstyp, Bauwerksnummer, Lage, Baujahr, Abmessungen). Im Bestandsblatt sind die Bauwerke auch in die Bauwerkskategorien (Standard- und Schlüsselbauwerke) eingeteilt. Diese Bestandblätter wurden im Zuge der Erstaufnahme angelegt und sind im WLK gespeichert.

Für die jeweiligen Inspektionstypen sind zur Dokumentation Protokolle zu verfassen. Für eine Bauwerkskontrolle gibt es vorgefertigte Formblätter, die nach Ausfüllen das K-Protokoll bilden.

.

### 1.2.2 Zustandsbeurteilung und Zustandsstufen

Das Ziel der Zustandsbeurteilung ist die Einteilung des Bauwerkes in eine Zustandsstufe. Die Grundlage der Zustandsbeurteilung bildet die Zustandserfassung d. h. die Aufnahme von Schäden am Bauwerk im Zuge einer Inspektion.

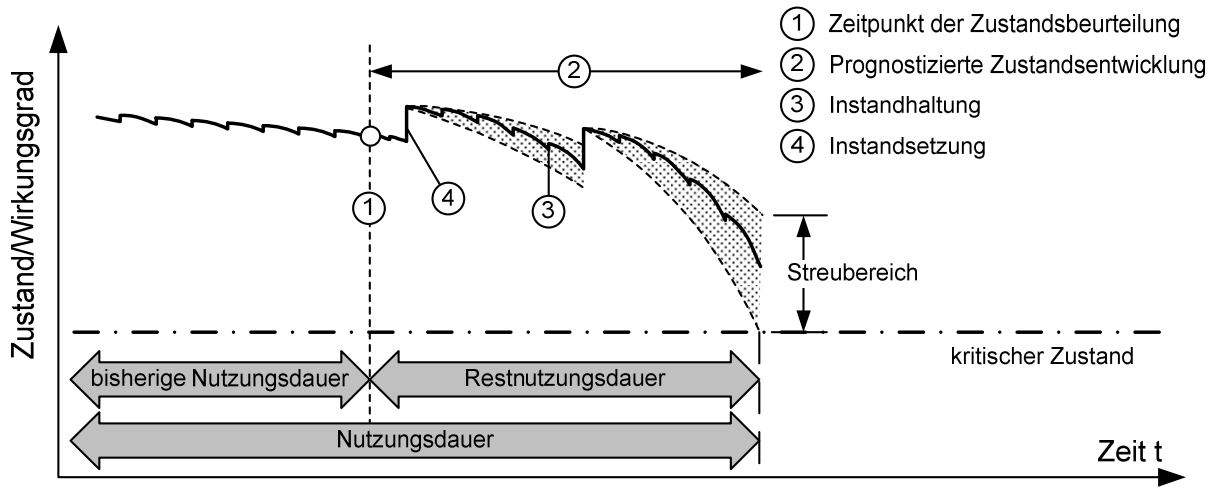



*Abb. 1.4: Zustandsentwicklung eines Schutzbauwerkes (die Prognosesicherheit der zukünftigen Entwicklung sinkt mit dem zeitlichen Abstand zum Beurteilungszeitpunkt), aus [1]*

Bei der Zustandsbeurteilung müssen der aktuelle Zustand und die zukünftige Entwicklung des Zustandes (Prognose der Restnutzungsdauer) berücksichtigt werden (Abb. 1.4). Besonders die zukünftige Entwicklung ist für die Planung von Instandsetzungsmaßnahmen wichtig. Die Zustandsbeurteilung muss Veränderungen der Baustoffeigenschaften, des Tragverhaltens und der Einwirkungen und Gefährdungen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft berücksichtigen. Es ist natürlich nicht möglich, den genauen Zustand des Bauwerkes für die Zukunft vorherzusagen. Man kann jedoch gleichförmige, verlangsamende oder beschleunigende Entwicklungen am Bauwerk feststellen und daraus, unter Zuhilfenahme des aktuellen Zustandes, eine Aussage über die zukünftige Zustandsentwicklung treffen. Dabei muss besonders auf Schäden Rücksicht genommen werden, die gar nicht oder nur schwer von außen erkennbar sind, wie beispielsweise eine Spannstahlkorrosion in Felsankern oder die innere Verwitterung von Mauerkörpern.

In den Regelwerken der ONR 24800 - Reihe wird grundsätzlich eine 6-stufige Skala zur Bewertung des Bauwerkszustandes vorgeschlagen. Je niedriger die Zustandsstufe ist, desto besser ist der Bauwerkszustand. Bauwerke, die nicht mehr benötigt werden, sind in die Stufe „0“ einzuordnen. Für Standard- und Schlüsselbauwerke gelten die gleichen Zustandsstufen und Beurteilungskriterien – die Einstufung erfolgt auf Basis der vorhandenen Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit zum Beurteilungszeitpunkt und deren zukünftiger Entwicklung (Dauerhaftigkeit) und des Zeitraumes, in dem Erhaltungsmaßnahmen zu setzen sind (Dringlichkeit des Handlungsbedarfes).

In der ONR 24810 hat man sich dazu entschlossen nur die Zustandsstufen 1 bis 5 zu verwenden. In Bei Schutzbauwerken des technischen Steinschlagschutzes wird kein Unterschied zwischen Standard- und Schlüsselbauwerken gemacht.

*Tab. 1.2: Beschreibung der Zustandsstufen, aus [2]*

| Zustandsstufen | | Erläuterung |
|---|---|---|
| 1 | Sehr guter Erhaltungszustand | Keinerlei Einschränkungen |
| 2 | Guter Erhaltungszustand | Geringe Einschränkungen |
| 3 | Ausreichender Erhaltungszustand | Kleinere Mängel |
| 4 | Schlechter Erhaltungszustand | Gröbere Substanzschädigungen mit Einschränkungen der Funktionstüchtigkeit |
| 5 | Zerstörung | Funktionstüchtigkeit nicht gegeben |

## 1.3 Organisatorische Abläufe bei der Instandhaltung

Die Systemroutine besteht aus den periodisch bzw. im Bedarfsfall ablaufenden Zustandserfassungen (Abb. 1.5). Ist bei einer **laufenden Überwachung (LÜ)** keine Beeinträchtigung feststellbar, ist eine Durchführungsmeldung zu verfassen. Das Bauwerk ist im Standardintervall nach ONR 24810 wieder zu besichtigen. Ist eine Beeinträchtigung ersichtlich, ist zusätzlich zur Durchführungsmeldung jedes beschädigte Bauwerk im LÜ-Protokoll anzuführen. Bauwerke im LÜ-Protokoll sind von geschultem Fachpersonal oder einem Experten zu kontrollieren.

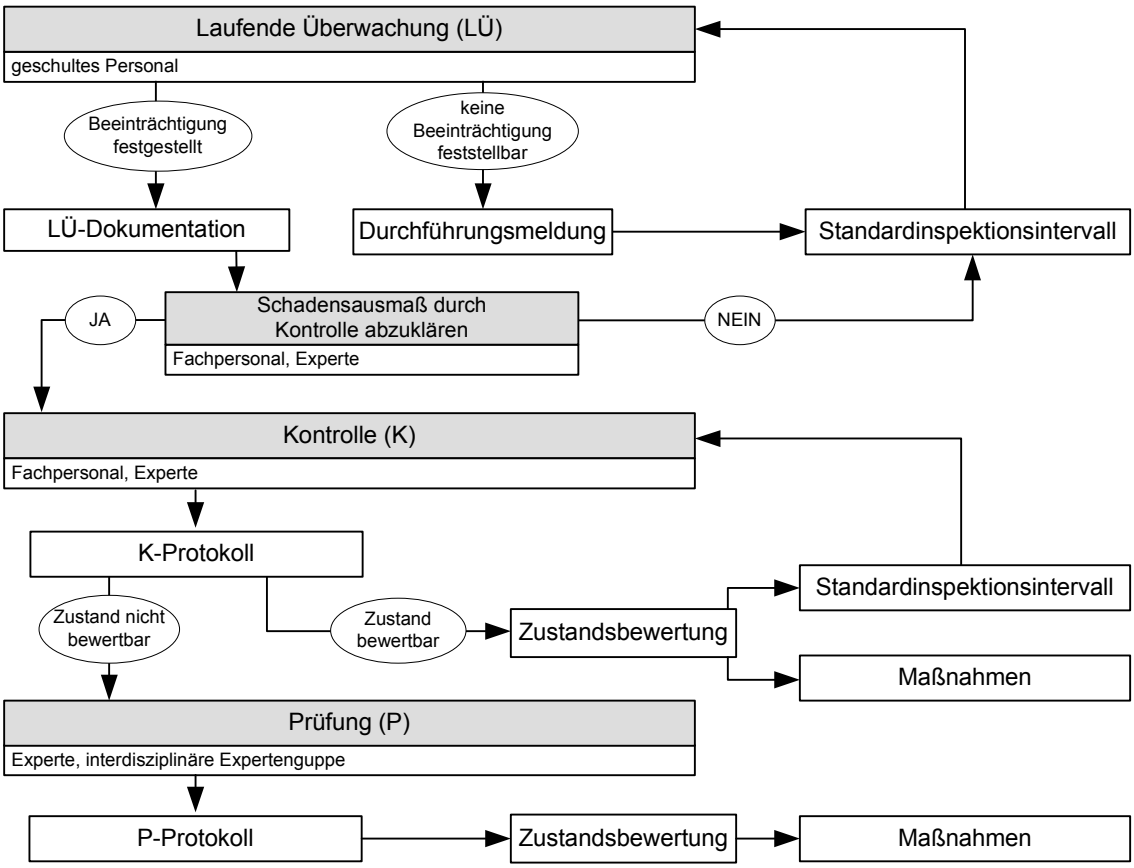



*Abb. 1.5: Systemroutine, aus [1]*

Im Zuge der Kontrolle ist ein K-Protokoll auszufüllen und der Zustand des Bauwerkes zu beurteilen. Je nachdem, was die Beurteilung ergibt, müssen danach entweder sofort Maßnahmen gesetzt werden, oder das Bauwerk wird im nächsten Standardintervall wieder kontrolliert – wenn es ein Schlüsselbauwerk ist – oder überwacht – wenn es ein Standardbauwerk ist. Ist im Zuge einer Kontrolle eine Zustandsbewertung nicht möglich, ist eine **Prüfung** zu veranlassen.

Das zentrale Element der Dokumentation aller erhobenen Daten stellt die **Bauwerksdatenbank** dar (Abb. 1.3). Darin werden die Bauwerkszustände (Zustandsstufen) und Änderungen im Bestand laufend erfasst. Weiters sind die Daten aus sämtlichen K- und P-Protokollen gespeichert. Somit sind der momentane Bauwerkszustand und dessen vergangene Entwicklung abrufbar. Die Bauwerksdatenbank kann so die Grundlage für statistische Analysen und Prognosemodelle darstellen. Über das GIS-System sind auch raumbezogene Daten abrufbar. Um die Formblätter für eine Kontrolle möglichst benutzerfreundlich zu gestalten, können diese auf Basis der gespeicherten Bestandsdaten automatisch erstellt werden. Applikationen für Tablett PC sind möglich.

# 2 Zustandsbeurteilung

Die Zustandsbeurteilung beschreibt, wie aus aufgenommen Schäden der Bauwerkszustand festgelegt wird. Generell sollte dieser Vorgang gut dokumentiert und nachvollziehbar sein, um getroffene Entscheidungen jederzeit überprüfen und gegebenenfalls begründen zu können. Der Schwerpunkt der folgenden Ausführungen liegt auf der **Zustandsbeurteilung auf Basis von visuellen Inspektionen**.

Die Zustandsbeurteilung umfasst auch eine Prognose über die Entwicklung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit in Abhängigkeit von der Lebensdauer und den einwirkenden Prozessen. Die Einteilung erfolgt nach dem Zustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit und dem Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden.

## 2.1 Gutachterliche Methode

Die Basis einer Zustandsbewertung ist die Aufnahme und Beschreibung der Einzelschäden im Zuge einer Bauwerksinspektion (Zustandserfassung). Die Aufnahme im Feld erfolgt mittels der vorgegebenen Formulare.

Bei der Beschreibung der Schäden sollte der Baustoff, der Bautyp, der geschädigte Anlagenteil, der eigentliche Schadenstyp, die Schadensursache (soweit bekannt) und die Relevanz des Schadens berücksichtigt werden (Abb. 2.1). Der **Anlagenteil** beschreibt den Ort des Auftretens des Schadens, der **Schadenstyp** bezeichnet die Art des Schadens. Hinter jedem Schadenstyp steht ein Schadmechanismus (siehe [1], Kapitel 5) oder eine Kombination aus mehreren Mechanismen. Ein bestimmter Schadenstyp tritt in unterschiedlicher „Schwere“ auf. Diese „Schwere“ wird im vorliegenden Konzept über die **Schadensklasse** beschrieben.

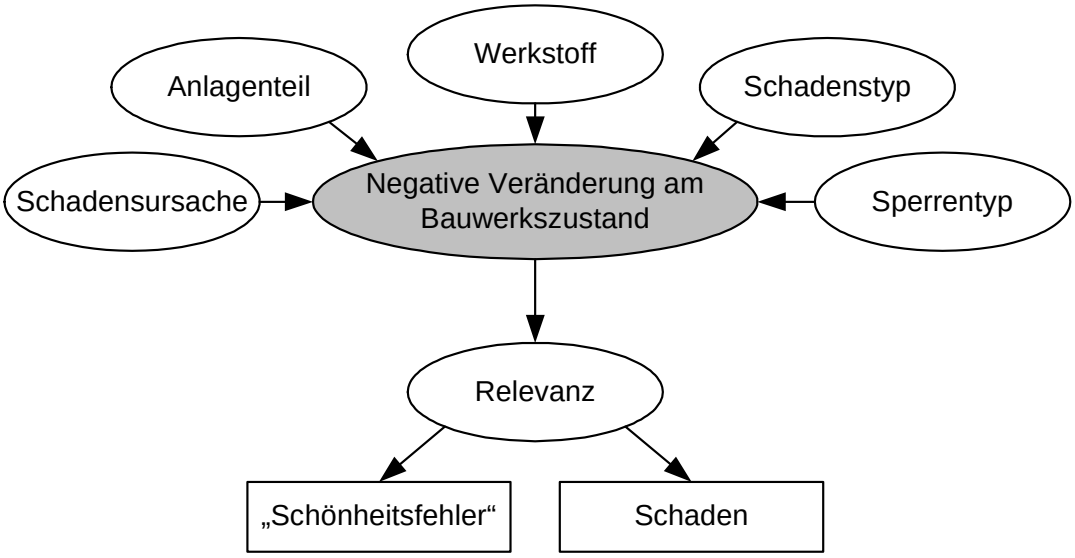



*Abb. 2.1: Beschreibung eines Einzelschadens; , aus [1]*

Vor der Zustandsbewertung des gesamten Bauwerkes ist es sinnvoll, die „Schwere“ der Einzelschäden abzuschätzen (Abb. 2.2). Ein Einzelschaden beschreibt einen Schadenstyp in einem Anlagenteil. Dabei ist die genaue Kenntnis der Schadmechanismen erforderlich. Generell werden konkrete Schadenstypen für eine Instandhaltung nach dem Ausmaß, der Intensität und der Dringlichkeit der Sanierung beurteilt. Das Ergebnis ist die Einteilung in eine Schadensklasse nach *Tab. 2.2*. Diese Schadensklassen korrelieren mit den Zustandsstufen des Bauwerkes. Für die im Schadenstypenkatalog aufgelisteten Schadenstypen sind bereits Beurteilungstabellen vorhanden.

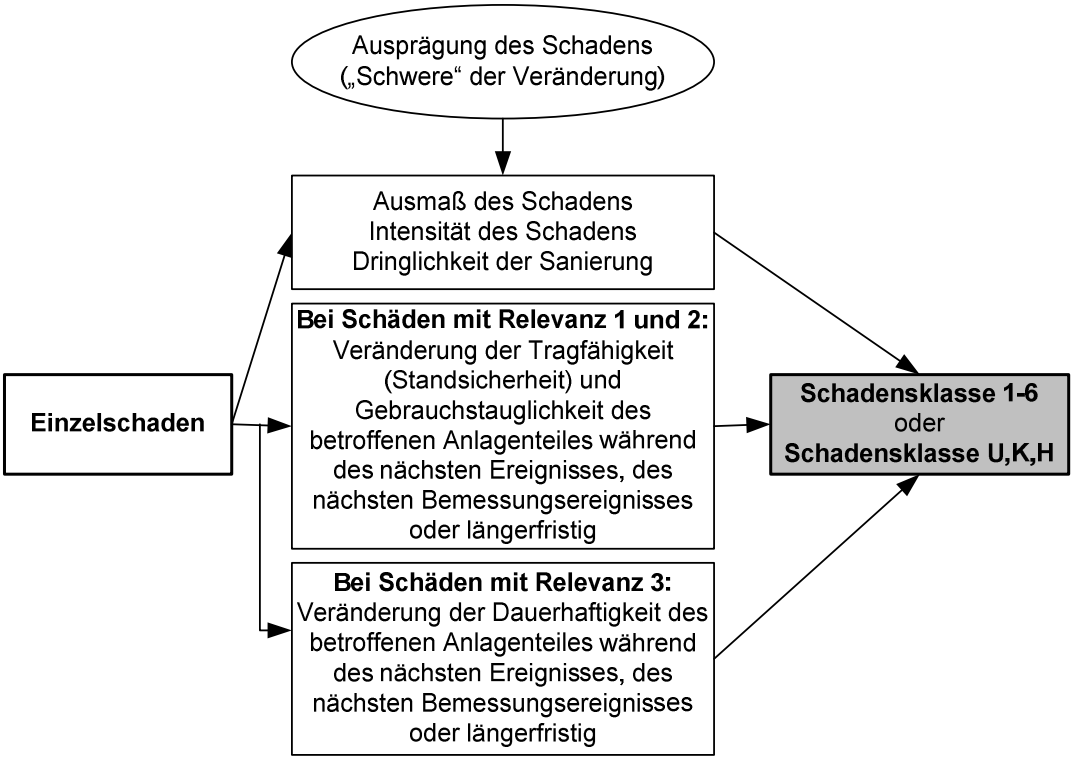



*Abb. 2.2: Beurteilung eines Einzelschadens, aus [1]*

Bei Einzelschäden mit Relevanz 1 und 2 sollte besonders bei sehr dominanten Schadenstypen die Veränderung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit des betroffenen Anlagenteiles zum Aufnahmezeitpunkt, beim nächsten Ereignis, beim nächsten Bemessungsereignis und längerfristig beurteilt werden, da davon auch die Dringlichkeit der Maßnahmen (Sanierung) abhängt.

Bei jedem Schadenstyp wird zusätzlich die Schadensrelevanz nach Tab. 2.1 angegeben. Die Relevanz beschreibt, ob der Schaden nur einen Schönheitsfehler darstellt oder Auswirkungen auf die Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerkes hat.

*Tab. 2.1: Relevanzparameter*

| Kennziffer | Relevanz |
|---|---|
| **0** | Unerheblicher Schaden (nur Schönheitsfehler) |
| **1** | Schaden mit potenzieller Auswirkung auf die Tragfähigkeit |
| **2** | Schaden mit potenzieller Auswirkung auf die Gebrauchstauglichkeit (Funktion) |
| **3** | Schaden mit potenzieller Auswirkung auf die Dauerhaftigkeit |

Sind in der Übersichtstabelle der Schadenstypen mehrere Kästchen angekreuzt, hat der Schaden Auswirkungen auf mehrere Grenzzustände oder seine Auswirkungen sind abhängig von der Schwere des Einzelschadens.

Die **Schadensschwere** ergibt sich aus dem Ausmaß und der Intensität. Das Ausmaß berücksichtigt die flächenmäßige Ausdehnung eines Schadenstyps und/oder die Häufigkeit seines Auftretens. Flächenhafte Schadstellen (z. B. Betonschäden, Durchfeuchtungen) werden aufgrund der Häufigkeit des Auftretens und der Ausdehnung beurteilt. Punktuelle Schadensbilder (z. B. Risse, Bewehrungsschäden) werden nur aufgrund der Häufigkeit des Auftretens bewertet. Die Intensität erfasst die Stärke der Schädigung eines Schadenstyps. Dabei soll sich bei der Bewertung ein Überblick über die Intensität eines Typs im Anlagenteil ergeben.

Die **Dringlichkeit** der Instandsetzung bezieht sich nicht auf die Beurteilung des Gesamtbauwerkes und dessen Einteilung in die einzelnen Zustandsstufen, sondern auf den einzelnen Schadenstyp und die Erfordernis der zeitlichen Instandsetzung. Durch die Unterlassung einer Sanierung kann es zu einer deutlichen Ausweitung des Schadens selbst oder zu weiteren Folgeschäden kommen, die die Beurteilung des Gesamtzustandes innerhalb eines kurzen Zeitraumes wesentlich verändern können.

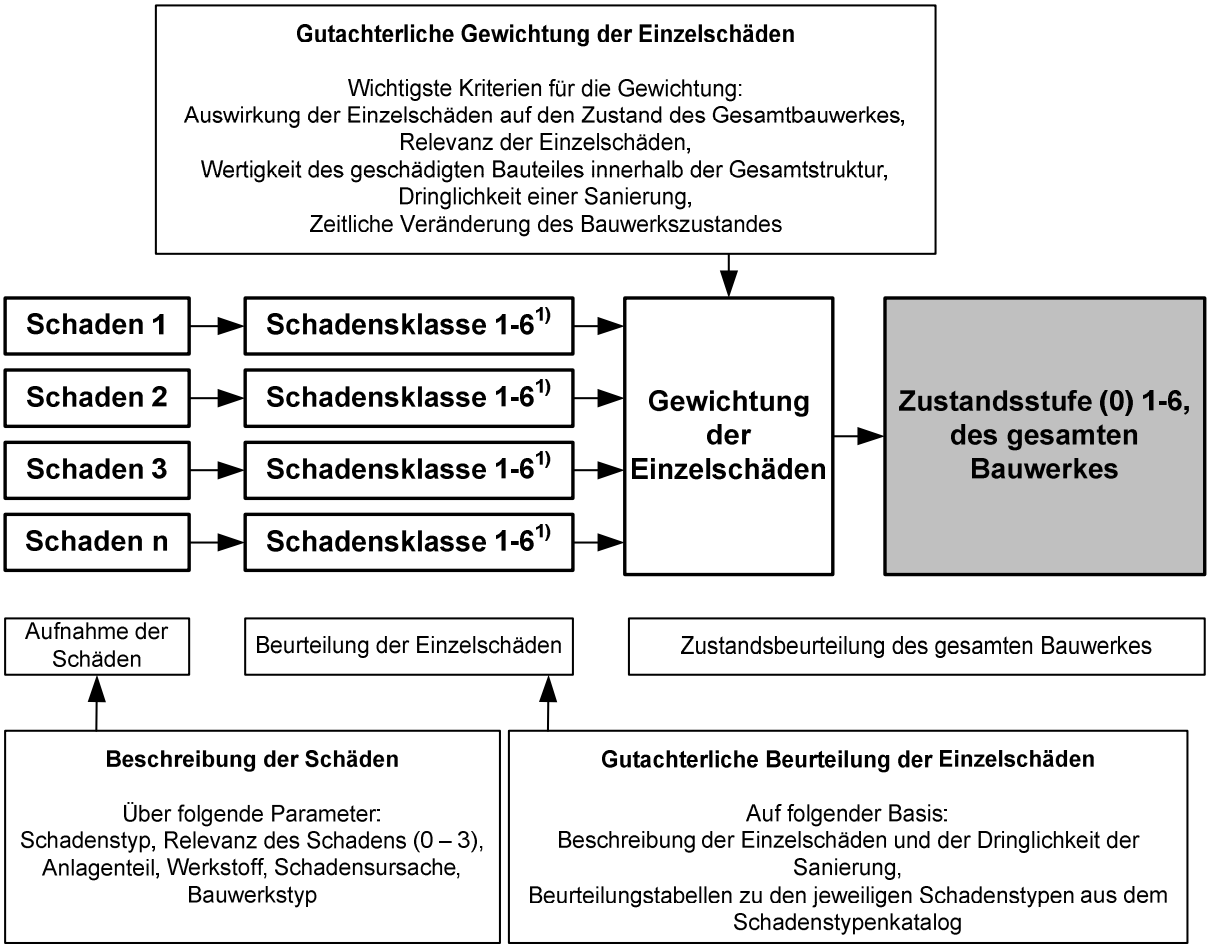
*Tab. 2.2: Grundlegende Kriterien zur Einteilung von anlagenteilbezogenen Einzelschäden in eine Schadensklasse (SKL) , aus [1]*

| vereinfachte Schadensklasse | | U | K | H |
|---|---|---|---|---|
| **Schadensschwere** | | wenig – vereinzelt oder punktuell mit geringer Intensität | häufig – mehrere in einem Bauteil oder kleinflächig mit mittlerer Intensität | sehr häufig – viele in einem Bauteil oder großflächig mitstarker Intensität, Anlagenteil zerstört |
| **Dringlichkeit** | | längerfristig (mind. 12 J.) | vor dem nächsten Ereignis (max. 3 J.) | sofort |
| **Gebrauchs-tauglichkeit/ Standsicherheit** | **Aufnahmezeitpunkt** | gegeben | gegeben | stark eingeschränkt bzw. nicht gegeben |
| | **nächstes Ereignis** | gegeben | gegeben | nicht gegeben |
| | **nächstes Bemessungsereignis** | gegeben | nicht gegeben | - |
| | **längerfristig** | gegeben | - | - |

Im letzten Schritt erfolgt die Zustandsbeurteilung des Gesamtbauwerkes (Abb. 2.3). Das Ziel ist die Einteilung in eine der Zustandsstufen nach Tab 1.2 unter Berücksichtigung der bauwerksbezogenen Tabellen in Kapitel 2.2. Hierbei müssen die Einzelschäden nach Relevanz, Ausprägung und Wertigkeit des Anlagenteiles gewichtet werden. In der vorliegenden Methodik geschieht dies gutachterlich durch den inspizierenden Experten.

Bei der Zustandsbeurteilung des gesamten Bauwerkes muss beachtet werden, dass es Einzelschäden gibt, die die Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit des Bauwerkes nur gering beeinträchtigen und solche, die in der Zukunft zu einem Bauwerksversagen führen können. Ein und derselbe Schaden kann an unterschiedlichen Bautypen aufgrund verschiedener Funktionen und statischer Systeme unterschiedlich schwere Auswirkungen auf den Zustand haben. Daher ist in dieser Stufe nochmals über die Sanierungsdringlichkeit und den zeitlichen Verlauf der Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit des Gesamtbauwerkes nachzudenken.

Bei dauerhaftigkeitsrelevanten Schäden (Relevanz 3) ist wesentlich, dass durch sie kein unmittelbarer Verlust der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit droht. Sie können jedoch zu einer deutlich verkürzten Lebensdauer des Bauwerkes führen. Wie hoch solche Schäden bei der Gesamtbeurteilung zu gewichten sind, hängt von der gewählten Instandhaltungsstrategie ab.




1) Es ist auch möglich, die vereinfachten Schadensklassen U (unbedeutend), K (kritisch) und H (Handlungsbedarf) zu verwenden.

*Abb. 2.3: Zustandsbeurteilung des Gesamtbauwerkes auf gutachterlicher Basis, aus [1]*

## 2.2 Methode mit Bewertungsraster

Über einen Bewertungsraster wird der Zusammenhang zwischen den erhobenen und gewichteten Schäden und der Zustandsstufe hergestellt. Im Bewertungsraster soll die Lage des Schadens, dessen Schwere und Relevanz, die Gebrauchstauglichkeit und die Sanierungserfordernis berücksichtigt werden. Ein standardisiertes Raster ist notwendig, um die Einteilung möglichst objektiv und nachvollziehbar zu gestalten. Weiters berücksichtigt der Bewertungsraster die Auswirkungen der im Zuge einer Bauwerkskontrolle oder Prüfung erfassten Schäden hinsichtlich der folgenden Kriterien:

- Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt
- Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt
- Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden (Dringlichkeit für Maßnahmen)

In der ONR 24810 wird vorgeschlagen, Steinschlagschutznetze nach Tab. 2.3, Steinschlagschutzdämme nach Tab. 2.4 und Felssicherungen nach Tab. 2.5 in eine Zustandsstufe einzuteilen.

*Tab. 2.3:* *Steinschlagschutznetze: Zuordnung der Zustandsstufen* in Hinblick auf *die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und den Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden; aus [2]*

| **Zustands-stufe** | **Vereinfachte Schadens-klasse** | **Tragfähigkeit**[1)] | **Gebrauchs-tauglichkeit**[2)] | **Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden** | **Beispiele für Steinschlagschutznetze** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | U | gegeben | gegeben | langfristig | – keine Schäden erkennbar |
| 2 | | gegeben | gegeben | langfristig | – ev. leichte Abnutzungserscheinungen<br>– leichte Korrosion |
| 3 | K | gegeben | gegeben | mittelfristig | – plastisch verformte Netze<br>– bei sichtbar verformten Bremselementen Beurteilung durch Experten oder Austausch |
| 4 | H | eingeschränkt | sehr eingeschränkt | kurzfristig | – freigelegte Verankerungen, geknickte Mikropfahlverankerung<br>– deformierte Stützen<br>– stark verformte Bremselemente<br>– verminderte Nominalhöhe<br>– Seilrisse, zerstörte Schäkel, Seilklemmen<br>– gezogene Zugpfähle<br>– Hinterfüllung des Netzes<br>– Gebrochene Schweißnähte |
| 5 | | nicht gegeben | nicht gegeben | | – vollständige Zerstörung |

1) zum Aufnahmezeitpunkt (= Sicherheit hinsichtlich des Erreichens des Grenzzustandes der Tragfähigkeit, Verlust der Gesamtstabilität des Stützwerkes)

2) zum Aufnahmezeitpunkt (= Funktionstüchtigkeit des Schutzbauwerkes)

*Tab. 2.4: Steinschlagschutzdämme: Zuordnung der Zustandsstufen* in Hinblick auf *die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und den Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden; aus [2]*

| Zustands-stufe | Vereinfachte Schadens-klasse | Tragfähig-keit[1)] | Gebrauchs-tauglichkeit[2)] | Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden | Beispiele für Steinschlagschutzdämme |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | U | gegeben | gegeben | langfristig | – keine Schäden erkennbar |
| 2 | | gegeben | gegeben | langfristig | – ev. störender Bewuchs<br>– leichte Erosionserscheinungen an der Oberfläche<br>– Einzelblöcke im Fallboden |
| 3 | K | gegeben | gegeben | mittelfristig | – Dammkörper auf der prozesszugewandten Seite mit punktuellen Beschädigungen leichte Erosionserscheinungen an der Oberfläche<br>– Fallboden teilverfüllt |
| 4 | H | eingeschränkt | sehr eingeschränkt | kurzfristig | – Fallboden komplett verfüllt<br>– Dammkörper auf prozesszugewandter Seite großflächig beschädigt<br>– Schäden sind auf der prozessabgewandten Seite erkennbar<br>– Brüche im Dammkörper<br>– großflächige Erosionserscheinungen |
| 5 | | nicht gegeben | nicht gegeben | | – vollständige Zerstörung |
| | 1) zum Aufnahmezeitpunkt (= Sicherheit hinsichtlich des Erreichens des Grenzzustandes der Tragfähigkeit, Verlust der Gesamtstabilität des Stützwerkes)<br>2) zum Aufnahmezeitpunkt (= Funktionstüchtigkeit des Schutzbauwerkes) | | | | |

*Tab. 2.5: Felssicherungen: Zuordnung der Zustandsstufen* in Hinblick auf *die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und den Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden; aus [2]*

| Zustands-stufe | Vereinfachte Schadens-klasse | Tragfähigkeit[1)] | Gebrauchs-tauglichkeit[2)] | Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden | Beispiele für Felssicherungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | U | gegeben | gegeben | - | – keine Schäden erkennbar |
| 2 | | gegeben | gegeben | langfristig | – ev. leichte Abnutzungserscheinungen |
| 3 | K | gegeben | gegeben | mittelfristig | – leichte Korrosion<br>– leichte Erosion der Felsbereiche<br>– Anker: Schäden am Korrosionsschutz<br>– Nägel, Zugpfähle: deutlich ausgeprägte Korrosion im Kopfbereich<br>– punktuelle Fehlstellen in Netzen<br>– Stahlbetonteile: breite Risse mit korrodierender Bewehrung<br>– Spritzbeton: kleinflächige Abplatzungen, mangelhafte Entwässerung |
| 4 | H | eingeschränkt | sehr eingeschränkt | kurzfristig | – gezogene Anker, Zugpfähle oder Nägel<br>– Anker: Korrosionsschutz nicht mehr gegeben<br>– Netze gerissen<br>– Stahlbetonteile: freiliegende, stark korrodierte Bewehrung<br>– Spritzbeton: großflächige Abplatzungen<br>– starke Erosion der Felsbereiche |
| 5 | | nicht gegeben | nicht gegeben | unverzüglich | – vollständige Zerstörung |

1) zum Aufnahmezeitpunkt (= Sicherheit hinsichtlich des Erreichens des Grenzzustandes der Tragfähigkeit, Verlust der Gesamtstabilität des Stützwerkes)
2) zum Aufnahmezeitpunkt (= Funktionstüchtigkeit des Schutzbauwerkes)

# 3 Durchführung der Inspektion

In diesem Kapitel sind für typische Bauwerke checklistenartig die wichtigsten Punkte für die Durchführung einer laufenden Überwachung und einer Kontrolle zusammengestellt. Bei anderen Bauwerken ist analog vorzugehen. Detailliertere Informationen und Listen mit möglichen Schadenstypen sowie Checklisten für andere Schutzbauwerke des technischen Steinschlagschutzes finden sich in [1], Kapitel 8.4, 8.6, 8.9, 8.11, ab Seite 408.

## 3.1 Steinschlagschutzdämme

### 3.1.1 Vorgaben für die laufende Überwachung

Im Zuge einer Kontrolle ist das Bauwerk in eine Zustandsstufe einzuteilen. Folgende Punkte sind bei einer Kontrolle (K) von Steinschlagschutzdämmen zu beachten:

- Im hangseitigen Vorfeld:
  - Verfüllungsgrad des Fallbodens
- Am Dammkörper:
  - verstärkte Oberflächenerosion oder Abrasion
  - Zustand der prozesszugewandten Dammböschung
  - Zustand der prozessabgewandten Böschung (besonders im Hinblick auf Schäden infolge von Einschlägen an der prozesszugewandten Dammböschung)
  - störender Bewuchs

### 3.1.2 Vorgaben für die Kontrolle

Folgende Punkte sind bei einer Kontrolle (K) von Steinschlagschutzdämmen zu beachten:

- Kontrolle des hangseitigen Vorfeldes:
  - Verfüllungsgrad des Fallbodens
  - sonstige Ablagerungen, Erosionstendenzen
- Kontrolle des talseitigen Vorfeldes:
  - Erosionstendenzen, Durchsickerungen
- Kontrolle des Dammkörpers:
  - Kronensetzungen
  - Risse, Öffnungen, beschädigte Gewebe oder Gitter bei bewehrter Erde
  - Verformungen des Dammkörpers: Einsenkungen, Mulden, Sackungen, Ausbauchungen, Nachböschungen (bei Steinschlagschutzdämmen ist besonders auf Ausbauchungen und Risse auf der prozessabgewandten Seite zu achten)
  - Abbrüche oder Anrisse
  - störender Bewuchs

- Kontrolle der Dammoberfläche:
  - Erosions- und Abrasionserscheinungen, Erosionsrinnen
  - Zustand des Erosions- bzw. Abrasionsschutzes an der prozesszugewandten Seite
  - Verformungen von Steinschlichtungen
  - Einschlagtrichter: ihre Anzahl und Tiefe
  - Zustand des Bewuchses (abgestorbene oder ungenügend gepflegte Bereiche)

## 3.2 Steinschlagschutznetze

Bei der laufenden Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Steinschlagnetzen sind generell die Angaben in den Wartungshandbüchern der Hersteller zu beachten.

### 3.2.1 Vorgaben für die laufende Überwachung

Folgende Punkte sind bei einer laufenden Überwachung (LÜ) an Steinschlagschutznetzen zu beachten:

- Im hangseitigen Vorfeld:
  - Schuttansammlungen im Netz
  - größere Steine im Netz
  - Waldschäden unmittelbar (eine Bäumlänge) bergseits des Netzes (Windwürfe, Käferbäume …)
- Am Tragwerk:
  - Erreichen der wirksamen Bauwerkshöhe (Verifizierung der ursprünglichen Nominalhöhe laut Herstellerangaben, im Ereignisfall Dokumentation der Restnutzhöhe)
  - schädliche Schuttansammlungen im Netz
  - abgefangene Steine im Netz, die zu einer Reduktion der wirksamen Bauwerkshöhe führen
  - umgestürzte Bäume oder abgebrochene Äste, die die wirksame Bauwerkshöhe reduzieren
  - Zustand der Bremselemente (Funktionstauglichkeit, Abschätzung der Auslenkung und der Restkapazität)
  - Zustand der Netze (plastische Verformungen, Brüche im Netz oder in den Verbindungsmitteln)
  - Zustand der Seile (Brüche von Voll- oder Teilquerschnitten)

### 3.2.2 Inspektion nach Ereignissen

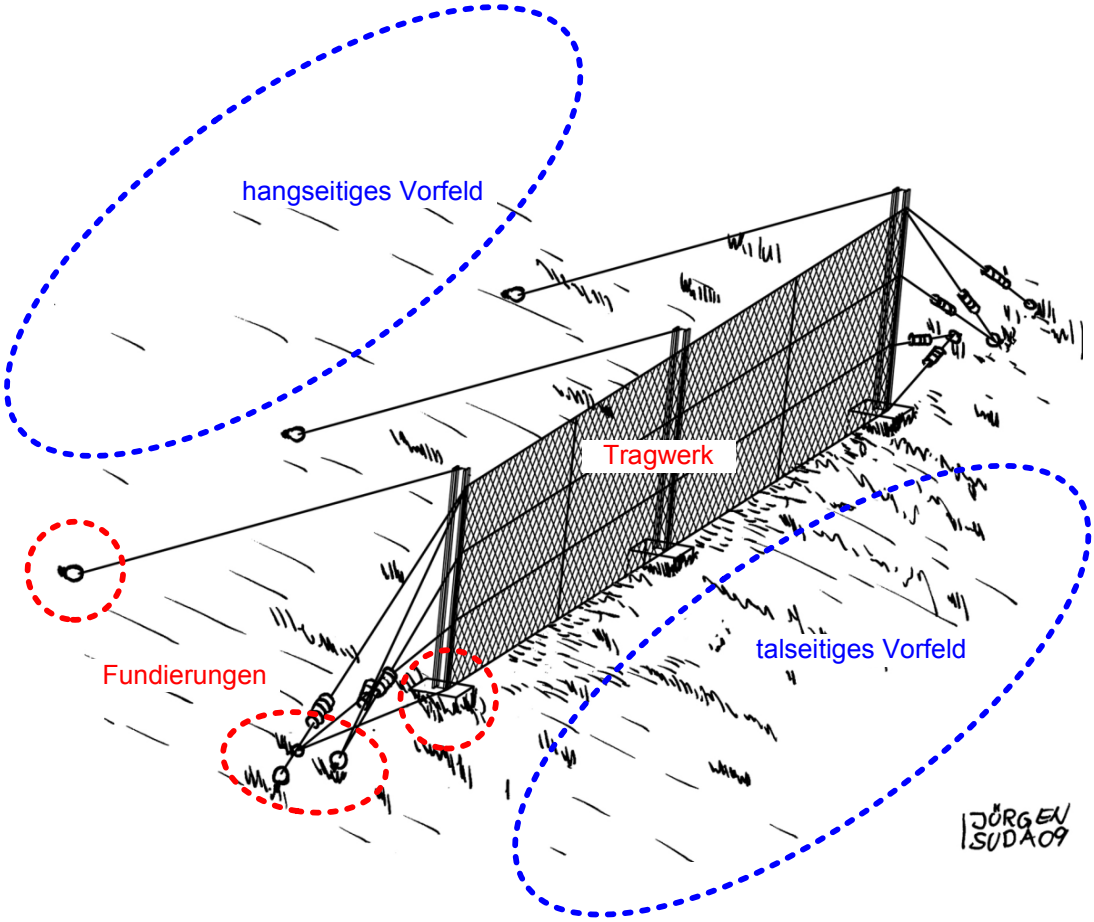
Nach gemeldeten oder aufgezeichneten Ereignissen ist eine sofortige Inspektion erforderlich. Dabei ist immer der vorhandene Zustand mit den Grenzwerten im Wartungshandbuch des Herstellers zu vergleichen. In der Regel müssen folgende Punkte überprüft werden:

- Verformungen der Bremselemente
  (Umfang der Verformung, Vergleich mit den Grenzwerten laut Hersteller)
- Reduktion der wirksamen Bauwerkshöhe
  (Umfang der Reduktion, Vergleich mit den Grenzwerten laut Hersteller)
- Beschädigungen im Netz
- Beschädigungen von Seilen
- Beschädigungen von Stützen, Grundplatten und Verbindungsbolzen
- Beschädigungen an den Verankerungen (verbogene Anker, aus dem Boden gezogene Anker)

### 3.2.3 Vorgaben für die Kontrolle

Im Zuge einer Kontrolle ist das Bauwerk in eine Zustandsstufe einzuteilen. Folgende Punkte sind bei einer Kontrolle (K) von Steinschlagschutznetzen zu beachten:

- Kontrolle des hangseitigen Vorfeldes:
  - Ablagerungen (Schuttansammlungen hinter dem Netz)
  - Erosionstendenzen
- Kontrolle des talseitigen Vorfeldes:
  - Erosionstendenzen
- Kontrolle des Tragwerkes:
  - Zustand der Bremselemente: Funktionstauglichkeit, Abschätzung der Auslenkung und der restlichen Verformungskapazität (des Verformungswegs), Korrosion, Zustand der Verbindungsmittel
  - Zustand der Netze und Verbindungsmittel: plastische Verformungen, Brüche im Netz bzw. Gitter oder in den Verbindungsmitteln, Korrosion der Netze und der Verbindungsmittel
  - Zustand der Seile: Zustand des Korrosionsschutzes, Zustand der Litzen, Seile, Schäkel, Seilklemmen, Vorhandensein von Knicken, Brüche von Voll- oder Teilquerschnitten (an Einzeldrähten oder Litzen), überdehnte Bereiche im Seil, Korrosion
  - bei abgefangenen Steinen: Überprüfen der Restnutzhöhe (tiefster Punkt des Tragseiles gemessen normal auf den Hang), Verifizierung der ursprünglichen Nominalhöhe, im Ereignisfall Dokumentation der Restnutzhöhe
- Kontrolle der Fundierungen (Verankerungen):
  - Fundamente: z. B. Risse, Abplatzungen, Festigkeit der Betonmatrix, Betondeckung, augenscheinliche Korrosion der Bewehrung …
  - Bodenplatten und Stützen: Korrosion, Brüche, Verformungen, Risse, Zustand der Verbindungselemente
  - Zug- und Druckpfähle: Korrosion und/oder Verformungen im Kopfbereich, freiliegende Pfahlteile unterhalb des Befestigungsbügels



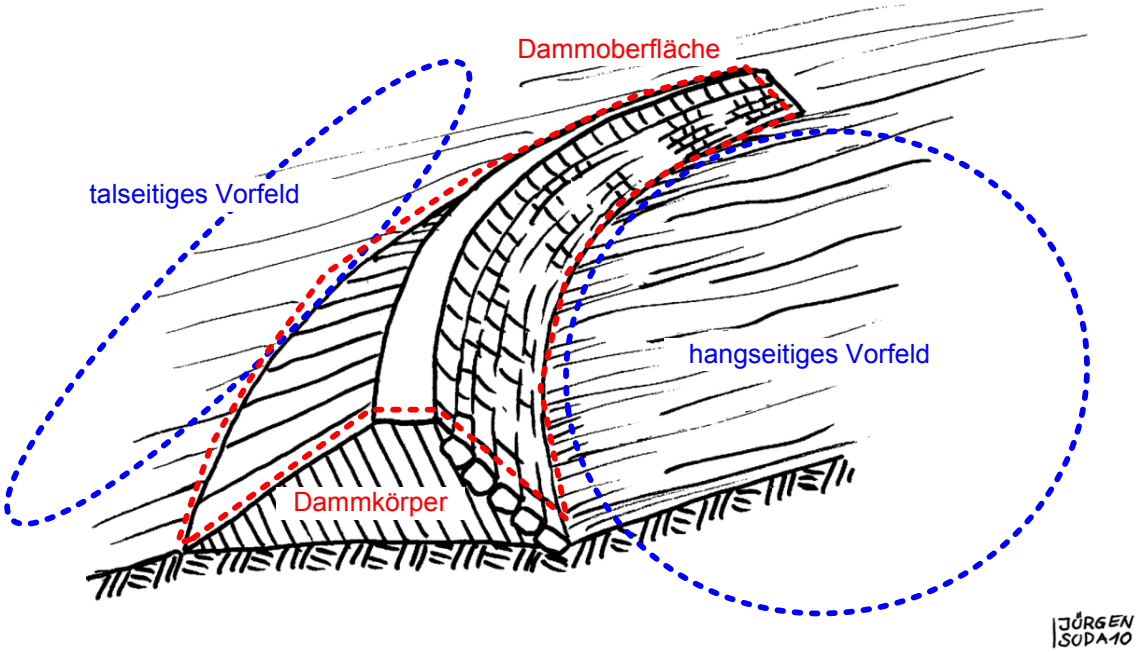




*Abb. 3.1: Darstellung der Bauwerksbereiche, die für eine Überwachung relevant sind: oben: Steinschlagschutznetz, unten: Steinschlagschutzdamm*

## 3.3 Felssicherungen

### 3.3.1 Vorgaben für die laufende Überwachung

Folgende Punkte sind bei einer laufenden Überwachung (LÜ) von Felssicherungen zu beachten:

- In den Vorfeldern:
  - Auffällige Verformungen, Risse, absturzgefährdete Blöcke, Erosion, Verwitterung …
  - Störender Bewuchs
- An den Bauwerken
  - Netze: Löcher, Risse, Brüche, Hinterfüllungen durch Steine und Schutt
  - Seile: Brüche von Voll- oder Teilquerschnitten
  - Nägel: Zustand des Nagelkopfes
  - Stahlbeton: Risse
  - Spritzbeton: Oberfläche, Abplatzungen, Entwässerung, Vernässungsstellen

### 3.3.2 Vorgaben für die Kontrolle

Im Zuge einer Kontrolle ist das Bauwerk in eine Zustandsstufe einzuteilen. Bei der Kontrolle ist der Erhaltungszustand bzw. die Funktionstüchtigkeit aller Bauteile der geankerten Konstruktionen visuell festzustellen und zu dokumentieren. Folgende Punkte sind bei einer Kontrolle (K) von Felssicherungen zu beachten:

- Kontrolle der Vorfelder:
  - Veränderungen des umliegenden Geländes, wie z. B. Rutschungen, Risse, Aufwölbungen, Wasseraustritte …
- Kontrolle der ungesicherte Felsoberfläche zwischen den Sicherungselementen:
  - Erosions- oder Verwitterungserscheinungen
  - Ausbildung von größeren instabilen Kluftkörpern
- Kontrolle der Netze:
  - Löcher, Risse, Brüche, Hinterfüllungen durch Steine und Schutt
  - Zustand des Korrosionsschutzes
- Kontrolle der Seile:
  - Brüche von Voll- oder Teilquerschnitten, Zustand des Korrosionsschutzes, Zustand der Litzen, Seile, Schäkel, Seilklemmen, Vorhandene Knicke in den Seilen
- Kontrolle der Anker und Boden- bzw. Felsnägel:
  - visuelle Kontrolle (eventuell auch mit dem Fernglas) aller freiliegenden Ankerteile
  - Zustand des Korrosionsschutzes, des Ankerkopfes und der Kraftmessdosen (Vorschriften der Betriebsanleitung beachten)

- Kontrolle bei Stahlbetonbauteilen:
  - Festigkeit der Betonmatrix (nach dem Augenschein), Betondeckung, Korrosion der Bewehrung, Risse
- Kontrolle bei Spritzbetonbauteilen:
  - Korrosion der Bewehrung (nach dem Augenschein), Entwässerung (Versinterungen), Vernässungsstellen, Risse in der geankerten Konstruktion (Ankerbalken, Stützscheiben …), Abplatzungen
  - Auffällige Verformungen, absturzgefährdete Teile, Oberflächenveränderungen (Korrosionserscheinungen, Aussinterungen, Risse …)
- Kontrolle der Entwässerungen:
  - visuelle Funktionskontrolle der gesicherten und der angrenzenden Bereiche
- Störender Bewuchs
- Kontrolle der Messeinrichtungen
  - Zustand und Funktionsfähigkeit der Messeinrichtungen
- Kontrolle der Besichtigungseinrichtungen:
  - Aufnahme von allfälligen Schäden an ortsfesten Leitern, Treppen, Besichtigungsstegen …

### 3.3.3 Prüfung von Ankern

Von einem Geotechniker (einem Projektanten oder fachkundigen Experten) ist ein Prüfplan zu erstellen. Folgende Prüfintervalle sind einzuhalten:

- bei Ankern ohne Überwachungseinrichtungen: Abhebekontrolle mindestens alle 8 Jahre
- bei Ankern mit vorhandenen Überwachungseinrichtungen: Abhebekontrolle mindestens alle 12 Jahre
- Wenn alle Anker eines Bauwerkes dauerhaft überwacht werden, ist keine gesonderte Abhebekontrolle erforderlich.

# 4 Protokoll einer Bauwerkskontrolle/ Schadenstypen

*Tab. 4.1: Überblick über die Schadenstypen an Steinschlagschutzbauwerken*

| | Bezeichnung Schadenstypen | Relevanz | | | | Entspricht Schadenstyp in [1] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| A | Allgemeine Mängel in der Umgebung des Bauwerks | | | | | |
| Allgemein | | | | | | |
| | Menschlich verursachte Manipulationen (Übelstände)/ Vandalismus/Tieraktivität | ☒ | ☐ | ☐ | ☒ | |
| | Bodenerosion | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | |
| | Grundbruch/ unplanmäßige Hangbewegung/ Böschungsbruch | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | P18,P29,P33 |
| Prozessbedingte Mängel in der Umgebung | | | | | | |
| | Lawinen (Überlastfall) | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Hangmure | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Wildbachprozesse (Tiefen- und Seitenerosion, Auflandung) | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Schneedruck | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Steinschlag/Felssturz | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Baumschlag | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| B | Funktionale Mängel | | | | | |
| | Verklausung/Verlegung | ☐ | ☐ | ☐ | ☒ | P26 |
| | Fehlende Speicherkapazität im Retentionsraum | ☐ | ☐ | ☒ | ☒ | P28, P17 |
| | Reduzierte Wirkhöhe | ☐ | ☐ | ☒ | ☒ | P17 |
| C | Mängel am Bauwerk | | | | | |
| Materialunabhängig | | | | | | |
| | Erosion/Abrasion an Bauwerksteilen | ☐ | ☐ | ☐ | ☒ | P12 |
| | Bauwerksbewegung | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | P11 |
| | Abtrag/mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen | ☐ | ☒ | ☒ | ☐ | P210, P34, P35, P36 |
| | Mängel an Sicherheitseinrichtungen | ☐ | ☐ | ☒ | ☐ | O-3 |
| | Fehlende Teile | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| Stahl | | | | | | |
| | **Anker, Mikropfähle und Druckplatten** | | | | | |
| | Korrosion | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | S11 |
| | Deformation | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | S12 |
| | Bruch | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Freilegung | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | S15 |
| | Verbundversagen | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S15 |
| | Grundbruch | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S15 |
| | Schadhafte Verbindungselemente | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | S13 |
| | Beton- und Mörtelbruch | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S15 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Oberbau** | | | | | |
| | Korrosion | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | S11 |
| | Deformation | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S12 |
| | Bruch | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S12 |
| | Schadhafte Verbindungselemente | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | S13 |
| | Schadhafte Abspannung | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S14 |
| | Schadhafte Stützenplatte | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S15 |
| | Bremselemente gezogen/schadhaft | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | S12 |
| Beton | | | | | | |
| | Verwitterung / Abplatzung | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | B11, B12, B36 |
| | Durchfeuchtung/Durchströmung | ☐ | ☐ | ☐ | ☒ | B13 |
| | Riss unter unplanmäßiger Last (statisch bedingte Risse) | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | B21 |
| | Risse infolge Zwang durch Eigenspannung | ☒ | ☐ | ☐ | ☒ | B22 |
| | Risse infolge Zwang durch Verformung im Untergrund (Setzungsrisse) | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | B23 |
| | Risse an Diskontinuitäten (geometrisch bzw materialbedingt) | ☐ | ☐ | ☐ | ☒ | B24 |
| | Risse entlang von Bewehrungsstäben | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | B25 |
| | Risse Treibwirkung (treibender Angriff) | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | B26 |
| | Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung | ☒ | ☐ | ☐ | ☒ | B14 |
| Stein/Mauerwerk | | | | | | |
| | Verwitterung/Abplatzung/Fehlende Steine/Mauerteile | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | M-1 |
| | Durchfeuchtung/Durchströmung | ☐ | ☐ | ☐ | ☒ | M-4 |
| | Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | M-2 |
| | Schäden in der Verfugung | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | |
| | Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung | ☐ | ☒ | ☒ | ☐ | M-3 |
| Holz | | | | | | |
| | Verwitterung/Vermorschung (Holzabbau) | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | H-1 |
| | Durchfeuchtung/Durchströmung | ☐ | ☐ | ☐ | ☒ | H-4 |
| | Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | H-2 |
| | Fehlendes Füllmaterial (Steinkasten) | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung | ☐ | ☒ | ☒ | ☐ | H-3 |
| Schüttung/Gabionen/bewehrte Erde | | | | | | |
| | Oberflächenerosion | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | E-1 |
| | Durchfeuchtung/Durchströmung | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | G-3, E-4 |
| | Bauwerksverformung/Setzung | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | G-1, E-2 |
| | Grundbruch | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | Kapitel 5.2.5.2 |
| | Schäden am Bewehrungsgitter | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | S14 |
| | Schäden am Geotextil | ☐ | ☒ | ☐ | ☒ | |
| | Fehlendes Füllmaterial | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | |
| | Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung | ☐ | ☒ | ☒ | ☒ | G3, E-3 |
| | | | | | | |

# A Mängel in der Umgebung des Bauwerks

## 4.1 Mängel in der Umgebung des Bauwerks

### 4.1.1 Allgemeine Mängel in der Umgebung

#### 4.1.1.1 Menschlich verursachte Manipulationen (Übelstände)/ Vandalismus/Tieraktivität

Kurzbeschreibung:

Von Vandalismus sind in erster Linie Bauwerke in Siedlungsnähe gefährdet. Die Schäden zeigen sich in den unterschiedlichsten Formen, je nach Intensität der einwirkenden Belastung bzw. Beeinträchtigung. Sie können beispielsweise das Entfernen von Sicherheitstafeln oder das Verbiegen/Zerstören von Absperrgittern/ Zäunen an Schutzbauwerken sein.

Schäden durch Tieraktivität entstehen primär durch Graben, Wühlen und Nagen an und in der Umgebung des Bauwerks.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Die Schäden durch Vandalismus werden auf die leichter zu beschädigenden Bauwerksteile, wie Sicherheitseinrichtungen (Geländer, Tafeln, Absperrungen) oder junge Pflanzen, beschränkt bleiben. Das Bauwerk an sich lässt sich durch Vandalismus kaum beschädigen. Die möglichen Orte bzw. Möglichkeiten des Auftretens sind so vielfältig, dass das gesamte Bauwerk und seine nähere Umgebung von diesen Schadensfällen in Mitleidenschaft gezogen werden kann.

Schadensursachen:

Der Schaden wird durch mutwillige Sachbeschädigung durch Menschen oder Tieraktivitäten verursacht.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Schäden an Sicherheitseinrichtungen oder an der Bauwerksoberfläche, die lediglich eine Beeinträchtigung des Bauwerkes darstellen |
| **K** | Starke Schäden an den Sicherheitseinrichtungen oder am Bauwerk |
| **H** | Standsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp O2, Anhang A

Bildbeispiel

#### 4.1.1.2 Bodenerosion

Kurzbeschreibung:

Durch die Beanspruchung e des Bodens im Zuge erosiver und/oder abrasiver Prozesse kommt es zu einem fortschreitenden Materialabtrag desselben. Der Abtrag beginnt zu meist punktuell in stark beanspruchten Bereichen (z. B. Geländekanten, -sprüngen). Dadurch können Folgeschäden an Bauwerken in der direkten Umgebung entstehen. Die Erosions- und Abrasionserscheinungen sind bei diesem Schadenstyp nicht auf Wildbachprozesse zurückzuführen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Diese Schäden treten im nahen Umfeld von Steinschlagschutzbauwerken auf, nicht am Bauwerk selbst. Sie können beispielsweise durch Erosionsherde oberhalb eines Auffangdammes oder erosiven Bodenabtrag Erscheinung treten.

Schadensursachen:

Verursacht wird der Abtrag des Oberflächenmaterials in der Umgebung des Schutzbauwerkes durch mechanische Einwirkung von Wasser und/ oder Feststoffkomponenten.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige Erosions-/Abrasionserscheinungen an der Geländeoberfläche, Folgeschäden für Bauwerke in der Umgebung sind nicht zu erwarten |
| **K** | Kleinflächige Erosions-/ Abrasionserscheinungen an der Geländeoberfläche, Folgeschäden für die Bauwerke in der Umgebung können sich langfristig bemerkbar machen |
| **H** | Großflächige Erosions-/ Abrasionserscheinungen bzw. kleinflächig an ungünstigen Stellen, Folgeschäden für die Bauwerke in der Umgebung sind zu erwarten (sackende Rutschungen, reduzierte Wirkhöhen etc.), dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Stabilität des Restquerschnittes |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp E-1, Anhang A und Kapitel 4.2.2.5.1; 5.2.2.2

Bildbeispiel

### 4.1.1.3 Grundbruch/ unplanmäßige Hangbewegung/ Böschungsbruch

Kurzbeschreibung:

Im Bereich der Fundierungen von Steinschlagverbauungen kommt es aufgrund unterschiedlicher Mechanismen zu einer Reduktion des Widerstandes. Es kann sich die innere oder die äußere Standsicherheit reduzieren. Neben lokalen Grundbruchserscheinungen kann auch der gesamte Hang instabil sein. Durch die instabilen Fundierungen kommt es zu Verformungen oder Bruch im Tragwerk des Schutzbauwerkes.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schaden kann an den Fundamenten von Massivbauwerken oder an Dammaufstandsflächen auftreten. Für Stützenfundierungen (Steinschlagschutznetze) und Verankerungen gibt es eigene Schadenstypen (4.3.2.1.4, 4.3.2.1.6, 4.3.2.2.6). Alle anderen Arten von Schäden an Bauwerken sind mit diesem Schadenstyp abgedeckt.

Schadensursachen:

*Lokale Grundbrucherscheinungen:* Diese können durch Überlastung des Tragwerkes und der Fundamente durch die Einwirkungen oder durch den Verlust von geotechnischen Widerständen durch Erosionsvorgänge oder Bruch im Untergrund im Fundamentbereich ausgelöst werden

*Unplanmäßige Hangbewegung:* Diese haben ihre Ursache in Hanginstabilitäten. Die Instabilitäten können viele Ursachen haben. Beispielhaft können Hangkriechen, Böschungsbrüche, Harnischflächen genannt werden.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Fundamente intakt, leichte Erosionstendenzen, auf längere Sicht jedoch unbedenklich |
| **K** | Deutliche Bewegungen der Fundamente oder des gesamten Hanges erkennbar, am Bauwerk sind leichte Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung sichtbar, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bewegungen der Fundamente oder des gesamten Hanges so stark ausgeprägt, dass das Bauwerk stark beschädigt oder die wirksame Bauwerkshöhe deutlich reduziert ist.<br>Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben. |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art der Gründung (Flächengründung, Pfahlgründung, Mikropfahl)<br>Erosionstendenzen und Bewegungen im Untergrund im Bereich der Gründungen und des Hanges |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Entwicklung der wirksamen Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P18,S15, Anhang A und Kapitel 4.2.2,S. 77ff

Bildbeispiel

### 4.1.2 Prozessbedingte Mängel in der Umgebung

#### 4.1.2.1 Lawinen

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp umfasst Mängel in der Umgebung von und an Steinschlagschutzbauwerken, die durch Lawinen hervorgerufen wurden.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit langfristig gegeben |
| **K** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Bildbeispiel

### 4.1.2.2 Hangmure, seichte Rutschung

Kurzbeschreibung:

Durch Hangmuren kann es zur Schädigung des Schutzbauwerkes kommen oder das umliegende Gelände dermaßen verändert werden, dass Folgen für das Schutzbauwerk zu erwarten sind.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit langfristig gegeben |
| **K** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Schäden durch Hangmure ©WLV Geologie | Zerstörtes Steinschlagnetz durch Rutschung ©WLV Geologie |

### 4.1.2.3 Wildbachprozesse (Tiefen- und Seitenerosion, Auflandung)

Kurzbeschreibung:

Durch Wildbachprozesse kann es zur Schädigung des Schutzbauwerkes kommen oder das umliegende Gelände dermaßen verändert werden, dass Folgen für das Schutzbauwerk zu erwarten sind. Die Schädigung äußert sich in Erosions- und Abrasionserscheinungen hervorgerufen sowie Auflandungen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Bildbeispiel

### 4.1.2.4 Schneedruck

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp umfasst Mängel in der Bauwerksumgebung von Schutzbauwerken infolge abgelagerten Schnees. Dabei kann es sich um die natürlich abgelagerte Schneedecke oder Lawinenschnee handeln.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Bildbeispiel

### 4.1.2.5 Steinschlag/Felssturz (Überlastfall)

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp umfasst Mängel in der Umgebung von und an Steinschlagschutzbauwerken, die durch Steinschlag oder Felssturz hervorgerufen wurden und abhängig vom Funktionstyp der Verbauung einen Überlastfall darstellen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Bildbeispiel

### 4.1.2.6 Baumschlag

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp umfasst Mängel in der Umgebung von oder an Steinschlagschutzbauwerken, die durch Baumschlag, aus Windwurf oder aus Schlägerung, entastete Stämme, Wurzelstöcke, Äste etc. entstanden sind.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Bildbeispiel

# B Funktionale Mängel

## 4.2 Funktionale Mängel

### 4.2.1 Verklausung/Verlegung

Kurzbeschreibung:

Die „Verklausung“ eines Bauwerkes beschreibt die Verlegung/Verstopfung der Abflusssektion oder der Öffnungen (Großdohlen, Schlitze) des Bauwerks durch Geschiebe, Wildholz, Lawinenschnee etc. Eine Verklausung am Bauwerk im Bereich der Abflusssektion oder der Öffnungen führt zu einer Reduktion der Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes, da sich dessen hydraulische Eigenschaften stark ändern und ein unplangemäßer Rückstau erzeugt wird. Die Folge ist eine Reduktion des Retentionsraums und damit der Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp ist für Schutzbauwerke mit retendierender oder energieumwandelnder Funktion relevant, wie Auffangdämme, Steinschlagnetze, Schutzmauern.

Schadensursachen:

Eine Verklausung an sich ist noch kein Schaden. Ein Schaden entsteht infolge von mangelhafter Wartung der Bauwerke oder Überlastung dieser. Werden Verklausungen nach dem Ereignis nicht entfernt, kann sich die Standsicherheit (Tragfähigkeit), die Wirkhöhe und die Aufnahmekapazität/Gebrauchstauglichkeit (Verklausung von Wasserdurchlässen bei Dämmen führt zu Einstau und möglicherweise zu einer Reduktion der Tragfähigkeit, eine Vorverfüllung eines Netzes führt zu Vorbelastungen, die die Tragfähigkeit des Netzes reduzieren) des Bauwerks reduzieren.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Ablagerung von einzelnem Material, die keine Gefahr darstellen |
| **K** | Bauwerk teilverklaust, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis noch gegeben, hoher Handlungsbedarf |
| **H** | Bauwerk vollständig verlegt, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, Verklausung nicht räumbar, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art des statischen Systems<br>Mögliche Umgehungstendenzen |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P26, Anhang A und Kapitel 5.2.10

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Vollständige Verlegung ©WLV Imst | Verklausung am Steinschlagnetz ©WLV Geologie |

### 4.2.2 Fehlende Speicherkapazität im Retentionsraum

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp erfasst das Fehlen von Speichervolumen im Retentionsraum oder Fallboden. Ist der verfügbare Speicherinhalt zu gering, kann die plangemäße Rückhaltewirkung nicht erfüllt werden. Dies führt zu einem Verlust der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sowie der wirksamen Bauwerkshöhe.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Retentionsbecken, Fallboden

Schadensursachen:

Fehlende Speicherkapazität entsteht durch eine zu gering bemessene Speichergröße bzw. einer fehlenden Räumung des Retentionsraums nach dem Ereignis oder durch eine zu hohe Geschiebefracht aus dem Einzugsgebiet (über dem Bemessungsereignis). Desweitern kann sie bedingt sein durch eine bestehende Vorverfüllung durch Vorereignisse.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Retentionsraum leer, bewachsen mit biegsamen Sträuchern, ausreichend freier Speicher für das Bemessungsereignis |
| **K** | Retentionsraum teilverfüllt, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, ausreichend freier Speicher für das nächste Ereignis, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis noch gegeben, hoher Handlungsbedarf |
| **H** | Retentionsraum/Fallboden komplett verfüllt, Netze hinterfüllt,<br>Prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht gegeben, dringender Handlungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art des statischen Systems |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Erforderliches Speichervolumen für Bemessungsereignis<br>Vorhandenes Speichervolumen |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P28, P17, Anhang A und Kapitel 5.2.8

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Ablagerungen im Rückhalteraum ©WLV | Ablagerungen im Rückhalteraum ©WLV |

### 4.2.3 Reduzierte Wirkhöhe

Kurzbeschreibung:

Hier ist die wirksame Bauwerkshöhe zu gering oder sie wird durch andere Schadmechanismen reduziert. In der Folge werden die Bauwerke überrollt oder übersprungen. Die genauen Schädigungsmechanismen sind vom Bautyp und dem beanspruchenden Prozess abhängig.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp ist für Bauwerke der Funktionstypen Retention, Ablenkung und Ableitung relevant, wenn deren Gebrauchstauglichkeit maßgeblich von der wirksamen Bauwerkshöhe abhängt. Dies gilt für Steinschlagschutznetze, Schutzmauern und alle Arten von Auffang- und Ablenkdämmen.

Schadensursachen:

Folgende Ursachen können zu einer reduzierten Bauwerkshöhe führen:

Bauwerksverformungen durch plastische Verformungen des Tragwerkes oder der Fundamente, Erosionen und Abrasionen, besonders an Erdbauwerken, eine zu geringe funktionale Dimensionierung sowie Ablagerungen im Retentionsraum(**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), bzw. dem prozesszugewandten Vorfeld.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Unbedeutende Ablagerungen im Retentionsraum |
| **K** | Deutliche Ablagerungen im Retentionsraum, deutliche Erosionen an Dämmen, deutliche Verformungen am Tragwerk, Gebrauchstauglichkeit nur noch für kleinere Ereignisse (< Bemessungsereignis) gegeben |
| **H** | Bauwerke zerstört, nicht sanierbar, verbliebene wirksame Bauwerkshöhe zu gering |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art des statischen Systems<br>Plastische Verformungen, Intensität der Erosionen, verbleibende Restquerschnitte |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P17, Anhang A und Kapitel 5.2.9

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Reduzierte Wirkhöhe durch Ablagerungen im Netz ©WLV Geologie | Reduzierte Wirkhöhe durch Ablagerungen vor dem Netz ©WLV Geologie |
| | |
| Reduzierte Wirkhöhe durch Ablagerungen im Netz ©WLV Geologie | Reduzierte Wirkhöhe durch Ablagerungen im Netz ©WLV Geologie |

# C Mängel am Bauwerk

## 4.3 Mängel am Bauwerk

### 4.3.1 Materialunabhängig

#### 4.3.1.1 Erosion/Abrasion an Bauwerksteilen

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp wird primär als dauerhaftigkeitsrelevant eingestuft und gilt für alle Bauwerkstypen. Dieser Schadenstyp ist für oberflächliche Abträge zu verwenden. Durch diesen Schadenstyp wird keine unmittelbare Reduktion der Standsicherheit oder Tragfähigkeit der Querschnitte hervorgerufen. Werden größere Teile eines Bauwerkes abgetragen, ist dies mit dem Schadenstyp „Abtrag/mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen (4.3.1.3)“ zu beschreiben.

Bei Stahlbetontragwerken/ -bauteilen führt die Abrasion zu einer Reduktion der Betondeckung und damit zu einem reduzierten Korrosionsschutz der Bewehrung.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp tritt an allen Bauwerkstypen auf. Von einer Reduktion der Bauteilstärke sind besonders ungeschützte Bauteile betroffen. Weiters können auch freiliegende Fundamentbereiche betroffen sein.

Schadensursachen:

Die Ursache für diesen fortschreitenden Materialverlust ist eine mechanische Beanspruchung (Verschleiß). Der Abtrag erfolgt durch den Abrieb und Einschlag von Steinen/Blöcken.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige Erosions-/ Abrasionserscheinungen |
| **K** | Höherer Materialabtrag, tiefe Kratzer; tiefe, lokale Schlagspuren auf den Oberflächen, kleinere ausgebrochene Teile, ausgefaserte Hölzer, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Schützende Oberflächen nicht mehr vorhanden bzw. unwirksam, Oberfläche großflächig abgetragen oder Beginn des weiteren Abtrags am Bauwerk, dringender Sanierungsbedarf, Dauerhaftigkeit wesentlich reduziert |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P12, Anhang A und Kapitel 5.2.1

Bildbeispiel

### 4.3.1.2 Bauwerksbewegung

Kurzbeschreibung:

Die Gesamtbewegung eines Bauwerkes kann in die Komponenten der Setzung (vertikale Translation), des Gleitens (horizontale Translation), der Schiefstellung (Kantung, Rotation) und der Verformung zerlegt werden. Als Bauwerksbewegung wird hier nur eine Starrkörperbewegung (gleichmäßige Setzung, Gleiten, Kippen) verstanden, d. h. ein Versagen der äußeren Standsicherheit. Für Verformungen im Bauwerk ist je nach Material ein eigener Schadenstyp definiert, da es dabei zu Brüchen, Rissen u. ä. im Bauwerk kommen kann (innere Standsicherheit). Ein typisches Schadensbild für eine Bauwerksbewegung gibt es nicht, da die Bewegungen von der Größe und vom Anteil der einzelnen Komponenten abhängig sind.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Von diesem Schadenstyp ist das gesamte Bauwerk betroffen (Starrkörperbewegung).

Schadensursachen:

Bauwerksbewegungen können aus Untergrundbewegungen und/oder Belastungen resultieren: Bewegung der Konstruktion infolge von Belastung, Schwinden und Quellen der Baustoffe, Temperaturdehnungen, Be- und Entlastung des Untergrundes, Sackungen des Bodens, Suffosions- und Erosionsvorgänge, Auslaugung, Schrumpfen und Schwellen des Bodens, Gefrieren und Auftauen des Bodens, Hang- und Bergdruck, Geländesenkungen, Erdfall, Tagesbruch und tektonische Bewegungen.

Bauwerksbewegungen entstehen auch beim Versagen der äußeren Standsicherheit durch Kippen, Gleiten oder Grundbruch.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige Bauwerksbewegungen, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bauwerksbewegung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit (innere Standsicherheit und Kippen, Gleiten, Grundbruch) und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bauwerksbewegung so hoch, dass die Standsicherheit (innere Standsicherheit und Kippen, Gleiten, Grundbruch) oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Aktivierbare geotechnische Widerstände<br>Höhe der Bewegung |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung der Bewegung auf den Prozessverlauf |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P11, Anhang A und Kapitel 5.2.3

Bildbeispiel

### 4.3.1.3 Abtrag/mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp kann die Folge von leichtem Abtrag oder einer Überbeanspruchung des Bauwerkes während eines Ereignisses sein. Es kommt durch diesen Prozess zu einem schweren Abtrag von Bauwerksteilen bzw. des eigentlichen Bauwerkskörpers. Dieser Schaden ist tragfähigkeitsrelevant. Oberflächliche Schäden durch mechanischen Verschleiß, die nur dauerhaftigkeitsrelevant sind, sind mit dem Schadenstyp „Erosion/Abrasion an Bauwerksteilen“ (4.3.1.1) zu beurteilen. Das Aussehen des Abtrags ist abhängig vom Werkstoff.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp kann am gesamten Bauwerk auftreten. Besonders sensibel sind Bereiche, in denen Oberflächen mit unterschiedlichen hydraulischen Rauigkeiten zusammenstoßen.

Der Schadenstyp kann zudem am gesamten Bauwerkskörper auftreten. Betonbauwerke mit geringen Druckfestigkeiten (Stampfbeton) und Mischmauerwerk in Kombination mit Beton mit geringen Druckfestigkeiten sind anfällig für diesen Abtrag – besonders in Verbindung mit einer Vorschädigung.

Schadensursachen:

Der Abtrag von Bauwerksteilen entsteht infolge von Beschädigungen durch Steinschlag, Murgang oder Lawinen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | geringfügige Abtragserscheinungen, schützende Oberflächen ausreichend intakt, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Starke Abtragserscheinungen (schützende Oberflächen nicht mehr intakt) oder lokal abgetragen), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Großflächiger Abtrag, beginnende Erosion, Standsicherheit oder prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Tragfähigkeit des verbliebenen Bauwerkskörpers |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Umgehungstendenzen; Erosionstendenzen, Verlagerungstendenzen |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P210, P34, P35, P36, Anhang A

Bildbeispiel

### 4.3.1.4 Mängel an Sicherheitseinrichtungen

Kurzbeschreibung:

Sicherheitseinrichtungen werden zur Sicherung vor unbefugtem Betreten von Schutzbauwerken installiert. Dies können Absperrungen (Gitter, Zäune), Absturzsicherungen (Geländer) oder Warn- und Hinweistafeln sein. Fehlende Sicherheitseinrichtungen können zu Unfällen und Personenschäden führen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Die Schäden können an allen Sicherheitseinrichtungen auftreten. Geländer können beispielsweise Schäden am Holm, an den Stehern oder an der Verankerung der Steher aufweisen.

Schadensursachen:

An Sicherheitseinrichtungen können, je nach Werkstoff, Schäden durch Alterung/freie Bewitterung (Verwitterung, biogene Holzzerstörung) oder mechanische Beschädigung durch ein Ereignis oder Vandalismus entstehen.

In Ortsgebieten können weitere Schäden relevant sein. Schönheitsfehler (abblätternde Farbe, Rostfahren) beeinträchtigen das Ortsbild. Ebenso müssen Geländer der lokalen Bauordnung entsprechen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Schönheitsfehler (abblätternde Farbe, Rostfahnen …) |
| **K** | Korrosion oder biogene Holzzersetzung verringert die Standsicherheit bzw. Gebrauchstauglichkeit (Sicherungswirkung) |
| **H** | Sicherheitseinrichtungen fehlen oder sind zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gebrauchstauglich<br>(Sicherungswirkung nicht mehr vorhanden oder sehr stark reduziert) |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Tragfähigkeit des Restquerschnittes<br>Zustand der Verankerungen |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Verformungen<br>Geländerhöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp O-3, Anhang A

Bildbeispiel

### 4.3.1.5 Fehlende Teile

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp beschreibt das Fehlen von Teilen, dessen Ursache unklar ist. Mit diesem Schadenstyp sind alle fehlenden Teile zu beschreiben, deren Fehlen nicht eindeutig dem Prozess zugeordnet werden kann. Diese sind mit dem Schadenstyp „Erosion/Abrasion an Bauwerksteilen“ 4.3.1.1 oder „Bauwerksbewegung Abtrag/ mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen“ 4.3.1.3 aufzunehmen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Von diesem Schadenstyp ist das gesamte Bauwerk betroffen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Fehlender Teil (Teile), die Auswirkungen der fehlenden Teile sind nicht relevant für die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder die Standsicherheit. |
| **K** | Fehlender Teil (Teile), die Auswirkungen der fehlenden Teile sind relevant, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit beim nächsten Ereignis noch gegeben. |
| **H** | Fehlender Teil (Teile), die Auswirkungen der fehlenden Teile sind sehr relevant, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben. |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Bildbeispiel

## 4.3.2 Stahl

### 4.3.2.1 Anker, Mikropfähle und Druckplatten

#### 4.3.2.1.1 Korrosion von Ankern, Mikropfählen und Druckplatten

Kurzbeschreibung:

Korrosion kann an schlanken Bauteilen (z. B. Seilen) zu einem Schaden führen. Der Schadenstyp der Korrosion kann sich durch gleichmäßige Flächenkorrosion, Muldenkorrosion, Lochkorrosion und Spaltkorrosion zeigen.

Bei Bewehrungsstahl (Stabankern) kann dieser Schadenstyp nur an bereits freiliegenden Bewehrungsstäben zur Beschreibung angewendet werden.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp tritt an allen Bauteilen aus Stahl, ungeschützt verbauten Stahlteilen (Panzerbleche, Profilstahl) und freiliegendem Bewehrungsstahl auf. Besonders anfällig für Korrosion sind Bereiche der Umgebungsluftfeuchtigkeit und der Spritz- und Wasserwechselzone, eventuell auch im Wirkungsbereich der Salzstreuung von Straßen

Schadensursachen:

Bei Schutzbauwerken, die üblichen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, tritt größtenteils der Sauerstoffkorrosionstyp auf. Hier kommt es unter Beteiligung von Wasser (Elektrolyt) und Sauerstoff zur Umwandlung des Eisens in rötlich, bräunliche Rostprodukte.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Schwacher oberflächlicher Rostansatz (Flugrost), leichte Korrosion |
| **K** | Starker Rostansatz mit Bildung von Rostabblätterungen, Tragfähigkeit deutlich reduziert, deutlich ausgeprägte Korrosion im Kopfbereich von Nägeln und Zugpfählen, Ankern |
| **H** | Stahlprofil, Stahlblech, Bewehrungsstab durchgerostet, Tragfähigkeit des Bauteils zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, Korrosionsschutz von Ankern nicht mehr gegeben |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Tragfähigkeit des Restquerschnittes |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung „durchgerosteter“ Stahlteile auf den Prozessverlauf |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S11, Anhang A und Kapitel 5.4.4.4

Bildbeispiel

©WLV Geologie

#### 4.3.2.1.2 Deformation von Ankern und Mikropfählen

Kurzbeschreibung:

Besonders die Anker- bzw. Mikropfahlköpfe können durch direkte Treffer von Steinschlägen oder durch Lawinen plastisch verformt werden. Plastische Verformungen an den Bewehrungselementen der Fundierung können auch durch Hangbewegung hervorgerufen werden. Auch stark verformte Stahlteile können die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit erfüllen. Ist die plastische Verformungskapazität des Bauteiles erschöpft, bricht das Bauteil.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Anker und Mikropfähle

Schadensursachen:

Die Schadensursache ist in allen Fällen eine Beanspruchung der Bauteile über die Streckgrenze hinaus (Überbeanspruchung). Eine Überbeanspruchung kann aus unplangemäßen Einwirkungen (außergewöhnliche Prozesse, Planungsfehler) oder infolge eines reduzierten Querschnittwiderstandes durch Korrosion entstehen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen und/oder Einschläge), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) langfristig gegeben |
| **K** | Größere Verformungen, ev. fehlende Teile, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Verankerungen freigelegt, Mikropfähle geknickt, Bauteil gebrochen oder fehlt vollständig oder Verformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System, Tragfähigkeit des Restquerschnittes<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S12, Anhang A und Kapitel 5.2.4.2

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| ©WLV Stmk Nord | ©WLV Stmk Nord |

#### 4.3.2.1.3 Bruch

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp beschreibt das Endstadium der Deformation. Die Schadensklasse zur Beurteilung des gesamten Bauwerkes ergibt sich aus der Relevanz des gebrochenen Bauteiles.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp kann am gesamten Bauwerk auftreten.

Schadensursache:

Schadensursache ist das Überschreiten der plastischen Verformungskapazität.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Gebrochener Teil (Teile), die Auswirkungen der gebrochenen Teile sind nicht relevant für die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder die Standsicherheit. |
| **K** | Gebrochener Teil (Teile), die Auswirkungen der gebrochenen Teile sind relevant, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit beim nächsten Ereignis noch gegeben. |
| **H** | Gebrochener Teil (Teile), die Auswirkungen der gebrochenen Teile sind sehr relevant, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben. |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des gebrochenen Teils auf die Standsicherheit |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des gebrochenen Teils auf die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P210, P34, P35, P36, Anhang A und Kapitel 5.4.4.3.2

Bildbeispiel

©WLV Geologie

#### 4.3.2.1.4 Freilegung von Ankern und Mikropfählen

Kurzbeschreibung:

Hier kommt es zur Freilegung der oberen Bereiche von Ankern, Mikropfählen und Stützenfundierungen. Dadurch geht die seitliche Haftung der Gründungsteile verloren. Die Mikropfähle können ausknicken (Druckpfahl) oder der Auszugswiderstand sinkt durch die reduzierte Mantelfläche (Zugpfähle), zudem ist der Korrosionsschutz des Bewehrungselementes durch die fehlende Überdeckung des Injektionsgutes nicht mehr gegeben.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schaden tritt an allen Arten von Verankerungen in Lockergestein und frostempfindlichem Felsen, wie z. B. Felsverankerungen oder verankerten Stützkonstruktionen, auf.

Schadensursachen:

Durch erosive Prozesse am gesamten Hang oder nur im Bereich der Verankerungen kommt es zu einem Materialabtrag. Dadurch wird der Anker von der Oberfläche ausgehend freigelegt. Infolge der Erosionen kommt es zu einer Reduktion des Widerstandes. An den Druckpfählen tritt ein Stabilitätsversagen der Stahlglieder auf.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Leichte Erosionserscheinungen im Bereich der Ankerköpfe sichtbar, eher langfristig unbedeutend |
| **K** | Erosionserscheinungen deutlich sichtbar, Freigelegte Verankerungen mit Materialabtrag zwischen 20 und 40 cm, leichte Erosion von Felsbereichen |
| **H** | Widerstand des Ankers deutlich reduziert, Verankerungen freigelegt, ausgeknickte Mikropfähle |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art der Befestigung, insbesondere die Übertragung der Lasten in den Bauwerksteil<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S15, Anhang A und Kapitel 5.2.4

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Fehlerhafte Fundierung ©WLV Tirol | Freiliegende Verankerung ©WLV Geologie |
| | |
| Freiliegende Verankerung ©WLV Geologie | |

#### 4.3.2.1.5 Verbundversagen von Ankern und Mikropfählen

Kurzbeschreibung:

Verbundversagen entsteht durch Ausziehen (Zug) oder Eindrücken (Druck) des Ankers. Die Geländeoberfläche muss dabei keine Erosionserscheinungen aufweisen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schaden tritt an allen Arten von Verankerungen, wie z. B. Felsverankerungen oder verankerten Stützkonstruktionen, auf.

Schadensursachen:

Schadensursache ist ein Verbundversagen zwischen Mörtelkörper und Boden, seltener zwischen Stahlteil und Mörtel. Davor kann der Anker bzw. Mikropfahl durch Korrosion (Querschnittsverminderung, Spannungs- oder Schwingungsrisskorrosion) vorgeschädigt werden. Eine Vorschädigung durch den Verlust der Widerstände im Boden im Bereich des Pfahles durch Erosion kann ebenfalls auftreten. Weiters können Ausführungsmängel oder Bewegungen bzw. Veränderungen im Baugrund Ursache sind. Erosion kann die Mantelfläche reduzieren. Weiters reduziert sich die Bettung.

Dieser Schadenstyp kann auch eine Folgeerscheinung von 4.3.2.1.1 oder **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sein.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben, Erosionserscheinungen im unmittelbaren Bereich des Ankers oder Mikropfahls: Abtrag kleiner 20 cm |
| **K** | Deutlich freigelegte Verankerungen, Erosion im unmittelbaren Bereich des Ankers oder Mikropfahls: Abtrag zwischen 20 und 40 cm, größere Verformungen in der Befestigung (z.B.: Schiefstellung), Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Verformung des Gesamtsystems so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, ev. Bruch, dringender Sanierungsbedarf<br>Ausgeknickte Mikropfähle, gezogene Anker, Zugpfähle oder Nägel |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art der Befestigung, insbesondere die Übertragung der Lasten in den Bauwerksteil<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S15, Anhang A und Kapitel 5.2.4.2

Bildbeispiel

Ausgezogener Zuganker ©WLV Bregenz

#### 4.3.2.1.6 Grundbruch von Ankern und Mikropfählen

Kurzbeschreibung:

Grundbruch im Untergrund bei Ankern und Mikropfahlgründungen entsteht in Folge einer Beanspruchung durch eine Druck- oder Zugkraft. Hier kommt es zu einem Bruch im umgebenden Baugrund.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Anker und Mikropfähle

Schadensursachen:

Folgende Versagensmechanismen sind möglich:

Bei *Mechanismus 1* kommt es zu einer Überlastung der Fundamente durch den Druck des aufliegenden Materials. An den Zugpfählen tritt hier ein Verbundversagen am Verbund von Mörtel und Untergrund auf. An den Druckplatten findet ein mechanischer Grundbruch statt.

Bei *Mechanismus 2* kommt es infolge von Flächenerosion im Bereich der Stützen- oder Trägerfundamente zu einer Reduktion des Widerstandes. An den Druckplatten findet in der Folge ein mechanischer Grundbruch statt, an den Druckpfählen tritt ein Stabilitätsversagen der Stahlglieder auf.

Bei *Mechanismus 3* kommt es aufgrund einer zu geringen Einbindetiefe des Fundamentes zu einem Versagen. An den Zugpfählen tritt hier ein Verbundversagen am Verbund von Mörtel und Untergrund auf, an den Druckplatten findet ein mechanischer Grundbruch statt. An den Köpfen der Zugpfähle von Steinschlagnetzen können zusätzlich durch auftreffende Steine Schäden entstehen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Leichte Abnutzungserscheinungen, lokale Verformungen wie Dellen oder Einschläge (z. B. durch auftreffendes Geschiebe), Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Verankerung langfristig gegeben |
| **K** | Freigelegte Verankerungen (Materialabtrag zwischen 20 und 40 cm), größere Verformungen in der Befestigung, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Gezogene Anker, Zugpfähle oder Nägel, freigelegte Verankerungen, geknickte Mikropfähle, Verformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art der Befestigung, insbesondere die Übertragung der Lasten in den Bauwerksteil<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S15, Anhang A und Kapitel 5.2.4.2

Bildbeispiel

#### 4.3.2.1.7 Schadhafte Verbindungselemente an Ankern und Mikropfählen

Kurzbeschreibung:

Neben den Bauteilen der Fundierung können auch die Verbindungsmittel, die Bauteile miteinander verbinden, versagen. Diese Verbindungsmittel bestehen aus Stahl. An Seilen und Netzen werden Seilklemmen, Schäkel und Kauschen verwendet. Je nach Art des Verbindungsmittels treten unterschiedliche Schadbilder bzw. Versagensarten auf:

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Ankerkopf bzw. Kopf von Mikropfählen, Befestigung der Stütze an die Druckplatte

Schadensursachen:

Durch Korrosion oder unzureichendes Festziehen der Schrauben (Baumangel) oder Überlastung kann die Klemmwirkung nicht ausreichend sein. Das Seil bzw. Netz rutscht durch oder aus der Bügelseilklemme.

An Schäkeln Bruch oder plastische Verformung des Bolzens durch Überbeanspruchung.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen, Einschläge) durch auftreffende Komponenten, vereinzelt unbedeutende Korrosionsspuren, Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Befestigung langfristig gegeben |
| **K** | Größere Verformungen in der Befestigung, Korrosion deutlich ausgeprägt, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Befestigung gebrochen oder Teile fehlen, zerstörte Schäkel und Seilklemmen, Verformung des Tragwerkes so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art der Befestigung, insbesondere die Art der Übertragung der Lasten in den Bauwerksteil<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S13, Anhang A

Bildbeispiel

Verschobene Drahtseilklemme(SKL K) ©Magreth

#### 4.3.2.1.8 Beton- und Mörtelbruch

Kurzbeschreibung:

An Verankerungen kann neben dem Bewehrungselement und dem Verbund auch der Beton/Mörtel brechen. An zugbeanspruchten Ankern sind Risse (Brüche) bis zu einer Breite von 0.3mm „normal“. Durch den gerissenen Betonmörtel besonders im Bereich des Pfahlkopfes sinkt die Dauerhaftigkeit.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schaden tritt an allen Arten von Verankerungen, wie z. B. Felsverankerungen oder verankerten Stützkonstruktionen, auf.

Schadensursachen:

Schadensursache ist eine Überbeanspruchung. Davor kann der Anker bzw. Mikropfahl durch Korrosion (Querschnittsverminderung, Spannungs- oder Schwingungsrisskorrosion) vorgeschädigt werden. Eine Vorschädigung durch den Verlust der Widerstände im Boden im Bereich des Pfahles durch Erosion kann ebenfalls auftreten.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Leichte Abnutzungserscheinungen, lokale Verformungen wie Dellen oder Einschläge (z. B. durch auftreffendes Geschiebe), Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Verankerung langfristig gegeben |
| **K** | Freigelegte Verankerungen (Materialabtrag zwischen 20 und 40 cm), größere Verformungen in der Befestigung, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Gezogene Anker, Zugpfähle oder Nägel, freigelegte Verankerungen, geknickte Mikropfähle, Verformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art der Befestigung, insbesondere die Übertragung der Lasten in den Bauwerksteil<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S15, Anhang A und Kapitel 5.2.4.2

Bildbeispiel

Ausgezogener Seilanker© Magreth

### 4.3.2.2 Oberbau

#### 4.3.2.2.1 Korrosion

Kurzbeschreibung:

Korrosion kann hauptsächlich an schlanken Bauteilen (z. B. Stützen, Seilen) zu einem Schaden führen. Der Schadenstyp der Korrosion kann sich durch gleichmäßige Flächenkorrosion, Muldenkorrosion, Lochkorrosion und Spaltkorrosion zeigen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp tritt an allen Bauteilen aus Stahl und ungeschützt verbauten Stahlteilen (Profilstahl) auf. Besonders anfällig für Korrosion sind Bereiche der Umgebungsluftfeuchtigkeit und der Spritz- und Wasserwechselzone bodennaher Bereiche.

Schadensursachen:

Bei Schutzbauwerken, die üblichen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, tritt größtenteils der Sauerstoffkorrosionstyp auf. Hier kommt es unter Beteiligung von Wasser (Elektrolyt) und Sauerstoff zur Umwandlung des Eisens in rötlich, bräunliche Rostprodukte.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Leichte Korrosion, schwacher oberflächlicher Rostansatz (Flugrost) |
| **K** | Starker Rostansatz mit Bildung von Rostabblätterungen, Tragfähigkeit deutlich reduziert |
| **H** | Stahlprofil, Stahlblech, Bewehrungsstab durchgerostet oder Querschnitt deutlich reduziert, Tragfähigkeit des Bauteils zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S11, Anhang A und Kapitel 5.4.4.4

Bildbeispiel

#### 4.3.2.2.2 Deformation

Kurzbeschreibung:

Stahlteile können durch direkte Treffer von Steinschlägen, Schneedruck, aufschlagendes Geschiebe, Druck aus fluviatilen und murartigen Abflüssen und Lawinen plastisch verformt werden. Plastische Verformungen im Tragwerk können auch durch aufgezwungene Verformungen aus dem Untergrund (Bauwerksbewegungen, Stützensenkungen, reduzierter Widerstand an der Fundierung) hervorgerufen werden. Auch stark verformte Stahlteile können die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit erfüllen. Ist die plastische Verformungskapazität des Bauteiles erschöpft, bricht das Bauteil.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Oberbau von Steinschlagverbauungen

Schadensursachen:

Die Schadensursache ist in allen Fällen eine Beanspruchung der Bauteile über die Streckgrenze hinaus (Überbeanspruchung). Eine Überbeanspruchung kann aus unplangemäßen Einwirkungen (außergewöhnliche Prozesse, Planungsfehler) oder infolge eines reduzierten Querschnittwiderstandes durch Korrosion entstehen.

Steinschlagschutznetze: Die Stützen können durch direkte Treffer von Steinschlägen verformt werden. Plangemäße Verformungen treten nach einer Beanspruchung durch einen Steinschlag an den Bremselementen auf.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen und/oder Einschläge), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) langfristig gegeben |
| **K** | Größere Verformungen, ev. fehlende Teile, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bauteil gebrochen oder fehlt vollständig oder Verformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf; Steinschlagschutznetz: deformierte Stützen |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System, Tragfähigkeit des Restquerschnittes<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S12, Anhang A und Kapitel 5.2.9

| | |
|---|---|
| | |
| Deformiertes Steinschlagnetz ©WLV Geologie | Deformierte Stütze durch direkten Einschlag (SKL K)<br>©Trumer Schutzbauten |
| | |
| Deformierte Stütze durch direkten Einschlag (SKL H)<br>©WLV Imst | Deformation an Stahlpfahl(SKL U)<br>©Trumer Schutzbauten |

#### 4.3.2.2.3 Bruch

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp beschreibt das Endstadium der Deformation. Je nach Relevanz des gebrochenen Teiles ist eine Schadensklasse zu wählen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Von diesem Schadenstyp ist das gesamte Bauwerk betroffen.

Schadensursache:

Schadensursache ist das Überschreiten der plastischen Verformungskapazität.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Gebrochener Teil (Teile), die Auswirkungen der gebrochenen Teile sind nicht relevant für die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder die Standsicherheit. |
| **K** | Gebrochener Teil (Teile), die Auswirkungen der gebrochenen Teile sind relevant, gerissene Netze, gebrochene Schweißnähte, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit beim nächsten Ereignis noch gegeben. |
| **H** | Gebrochener Teil (Teile), die Auswirkungen der gebrochenen Teile sind sehr relevant, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben. |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des gebrochenen Teils auf die Standsicherheit |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des gebrochenen Teils auf die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P210, P34, P35, P36, Anhang

Bildbeispiel

Durchschlagenes Steinschlagnetz (SKL H)©WLV Geologie

#### 4.3.2.2.4 Schadhafte Verbindungselemente

Kurzbeschreibung:

Neben den Bauteilen an sich können auch die Verbindungsmittel, die Bauteile miteinander verbinden, versagen. Verbindungsmittel bestehen überwiegend aus Stahl; in Holz- und Stahltragwerken werden Schrauben, Schraubenbolzen, Bolzen und Stabdübel verwendet, in Stahlbetontragwerken Dübel, eingemörtelte Bewehrungsstäbe oder Gewindestangen sowie aufgeschweißte Kopfbolzen und Stahleinlegeteile zur Befestigung von Bauteilen im Betonquerschnitt. An Seilen und Netzen werden Seilklemmen, Schäkel und Keuschen verwendet. Je nach Art des Verbindungsmittels treten verschiedene Schadbilder bzw. Versagensarten auf.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Oberbau von Steinschlagverbauungen

Schadensursachen:

Versagensarten an Bolzen, Schraubenbolzen und Stabdübeln:

Ursache ist hier das Biege- oder Schubversagen des eigentlichen Bolzens

Versagen der Befestigung (Stahlblech, Holzteil) durch Lochleibung oder Zug

Versagensarten von Dübeln, eingemörtelten Bewehrungsstäben/Gewindestangen, aufgeschweißten Kopfbolzen und Stahleinlegeteilen:

Infolge Biege- oder Schubversagen, Verbundversagen und/ oder Grundbruchs im Grundmaterial des Dübels/ Einlegeteiles kann es zur Schädigung dieser Bauteile kommen.

Versagensarten von Seilklemmen, Schäkeln:

Durch Korrosion, unzureichendes Festziehen der Schrauben (Baumangel) oder Überlastung kann die Klemmwirkung herabgesetzt werden und in weiterer Folge das Seil/Netz aus der Klemme rutschen.

An Schäkeln kann durch Überbeanspruchung der Bruch des Bolzens hervorgerufen werden.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Leichte Abnutzungserscheinungen, lokale Verformungen wie Dellen oder Einschläge (z. B. durch auftreffendes Geschiebe), Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Verankerung langfristig gegeben |
| **K** | Freigelegte Verankerungen (Materialabtrag zwischen 20 und 40 cm), größere Verformungen in der Befestigung, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Zerstörte Schäkel oder Seilklemmen, Befestigung gebrochen oder Verformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Art der Befestigung, insbesondere die Übertragung der Lasten in den Bauwerksteil<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S13, Anhang A

Bildbeispiel

Verschobene Drahtseilklemme(SKL K) ©Margreth

#### 4.3.2.2.5 Schadhafte Abspannung

Kurzbeschreibung:

In diesem Typ sind Schäden an Tragseilen und Abspannseilen von Netzen und Gittern. An diesen Bauteilen kommt es durch Überlastung und mechanische Beanspruchung zu Beschädigungen.

Im Unterschied zu biegesteifen Stahlprofilen sind Seilsysteme biegeweich. Aufprallende dynamische Lasten werden im normalen Betriebszustand zu einem großen Teil durch elastische Verformungen aufgenommen. Nach dem Erreichen dieser im Tragwerk enthaltenen elastischen Verformungsreserve beginnen sich auch diese Bauwerke plastisch, d. h irreversibel, zu verformen. Diese elastische Verformungsreserve wird einerseits durch die Materialeigenschaften der Seile und Ringe und andererseits durch nachgebende Verbindungen erreicht. Bei der Beurteilung des Schadensausmaßes ist somit auch die restliche mögliche elastische Verformungsreserve des betrachteten Bauwerkes zu berücksichtigen.

Die Schäden sind als Scheuerstellen, Drahtbrüche und beschädigte Verzinkungen zu erkennen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Tragseile und Abspannseile von Steinschlagnetzen sowie Vernetzungen bei Hang- und Felssicherungen

Schadensursachen:

Schwingungsbeanspruchung durch Wind und Strömungsvorgänge, Überlastung durch Steinschlag /Schneedruck oder direkte mechanische Beschädigung.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen, Einschläge), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben, einzelne Litzen gerissen |
| **K** | Gerissene Litzen, deformierte Seile, Tragfähigkeit deutlich reduziert,<br>Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Gerissene Seile, Verformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, gerissene Seile, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Verbleibende elastische Verformungsreserve |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S14, Anhang A

Bildbeispiel

Beschädigtes Tragseil ©WLV Geologie

#### 4.3.2.2.6 Schadhafte Stützenplatte

Kurzbeschreibung:

Hier kommt es zu Schäden an Stützenplatten. Diese können als Verformungen oder Bruch der Platte selbst oder durch infolge Ursachen in der Unmittelbaren Umgebung der Druckplatten auftreten. Aus der Unmittelbaren Umgebung können folgende Schadbilder resultieren:

Freiliegende Platte (Freilegung durch Erosion oder durch ungenügende Einbindung)

Bewegungen (Setzungen oder Verschiebungen Richtung Tal)

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schaden kann an Stützenplatten von Schnee- und Steinschlagnetzen sowie an den Druckplatten von talseitigen Stützen an Schneebrücken auftreten.

Schadensursachen:

Dieser Schaden kann aus Überlastung, übermäßiger Erosion im Bereich der Stützenplatten, durch Hangbewegungen oder durch einen Ausführungsfehler resultieren. Bei Stützenplatten mit Seilabspannung können auch schadhafte Seile (verformte, gerissene Seile,…) dafür verantwortlich sein.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen, Einschläge), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben, Erosionserscheinungen im unmittelbaren Fundamentbereich: Abtrag kleiner 20 cm |
| **K** | Verformung des Gesamtsystems in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf, freigelegte Stützenplatten, Erosion im unmittelbaren Fundamentbereich: Abtrag zwischen 20 cm und 40 cm (noch intakt) |
| **H** | Verformung des Gesamtsystems so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, ev. Bruch, dringender Sanierungsbedarf<br>Stützenplatte, oder Teile davon gebrochen, Abspannseile gerissen |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Verbleibende elastische Verformungsreserve |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S14, Anhang A und Kapitel 5.2.4.4

Bildbeispiel

#### 4.3.2.2.7 Bremselemente gezogen/schadhaft

Kurzbeschreibung:

Bremselemente absorbieren durch plastische Verformung Bewegungsenergie des einschlagenden Steines/ Blockes. Je nach Hersteller sind Verformungswege angegeben. Bei Überschreiten einer bestimmten Verformung sind die Bremselemente auszutauschen. Hierbei sind unbedingt die Angaben der Hersteller laut Wartungshandbuch zu berücksichtigen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

An Bremselementen von Steinschlagschutznetzen

Schadensursachen:

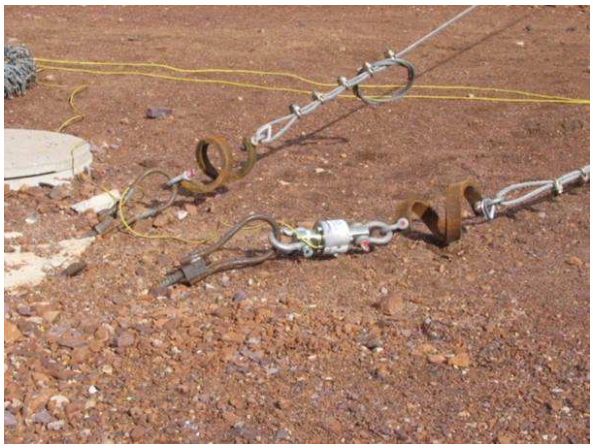
Unplanmäßige Belastung aus Sturzprozessen mit einzelnen punktuellen Einwirkungen durch Einschläge von Steinen und Blöcken. Durch unplangemäße Überlastungen z. B. infolge einer Verfüllung der Netze oder Schneedruck können die Bremselemente ebenfalls verformt werden.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen und/oder Einschläge), Auslenkung < 10% der Gesamtkapazität, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) langfristig gegeben |
| **K** | Größere Verformungen, ev. fehlende Teile, Auslenkung 10-30% der Gesamtkapazität, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bauteil gebrochen oder fehlt vollständig oder Verformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf; nur Steinschlagschutznetze: Verformung der Bremselemente größer 30 % der maximal zulässigen Verformung (Wartungshandbuch des Herstellers beachten!) |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Stahl ist ein duktiler Werkstoff und besitzt auch im verformten Zustand noch Tragreserven. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S12, Anhang A

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| |  |
| Bremselemente vor Einergieaufnahme (SKL U) ©Brauner | Beanspruchte Bremselemente (SKL K) ©Brauner |
| | |
| Stark Beanspruchtes Bremselement (SKL H) ©WLV Geologie | Gebrochenes Bremselement (SKL H) ©WLV Geologie |

### 4.3.3 Beton

#### 4.3.3.1 Verwitterung / Abplatzung

## Verwitterung von Konstruktionsbeton

Kurzbeschreibung:

Bei der Verwitterung von Beton kommt es zu einer Schädigung des Betons, die von der Betonoberfläche aus in die Tiefe vordringt. Dabei treten flächige Ablösungen und/oder Abplatzungen auf. Die Abplatzungen können flächig oder trichterförmig sein. In bereits gerissenem (z. B. frühe Temperaturrisse) oder durch Arbeitsfugen gestörtem Betongefüge kann die Verwitterung auch an Beton ein größeres Schadensausmaß annehmen ("Kluftwasser" – Frostsprengung).

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Je nachdem, welche Beanspruchungsart die maßgebende ist, kann der Ort des Auftretens unterschiedlich sein. Besonders sind exponierte Bereiche (Kronen von Schutzmauern, Bauwerke im Bereich von Straßen mit Winterdienst, Betonoberflächen im Spritzwasserbereich …) betroffen.

Schadensursachen:

Die Ursache einer Materialverwitterung ist die freie Bewitterung eines Bauteiles (hauptsächlich durch Temperaturverwitterung). Bei Konstruktionsbeton können Verwitterungsschäden nur aufgrund von Vorschädigungen auftreten. Diese können aus Baumängeln oder aus einer Überbeanspruchung und der darauf folgenden Rissbildung resultieren.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)] für Konstruktionsbeton** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Betonoberflächen bleiben lange feucht, leichte Abwitterung der Zementschlempe an Kanten und Ecken, feine netzartige Risse nur erkennbar beim Abtrocknen des Betons; Abreißfestigkeit > 15 MPa; [98] |
| **K** | Stärkeres Abwittern bis zu einer Tiefe von 4 mm, Narbung im Mörtel, grobe Sandkörner freigelegt, ev. lokale Abplatzungen oder tiefe Abplatzungen oder lokal ausgebildete Netzrisse<br>(Betonoberflächen einige Millimeter abgewittert, Grobkorn liegt zum Teil frei; Abreißfestigkeit an der Grenzfläche der geschädigten Zone < 1,0 MPa; [98]) |
| **H** | Bewehrung liegt frei, ist bereits korrodiert, Dauerhaftigkeit stark reduziert |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag" unter dem Schadenstyp B11, B12, B36, Anhang A und Kapitel 5.4.3.3

## Verwitterung von Stampfbeton

Kurzbeschreibung:

Bei der Verwitterung von Stampfbeton kommt es wie bei Konstruktionsbeton zu einer Schädigung des Betons, die von der Betonoberfläche aus in die Tiefe vordringt. Dabei treten flächige Ablösungen und/oder Abplatzungen auf. Da dieser Beton keine optimierte Matrix besitzt (niedere Zementgehalte, ev. frostunbeständiger Zuschlag …), sind die Auswirkungen der freien Bewitterung auf diese Bauwerke deutlich ausgeprägter als auf Bauwerke aus Konstruktionsbeton.

Oberflächenschäden zeigen sich als plattenförmige Abplatzungen der Putzschicht, es entstehen kraterförmige Vertiefungen. Sehr typisch sind Verwitterungen, die an den Grenzen der Betonlagen beginnen. Lokale Abwitterungen weiten sich relativ rasch zu größeren Flächen aus, da der Stampfbeton öfter befeuchtet wird und so rascher verwittert. Aufgrund der porösen, oft wenig frostbeständigen Betonmatrix und der, in der Regel oberflächlich aufgebrachten, relativ harten und dichten Putzschicht ist die Gefügezerstörung im Inneren des Bauwerkes oft schon weit fortgeschritten, bevor sich oberflächliche Schäden zeigen. Hinweise sind oft netzartige Haarrisse in der Putzschicht. Es ist daher zu beachten, dass der Zustand des Bauwerkskörpers, besonders bei augenscheinlich unbeschädigter Oberfläche, schwer durch visuelle Methoden beurteilbar ist. Im Zweifelsfall sollte das Bauwerk geprüft werden.

Schadensursachen:

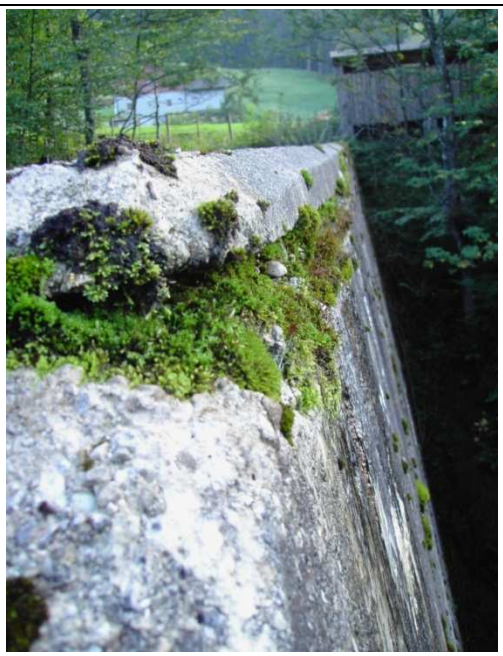
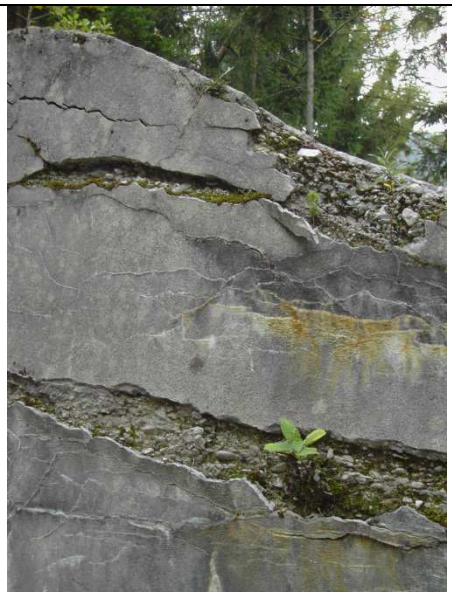
Die Ursache einer Materialverwitterung ist die freie Bewitterung eines Bauteiles. Die Bewitterung ist vom Makro- und Mesoklima und sehr stark vom jeweiligen Mikroklima abhängig und kann an einem Bauwerk an verschiedenen Stellen unterschiedlich stark sein. Da die Matrix des Stampfbetons hinsichtlich der Frostbeständigkeit nicht optimiert wurde und diese Bauwerke schon sehr alt sind (50–100 Jahre), ist das Schadensausmaß oft sehr hoch.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)] für Stampfbeton** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige oberflächliche Verwitterungserscheinungen, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Verwitterung des Bauwerkskörpers (Querschnittsverringerung durch Abtrag und/oder Verringerung der Betondruckfestigkeit) in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Verwitterung des Bauwerkskörpers (Querschnittsverringerung durch Abtrag und/oder Verringerung der Betondruckfestigkeit) so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System (in der Regel Gewichtsmauer oder Bogenmauer)<br>Restquerschnitt<br>Druckfestigkeit des Betons |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B11, B12, B36, Anhang A Kapitel 5.4.3.3

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| |  |
| Abplatzungen an vorgeschädigten Bereichen (SKL K) ©WLV Kärnten Süd | Abplatzungen und Bewuchs an vorgeschädigten Bereichen (Arbeitsfuge) (SKL K) ©Suda |
| |  |
| Verwitterung von Stampfbeton: Verwitterung entlang von Arbeitsfugen (SKL K) ©Suda | Freigelegte Zuschlagskörner (SKL K) ©Suda |

### 4.3.3.2 Durchfeuchtung/Durchströmung

Kurzbeschreibung:

Durchfeuchtungen an Bauwerken treten infolge von drückendem Hang- oder Bachwasser oder Niederschlagswasser als flächige Durchfeuchtungen oder als Wasseraustritte entlang von Arbeitsfugen, Rissen oder Betoniernestern auf. Durchfeuchtungen zeichnen sich an der Betonoberfläche durch eine Farbänderung ab (neue Durchfeuchtungen: Dunkelfärbung, aufgetrocknete Durchfeuchtung: Hellfärbung aufgrund der Ablagerung gelöster Stoffe). Werden gelöste Stoffe transportiert, kommt es zu meist weißlichen oder bräunlichen Aussinterungen oder Ausblühungen (Verfärbung der Betonbauteile).

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Flächige Durchfeuchtungen können auch an unbeschädigten Bauwerksteilen auftreten. Am häufigsten sind Durchfeuchtungen an Arbeitsfugen und an Rissen (z. B. frühe Temperaturrisse, Schwindrisse …).

Schadensursachen:

Eine Durchfeuchtung oder Durchströmung des Bauwerkes kann auftreten, wenn das Bauwerk durch drückende Berg- und Hangwasser beansprucht wird.

Aussinterung entsteht, wenn Wasser an der Betonoberfläche verdunstet und sich dicke Krusten und Abscheidungen an der Oberfläche bilden. Kalkausblühungen entstehen, wenn sich Salze auf der Bauteiloberfläche ablagern, die vorher in Wasser gelöst transportiert wurden.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Durchfeuchtungen in geringem Ausmaß (vereinzelt, kleine Flächen) und von geringer Intensität (dunkle Oberfläche, geringe Aussinterungen und Ausblühungen)<br>(Fleckenbildung an der Oberfläche des Betons, keine Korrosionserscheinungen) |
| **K** | Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in großem Ausmaß (mehrere in einem Bauteil oder Gesamtbauwerk) und von mittlerer Intensität (feuchte Oberfläche, frische Aussinterungen), Dauerhaftigkeit herabgesetzt<br>(örtlicher Wasseraustritt mit Korrosion, über weite Bereiche der Bauteiloberfläche Rostflecken und Fahnen, vereinzelt Sprengrisse entlang der Bewehrung und Abplatzen der Betondeckung, Tragfähigkeit nicht gefährdet) |
| **H** | Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in sehr großem Ausmaß, ausgedehnt (viele in einem Bauteil oder Bauwerk, großflächig) und von starker Intensität (nasse Oberfläche, Wasseraustritt aus den Rissen, starke Aussinterungen, Stalaktitenbildung), Durchströmung trägt Bauwerkskörper ab, Dauerhaftigkeit sehr stark herabgesetzt (großflächiger Wasseraustritt mit Korrosion, in weiten Bauteilbereichen Sprengrisse entlang der Bewehrung und Abplatzungen der Betondeckung, Tragfähigkeit gefährdet) |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | . |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B13, Anhang A und Kapitel 5.2.6

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Rötliche Aussinterungen an Arbeitsfugen (SKL K) ©Suda | Wasseraustritt aus einer Arbeitsfuge (SKL K) ©Suda |

#### 4.3.3.3 Riss unter unplanmäßiger Last (statisch bedingte Risse)

Kurzbeschreibung:

Risse unter plangemäßer Last treten an allen Orten des Betonkörpers auf, an denen aufgrund der Beanspruchung die Betonzugfestigkeit überschritten wird. Bei ordnungsgemäßer Bemessung von Stahlbetontragwerken sind die auftretenden Rissbreiten klein (max. 0,1 bis 0,3 mm). Bei diesen Rissen handelt es sich in der Regel um periodische Risse. Die Risse schließen sich, sofern die Streckgrenze des Stahles bei der Belastung nicht erreicht wurde, nach der Entlastung wieder. Risse unter unplangemäßer Last können sich aus plangemäßen Rissen entwickeln, wenn die Belastungen über die Bemessungswerte steigen und die Rissbreiten über den zulässigen Bereich wachsen (Überlastung des Bauwerkes). Bei einem weiteren Anstieg der Belastung werden an Stahlbetontragwerken aus den periodischen Rissen erweiternde Risse, da die Bewehrung zu „fließen" beginnt. Ab diesem Zeitpunkt schließt sich der Riss auch bei Entlastung nicht mehr. Die auftretenden Rissbilder sind je nach Beanspruchung und Form des Bauwerkes sehr unterschiedlich.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp betrifft Schutzmauern, Stützmauern und -pfeiler. Das Auftreten der Risse hängt von Beanspruchungsart (Hangdruck, Erddruck, etc.) ab, durch die das Bauwerk belastet wird.

Schadensursachen:

Diese Risse entstehen aus Bauwerksverformungen infolge von Belastungen (Überlastung) durch Einwirkungen Die Risse bilden sich an den Stellen, in denen die Betonzugfestigkeit überschritten wird.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Keine Risse > 0,4 mm feststellbar oder Rissbildung mit Sicherheit abgeschlossen, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Risse > 0,4 mm, ev. Bauteilbewegungen, Rissbildung und Bauteilbewegung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bauteil zerstört oder erhebliche Bauteilbewegungen, ev. mit gebrochenen Bewehrungsstäben, Bauteilbewegung und Rissbildung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Bewehrungskorrosion<br>Bauwerks- oder Bauteilbewegungen. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag" unter dem Schadenstyp B21, Anhang A und Kapitel 5.4.3.6

Bildbeispiel

Riss und  Bruch einer Betonmauer infolge eines Steinschlags (SKL H) ©Geobrugg

### 4.3.3.4 Risse infolge Zwang durch Eigenspannung

Kurzbeschreibung:

In diesem Schadenstyp werden Schwindrisse und Temperaturrisse zusammengefasst. Diese Schadbilder können unmittelbar nach Fertigstellung als frühe Temperaturrisse und Frühschwindrisse auftreten (Baumangel). Frühschwindrisse können Rissbreiten von 2 bis 4 mm aufweisen. Frühe Temperatur-/Schwindrisse laufen in der Regel nur über einen Betonierabschnitt. Temperaturrisse aufgrund von Temperaturdehnung oder -kontraktion infolge des Umgebungsklimas (Sommer - Winter) laufen hingegen meist durch mehrere Betonierabschnitte.

Diese Risse treten als netzförmige Oberflächenrisse (Schalenrisse) oder Trennrisse mit meist regelmäßigen Abständen auf. Ältere Rissbilder sind in der Regel ausgesintert und dadurch gut erkennbar.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Betonbauwerkskörper

Schadensursachen:

Die Hydratationswärme führt zu einer Ausdehnung des Betons. An der Oberfläche des Betonteiles wird Wärme und Feuchtigkeit an die Umgebung (Luft, Schalung) abgegeben. Dadurch kommt es zu einer thermischen Kontraktion der oberflächennahen Schicht und dem Aufbau von Zwangsspannungen. Überschreiten diese die Betonzugfestigkeit, entstehen Schalenrisse (Oberflächenrisse). Kann sich ein Bauteil beim Abkühlen der Hydratationswärme oder beim Schwinden des Betons nicht ungehindert zusammenziehen, kommt es zu Trennrissen, sobald die durch den Zwang aktivierte Zugbeanspruchung die Zugfestigkeit des Betons überschreitet.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Keine Risse > 0,4 mm feststellbar, keine Korrosionserscheinungen |
| **K** | Risse und örtlicher Wasseraustritt mit Korrosion, über weite Bereiche der Bauteiloberfläche Rostflecken und Fahnen, Tragfähigkeit nicht gefährdet |
| **H** | Risse und großflächiger Wasseraustritt mit Korrosion, in weiten Bauteilbereichen Abplatzungen der Betondeckung in Rissnähe, Tragfähigkeit gefährdet, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Bei der Beurteilung von Rostfahnen an den Bauwerken ist zu beachten, dass es eisenhältige Bachwässer gibt. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B22, Anhang A und Kapitel 5.4.3.6

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Ausgesinterte netzförmige Oberflächenrisse (Schalenrisse) (SKL K) ©Suda | Ausgesinterte netzförmige Oberflächenrisse (Schalenrisse) (SKL K) ©Suda |
| | |
| Trennrisse im obersten Betonierabschnitt (SKL K) ©Suda | Horizontaler Temperaturriss (SKL K) ©Suda |

### 4.3.3.5 Risse infolge Zwang durch Verformung im Untergrund (Setzungsrisse)

Kurzbeschreibung:

Setzungsrisse gehen in der Regel durch den Bauteil durch (Trennrisse). Man kann lotrechte Zugrisse und schräge Abtreppungsrisse unterscheiden. Lotrechte Zugrisse sind meist unerheblich. Die schrägen Abtreppungsrisse sind allerdings ein typisches Merkmal von Setzungen. Diese Risse sind oben nicht breiter als unten. Man findet sie meist im Bereich von Wandöffnungen. Man unterscheidet anhand des Rissbildes Setzungsmulde und Setzungssattel. Die Risse folgen bei einer Setzungsmulde etwa den Spannungstrajektorien eines Balkens auf zwei Stützen. Es bilden sich in der Mitte am unteren Rand lotrechte Zugrisse und in den Randbereichen schräge Zug- und Schubrisse aus. Dabei kann generell gesagt werden, dass die oberen Rissenden immer in Richtung der Absenkung zeigen. Befindet sich das Bauwerk hingegen auf einem Setzungssattel, folgt das Bauwerk nach Überschreiten der Tragfähigkeit der Querschnitte den Baugrundbewegungen mit der Rissbildung. Das Rissbild entspricht einem Kragträger, der bis zur Mitte des Bauwerkes verläuft.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Setzungsrisse können am gesamten Betonbauwerk auftreten. Besonders anfällig sind Stellen mit zusätzlich geschwächtem Querschnitt. Unterschiedlich schwere oder gegründete Bauteile neigen zu unterschiedlichen Setzungen.

Schadensursachen:

Diese Risse resultieren aus Bauwerksverformungen infolge von Verformungen im Untergrund (z. B. Setzungen, fehlende Einbindungen). Die Risse entstehen an den Stellen, in denen die Betonzugfestigkeit überschritten wird.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Keine Risse > 0,4 mm feststellbar, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Risse > 0,4 mm, ev. Bauteilbewegungen, Rissbildung und Bauteilbewegung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bauteil zerstört oder erhebliche Bauteilbewegungen, ev. mit gebrochenen Bewehrungsstäben, Bauteilbewegung und Rissbildung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Bewehrungskorrosion<br>Bauwerks- oder Bauteilbewegungen. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B23, Anhang A und Kapitel 5.4.3.6

Bildbeispiel

### 4.3.3.6 Risse an Diskontinuitäten (geometrisch bzw materialbedingt)

Kurzbeschreibung:

Risse an Diskontinuitäten werden an geometrischen (z. B. einspringende Ecke, Öffnungen) bzw. materialbedingten Diskontinuitäten (z. B. Fuge zwischen Ortsbeton- und Fertigteil) oder einer Kombination beider Arten hervorgerufen. Bei diesen Rissen handelt es sich meist um breite, konzentrierte Risse.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Ort des Auftretens sind geometrische Diskontinuitäten, wie beispielsweise einspringende Ecken oder Öffnungen, ungünstig ausgeführte Arbeitsfugen und bewusst angeordnete Bauwerksfugen.

An materialbedingten Diskontinuitäten entstehen diese Risse aufgrund von mangelnder Verzahnung, an geometrischen Diskontinuitäten aufgrund von auftretenden Spannungsspitzen in den Ecken. Risse an plangemäßen Diskontinuitäten sind jene an bewusst angeordneten Bauwerksfugen (Setzungsfugen, Scheinfugen …). Risse an unplangemäßen Diskontinuitäten treten an ungünstig ausgeführten Arbeitsfugen und in ungünstig bewehrten Ecken von Öffnungen oder Einsprüngen auf.

Schadensursachen:

Risse aufgrund von geometrischen Diskontinuitäten treten aufgrund von Spannungsspitzen in den Ecken auf. Der Grund für das Auftreten von Rissen sind ungünstig bewehrte Ecken von Öffnungen oder Einsprüngen.

Der Grund für materialbedingte Risse sind unterschiedliche Dehnungen in den Bauteilen mit unterschiedlichen Eigenschaften.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Keine Risse > 0,4 mm feststellbar, keine Korrosionserscheinungen |
| **K** | Risse und örtlicher Wasseraustritt mit Korrosion, über weite Bereiche der Bauteiloberfläche Rostflecken und Fahnen, Tragfähigkeit nicht gefährdet |
| **H** | Risse und großflächiger Wasseraustritt mit Korrosion, in weiten Bauteilbereichen Abplatzungen der Betondeckung in Rissnähe, Tragfähigkeit gefährdet, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Bei der Beurteilung von Rostfahnen an den Bauwerken ist zu beachten, dass es eisenhaltige Bachwässer gibt. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B24, Anhang A und Kapitel 5.4.3.6

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Trennriss entlang einer Arbeitsfuge mit ungenügender Verzahnung (SKL K) ©Suda | Trennriss entlang einer Arbeitsfuge mit ungenügender Verzahnung (SKL K) ©Suda |

### 4.3.3.7 Risse entlang von Bewehrungsstäben

Kurzbeschreibung:

Dabei handelt es sich um Oberflächenrisse, die entlang der Bewehrung auftreten. Zu Beginn besitzen sie geringe Rissbreiten, die aber mit zunehmender Zeit größer werden. Weiters können sich bei einer korrosiven Umgebung Rostflecken ausbilden.

Risse infolge von Bewehrungskorrosion zeigen häufig Rostspuren. Ein Teil des gerissenen Betons lässt sich im fortgeschrittenen Zustand leicht entfernen, wodurch die korrodierte Bewehrung freigelegt wird.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

In bewehrten Bereichen mit zu geringer Betondeckung oder korrodierender Bewehrung.

Schadensursachen:

Risse längs von Bewehrungsstäben infolge von Verbundkräften:

Bei zu geringer Betondeckung der Stahleinlagen kann es besonders in der Verankerungszone infolge der Beanspruchung der Bewehrungsstäbe zu einem Durchreißen der Betonüberdeckung infolge der Ringzugspannungen, die durch die Verbundkräfte induziert werden, kommen.

Risse infolge von Bewehrungskorrosion:

Infolge der Volumenvergrößerung der Korrosionsprodukte von Stahl entsteht bei einbetonierter Bewehrung ein Sprengdruck, der bei ungenügender Betondeckung zu Anrissen führen kann.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Keine Korrosion, keine Risse entlang der Bewehrungsstäbe,<br>Karbonatisierungstiefe: bei 1 Jahr altem Beton unter 3 mm, bei 5 Jahre altem Beton unter 75 % der Betondeckung bzw. unter 15 mm |
| **K** | In weiten Bauteilbereichen Rost, vereinzelt stark in die Tiefe gehende Narben und Lochkorrosion, vereinzelt Sprengrisse entlang der Bewehrung und Abplatzen der Betonüberdeckung, Tragfähigkeit nicht gefährdet,<br>Karbonatisierungstiefe > Betondeckung |
| **H** | In weiten Bauteilbereichen Rost und/oder Sprengrisse entlang der Bewehrung und Abplatzung der Betonüberdeckung, Querschnitt der Bewehrung zum Teil stark geschwächt, Tragfähigkeit gefährdet,<br>Karbonatisierungstiefe > Betondeckung |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Tragfähigkeit des Restquerschnittes |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B25, Anhang A und Kapitel 5.4.3.6

Bildbeispiel

Absprengung der Überdeckung durch korrodierende Bewehrung (SKL K)

### 4.3.3.8 Risse Treibwirkung (treibender Angriff)

Kurzbeschreibung:

Dieser Schaden führt in erster Linie zu einer Verringerung der Dauerhaftigkeit. Risse infolge von Treibwirkung entstehen nach längerer Einwirkung des Angriffs. Zu Beginn bilden sich oberflächliche Netzrisse aus, die später in größere Tiefe vordringen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp kann an allen Betonbauwerken am Ort der treibenden Einwirkung auftreten.

Schadensursachen:

Diese Risse entstehen infolge eines treibenden Angriffs. Dabei gelangen treibende Substanzen in den Beton und bilden mit den Zementbestandteilen oder mit dem Zuschlag neue Verbindungen, die durch ihre Volumenvergrößerung einen Sprengdruck auf den Beton ausüben, der zu netzartigen Rissen führt. Zu einem treibenden Angriff auf Betonteile können sulfathaltige natürliche Wässer (Grundwasser, Abwasser, Moorwasser u. Ä.) und Böden führen, wenn die verwendeten Zemente keinen ausreichenden Sulfatwiderstand aufweisen.

Bei der Alkalireaktion reagieren alkaliempfindliche kieselsäurehältige Bestandteile des Zuschlages im Beton in Gegenwart von Feuchtigkeit mit Alkalihydroxid unter Bildung von Alkalisilikatlösungen. Kennzeichen für eine Alkalireaktion sind neben netzartigen oder strahlenförmigen Rissen noch Ausscheidungen von Geltropfen, vorwiegend punktförmige oder ringförmige Aussinterungen und Betonabplatzungen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Netzartige Risse; Abreißfestigkeit an der Grenzfläche der geschädigten Zone 1,0 bis 1,5 MPa |
| **K** | Volumenvergrößerung erkennbar, starke Rissbildung, Abbrechen von Ecken und Kanten; Abreißfestigkeit an der Grenzfläche der geschädigten Zone bis max. 1 cm < 1,0 MPa |
| **H** | Flächiges schalenartiges Ablösen von einigen Zentimetern; Abreißversuch nicht mehr durchführbar |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B26, Anhang A und Kapitel 5.4.3.6

Bildbeispiel

### 4.3.3.9 Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung

Kurzbeschreibung:

Hier kommt es zum indirekten Bewuchs von Rissen oder Fugen (mit Substratansammlungen) am Mauerkörper oder zu direktem Bewuchs eines verwitterten Mauerkörpers. Gehölze sind in der Lage, durch den Wurzeldruck und sekundäres Dickenwachstum Risse aufzuweiten oder eine Verwitterung zu fördern.

In der Regel ist der Bewuchs durch Flechten, Algen und Moose harmlos. Dicke Moospolster, die in der Lage sind, große Mengen von Wasser zu speichern, können sekundäre Schadmechanismen begünstigen, indem sie die Austrocknung des Bauteiles verzögern oder verhindern und somit den durchschnittlichen Wassergehalt im Werkstoff erhöhen. An Betonbauwerken mit geringer Festigkeit (Stampfbeton) kann dies zu erhöhter Frostverwitterung führen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Am gesamten Bauwerkskörper, wenn Pflanzensubstrat zur Verfügung steht. Die Art und auch der Ort des Bewuchses sind primär von der Luftfeuchtigkeit abhängig.

Der Bewuchs durch Pflanzen geht oftmals von geschädigten Bereichen des Bauwerks aus. Bei Betonbauwerken sind oft Risse, flächige Abplatzungen oder Schäden aufgrund der Verwendung von Stampfbeton (an Arbeitsfugen, an Öffnungen, an kraterförmigen Abplatzungen …) der Auslöser von Bewuchs.

Schadensursachen:

Zum Bewuchs mit Pflanzen kommt es durch natürliche Besiedelung. Die Pflanzengesellschaft hängt vom jeweiligen Lokalklima ab. Je nach dem vorhandenen Substrat und den Nährstoffen zu Bewuchs mit niederen Pflanzen, Stauden oder Gehölzen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Unbedeutender Bewuchs durch Gräser und Stauden, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bewuchs durch Stauden, Gräser und Sträucher, Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bewuchs durch nicht biegsame Bäume, starke Schädigung des Bauwerkskörpers,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Bewuchs der Betonmatrix deutet auf einen verwitterten (vorgeschädigten) Bauwerkskörper hin (verringerte Druckfestigkeit und somit reduzierte Standsicherheit) |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp B14, Anhang A und Kapitel 5.3 und Kapitel 5.3

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Moosbewuchs (SKL U) ©Suda | Gehölzbewuchs (SKL K) ©Suda |
| | |
| Bewuchs nach eines Betonbauwerks entlang einer Abplatzung (SKL U) ©Suda | Bewuchs von vorgeschädigten, verwitterten Bereichen durch Gräser und Kräuter (Mauerkörper als Substrat) (SKL K) ©Suda |

## 4.3.4 Stein/Mauerwerk

### 4.3.4.1 Verwitterung / Abplatzung/Fehlende Steine/Mauerteile

Kurzbeschreibung:

Bei der Verwitterung von Natursteinmauerwerk kommt es zu einer Schädigung des Bauwerkskörpers, die von der Oberfläche aus in die Tiefe vordringt. Die Schädigung beginnt in der Regel an den Mörtelfugen. Im Endstadium treten Ablösungen und Abplatzungen der vordersten Steinschicht auf. Sind die verwendeten Natursteine nicht oder nur bedingt frostbeständig, können die Steine selbst zerfallen. Bei Mischmauerwerk kann, aufgrund der porösen, oft wenig frostbeständigen Betonmatrix und der relativ harten und dichten Schicht aus vermörtelten Steinen, die Gefügezerstörung im Inneren des Bauwerkes oft schon weit fortgeschritten sein. Hinweise sind oft netzartige Haarrisse und durchfeuchtete Stellen. Es ist daher zu beachten, dass der Zustand des Bauwerkskörpers, besonders bei augenscheinlich unbeschädigter Oberfläche, schwer durch visuelle Methoden beurteilbar ist. Im Zweifelsfall sollte das Bauwerk geprüft werden.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Diese Schäden treten oft an exponierten Bauwerksteilen, wo das Wasser leichter in den Mauerwerksverband eindringen kann, auf.

Schadensursachen:

Die Ursache einer Materialverwitterung ist die freie Bewitterung eines Bauteiles. Die Mauerwerksfugen wirken dabei ähnlich den natürlichen Klüften in Fels und erleichtern das Eindringen von Medien.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige oberflächliche Verwitterungserscheinungen, ev. Netzrisse im Fugenmörtel, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Verwitterung des Bauwerkskörpers (Querschnittsverringerung durch Abtrag und/oder Verringerung der Druckfestigkeit, ev. großflächig fehlender Mörtel in den Fugen und beginnende Abplatzungen der obersten Steinschicht) in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Querschnittsverringerung durch Abtrag und/oder Verringerung der Druckfestigkeit, ev. großflächige Abplatzungen der obersten Steinschicht, starker Abtrag des darunterliegenden Materials,<br>Verwitterung des Bauwerkskörpers so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System (in der Regel Gewichtsmauer oder Bogenmauer)<br>Restquerschnitt<br>Druckfestigkeit des Betons |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp M-1, Anhang A und Kapitel 5.4.6.2.2

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Durchfeuchtete Stellen können Hinweise auf Schädigungen sein ©Suda | Abplatzungen am Mauerwerk (SKL K) © Suda |
| | |
| Verwitterter Naturstein im Kronenbereich (SKL U) ©Suda | Abgeplatzte oberste Steinschicht bei Mischmauerwerk (SKL H) ©WLV |

### 4.3.4.2 Durchfeuchtung/Durchströmung

Kurzbeschreibung:

Eine Durchfeuchtung oder Durchströmung führt zu einer Reduktion der Dauerhaftigkeit. An Trockenmauerwerk ist eine Durchfeuchtung selten ein Problem.

Durchfeuchtungen an Bauwerken treten infolge von drückendem Hang- oder Bachwasser oder infolge von Niederschlagswasser als flächige Durchfeuchtungen oder als Wasseraustritte entlang von Mörtelfugen oder Rissen auf. Durchfeuchtungen zeichnen sich an der Steinoberfläche durch eine Farbänderung ab (neue Durchfeuchtungen: Dunkelfärbung, aufgetrocknete Durchfeuchtung: Hellfärbung aufgrund der Ablagerung gelöster Stoffe). Werden gelöste Stoffe transportiert, kommt es zu meist weißlichen oder bräunlichen Aussinterungen und/oder Ausblühungen.

Bei einer Durchströmung kommt es neben dem Stofftransport durch chemische Lösung noch zu einem Abtrag von Fugenmörtel oder Steinen. Durchströmungen können unplangemäß durch breite Risse stattfinden. Durchfeuchtungen können einen Hinweis auf andere Schadenstypen liefern.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp kann an Stützmauern und Stützpfeilern auftreten. Flächige Durchfeuchtungen können auch an ungeschädigten Bauwerksteilen auftreten. Unplangemäße Durchströmung findet an Rissen und undichten Mauerwerksfugen statt.

Schadensursachen:

Eine Durchfeuchtung oder Durchströmung des Bauwerkes kann auftreten, wenn das Bauwerk durch drückende Berg- und Hangwässer oder einsickerndes Niederschlagswasser beansprucht wird.

Infolge des ständigen Wassertransportes werden leicht lösliche Bestandteile aus dem Mörtel und/oder dem Stein herausgelöst und setzen sich an der Oberfläche ab.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in geringem Ausmaß (vereinzelt, kleine Flächen) und von geringer Intensität (dunkle Oberfläche, geringe Aussinterungen und Ausblühungen) |
| **K** | Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in großem Ausmaß (mehrere in einem Bauteil oder Gesamtbauwerk) und von mittlerer Intensität (feuchte Oberfläche, frische Aussinterungen), Dauerhaftigkeit stark herabgesetzt |
| **H** | Bauwerk wird ungehindert durchströmt |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Zementmörtelmauerwerk oder Trockenmauerwerk |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp M-4, Anhang A und Kapitel 5.4.6.2.2

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Aussinterungen, häufig (SKL K) ©Suda | Durchströmung an einem Trennriss (SKL K) ©Suda |

### 4.3.4.3 Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch

Kurzbeschreibung:

Die Gesamtbewegung eines Bauwerkes kann in die Komponente der Setzung (vertikale Translation), des Gleitens (horizontale Translation), der Schiefstellung (Kantung, Rotation) und der Verformung zerlegt werden. Bei Verformungen im Bauwerk kommt es zu Brüchen, Rissen etc., d. h. zu einer Reduktion der inneren Standsicherheit. Für die Starrkörperbewegungen ist ein eigener Schadenstyp definiert (Materialunabhängig: Bauwerksbewegung Kapitel 4.3.1.2) der Setzung, Gleiten und Kippen berücksichtigt.

An Mauerwerk führt eine Verformung zu Rissen im Bauwerkskörper. Die Rissbilder ähneln denen von Stahlbeton- und Betonbauwerken mit dem Unterschied, dass die Risse in der Regel entlang der Mörtelfugen verlaufen, da der Verbund Mörtel/Stein zuerst versagt.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Je nachdem, durch welche Beanspruchungsart das Bauwerk belastet wird, bilden sich die Schäden an unterschiedlichen Stellen im Bauwerk. Betroffen sind alle Arten von Bauwerken, besonders Schutzmauern und Stützwände und –pfeiler.

Schadensursachen:

Bauwerksverformungen können aus unplanmäßiger Last (Überbeanspruchung) und Zwangsbeanspruchungen resultieren. Risse entstehen bei lokalem Überschreiten der Zugfestigkeit des Materials.

Überbeanspruchungen können aus Lasten (Wasserdruck, Murgang) oder seitlichem Hangdruck resultieren, Zwangsbeanspruchungen aus Temperaturverformungen und Verformungen im Untergrund.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige Bauwerksverformungen, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bauwerksverformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bauwerksverformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung der Verformung auf den Prozessverlauf |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp M-2, Anhang A und Kapitel 5.2.3

Bildbeispiel

Einschlag in Schutzdamm ©WLV Imst

#### 4.3.4.4 Schäden in der Verfugung

Kurzbeschreibung:

Bei der Verwitterung von Natursteinmauerwerk kommt es zu einer Schädigung des Bauwerkskörpers, die von der Oberfläche aus in die Tiefe vordringt. Die Schädigung beginnt in der Regel an den Mörtelfugen. Im Endstadium treten Ablösungen und Abplatzungen der vordersten Steinschicht auf. Bei Mischmauerwerk (Naturstein/Stampfbetonkörper) kann, aufgrund der porösen, oft wenig frostbeständigen Betonmatrix und der relativ harten und dichten Schicht aus vermörtelten Steinen, die Gefügezerstörung im Inneren des Bauwerkes oft schon weit fortgeschritten sein, bevor sich oberflächliche Schäden zeigen. Hinweise sind oft netzartige Haarrisse in der Mörtelschicht und an der Grenzfläche Stein-Mörtel. Durchfeuchtete Stellen können ein Hinweis auf einen geschädigten Bauwerkskörper sein.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Diese Schäden treten an Mauerwerksfugen des Bauwerks auf.

Schadensursachen:

Die Ursache einer Materialverwitterung ist die freie Bewitterung eines Bauteiles. Die Mauerwerksfugen wirken dabei ähnlich den natürlichen Klüften in Fels und erleichtern das Eindringen von Medien. Innerhalb des Querschnittes werden diese Medien über Transportprozesse verlagert.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige oberflächliche Verwitterungserscheinungen, ev. Netzrisse im Fugenmörtel, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Verwitterung des Bauwerkskörpers (Querschnittsverringerung durch Abtrag und/oder Verringerung der Druckfestigkeit, ev. großflächig fehlender Mörtel in den Fugen und beginnende Abplatzungen der obersten Steinschicht) in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Fehlende Verfugung so ausgeprägt, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System (in der Regel Gewichtsmauer oder Bogenmauer)<br>Druckfestigkeit des Betons |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp M-1, Anhang A und Kapitel 5.4.6.21

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Durchfeuchtungen und Pflanzenbewuchs deuten auf eine Schädigung des Mauerkörpers durch Verwitterung hin, lokal fehlender Fugenmörtel (SKL U)©Suda | Risse im Fugenmörtel (SKL U)©Suda |
| | |
| Risse im Fugenmörtel (SKL U)©Suda | Großflächig fehlender Fugenmörtel(SKL H) ©Suda |

### 4.3.4.5 Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung

Kurzbeschreibung:

Hier kommt es zum indirekten Bewuchs von Rissen oder Fugen (mit Substratansammlungen) am Mauerkörper oder zu direktem Bewuchs eines verwitterten Mauerkörpers. Gehölze sind in der Lage, durch Wurzeldruck und sekundäres Dickenwachstum Risse aufzuweiten oder eine Verwitterung zu fördern.

Punktuell von Moosen bewachsene Stellen an Mauerwerkskörpern deuten häufig auf vernässte, geschädigte Bereiche hin.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Am gesamten Bauwerkskörper, wenn Pflanzensubstrat zur Verfügung steht.

Schadensursachen:

Zum Bewuchs mit Pflanzen kommt es durch natürliche Besiedelung. Die Pflanzengesellschaft hängt vom jeweiligen Lokalklima ab. Je nach vorhandenem Substrat und Nährstoffen kommt es im Bauwerkskörper zu Bewuchs mit niederen Pflanzen, Stauden oder Gehölzen.

Der Bewuchs von Steinbauwerken erfolgt immer sekundär nach einer Schädigung des Werkstoffgefüges. Diese Schädigung kann durch breite Risse oder eine Gefügezerstörung des Werkstoffes, beispielsweise durch Frostverwitterung, hervorgerufen werden.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Kein oder rein oberflächlicher Bewuchs durch Gräser, Stauden, Gehölzsämlinge, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bewuchs durch Stauden Gräser, Sträucher und Jungbäume in Öffnungen, Rissen oder Fugen, lokale Schäden am Bauwerkskörper durch Wurzeldruck,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bewuchs durch nicht biegsame Bäume, starke Schädigung des Bauwerkskörpers,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Wurzeln Pflanzen nur oberflächlich auf Substrat oder in Öffnungen, Fugen und Rissen? |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp M-3 und Kapitel 5.3

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Moosbewuchs (SKL U) ©Suda | Bewuchs durch unbiegsame Gehölze (SKL H) ©WLV |
| | |
| Bewuchs durch Jungbäume (Wurzeln sie in angewehtem Substrat oder in den Mauerwerksfugen?); Fugenzustand darunter überprüfen ©Suda | Bewachsener Mauerkörper (SKL U) ©Suda |

## 4.3.5 Holz

### 4.3.5.1 Verwitterung / Vermorschung (Holzabbau)

Kurzbeschreibung:

Durch die Verwitterung und Vermorschung kommt es zu einer Verringerung der Tragfähigkeit des Holzquerschnittes. Die physikalische Verwitterung führt zur Ausbildung einer rissigen, spröden, brüchigen sowie rauen und verfärbten (vergrauten) Holzoberfläche. Dadurch wird das Eindringen von Feuchtigkeit begünstigt. Der biologische Holzabbau (Vermorschung) findet durch Pilze und Insekten statt und verursacht Fäuleerscheinungen. Durch die Vermorschung wird der Holzquerschnitt weich, riecht in der Regel modrig und lässt sich faserartig ablösen. Ein Bewuchs des Holzkörpers durch Pflanzen deutet auf eine weit fortgeschrittene Zersetzung des Holzes hin.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Eine Verwitterung kann sich am gesamten Bauwerkskörper bemerkbar machen. Besonders gefährdet sind solche Bauteile, die entweder keiner Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind oder in wechselfeuchten Bereichen liegen. Besonders betroffen von Holzfäule sind exponierte Holzteile wie vorstehende Zangen oder generell Stirnholzflächen. Der biologische Holzabbau durch Insekten kann wiederum am gesamten Bauwerk stattfinden. Dabei sind vorgeschädigte Bauteile besonders anfällig auf einen Befall.

Schadensursachen:

Die physikalische Verwitterung ist unmittelbar vom Umgebungsklima und der Exposition (Sonneneinstrahlung, Schlagregen) abhängig. Diese Einflussfaktoren bewirken ein Arbeiten der Holzoberfläche. Bei der biogenen Holzzerstörung kommt den Pilzen eine besondere Bedeutung zu.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige oberflächliche physikalische Verwitterungserscheinungen (rissige, spröde, brüchige, raue und vergraute Holzoberfläche), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Verwitterung/Vermorschung des Bauwerkskörpers in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, ev. lokale Vermorschungen, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Verwitterung/Vermorschung des Bauwerkskörpers (Holz lässt sich großflächig mit der Hand zerdrücken, bereits Abtrag Bauwerkskörpers) so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Restquerschnitt<br>Druck- und Zugfestigkeit des Holzes |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp H-1, Anhang A und Kapitel 5.4.5.3, 5.4.5.5

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Vermorschte Zangen, lokale Vermorschung (SKL K) ©Suda | Rest eines vermorschten Holzkasten, Holz zerfällt (SKL K) ©Suda |

### 4.3.5.2 Durchfeuchtung/Durchströmung

Kurzbeschreibung:

Eine Durchfeuchtung oder Durchströmung an Holzkästen ist kein Schaden, kann aber zu einer Reduktion der Dauerhaftigkeit führen. Dabei kann die Dauerhaftigkeit des tragenden Holzquerschnittes, der Ausfachung oder des Füllmaterials reduziert werden.

An Holzkastenbauwerken findet eine plangemäße Durchsickerung statt. Bauwerke dieser Art werden in der Regel ohne Entwässerungsöffnungen und Drainagen hergestellt. Eine Durchsickerung bzw. -strömung ist so lange unbedenklich, bis es zu innerer Erosion kommt.

Besonders wichtig sind der Zustand der Krone und der Ausfachungen zwischen den Längshölzern.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Am gesamten Bauwerk

Schadensursachen:

Durch innere Erosion wird das Füllmaterial des Kastens ausgeschwemmt. Eine Erosion des Füllmaterials ist durch eine Beschädigung des tragenden Kastens (Holz, Drahtgeflecht) oder der Ausfachungen bei Holzkästen möglich. Werden die Kästen mit zu feinem Material gefüllt, kann dieses trotz intakten Kastens erodieren.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Keine Durchströmung, Durchfeuchtung in geringem Ausmaß (vereinzelt, kleine Flächen) und von geringer Intensität (dunkle Holzoberflächen) |
| **K** | Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in großem Ausmaß (mehrere in einem Bauteil oder Gesamtbauwerk) und von mittlerer Intensität (punktuell durchströmte Stellen, punktuell fehlende Ausfachungen), Dauerhaftigkeit stark herabgesetzt, Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit nicht reduziert |
| **H** | Bauwerk wird ungehindert durchströmt |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Zustand der Ausfachungen |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp H-4, Anhang A

Bildbeispiel

### 4.3.5.3 Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch

Kurzbeschreibung:

Die Gesamtbewegung eines Bauwerkes kann in die Komponenten der Setzung (vertikale Translation), des Gleitens (horizontale Translation), der Schiefstellung (Kantung, Rotation) und der Verformung zerlegt werden. Bei Verformungen im Bauwerk kommt es zu Brüchen, Rissen usw., d. h. zu einer Reduktion der inneren Standsicherheit. Für die Starrkörperbewegungen ist ein eigener Schadenstyp definiert (Materialunabhängig: Bauwerksbewegung 4.3.1.2) der Setzung, Gleiten und Kippen berücksichtigt.

Ein häufiges Schadensbild durch Schubversagen. Gerade bei Bauwerken aus verschiedenen Materialien liegt aufgrund des Materialwechsels eine bautechnisch bedingte Fuge vor. Aufgrund dieser Fuge ist ein Abscheren und damit eine Verschiebung und Verdrehung infolge von Hangdruck möglich.

Als weiteres Schadensbild können Verschiebungen im Verband der Holzkonstruktion (Verbindung Längshölzer/Querhölzer) beschrieben werden. Gerade eine Beschädigung der Verbindungen zwischen Längs- und Querhölzern eines doppelwandigen Holzkastens kann Auswirkungen auf das Tragverhalten mit sich bringen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Je nachdem, durch welche Beanspruchungsart das Bauwerk belastet wird, bilden sich die Schäden an unterschiedlichen Stellen im Bauwerk aus.

Schadensursachen:

Bauwerksverformungen können aus Überbeanspruchung und Zwangsbeanspruchungen resultieren. Risse entstehen bei lokalem Überschreiten der Zugfestigkeit des Materials. Überbeanspruchungen können aus Lasten oder seitlichem Hangdruck resultieren, Zwangsbeanspruchungen aus Temperaturverformungen und Verformungen im Untergrund.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige Bauwerksverformungen, nur Quell- und Schwindrisse, ev. unbedeutende Biegezug-, Zug-, Druck- oder Schubrisse<br>Bauwerksverformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben sind |
| **K** | Wenige gebrochene Längs- oder Querhölzer (Zangen) oder wenige deutlich ausgebildete Biegezug-, Zug-, Druck- oder Schubrisse<br>Bauwerksverformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bauwerksverformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung der Verformung auf den Prozessverlauf |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp H-2, Anhang A

## Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Beanspruchte Bohlenwand ©WLV Geologie | Deformation der Längshölzer einer Bohlenwand ©WLV Geologie |
| | |
| Deformation und Bruch durch abgebrochene Spritzbetonblomben ©WLV Geologie | Holzschutzwand mit fehlenden Balken und Schäden durch Einschlägen ©WLV Geologie |

### 4.3.5.4 Fehlendes Füllmaterial (Steinkasten)

Kurzbeschreibung:

An Holzkästen (oder Mauern) findet eine plangemäße Durchsickerung des Bauwerkskörpers statt. Bauwerke dieser Art werden in der Regel ohne Entwässerungsöffnungen und Drainagen hergestellt. Eine Durchsicherung bzw. Durchströmung ist so lange unbedenklich, bis es zu einer inneren Erosion kommt, denn dann wird das Füllmaterial des Kastens ausgetragen. Dadurch kommt es zu einem Verlust der Gebrauchstauglichkeit und bei weiterem Fortschreiten der Erosion zu einem Verlust der Standsicherheit. Eine Erosion des Füllmaterials ist durch eine Beschädigung des tragenden Kastens oder der Ausfachungen bei Holzkästen möglich. Werden die Kästen mit zu feinem Material gefüllt, kann es erodieren, auch wenn die Kästen intakt bleiben.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Am gesamten Bauwerk

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Bauwerk mit geringfügigem Abtrag der Füllung, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bauwerk mit starken Abtrag der Füllung oder lokal abgetragen, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Füllmaterial großflächig abgetragen, Standsicherheit oder prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Tragfähigkeit des verbliebenen Bauwerks<br>Zustand der Ausfachung und/oder des Drahtnetzes |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P210, Anhang A

Bildbeispiel

### 4.3.5.5 Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung

Kurzbeschreibung:

Die folgenden Beschreibungen gelten nicht für ingenieurbiologische Verbauungen. Pflanzenbewuchs ist im Regelfall kein Schaden. Zum Bewuchs mit Pflanzen kommt es durch natürliche Besiedelung. Je nach vorhandenem Substrat und vorhandenen Nährstoffen kommt es im Bauwerkskörper zu Bewuchs mit niederen Pflanzen, Stauden oder Gehölzen. Größere, vor allem unbiegsame, Gehölze können das Bauwerk schädigen oder durch Verringerung des Abflussprofiles die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit senken.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Niedere Pflanzen, wie Moose, Algen und Flechten, können sich auch an der Oberfläche der Holzteile ansiedeln. Das gesamte Bauwerk kann von Pflanzenbewuchs betroffen sein; das Makro- und Mikroklima am Bauwerk beeinflusst die Intensität des Bewuchses.

Schadensursachen:

Dicke Moospolster oder Schatten spendende Stauden können die Austrocknung des Holzquerschnittes verzögern und so die biogene Holzzersetzung begünstigen. Ist das Holz bereits besiedelt, deutet dies auf eine weit fortgeschrittene biogene Holzzersetzung hin.

Die Standsicherheit kann direkt durch ein Auflockern des Bauwerkkörpers durch das sekundäre Dickenwachstum und den Turgordruck der Pflanzenwurzeln erfolgen. Durch die Volumenvergrößerung der Wurzeln beim Wachsen entsteht ein Druck auf das Korngerüst, der zu einer zusätzlichen Zugbelastung der Zangen und einer Druckbelastung der Ausfachung führt.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Kein Bewuchs der Längs- und Querhölzer oder Bewuchs des Füllmaterials durch Gräser und Stauden, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bewuchs durch Stauden, Gräser und Sträucher und Jungbäume oder lokale Schädigung des Bauwerkskörpers durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme oder Pflanzen benutzen lokal Hölzer als Substrat,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bewuchs durch nicht biegsame Bäume oder Schädigung des Bauwerkskörpers durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme oder Pflanzen benutzen großflächig Hölzer als Substrat,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp H-3, Anhang A und Kapitel 5.3

Bildbeispiel

## 4.3.6 Schüttung/Gabionen/bewehrte Erde

### 4.3.6.1 Oberflächenerosion

Kurzbeschreibung:

Hier kommt es durch die Beanspruchung der Oberflächen von Erdbauwerken durch erosive oder abrasive Prozesse zu einem fortschreitenden Materialabtrag. Die Höhe des Materialabtrages ist vom Widerstand der Oberfläche abhängig. Der Abtrag beginnt punktuell an Fehlstellen in der Oberfläche oder an stark beanspruchten Bereichen (z. B. an Kanten und Geländesprüngen). Durch den fortschreitenden Materialabtrag reduziert sich das Eigengewicht des Bauwerkes und somit auch die Standsicherheit.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Erosion als Schädigungsmechanismus ist und an Steinschlagschutzdämmen, Spaltkeilen und allen sonstigen künstlichen Böschungen, die überwacht werden, relevant.

Schadensursachen:

Abtrag durch Erosion/Abrasion an Erdbauwerken ist durch folgende Mechanismen möglich:

Bei *Mechanismus 1* kommt es zu einem gleichmäßigen Abtrag der Oberfläche durch Flächenerosion. Flächenerosion kann die Folge von Niederschlag und Oberflächenabfluss, Muren oder Lawinen sein.

Bei *Mechanismus 2* kommt es durch Fließprozesse zu einer Verringerung des Widerstandes am Damm- oder Böschungsfuß. Die Folge sind sackende Rutschungen und der Abtransport des Damm-/Böschungsmaterials durch den Abfluss.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige Erosions-/Abrasionserscheinungen an der Oberfläche |
| **K** | Leichte Erosionserscheinungen, Materialabtrag setzt sich in den Erdkörper fort, deutliche Tendenz zur Verschlechterung des Bauwerkszustandes, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Großflächige Erosionserscheinungen, Masse des Erdkörpers deutlich reduziert, Folgeschäden (sackende Rutschungen, reduzierte Wirkungshöhen …), dringender Sanierungsbedarf, Standsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Stabilität des Restquerschnittes |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp E-1, Anhang A und Kapitel 4.2.2.5.1; 5.2.2.2

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Erosion an prozesszugewandter Dammseite © WLV Geologie | Erodierte Dammböschung (SKL K) ©WLV Tirol |
| | |
| Erosion bei Dammböschungen (SKL K)© Margreth | |

### 4.3.6.2 Durchfeuchtung/Durchströmung

## Durchfeuchtung und Durchströmung von Dämmen

Kurzbeschreibung:

Eine Durchfeuchtung von Dammbauwerken an sich ist kein Schaden. Die Standsicherheit von wassergesättigten Erdbauwerken ist jedoch deutlich reduziert. Die Relevanz der Durchfeuchtung ist abhängig vom Aufbau des Dammes. Durch den Porenwasserüberdruck im Dammkörper sinkt die Standfestigkeit der Dammböschungen.

Aus kleineren Wasseraustritten können sich durch innere Erosion Stromröhren ausbilden, die zu einem Verlust der Standsicherheit des gesamten Dammes führen. Solche Stromröhren bilden sich bevorzugt entlang der Oberflächen von Einbauten aus. Da die Dichtheit von Steinschlagschutzdämmen kein Gebrauchstauglichkeitskriterium ist, ist eine Durchfeuchtung kein Schaden, solange sie nicht zu einem Verlust bzw. einer Reduktion der Standsicherheit führt.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Durchfeuchtungen und Durchströmungen von Dämmen (Erdbauwerken) sind hauptsächlich an Steinschlagschutzdämmen relevant.

Schadensursachen:

Bei Schadenstyp wird der eigentliche Dammkörper durchfeuchtet/durchströmt. Ist die Durchlässigkeit des Dammquerschnittes zu gering oder weist er lokale Schwächen auf (z. B. Schwachstellen durch verrottete Baumwurzeln, Risse, Wühlgänge von Bodenlebewesen), kommt es zum Wasseraustritt an der Seite des Dammkörpers. An Stellen mit kontinuierlichen Durchsickerungen können sich durch Suffusionsvorgänge im Dammkörper Stromröhren ausbilden (innere Erosion).

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Keine Durchströmung, Durchfeuchtung in geringem Ausmaß (vereinzelt, kleine Flächen) und von geringer Intensität |
| **K** | Keine Durchströmung, Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in geringem bis starkem Ausmaß (vereinzelt, kleine Flächen) und von geringer Intensität |
| **H** | Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | In der Regel sind zur Beurteilung der Standsicherheit geotechnische Untersuchungen erforderlich. |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp E-4, Anhang A und Kapitel 5.2.6.2

**Durchfeuchtung und Durchströmung von Gabionen**

Kurzbeschreibung:

Eine Durchfeuchtung oder Durchströmung an diesen Bauwerken ist kein Schaden, kann aber zu einer Reduktion der Dauerhaftigkeit führen.

An Gabionenbauwerken findet eine plangemäße Durchsickerung des Bauwerkskörpers statt. Bauwerke dieser Art werden in der Regel ohne Entwässerungsöffnungen und Drainagen hergestellt. Eine Durchsickerung bzw.-strömung ist so lange unbedenklich, bis es zu einer inneren Erosion kommt. Besonders wichtig ist der Zustand des Drahtgeflechtes.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Am gesamten Bauwerk

Schadensursachen:

Die Durchströmung resultiert aus drückendem Wasser. Durch innere Erosion wird das Füllmaterial des Kastens ausgeschwemmt. Eine Erosion des Füllmaterials ist bei einer Beschädigung des tragenden Drahtgeflechtes möglich. Werden die Kästen mit zu feinem Material gefüllt, kann dieses trotz intaktem Kasten erodieren.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in geringem Ausmaß (vereinzelt, kleine Flächen) und von geringer Intensität (dunkle Oberfläche, geringe Aussinterungen und Ausblühungen an den Steinen) |
| **K** | Durchfeuchtungen und/oder Durchströmungen in großem Ausmaß (mehrere in einem Bauteil oder Gesamtbauwerk) und von mittlerer Intensität (feuchte Stellen, tropfendes Wasser), Drahtgeflecht stark korrodiert, Dauerhaftigkeit stark herabgesetzt, Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit nicht reduziert |
| **H** | Bauwerk wird ungehindert durchströmt |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Restquerschnitt |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp G-3, Anhang A und Kapitel 5.2.6.2

Bildbeispiel

### 4.3.6.3 Bauwerksverformung/Setzung

**Verformungen von Erdbauwerken**

Kurzbeschreibung:

Die Verformungen an Dämmen zeigen sich durch eingesunkene Kronen, ausgebauchte Böschungen oder Risse im Dammkörper. Bei Steinschlägen kommt es zu Kraterbildung und Aufwölbungen an der abgewandten Dammseite.

An Böschungen kommt es infolge von Rutschungen oder Kriechbewegungen zu Ausbauchungen und Vorwölbungen am Böschungsfuß. Im oberen Bereich der Rutschung treten eingesunkene Bereiche und Risse auf.

Verformungen an Felskörpern resultieren aus Bewegungen entlang von Gleitflächen. Sie zeigen sich durch vorstehende Felspartien, abgesenkte Felspartien, gekippte Felsbereiche etc. Werden die Verformungen größer, kommt es zu Ablösungen von Komponenten und zu stürzenden und gleitenden Verlagerungen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp kann an Dämmen, Böschungen, natürlichen Hängen und an Felsbereichen auftreten. Bei geankerten Stützkonstruktionen kann er an den Böschungs- oder Felsbereichen zwischen den Stützelementen vorkommen.

Schadensursachen:

Die Schadensursachen an Dämmen können Bewegungen (Setzungen) im Baugrund unter der Aufstandsfläche des Dammes, Eigenbewegungen des Dammes selbst (Eigensetzungen) oder unplanmäßige Last (Überbeanspruchung) sein.

Bewegungen in Felsböschungen können aus Temperaturänderungen, geänderten Porenwasserdrücken oder Überbeanspruchung resultieren. Bewegungen von Hängen sind von der Bodenart, den Gleitflächen im Untergrund und den Porenwasserdrücken abhängig.

**Verformungen von Gabionen**

Kurzbeschreibung:

Die Gesamtbewegung eines Bauwerkes kann in die Komponente der Setzung (vertikale Translation), des Gleitens (horizontale Translation), der Schiefstellung (Kantung, Rotation) und der Verformung zerlegt werden. Bei Verformungen im Bauwerk kommt es zu Brüchen, Rissen etc., d. h. zu einer Reduktion der inneren Standsicherheit. An Gabionen führt eine Verformung zu Ausbeulungen oder Eindellungen im Bauwerkskörper; damit verbunden sind Verformungen oder Brüche im Drahtgeflecht. Bauwerke aus Gabionen können im Vergleich zu den anderen Werkstoffen unbeschadet die höchsten Verformungen aufnehmen, da der Bauwerkskörper relativ weich ist und sich leicht verformt. Durch große Verformungen kann die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit reduziert werden

## Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Je nachdem, durch welche Beanspruchungsart das Bauwerk belastet wird, bilden sich die Schäden an unterschiedlichen Stellen im Bauwerk. Zumeist tritt dieser Schadenstyp am Ort des Einschlages des Steins auf.

## Schadensursachen:

An Drahtschotterkörben, besonders bei den steiferen Gitterkörben, kann es auch durch Setzungen der Füllung der Körbe oder Bauwerksbewegungen zu Verformungen der Drahtgeflechte kommen.

## Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügige Verformungen, nur Quell- und Schwindrisse, ev. unbedeutende Biegezug-, Zug-, Druck- oder Schubrisse, Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben sind |
| **K** | Bauwerksverformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Brüche im Dammkörper, großflächige Erosionserscheinungen, Bauwerksverformung so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung der Verformung auf den Prozessverlauf |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp E-1, G-1, Anhang A

## Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Verformtes Drahtgeflecht (SKL K) ©Suda | Eingesunkene Dammkrone aufgrund von Instabilitäten im Untergrund (SKL K)© Margreth |

### 4.3.6.4 Böschungsbruch

Kurzbeschreibung:

Hier kommt es zu einem Böschungsbruch im Dammkörper oder im Bereich einer Böschung (künstlich veränderter Hang). Dem eigentlichen Bruch (Abrutschen oder Absacken von Böschungs- oder Dammteilen) gehen Verformungen und Rissbildungen an der Oberfläche voraus.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Böschungsbruch kann an allen Erdbauwerken (Dämmen, Böschungen) aber auch an naturbelassenen Hängen auftreten.(z. B. aufgrund von Vernässungen, geologischen Instabilitäten …)

Schadensursachen:

Ein Böschungsbruch kann die Folge von 4.3.6.2 und / 4.3.6.3 sein. An Hängen oder Böschungen kann es durch Vernässungen (z.B: Quellaustritten) oder durch geologische Instabilitäten zu Brüchen kommen.

An Steinschlagschutzdämmen können Böschungsbrüche durch die Einschläge der Steine/Blöcke Auftreten.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Leichte Verformungen oder Erosionstendenzen sichtbar. Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Deutlich erkennbare Verformungen, Risse oder Erosionstendenzen<br>Bei Steinschlagschutzdämmen: Dammkörper auf der prozesszugewandten Seite mit punktuellen Beschädigungen, Erosionserscheinungen an der Oberfläche<br>Verformung in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Böschung (Damm) großflächig abgerutscht, großflächige Erosionserscheinungen, Brüche im Dammkörper<br>Bei Steinschlagschutzdämmen: Dammkörper auf prozesszugewandter Seite großflächig beschädigt, Schäden sind auf der prozessabgewandten Seite erkennbar<br>Standsicherheit und/oder prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben. |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | bei Dämmen: tragender restquerschnitt, Erosionsbeständigkeit des Dammmaterials |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | verbliebene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Kapitel 5.2.5.2, S. 185ff

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Böschungsbruch bewehrte Erde ©Peila | Dammdurchschlag (SKL H)© WLV Vorarlberg |

### 4.3.6.5 Schäden am Bewehrungsgitter

Kurzbeschreibung:

Schäden an Bauwerksgittern treten in Form von gerissenen Drähten, Löchern, Korrosion oder übermäßiger Verformung auf. Da solche Netze meist als Oberflächenschutz verwendet werden treten in Folge Erosionserscheinungen auf.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp kann an allen durch Netzte oder Gitter gesicherten Böschungen oder Felsoberflächen auftreten.

Schadensursachen:

Schäden können auftreten bedingt durch eine Korrosion der Drähte oder Seile, durch mechanische Beschädigung, wie Steinschlag oder Bewegungen im Untergrund.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen, Einschläge), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Erosionserscheinungen, Ablösen von kleinen Komponenten,<br>Verformung des Hanges/Erosionen in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Netze großflächig zerstört, großflächige Erosionserscheinungen<br>Verformung des Hanges/Erosionen so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, ev. Bruch, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Verbleibende elastische Verformungsreserve |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkung des verformten Tragwerkes auf den Prozess<br>Vorhandene wirksame Bauwerkshöhe |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S-14, Anhang A

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Abtrag der Füllung infolge einer Beschädigung des Drahtgeflechts (SKL K) ©WLV Geologie | Beschädigung des Drahtgeflechts (SKL H) ©Suda |
| | |
| Beschädigung des Drahtgeflechts (SKL K) ©WLV | Beschädigung des Drahtgeflechts (SKL K) ©Suda |

### 4.3.6.6 Schäden am Geotextil

Kurzbeschreibung:

Schäden an Geotextilen sind in Form von Löchern, Rissen, extrem gedehnten Bereichen oder verwitterten Stellen erkennbar.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Dieser Schadenstyp kann an allen durch Geotextil gesicherten Böschungen oder Felsoberflächen auftreten.

Schadensursachen:

Schäden können bedingt durch mechanische Einwirkungen an der Oberfläche (z.B. durch Erosion, Steinschlag) oder Bewegungen im Untergrund entstehen.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1)]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Lokale Verformungen (Dellen, Einschläge), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Erosionserscheinungen, Ablösen von kleinen Komponenten,<br>Verformung des Hanges/Erosionen in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Geotextil großflächig zerstört, großflächige Erosionserscheinungen,<br>Verformung des Hanges/Erosionen so hoch, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, ev. Bruch, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp S14, Anhang A

Bildbeispiel

Schaden am Geotextil (SKL K) ©WLV Geologie

### 4.3.6.7 Fehlendes Füllmaterial

Kurzbeschreibung:

An Drahtschotterkörpern (und Stützbauwerken aus diesem Material) findet eine plangemäße Durchsickerung statt. Bauwerke dieser Art werden in der Regel ohne Entwässerungsöffnungen und Drainagen hergestellt. Eine Durchsicherung bzw. Durchströmung ist so lange unbedenklich, bis es zu einer inneren Erosion kommt, denn dann wird das Füllmaterial des Kastens ausgeschwemmt. Dadurch kommt es zu einem Verlust der Gebrauchstauglichkeit und bei weiterem Fortschreiten der Erosion zu einem Verlust der Standsicherheit. Eine Erosion des Füllmaterials ist durch eine Beschädigung des tragenden Kastens möglich. Werden die Kästen mit zu feinem Material gefüllt, kann es erodieren, auch wenn die Kästen intakt bleiben.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Am gesamten Bauwerk

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Bauwerk mit geringfügigem Abtrag der Füllung, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bauwerk mit starken Abtrag der Füllung oder lokal abgetragen, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Füllmaterial großflächig abgetragen, Standsicherheit oder prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Statisches System<br>Tragfähigkeit des verbliebenen Körpers<br>Zustand der Ausfachung und/oder des Drahtnetzes |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P210, Anhang A

Bildbeispiel

Abtrag der Füllung infolge einer Beschädigung des Drahtgeflechts (SKL K) ©WLV Geologie

Abtrag der Füllung infolge einer Beschädigung des Drahtgeflechts (SKL H) ©Suda

### 4.3.6.8 Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung

## Störender Pflanzenbewuchs bei Erdbauwerken

Kurzbeschreibung:

Pflanzenbewuchs an Erdbauwerken ist im Regelfall kein Schaden. Pflanzendecken aus Gräser-Kräuter-Gesellschaften stabilisieren die Oberfläche und schützen diese vor Erosion; Sträucher und Bäume stabilisieren mit ihren Wurzeln tiefere Bodenschichten und reduzieren die erosiven Einwirkungen von Niederschlag. Es gibt jedoch Bauwerke oder Bauwerksbereiche, in denen bestimmte Pflanzengesellschaften ungünstig sind.

Bäume und Sträucher an Steinschlagschutzdämmen wirken dämpfend auf einschlagende Komponenten, besonders wirksam sind dichte Strauchbestände. Durch zerstörte, umstürzende Bäume können Schäden im geschützten Bereich entstehen.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Schäden durch ungeeignete oder nicht ausreichend gepflegte Pflanzendecken treten an Steinschlagschutzdämmen auf.

Schadensursachen:

In diesem Fall kann als Schadensursache nur falsche Pflege der Flächen angegeben werden.

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Geringfügig störender Bewuchs,<br>Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Störender Bewuchs,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Störender Bewuchs,<br>deutliche Schädigung des Erdbauwerkes durch entwurzelte Gehölze, großflächige Erosionserscheinungen,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit oder die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | Auswirkungen der Folgeschäden auf die Standsicherheit |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp E-3 , Anhang A

## Störender Pflanzenbewuchs bei Gabionen

Kurzbeschreibung:

Pflanzenbewuchs ist im Regelfall kein Schaden. Zum Bewuchs mit Pflanzen kommt es durch natürliche Besiedelung. Je nach vorhandenem Substrat und Nährstoffen kommt es im Bauwerkskörper zu Bewuchs mit niederen Pflanzen, Stauden oder Gehölzen. Größere, vor allem unbiegsame, Gehölze können den Bauwerkskörper schädigen und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit verringern. Der Bewuchs des Füllmaterials mit niederen Pflanzen ist in der Regel harmlos.

Ort des Auftretens bzw. Bauwerke, an denen der Schadenstyp auftritt:

Bei Gabionen kann nur die Füllung des Kastens besiedelt werden. Das Makro- und Mikroklima am Bauwerk beeinflusst aber den Ort und die Intensität des Bewuchses.

Schadensursachen:

Größere, unbiegsame Gehölze sind in der Lage, Bauwerke direkt oder indirekt zu schädigen. Bewuchs durch Gehölze kann zu einer Reduktion der Gebrauchstauglichkeit und der Standsicherheit führen.

Die Standsicherheit kann direkt durch ein Auflockern des Bauwerkskörpers durch das sekundäre Dickenwachstum und den Turgordruck der Pflanzenwurzeln erfolgen. Durch die Volumenvergrößerung der Wurzeln beim Wachsen entsteht Druck auf das Korngerüst, der zu einer zusätzlichen Zugbelastung des Drahtgeflechtes führt.

Wichtig: gerade im Bereich der Hangsicherungen gibt es ingenieurbiologische Verbauungen, diese sind gesondert zu beurteilen

Beurteilung:

| **Einteilung in eine Schadensklasse[1]** | |
|---|---|
| | **Ausprägung des Schadens** |
| **U** | Kein Bewuchs oder Bewuchs des Füllmaterials durch Gräser und Stauden,<br>Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben |
| **K** | Bewuchs durch Stauden, Gräser und Sträucher und Jungbäume oder lokale Schädigungen durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf |
| **H** | Bewuchs durch nicht biegsame Bäume oder Schädigung des Bauwerks durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme,<br>Bewuchs durch nicht biegsame Bäume, eventuell bereits Schädigung des Bauwerks,<br>Bewuchs in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt noch gegeben sind, dringender Sanierungsbedarf |
| Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen: | |
| | |
| 1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll | |

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp G-2 , Anhang A

Bildbeispiel

| | |
|---|---|
| | |
| Moosbewuchs des Drahtschotterkörpers (SKL U) ©Suda | Großflächiger Bewuchs durch Gräser, Stauden und Gehölzen (SKL K) ©Suda |
| | |
| Bewuchs durch Gehölze (SKL K) ©Suda | |

## Literatur


[1] Suda, J. (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren. Guthmann-Peterson Verlag, Wien

[2] ONR 24810 – Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung

[3] Lef, R. (2013): Erstellung eines Schadtypenkataloges für technische Schutzbauwerke gegen Steinschlag. Masterarbeit am Institut für Alpine Naturgefahren der Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht).

lebensministerium.at