

Schutzbauwerke der Wildbachverbauung

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 Lawinverbauung, 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: Dosiersperre mit Filteraufsatz, Zeichnung Jürgen Suda

15.10.2013

Schutzbauwerke der Wildbachverbauung

Handbuch

zur Durchführung einer Bauwerkskontrolle

Inhalt

1	EINLEITUNG	4
1.1	GRUNDLAGEN.....	4
1.2	INSPEKTION.....	7
1.2.1	<i>Zustandserfassung.....</i>	8
1.2.2	<i>Zustandsbeurteilung und Zustandsstufen.....</i>	9
1.3	ORGANISATORISCHE ABLÄUFE BEI DER INSTANDHALTUNG.....	10
2	ZUSTANDSBEURTEILUNG	11
2.1	GUTACHTERLICHE METHODE.....	11
2.2	METHODE MIT BEWERTUNGSRASTER FÜR SCHUTZBAUWERKE DER WILDBACHVERBAUUNG	15
3	DURCHFÜHRUNG DER INSPEKTION.....	17
3.1	VORGABEN FÜR DIE LAUFENDE ÜBERWACHUNG	17
3.2	VORGABEN FÜR DIE KONTROLLE	17
4	PROTOKOLL EINER BAUWERKSKONTROLLE/ SCHADENSTYPEN	19
4.1	MÄNGEL IN DER UMGEBUNG DES BAUWERKS	22
4.1.1	<i>Allgemeine Mängel in der Umgebung</i>	22
4.1.1.1	Reduzierter Sohlwiderstand bei Sperrern/ Grundschrwellen	22
4.1.1.2	Reduzierter Sohlwiderstand bei Bühnen/Spornen	24
4.1.1.3	Reduzierter Sohlwiderstand bei Ufermauern.....	26
4.1.1.4	Reduzierter Sohlwiderstand bei Grobsteinschlchtungen	28
4.1.1.5	Reduzierter Widerstand im Bereich der seitlichen Einbindung	30
4.1.1.6	Unterströmung.....	32
4.1.1.7	Umgehung des Bauwerks	34
4.1.1.8	Unplanmäßige Hangbewegung an Quer-&Längsbauwerken.....	36
4.1.1.9	Menschlich verursachte Manipulationen (Übelstände)/ Vandalismus/Tieraktivität.....	38
4.1.2	<i>Prozessbedingte Mängel in der Umgebung</i>	40
4.1.2.1	Lawinen.....	40
4.1.2.2	Hangmure	41
4.1.2.3	Steinschlag/Felssturz	42
4.2	FUNKTIONALE MÄNGEL	43
4.2.1	<i>Verringerung des Abflussprofils</i>	43
4.2.2	<i>Hydrologische und hydraulische Dimensionierung</i>	45
4.2.3	<i>Verklausung/Verlegung</i>	47
4.2.4	<i>Unplanmäßige Auflandung der Gerinnesohle.....</i>	49
4.2.5	<i>Konsolidierungssperren: fehlende Verlandung/unplanmäßige Murbelastung.....</i>	51
4.2.6	<i>Fehlende Speicherkapazität im Retentionsraum.....</i>	53
4.3	MÄNGEL AM BAUWERK.....	56
4.3.1	<i>Materialunabhängig.....</i>	56
4.3.1.1	Erosion/Abrasion an Bauwerksteilen	56
4.3.1.2	Bauwerksbewegung.....	58
4.3.1.3	Abtrag/mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen	60
4.3.1.4	Mängel an Sicherheitseinrichtungen.....	62
4.3.1.5	Fehlende Teile.....	64
4.3.2	<i>Stahl.....</i>	65
4.3.2.1	Rechen, Balkenverschlüsse, Seilsperrern.....	65
4.3.2.1.1	Korrosion von tragenden Bauteilen	65
4.3.2.1.2	Deformation von tragenden Bauteilen	67
4.3.2.1.3	Bruch von tragenden Teilen;	69

4.3.2.1.4	Schadhafte Verbindungselemente	70
4.3.2.1.5	Schäden an Ankern	72
4.3.2.2	Panzerung, Abdeckung, Durchlässe.....	73
4.3.2.2.1	Korrosion von Ausrüstungsteilen	73
4.3.2.2.2	Deformation von Ausrüstungsteilen	75
4.3.3	Beton	77
4.3.3.1	Verwitterung / Abplatzung	77
4.3.3.2	Durchfeuchtung/Durchströmung.....	80
4.3.3.3	Riss unter unplanmäßiger Last (statisch bedingte Risse).....	82
4.3.3.4	Risse infolge Zwang durch Eigenspannung.....	84
4.3.3.5	Risse infolge Zwang durch Verformung im Untergrund (Setzungsrisse).....	86
4.3.3.6	Risse an Diskontinuitäten (geometrisch bzw materialbedingt).....	88
4.3.3.7	Risse entlang von Bewehrungsstäben	90
4.3.3.8	Risse Treibwirkung (treibender Angriff)	93
4.3.3.9	Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung	94
4.3.4	Stein/Mauerwerk	96
4.3.4.1	Verwitterung / Abplatzung/Fehlende Steine/Mauerteile	96
4.3.4.2	Durchfeuchtung/Durchströmung.....	98
4.3.4.3	Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch	100
4.3.4.4	Schäden in der Verfugung.....	102
4.3.4.5	Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung	104
4.3.5	Holz	106
4.3.5.1	Verwitterung / Vermorschung (Holzabbau).....	106
4.3.5.2	Durchfeuchtung/Durchströmung.....	108
4.3.5.3	Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch	110
4.3.5.4	Fehlendes Füllmaterial (Steinkasten)	112
4.3.5.5	Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung	114
4.3.6	Schüttung/Gabionen/bewehrte Erde	116
4.3.6.1	Oberflächenerosion	116
4.3.6.2	Durchfeuchtung/Durchströmung.....	118
4.3.6.3	Bauwerksverformung/Setzung.....	122
4.3.6.4	Böschungsbruch	125
4.3.6.5	Schäden am Bewehrungsgitter.....	127
4.3.6.6	Schäden am Geotextil.....	129
4.3.6.7	Fehlendes Füllmaterial.....	130
4.3.6.8	Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung	132
4.4	LITERATUR	135

1 Einleitung

1.1 Grundlagen

Da Schutzbauwerke während ihrer Nutzungsdauer altern und sich abnutzen, 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.

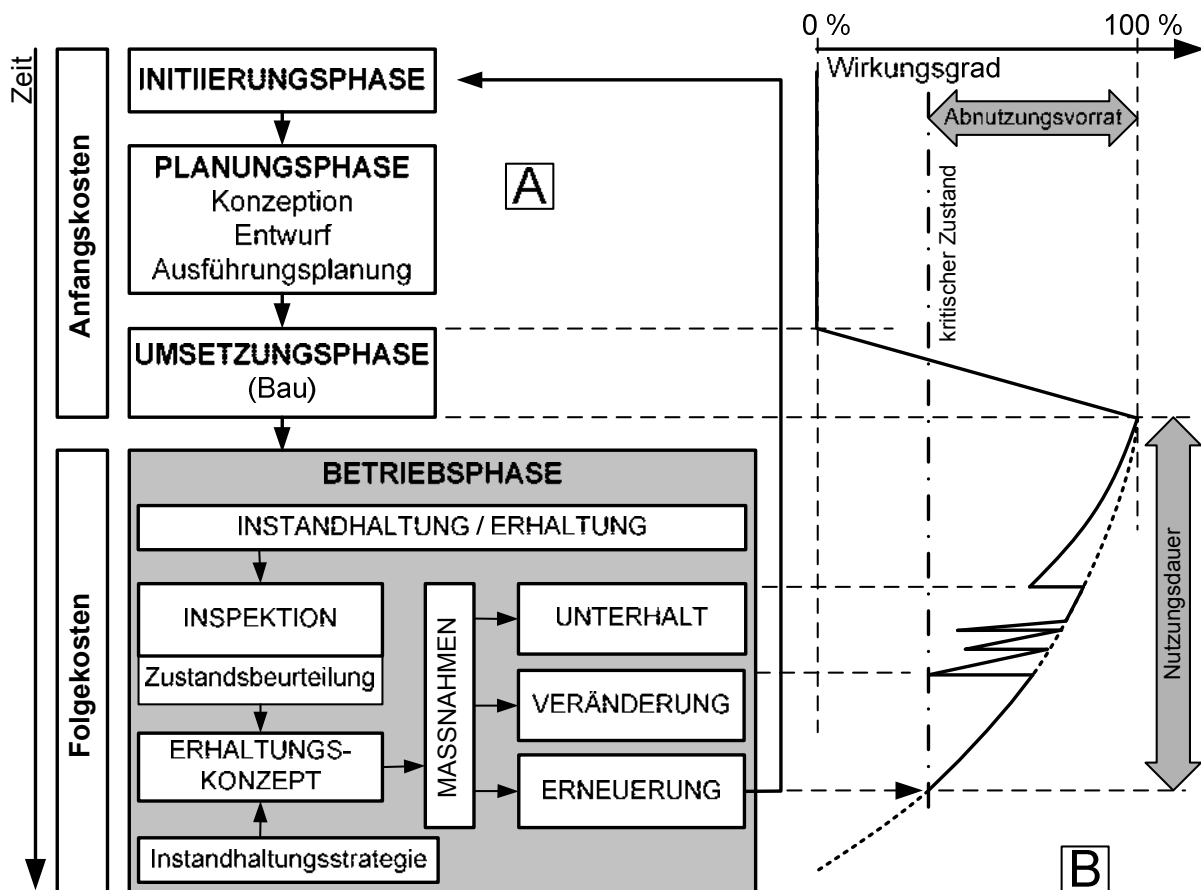


Abb. 1.1: Schematische Darstellung des Lebenszyklus, der Lebenszykluskosten und des jeweiligen Wirkungsgrades eines Schutzbauwerkes in den einzelnen Lebensphasen: (A) Lebenszyklus und Lebensphasen eines Bauwerkes; (B) Wirkungsgrad während der Lebensdauer, aus [1]

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 Erhaltungsverpflichtete 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:

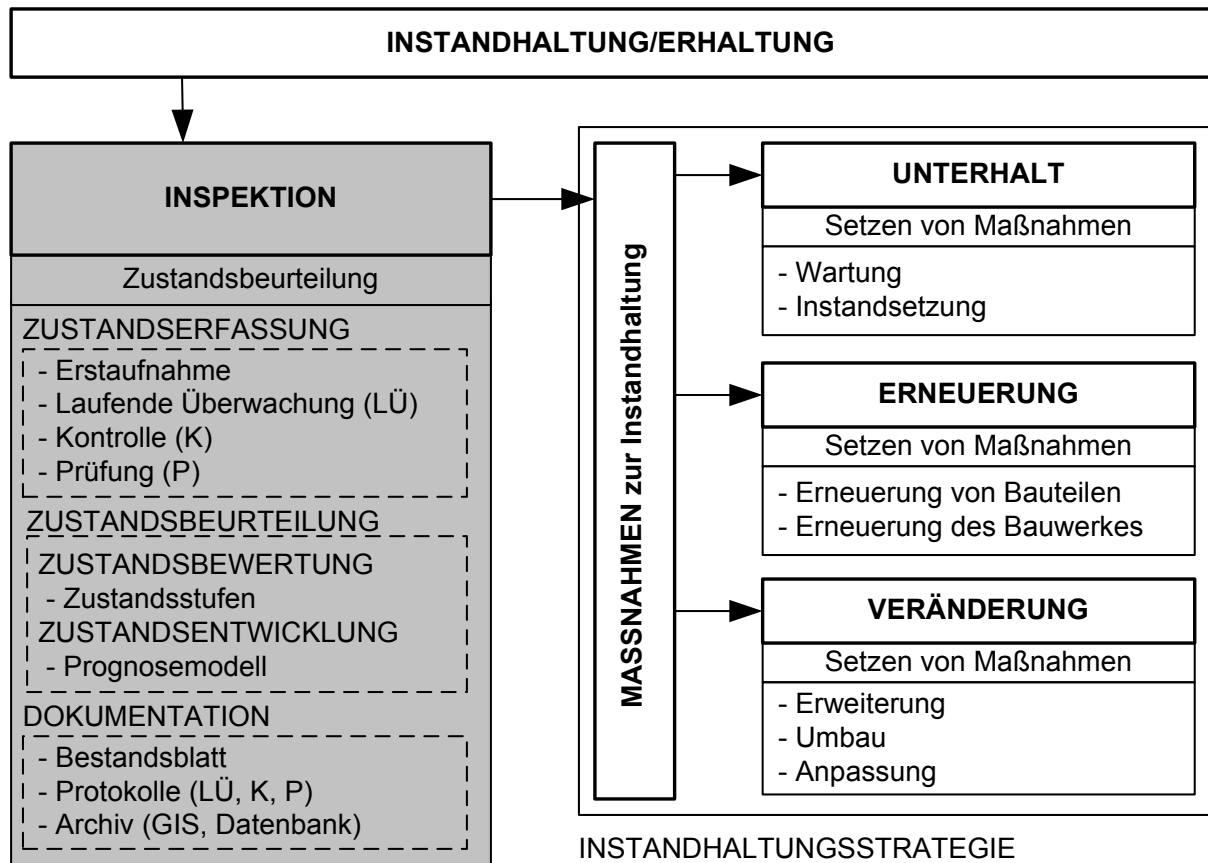


Abb. 1.2: Übersicht über die Abschnitte der Instandhaltung von Schutzbauwerken; nach ONR 24803, aus [1]

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. 1.3). 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.

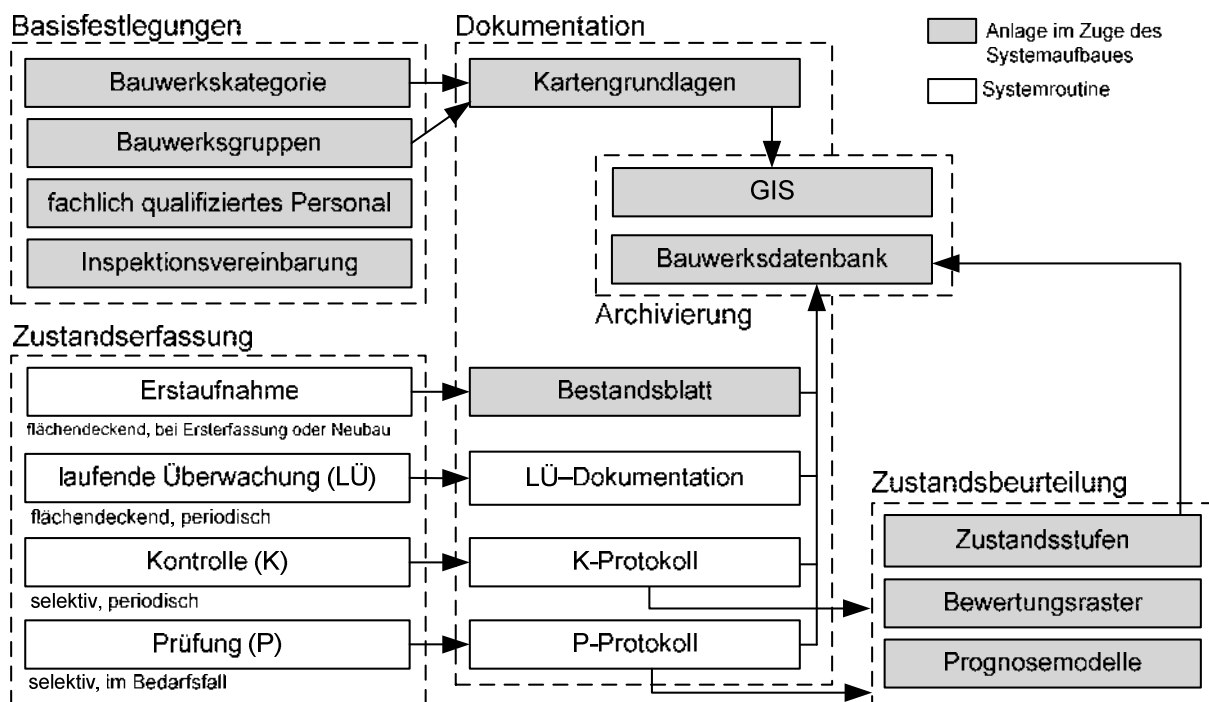


Abb. 1.3 Instrumente der Inspektion; nach ONR 24803, aus [1]

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 24803, umfangreiche Erläuterungen dazu sind in [1] enthalten.

Obige Inspektionen finden auf Basis der Informationen aus dem Bestandsblatt 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 Bestandsblätter 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.

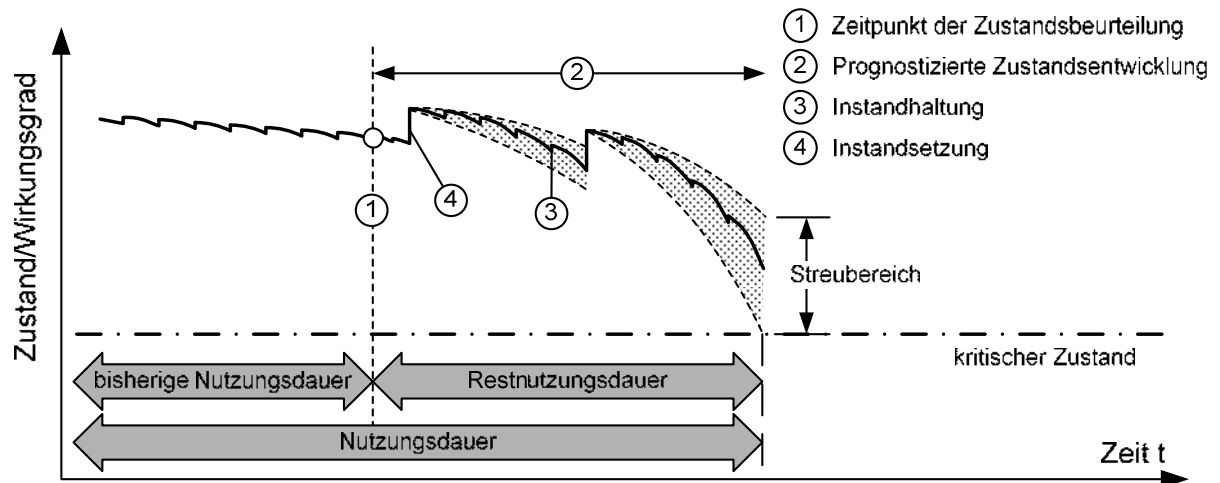


Abb. 1.4: Zustandsentwicklung eines Schutzbauwerkes (die Prognosesicherheit der zukünftigen Entwicklung sinkt mit dem zeitlichen Abstand zum Beurteilungszeitpunkt), aus [1]

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, besonders bei Mischmauerwerk an Wildbachsperrern.

In der ONR-24803 wird eine 6-stufige Skala zur Bewertung des Bauwerkszustandes vorgeschlagen (Tab. 1.2). 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).

Tab. 1-2: Beschreibung der Zustandsstufen für Standard- und Schlüsselbauwerke, aus [2]

Zustandsstufen			
Für Standardbauwerke		Für Schlüsselbauwerke	
0	Bauwerk ist entbehrlich	-	-
1	Sehr guter Erhaltungszustand	S1	Sehr guter Erhaltungszustand
2	Guter Erhaltungszustand	S2	Guter Erhaltungszustand
3	Ausreichender Erhaltungszustand	S3	Ausreichender Erhaltungszustand
4	Mangelhafter Erhaltungszustand	S4	Mangelhafter Erhaltungszustand
5	Schlechter Erhaltungszustand	S5	Schlechter Erhaltungszustand
6	Zerstörung (Totalschaden)	S6	Zerstörung (Totalschaden)

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 24803 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..

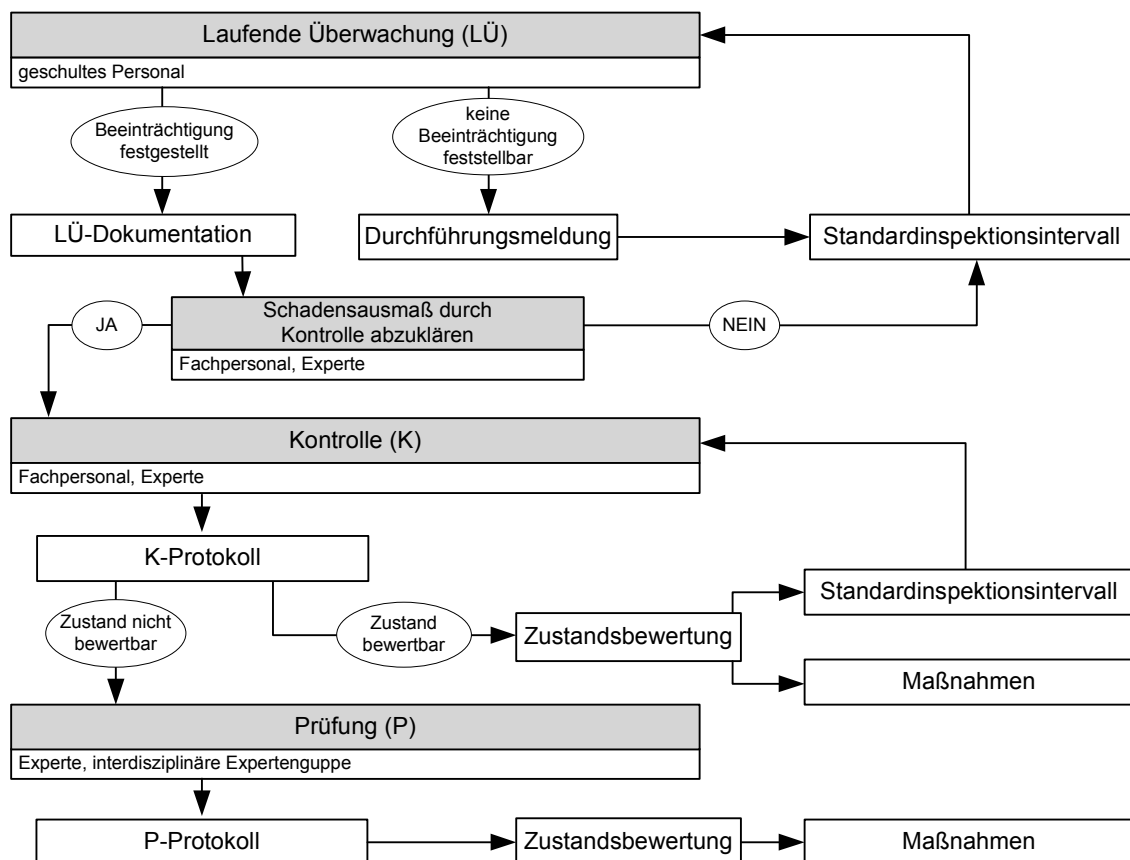


Abb. 1.5: Systemroutine, aus [1]

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 Sperrtyp, 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** (siehe Schadenstypenkatalog) 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.

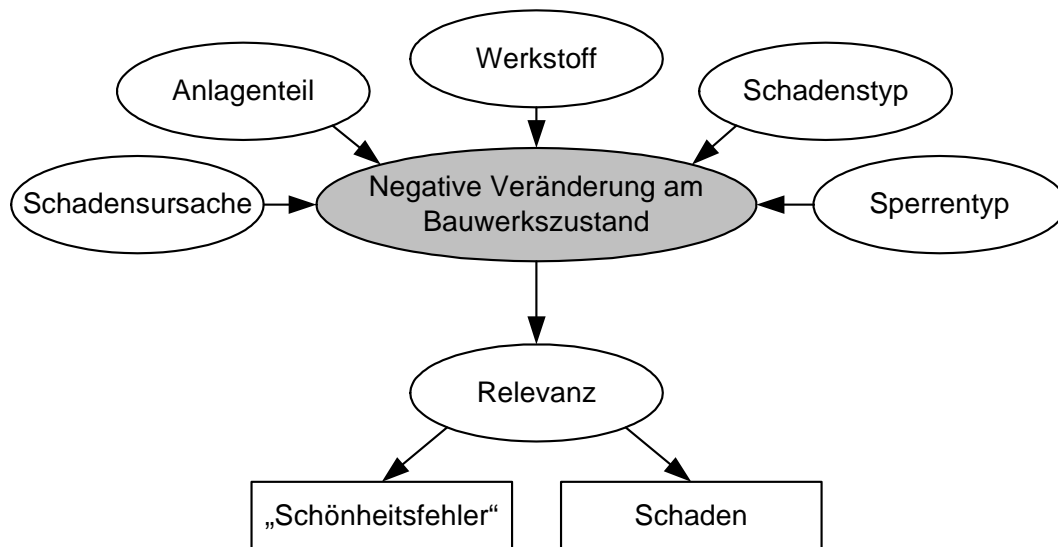


Abb. 2.1: Beschreibung eines Einzelschadens; , aus [1]

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.

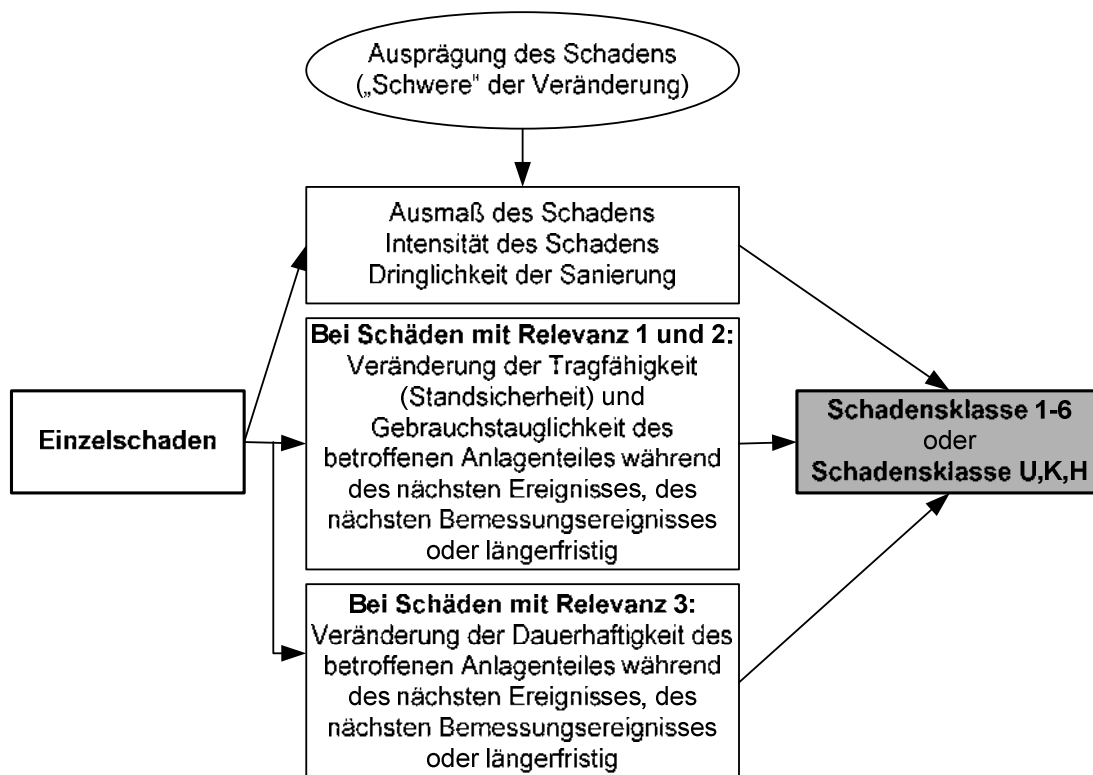


Abb. 2.2: Beurteilung eines Einzelschadens, aus [1]

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 mit starker Intensität, Anlagenteil zerstört
Dringlichkeit		längerfristig (mind. 12 J.)	vor dem nächsten Ereignis (max. 3 J.)	sofort
Gebrauchs-tauglichkeit/ Stand-sicherheit	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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** 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.

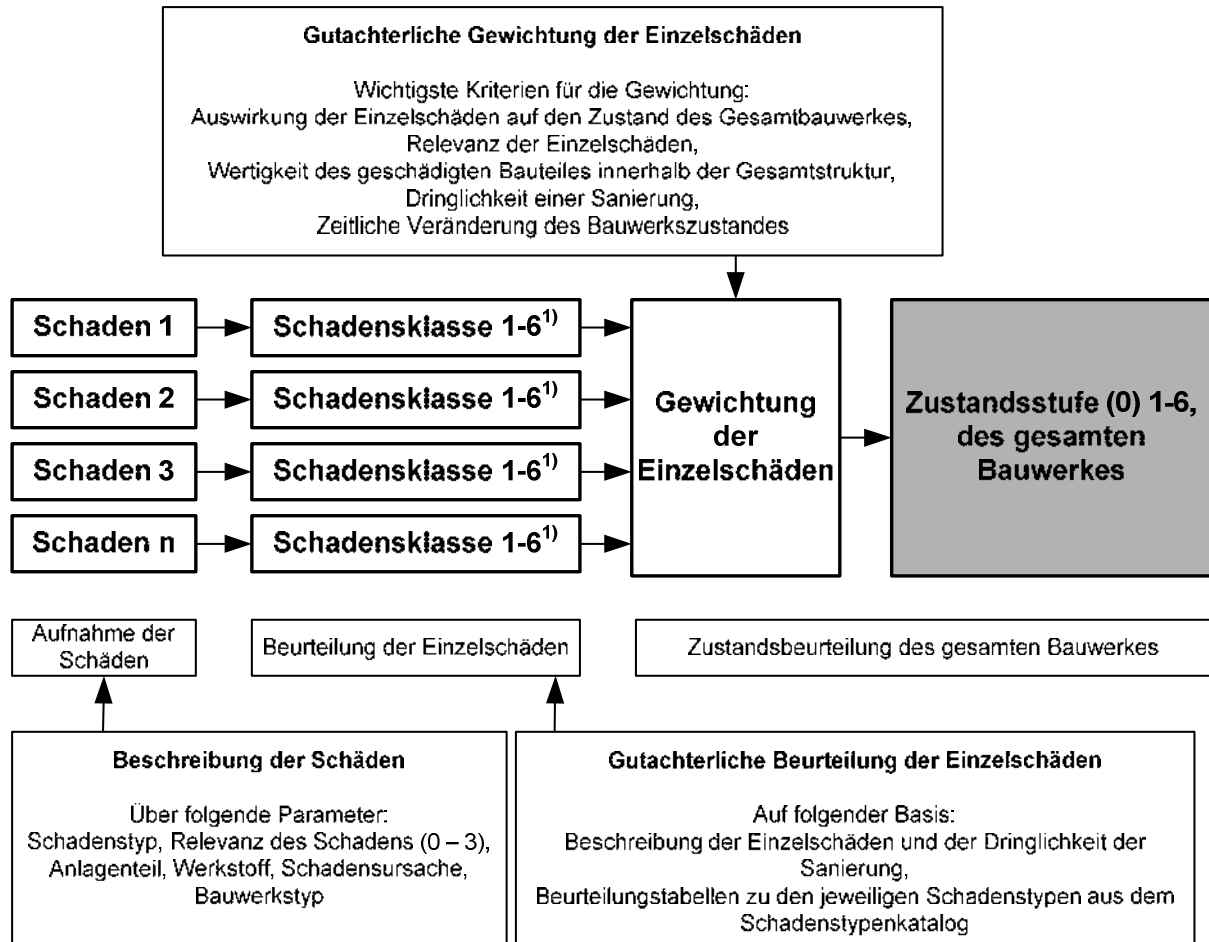


Abb. 2.3: Zustandsbeurteilung des Gesamtbauwerkes auf gutachterlicher Basis, aus [1]

2.2 Methode mit Bewertungsraster für Schutzbauwerke der Wildbachverbauung

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 24803 wird vorgeschlagen, Schutzbauwerke der Wildbachverbauung gemäß Tab. 2.3 in eine Zustandsstufe einzuteilen. Die Einteilung erfolgt danach, ob für das Bauwerk nach dem nächsten Ereignis (HQ 30), dem nächsten Bemessungsereignis (BHQ) oder längerfristig die Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit gegeben ist. Bei der Bewertung des Bauwerkszustandes hat

es sich als praktikabel erwiesen, die Zustandsstufe für die Quantifizierung der Tragfähigkeit (Tab. 2.3) und der Gebrauchstauglichkeit separat anzugeben. Der Gesamtzustand ergibt sich aus der höheren der beiden Zustandsstufen.

Tab. 2.3: Kriterien zur Einteilung in Zustandsstufen aufgrund der Tragfähigkeit und der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit, aus [1]

Zustandsstufe	Vereinfachte Schadensklasse	Gebrauchstauglichkeit/Tragfähigkeit des Schutzbauwerkes				Zeitraum für bauliche Maßnahmen (Dringlichkeit)	
		Aufnahmezeitpunkt	nächstes Ereignis (HQ 30)	nächstes Bemessungsereignis	längerfristig	S*)	
0	U	-	-	-	-	-	-
1		gegeben	gegeben	gegeben	gegeben	keine Festlegung	keine Festlegung
2		gegeben	gegeben	gegeben	gegeben	keine Festlegung	keine Festlegung
3	K	gegeben	gegeben	gegeben	nicht gegeben	keine Festlegung	keine Festlegung
4		gegeben	gegeben	nicht gegeben	-	3 Jahre	keine Festlegung
5	H	gegeben	nicht gegeben	-	-	1 Jahr	2 Jahre
6		nicht gegeben	-	-	-	sofort	sofort
nb	nb	nicht beurteilt (nicht beurteilbar)				Bauwerksprüfung überlegen	
*) S = Schlüsselbauwerk							

Die Stufe „nb“ (nicht beurteilt) wurde eingeführt, da es vor Ort nicht immer möglich ist, die Standsicherheit und/oder die Gebrauchstauglichkeit zuverlässig zu beurteilen. Durch diese Sonderstufe kann dieser Umstand in einer Datenbank abgebildet werden. Ist eine Zustandsbewertung im Zuge einer Kontrolle (K) nicht zuverlässig möglich, ist laut ONR 24803 eine Bauwerksprüfung (P) durchzuführen.

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 der Wildbachverbauung finden sich in [1], Kapitel 8.1, ab Seite 385.

3.1 Vorgaben für die laufende Überwachung

Folgende Punkte sind bei einer laufenden Überwachung zu beachten:

- In den Vorfeldern und seitlichen Einbindungen
 - augenscheinlich ungewöhnliche Ablagerungen, Erosionstendenzen, Umgehungstendenzen
- In der Abflussektion
 - störende Verklausungen, Ablagerungen
 - starke Schäden an der Krone und an Panzerblechen
- Am Sperrenkörper
 - augenscheinlich ungewöhnliche Verformungen oder Risse
- Im Abflussquerschnitt des Baches (Wildbachbegehung)
 - abflusshemmende Ablagerungen im Abflussquerschnitt

3.2 Vorgaben für die Kontrolle

Im Zuge einer Kontrolle ist das Bauwerk in eine Zustandsstufe einzuteilen. Die folgenden Punkte sind bei einer Kontrolle eines Querbauwerkes zu untersuchen und zu dokumentieren:

- Kontrolle des wasserseitigen Vorfeldes:
 - Ablagerungen, Erosionstendenzen, Umgehungstendenzen
 - Ausreichen des Speicherraums (bei Funktionstyp Retention, Dosierung, Filterung und Energieumwandlung)
 - Wildholzablagerungen
 - fehlende Hinterfüllung (bei Funktionstyp Konsolidierung und Stabilisierung)
- Kontrolle des luftseitigen Vorfeldes:
 - Kolkgröße, Erosionstendenzen
- Kontrolle der seitlichen Einbindungen:
 - Zustand der seitlichen Einbindungen der Flügel in die Böschungen
 - Zustand der Hänge: Erosionstendenzen
 - Durchsickerungen, Stromröhren
 - bei Netzsperrern: Zustand der Anker
- Kontrolle der unteren Einbindung:
 - Kolk – Fundamentunterkante

- Kontrolle der Abflussektion:
 - Verkläuerungen, Ablagerungen
 - Funktionstüchtigkeit der Öffnungen laut Funktionstyp
 - Zustand der Krone und der Panzerbleche
- Kontrolle des Sperrenkörpers:
 - Verformungen, Risse, Verwitterungen (materialspezifische Schadenstypen)
 - Funktionsfähigkeit der Entwässerungsöffnungen
 - Zustand der Öffnung (Verkläuerungen, Zustand der Panzerbleche, Zustand des Rechens)

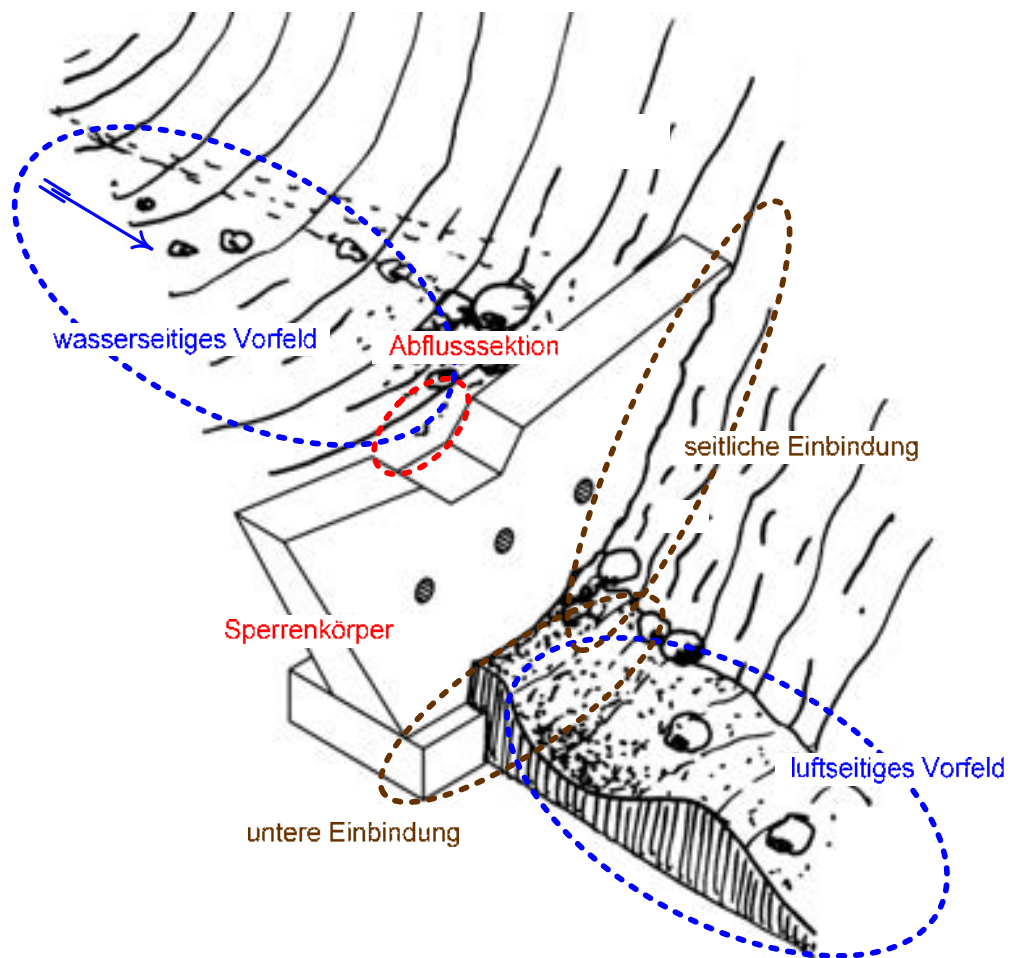


Abb. 3.1: Darstellung der Bauwerksbereiche, die für eine Überwachung relevant sind

4 Protokoll einer Bauwerkskontrolle/ Schadenstypen

Tab. 4-1: Überblick über die Schadenstypen an Wildbachbauwerken

	Bezeichnung Schadenstypen	Relevanz				Entspricht Schadenstyp in [1]
		0	1	2	3	
A	Allgemeine Mängel in der Umgebung des Bauwerks					
	Allgemein					
	Reduzierter Widerstand im Bereich der Bauwerkssohle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P21, P22, P31, P32
	Reduzierter Widerstand im Bereich der seitlichen Einbindungen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P23
	Unterströmung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P24
	Umgehung des Bauwerks	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P25
	Unplanmäßige Hangbewegung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P29,P33
	Menschlich verursachte Manipulationen (Übelstände)/ Vandalismus/Tieraktivität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Prozessbedingte Mängel in der Umgebung					
	Lawine	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Hangmure	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Steinschlag/Felssturz	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
B	Funktionale Mängel					
	Verringerung des Abflussprofils	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P13
	Hydrologische und hydraulische Dimensionierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P15
	Verklausung/Verlegung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P26
	Unplanmäßige Auflandung der Gerinnesohle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P14
	Konsolidierungssperren: fehlende Verlandung/unplanmäßige Murbelastung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P27
	Fehlende Speicherkapazität im Retentionsraum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P28, P17
C	Mängel am Bauwerk					
	Materialunabhängig					
	Erosion/Abrasion an Bauwerksteilen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	P12
	Bauwerksbewegung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P11
	Abtrag/mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P210, P34, P35, P36
	Mängel an Sicherheitseinrichtungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	O-3
	Fehlende Teile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Stahl					
	Rechen, Balkenverschlüsse, Seilsperren					
	Korrosion von tragenden Bauteilen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	S11
	Deformation von tragenden Bauteilen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	S12
	Bruch von tragenden Teilen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Schadhafte Verbindungselemente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	S13
	Schäden an Ankern	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	S15

	Panzerung, Abdeckung, Durchlässe					
	Korrosion von Ausrüstungsteilen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	S11
	Deformation von Ausrüstungsteilen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	S12
Beton						
	Verwitterung / Abplatzung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B11, B12, B36
	Durchfeuchtung/Durchströmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B13
	Riss unter unplanmäßiger Last (statisch bedingte Risse)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B21
	Risse infolge Zwang durch Eigenspannung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B22
	Risse infolge Zwang durch Verformung im Untergrund (Setzungsrisse)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B23
	Risse an Diskontinuitäten (geometrisch bzw materialbedingt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B24
	Risse entlang von Bewehrungsstäben	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B25
	Risse Treibwirkung (treibender Angriff)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B26
	Pflanzenbewuchs/Durchwurzlung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	B14
Stein/Mauerwerk						
	Verwitterung/Abplatzung/Fehlende Steine/Mauerteile	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	M-1
	Durchfeuchtung/Durchströmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	M-4
	Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M-2
	Schäden in der Verfugung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Pflanzenbewuchs/Durchwurzlung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M-3
Holz						
	Verwitterung/Vermorschung (Holzabbau)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	H-1
	Durchfeuchtung/Durchströmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	H-4
	Bauwerksverformung/Risse/Setzung/Bruch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	H-2
	Fehlendes Füllmaterial (Steinkasten)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Pflanzenbewuchs/Durchwurzlung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	H-3
Schüttung/Gabionen/bewehrte Erde						
	Oberflächenerosion	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	E-1
	Durchfeuchtung/Durchströmung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G-3, E-4
	Bauwerksverformung/Setzung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	G-1, E-2
	Böschungsbruch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Kapitel 5.2.5.2
	Schäden am Bewehrungsgitter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	S14
	Schäden am Geotextil	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fehlendes Füllmaterial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Pflanzenbewuchs/Durchwurzlung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	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 Reduzierter Sohlwiderstand bei Sperren/ Grundschwellen

Kurzbeschreibung:

Durch den Abtrag von Sohlmaterial im luftseitigen Vorfeld kommt es zum Verlust der unteren Einbindung des Bauwerkes. Dadurch verliert das Bauwerk den geotechnischen Widerstand in der Sohle. Dieser Schadmechanismus kommt vorwiegend bei Gründungen in Lockergestein vor.

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

Der Verlust des unteren Widerstandes tritt im luftseitigen Fundamentbereich auf. Der Kolk oder eine Sohlabsenkung bildet sich unterwasserseitig an der Stelle aus, an der der Überfallstrahl auf die Sohle trifft.

Schadensursachen:

Beim Verlust des luftseitigen Sohlwiderstandes kann man zwei unterschiedliche Mechanismen unterscheiden:

Bei *Mechanismus 1* geht die luftseitige Einbindung des Bauwerkes durch zu weitläufige lokale Kolkbildung verloren. Unter jedem Absturz bildet sich ein Kolk. Breitet sich der Kolk zu weit aus, kann er die Standsicherheit des Bauwerkes gefährden.

Bei *Mechanismus 2* kommt es durch Sohlabsenkung des gesamten Gerinnes zu einem Verlust des Sohlwiderstandes. Eine generelle Sohlabsenkung tritt durch Tiefenerosion ein und kann unterschiedliche Ursachen haben. Sie kann auftreten, wenn das plangemäße Verlandungsgefälle im verbauten Abschnitt zu steil angenommen wurde. Ein Gerinne beginnt sich auch einzutiefen, wenn die vorhandene Geschiebefracht unter die Transportkapazität des vorherrschenden Abflusses sinkt.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Untere Einbindung intakt, Kolkauweitungen bzw. Eintiefung vorhanden, aber unbedeutend
K	Untere Einbindung gering und/oder Unterkante des Fundamentes liegt teilweise frei, am Bauwerk sind leichte Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Unterkante des Fundamentes liegt frei oder ist teilweise unterkolkt, am Bauwerk sind schwere Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar oder das Bauwerk ist vollständig zerstört, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art des statischen Systems (Winkelstützmauern, Pfeilerplattensperren, massenaktive aufgelöste Tragwerke und Netzsperren sind weniger anfällig, Gewichtssperren und einfache Plattensperren sind sehr anfällig) Tragfähigkeit der seitlichen Einbindung
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Unterströmungstendenzen
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P21, Anhang A und Kapitel 5.2.4

Bildbeispiel



Freiliegender Schwerboden einer Holzkastensperre (SKL K) ©Suda



Unterkolkte Plattensperre aus Stahlbeton., seicht fundiert (SKL H) ©Suda

4.1.1.2 Reduzierter Sohlwiderstand bei Bühnen/Spornen

Kurzbeschreibung:

Bei Bühnen kommt es strömungsbedingt zu einer oberwasserseitigen Kolkbildung. Erreicht der Kolk eine bestimmte Größe, besteht die Möglichkeit, dass sich aufgrund des fehlenden seitlichen Bodenmaterials ein mechanischer Grundbruch einstellt; das Bauwerk kippt auch auf diese Seite.

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

Ein reduzierter Widerstand im Bereich der Bauwerkssohle bei einer Bühne tritt in der Regel oberwasserseitig auf. Bei einer generellen Sohlabsenkung geht der Sohlwiderstand in der Regel über die gesamte Breite des Bühnenquerschnittes verloren.

Schadensursachen:

Beim Verlust des luftseitigen Sohlwiderstandes kann man zwei unterschiedliche Mechanismen unterscheiden:

Bei *Mechanismus 1* geht die luftseitige Einbindung des Bauwerkes durch zu weitläufige lokale Kolkbildung verloren. Besonders im Bereich des Bühnenkopfes kommt es zu verstärkter Kolkbildung. Breitet sich der Kolk zu weit aus, kann er die Standsicherheit des Bauwerkes gefährden.

Bei *Mechanismus 2* kommt es durch Sohlabsenkung des gesamten Gerinnes zu einem Verlust des Sohlwiderstandes. Eine generelle Sohlabsenkung tritt durch Tiefenerosion ein und kann unterschiedliche Ursachen haben. Sie kann auftreten, wenn das plangemäße Verlandungsgefälle im verbauten Abschnitt zu steil angenommen wurde. Ein Gerinne beginnt sich auch einzutiefen, wenn die vorhandene Geschiebefracht unter die Transportkapazität des vorherrschenden Abflusses sinkt.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Untere Einbindung intakt, Kolkauweitungen bzw. Eintiefung vorhanden, aber unbedeutend
K	Untere Einbindung gering und/oder Unterkante des Fundamentes liegt teilweise frei, am Bauwerk sind leichte Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Unterkante des Fundamentes liegt frei oder ist teilweise unterkolkt, am Bauwerk sind schwere Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar oder das Bauwerk ist vollständig zerstört, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art der Bühne (Nieder-, Mittel- oder Hochwasserbühne) Art des Werkstoffes (geschichtete Bühnen sind weniger anfällig)
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Umgehungstendenzen Verbleibende wirksame Bauwerkshöhe
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P22, Anhang A und Kapitel 5.2.4

Bildbeispiel

	
<p>Generelle Sohlabenkung, Unterkante des Fundamentes der Buhnen aus Mauerwerk liegt frei (SKL K) © Suda</p>	<p>Gegen die Fließrichtung gekippte Buhne aus Stahlbeton, noch Gebrauchstauglich (SKL K) © Suda</p>
	
<p>Fundamentunterkante liegt frei, bei Niederwasser nicht mehr gebrauchstauglich (SKL H) © Suda</p>	<p>Gebrochene Buhnen aus Mauerwerk, Buhne nicht mehr standsicher (SKL H) © Suda</p>

4.1.1.3 Reduzierter Sohlwiderstand bei Ufermauern

Kurzbeschreibung:

Dieses Schadensbild zeigt sich bei Ufermauern entweder durch eine Auskolkung entlang der Mauer oder durch eine gleichmäßige Sohlabsenkung des Gerinnes. Ist die Sohle des Baches gepflastert oder durch Sohlgurte gesichert, wie dies bei Künetten üblich ist, muss zuerst die Sohlpflasterung maßgeblich geschädigt werden, damit diese Prozesse überhaupt eintreten können.

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

Die Auskolkung beginnt immer an der wasserseitigen Begrenzung der Ufermauer und dringt von dort aus weiter unter das Bauwerk vor. Besonders betroffen von einer Kolkbildung sind Mauern im Bereich der seitlichen Randwalzen, im Bereich des Überfalles von Sperrenbauwerken und im Aussenbogen von Gerinnekrümmungen.

Schadensursachen:

Zu einer für Längsbauwerke relevanten Kolkbildung kann es im Bereich des Überfalles von Sperrenbauwerken durch die seitlichen Randwalzen des unterwasserseitigen Kolkes kommen. Durch eine generelle Sohlabsenkung kann ebenfalls das Fundament von Längsbauwerken freigelegt werden. Dies geschieht allerdings nicht lokal, sondern auf längeren Strecken.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Untere Einbindung intakt, Kolkauweitungen bzw. Eintiefung vorhanden, aber unbedeutend
K	Untere Einbindung gering und/oder Unterkante des Fundamentes liegt teilweise frei, am Bauwerk sind leichte Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Unterkante des Fundamentes liegt frei, ist teilweise unterkolt oder umspült, am Bauwerk sind schwere Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar oder das Bauwerk liegt frei (Hinterfüllung fehlt) oder das Bauwerk vollständig zerstört, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art des statischen Systems und des Werkstoffes (Möglichkeit, durch Biegebeanspruchung oder Ausbildung von Druckbögen Kräfte umzulagern)
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Umgehungstendenzen
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P31, Anhang A und Kapitel 5.2.4

Bildbeispiel



Freiliegende Unterkante einer Ufermauer (SKL K) ©Suda



Deutlich sichtbare Unterkolkung der Mauer (SKL K) ©Suda



Freiliegende Unterkante einer Ufermauer (SKL K) ©Suda



Verlust der Standsicherheit (SKL H) ©WLV

4.1.1.4 Reduzierter Sohlwiderstand bei Grobsteinschlichtungen

Kurzbeschreibung:

Das Schadensbild und die Schädigungsmechanismen an einer Grobsteinschlichtung entsprechen im Wesentlichen dem einer Ufermauer.

So zeigt sich dieses Schadensbild bei Grobsteinschlichtungen entweder durch eine Auskolkung entlang des Längswerkes oder durch eine gleichmäßige Sohlabsenkung des Gerinnes. Ist die Sohle des Baches gepflastert, wie dies bei Künetten üblich ist, muss zuerst die Sohlpflasterung maßgeblich geschädigt werden, damit diese Prozesse überhaupt auftreten können.

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

Besonders betroffen durch eine Kolkbildung sind die Bereiche des Überfalles von Sperrenbauwerken. Durch die seitlichen Randwalzen am unterwasserseitigen Kolk des Querbauwerkes kann sich an Längsbauwerken in diesem Bereich der Sohlwiderstand reduzieren.

Schadensursachen:

Durch eine lokale Kolkausbildung oder eine generelle Sohlabsenkung kommt es zu einer Freilegung der Fundamente der Grobsteinschlichtung und damit zu einem reduzierten Widerstand im Bereich der Bauwerkssohle. Dieser Mechanismus tritt aber nicht nur lokal auf, sondern über eine längere Strecke hinweg. Dadurch sackt die Grobsteinschlichtung in sich zusammen und die Einzelsteine verlieren ihren Verbund. Übersteigt die vorhandene Schleppspannung die Grenzscheppspannung der Einzelsteine, wird die Grobsteinschlichtung abgetragen.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Untere Einbindung intakt, Kolkausweitungen bzw. Eintiefung vorhanden, aber unbedeutend
K	Untere Einbindung gering und/oder Unterkante der Grobsteinschlichtung liegt teilweise frei, Steine sacken etwas nach, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Grobsteinschlichtung in sich zusammengefallen, Erosionsschutz der Böschung zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, beginnende oder ausgebildete Seitenerosion, dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Steingröße
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Verbleibender Erosionsschutz der Böschung Verbleibende wirksame Höhe der Steinschlichtung Verbleibendes Durchflussprofil
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P32, Anhang A und Kapitel 5.2.4

Bildbeispiel



Zusammengesackte Grobsteinschichtung (SKL K) ©WLV



Vollständig abgetragene Steinschichtung (1 bis 1,5 m³/Stein; Kalkschuttbach), Unterspülung und Seitenerosion (SKL H) ©WLV

4.1.1.5 Reduzierter Widerstand im Bereich der seitlichen Einbindung

Kurzbeschreibung:

Durch Abtrag des Hanges kommt es zum Verlust der seitlichen Einbindungen an der Luftseite des Bauwerkes. Dadurch verliert das Bauwerk den Widerstand in den Flanken. Dieser Schadmechanismus kommt vorwiegend bei erodierbaren Hängen (z.B. Lockergestein) vor.

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

Der Verlust der Flankeneinbindung tritt an den luftseitigen Flanken von Sperrenbauwerken auf.

Schadensursachen:

Beim Verlust des Flankenwiderstandes kann man drei grundlegende Mechanismen unterscheiden:

Mechanismus 1 ist abhängig vom Abflussgeschehen im Bach (Gerinneerosion) Der häufigere *Mechanismus 1A* wird hauptsächlich durch Tiefenerosion ausgelöst. Dabei werden durch die Ausbreitung des Kolkes und die Seitenerosion der Randwalzen die seitlichen Hänge von der Basis her instabil und rutschen ab Wenn die Bachachse oberhalb der Sperre zu einer Flanke gedrängt wird und der Abfluss unplangemäß über die Flügel stattfindet, beginnt der Überfall, von oben her, die Flanken abzutragen (*Mechanismus 1B*).

Mechanismus 2 hängt von der Stabilität der Hänge ab. An labilen Hängen kann es zu Böschungsbrüchen, oder zum Abrutschen von Hangteilen kommen. Dadurch reduziert sich die seitliche Einbindung und somit der Widerstand in den Flanken.





Mechanismus 3 ist abhängig vom Abflussgeschehen in den Hängen (Oberflächenerosion). Dabei werden die seitlichen Hänge durch Oberflächenwasser allmählich abgetragen.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Seitliche Einbindungen intakt, Abfluss plangemäß über Abflussektion, leichte Flächenerosion in den Hängen
K	Einbindung der Flügel gering und/oder Unterkante der seitlichen Einbindung liegt teilweise frei, Abfluss eventuell teilweise über den Flügel, am Bauwerk sind leichte Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Unterkante der seitlichen Einbindung liegt frei, am Bauwerk sind schwere Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar bzw. Bauwerk vollständig zerstört, Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art des statischen Systems (Gewichtssperren, Winkelstützmauern, Pfeilerplattensperren; massenaktive aufgelöste Tragwerke sind weniger anfällig, einfache Plattensperren und Netzsperrern sind sehr anfällig) Mögliche Umgehungstendenzen Verbleibende seitliche Einbindung
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Verlagerungstendenzen der Bachachse, Umgehungstendenzen
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P23, Anhang A und Kapitel 5.2.5

Bildbeispiel

	
<p>Mechanismus 1A (SKL K) ©Suda</p>	<p>Mechanismus 1B, unplangemäßer Abfluss über den Flügel (SKL K) ©WLV</p>
	
<p>Mechanismus 2 (instabile Hänge) (SKL K) ©Suda</p>	<p>Mechanismus 3 (Flächenerosion) (SKL U) ©Suda</p>

4.1.1.6 Unterströmung

Kurzbeschreibung:

Eine Unterströmung kann an Querbauwerken auftreten. Sie stellt den Extremfall der Verringerung des Sohlwiderstandes an Sperrenbauwerken dar und ist in erster Linie ein Verlust der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit. Dabei bildet sich in Lockergestein durch Auskolkung und/oder hydraulischen Grundbruch meist im Sohlbereich eine Strömrohre aus. Bei tragfähigen Flanken und geeignetem statischem System fließt im Extremfall der gesamte Abfluss unter der Sperre durch (Verlust der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit). Ist dies der Fall, kommt es zu einem Abtrag der Hinterfüllung und einer Eintiefung des Baches durch Gerinneerosion.

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

Im Sohlbereich und im unteren Bereich der seitlichen Einbindungen von Querbauwerken in Bächen und Flüssen bzw. überall, wo im Gründungsbereich drückende Wässer auf das Bauwerk einwirken, kann dieser Schaden auftreten.

Schadensursachen:

Zur Ausbildung der Unterströmung sind zwei Mechanismen denkbar:

Bei *Mechanismus 1* bildet sich durch unter- und oberwasserseitige Auskolkung und Sickerströmung eine durchgehende Strömrohre aus. Die Strömrohre wird durch innere Erosion aufgeweitet.

Bei *Mechanismus 2* bildet sich die Strömrohre durch hydraulischen Grundbruch, z. B. Sickerströmung und rückschreitende Erosion, aus.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Untere und seitliche Einbindungen intakt, Abfluss plangemäß über Abflussektion, leichte Flächenerosion in den Hängen
K	Untere Einbindung gering und/oder Unterkante des Fundamentes liegt teilweise frei, punktuell unterströmt (Piping), eventuell sind am Bauwerk leichte Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Großteil des Abflusses erfolgt unter der Sperre oder Bauwerk vollständig zerstört, Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art des statischen Systems (Winkelstützmauern, Pfeilerplattensperren, massenaktive aufgelöste Tragwerke und Netzsperrern sind weniger anfällig, Gewichtssperren und einfache Plattensperren sind sehr anfällig) Tragfähigkeit der seitlichen Einbindung Art des Untergrundes (erosionsanfällig oder Fels)
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Verhältnis von Durchfluss unter der Sperre zum plangemäß über die Abflussektion
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P24, Anhang A

Bildbeispiel



Punktförmige Durchströmung im Bereich der seitlichen Einbindung (SKL U) ©Suda



Unterströmung des gesamten Sohlbereiches von Grundschwellen (SKL H) ©Suda

4.1.1.7 Umgehung des Bauwerks

Kurzbeschreibung:

Wildbäche passieren Querbauwerke plangemäß über die vorgesehene Abflussection. Durch verschiedene Einflüsse im Wildbach oder am Schutzbauwerk kann es aber zu einer Umgehung des Querbauwerkes durch den Bach kommen. Sie stellt den Extremfall der Verringerung des seitlichen Widerstandes an Sperrbauwerken dar und bedeutet in erster Linie einen Verlust der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit, gleichzeitig ist ein Verlust der Standsicherheit möglich.

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

Eine Umgehung findet seitlich neben den Flügeln an Querbauwerken in Bächen und Flüssen statt.

Schadensursachen:

Durch eine Auflandung im wasserseitigen Vorfeld oder eine Verklausung der Sperröffnungen kann es zu einer Verlagerung der Bachachse an den Gewässerrand kommen. Dadurch entsteht ein unplangemäßer Abfluss über die seitlichen Flügel. Dadurch können sich die seitlichen Einbindungen reduzieren.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Verlandungshöhe plangemäß, Abfluss plangemäß über Abflussection, Bildung von Schotterbänken, vereinzelt Wildholz, luftseitige Einbindung intakt
K	Umgehungstendenzen sichtbar, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Bauwerk vollständig umgangen, zerstört oder teilweise zerstört, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art des statischen Systems (Gewichtssperren, Winkelstützmauern, Pfeilerplattensperren; massenaktive aufgelöste Tragwerke sind weniger anfällig, einfache Plattensperren sind sehr anfällig) Noch vorhandene oder fehlende Widerstände in Sohle und Flanken
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Verlagerungstendenzen der Bachachse, Umgehungstendenzen
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P25, Anhang A und Kapitel 5.2.12

Bildbeispiel



Ausgeprägte Umgehungstendenzen (SKL K) ©Suda



Ausgebildete Umgehung, Bauwerk standsicher (SKL K) ©Hübl

4.1.1.8 Unplanmäßige Hangbewegung an Quer-&Längsbauwerken

Kurzbeschreibung:

Durch Bewegungen der seitlichen Hänge (z.B. Vorwölbung) kommt es zu Schäden am Tragwerk oder/und einer Verringerung des Abflussquerschnittes, wenn sich ein Hangteil zur Gerinnemitte hin bewegt.

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

Dieser Schaden kann bei Querbauwerken an beiden Einbindungen bzw. deren seitlichen Hängen, wasser- und luftseitig des Bauwerkes und bei Längsbauwerken im hangseitigen Vorfeld an Stützbauwerken und Ufermauern auftreten.

Schadensursachen:

Bei Talzus Schub bzw. Rutschungen kann man zwei grundsätzliche Entstehungsmechanismen unterscheiden:

Bei *gleitendem Talzus Schub* kommt es an Gleitflächen oder Gleitflächensystemen zur Bewegung von großen Gesteinsmassen durch den Einfluss der Schwerkraft in Richtung Talboden.

Der *sackende Talzus Schub* entsteht in Wildbächen durch Entlastungen des Hangfußes durch Gerinneerosion. Dabei kommt es zu großräumigen und sehr langsamen Hangbewegungen. Ein sackender Talzus Schub tritt durch Abrisserscheinungen im Oberhang und durch die Ausbildung von plastischen Verformungen mit konvexer Hangausbildung im Unterhang in Erscheinung.

Außerdem kann seitlicher Hangdruck auch durch tektonische Ursachen oder „trockene“ Felsgleitungen (Sackungen) auftreten.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Seitliche Hänge stabil, kleinräumige lokale Anbrüche oder Erosionsflächen
K	Seitliche Hänge labil (Anbrüche, Buckel, Risse ...), am Bauwerk sind beginnende Schäden durch Rissbildung oder Bauwerksbewegung erkennbar oder der Hang verringert den Abflussquerschnitt, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Abflussquerschnitt stark eingeschränkt und/oder Bauwerk schwer beschädigt oder zerstört, Standsicherheit und/oder prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Sanierungsbedarf
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:	
	Größe des Abflussprofils, Verlagerungstendenzen der Bachachse
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P29,P33, Anhang A und Kapitel 5.2.7

Bildbeispiel



Risse im Bauwerk (SKL K) ©Suda

4.1.1.9 Menschlich verursachte Manipulationen (Übelstände)/ Vandalismus/Tieraktivität

Kurzbeschreibung:

Diese Schäden zeigen sich in den unterschiedlichsten Formen, je nach Schweregrad der eintretenden Belastung bzw. Beeinträchtigung.

Vandalismus kann sich in den unterschiedlichsten Formen darstellen. Dabei sind in erster Linie Bauwerke in Siedlungsnähe gefährdet. Diese Schäden zeigen sich beispielsweise durch die Entfernung von Sicherheitstafeln oder das Verbiegen oder Zerstören von Absperrgittern/Zäunen an Schutzbauwerken. 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.

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 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 Oberfläche, die lediglich eine Beeinträchtigung des Bauwerkes darstellen
K	Starke Schäden an den Sicherheitseinrichtungen oder am Bauwerk
H	Standsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt des Schutzbauwerkes 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



Einschusslöcher (SKL U) ©WLV

4.1.2 Prozessbedingte Mängel in der Umgebung

4.1.2.1 Lawinen

Kurzbeschreibung:

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

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes langfristig gegeben ist
K	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben ist, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes 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	

Bildbeispiel

4.1.2.2 Hangmure

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp umfasst Mängel in der Umgebung von Wildbachverbauungen, die durch Hangmuren hervorgerufen wurden. Durch Hangmuren kann es zur Schädigung des Schutzbauwerkes kommen oder das umliegende Gelände dermaßen verändert werden, dass Folgen für das Bauwerk zu erwarten sind.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes langfristig gegeben ist
K	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben ist, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes 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	

Bildbeispiel



Hangmure oberhalb der Gerinnestrecke, (SKL H) ©WLV

4.1.2.3 Steinschlag/Felssturz

Kurzbeschreibung:

Durch herabstürzende oder abgelagerte Gesteins- und Felsmassen können Schäden in der Umgebung von Wildbachverbauungen hervorgerufen werden.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes langfristig gegeben ist
K	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben ist, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes 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	

Bildbeispiel

4.2 Funktionale Mängel

4.2.1 Verringerung des Abflussprofils

Kurzbeschreibung:

Unter der „Verringerung des Abflussprofils“ versteht man eine Mischform aus Verklausung des Gerinnes, Bewuchs und Anlandung im Gerinne – nicht direkt am Sperrbauwerk, sondern ober- oder unterwasserseitig etwas vom Bauwerk entfernt. Eine Verringerung des Abflussprofils kann im Falle des Durchbrechens von Verklausungen oder von Bauwerksumgehungen durch Verlagerung der Bachachse indirekt das Bauwerk schädigen. Gleiches gilt für Gräben und Runsen, in denen Lawinen oder Muren abfließen.

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

Diese Anhäufungen von Wildholz, Geschiebe, Lawinenschnee usw. können im über die gesamte Gerinnestrecke auftreten.

Schadensursachen:

Verklausungen entstehen infolge von ungenügender Wartung (Freihaltung) der Gerinne. Eine Verklausung entsteht durch Wildholz, Geschiebe oder andere Feststoffe (Ablagerungen im Gerinne). Zu dichter Pflanzenbewuchs führt ebenfalls zu einer Verringerung des Durchflussprofils und erhöht zusätzlich das Risiko einer Verklausung am Bauwerk, da er eine potenzielle Quelle für Wildholz darstellt. Lawinen, die sich in einem Gerinne ablagern, können ebenfalls zu temporären Verklausungen führen.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes langfristig gegeben ist
K	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben ist, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Verringerung des Abflussprofils in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit des Gerinnes 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:	
	<ul style="list-style-type: none"> Abflusshemmender Strauch- und Baumbewuchs Hindernisse, die bei Hochwasser Bachausbrüche bewirken können Gegenstände, die durch ein Abtriften Verklausungen verursachen können sonstige Gegenstände und Ablagerungen rutsch- oder absturzgefährdete Gegenstände, insbesondere Bäume Schäden an natürlichen Uferstrecken geschlagerte Hölzer und Schlagabfälle technische Einbauten

1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P13, Anhang A

Bildbeispiel



Abflusshemmende Ablagerungen im Gerinne © Suda



Abflusshemmende Ablagerungen im Gerinne © Suda

4.2.2 Hydrologische und hydraulische Dimensionierung

Kurzbeschreibung:

Bei bestehenden Verbauungen ist es möglich, dass deren hydraulische Dimensionierung (besonders im Bereich des Abflussquerschnittes) der relevanten Bemessungshochwassermenge (BHQ_{neu}) oder den Sicherheitsanforderungen nicht mehr entspricht. Andere Sicherheitsanforderungen können beispielsweise bei einer Funktionsänderung des Bauwerkes entstehen

Dieser Schadenstyp dient der Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit bezüglich der Abfuhr eines zuvor definierten Bemessungsereignisses.

Stand der Technik ist zurzeit die Bemessung auf eine Jährlichkeit von HQ 100 bzw. HQ 150.

Dieser Schadenstyp ist visuell nicht inspizierbar, er muss im Zuge einer Prüfung mit entsprechenden hydrologischen und hydraulischen Berechnungen bewertet werden.

Sind bereits Folgeschäden aufgetreten, sind diese gemäß den entsprechenden Schadenstypen zu beurteilen.

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

Betroffen sind besonders die Abflussektion und die Großdolen.

Schadensursachen:

Ein Schaden tritt ein, wenn ein Ereignis nicht mehr plangemäß abgeführt werden kann, da die Durchflussquerschnitte für die vorhandene Wassermenge zu gering sind.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Bauwerk entsprechend dem Schutzkonzept ausreichend dimensioniert
K	Bauwerk entsprechend dem Schutzkonzept nicht ausreichend dimensioniert, mittelfristiger Handlungsbedarf
H	Bauwerk entsprechend dem Schutzkonzept stark unterdimensioniert, sofortiger Handlungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Größe des Abflussprofils Abfluss bei einem Bemessungsereignis
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P15, Anhang A und Kapitel 5.2.13

Bildbeispiel



Abflussection, Breite der Vorsperre und Länge des Tosbeckens im Vergleich zur Hauptsperre zu gering dimensioniert (SKL K),©Suda

4.2.3 Verklausung/Verlegung

Kurzbeschreibung:

„Verklausung“ eines Bauwerkes beschreibt die Verstopfung der Abflusssktion oder/und der Öffnungen (Großdolen, Schlitze) durch Geschiebe, Wildholz, Lawinenschnee etc. Eine Verklausung am Bauwerk im Bereich der Abflusssktion oder der Öffnungen führt zu einer Reduktion der Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes, da sich dessen hydraulische Eigenschaften stark ändern und ein unplangemäßer Rückstau erzeugt wird.

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

Verklausungen können an Konsolidierungssperren nur in der Abflusssktion auftreten. An offenen Sperren können auch die Öffnungen (Großdolen, Schlitze) oder eventuell vorhandene Abdeckungen der Öffnungen, wie Rechen oder Balken, verklausen.

Schadensursachen:

Eine Verklausung an sich ist noch kein Schaden. Sperren des Funktionstyps „Filterung“ sind dafür konzipiert, Feststoffe und Wildholz zurückzuhalten (plangemäße Verklausung). Ein Schaden entsteht infolge von mangelhafter Wartung der Bauwerke oder Überlastung der Sperrenöffnungen (bzw. der Abflusssktion). Werden Verklausungen (auch plangemäße) nach dem Ereignis nicht entfernt, können als Folgeschäden Verlagerungen der Bachachse, Bauwerksumgehungen und schwallartige Abflüsse entstehen.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Ablagerung von einzelnen Wildholzteilen, die keine Gefahr darstellen
K	Bauwerk teilverklaust, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Bauwerk vollständig verklaust, 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 Bauwerk auf verklauste Öffnungen bemessen (JA/NEIN) Mögliche Umgehungstendenzen
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Bemessungsabfluss Wildholzpotenzial im Einzugsgebiet
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



Verklauste Filtersperre (Netzsperr) (SKL H) ©WLV



Durch Geschiebe verklauste Abflusssktion (SKL H) ©BOKU/IAN



Teilverklauste Dolensperre (SKL K) ©Suda



Teilverklauung des Einlaufrechens (SKL K) ©Suda

4.2.4 Unplangemäßige Auflandung der Gerinnesohle

Kurzbeschreibung:

Bei einer unplangemäßigen Auflandung wird das optimale Verlandungsniveau von Konsolidierungssperren überschritten, d. h. im wasserseitigen Sperrenvorfeld wird mehr Geschiebe abgelagert als plangemäß vorgesehen. Im Extremfall ist die gesamte Sperre oder Grundschwelle überschottert. Dadurch kann es zudem zu einer Verlagerung der Bachachse und einer Umgehung des Bauwerkes kommen. Somit hat dieser Schadenstyp primär einen Verlust der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit zur Folge. Eine unplangemäßige Auflandung oder Überschotterung kann auch an Retentions-, Dosier- oder Filterbauwerken stattfinden, wenn der Speicher bereits gefüllt oder der vorhandene Speicherraum für ein Ereignis zu gering war. An Längsbauwerken wird bei einer unplangemäßigen Auflandung das plangemäßige Sohlniveau des Gerinnes überschritten – im Extremfall ist das gesamte Gerinne überschottert. Die unmittelbare Folge ist ein Abfluss außerhalb des regulierten Bachbettes; dies führt zu Erosion an den umliegenden Bereichen und zu Überschotterung.

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

Auflandungen finden in der Regel im wasserseitigen Vorfeld von Quer- und Längsbauwerken statt. Bei einer Überschotterung ist sowohl das wasser- als auch das luftseitige Vorfeld betroffen.

Schadensursachen:

Die primäre Ursache ist eine Geschiebeüberlastung, beispielsweise durch einen extremen Feststoffeintrag. Die Schadensursache kann in einer unplangemäßigen Verklauung der Abflusssktion, der Sperrenöffnungen oder des Gerinnes liegen. Dadurch kommt es zu einem unplangemäßigen Rückstau, zur Verringerung der Fließgeschwindigkeit und zu Feststoffablagerung.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Verlandungshöhe (Sohlniveau) plangemäß, Abfluss plangemäß über Abflusssktion, Bildung von Schotterbänken, vereinzelt Wildholz
K	Unplangemäßige Auflandung, starkes Verschwenken der Bachachse, im Ereignisfall eventuell Teilabfluss über die Flügel, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Handlungsbedarf
H	Überschotterung des Bauwerkes, Bauwerk nicht mehr sichtbar bzw. nicht mehr wirksam, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben, dringender Handlungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art des statischen Systems Mögliche Umgehungstendenzen
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Verlagerungstendenzen der Bachachse, Umgehungstendenzen Nach Auflandung verbliebenes Abflussprofil
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P14, Anhang A und Kapitel 5.2.11

Bildbeispiel



Geschiebeanlandungen unter einer Brücke (SKL H) ©WLV Steyr-Ennsgebiet



Geschiebeanlandungen zwischen Konsolidierungssperren (SKL K) ©Suda

4.2.5 Konsolidierungssperren: fehlende Verlandung/unplanmäßige Murbelastung

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp beschreibt das Fehlen einer Verlandung (Hinterfüllung) bei Konsolidierungssperren bzw. allen plangemäß verlandeten Bauwerken.

Konsolidierungssperren sind plangemäß verlandet. Ihre Aufgabe ist die Hebung der Gerinnesohle (Schutz vor Tiefenerosion) und die Stabilisierung der seitlichen Hänge (Schutz vor sackendem Talzusub). In der Ausführung werden Konsolidierungssperren entweder künstlich hinterfüllt oder man geht davon aus, dass eine Verlandung im Zuge der nächsten Ereignisse stattfindet.

Eine Bemessung auf einen Murgang wurde nicht durchgeführt.

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

Dieser Schaden tritt im wasserseitigen Vorfeld (Verlandungsraum) auf.

Schadensursachen:

Die Schadensursachen liegen zum einen in der fehlenden künstlichen Hinterfüllung der Sperren nach Errichtung und einer zu geringen Geschiebefracht aus dem Einzugsgebiet. Zum anderen an bestehenden Schäden an den Bauwerken (Umgehung, Unterspülung, Zerstörung) oder einer Überbelastung des Bauwerks durch einen Murgang.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Teilverlandung, Verlandung beim nächsten Ereignis sehr wahrscheinlich, keine Gefahr von Murgängen, seitliche Hänge stabil
K	Teilverlandung, akute Instabilität der seitlichen Einhänge bachaufwärts, keine Gefahr von Murgängen, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Handlungsbedarf
H	Unverlandetes Bauwerk stark beschädigt oder zerstört, Ausgeprägte Rutschungen in den Hängen durch fehlenden Verlandungskörper
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art des statischen Systems Murgangfähiger Wildbach (JA/NEIN) Bauwerk auf Murgang bemessen (JA/NEIN)
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Stabilität der seitlichen Hänge
1) vereinfachte Einteilung laut K-Protokoll	

Weiterführende Beschreibungen: „Suda (2013): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren, Guthmann-Peterson Verlag“ unter dem Schadenstyp P27, P17, Anhang A

Bildbeispiel



Fehlende Verlandung keine Gefahr durch Murgänge (SKL K) ©Suda



Teilverlandete Sperre (SKL U), © WLW

4.2.6 Fehlende Speicherkapazität im Retentionsraum

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp erfasst das Fehlen von Retentionsraum (Speichervolumen) für die Bemessungsereignisse in Retentionsbecken. Diese Becken sind oft Retentions-, Dosier- oder Filtersperren wasserseitig vorgelagert.

Offene Sperren mit Retentionsbecken sind plangemäß nicht verlandet. Ihre Aufgabe ist der Rückhalt von Wasser und/oder Feststoffen, deren Speicherung und/oder die dosierte Abgabe in den Unterlauf. Ist der verfügbare Speicherinhalt zu gering, kann die plangemäße Rückhaltewirkung nicht erfüllt werden. Dies führt zu einem Verlust der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit.

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

Dieser Schaden tritt im wasserseitigen Vorfeld (Retentionsraum) auf.

Schadensursachen:

Fehlende Speicherkapazität entsteht durch eine zu gering bemessene Speichergröße bzw. einer fehlenden Räumung des Speichers nach dem Ereignis oder durch eine zu hohe Geschiebefracht aus dem Einzugsgebiet (über dem Bemessungsereignis). Desweiteren kann sie bedingt sein durch den Rückhalt von zu vielen Feststoffen aufgrund einer Verklausung am Bauwerk und einer bestehenden Vorverfüllung durch Vorereignisse.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Retentionsraum leer, bewachsen mit biegsamen Sträuchern, kein Verklausungsrisiko, ausreichend freier Speicher für das Bemessungsereignis
K	Retentionsraum teilverlandet und/oder bewachsen mit Bäumen (wenig biegsam), die eine Verklausung des Bauwerkes verursachen können, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, ausreichend freier Speicher für das nächste Ereignis (HQ 30), prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt und für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, hoher Handlungsbedarf
H	Retentionsraum verfüllt, 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 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



Gefülltes Retentionsbecken (SKL H) ©BOKU/IAN



Leeres Retentionsbecken (SKL U) ©Suda

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. Dabei handelt es sich um Abträge bis zur Oberkante der Bewehrung, zur Unterkante von Kronsteinen, Panzerblechen, Bedielungen und bis zur Unterkante der ersten Lage von Längshölzern. 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 vorwiegender Beanspruchung durch schleifende Abrasion wirken die Oberflächen glatt geschliffen. Bei Beton wird der Zuschlag freigelegt und es kommt zu Ausbildung von waschbeton- oder terrazzoartigen Oberflächen. Große Geschiebeteile können kraterartige Einschläge (in Beton und Mauerwerk) oder faserige Holzoberflächen erzeugen.

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

Dieser Schadenstyp tritt an allen angeströmten oder überströmten Bauteilbereichen auf. Von einer Reduktion der Bauteilstärke sind besonders ungeschützte Bauteile in der Abflussektion betroffen. Weiters können auch freiliegende Fundamentbereiche im Bereich des Überfallstrahls betroffen sein sowie Kronensteine oder Bedielungen in einer Abflussektion. Bei Steinen sind besonders die Steine am Übergang von Stein zur Hinterfüllung gefährdet. Panzerbleche können sich an allen Stellen mit angreifender schlagender Hydroabrasion verformen bzw. lösen.

Schadensursachen:

Die Ursache für diesen fortschreitenden Materialverlust ist eine mechanische Beanspruchung (Verschleiß). Der Abtrag an Wildbachbauwerken erfolgt als kombinierte Beanspruchung durch Hydroabrasion und Schubbeanspruchung durch Schleppspannung. Bei Hydroabrasion wird die Oberfläche durch fließendes Wasser, das Feststoffe mit sich führt, beansprucht. Besonders hohe Abrasionsraten treten in Einzugsgebieten mit hartem Geschiebe auf. Bei einer Hydroabrasion des Fundamentkörpers ist eine Freilegung der Gründung, durch Auskolkung oder Sohlabsenkung im Vorfeld eines Sperrenkörpers, mitverantwortlich für den Materialabbau.

Bei trocken gefügten Steinen ist entweder die Steingröße im Vergleich zur Schleppspannung zu gering oder es existiert eine Vorschädigung, beispielsweise eine Gefügelockerung durch Bauwerksbewegungen oder eine Beschädigung der Befestigung. Der Abtrag von vermörtelten Kronsteinen erfolgt in der Regel aufgrund einer Vorschädigung. Im Laufe der Zeit wird durch schleifende Hydroabrasion der Mörtel aus den Fugen gearbeitet. Dadurch verlieren die einzelnen Steine ihren Zusammenhalt und können leichter abtransportiert werden, da sie separat eine geringere Grenzscheppspannung als im Verband besitzen.

Das Ablösen von Stahlpanzerungen kann auf ein Versagen der Befestigung oder auf einen zu wenig tragfähigen Unterbau zurückgeführt werden.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Geringfügige Abrasionserscheinungen
K	Höherer Materialabtrag, nur noch geringe Betondeckung, Bewehrung liegt noch nicht frei, Mörtel teilweise aus den Fugen der Kronsteine abgetragen, tiefe Kratzer; tiefe, lokale Schlagspuren auf den Oberflächen, kleinere ausgebrochene Teile (z. B. an Ecken, Kronsteinen oder Panzerblechen), ausgefaserte Hölzer, hoher Sanierungsbedarf
H	Schützende Oberfläche (Betondeckung, Panzerblech, Kronsteine, Holzbedielung) nicht mehr vorhanden bzw. unwirksam, Oberfläche großflächig abgetragen oder Beginn des weiteren Abtrags am Bauwerk oder freigelegte Bewehrung, 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

	
<p>Freigelegte Bewehrung, Dauerhaftigkeit stark reduziert (SKL H) © BOKU/IAN</p>	<p>Deutliche Abrasionserscheinungen; ausgefaserte Hölzer, schlagender Anteil (SKL K) © Suda</p>
	
<p>Geringfügige Abrasionserscheinungen an einem Pfeiler einer aufgelösten Sperre (SKL U) © Suda</p>	

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 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 (hydraulischer Grundbruch, Auftriebsbruch).

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 (HQ 30) 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 Aktivierbare geotechnische Widerstände 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



Gekippte Holzkastensperre infolge von Auftriebsbruch (SKL H) ©BOKU/IAN



Gekippende Sperre (SKL K) ©WLV

4.3.1.3 Abtrag/mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen

Kurzbeschreibung:

Es kommt durch das Abflussgeschehen zu einem schweren Abtrag von Bauwerksteilen bzw. des eigentlichen Sperrnkörpers. 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.

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

Besonders sensibel sind Bereiche, in denen Oberflächen mit unterschiedlichen hydraulischen Rauigkeiten zusammenstoßen. Bei Grobsteinschichtungen gibt es solche Bereiche am Übergang von der Sohle zur Steinschichtung und am Übergang der Steinschichtung zum Hang.

Der Schadenstyp kann zudem am gesamten Sperrnkörper auftreten; besonders betroffen sind die Abflussektion und die Flügelteile über dem Verlandungsniveau. 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:





An den Grenzflächen mit unterschiedlichen hydraulischen Rauigkeiten kommt es zu einer Schleppspannungsdifferenz und dadurch zu Verwirbelungen und verstärktem Abtrag.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Sperre mit geringfügigen Abrasionserscheinungen, schützende Oberflächen ausreichend intakt Steinschichtung/Sohlplasterung/Ufermauer mit geringfügigen Abrasionserscheinungen Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben
K	Sperrenkörper mit starken Abrasionserscheinungen (schützende Oberflächen nicht mehr intakt) oder lokal abgetragen (abgetragene Flügel ohne Umgehungstendenzen oder abgetragene Panzerung, beispielsweise an Stahlblechen oder Kronsteinen, in der Abflussektion), eventuell verwitterter Sperrnkörper Steinschichtung/Sohlplaster/Ufermauerung mit starken Abrasionserscheinungen, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis (HQ 30) noch gegeben, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Sperrenkörper großflächig abgetragen, Standsicherheit oder prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben Steinschichtung/Sohlplasterung/Ufermauer großflächig abgetragen, beginnende oder ausgebildete Seitenerosion, Erosionsschutz der Böschung zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Steingröße, Dicke der verbleibenden Steinschicht
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Verbleibender Erosionsschutz der Böschung, Verbleibende Höhe der Steinschichtung Verlagerungstendenzen der Bachachse (Seitenerosion) Höhe des Abflusses bei Bemessungsereignis Erosionstendenzen, Verlagerungstendenzen der Bachachse
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

	
<p>Deutliche Abrasionserscheinungen (SKL K) ©Suda</p>	<p>Vollständig abgetragener Sperrenkörper (SKL H) ©Suda</p>
	
<p>Deutliche Abrasionserscheinungen (SKL K) ©Suda</p>	<p>Abrasion im unteren Mauerbereich, Fugenmörtel bereits geschädigt (Übergang von leichtem zu schwerem Abtrag) (SKL K) ©Suda</p>

4.3.1.4 Mängel an Sicherheitseinrichtungen

Kurzbeschreibung:

Sicherheitseinrichtungen werden zur Sicherung von Straßen und Schutzbauwerken vor unbefugtem Betreten installiert. Dies können Absperrungen (Absperrgitter oder Zäune), Absturzsicherungen (Geländer) oder Warntafeln (Verkehrszeichen, Hinweistafeln, Schifffahrtszeichen ...) sein. Fehlen Sicherheitseinrichtungen, kann es zu Personenschaden oder auf Straßen zu Unfällen kommen.

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 (schadhafter Farbanstrich ...) beeinträchtigen das Ortsbild, Geländer müssen der lokalen Bauordnung entsprechen.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Schönheitsfehler (abblätternde Farbe, Rostfahnen ...)
K	Korrosion oder biogene Holzersetzung verringert die Standsicherheit bzw. Gebrauchstauglichkeit (Sicherungswirkung)
H	Sicherheitseinrichtungen fehlen oder sind zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gebrauchstauglich (Sicherungswirkung nicht mehr vorhanden oder sehr stark reduziert)
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Statisches System Tragfähigkeit des Restquerschnittes Zustand der Verankerungen
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Verformungen 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



Absperrgitter mit Hinweistafel ©Suda



Absperrgitter ©WLV



Weidezaun Stacheldraht ©Suda



Weidezaun Holz ©Suda

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, die nicht eindeutig dem Abflussgeschehen zugeordnet werden können. Diese sind mit dem Schadenstyp „Abtrag/mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen“ oder „Bauwerksbewegung Abtrag/ mechanische Beschädigung von Bauwerksteilen“ 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 Rechen, Balkenverschlüsse, Seilsperrern

4.3.2.1.1 Korrosion von tragenden Bauteilen

Kurzbeschreibung:

Dieser Schadenstyp kann an schlanken Bauteilen (z. B. Seilen) in einem Tragwerk zu Schäden führen. Dieser Schadenstyp bezieht sich auf die Korrosion von stabförmigen Bauteilen an Wildbachsperrern. Für die Korrosion an flächigen Stahlplatten ist 4.3.2.2.1 zu verwenden. Die Korrosion kann als gleichmäßige Flächenkorrosion, Muldenkorrosion, Lochkorrosion und Spaltkorrosion auftreten.

Bei Bewehrungsstahl 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 stabförmigen, tragenden Bauteilen aus Stahl auf. Besonders anfällig für Korrosion sind Bereiche mit einer hohen Umgebungsluftfeuchtigkeit und die Spritz- und Wasserwechselzone.

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)
K	Starker Rostansatz mit Bildung von Rostabblättern, Tragfähigkeit deutlich reduziert
H	Stahlprofil, Stahlblech, Bewehrungsstab durchgerostet, Tragfähigkeit des Bauteils zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Statisches System 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



Korrodierte an Rechenkonstruktion (SKL U) ©Suda



Deformation an Balken (SKL U) ©Suda

4.3.2.1.2 Deformation von tragenden Bauteilen

Kurzbeschreibung:

Stahlteile können durch aufschlagendes Geschiebe, Druck aus fluviatilen und murartigen Abflüssen und Lawinen sowie durch direkte Treffer von Steinschlägen 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:

Rechen und Balken an Filter- und Dosierbauwerken, Stützen von Netzsperrern, Roste

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 Querschnittswiderstandes durch Korrosion entstehen.

Querbauwerke in Wildbächen und Flüssen: Hier resultieren Schäden aus Verlagerungsprozessen, beispielsweise murartigem Feststofftransport, Murgang (schlagende Abrasion) oder aus seitlichem Hangdruck. Sowohl bei plan- als auch unplanmäßigen Belastungen durch Murgänge kommen zu den Murdrücken noch einzelne punktuelle Einwirkungen durch Einschläge von Blöcken hinzu.

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
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Statisches System, Tragfähigkeit des Restquerschnittes 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 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 5.4.4.3.2

Bildbeispiel



Verformter oberer Balken (SKL K) ©WLV



Verformte Balken (SKL U) ©BOKU/IAN



Deformation von Stahlträgern (SKL K) ©Suda



Deformation an Balken (SKL U) ©Suda

4.3.2.1.3 Bruch von tragenden Teilen;

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. Besonders anfällig sind Verankerungen sowie Schrauben und Bolzenverbindungen.

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

4.3.2.1.4 Schadhafte Verbindungselemente

Kurzbeschreibung:

Neben den Bauteilen an sich können auch 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 Stahleinlegeeile zur Befestigung von Bauteilen im Betonquerschnitt. An Seilen und Netzen werden Seilklemmen, Schäkkel und Keuschen verwendet.

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

Rechen, Balkenverschlüsse, Seilsperrern

Schadensursachen:

Versagensarten an Bolzen, Schraubenbolzen und Stabdübeln:

- Biege- oder Schubversagen des eigentlichen Bolzens
- Versagen der Befestigung (Stahlblech, Holzteil) durch Lochleibung oder Zug

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

- Biege- oder Schubversagen des Dübels, Einlegeeiles ...
- Versagen des Grundmaterials, in dem der Dübel, Einlegeeile etc. befestigt ist (Betonbruch, Grundbruch)
- Verbundversagen (Ausziehen des Dübels, Einlegeeile etc. aus dem Grundmaterial)

Versagensarten von Seilklemmen, Schäkeln:

- Durch Korrosion oder unzureichendes Festziehen der Schrauben (Baumangel) oder Überlastung kann die Klemmwirkung nicht ausreichend sein. Das Seil bzw. Netz rutscht aus der Klemme.
- An Schäkeln Bruch des Bolzens durch Überbeanspruchung
- An stark schwingungsbeanspruchten Tragwerken (z. B. Verwehungsverbauungen) können die Verbindungsmittel rascher ermüden (Ermüdungsbruch, Schwingungsrissskorrosion) oder sie können aus der Verbindung fallen. Letzteres ist besonders bei Nägeln zu beobachten

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 (HQ 30) noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Auswirkungen der schadhafte Verbindungsmittel so hoch, dass prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit oder Standsicherheit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben sind.
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Art der Befestigung, insbesondere die Art der Übertragung der Lasten in den Bauwerksteil 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 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

	
Verformung der Bleche zur Lagesicherung der Balken (SKL K) ©WLV	Schäden an der Trägerkonstruktion (SKL K) ©WLV

4.3.2.1.5 Schäden an Ankern

Kurzbeschreibung:

Neben den Stahlteilen können auch deren Verankerungen versagen. Anker (vorgespannt) und Mikropfähle dienen als Gründung für Bauwerke. Je nach Art der Verankerung sind folgende Versagensarten denkbar: Biege- oder Schubversagen des Ankerstabes, Versagen des Ankermörtels oder Verbundversagen (Ausziehen des Ankers aus dem Grundmaterial).

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

Dieser Schaden tritt an allen Arten von Verankerungen auf.

Schadensursachen:

Schadensursache ist eine Überbeanspruchung. Davor kann der Anker durch Korrosion (Querschnittskorrosion, Spannungs- oder Schwingungskorrosion) vorgeschädigt werden. Weiters können Ausführungsmängel oder Bewegungen bzw. Veränderungen im Baugrund Ursache sind. Erosion kann die Mantelfläche reduzieren. Weiters reduziert sich die Bettung.

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 ist, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Befestigung gebrochen oder Verformung 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 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 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

4.3.2.2 Panzerung, Abdeckung, Durchlässe

4.3.2.2.1 Korrosion von Ausrüstungsteilen

Kurzbeschreibung:

Der Schadenstyp der Korrosion kann sich bei Wildbachsperrern durch gleichmäßige Flächenkorrosion, Muldenkorrosion, Lochkorrosion und Spaltkorrosion zeigen.

Dieser Schadenstyp bezieht sich auf die Korrosion von flächigen Bauteilen aus Stahl an Wildbachsperrern. Für Korrosion an stabförmigen Bauteilen ist 4.3.2.1.1 zu verwenden.

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

Dieser Schadenstyp tritt an allen flächigen Bauteilen (Panzerbleche) aus Stahl auf. Besonders anfällig für Korrosion sind Bereiche der Umgebungsluftfeuchtigkeit und der Spritz- und Wasserwechselzone. An Stahlschneebrücken im Hochgebirge tritt Flächenkorrosion zwar auf, ist aber meist nicht schadensrelevant.

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)
K	Starker Rostansatz mit Bildung von Rostabblätterungen, deutliche Mulden und Löcher in den Blechen
H	Stahlprofil, Stahlblech, Bewehrungsstab durchgerostet, Abrasionsschutz zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben.
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Stärke 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



Korrodierte Kratzer von Geschiebe (SKL U) ©Suda



Blech (SKL U), seitliches Profil (SKL K) ©Suda

4.3.2.2.2 Deformation von Ausrüstungsteilen

Kurzbeschreibung:

Stahlteile können durch aufschlagendes Geschiebe, Druck aus fluviatilen und murartigen Abflüssen und Lawinen sowie durch direkte Treffer von Steinschlägen 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:

Diese Verformungen an Stahlteilen kommen im Bereich der Abflusssektion an Verschlusselementen, Kantenverstärkungen oder Panzerungen vor. Die Panzerungen in der Abflusssektion sind aufgrund ihrer Lage besonders gefährdet, da dort das schlagende Geschiebe auftrifft.

Schadensursachen:

Die Schadensursache ist in allen Fällen eine Beanspruchung der Bauteile über die Streckgrenze hinaus (Überbeanspruchung). Hier resultieren Schäden aus Verlagerungsprozessen, beispielsweise murartigem Feststofftransport, Murgang (schlagende Abrasion) oder aus seitlichem Hangdruck. Sowohl bei plan- als auch unplanmäßigen Belastungen durch Murgänge kommen zu den Murdrücken noch einzelne punktuelle Einwirkungen durch Einschläge von Blöcken hinzu.

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), prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) und Dauerhaftigkeit langfristig gegeben
K	Größere Verformungen, ev. fehlende Teile, Verformung in einem Ausmaß, dass die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) und Dauerhaftigkeit 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 prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit (z. B. wirksame Bauwerkshöhe) und Dauerhaftigkeit zum Aufnahmezeitpunkt nicht mehr gegeben ist, dringender Sanierungsbedarf
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Tragfähigkeit des Restquerschnittes 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 und Kapitel 5.4.4.3.2

Bildbeispiel



Verformtes Blech aufgrund von nachgebender Unterlage ©Suda

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 (obere Flügelbereiche, Sperrenkronen, Kronen von Ufermauern 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 Netzzrisse (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 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 aufgetragenen, 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:

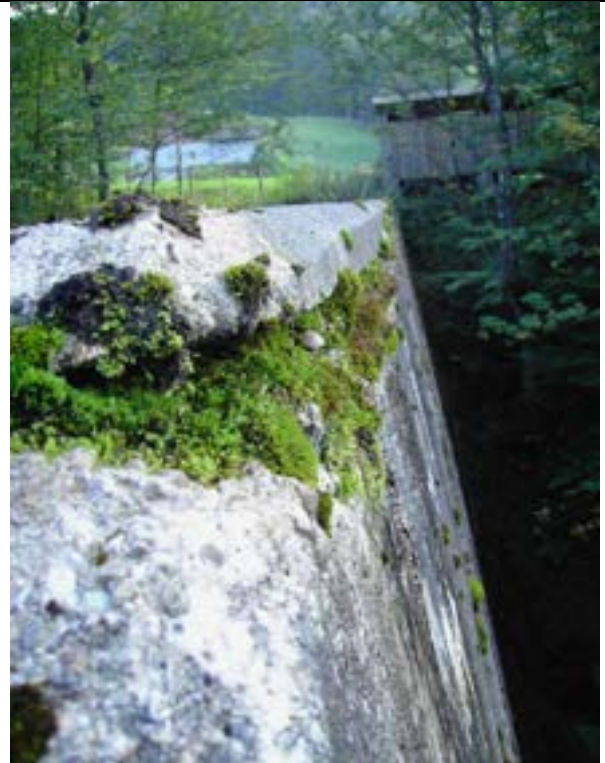
Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾ für Stampfbeton	
	Ausprägung des Schadens
U	Geringfügige oberflächliche Verwitterungserscheinungen (siehe B11), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben
K	Verwitterung des Bauwerkskörpers (Querschnittsverringerung durch Abtrag und/oder Verringerung der Betondruckfestigkeit) in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis (HQ 30) 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) Restquerschnitt Druckfestigkeit des Betons
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Bei Abtrag von Sperrteilen: Umgehungstendenzen am Bauwerk
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



Verwitterung von Konstruktionsbeton: Abplatzung an der Luftseite einer Sperrplatte (SKL K) ©Suda



Abplatzungen an vorgeschädigten Bereichen (Arbeitsfuge) im Bereich der Krone (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 infolge von Niederschlagswasser als flächige Durchfeuchtungen oder als Wasseraustritte entlang von Arbeitsfugen, Rissen oder Betonierneuern 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 an der Luftseite der Wand 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) (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 (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:	
	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 B13, Anhang A und Kapitel 5.2.6

Bildbeispiel



Rötliche Aussinterungen an Arbeitsfugen (SKL K) ©Suda



Aussinterungen entlang von Arbeitsfugen und Rissen (SKL K) ©Suda



„Alte“ Aussinterungen und frische Durchfeuchtungen von 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:

Seitlicher Hangdruck: besonders beansprucht oberer Bereich der seitlichen Flügel, Verbindung untere Sperrenecke und Ecke der Abflusssektion; durch Erddruck beanspruchte Vorfelddwangen und Stützbauwerke, seitliche Flügelbereiche von Querbauwerken

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. Es kann auch zu einer Überbeanspruchung durch Erddruck, beispielsweise an Vorfelddwangen oder seitlichen Flügeln, und einer Überbeanspruchung durch seitlichen Hangdruck kommen.

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 (HQ 30) 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 Bewehrungskorrosion Bauwerks- oder Bauteilbewegungen.
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Größe des freien Abflussquerschnitts
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



Risse infolge seitlichem Hangdruck an Betonbauwerken (SKL K) ©Suda



Risse infolge seitlichem Hangdruck an Stahlbetonbauwerken, gebrochene Bewehrungsstäbe (SKL H) ©Suda



Trennriss im Flügel durch Bauwerksverformung infolge von seitlichem Hangdruck an Stahlbetonbauwerken (SKL K) ©Suda



Trennriss infolge von Überlastung durch Erddruck an einer zu gering bewehrten Vorfeldwange einer Dosiersperre (SKL H) ©Suda

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:

Bauwerkskörper, Sperrenkrone, Mauerkrone

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 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 B22, Anhang A und Kapitel 5.4.3.6

Bildbeispiel

	
<p>Ausgesinterte netzförmige Oberflächenrisse (Schalenrisse) (SKL K) ©Suda</p>	<p>Ausgesinterte netzförmige Oberflächenrisse (Schalenrisse) (SKL K) ©Suda</p>
	
<p>Trennrisse im obersten Betonierabschnitt (SKL K) ©Suda</p>	<p>Horizontaler Temperaturreiss (SKL K) ©Suda</p>

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 der 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 treten oft am Übergang zwischen Sperrkörper und Sperrflügel auf, also am Flügelansatz. Besonders anfällig sind Stellen mit zusätzlich geschwächtem Querschnitt, beispielsweise im Bereich von Dolen. Unterschiedlich schwere oder gegründete Bauteile neigen zu unterschiedlichen Setzungen. Lange Flügel ohne Setzungsfugen neigen zu lotrechten Zugrisse.

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 (HQ 30) 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 Bewehrungskorrosion 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



Schräge Abtreppungsriss (SKL U) ©Suda



Schräge Abtreppungsriss (SKL U) ©Suda



Setzungsriss (schräge Abtreppungsriss) in einer Gewichtssperre aus Beton (SKL K) ©Suda



Bruch im Flügel infolge von fehlendem seitlichem Widerstand (SKL H) ©Suda

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 (kronenoffene Sperrern) oder Öffnungen (Dolen, Schlitze), 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 Einsprünge 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 Einsprünge.

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

	
<p>Trennriss entlang einer Arbeitsfuge mit ungenügender Verzahnung (SKL K) ©Suda</p>	<p>Trennriss entlang einer Arbeitsfuge mit ungenügender Verzahnung (SKL K) ©Suda</p>
	
<p>Ausgesinterte Risse entlang von Arbeitsfugen und geometrischen Diskontinuitäten (Dole einer Plattensperre) (SKL K) ©Suda</p>	<p>Riss an einer geometrischen Diskontinuität (Dohlenöffnung) (SKL K) ©Suda</p>

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, 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, 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, Karbonatisierungstiefe > Betondeckung
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Statisches System 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



Abspaltung 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 Netzzrisse 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 kieselsäurehaltige Bestandteile des Zuschlages (z. B. Opal) 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 Betonsperren mit geringer Festigkeit (Stampfbetonsperren) 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 (unterhalb von Kronensteinen, 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 (HQ 30) noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Abflussquerschnitt zugewachsen
Für die Beurteilung der Standsicherheit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Bewuchs der Betonmatrix deutet auf einen verwitterten (vorgeschädigten) Sperrkörper hin (verringerte Druckfestigkeit und somit reduzierte Standsicherheit)
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Größe des freien Abflussquerschnittes
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

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. Dies ist im Bereich von Öffnungen und unter den Kronsteinen häufig der Fall. Abplatzungen der obersten Steinschicht treten unter den Kronsteinen bzw. im Kronenbereich oder im Bereich von Entwässerungsöffnungen 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 (HQ 30) 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, 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) Restquerschnitt Druckfestigkeit des Betons
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Bei Abtrag von Sperrteilen: Umgehungstendenzen am Bauwerk
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

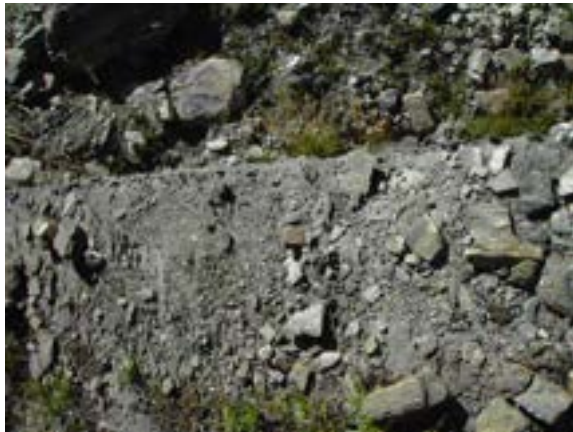
Bildbeispiel



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 an der Luftseite der Wand 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 Sperrenkörpern und Stützmauern 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



Ausblühungen (oberer Bereich), Aussinterungen (im unteren Bereich), häufig (SKL K) © Suda



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) 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 Sperrkörper, Stützmauern und Stützwände.

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



Verformung in der Folge von Überlastung durch seitlichen Hangdruck (SKL K) ©Suda



Verformung in der Folge von Überlastung durch seitlichen Hangdruck (SKL K) ©Suda



Riss aufgrund von seitlichem Hangdruck (Abscheren in Höhe der Abflusssektion) (SKL K) ©Suda



Riss aufgrund von seitlichem Hangdruck (Abscheren in Höhe der Abflusssektion) (SKL K) ©Suda

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 (HQ 30) 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) 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.

Gehölze im Abflussquerschnitt verringern die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit.

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. Entwässerungsöffnungen können ebenfalls besiedelt werden.

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 Sperrkörper zu Bewuchs mit niederen Pflanzen, Stauden oder Gehölzen.

Der Bewuchs von Steinsperren erfolgt immer sekundär nach einer Schädigung des Werkstoffgefüges. Diese Schädigung kann durch breite Risse oder eine Gefügezerstörung des Sperrwerkstoffes, 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 (akzeptable Abflussbehinderung), lokale Schäden am Bauwerkskörper durch Wurzeldruck, Bewuchs 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	Bewuchs durch nicht biegsame Bäume, starke Schädigung des Bauwerkskörpers, 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 angeschwemmtem Substrat oder in Öffnungen, Fugen und Rissen?
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Größe des freien Abflussquerschnittes
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 angewehem 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. Sperrenflügel im Bereich der seitlichen Einbindungen weisen durch ihre meist wechselfeuchten Bedingungen ideale Lebensbedingungen für Holzfäulepilze auf. 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 (HQ 30) 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 des Sperrenkörpers) 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 Druck- und Zugfestigkeit des Holzes
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Bei Abtrag von Sperrteilen: Umgehungstendenzen am Bauwerk
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

	
<p>Vergraute Holzoberfläche (SKL U) ©Suda</p>	<p>Stark vermorschte Krone (Holzbedielung) (SKL H) ©Suda</p>
	
<p>Vermorschte Zangen, lokale Vermorschung (SKL K) ©Suda</p>	<p>Rest eines vermorschten Holzkasten, Holz zerfällt (SKL K) ©Suda</p>

4.3.5.2 Durchfeuchtung/Durchströmung

Kurzbeschreibung:

Eine Durchfeuchtung oder Durchströmung an Holzkastensperren und Krainerwänden 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 des Sperrenkörpers 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:	
	Größe des freien Abflussquerschnittes
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



Durchströmung an punktuell fehlender Ausfächung, beginnende innere Erosion, Abtrag (SKL K)
©Suda



Ungehinderte Durchströmung des Sperrenkörpers (fehlende Ausfächung, Abtrag der Füllung)
(SKL H) ©Suda

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 (Bauwerksbewegung 4.3.1.2) der Setzung, Gleiten und Kippen berücksichtigt.

Ein häufiges Schadensbild durch Schubversagen bei Sperren aus Holz ist das Abscheren der Flügel, die auch in Verbindung mit Rissen in den Holzbauteilen auftreten. 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 der Sperrenflügel infolge von Hangdruck möglich.

Als weiteres Schadensbild können Verschiebungen im Verband der Holzkonstruktion (Verbindung Längshölzer/Querhölzer) beschrieben werden. Gerade eine Beschädigung der Verbindungen einer doppelwandigen Holzsperrle kann Auswirkungen auf das Tragverhalten der Sperrle mit sich bringen.

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

Je nach Beanspruchungsart bilden sich die Schäden an unterschiedlichen Stellen im Bauwerk aus. Als besonders beanspruchte Stellen gelten die Bereiche der Flügel und der Abflussektion bzw. die mittigen Bereiche der Sperrle.

Schadensursachen:

Bauwerksverformungen können aus 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, nur Quell- und Schwindrisse, ev. unbedeutende Biegezug-, Zug-, Druck- oder Schubrisse 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 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 H-2, Anhang A

Bildbeispiel



Risse in Längsbalken (SKL U)



Bruch der Längshölzer durch beginnende Bauwerksverformung (SKL K)

4.3.5.4 Fehlendes Füllmaterial (Steinkasten)

Kurzbeschreibung:

An Holzkastensperren oder Drahtschottersperren (oder Ufermauern) findet eine plangemäße Durchsickerung des Sperrenkörpers statt. Bauwerke dieser Art werden in der Regel ohne Entwässerungsöffnungen und Drainagen hergestellt. Eine Durchsickerung 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 (Holz, Drahtgeflecht) 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 (abgetragene Flügel ohne Umgehungstendenzen), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis (HQ 30) 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 Tragfähigkeit des verbliebenen Sperrenkörpers Zustand der Ausfachung und/oder des Drahtnetzes (bei Holzkastensperren, Drahtschotter)
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Umgehungstendenzen, besonders bei fehlenden oberen Flügelteilen
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 der tragenden Hölzer (SKL K)
©Suda

4.3.5.5 Pflanzenbewuchs/Durchwurzelung

Kurzbeschreibung:

Die folgenden Beschreibungen gelten nicht für ingenieurbioologische 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 Holzersetzung begünstigen. Ist das Holz bereits besiedelt, deutet dies auf eine weit fortgeschrittene biogene Holzersetzung hin. Bei Bewuchs mit Bäumen entsteht bei einem Abfluss infolge des Hebelarms ein Moment im Sperrkörper, dadurch kann ein Teil des Sperrkörpers aus dem Verband gerissen werden.

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 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 (akzeptable Abflussbehinderung) oder lokale Schädigung des Sperrkörpers durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme oder Pflanzen benutzen lokal Hölzer als Substrat, Bewuchs 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	Bewuchs durch nicht biegsame Bäume (Abflussbehinderung) oder Schädigung des Sperrkörpers durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme oder Pflanzen benutzen großflächig Hölzer als Substrat, 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:	
	Größe des freien Abflussquerschnittes
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

	
<p>Bewuchs des Füllmaterials (kein Schaden, erschwert jedoch eine visuelle Inspektion der Grundschwelle) (SKL U) ©Suda</p>	<p>Bewuchs der Längs- und Querhölzer mit Moosen (deutet auf vorgeschädigtes Holz hin) (SKL K) ©Suda</p>
	
<p>Bewuchs durch nicht biegsame Gehölze (<i>Alnus incana</i>), Abflussbehinderung; Bild nach Pflegeeingriff (SKL H) ©Suda</p>	<p>Pflanzen verwenden großflächig den Holzkörper als Substrat, deutet auf weit fortgeschrittene biogene Holzzerstörung hin (SKL H) ©Suda</p>

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 an Hochwasserschutzdämmen, an Uferböschungen im Abflussbereich von Fließgewässern und an allen sonstigen künstlichen Böschungen, die überwacht werden, relevant.

Schadensursachen:

Werden Bauwerke durch murartigen Feststofftransport oder Murgänge beansprucht, tritt an den Oberflächen ein Abtrag durch Abrasion auf. Die Schädigungsmechanismen bei Abrasion sind analog jenen bei Erosion, die Abtragsraten sind jedoch deutlich höher.

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

Bei *Mechanismus 1* kommt es zu einem gleichmäßigen Abtrag der Oberfläche durch Flächenerosion.

Bei *Mechanismus 2* kommt es durch Gerinneerosion oder anderen Fließprozessen zu einer Verringerung des Widerstandes am Damm- oder Böschungsfuß. Die Folge sind sackende Rutschungen und der Abtransport des Damm-/Böschungsmaterials durch den Abfluss. Dieser Mechanismus ist besonders in Außenbögen von Mäandern ausgeprägt.

Bei *Mechanismus 3* kommt es durch eine zu geringe Dammhöhe zur Überströmung eines Hochwasserschutzdammes. Der Damm wird in der Folge, von der Krone ausgehend, abgetragen.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹	
	Ausprägung des Schadens
U	Geringfügige Erosions-/Abrasionserscheinungen an der Oberfläche
K	Oberfläche großteils abgetragen, Materialabtrag setzt sich in den Erdkörper fort, deutliche Tendenz zur Verschlechterung des Bauwerkszustandes, hoher Sanierungsbedarf
H	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



Erodierte Böschungsoberfläche (SKL K) ©Suda



Erodierte Böschung (SKL K) ©WLV Tirol

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 (Zonendamm oder Homogendamm) und der Lage der Dichtebene. Durch den Porenwasserüberdruck im Dammkörper sinkt die Standfestigkeit der Dammböschungen.

Wasseraustritte an der Luftseite von Hochwasserschutzdämmen stellen eine Reduktion der Gebrauchstauglichkeit dar. 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 (z. B. Grundablässe) aus.

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

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

Schadensursachen:

Bei *Mechanismus 1* wird der eigentliche Dammkörper durchströmt. Je nach Durchlässigkeit der einzelnen Schichten des Dammkörpers wird der Wasserdruck von der angeströmten Seite her abgebaut. 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 prozessabgewandten Seite des Dammkörpers, meist im Fußbereich. An Stellen mit kontinuierlichen Durchsickerungen können sich durch Suffusionsvorgänge im Dammkörper Stromröhren ausbilden (innere Erosion).

Bei *Mechanismus 2* wird eine durchlässige Schicht unter der Aufstandsfläche des Dammes durchströmt. Solche Durchströmungen treten häufig an flussbegleitenden Dämmen auf. Durch die Transport- und Ablagerungsprozesse des Fließgewässers sind im Uferbereich mehrere Schichten mit unterschiedlichen Durchlässigkeiten zu finden. In diesem Fall kommt es zu quellartigem Wasseraustritt im prozessabgewandten Vorfeld des Dammes. In diesem Fall ist die Gebrauchstauglichkeit des Dammes stark beeinträchtigt.

Bei *Mechanismus 3* kommt es bei raschem Absenken des Wasserspiegels zu innerer Erosion im Dammquerschnitt. Ab einer gewissen Einstauzeit ist die prozesszugewandte Seite des Dammes bis zum Dichtkern vollständig mit Wasser gesättigt.

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:	
	Dauer des Einstaus des Damms – je länger der Einstau dauert, desto kritischer werden kleine Durchfeuchtungen. In der Regel sind zur Beurteilung der Standsicherheit geotechnische Untersuchungen erforderlich.
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Menge des Wasseraustrittes bei Hochwasserschutzdämmen
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



Durchfeuchtung einer Steinkastensperre (SKL U) ©Suda

4.3.6.3 Bauwerksverformung/Setzung

Verformungen von Erdbauwerken und Felsoberflächen

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.

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. Überbeanspruchungen können aus Einwirkungen wie Wasserdruck, Murgang, Lawinendruck oder Steinschlag entstehen.

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. Bei Konsolidierungssperren gelten als besonders beanspruchte Stellen die Bereiche der Flügel und der Abflusssektion.

Bei Gabionenbauwerken (als Schutz vor Steinschlag) tritt dieser Schadenstyp am Ort des Einschlages 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. Diese Setzungen können eine Folge des Abflussgeschehens sein. Schnell fließendes Wasser kann zu Vibrationen in den Gabionen führen. Diese Vibrationen bewirken eine Umlagerung und Verdichtung des Füllkörpers, was wiederum eine Hohlrumbildung im Gabionenkorb mit sich bringt. Dieser Verlust von Füllmaterial kann die Standsicherheit des Drahtkorbes beeinträchtigen.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse¹	
	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 (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 E-1, G-1, Anhang A

Bildbeispiel



Verformtes Drahtgeflecht (SKL K) ©Suda



Verformtes Drahtgeflecht (SKL K) ©Suda

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 Damnteilen) 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 / oder 4.3.6.3 sein. An Hängen oder Böschungen kann es durch Vernässungen (z.B: Quellaustritten) oder durch geologische Instabilitäten zu Brüchen kommen.

Erhöhte Porenwasserdrücke können auch in eingestauten Hochwasserschutzdämmen auftreten. Auf der Luftseite können durch die Durchsickerung Böschungsbrüche auftreten. Hier kann es auch durch rasche Spiegelabsenkung nach dem Ereignis zu Böschungsbrüchen kommen.

An Flussbegleitenden Hochwasserschutzdämmen oder Böschungen kann es infolge der Seiten- und Tiefenerosion durch unterschrittene Böschungen oder Dammfüssen zu Böschungsbrüchen kommen.

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 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 Bei Steinschlagschutzdämmen: Dammkörper auf prozesszugewandter Seite großflächig beschädigt, Schäden sind auf der prozessabgewandten Seite erkennbar 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 5.3.1.3

Bildbeispiel



Böschungsbruch, (SKL H) ©Suda

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 Netzten oder Gitter gesicherten Böschungen oder Felsoberflächen auftreten.

Schadensursachen:



Schäden können auftreten bedingt durch eine Korrosion der Drähte oder Seile, durch mechanische Beschädigung (z.B. durch 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, Verformung des Hanges/Erosionen 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	Netze großflächig zerstört, 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 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

	
<p>Beschädigung des Drahtgeflechts (SKL K) ©Suda</p>	<p>Beschädigung des Drahtgeflechts durch Abtrag des Sperrenflügels (SKL H) ©Suda</p>
	
<p>Beschädigung des Drahtgeflechts durch schlagende Abrasion (SKL K) ©WLV</p>	

4.3.6.6 Schäden am Geotextil

Kurzbeschreibung:

Schäden an Geotextilen entstehen meist aufgrund von Erosionserscheinungen in Form von Löchern, Rissen, extrem gedehnten Bereichen, verwitterten Stellen.

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 auftreten bedingt durch mechanische Beschädigung (z.B. durch Steinschlag) oder Bewegungen im Untergrund.

Beurteilung:

Einteilung in eine Schadensklasse ¹⁾	
	Ausprägung des Schadens
U	Lokale Verformungen (Dellen, Einschlüge), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben
K	Erosionserscheinungen, Ablösen von kleinen Komponenten, Verformung des Hanges/Erosionen in einem Ausmaß, dass die Standsicherheit und die prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis (HQ30) noch gegeben sind, Anzeichen einer negativen Entwicklung gegeben, hoher Sanierungsbedarf
H	Geotextil großflächig zerstört, 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 Holzkastensperren oder Drahtschottersperren (oder Uferschutzbauwerken und Stützbauwerken aus diesem Material) findet eine plangemäße Durchsickerung des Sperrenkörpers statt. Bauwerke dieser Art werden in der Regel ohne Entwässerungsöffnungen und Drainagen hergestellt. Eine Durchsickerung 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 (Holz, Drahtgeflecht) 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, besonders beansprucht sind Bereiche die direkt angeströmt werden (z.B. unterhalb der Abflusssektion)

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 (abgetragene Flügel ohne Umgehungstendenzen), Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit für das nächste Ereignis (HQ 30) 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 Tragfähigkeit des verbliebenen Sperrenkörpers Zustand der Ausfachung und/oder des Drahtnetzes (bei Holzkastensperren, Drahtschotter)
Für die Beurteilung der prozessbezogenen Gebrauchstauglichkeit sind zumindest folgende Faktoren zu berücksichtigen:	
	Umgehungstendenzen, besonders bei fehlenden oberen Flügelteilen
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 H) ©WLV



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: Durch hohe Pflanzenbestände (Sträucher und Bäume) im Abflussquerschnitt verringert sich die Leistungsfähigkeit des Gerinnes. Im Bereich von Baumstämmen kommt es durch die Wirbelbildung um die Stämme zu lokalen Kolken, die den Dammkörper angreifen. Durch diese Kolke werden die Bäume destabilisiert und als Wildholz weiterverlagert. Dadurch entstehen offene Flächen im Damm, die rasch weiter erodiert werden. Sterben Bäume, die einen Damm stark durchwurzelt haben, ab, können an Stelle der verrotteten Wurzeln Stromröhren entstehen.

Pflanzendecken aus Gräser-Kräuter-Gesellschaften und niedrige, biegsame Sträucher erhöhen den Erosionswiderstand von Böschungen.

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

Schäden durch ungeeignete oder nicht ausreichend gepflegte Pflanzendecken treten an Hochwasserschutzdämmen oder Flussnahen Böschungen 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, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben
K	Störender Bewuchs, Bewuchs 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	Störender Bewuchs, Bewuchs durch nicht biegsame Gehölze (Abflussbehinderung), deutliche Schädigung des Erdbauwerkes durch entwurzelte Bäume, 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:	
	Größe des freien Abflussquerschnittes
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:

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 oder durch Verringerung des Abflussprofils 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. Durch ein Zuwachsen des Abflussquerschnittes des Gerinnes wird die Gebrauchstauglichkeit verringert. Bei einem Abfluss entsteht infolge des Hebelarms ein Moment im Sperrenkörper, dadurch kann ein Drahtschotterkorb aus dem Verband gerissen werden.

Die Standsicherheit kann direkt durch ein Auflockern des Sperrenkörpers 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 ingenieurbio-logische 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, Standsicherheit und prozessbezogene Gebrauchstauglichkeit langfristig gegeben
K	Bewuchs durch Stauden, Gräser und Sträucher und Jungbäume (akzeptable Abflussbehinderung) oder lokale Schädigung des Sperrenkörpers durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme, Bewuchs 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	Bewuchs durch nicht biegsame Bäume (Abflussbehinderung) oder Schädigung des Sperrenkörpers durch Wurzeldruck oder Moment durch Hebelarm der Stämme, Bewuchs durch nicht biegsame Bäume, eventuell bereits Schädigung des Sperrenkörpers, 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:	
	Größe des freien Abflussquerschnittes
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

 A close-up photograph of a stone wall heavily covered in green moss. The wall is built with irregular stones and has a rough, textured appearance. The background shows a forest with green foliage.	 A photograph showing a large area of dense green vegetation, including tall grasses, shrubs, and small trees, growing in a forest clearing. The ground is covered with fallen leaves and twigs.
<p>Moosbewuchs des Drahtschotterkörpers (SKL U) ©Suda</p>	<p>Großflächiger Bewuchs durch Gräser, Stauden und Gehölzen (SKL K) ©Suda</p>
 A photograph of a stone wall in a wooded area. The wall is made of dark, irregular stones and is partially covered with green moss and small plants. The background shows a dense forest with tall trees.	
<p>Bewuchs durch Gehölze (SKL K) ©Suda</p>	

4.4 Literatur

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

- [2] ONR 24803 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung, Betrieb, Überwachung und Instandhaltung



lebensministerium.at