



Département de la mobilité, du territoire de l'environnement
Service des dangers naturels

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Dienststelle Naturgefahren

CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS

Handbuch Schutzbautenkontrolle



Herausgeber:
Dienststelle Naturgefahren des Kantons Wallis

EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten wurden in der Schweiz zahlreiche Schutzbauten erbaut. Die Schutzbauten sind ein wichtiger Bestandteil der Sicherheitsinfrastruktur unseres Landes. Diese **Schutzwirkung** gilt es zu erhalten. Der Bauwerkserhaltung wird somit in Zukunft noch eine wesentlich grössere Bedeutung zukommen als heute.

An die Schutzbauten werden Anforderungen bezüglich Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit gestellt. Damit eine Schutzbaute ihre Aufgabe zuverlässig und möglichst lange erfüllen kann, sind die **Überwachung** und der **Unterhalt** der Schutzbaute notwendig.

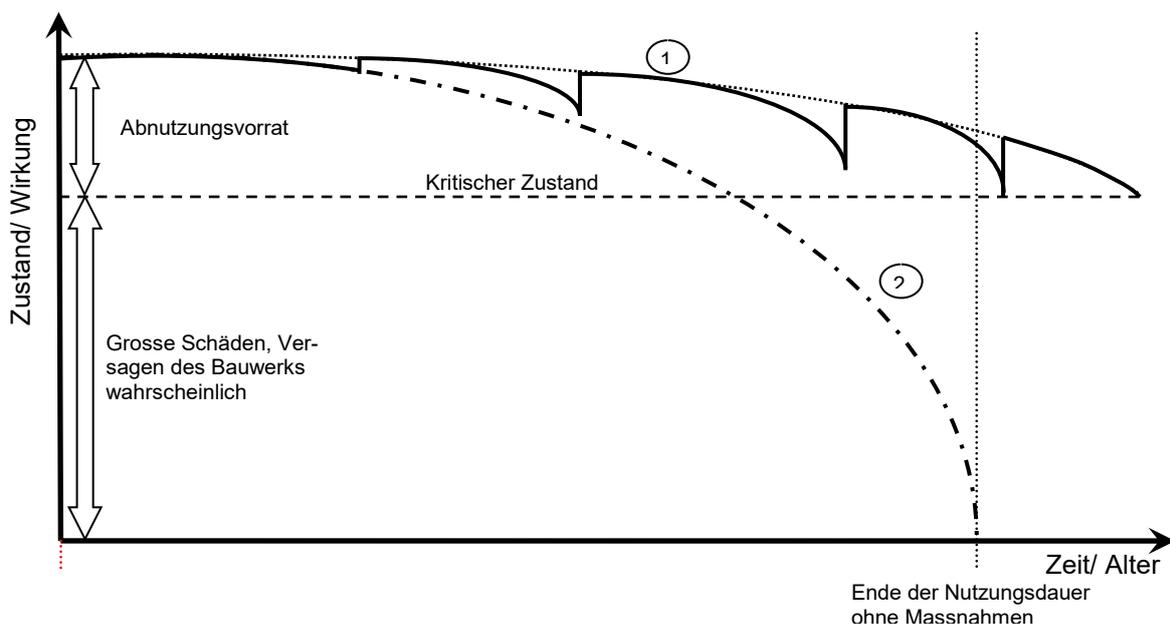
Die **Überwachung** beinhaltet die *Beobachtung* und die systematische *Kontrolle (Inspektion)* der Schutzbaute. Die *Beobachtung* umfasst sowohl die gezielte Beobachtung einer Schutzbaute als auch Hinweise Dritter. Im Rahmen einer systematischen *Kontrolle* einer Schutzbaute (*Werkinspektion*) wird ihr Zustand demgegenüber durch gezielte, in der Regel visuelle Untersuchungen festgestellt und bewertet. Die systematische *Werkinspektion* trägt dazu bei, Informationen zu erhalten, ob die Funktionsweise einer Schutzbaute und einer Verbauung durch Ereignisse oder Schäden eingeschränkt ist.

Beim **Unterhalt** wird gemäss SIA NORM 469 zwischen der *Instandhaltung* und der *Instandsetzung* unterschieden:

Instandhaltung: Bewahren der Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks durch einfache und regelmässige Massnahmen. Die Instandhaltung schliesst die Behebung kleiner Schäden ein. Für den Begriff „Instandhaltung“ werden auch verwendet: laufender Unterhalt, betrieblicher Unterhalt, Wartung.

Instandsetzung: Wiederherstellen der Sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegte Dauer. Sie umfasst in der Regel Arbeiten grösseren Umfangs. Für den Begriff „Instandsetzung“ werden auch verwendet: Instandstellung, Reparatur, baulicher Unterhalt.

Der nachfolgend dargestellte schematische Alterungszyklus zeigt am Beispiel einer permanenten Lawinerverbauung die Wirkung von regelmässig durchgeführten (1) - bzw. vernachlässigten (2) – Unterhaltsmassnahmen während der Nutzungsdauer.



Quelle: ONR 24803 Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung, 2008

Das vorliegende Handbuch soll bei der Schutzbautenkontrolle und -unterhalt als Hilfs- und Arbeitsinstrument unterstützende Dienste leisten. Es wurde vom Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden basierend auf Kursunterlagen des FAN-Herbstkurses 2003 erarbeitet. In Zusammenarbeit mit der Abteilung Naturgefahren des Amtes für Wald des Kantons Bern und der Dienststelle Wald, Flussbau und Landschaft des Kantons Wallis wurde dieses 2018 aktualisiert und von der Dienststelle Naturgefahren 2022 zur vorliegenden Ausgabe weiterentwickelt.

In den verschiedenen Registern sind allgemein anwendbare Grundsätze beschrieben. Kantonspezifische Besonderheiten sind in Register 2 enthalten.

DIE WERKINSPEKTION UND DIE GESAMTÜBERPRÜFUNG

Die Schutzbautenkontrolle des vorliegenden Handbuches orientiert sich in den Begriffen an der SIA 469 und ist ein zweistufiges Vorgehen:

- **Werkinspektion:** Kontrolle und Bewertung der einzelnen Bauwerke durch gezielte, in der Regel visuelle Untersuchungen. Dabei wird vorausgesetzt, dass das Bemessungsereignis, die Wahl des Verbauungstyps sowie die Schutzziele grundsätzlich richtig sind und sich seit der Erstellung, resp. seit der letzten Inspektion, nicht verändert haben.
- **Gesamtüberprüfung:** Überprüfung, ob das vorhandene Verbauungskonzept den aktuell anzutreffenden Naturgefahrenprozessen sowie den definierten Schutzzielen entspricht (inkl. entsprechender Bemessungsgrössen).

ANLEITUNG ZUR WERKINSPEKTION

Beispiele

Handbuch Kontrolle und Unterhalt forstlicher Infrastruktur
 Checkliste Lawinerverbau R3Teil- S. 1/18

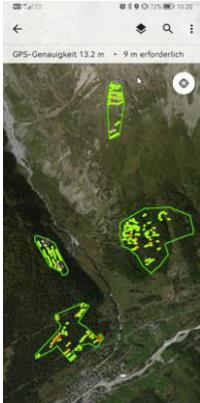
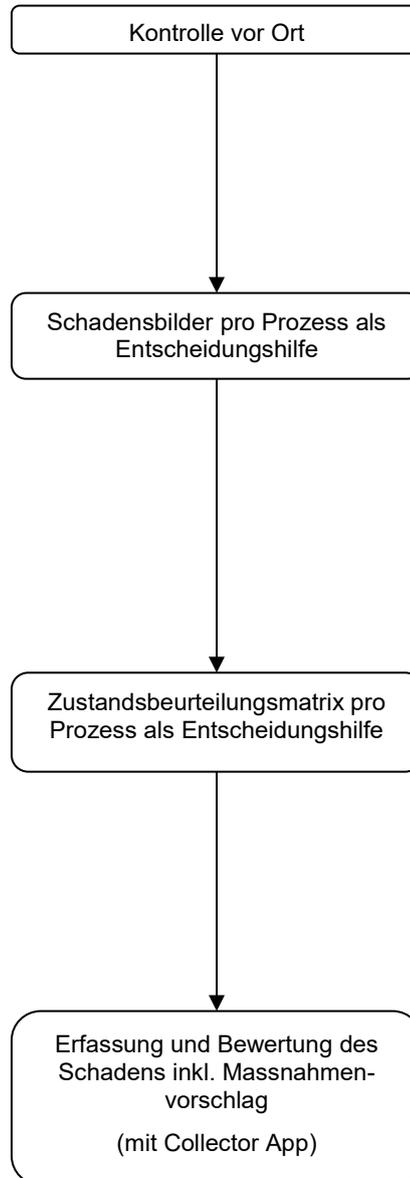
ALLGEMEIN
 Die folgende Checkliste wurde für die Kontrolle von Stahlschneebrücken, Schneenetze, temporären Verbauungen sowie für Werktypen des Verwehungsverbaus zusammengestellt und soll bei der visuellen Kontrolle eine Hilfe sein. Sie enthält die häufigsten Schäden an Stützwerken. Mit einem guten Auge können Verschiebungen, Verformungen, Setzungen und Schäden anhand der veränderten Stützwerkgeometrie erkannt werden.
 Als Grundlage für die vorliegende Checkliste dienten Angaben und Fotos des S.L.F. Stefan Margreth (Unterlagen des FANI-Kurses 2003). Weitere Bilder wurden von den Kantonen Wallis und Bern zur Verfügung gestellt.

STAHLSCHNEEBRÜCKEN (OBERBAU)

Rotbalken	Schäden, Beobachtungen	Massnahmen
	Verformung (Dellen) der oberen und unteren Rotbalken Durchbiegung (Balkenmitte, Kragarme) Rissbildung. Wasser läuft nicht mehr ab Grund überschneuen, Schwefelgelenke Steinschlag	Keine beobachten Zurechtbiegen, reparieren Ersetzen

ZUSTANDBEWERTUNG LAWINENVERBAU

Zustandsklasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsdringlichkeit Massnahme
1	gut	Keine Schäden	Kein Handl. Keine Mass.
2	annehmbar	erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handl. beobachten
3	schadhaft	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Drin. Reparieren, räumen

Die Beschreibung der möglichen Schadensbilder (pro Naturgefahrenprozess) des Handbuchs und die Zustandsbewertungsmatrix dienen bei der Werkinspektion als Entscheidungshilfe.

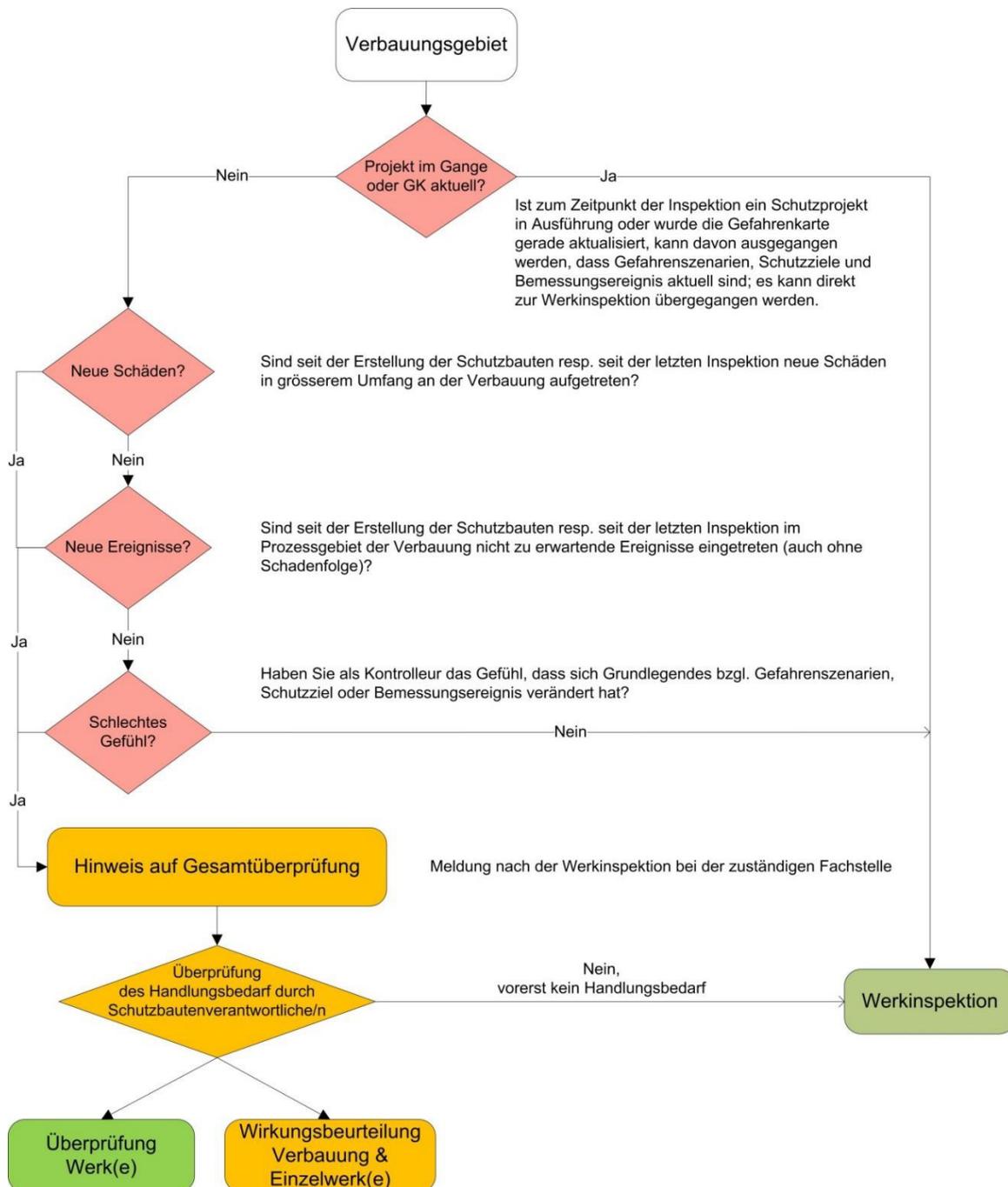
Die Schadensbilder im vorliegenden Handbuch sind nicht abschliessend, sondern stellen vielmehr eine Zusammenfassung der Schäden dar, die am häufigsten anzutreffen sind. Bei den aufgeführten Massnahmen handelt es sich um Vorschläge, deren Umsetzung eine situative Prüfung der Gegebenheiten vor Ort voraussetzt.

Je Gefahrenprozess gibt es einleitend zu den Schadensbildern eine erklärende Zustandsbeurteilungsmatrix. Die Zustandsbeurteilungsmatrizen dienen der Bestimmung der Dringlichkeit einer allfälligen Schadensbehebung. In diesem Handbuch, auf dem auch die Collector App aufbaut, werden in Anlehnung an das SIA Merkblatt 2053 folgende Zustandsklassen unterschieden: *gut*, *annehmbar*, *schadhaft*, *schlecht* und *alarmierend*.

Die vordefinierten Masken der Collector App haben zum Ziel, einen einheitlichen Vollzug der Kontrolle sicher zu stellen. Die Werkinspektion ist für alle Werke innerhalb eines Verbaungsgebiets (Massnahmeneinheit) durchzuführen.

Nach jeder Werkinspektion soll als Abschluss die Zuverlässigkeit der Schutzwirkung des gesamten Verbaungsgebietes beurteilt werden. Das Handbuch unterteilt diese Zuverlässigkeit in die drei Klassen *hoch, eingeschränkt* und *gering*.

Bei der Durchführung der Werkinspektionen, oder anhand deren Resultate, kann es angezeigt sein, einzelne Schutzbauwerke oder das gesamte Verbaungsgebiet detaillierter im Rahmen einer Gesamtüberprüfung zu betrachten. In diesem Fall ist in der Collector App ein entsprechender Hinweis im Feld «Bemerkungen» der Massnahmeneinheit anzubringen. Mit folgendem Ablaufschema kann den Kontrollierenden eine Hilfestellung zum Erkennen des richtigen Zeitpunktes für eine Gesamtüberprüfung gegeben werden:



Die Gesamtüberprüfung soll dazu dienen, den auf das einzelne Schutzbauwerk fokussierten Blickwinkel der Werkinspektion wieder zu öffnen und das gesamte Verbauungskonzept inkl. Schutzobjekt, das damit zusammenhängende Bemessungsereignis sowie die entsprechenden Schutzziele zu überprüfen (Wirkungsbeurteilung gemäss PROTECT (Romang 2008)).

Die Gesamtüberprüfung ist ein aufwändiger Vorgang, welcher nur in begründeten Fällen in Absprache mit der kantonalen Fachstelle durchgeführt werden soll. Sie soll detaillierte Informationen über den aktuellen Zustand der Verbauung liefern, damit entsprechende Massnahmen für die Verlängerung der Nutzungsdauer geplant und umgesetzt werden können. Ein eventueller Rückbau von Schutzbauten gehört ebenfalls im Rahmen einer Gesamtüberprüfung geklärt, wobei dies insbesondere den temporären Lawinenverbau betrifft.

Je nach Schaden oder Unsicherheit bei der Zustandsbeurteilung nach einer Werkinspektion kann in Absprache mit der kantonalen Fachstelle auch eine vertiefte Funktionskontrolle an einzelnen Schutzbauwerken in Betracht gezogen werden wie z. B. Ankerprüfungen.

VERWENDETE GRUNDLAGEN

Folgende wesentliche Grundlagen liegen dem Handbuch Schutzbautenkontrolle zu Grunde:

- SIA Norm 469 Erhaltung von Bauwerken, 1997
- SIA Merkblatt 2053 Trockenmauerwerk in Naturstein: Bautechnik, Erhaltung und Ökologie, 2020
- Handbuch zur Kontrolle und zum Unterhalt von forstlicher Infrastruktur (KUfl-Handbuch), Version 3.0, 2012
- Handbuch Schutzbautenkontrolle, Version 4.0, 2018
- Romang Hans (Ed.) 2008: Wirkung von Schutzmassnahmen (PROTECT), PLANAT
- ONR 24803 Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung, 2008
- ONR 24810 Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkung, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung, 2012
- Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen, BAFU 2022



SCHUTZBAUTENKONTROLLE IM KANTON WALLIS

VERFAHREN UND ABLÄUFE

INHALTSVERZEICHNIS

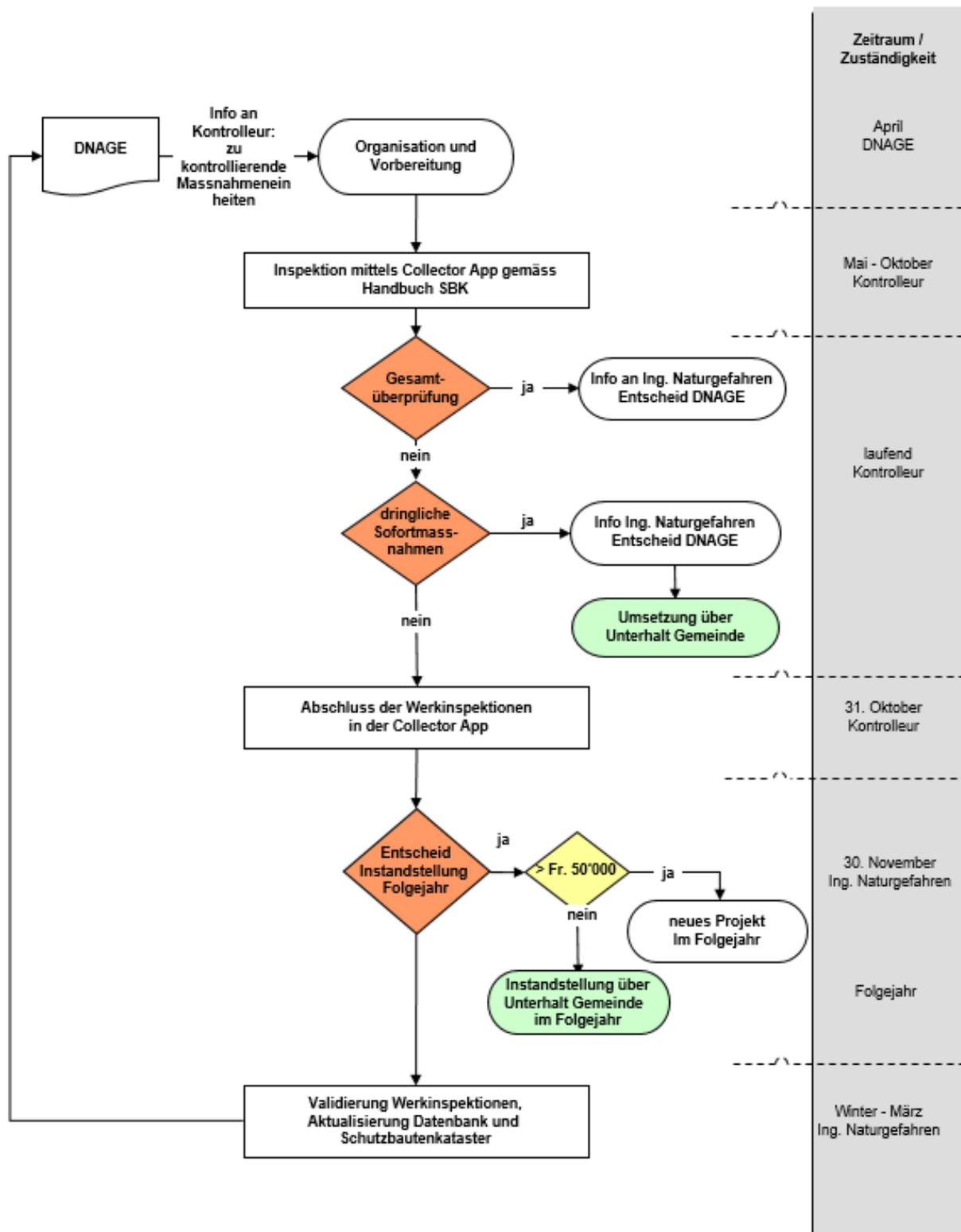
1	ALLGEMEINES	2
1.1	Ablauf der Werkinspektion	3
1.2	Inspektionsturnus	5
1.3	Gesamtüberprüfung.....	6
2	MASSNAHMENEINHEITEN	7
3	NUMMERIERUNG DER SCHUTZBAUTEN	7
4	VERANTWORTLICHKEITEN	8
4.1	Unterhaltsverantwortlicher	8
4.2	Kontrolleur	8
4.3	Verwalter	8
5	WEITERE HINWEISE FÜR DIE ERSTERHEBUNG	8
5.1	Betriebsstatus der Schutzbauten mit Status «ausser Betrieb»	8
5.2	Lieferant / Werktyp.....	8

1 ALLGEMEINES

Im Kanton Wallis umfasst die Schutzbautenkontrolle (SBK) aktuell Schutzbauten, welche zum Schutz vor den gravitativen Naturgefahren Lawinen, Sturz und Rutschungen erstellt worden sind.

Die Unterlagen zum Prozess Wasser sind im Handbuch Schutzbautenkontrolle zwar aufgeführt, die entsprechenden Ausführungen haben aber nur informativen Charakter. Es ist denkbar, dass diese zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls Bestandteil der Kontrollen mit Werkinspektion werden. Aktuell ist hierzu als erster Schritt der Schutzbautenkataster in Erarbeitung.

1.1 Ablauf der Werkinspektion



Der Ingenieur Naturgefahren definiert bis spätestens Ende April des Jahres **die Massnahmeneinheiten**, die vom Kontrolleur detailliert kontrolliert werden müssen. Er erstellt bis Ende April ebenfalls eine übersichtliche Zusammenstellung aller Massnahmeneinheiten seines Kreises, die im betreffenden Jahr zur Werkinspektion vorgesehen sind und informiert hierüber den Chef der Sektion Lawinen, Gletschergefahren und Schutzbauten.

Spätestens Ende April erhält der Kontrolleur vom Ingenieur Naturgefahren die **Zusammenstellung der Massnahmeneinheiten**, die zu kontrollieren sind. Für die verbleibenden Massnahmeneinheiten in seinem Verantwortungsbereich, die nicht auf dieser Zusammenstellung figurieren, wird durch den Kontrolleur jedes Jahr eine Sichtkontrolle durchgeführt. Die Kontrolle erfolgt grundsätzlich mittels der **Collector App**, die von der DNAGE den Kontrollleuren zur Verfügung gestellt wird. In besonderen Fällen können vom Kontrolleur beim Ingenieur Naturgefahren auch andere Dokumente in Papierform beantragt werden: Übersichtskarten / Orthophotos, aus denen die zu kontrollierenden Schutzbauten und deren Lage (Werkreihen nummeriert, Typ der Schutzbauten, Zustand gemäss letzter Kontrolle) ersichtlich sind, Zusammenfassung der zu kontrollierenden Schutzbauten in Tabellenform (Excel-Datei), usw.

Der Kontrolleur inspiziert die zu kontrollierenden Massnahmeneinheiten **bis spätestens Ende Oktober**. Hat der Kontrolleur den Eindruck, dass eine Gesamtüberprüfung einer Massnahmeneinheit oder Sofortmassnahmen notwendig sind, informiert er umgehend den zuständigen Ingenieur Naturgefahren. Der Ingenieur Naturgefahren entscheidet, ob die Sofortmassnahmen ausgeführt und über das Unterhaltsprogramm der Gemeinde oder ein separates Projekt umgesetzt werden.

Bei der Werkinspektion erfasst der Kontrolleur grundsätzlich immer **alle Schutzbauten innerhalb einer Massnahmeneinheit mit Status «in Betrieb»** (vgl. Kapitel 5.1). Schutzbauten mit einem anderen Status («ausser Betrieb», «ausser Betrieb-zerstört») müssen nicht kontrolliert werden. Diese sind in der Collector App als schwarze Linie, Punkt oder Fläche dargestellt und können vom Kontrolleur nicht bearbeitet werden. Jeder Schutzbaute ist bei der Kontrolle einer der 5 möglichen Zustandsklassen «gut», «annehmbar», «schadhaft», «schlecht» oder «alarmierend» zuzuweisen. Bei Unsicherheiten in Bezug auf die Zuweisung zu einer konkreten Zustandsklasse können die Zustandsbewertungsmatrizen und die Schadensbilder des Handbuchs SBK als Entscheidungshilfe beigezogen werden. Diese liegen für den Lawinenverbau (Register 3), den Steinschlagverbau (Register 5), den Hangverbau (Register 7) und den Bachverbau (Register 9) vor.

Wenn bei der Kontrolle eine neue, starke Beschädigung oder gar die Zerstörung einer Schutzbaute festgestellt wird, so ist der Zustand der Schutzbaute vom Kontrolleur als «alarmierend» einzugeben. Der Ingenieur Naturgefahren entscheidet dann – evtl. nach einer Ortsschau – ob die betreffende Schutzbaute nicht mehr benötigt und ausser Betrieb gesetzt oder ersetzt werden muss. Wenn eine Schutzbaute hingegen ausser Betrieb gesetzt werden kann, z. B. weil der aufkommende Wald die Schutzfunktion übernimmt, so kann der Kontrolleur unter Bemerkungen einen entsprechenden Verweis anbringen.

Bei der Rapportierung hat der Kontrolleur darauf zu achten, dass die Erfassung neben dem **Datum der Werkinspektion** sowohl die **Beschreibung des Schadens** als auch die **notwendigen Massnahmen** enthält. Falls möglich ist auch eine Kostenschätzung für die Behebung des Schadens anzugeben.

Nachdem alle Schutzbauten innerhalb einer Massnahmeneinheit kontrolliert worden sind, ist abschliessend die **Zuverlässigkeit der Massnahmeneinheit** zu beurteilen. Hierfür stehen drei Zustandskategorien zur Verfügung: «hoch» (= keine oder nur kleine Mängel/Schäden zu verzeichnen), «eingeschränkt» (= einige Mängel/Schäden. Verbauung aber intakt, ohne dass ein funktionales Versagen droht) und «gering» (= schwerwiegende Mängel/Schäden. Verbauung gefährdet, so dass ein funktionales Versagen droht oder bereits eingetreten ist). Zudem sind das Datum der Kontrolle und der Name des Kontrolleurs anzugeben. Auch soll ein Vorschlag für den Zeitpunkt der nächsten Kontrolle der Massnahmeneinheit (Jahr der nächsten Inspektion) gemacht werden.

Sobald die Werkinspektion und die Beurteilung der Zuverlässigkeit der Massnahmeneinheit korrekt abgeschlossen und das Datum eingetragen sind, werden die kontrollierten Schutzbauten und die Massnahmeneinheit in der Collector App blau umrandet dargestellt.

Die Kontrollen sind **bis spätestens Ende Oktober** abzuschliessen, und der Ingenieur Naturgefahren ist über den Abschluss der Kontrollen zu informieren.

Aufgrund der Zustandserfassungen des Kontrolleurs entscheidet der Ingenieur Naturgefahren, ob eine notwendige **Instandstellung im Folgejahr** über das Unterhaltsprogramm der Gemeinde oder ein separates Instandstellungsprojekt auszuführen ist (falls die Instandstellung mehr als Fr. 50'000 kostet, ist normalerweise ein separates Projekt erforderlich). Mit Ausnahme der dringenden **Sofortmass-**

nahmen, die in der Regel nur **bei alarmierenden Schäden** notwendig sind, sind die Instandstellungsarbeiten immer im Folgejahr auszuführen! Sowohl die Sofortmassnahmen als auch alle Instandstellungsarbeiten sind mit dem Ingenieur Naturgefahren abzusprechen.

Der Ingenieur Naturgefahren kontrolliert die mit der Collector App erfassten Werkinspektionen laufend, spätestens aber ab Anfang November. Nach der Validierung der Kontrollen durch den Ingenieur Naturgefahren werden die Resultate der Schutzbautenkontrolle per Anfang des Folgejahrs gesamthaft in den kantonalen Schutzbautenkataster übertragen. Abschliessend informiert der Ingenieur Naturgefahren den Unterhaltsverantwortlichen (in der Regel die Gemeinde) über die Zuverlässigkeit der Massnahmeneinheit (hoch, eingeschränkt, gering) sowie den Zustand der Schutzbauten gemäss Kontrolle.

1.2 Inspektionsturnus

Der Inspektionsturnus der Werkinspektionen ist im kantonalen Schutzbautenkataster hinterlegt. Er wird durch den zuständigen Ingenieur Naturgefahren im Zuge der Ersterfassung sowie aufgrund der Resultate der weiteren Inspektionen (u. a. auch auf Basis des Vorschlags des Kontrolleurs) bestimmt.

Folgende Kriterien sind dafür massgebend:

- geologische und hydrogeologische Verhältnisse (Baugrund)
- Komplexität der Verbauung (Art der Verbauung, Alter, usw.)
- Anfälligkeit der Bauwerke auf äussere Einwirkungen
- Ergebnisse der Werkinspektionen

Standartmässig kommt je nach der Art der zu kontrollierenden Werktypen folgender Turnus zur Anwendung:

- Dämme, Bremsverbau/Bremswerke: alle 5-6 Jahre. Ausnahme: Dämme, die Stauanlagengesetzgebung unterstellt sind, müssen jährlich kontrolliert werden.
- Schneebrücken, Schneenetze, Holzschneerechen, Dreibeinböcke, Verwehungsverbau: alle 3-4 Jahre
- Schutz vor Ausbruch (Netzabdeckungen, Verankerungen, Unterfangungen): alle 3-4 Jahre
- Steinschlagnetze, Pallisaden / Barragen, Steinschlagzäune, Steinschlagvorhänge: alle 1-3 Jahre

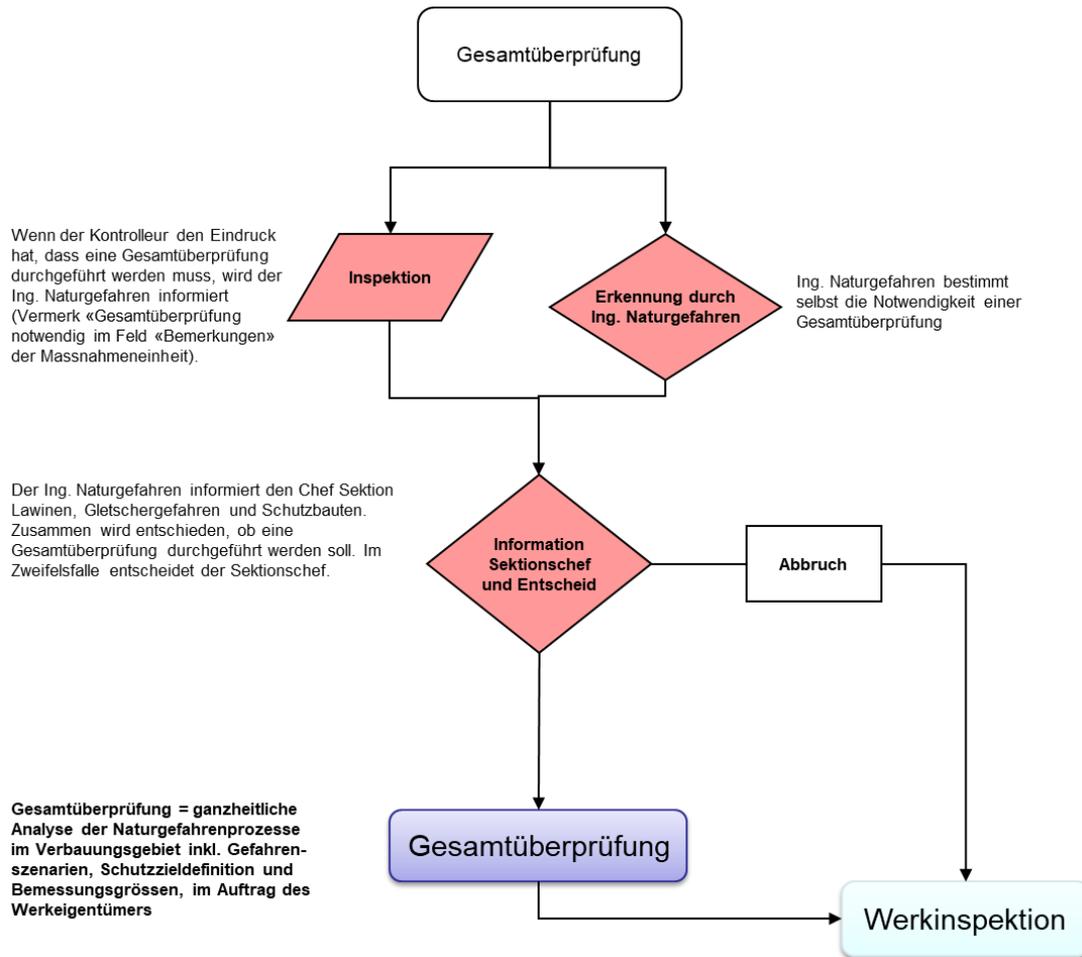
Für die Kontrolle der Schutzbauten gelten im Allgemeinen folgende Grundsätze:

- Pro Massnahmeneinheit gilt grundsätzlich nur ein Inspektionsturnus.
- Der Turnus für die Werkinspektionen wird durch den zuständigen Ingenieur Naturgefahren der DNAGE festgesetzt. Der Turnus kann gemäss obiger Aufzählung zwischen 1 und max. 6 Jahren variieren.
- **Zusätzliche Inspektionen** ausser Turnus können nach besonderen Ereignissen (Starkniederschläge, schneereiche Winter etc.) jederzeit durchgeführt werden. Diese können vom Kontrolleur aufgrund seiner regionalen Erfahrung beim Ingenieur Naturgefahren beantragt oder durch den Ingenieur Naturgefahren der DNAGE angeordnet werden.
- Von den Massnahmeneinheiten, die nicht auf der Zusammenstellung des Ingenieurs Naturgefahren für die Werkinspektion figurieren, ist durch den Kontrolleur **eine jährliche Sichtkontrolle durchzuführen**, wobei diese grundsätzlich auch aus der Ferne möglich ist (z. B. mittels Fernrohr, Fernglas).

1.3 Gesamtüberprüfung

Die Gesamtüberprüfung stellt eine ganzheitliche Analyse der Naturgefahrenprozesse in einem Verbauungsgebiet dar. Im Rahmen einer Gesamtüberprüfung werden die möglichen Gefahrenszenarien, die Schutzzieldefinition und Bemessungsgrößen überprüft und weitere allenfalls notwendige Abklärungen getroffen. Eine Gesamtüberprüfung wird in der Regel von einem spezialisierten Ingenieurbüro durchgeführt.

Die Gesamtüberprüfung kann vom Kontrolleur angeregt oder vom Ingenieur Naturgefahren im Auftrag des Werkeigentümers festgelegt werden.



2 MASSNAHMENEINHEITEN

Eine Massnahmeneinheit ist mit einem Verbauungsgebiet gleichzusetzen. Sie wird aufgrund der nachfolgenden Kriterien definiert:

- Eine Massnahmeneinheit soll alle Schutzbauten enthalten, die zusammen zum Schutz gegen einen Gefahrenprozess beitragen (z. B. alle Werke, die in einem Lawinencouloir erstellt worden sind).
- Eine Massnahmeneinheit soll normalerweise in 1 Arbeitstag kontrolliert werden können. Für den Fall, dass eine Verbauung eine sehr grosse Anzahl zu kontrollierende Schutzbauten umfasst, kann die Massnahmeneinheit alle Werke eines klar abgrenzbaren Gebietes (Couloir, Hang, usw.) beinhalten.
- Für alle Schutzbauten einer Massnahmeneinheit gilt grundsätzlich derselbe Inspektionsturnus. Wenn eine Massnahmeneinheit Schutzbauten mit sehr unterschiedlichem Inspektionsturnus enthält (z. B. Steinschlagnetze, die regelmässig getroffen und entsprechend kontrolliert werden müssen und darunterliegende Lawinerverbauungen), so ist die betreffende Massnahmeneinheit in zwei separate Massnahmeneinheiten zu unterteilen.
- Dasselbe gilt grundsätzlich auch in Bezug auf die Unterhaltsverantwortlichkeit. Für alle Schutzbauten einer Massnahmeneinheit ist immer derselbe Unterhaltsverantwortliche zuständig. Wenn eine Massnahmeneinheit Schutzbauten enthält, für die mehrere Unterhaltsverantwortliche definiert sind (z. B. eine Bahngesellschaft und eine Gemeinde), so ist die betreffende Massnahmeneinheit in zwei separate Massnahmeneinheiten zu unterteilen.
- Die Massnahmeneinheiten tragen normalerweise den Namen des Realisierungsprojektes oder eine aussagekräftige Ortsbezeichnung. Das Einfügen und die Benennung einer neuen Massnahmeneinheit ins Datenmodell werden vom Ingenieur Naturgefahren vorgenommen.

3 NUMMERIERUNG DER SCHUTZBAUTEN

Damit bei der Werkinspektion keine Schutzbauten vergessen gehen, müssen alle Schutzbauten systematisch nummeriert werden. In der Regel ist im kantonalen Schutzbautenkataster jeder Schutzbaute, unabhängig ihrer Geometrie (Punkt, Linie, Fläche) und unabhängig von den verschiedenen Typen von Schutzbauten (z. B. Stahlschneebrücken, Trockensteinmauern, Steinschlagschutznetze, usw.), eine Nummer in Form einer ganzen Zahl zugeteilt.

Bei durchgehenden Verbauungen (z. B. Stahlschneebrücken mit Zwischenwerken, Holzschneerechen) werden die zusammengeschlossenen Werke als Einheit betrachtet und gesamthaft als Einzelwerk nummeriert. Bei einer aufgelösten Verbauungsanordnung werden die Einzelwerke hingegen jeweils alle einzeln nummeriert.

Die Nummerierung der Schutzbauten erfolgt in der Regel nach einem logischen Ablauf für die Werkinspektion und von oben nach unten.

Werden in einer Massnahmeneinheit nachträglich Schutzbauten erstellt, ist eine Nummerierung der ergänzten Schutzbauten mittels Dezimalzahlen möglich (z. B. 12.1 und 12.2).

4 VERANTWORTLICHKEITEN

4.1 Unterhaltsverantwortlicher

Für jede Massnahmeneinheit ist eine unterhaltsverantwortliche Organisation festzulegen (eine Gemeinde, eine private Unternehmung oder Aktiengesellschaft, unter Umständen eine kantonale Dienststelle oder ein Bundesamt).

Bei der Bezeichnung der unterhaltsverantwortlichen Gemeinde ist beim Attribut «Unterhaltsverantwortlicher» diejenige Gemeinde aufzuführen, die für den Unterhalt der Schutzbauten verantwortlich ist (normalerweise ist dies die Gemeinde, die die Beiträge für die Erstellung der Schutzbauten erhalten hat). Die Gemeinde, die für den Unterhalt der Schutzbaute verantwortlich ist, muss nicht zwingend mit der Gemeinde identisch sein, auf deren Territorium die betreffende Schutzbaute liegt (Attribut «Gemeinde»).

4.2 Kontrolleur

Oft führt nicht der Unterhaltsverantwortliche selbst die Werkinspektionen durch, sondern delegiert diese Arbeit an Dritte (z. B. an den Forstbetrieb oder eine Spezialtiefbaufirma). Die Organisation, die die Schutzbautenkontrolle im Auftrag des Unterhaltverantwortlichen durchführt, muss für jede Massnahmeneinheit angegeben werden.

4.3 Verwalter

Für jede Massnahmeneinheit wird ein administrativer Verwalter resp. eine Verwaltungseinheit festgelegt. Für Massnahmeneinheiten mit Schutzbauten, die die Prozesse Lawinen, Sturz und Rutschungen betreffen und die im Rahmen der von der DNAGE subventionierten Vereinbarungen kontrolliert werden, ist dies der zuständige Kreis der DNAGE.

Handelt es sich hingegen um eine Massnahmeneinheit, die Schutzbauten umfassen, die nach heutigen Erkenntnissen nicht mehr subventioniert werden (z. B. Schutzbauten oberhalb Wanderwegen oder Alpen), so ist ein anderer Verwalter festzulegen (meistens die Gemeinde).

5 WEITERE HINWEISE

5.1 Betriebsstatus der Schutzbauten mit Status «ausser Betrieb»

Der Status «ausser Betrieb» bedeutet, dass ein Werk nicht mehr benötigt wird oder nicht mehr im Gelände vorhanden ist. Dabei sind verschiedene Unterkategorien möglich: «ausser Betrieb», «ausser Betrieb-zerstört», «ausser Betrieb-ersetzt» oder «ausser Betrieb-demontiert». Ein «ausser Betrieb-zerstörtes» Werk befindet sich im Gegensatz zu einem Werk mit Status «ausser Betrieb-demontiert» oder «ausser Betrieb-ersetzt» noch vor Ort im Gelände.

Schutzbauten, deren Status «ausser Betrieb» und «ausser Betrieb-zerstört» ist, werden in der Collector App nur als schwarze Linie, Punkt oder Fläche angezeigt. **Sie müssen im Rahmen der Werkinspektion nicht kontrolliert und beurteilt werden.** Der Kontrolleur kann Schutzbauten mit dem Status «ausser Betrieb» und «ausser Betrieb-zerstört» entsprechend auch nicht bearbeiten. Schutzbauten mit Status «ausser Betrieb-ersetzt» und «ausser Betrieb-demontiert» werden in der Collector App nicht dargestellt. Die Geometrie eines Werkes mit Status «ausser Betrieb-ersetzt» oder «ausser Betrieb-demontiert» ist im kantonalen Schutzbautenkataster hingegen weiterhin enthalten.

5.2 Lieferant / Werktyp

Immer wenn der Lieferant sowie der genaue Werktyp einer Schutzbaute bekannt sind, sind diese Informationen bei der Ersterhebung anzugeben. Beispiel: „Geobrugg RXE-1000“ angeben und nicht nur einfach „Geobrugg“ wie bis anhin vielfach üblich.

Die gebräuchlichen Werklieferanten und die verschiedenen Werktypen sind unter dem Attribut «Lieferant» aufgeführt. Falls ein (neuer) Werktyp ergänzt werden soll, der noch nicht in dieser Auflistung enthalten ist, ist die Dienststelle Naturgefahren zu kontaktieren. Bemerkung: bei Schutzbauten, bei denen der Lieferant nicht genau zugewiesen werden kann (z. B. bei Kolktafeln, Stahl-Holz Schneebrücken, usw.), ist beim Attribut «Lieferant» «_unbestimmt» einzusetzen.

ZUSTANDBEWERTUNG LAWINENVERBAU

Zustands- klasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	gut	Keine Schäden	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	annehmbar	erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf beobachten	> 5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials • Verformungen, Dellen in den Rostbalken • Einzelsteine, Auffüllung des Stützrostes mit Erdmaterial / Steinen < ca. 0.5 m
3	schadhaft	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Ge- fährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Reparieren / auswechseln / räumen	2-5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Stark verbogene Rostbalken • Rissbildung in den Rostbalken • Erosion um Fundamentsockel < 10-20 cm • Auffüllung des Stützrostes mit Erdmaterial / Steinen ca. 0.5 m
4	Schlecht	Schwachstellen und Schä- den, Gefährdung der Tragsi- cherheit	Mittlere Dringlichkeit Instandsetzung oder Erneue- rung in 1-2 Jahren	1-2 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Leicht gekrümmte Stützen • Verschobene Briden • Eingedrückte Mikropfahlverankerung • Freigelegte Verankerungen > 20-40 cm (noch intakt) • Auffüllung des Stützrostes mit Erdmaterial / Steinen > ca. 0.5-0.7 m
5	Alarmierend	Starke Beschädigung oder Zerstörung, akute Gefähr- dung oder bereits Verlust der Tragsicherheit	Hohe Dringlichkeit Sichernde Sofortmassnah- men mit anschliessender Instandsetzung oder Erneue- rung	< 1 Jahr	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeknickte oder herausgehobene Stüt- zen • Gebrochene Träger • Gebrochene, ausgezogene Anker • Ausgeknickte Mikropfähle • Gerissene Seile

ALLGEMEIN

Die folgenden Schadensbilder wurden für die Inspektion von Stahlschneebrücken, Schneenetzen, temporären Verbauungen sowie für Werktypen des Verwehungsverbaus zusammengestellt und sollen bei der visuellen Kontrolle eine Hilfe sein. Sie enthalten die häufigsten Schäden an Stützwerken. Mit einem geübten Auge können Verschiebungen, Verformungen, Setzungen und Schäden anhand der veränderten Stützwerkgeometrie erkannt werden.

STAHLSCHNEEBRÜCKEN (OBERBAU)

Rostbalken	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	Verformung (Dellen) der Rostbalken	Keine, beobachten
	Durchbiegung (Balkenmitte, Kragarme)	Zurechtbiegen, reparieren
	Rissbildung. Wasser läuft nicht mehr ab	Ersetzen
	Grund: Überschneien, Schneegleiten, Steinschlag	
	Defekte Befestigung der Rostbalken (gebrochene Bügel, gebrochene, fehlende oder lose Schrauben)	Ersetzen
	Besonders heikel bei Richtungswechsel der Rostbalken (konvexe Lage)	
	Grund: Schneedruck, Lawinen und Steinschlag	
	Fehlende Balken/ Zwischenbalken	Ersetzen
	Grund: Windböen, Sturm, Lawinenaufprall, Steinschlag, Temperaturschwankungen	
	Auffüllung des Stützrostes mit Steinen/ Erdmaterial	Ab ca. 0.5 m Überdeckung Material entfernen und wenn nötig stabilisieren
	Heikel ab einer Reduktion der Wirkungshöhe von ca. 0.5 m	Ursache der Bodeninstabilität feststellen und beheben
	Grund: Erosion od. Rutschung	

Träger	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verbiegung, seitliches Kippen des Trägers</p> <hr/> <p>Verbiegung der Anschlusslaschen. Im Steg des Trägers können Risse oder Verformungen auftreten, erkennbar an Verfärbungen und Rost-Abplatzungen</p>	<p>Ersetzen, wenn Träger nicht mehr auf Stütze</p> <hr/> <p>Keine, beobachten oder Einbau verstärkter Träger</p>
	<p>Bruch der Bolzen</p> <hr/> <p>Grund: Überschneien, Überlastung des Trägers</p>	<p>Ersetzen</p>
	<p>Fehlende Bolzen oder Splinten</p> <hr/> <p>Position der Bolzen</p> <hr/> <p>Grund: Baumangel, Vibrationen durch Sturm</p>	<p>Ersetzen</p> <hr/> <p>Kontrollieren</p>

Stütze/Riegel	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verbiegung (erkennbar, wenn die Stützen einer Reihe von der Seite betrachtet werden) in Talrichtung</p> <p>Ausknicken in Talrichtung</p> <p>Grund: Anhängen der Schneedecke, Überlastung</p>	<p>Aufnahme der Ausbiegung</p> <hr/> <p>Verhältnis der Ausbiegung zur Stützenlänge:</p> <p>< 0.2% der Fabrikationslänge -> keine Massnahmen</p> <p>0.2 – 0.4% der Fabrikationslänge -> Stütze um 180° drehen und beobachten</p> <p>> 0.4% der Fabrikationslänge -> Ersatz mit verstärkter Stütze (z.B. Doppelstütze)</p>
	<p>Verbiegung Anschlusslaschen</p> <hr/> <p>Aufgerissene Stützenschuhe</p> <hr/> <p>Grund: Anhängen der Schneedecke, Überbelastung durch Überschneien</p>	<p>Stützenschuh verstärken</p> <hr/> <p>Stütze / beschädigte Teile ersetzen</p>
	<p>Fehlende Bolzen, Schrauben</p> <p>Sturmsicherung</p> <hr/> <p>Grund: Baumangel, Wind, Schneedruck</p>	<p>Fehlende Bolzen ersetzen</p>

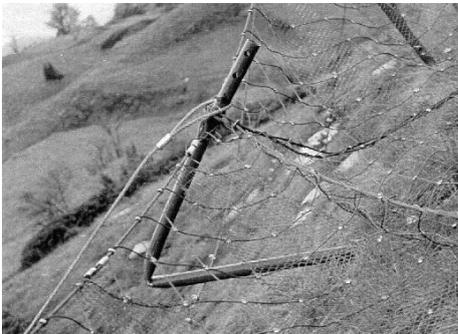
HOLZSCHNEERECHEN- UND BRÜCKEN

Stützen/ Pfetten/ Rosthölzer	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Fäule (an verschiedenen Komponenten)</p> <hr/> <p>Grund: Kontakt des Holzes mit dem Boden, Vegetation</p>	<p>Ersatz einzelner Komponenten, wo möglich, im Extremfall Verzicht auf Werk oder Ersatz des gesamten Werkes</p>
	<p>Verbauung mit Steinen hinterfüllt</p> <hr/> <p>Rosthölzer beschädigt</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, kleine Hangrutschungen</p>	<p>Keine Massnahmen bis zu einer Hinterfüllung von max. 0.5m oder 2 Balken ab Boden</p> <hr/> <p>Rosthölzer ersetzen</p>
	<p>Allgemein Risse in den Hölzer (verschiedene Komponenten)</p> <hr/> <p>Fäule (an verschiedenen Komponenten)</p> <hr/> <p>Grund: Schwinden und Quellen des Holzes, Sonnenbestrahlung, Kontakt des Holzes mit dem Boden, Vegetation, natürlicher Alterungsprozess des Holzes</p>	<p>Risse sind nur bei den Stützen relevant. Diese dürfen nicht auseinander reissen. Bei Bedarf mit Stahlband sichern</p> <hr/> <p>Ersatz der einzelnen Komponenten. Wenn sinnvoll, das ganze Werk ersetzen</p>
	<p>Absackung der Fundamentstütze</p> <hr/> <p>Grund: Schneedruck, Bodenbewegungen</p>	<p>Fundament verstärken</p>

Stützen/ Pfetten/ Rosthölzer	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Bruch der Rosthölzer</p> <hr/> <p>Fehlende Hölzer oder Zwischenstücke</p> <hr/> <p>Grund: Schneedruck, Steinschlagtreffer, Lawinenaufprall, Steinschlag</p> <p>(Bild: Intaktes Werk)</p>	<p>Ersetzen</p> <hr/> <p>Ersetzen</p>
	<p>Defekte Befestigung der Rosthölzer an den Stahlträger</p> <hr/> <p>Grund: Schneedruck, Lawinenaufprall, Steinschlag</p>	<p>Befestigung wiederherstellen</p>
	<p>Setzen der Stütze, erkennbar durch veränderte Geometrie zwischen Stütze und Träger</p> <p>Verbiegen, seitliches Kippen des Trägers</p> <p>Je nach Stützenart unterschiedlich, ausführlicher Beschrieb → siehe Foundation</p> <hr/> <p>Grund: Bodenbewegung, Lawinen, Steinschlag, Überbelastung</p>	<p>Reparieren oder durch Stahlschneebrücke ersetzen</p>

SCHNEENETZE (OBERBAU)

Netz und Befestigungen	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Netzrandseil, Randverstärkungsseil, Maschenseil, Durchhang</p>	<p>Nachspannen Durchhang kontrollieren</p>
	<p>Zustand/Befestigung Netzabdeckung</p>	<p>Anker kontrollieren und Schadenursache beheben</p>
	<p>Grund: Zu großer Durchhang kann auf eine Lockerung des Abspannseils oder der Verankerung hindeuten</p>	
	<p>Verdrehte oder beschädigte Netzrandkautschuken</p>	<p>Keine, beobachten, ev. richten oder ggf. defekte Teile ersetzen</p>
	<p>Verschobene Maschenseile Scheuerungsstellen!!</p>	<p>Richten, kontrollieren</p>
	<p>Zustand Netzrandseil im Bereich der Kautschukenden kritisch prüfen (Reibung)</p>	<p>Kontrolle Beschädigung Netzrandseil</p>
	<p>Heikel sind die älteren Modelle, wo Alu-Klötzchen herausfallen</p>	<p>Alu-Klötzchen mit Splint sichern</p>
<p>Grund: Befestigung Maschenseile ungenügend</p>		
Abspannseil talseitig	Schaden, Beobachtungen	Massnahme
	<p>Fehlende gleichmässige Spannung der Abspannseile (nicht zu stark gespannt!) → Drahtseilklemmen werden bei starkem Seilzug verschoben</p>	<p>Kontrolle Spannung Nachspannen gemäss Bauvorschriften/Montageanleitung Werklieferant</p>
	<p>Position und Klemmwirkung der Drahtseilklemmen</p>	
Befestigungsseil bergseitig	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Position und Klemmwirkung der Drahtseilklemmen ungenügend</p>	<p>Korrektur, defekte Teile ersetzen</p>
	<p>Zustand Befestigungsseil (Scheuerungsstellen, Drahtbrüche)</p>	
	<p>Zusammenschieben der Drahtseilklemmen</p>	
<p>Grund: Überbelastung durch Schneedruck, Steinschlag, etc.</p>		

Stützen	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Neigung abweichend Netzfelder gefüllt Abspannungen unterschiedlich gespannt resp. durchhängend</p> <hr/> <p>Grund: Steine, Blöcke oder Erdmaterial (durch Ereignis oder kontinuierliche Ablagerung) ziehen ein oder mehrere Netzfelder einseitig, so dass eine oder mehrere Stützen zu stark bergseitig oder zu stark seitlich geneigt sind. Die Schneelastwirkung im Winter kann zu Schäden an der Stütze oder deren Fundament führen</p>	<p>Netzfeld(er) räumen, Stütze(n) neu ausrichten und Seile neu abspannen</p>
	<p>Neigung Zustand Stütze (Durchbiegung) Zustand Sprossen/Stahlrohr Position, Geometrie (Verdrehung)</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung der Stütze. Verdrehung der Stütze durch ungleichmäßige Belastung oder Steinschlag</p>	<p>Kontrolle und ggf. ersetzen beschädigter Teile</p>
	<p>Position Stützenfuss Bergseitiges Anstehen an Fundament (im Winter kippt Stütze bergwärts!)</p> <hr/> <p>Stützenfuss nicht in Pfanne</p> <hr/> <p>Verschmutzung oder Steine am Stützenfuss (Blockierung Gelenk)</p> <hr/> <p>Verkippen des Fundaments</p>	<p>Keine, Beobachten</p> <hr/> <p>Stützenfuss wieder in Pfanne setzen</p> <hr/> <p>Pfanne reinigen</p> <hr/> <p>Fundament ersetzen oder Bodenplatte richten</p>
<p>Grund: Infolge starker Sturmwinde kann die Stütze aus der Pfanne gehoben werden</p> <hr/> <p>Grund: Wenn die Schneedecke anhängt, „baucht“ das Abspannseil in Talrichtung aus</p>		

KOLKTAFELN UND KOLKKREUZE (OBERBAU)

Bretter	Schaden/ Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Weggebrochene Bretter</p> <hr/> <p>Grund: Wind und Schneedruck</p>	<p>Ersetzen und evtl. mit Latten an der Kreuzschiene verstärken</p>
Kreuzschiene	Schaden/ Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verbogene oder - wenn aus Holz - gebrochene Kreuzschiene</p> <hr/> <p>Grund: Wind und Schneedruck</p>	<p>Richten und verstärken oder ersetzen</p>
	<p>Lose Verschraubung zwischen Bretter und Kreuzschiene</p> <hr/> <p>Grund: Vibrationen durch Wind. Arbeiten von Stahl unter Wechselwirkung von Hitze und Kälte</p>	<p>Schrauben nachziehen</p>

TREIBSCHNEEZÄUNE (OBERBAU)

Pfeiler und Stützen	Schaden/ Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Schiefstehende Pfeiler oder ganze Werksreihe</p> <p>Grund: Starke Windböen oder Schneedruck</p> <p>(Bild: intaktes Werk)</p>	<p>Richten der Pfeiler. Wenn notwendig mit Stützen verstärken</p>
	<p>Verschraubung an Pfeiler lose oder fehlend</p> <p>Bügel bei Bretternahmestelle lose oder fehlend</p> <p>Grund: Vibrationen durch Wind, Arbeiten der Stahlteile durch Wärme und Kälte</p> <p>(Bild: intaktes Werk)</p>	<p>Schrauben nachziehen oder ersetzen</p>
	<p>Schrauben an Verstrebung oder Pfeiler lose oder fehlend</p> <p>Grund: Vibrationen durch Wind, Arbeiten der Stahlteile durch Wärme und Kälte</p> <p>(Bild: intaktes Werk)</p>	<p>Schrauben nachziehen oder ersetzen</p>

SCHNEEDÜSEN

Bretterdach	Schaden/ Beobachtungen	Massnahmen
	Einzelne Bretter fehlen	Bretter ersetzen
	Lockere Verschraubung	Schrauben nachziehen
	Grund: Verschraubung nicht mehr funktionstüchtig. Durch Fäule und Wind aus der Verankerung gerissen, Vibrationen durch Wind (Bild: intaktes Werk)	
Verstreben	Schaden/ Beobachtungen	Massnahmen
	Verstrebung zwischen Stütze und Dach verbogen oder gebrochen	Stärkere Verstreben montieren
	Grund: Schneedruck auf dem Dach zu gross	
	Verstrebung an Schweissstelle abgerissen	Verstrebung neu fixieren oder verstärken
	Grund: Schneedruck auf dem Dach zu gross. Starke Windböen, Konstruktionsfehler	

FUNDATIONEN STAHLSCHNEEBRÜCKE, SCHNEENETZE, UND VERWEHUNGVERBAU

Grundplatte	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Freilegung durch starke Erosion</p> <hr/> <p>Ungenügende Überdeckung</p> <p>Vorderkante Grundplatte - OK Terrain bündig: kritische Entwicklung insbesondere in locker gelagerten Böden möglich</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Überbelastung</p>	<p>Keine, beobachten</p> <hr/> <p>Stützenverlängerung bei flacherem Gelände und leichter Erosion (Grundplatte mind. 50 cm im gewachsenen Boden)</p> <hr/> <p>Betonsockel erstellen (50 cm im gewachsenen Boden), mit Verankerung (steiles Gelände, starke Erosion)</p>
		<p>Setzung</p> <hr/> <p>Verschiebung in Talrichtung</p> <p>Spannung der Befestigungsseile bei Grundplatten von Schneenetzen</p> <p>Seitliches Verkippen</p> <p>Auf gleichmässiges Aufliegen achten</p> <p>Verbiegung Plattenelemente</p> <hr/> <p>Grund: Durchnässter Boden, ungleichmässige Belastung (Fels- Lockergestein), Kriechen des Hanges</p> <p>(Bild: intaktes Werk)</p>
Mikropfahl	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Setzung Mikropfahl</p> <p>Erkennbar durch veränderte Geometrie (Winkel Stütze-Träger oder bei Riegel Werken Winkel Ankerzange-Träger: 15°-> ca. 0°)</p>	<p>Keine, beobachten, ggf. Mikropfahl ersetzen</p> <p>bewehrten Betonsockel erstellen, ergänzt mit talseitigem Mikropfahl</p> <p>Bodenstabilisierung (z.B. Grünverbau)</p> <p>Werkgeometrie gem. Systemlieferant prüfen</p>
		<p>Bei zentrischem Eindringen kurzfristig weniger problematisch</p> <hr/> <p>Grund: Zu kurze Bohrtiefe, Überlastung</p>

Mikropfahl	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Seitliches Ausknicken/Verbiegen des Mikropfahls</p> <p>Insbesondere bei Schneenetzen heikel.</p> <p>Bei Stahlwerken ist seitliches Wegdrücken selten problematisch</p> <hr/> <p>Grund: Bodenbewegungen, Überbelastung</p>	<p>Foundation / Anker / Mikropfahl ersetzen</p> <p>Bewehrten Betonsockel erstellen; evtl. Zusatzanker</p> <p>Bodenstabilisierung</p>
	<p>Freilegung Mikropfahl</p> <p>Überstand (Pfahlkopf-Boden)</p> <p>Ab einem Überstand von ca. 10-20 cm kritisch, wenn kein Zusatzanker vorhanden oder Boden sehr locker gelagert ist.</p> <p>Mit Zusatzanker und Rohr: Überstand ab ca. 30-40 cm kritisch</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Bodenbewegungen</p>	<p>Keine, beobachten</p> <hr/> <p>Bei Überstand 10-20 cm (ohne Stabilisierungsrohr) oder 30-40 cm (mit Stabilisierungsrohr) Sanierung mit bewehrtem Betonsockel prüfen</p> <p>Bodenstabilisierung (z.B. Grünverbau)</p>
	<p>Freilegung/Unterhöhung durch starke Bodenerosion >20 cm</p> <p>Verkippen, Stabilität</p> <p>Bei kompletter Freilegung kann Fundament weggedrückt werden.</p> <p>Insbesondere bei ungenügender Verankerung im Untergrund (kein Mikropfahl oder Anker)</p>	<p>Keine, beobachten</p> <p>Betonsockel verstärken</p> <p>Ersatz Betonsockel</p> <p>Bodenstabilisierung (z.B. Grünverbau)</p>
	<p>Ausknicken Mikropfahl in Talrichtung</p> <hr/> <p>Rissbildung hinter Pfahl. Sehr heikel insbesondere bei älteren Werken, wo Stütze nur auf einem Mikropfahl ohne Zusatzanker steht</p> <p>Irreversibler und progressiver Vorgang, Werk stürzt ein</p> <p>Erkennbar an Schiefstellung (Winkel Stütze-Pfahlachse) und Rissen im Boden</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung, Konstruktionsfehler</p>	<p>Foundation / Anker / Mikropfahl ersetzen (Gelenkpunkt auf planmässige Position)</p> <hr/> <p>bewehrten Betonsockel mit Stabilisierungsanker erstellen</p> <p>Bodenstabilisierung</p>

Stabanker	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Gebrochener Stabanker Deformierter, verbogener Stabanker Anschlüsse: gelockerte Schrauben Überstand Ankerkopf</p> <hr/> <p>Grund: Material- oder Montagefehler, Vibrationen durch Wind, Bodenverschiebung, Überbelastung durch Schneedruck, Lawine oder Steinschlag</p>	<p>Ersatz defekter Teile; evtl. verstärkte Teile</p> <p>Schadenursache beheben (z.B. Steinschlag, Erosion, Montage)</p> <p>Montage kontrollieren</p>
	<p>Ausgerissener Anker mit Mörtelsäule Ausgerissener Anker ohne Mörtelsäule Kontrolle der Mörtelsäule durch Ausgraben Erkennbar an veränderter Geometrie (Winkel Stütze-Pfahl, Stütze-Träger, Ankerzange-Träger)</p> <hr/> <p>Grund: Ungenügende Ankerlänge (Bohrprotokoll!), Ungenügende Vermörtelung, Überbelastung</p>	<p>Bohrprotokolle und Mörtelsäule kontrollieren (Mörtel, Ankerlänge)</p> <p>Anker ersetzen, eventuell längere oder stärkere Anker</p>
	<p>Überstand Ankerkopf-Boden Anker freigelegt Mörtelsäule gerissen/zerstört Überstand >20 cm kritisch, da Anker auch durch Biegung beansprucht wird.</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Bodenbewegungen</p>	<p>Keine, beobachten</p> <p>Bei Überstand > 20 cm (ohne Stabilisierungsrohr) oder > 40 cm (mit Stabilisierungsrohr) Sanierung mit bewehrtem Betonsockel prüfen</p> <p>Bodenstabilisierung (z.B. Grünverbau)</p>
	<p>Risse in der Bodenplatte</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung, Materialfehler</p>	<p>Montage / Geometrie überprüfen</p> <p>Bodenplatte ersetzen</p>

Seilanker	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Veränderte Position Seilankerkopf Veränderte Netzgeometrie</p>	<p>Montage / Geometrie überprüfen</p>
	<p>Gelockerter, eingedrückter Seilanker Herausgezogener Seilanker Heikel in locker gelagerten Böden</p>	<p>Verstärkung mit bewehrtem Betonsockel Anker ersetzen, eventuell längere oder stärkere Anker</p>
<p>Grund: Überbelastung, Montagefehler</p>		
	<p>Riss-Verformung Korrosionsschutzrohr</p>	<p>keine, beobachten</p>
	<p>Risse im Mörtel</p>	<p>Montage / Geometrie überprüfen</p>
	<p>Rost/Korrosion Drahtseil Verformung Kausche</p>	<p>Verstärkung mit bewehrtem Betonsockel</p>
	<p>Durch starke Zugbelastung kann das Korrosionsschutzrohr deformiert werden oder reißen</p>	<p>Anker ersetzen, eventuell längere oder stärkere Anker</p>
<p>Grund: Überbelastung, Montagefehler</p>		
Betonfundamente	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Risse Abplatzungen Zerbröckeln</p>	<p>keine, beobachten Gelände überprüfen Verstärkung Betonsockel Ersatz Betonsockel</p>
	<p>Grund: Bodenbewegungen, Verwitterung</p>	
	<p>Freilegung durch leichte Bodenerosion <20cm</p>	<p>Keine, beobachten Betonsockel verstärken</p>
	<p>Verkippen</p>	<p>Bodenstabilisierung (z.B. Grünverbau)</p>
	<p>Infolge ungleichmässiger Abstützung kann Fundament in Talrichtung kippen</p>	
<p>Grund: Bodenbewegung, Erosion</p>		
	<p>Weggedrücktes, umgekipptes Betonfundament</p>	<p>Ersatz Betonsockel Bodenstabilisierung (z.B. Grünverbau)</p>
	<p>Grund: Bodenerosion, ungenügender Verbund mit Untergrund, zu kleine Abmessungen, exzentrische Belastung</p>	

DETONATIONSSYSTEME FÜR DIE KÜNSTLICHE LAWINENAUSLÖSUNG

Sprengmasten	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Risse oder Erosion am Fundament</p> <hr/> <p>Risse oder lose Verschraubungen der Bodenplatte</p> <hr/> <p>Veränderte Geometrie oder Beschädigungen des Mastes durch Steinschlagereignisse</p>	<p>Beobachten</p> <hr/> <p>Verschraubungen nachziehen</p> <hr/> <p>Beschädigte Fundamente instandstellen</p>
	<p>Risse am Zündrohr-Fundament und Verankerungsfundamenten</p> <hr/> <p>Schäden an Leitungen</p> <hr/> <p>Grund: Bodenbewegung, Steinschlag, Verwitterung</p>	<p>beschädigte Fundamente reparieren</p> <hr/> <p>Ersetzen</p>

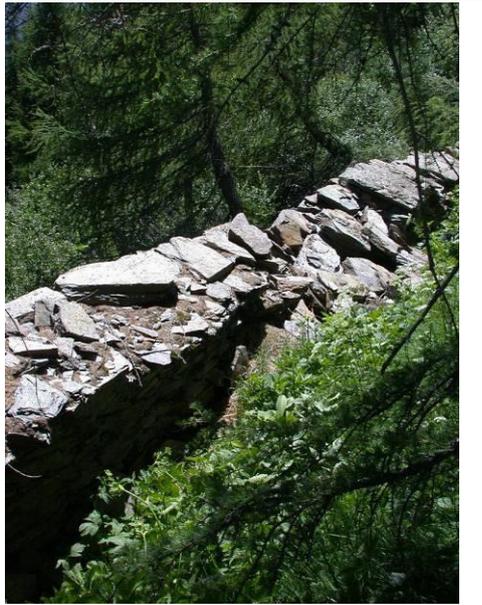
DÄMME (LEIT- UND AUFFANGDÄMME)

Auslaufwerke	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verminderte Wirkungshöhe Aufstauung von Rüfematerial oder Steinschlagmaterial im Auffangraum</p> 	<p>Entleeren sobald Wirkungshöhe gemäss Projekt wesentlich vermindert ist</p>
Lawinendamm	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Durchwurzelung der Dammmauer</p> 	<p>Frühzeitige Entfernung der einwachsenden Bäume</p>
	<p>Bewaldung des Stauraumes (Auffangdamm)</p>	<p>Entfernen der Bäume im Stauraum falls Verklauungsgefahr beim Durchlauf besteht</p>
	<p>Erosion an der Dammkrone</p>	<p>Netzabdeckung installieren Begrünung/ Bepflanzung Ggf. Holzkasten erstellen</p>

Dammkonstruktion	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Holz im Bachgerinne</p> <p>Bewaldung des Oberlaufs</p>	<p>Liegendes Holz im Gerinne zersägen</p> <p>Entfernen der Bäume im Bachlauf falls Verklauungsgefahr beim Durchlauf besteht</p>
	<p>Verformung der Dammmauer</p> <p>Grund: Geländebewegungen, Instabilität der Mauer, ungenügende Frosttiefe</p>	<p>Beobachten</p> <p>Gelände- und Mauer einmessen</p> <p>Instandstellung, Fundation ausbessern</p>
<p>Kein Bild vorhanden</p>	<p>Vernässungen</p> <p>Sickerleitungen oder Entwässerungsrohre defekt bzw. fehlend</p> <p>periodische Kontrollen</p>	<p>Spülungen (Druckfass, Spülwagen)</p> <p>bei Verdacht auf Defekte: Kanalfernsehen</p> <p>Instandstellungen</p>
	<p>Geotextil ist sichtbar und somit der UV-Strahlung ausgesetzt -> deutlich erhöhte Alterung und dann durch Risse Verlust an Dammfüllung = Verlust der Tragfähigkeit</p> <p>Grund:</p> <p>a) Mangelhafte Ansaat (falscher Zeitpunkt) oder</p> <p>b) Unsachgemässer Einbau (hinter der Böschungsfrent sollte auf einer Breite von 20-30 cm durchwurzelungsfähiges, feinkörniges Erdmaterial von Hand eingebaut sein)</p>	<p>Erneuter Begrünungsversuch (mit Bewässerung)</p> <p>Evtl. Nachträglich feinkörniges Erdmaterial an der Böschungsfrent einbringen -> Machbarkeit mit Systemhersteller prüfen</p> <p>Evtl. Minimaler Schutz mit Begrünung von oben (Hängepflanzen)</p> <p>Beobachten und vorzeitigen Ersatz einplanen</p>

TROCKENMAUERN

Aufbau der Mauer	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verformung der Mauer. Ausbruch von Mauerteilen</p> <hr/> <p>Grund: Geländebewegungen, Instabilität der Mauer, schlechtes Mauergefüge, Schneedruck</p>	<p>Instandstellung mit Vermörtelung, allenfalls Vernagelung</p>
	<p>Verschobene Mauerkrone, Fehlen einzelner Steine</p> <hr/> <p>Grund: Geländebewegungen, Schneedruck, Steinschlag</p>	<p>Instandstellung</p>
	<p>Mauereinsturz</p> <hr/> <p>Grund: Geländebewegungen, Steinschlag</p>	<p>Falls Mauer notwendig: Wiederaufbau, allenfalls mit Vermörtelung</p>

Aufbau der Mauer	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	Durchwurzelung des Mauerkörpers. Grund: Natürliche Ansamung, Aufwuchs	Entfernen der Bäume und Sträucher bereits im jungen Alter
	Erosionsprozesse hinter der Mauer Grund: Mangelhaftes Hinterfüllungsmaterial, starke Niederschläge, Mauer nach vorne gekippt	Hinterfüllen mit geeignetem Material. Allenfalls Zusatz von Mörtel prüfen, gegen Kippen sichern
	Schwächung des Mauerfundaments. Grund: Geländebewegungen, ungenügende Fundation	Falls Mauer notwendig: Fundament mit Betonvorbau ergänzen, Vermörtelung, allenfalls Neubau

ZUSTANDBEWERTUNG STEINSCHLAGVERBAU

Zustands-klasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	gut	Keine Schäden	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	annehmbar	erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf beobachten	> 5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials
3	schadhaft	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Reparieren / auswechseln / räumen	2-5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Leicht gekrümmte Stützen (Krümmung < 15°) • Erosion um Fundamentsockel < 10-20 cm
4	Schlecht	Schwachstellen und Schäden, Gefährdung der Tragsicherheit	Mittlere Dringlichkeit Instandsetzung oder Erneuerung in 1-2 Jahren	1-2 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Gekrümmte Stützen (Krümmung > 15°) • Lose Rückhalte- und Abspannseile • Verschobene Briden • Gezogene Bremsselemente • Eingedrückte Mikropfahlverankerung • Freigelegte Verankerungen > 20-40 cm (noch intakt)
5	Alarmierend	Starke Beschädigung oder Zerstörung, akute Gefährdung oder bereits Verlust der Tragsicherheit	Hohe Dringlichkeit Sichernde Sofortmassnahmen mit anschliessender Instandsetzung oder Erneuerung	< 1 Jahr (nächstes Ereignis)	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeknickte oder herausgehobene Stützen • Gerissene Seile • Gebrochene, ausgezogene Anker • Ausgeknickte Mikropfähle

ALLGEMEIN

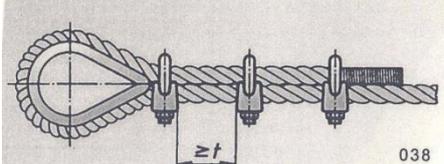
Die folgenden Schadensbilder wurden für die Werkinspektion von Steinschlagverbauungstypen zusammengestellt und sollen bei der visuellen Kontrolle eine Hilfe sein. Mit einem geübten Auge können Verschiebungen, Verformungen, Setzungen und Schäden anhand der veränderten Werksgeometrie erkannt werden. Wichtige Hinweise finden sich auch in den Wartungshandbüchern der entsprechenden Systemlieferanten.

STEINSCHLAGNETZE (OBERBAU)

Netz	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	Durchhang des Netzes zu gross	Nachspannen
	Verminderte Restnutzungshöhe	Seile und Anker kontrollieren und Schaden beheben
	Ein zu grosser Durchhang kann auf eine Lockerung oder Abtrennung der Abspannseile / Rückhalteseile hindeuten	
	Lose Rückhalte- und Abspannseile	Nachspannen Anker kontrollieren
	Grund: Bodenbewegungen, Ereignisse	
	Hinter den Netzwerken liegen einzelne Steine, Baumstämme, Wurzelstöcke	Räumung
	Die Werke sind teilweise oder vollständig hinterfüllt	
	Grund: Steinschlag, Baumschlag, Erosion, Murgang	
	Maschendrahtgeflecht ist beschädigt	Maschendrahtgeflecht wieder über ganze Netzfläche anbringen. Lücken schliessen
		Maschendrahtgeflecht ersetzen
	Grund: Steinschlagereignis	

Netz	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Steinschlagnetz stark beschädigt</p> <hr/> <p>Maschendrahtgeflecht stark beschädigt</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlag, Baumschlag</p>	<p>Schutznetz auf Seilschäden prüfen, Kreuzklemmen ersetzen oder ggf. Netz auswechseln</p> <hr/> <p>Maschendrahtgeflecht wieder über ganze Netzfläche anbringen.</p> <p>Jede schadhafte Stelle muss behoben werden</p>
	<p>Deformation der Drahringe</p> <p>Ringdrähte zusammengedrückt oder stark verbogen</p> <p>Drahring weist Bruchstellen auf</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlag, Baumschlag, Hinterfüllung</p>	<p>Netz ersetzen</p>
	<p>Lücken in Diagonal- Drahtseilnetz</p> <p>Fehlende Kreuzklemmen im Diagonalseilnetz</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlagereignis oder Hinterfüllung</p>	<p>Fehlende Kreuzklemmen ersetzen, notfalls Bügelseilklemmen verwenden (Angaben Werklieferant; vgl. auch oben)</p> <p>Bei starker Beschädigung Diagonaldrahtseilnetz ersetzen</p> <p>Ev. Lücken temporär mit Stahlseilen schließen</p>
	<p>Lockeres unteres Tragseil</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlag, Baumschlag, Schneedruck, gelöste Bügelseilklemmen</p>	<p>Nachspannen</p> <p>Seilklemmen kontrollieren</p> <p>Bei kleinen Lücken evtl. Diagonalnetz einbauen, bei grösseren Lücken (> 0.5m) auf Grund von Erosion, Bodenabschlussnetz einbauen</p>

Stützen	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Neigung der Stütze</p> <hr/> <p>Position, Geometrie</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlagereignis oder Hinterfüllung auch in benachbarten Werkfeldern</p>	<p>Nachspannen</p> <hr/> <p>Seile und Anker kontrollieren und Schaden beheben</p> <hr/> <p>siehe auch Wartungshandbuch Lieferant</p>
	<p>Stützentreffer</p> <hr/> <p>Stütze ist beschädigt</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlagereignis, Baumschlag</p>	<p>Ersetzen beschädigter Teile</p> <hr/> <p>Ersetzen der Stütze</p> <hr/> <p>Austausch Stütze, falls diese um mehr als 15° verbogen ist</p>
		

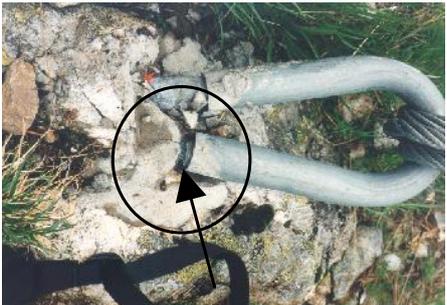
Seile / Bremselemente	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Gleichmässige Spannung der Abspannseile (nicht zu stark gespannt!)</p> <hr/> <p>Zustand Abspannseil</p> <p>Durch starken Seilzug können Drahtseilklemmen verschoben werden</p>	<p>Kontrolle Spannung</p> <p>Nachspannen gemäss Bauvorschriften / Montageanleitung Werklieferant</p> <hr/> <p>Seile kontrollieren</p>
	<p>Position und Klemmwirkung der Drahtseilklemmen</p> <p>Drahtseilklemmen falsch angebracht oder ungenügend angezogen</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung durch Steinschlag, Hinterfüllung oder ev. Schneedruck</p>	<p>Drahtseilklemmen wieder korrekt anbringen</p> <p>Anziehmoment gemäss Abgaben Systemlieferant prüfen (mit Drehmomentschlüssel)</p> <hr/>
	<p>Schema: Korrekt montierte Seilklemmen (vgl. Anzugsdrehmomente Register 9)</p>	
	<p>Beschädigung der Seile</p> <p>Gequetschte oder gerissene Drähte</p> <p>Geknickte Seile</p> <p>Gebrochene Stränge</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung, Seiltreffer, Korrosion</p>	<p>Austausch Seil/Seilteil falls >10% des Querschnittes angegriffen und/oder ein deutliches Knicken im Seil feststellbar und/oder ein bis mehrere Stränge gebrochen</p> <hr/>
	<p>Beanspruchte Bremsringe bei Rückhalte-seilen</p> <hr/> <p>Beanspruchte Bremsringe bei Tragseilen</p>	<p>Bremselement ersetzen</p> <p>Ggf. Seil ersetzen, nachspannen</p> <p>Austausch Bremsring ab ca. 50% Ausdehnung (ca. 40cm)</p> <hr/> <p>Ggf. Seil ersetzen</p> <p>Werkreihe nachspannen</p> <p>Austausch Bremsring ab ca. 50% Ausdehnung (ca. 40cm)</p> <hr/>
	<p>Grund: Steinschlagereignis, Baumschlag</p>	

Seile / Bremselemente	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Beanspruchte (rechts) und nicht beanspruchte (links) Bremsplatten</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlagereignis, Baumschlag</p>	<p>Seil und Bremselement auf Beschädigungen kontrollieren.</p> <p>Beanspruchte Bremselemente müssen ab einer Verkürzung von ca. 50% der Bremschlaufe ersetzt werden</p>
	<p>Riss in Bemsring Risslänge < 10 cm</p>	<p>beobachten, keine Massnahme</p>
	<p>Riss in Bremsring Risslänge 10- 30 cm</p>	<p>Schlauchbriden montieren, Typ ABA-Briden 32 – 44 mm, rostfreie Ausführung</p> <p>Risslänge: 10 bis 12 cm => 2 Stk 12 bis 20 cm => 3 Sk 20 bis 30 cm => 4 Stk</p> <p>Anziehdrehmoment 2 Nm</p>
	<p>Riss in Bremsring Risslänge > 30 cm</p>	<p>Auswechseln des Bremsrings gemäss Wartungshandbuch</p>

FUNDATION STEINSCHLAGNETZE

Grundplatte und Betonsockel	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Gebrochene Grundplatte</p> <p>Grund: Zu grosse seitliche Belastung durch Steinschlagereignisse oder Baumschlag</p>	<p>Grundplatte auswechseln</p> <p>Tragseile nicht an Randstützen fixieren sondern an einen separaten seitlichen Anker befestigen</p> <p>Seitliche Abspannung kontrollieren/ verbessern</p>
	<p>Verbindung Stütze- Grundplatte gebrochen</p> <p>Grund: Steinschlagereignis, Baumschlag</p>	<p>Verbindungsplatten ersetzen</p> <p>Austausch Zwischenstück, falls dieses um mehr als 15° verbogen ist</p>
	<p>Teile der Grundplatte beschädigt</p> <p>Grund: Steinschlagereignis</p>	<p>Beschädigte Teile ersetzen</p>
	<p>Grundplatte verbogen</p> <p>Verschiebungen</p> <p>Seitliches Verkippen</p> <p>Ungleichmässiges Aufliegen der Grundplatte</p> <p>Grund: Steinschlagereignis, ev. Bodenbewegungen</p>	<p>Grundplatte auf neu erstellter Auflagefläche ersetzen</p> <p>Beschädigung der Anker beurteilen</p>

Grundplatte und Betonsockel	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Risse in Grundplatte Beschädigte Schweissnähte</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlagereignis, Materialfehler</p>	<p>Grundplatte ersetzen</p>
	<p>Betonfundament beschädigt Risse Abplatzungen Zerbröckeln</p> <hr/> <p>Grund: Alterung, austrocknen, schwinden, Frost, Geländeverschiebungen sowie Steinschlag, Betonqualität, Bewehrung</p>	<p>Keine, beobachten Gelände überprüfen Verstärkung Betonsockel Ersatz Betonsockel</p>
Grundplatte und Betonsockel	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Freilegung durch starke Erosion Vorderkante Grundplatte OK Terrain bündig, kritische Entwicklung insbesondere in locker gelagerten Böden möglich</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung, Erosion</p>	<p>Betonsockel erstellen Beschädigung der Anker beurteilen Werkreihe nachrichten, nachspannen</p>
Stabanker	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Gebrochener Stabanker Deformierter, verbogener Stabanker</p> <hr/> <p>Grund: Zu grosse Abweichung zwischen Anker- und Seilrichtung, Materialfehler, Steinschlag</p>	<p>Anker / defekte Teile ersetzen ev. verstärken, Montage kontrollieren Austausch Anker, falls dieser >3cm aus dem Boden gezogen wurde und/oder die Spitze >15° verbogen ist und/oder Risse sichtbar sind</p>

Seilanker	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Ausgerissener Anker mit Mörtelsäule Ausgerissener Anker ohne Mörtelsäule Kontrolle der Mörtelsäule durch Ausgraben</p> <hr/> <p>Grund: Ungenügende Ankerlänge, ungenügende Vermörtelung sowie Überbelastung</p>	<p>Bohrprotokolle u. Mörtelsäule kontrollieren (Mörtel / Ankerlänge) Anker ersetzen (länger / stärker)</p>
	<p>Position Seilankerkopf Veränderte Netzgeometrie Gelockterter, eingedrückter Seilanker Herausgezogener Seilanker Heikel in locker gelagerten Böden</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung, Montagefehler</p>	<p>Montage / Geometrie überprüfen Verstärkung mit bewehrtem Betonsockel Anker ersetzen und Krafteinleitung verbessern</p>
	<p>Riss-Verformung Korrosionsschutzrohr Risse im Mörtel Rost/Korrosion Drahtseil Verformung Kausche Durch starke Zugbelastung kann das Korrosionsschutzrohr deformiert werden oder reißen</p> <hr/> <p>Grund: Überbelastung, Montagefehler</p>	<p>keine, beobachten Montage / Geometrie überprüfen Verstärkung mit bewehrtem Betonsockel Anker ersetzen, eventuell längere oder stärkere Anker</p>
	<p>Teilweise herausgezogener Seilanker mit od. ohne Mörtelsäule</p> <hr/> <p>Grund: Ungenügende Ankerlänge, ungenügende Vermörtelung sowie Überbelastung</p>	<p>Bohrprotokolle u. Mörtelsäule kontrollieren (Mörtel / Ankerlänge) Anker ersetzen (länger / stärker) Austausch Anker, falls dieser >3cm aus dem Boden gezogen wurde</p>

PALISADENWÄNDE (HOLZ UND STAHL)

Rostbalken/ Dämpfungshölzer	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	Hinterfüllung der Barrage Grund: Erosion, Steinschlag	Material seitlich deponieren, in Steinkörbe füllen oder ausfliegen Material entfernen ab einer Reduktion der Wirkungshöhe von 1/3.
	Gebrochene Balken und Dämpfungshölzer Grund: Steinschlag, Baumschlag	Defekte Balken ersetzen, evtl. falls nicht vorhanden mit Dämpfungshölzer verstärken
	Fehlende Dämpfungshölzer Grund: Beschädigung durch Naturereignisse, natürliche Zerfallsprozesse	Neue Dämpfungshölzer einsetzen Bei Lücken von mehr als 0.5m müssen neue Dämpfungshölzer eingesetzt werden

Verankerung/ Fundamente	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Ab- oder ausgerissene Rückhalteseile</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlag, Baumschlag</p>	<p>Neue Anker bohren und Barrage neu abspannen, evtl. Abspannung grösser dimensionieren</p>
Verankerung/ Fundamente	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Gebrochene/ gekippte Verankerung Position, Geometrie der Stütze stimmt nicht mehr</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Korrosion, Überbelastung, Baumängel</p>	<p>Stütze mit Anker bergseitig zurück ankern</p> <p>Barrage demontieren und neues Fundament erstellen</p> <p>Gebrochene Fundamente sind zu ersetzen</p> <p>Gekippte Fundament ab einer Auslenkung von 10° instandstellen</p>
	<p>Risse im Betonfundament</p> <hr/> <p>Grund: ungenügende Armierung, Baumängel, Überbelastung</p>	<p>Beobachten</p> <p>Bei Instabilität, Sockel verstärken oder ersetzen</p>

NETZABDECKUNGEN

Netz	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	Rutschung unter Netzabdeckung	Netzabdeckung mit vorgespannten Anker verspannen
	Erosion und Ausschwemmung von Lockermaterial	Verankerung überprüfen
	Beschädigung des Nagelrasters	Bei feinkörnigem Lockermaterial evtl. feinkörniges Geflecht einsetzen, um das Auswaschen zu verhindern
	Grund: Erosion, Hangbewegungen, fehlende Begrünung, zu steile Böschungswinkel, Wasserzügigkeit	
	Zerrissene Felsabdeckung	Ausbruchstelle reinigen Evtl. stabileres Netz mit stärker dimensionierter Verankerung einsetzen Kleine Risse mit Draht oder Klemmen reparieren
	Beschädigung des Nagelrasters	Verankerung überprüfen
	Grund: Steinschlag, Baumschlag	

DÄMME (LEIT- UND AUFFANGDÄMME)

Auslaufwerke	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verminderte Wirkungshöhe Aufstauung von Rüfematerial oder Steinschlagmaterial im Auffangraum</p> 	<p>Entleeren sobald Wirkungshöhe gemäss Projekt wesentlich vermindert ist</p>
Lawinendamm	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Durchwurzelung der Dammmauer</p> 	<p>Frühzeitige Entfernung der einwachsenden Bäume</p>
	<p>Bewaldung des Stauraumes (Auffangdamm)</p>	<p>Entfernen der Bäume im Stauraum falls Verklauungsgefahr beim Durchlauf besteht</p>
	<p>Erosion an der Dammkron</p>	<p>Netzabdeckung installieren Begrünung/ Bepflanzung Ggf. Holzkasten erstellen</p>

Dammkonstruktion	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Holz im Bachgerinne</p> <p>Bewaldung des Oberlaufs</p>	<p>Liegendes Holz im Gerinne zersägen</p> <p>Entfernen der Bäume im Bachlauf falls Verklauungsgefahr beim Durchlauf besteht</p>
	<p>Verformung der Dammmauer</p> <p>Grund: Geländebewegungen, Instabilität der Mauer, ungenügende Frosttiefe</p>	<p>Beobachten</p> <p>Gelände- und Mauer einmessen</p> <p>Instandstellung, Fundation ausbessern</p>
<p>Kein Bild vorhanden</p>	<p>Vernässungen</p> <p>Sickerleitungen oder Entwässerungsrohre defekt bzw. fehlend</p> <p>periodische Kontrollen</p>	<p>Spülungen (Druckfass, Spülwagen)</p> <p>bei Verdacht auf Defekte: Kanalfernsehen</p> <p>Instandstellungen</p>
	<p>Geotextil ist sichtbar und somit der UV-Strahlung ausgesetzt -> deutlich erhöhte Alterung und dann durch Risse Verlust an Dammfüllung = Verlust der Tragfähigkeit</p> <p>Grund:</p> <p>a) Mangelhafte Ansaat (falscher Zeitpunkt) oder</p> <p>b) Unsachgemässer Einbau (hinter der Böschungsfrost sollte auf einer Breite von 20-30 cm durchwurzelungsfähiges, feinkörniges Erdmaterial von Hand eingebaut sein)</p>	<p>Erneuter Begrünungsversuch (mit Bewässerung)</p> <p>Evtl. Nachträglich feinkörniges Erdmaterial an der Böschungsfrost einbringen -> Machbarkeit mit Systemhersteller prüfen</p> <p>Evtl. Minimaler Schutz mit Begrünung von oben (Hängepflanzen)</p> <p>Beobachten und vorzeitigen Ersatz einplanen</p>

ZUSTANDBEWERTUNG HANGVERBAU

Zustands- klasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	gut	Keine Schäden	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	annehmbar	erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf beobachten	> 5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials
3	schadhaft	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Reparieren / auswechseln / räumen	2-5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Kleine Erosionsschäden
4	Schlecht	Schwachstellen und Schäden, Gefährdung der Tragsicherheit	Mittlere Dringlichkeit Instandsetzung oder Erneuerung in 1-2 Jahren	1-2 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Kleine Rutschungen • Grössere Sackbildung bei Netzabdeckungen • Freigelegte Mauerfundamente/Holzkonstruktionen
5	Alarmierend	Starke Beschädigung oder Zerstörung, akute Gefährdung oder bereits Verlust der Tragsicherheit	Hohe Dringlichkeit Sichernde Sofortmassnahmen mit anschliessender Instandsetzung oder Erneuerung	< 1 Jahr (nächstes Ereignis)	<ul style="list-style-type: none"> • Grossflächige Rutschungen • Risse bei Netzabdeckungen • Verstopftes oder unterbrochenes Entwässerungssystem

ALLGEMEIN

Die folgenden Schadensbilder wurden für die Inspektion von Hangstabilisierungen zusammengestellt. Sie enthält die häufigsten Schäden an Hangverbauungen.

HANGSTABILISIERUNGEN

Hangroste	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Senkungen ganzer oder innerhalb der Bauten (Holzkasten, Hangröste, Steinkörbe)</p> <p>Grund: Bodendruck, Rutschungen</p>	<p>Beurteilen ob eine Sanierung notwendig ist (Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit sowie der Tragfähigkeit)</p>
Holzkasten	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Risse, Schäden, Verschiebungen an: Knoten</p> <p>Längsstösse</p> <p>Einbindung im Gelände</p> <p>Grund: Terrainverschiebungen, konstruktionsinterne Instabilität</p>	<p>Beobachten (ev. mit Vermessungskonzept)</p> <p>Bei grossen Verschiebungen (>50cm), Rissen oder Schäden, Neubau in Erwägung ziehen</p>
	<p>Pilzbefall, Auswaschung, Erosion, kleine Rutschungen</p> <p>Grund: Alter, Drainagesystem, Terrainverschiebungen</p>	<p>Oberflächlicher Pilzbefall unproblematisch</p> <p>Bei Gefährdung der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit, Neubau in Erwägung ziehen. Hierzu dienen Widerstandsmessungen, Bohrkernuntersuchungen</p>
	<p>Auswaschung des Lockermaterials</p> <p>Freiliegender Holzkasten mit Faulstellen</p> <p>Grund: Fehlender Böschungsfuss, ungeeignetes Füllmaterial verwendet, fehlende Begrünung</p>	<p>Beobachten</p> <p>Evtl. Holzkasten mit Füllhölzer ausfachen und mit grobkörnigem Material auffüllen.</p> <p>Evtl. mit ingenieurbio-logischen Massnahmen stabilisieren (Grünverbau)</p>

Drahtschotterkörbe (DSK)	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	Erosionen am Fundament	Beobachten, ggf. Fundament stabilisieren
	Beschädigungen am Drahtkorb	Beschädigungen am Drahtkorb mit Draht reparieren, ansonsten Korb ersetzen
	Bewuchs und Durchwurzlung des Steinkorbs	Steinkorb periodisch vom Bewuchs befreien
	Bauchungen/ Stauchungen durch Hangverschiebungen	Beobachten, ggf. Entwässern
	Zersetzung des Radabweisers bzw. der Holzschwellen bei periodischem Wasserüberfluss (sofern aus Rundholz)	Radabweiser, Holzschwellen ersetzen.
Grund: Erosion, Bodenbewegungen, Alterungsprozesse		

INGENIEURBIOLOGISCHE MASSNAHMEN

Grünverbau	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	Pflanzen wachsen nicht oder schlecht	Bewässern Nachdüngung Nachpflanzen ausgefallener Pflanzen oder Nachsähen Pflanzen zurückschneiden
	Grund: Extreme Trockenheit, nährstoffarme Böden	
	Erosionsschäden Grund: Starke Niederschläge, Schneeschmelze, zu steile Partien	Ausbessern Anrisskanten und steile Partien Nachbessern Grünverbau ev. in Kombination mit verankerter Querlatte (Extremfall: Erosionsschutznetz /-matte) Ev. Hangneigung durch zusätzlichen Stützverbau reduzieren

Grünverbau	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Tierschäden (Viehtritte und Verbiss)</p> <hr/> <p>Grund: fehlender Zaun, oder Beschädigungen am Zaun</p>	<p>Zaun bauen oder reparieren</p> <p>Chemischer oder mechanischer Einzelschutz</p>
	<p>Der Bestand (Weiden, Erle, usw.) wird als pflegebedürftig betrachtet</p> <hr/> <p>Grund: Natürliche Entwicklung der Vegetation</p>	<p>Pflege: Durchforstung, Mischungsregulierung, zurückschneiden, je nach Ziel</p>
	<p>Schneeeinwirkung</p> <hr/> <p>Grund: Schneedruck durch Schneekriechen und Schneegleiten</p>	<p>Pfähle</p> <p>Dreibeinböcke</p> <p>Schwellen</p>
<p><i>Kein Bild vorhanden</i></p>	<p>Steinschlag</p> <hr/> <p>Grund: Mechanische Einwirkungen auf die Pflanzen</p>	<p>Abtragen der Erosions- resp. Steinschlaglippe</p> <p>Schutz durch Holzkästen oder einfache Palisadenwände</p>

Oberflächenschutz	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Erosion und Ausschwemmung von Lockermaterial unter der Netzabdeckung</p> <hr/> <p>Grund: Wasserzügigkeit, fehlende Begrünung, ungünstiges Bodengefüge, zu steile Böschungswinkel</p>	<p>Begrünung überprüfen Anker nachspannen Evtl. Feinmaschiges Gewebe unter Netzabdeckung verlegen Wasserverhältnisse überprüfen Entwässerung überprüfen Hangneigung überprüfen Ggf. stärkere Abdeckungssysteme verwenden</p>

ENTWÄSSERUNGEN UND ENTWÄSSERUNGSSCHALEN

Entwässerungen/ Faschinen	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Das Entwässerungssystem funktioniert nicht oder nur teilweise</p> <p>Sickermaterial, Sickerleitung, Schächte etc. sind mit Material gefüllt oder Teile davon sind beschädigt</p> <hr/> <p>Grund: Ereignisse, Ausschwemmungen</p>	<p>Reinigen, reparieren oder ersetzen der beschädigten Teile</p>
Holzkanäle	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Holzkanäle immer wieder übermurt (kein Einzelereignis)</p> <hr/> <p>Grund: Kanalquerschnitt zu knapp bemessen</p>	<p>Ersatz der Kanäle mit grösseren Systemen</p>

Betonkanäle	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Übermürung der Betonschalen Verstopfung des Abflussquerschnitts Verschiebung der Auflageflächen durch Hangverschiebungen</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Bodenbewegungen (Bild: intaktes Werk)</p>	<p>Kanäle auf Verklausungen kontrollieren Verschiebungen ausbessern</p>
Rohrleitungen	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Risse in den Röhren</p> <hr/> <p>Grund: Alter, UV-Strahlung (bei oberirdischen Systemen), Temperaturen</p>	<p>Ersatz der Röhren, sobald die Wasserdichtigkeit nicht mehr gewährleistet ist</p>
	<p>Verstopfte Einläufe/ Schächte</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Rutschungen, mangelnder Unterhalt</p>	<p>Spülungen Ev. anderes Einlaufsystem einbauen Ev. Vorschaltung eines Schlamm Sammlers</p>

ZUSTANDBEWERTUNG BACHVERBAU

Zustands- klasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	gut	Keine Schäden	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	annehmbar	erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf beobachten	> 5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials
3	schadhaft	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Ge- fährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Reparieren / auswechseln / räumen	2-5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Bewuchs (Sträucher / Bäume) • Kleine Erosionsschäden
4	Schlecht	Schwachstellen und Schä- den, Gefährdung der Tragsi- cherheit	Mittlere Dringlichkeit Instandsetzung oder Erneue- rung in 1-2 Jahren	1-2 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Vermorschung der obersten Balkenlage (Holzsperrn) • Kleine Rutschungen • Ausgewaschener Kolkschutz • Lokal unterspülter Uferschutz
5	Alarmierend	Starke Beschädigung oder Zerstörung, akute Gefähr- dung oder bereits Verlust der Tragsicherheit	Hohe Dringlichkeit Sichernde Sofortmassnah- men mit anschliessender Instandsetzung oder Erneue- rung	< 1 Jahr (nächstes Ereignis)	<ul style="list-style-type: none"> • Sperrenkörper: Kippen, Abdrehen oder einseitiges Senken der Sperrn, Abschären der Flügel, Rissbildung • Gefüllte Geschiebesammler • Lokal stark oder über längere Strecken unterspülter Uferschutz

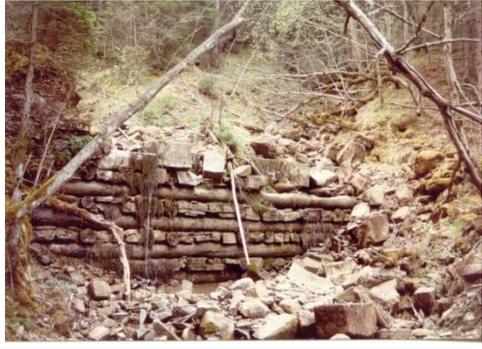
ALLGEMEIN

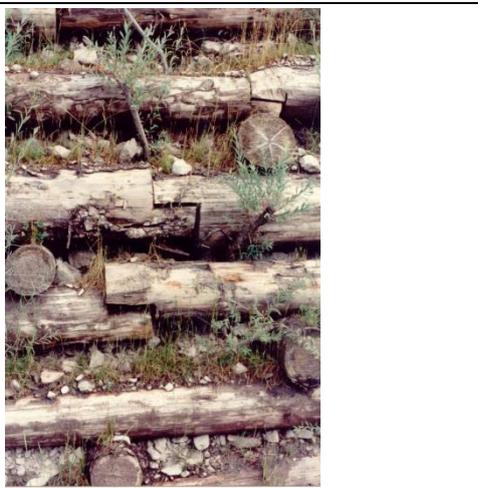
Die folgenden Schadensbilder wurden für die Inspektion von Bachverbauungen zusammengestellt. Sie enthält die häufigsten Schäden an Bachverbauungen.

GESCHIEBESAMMLER

Rückhalteraum und Auslaufbauwerke	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Geschiebesammler ist mit Material gefüllt</p> <p>Grund: Unwetter</p>	<p>Räumen des Materials</p>
	<p>Schäden am Auslaufmauerwerk</p> <p>Grund: Diverse</p>	<p>Beurteilen, ob eine Sanierung notwendig ist</p>
	<p>Holzrost ist beschädigt (mechanisch oder durch Fäulnis)</p> <p>Grund: Geschiebetransport und/oder Alter der einzelnen Elemente</p>	<p>Beschädigte Teile ersetzen</p>
	<p>Einwuchs von Bäumen und Sträucher</p> <p>Grund: Natürliche Vegetation</p>	<p>Räumung der Vegetation, sofern dies im Falle eines Unwetters zu Verkläuerungen führen könnte</p>

SPERRENVERBAU

Gerinne und Uferbereich	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Geschiebeablagerungen beobachten nur wenn Sperren vorhanden</p> <hr/> <p>Grund: Holz versperrt Abfluss, seitliche Rutschungen behindern Abfluss</p>	<p>Verkläunungen entfernen, Holzstücke zersägen</p> <p>In Bereichen in denen Geschiebe aufgenommen wird Längsverbau einbringen oder Sperre erhöhen</p>
	<p>Erosion</p> <hr/> <p>Grund: Abtiefung der Sohle, Schäden an der Abflussektion der Sperre</p>	<p>Längsverbau oder Erhöhung der Sperren</p> <p>Sperren instandstellen</p>
	<p>Rutschungen</p> <hr/> <p>Grund: Abtiefung der Sohle, Schäden an der Abflussektion der Sperre</p>	<p>Längsverbau oder Erhöhung der Sperre</p> <p>Sperre instandstellen</p>
	<p>Schwemmholz</p> <hr/> <p>Grund: Umgefallene Bäume, Rutschungen im Waldgebiet, Lawinenholz</p>	<p>Holzstücke aufsägen</p> <p>Stöcke sprengen</p> <p>Holz entfernen</p> <p>Instabile Bäume im Gerinneinhang entfernen</p>

Holzsperren	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Sperrenfundament ist frei. Schlechte seitliche Einbindung bzw. Hinterfüllung ausgewaschen</p> <hr/> <p>Kippen der Sperre</p> <hr/> <p>Grund: Fehlender Kolk-schutz ⇒ Sohlenabsenkung</p>	<p>Kolk-schutz wiederherstellen und wiedereinfüllen</p> <p>Sperre hinterfüllen</p> <hr/> <p>Bei grossen Schäden Vorsperre errichten</p>
	<p>Beschädigte Hölzer durch Abrieb</p> <hr/> <p>Grund: Geschiebeführung</p>	<p>Beschädigte Komponenten auswechseln, ev. mit Beton vermörteln</p>
	<p>Vermorschung der obersten Balkenlage(n) Dunkelfärbung, Moosbewuchs, Flechten, Algen, Quellerscheinungen, weiche Oberfläche</p> <hr/> <p>Grund: Pilzbefall</p>	<p>Betroffene Balkenlagen ersetzen</p>
	<p>Risse bei den Verbindungen (z.B. Zangen)</p> <hr/> <p>Grund: Schwach bemessene Verbindungen</p>	<p>Verstärkung oder besserer Schutz</p>

Holzsperrren	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Knicken / Stauchen des Sperrenkörpers, Abschären der Flügel, Kippen, Abdrehen, Verschieben und einseitiges Senken der Sperre</p> <p>Grund: Kriech- und Rutschbewegungen</p>	<p>Integrale Massnahmen: Bachfundamentsicherung, Vor- und Hauptsperre sowie seitliche Einhänge sichern</p> <p>Meist Neubau notwendig</p>
Blocksteinsperrren	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verformungen / Ausbauchungen</p> <p>Grund: Hang- / Bodenbewegungen, erhöhte Auflast (Hinterfüllung), zu knappe Bemessung</p>	<p>Ausmörtelung, mit Vorsperre unterfangen</p>
	<p>Verformungen /Setzungen</p> <p>Grund: Unterkolkung oder Zerfall des Holzfundamentes</p>	<p>Kolkschutz anbringen, mit Vorsperre unterfangen</p>
	<p>Bewuchs (z.B. Erlen)</p> <p>Grund: Auflockerung der Oberfläche (Bild: Symbolbild)</p>	<p>Bewuchs entfernen, Ausmörtelung</p>

Blocksteinsperren	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Fehlende Steine</p> <hr/> <p>Grund: Blöcke schlecht verkeilt, kleine Kontaktfläche, kleine Steine</p>	<p>Ausmörtelung, mit Vor-sperre unterfangen, Ergänzung mit einzelnen Blöcken</p> <hr/> <p>Im Extremfall Neubau</p>
Stahlbetonsperren	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Abrasion der Abflussection / zerstörter Kantenschutz</p> <hr/> <p>Grund: Starker Geschiebetrieb</p>	<p>Kantenschutz verstärken (Granitplatten, Stahlplatten od. ähnliches)</p>
	<p>Rissbildung</p> <hr/> <p>Grund: Hang- / Bodenbewegungen</p>	<p>Gesamtsystem beurteilen: Vor- und Hauptsperre sichern, seitliche Einhänge sichern</p>

Stahlbetonsperren	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Oberflächenschäden (Abplatzungen, Risse, Verfärbungen)</p> <hr/> <p>Grund: Korrosion der Bewehrung, ungenügende Betonqualität / -verarbeitung, Frost</p>	<p>Ersatz des schadhafte Betons, falls nötig Neubau mit frostsicherem Beton</p>
	<p>Unterkolkung und/oder Setzungen mit Rissbildung oder Kippbewegung</p> <hr/> <p>Grund: Ungenügender Kolkenschutz, ungenügende Einbindung</p>	<p>Kolkenschutz anbringen, mit Vorsperre unterfangen, ev. seitliche Einhänge sichern</p>
	<p>Weggerissener Flügel</p> <hr/> <p>Grund: Ungenügende Einbindung</p>	<p>Verstärkung der Seitenflügel, Bemessung der Abflusssektion überprüfen, allenfalls vergrössern</p> <p>Seitliche Einbindung verbessern</p>
	<p>Umfließen eines Sperrenflügels</p> <hr/> <p>Grund: Sperrenflügel und/oder Abflusssektion zu klein bemessen</p>	<p>Sperrenflügel und/oder Abflusssektion ausbauen/erweitern</p> <p>Murgangnetz od. Holzkasten einbauen</p>

KONTROLLE DER DRAHTSEILKLEMMEN BEI SEIL- ENDVERBINDUNGEN

Visuelle Kontrolle der Seilklemmung:

Drahtseilklemmen (DSK) werden gemäss dem Handbuch des Systemherstellers und gemäss der zu Grunde liegenden DSK-Norm montiert. Ein entscheidender Punkt ist dabei das Anziehen der Klemmen mit dem vorgegebenen Drehmoment bei geschmiertem Gewinde und geschmierter Auflagefläche der Muttern. Dies prüft die Bauleitung stichprobenweise bei der Bauabnahme mit einem Drehmomentschlüssel.

Zu einem späteren Zeitpunkt ist die Kontrolle mit einem Drehmomentschlüssel insofern nicht mehr sinnvoll, da das Gewinde und die Auflageflächen trocken sind (Schmierstoffe verflüchtigen sich / werden abgebaut). Ein trockenes Anziehdrehmoment müsste für eine genügende Klemmung deutlich höher sein als das geschmierte Anziehmoment.

→ Eine deutliche Klemmung der Drahtseile ist zu jedem Inspektionszeitpunkt ein erster Hinweis, dass die DSK im geschmierten Zustand mit dem vorgeschriebenen Anziehdrehmoment angezogen wurden:

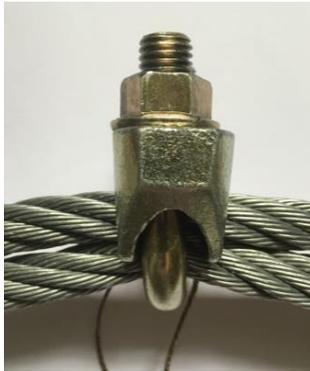


Abbildung 1: Bsp. für eine DSK Grösse 16 welche nach EN 13411-5 geschmiert mit 49 Nm angezogen wurde.



Abbildung 2: Klemmung Drahtseile nach Montage mit vorgeschriebenem Anziehdrehmoment gemäss FF-C-450 Typ 1 Klasse 1 aus Geobrug Systemhandbuch 250-N-FO / 07.

Vorgehen bei der Inspektion

Bei der Werkinspektion soll in einem **ersten Schritt die Seilklemmung visuell kontrolliert werden**. Weicht diese deutlich von den Beispielbildern ab (zu schwach, aber auch zu stark), empfiehlt sich in einem **nächsten Schritt eine geschmierte DSK-Montage zum Vergleich mit den bestehenden DSK** an einem Werk:



Abbildung 3: Linke zwei DSK mit richtigem Anziehdrehmoment auf geschmierten Teilen zur Kontrolle neu montiert im Vergleich zu den drei DSK rechts im vorgefundenen Ursprungszustand ohne sichtbare Seilklemmung.

Empfehlung: Sind mehr als die Hälfte der DSK je Seilendverbindung mit zu schwacher oder zu starker Klemmung (Quetschung)* montiert, empfiehlt sich eine Neumontage aller DSK mit dem erforderlichen Anziehdrehmoment mit Schmierung: → DSK öffnen → Auflageflächen schmieren → wechselseitig anziehen → mit Drehmomentschlüssel prüfen.

***Achtung:** Deutlich zu stark angezogene DSK können zu strukturellen Schäden an den Seilen führen und sich negativ auf den Korrosionsschutz und somit die Dauerhaftigkeit auswirken.

Hinweis: Die geforderte Klemmung ist bei dickeren Seildurchmessern weniger stark (sichtbar) als bei dünneren Seilen, auch wenn die DSK im geschmierten Zustand mit dem richtigen Anziehdrehmoment korrekt montiert wurde:



Abbildung 4: Seilklemmung bei einer DSK Grösse 16 welche nach EN 13411-5 geschmiert mit 49 Nm angezogen wurde.



Abbildung 5: Seilklemmung bei einer DSK Grösse 22 welche nach EN 13411-5 geschmiert mit 107 Nm angezogen wurde.

Allgemeine Hinweise zur Montage und daraus abgeleitet für die Kontrolle

Die Klemmbügel sind immer auf das unbeanspruchte Seilende aufzulegen. Der Abstand e zwischen den DSK ist je nach Klemmenbreite t des Klemmen-Typs unterschiedlich: nach EN 13411-5 im Bereich $1.5 \times t < e < 3 \times t$, siehe auch Tab. 1; bei den breiteren DSK nach FF-C-450 Typ 1 Klasse 1 im Bereich $1 \times t < e < 2 \times t$.

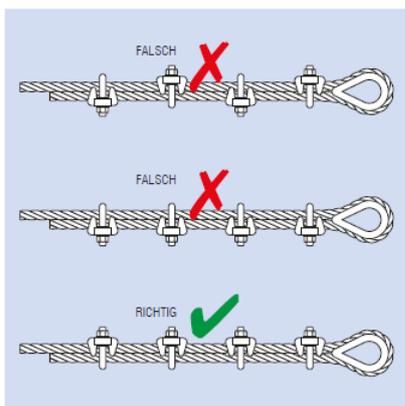


Abbildung 6: Unsachgemässe und sachgemässe DSK-Montage; Quelle: Originalbetriebsanleitung PFEIFER Drahtseilklemmen gemäss DIN EN 13411-5, 10/2015.

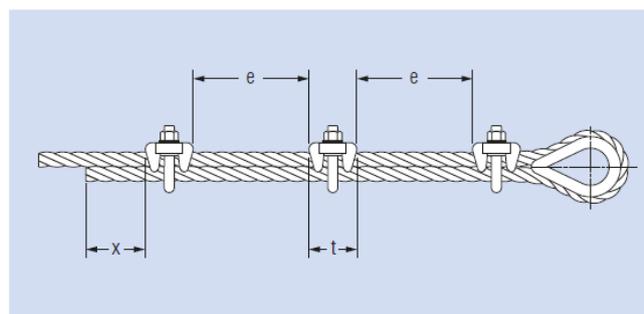


Abbildung 7: Abstände e zwischen den DSK mit Breite t ; Quelle: Originalbetriebsanleitung PFEIFER Drahtseilklemmen gemäss DIN EN 13411-5, 10/2015.

- Beim Anziehen müssen die Muttern bis zum erforderlichen Drehmoment gleichmässig (abwechselnd) angezogen werden.
- Die empfohlenen Anziehdrehmomente gelten für Drahtseilklemmen, deren Gewinde und Auflageflächen geschmiert, rost- und schmutzfrei sind.

Weiterführende Angaben finden sich in den entsprechenden Montagehandbüchern der Systemhersteller.

ANZIEHDREHMOMENTE FÜR DRAHTSEILKLEMMEN BEI SEIL-ENDVERBINDUNGEN

Die geschmierten oder nicht geschmierten Anziehdrehmomente und die Anzahl Klemmen sind abhängig vom Typ und der entsprechenden Norm. Die Angaben im Montagehandbuch des Systemherstellers sind zwingend zu beachten. Nachfolgend die Angaben aus den zwei geläufigsten Normen:



Kräfte und Anzahl der Drahtseilklemmen nach EN 13411-5

Gilt für Klemmen bei den bisherigen und aktuellen Isofer-Systemen sowie für Klemmen bei Geobrigg-Systemen vor 2017.

Nenn- grösse DSK [mm]	Drahtseil-Ø [mm]	Erforderliches Anziehmoment geschmiert [Nm]	Anzahl DSK	Schlüssel- weite	Abstand zwischen den DSK (e in Abb. 5)	
					min.	max.
5	4.8 - 5.3	2	3	8	19,5 mm	39 mm
6.5	> 5.3 - 6.8	3.5	3	10	24 mm	48 mm
8	> 6.8 - 8.4	6	4	13	30 mm	60 mm
10	> 8.4 - 10.5	9	4	13	30 mm	60 mm
12	> 10.5 - 12.6	20	4	16	36 mm	72 mm
14	> 12.6 - 14.7	33	4	18	42 mm	84 mm
16	> 14.7 - 16.8	49	4	21	48 mm	96 mm
19	> 16.8 - 20.0	68	4	21	48 mm	96 mm
22	> 20.0 - 23.1	107	5	24	51 mm	102 mm
26	> 23.1 - 27.3	147	5	30	57 mm	114 mm

Tabelle 1: Zusammenstellung aus Originalbetriebsanleitung PFEIFER Drahtseilklemmen gemäss DIN EN 13411-5, 10/2015

Kräfte und Anzahl der Drahtseilklemmen nach FF-C-450 Typ 1 Klasse 1

(ähnlich Typ 2 im Anhang B der EN 134111-5)

Gilt für Klemmen bei neuen Geobrigg-Systemen ab 2017.



Drahtseil-Ø [mm]	Grösse der Drahtseil- klemme	Erforderliches Anziehmoment geschmiert* [Nm]	Erforderliches Anziehmoment trocken* [Nm]	Anzahl der Drahtseil- klemmen	Schlüsselweite [mm]
3 - 4	1/8"	4	8	2	10
6 - 7	1/4"	10	25	2	15
8	5/16"	20	50	3	18
9 - 10	3/8"	30	75	3	19
11 - 12	7/16"	40	110	3	22
14 - 15	9/16"	50	150	3	24
16	5/8"	90	170	3	24
18 - 20	3/4"	90	180	4	27
22	7/8"	150	330	4	32
22 GEOBINEX	7/8"	150	330	5	32

Tabelle 2: Zusammenstellung aus Systemhandbuch GBE-500A-R der Geobrigg AG, 27.09.2016

* Die geschmierten Werte wurden als Ergänzung zu den trockenen Werten der Norm von der Geobrigg AG ermittelt und in ihren Montagehandbüchern ab 2017 vorgegeben. Die trockenen Norm-Werte sind gut doppelt so hoch und bei dickeren Seilen für eine effiziente Montage der DSK an den beweglichen Seilen im Gelände nicht geeignet.