
Handbuch Schutzbautenkontrolle



Herausgeber:

Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden in Zusammenarbeit mit:

Abteilung Naturgefahren des Amts für Wald des Kantons Bern

Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft des Kantons Wallis

KONTAKTE



Amt für Wald und Naturgefahren
Uffizi da gaud e privels da la natira
Ufficio foreste e pericoli naturali

Kanton Graubünden

Amt für Wald und Naturgefahren
Schutzbauten
Loëstrasse 14
CH-7000 Chur
Tel.: 081 / 257 38 61
info@awn.gr.ch
www.wald-naturgefahren.gr.ch



Kanton Bern

Amt für Wald des Kantons Bern
Abteilung Naturgefahren
Schloss 2
CH-3800 Interlaken
Tel.: 031 / 636 12 00
naturgefahren@vol.be.ch
www.be.ch/naturgefahren



**CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS**

Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement
Service des forêts, des cours d'eau et du paysage

Departement Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft

Kanton Wallis

Dienststelle für Wald, Flussbau und
Landschaft
Sektion Flussbau, Geologie und
Naturgefahren
Rue Dent-Blanche 18a
CH-1950 Sitten
Tel.: 027/ 606 32 00
sfcep@admin.vs.ch
www.vs.ch/dwfl

BEZUG DES HANDBUCHS

Die jeweilig aktuellste Version des Handbuchs Schutzbautenkontrolle kann auf den Homepages der oben genannten Kantone bezogen werden.

INHALT

Handbuch Schutzbautenkontrolle	Register
Einleitung	1
Kantonsspezifische Anwendungen	2
Formular für die Werkinspektion	3
Lawinenverbau: Zustandsbewertung und Schadensbilder	4
Steinschlagverbau: Zustandsbewertung und Schadensbilder	5
Hangverbau: Zustandsbewertung und Schadensbilder	6
Bachverbau: Zustandsbewertung und Schadensbilder	7
Kontrolle Drahtseilklemmen / Ausrüstung.....	8

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.

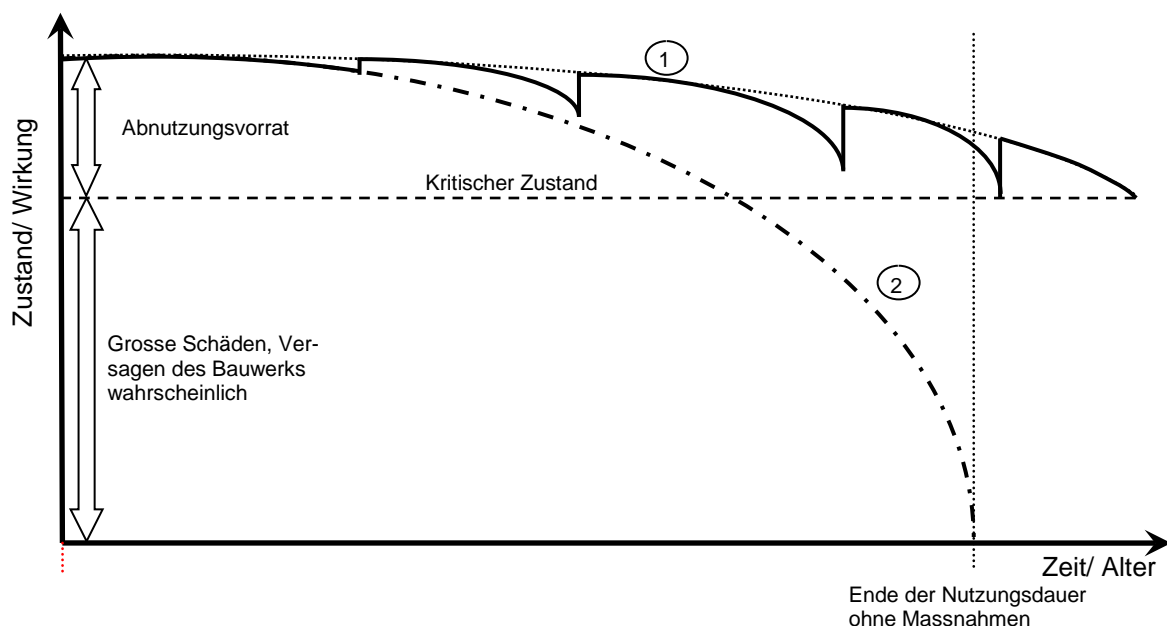
Die **Überwachung** beinhaltet die *Beobachtung* und die systematische *Kontrolle (Inspektion)* der Schutzbaute. Die *Beobachtung* umfasst sowohl die gezielte Beobachtung einer Schutzbaute als auch Hinweise Dritter. Im Rahmen einer systematischen *Kontrolle* einer Schutzbaute (*Werkinspektion*) wird 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 und in Zusammenarbeit mit der Abteilung Naturgefahren des Amtes für Wald des Kantons Bern und der Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft des Kantons Wallis zur vorliegenden Ausgabe weiterentwickelt.

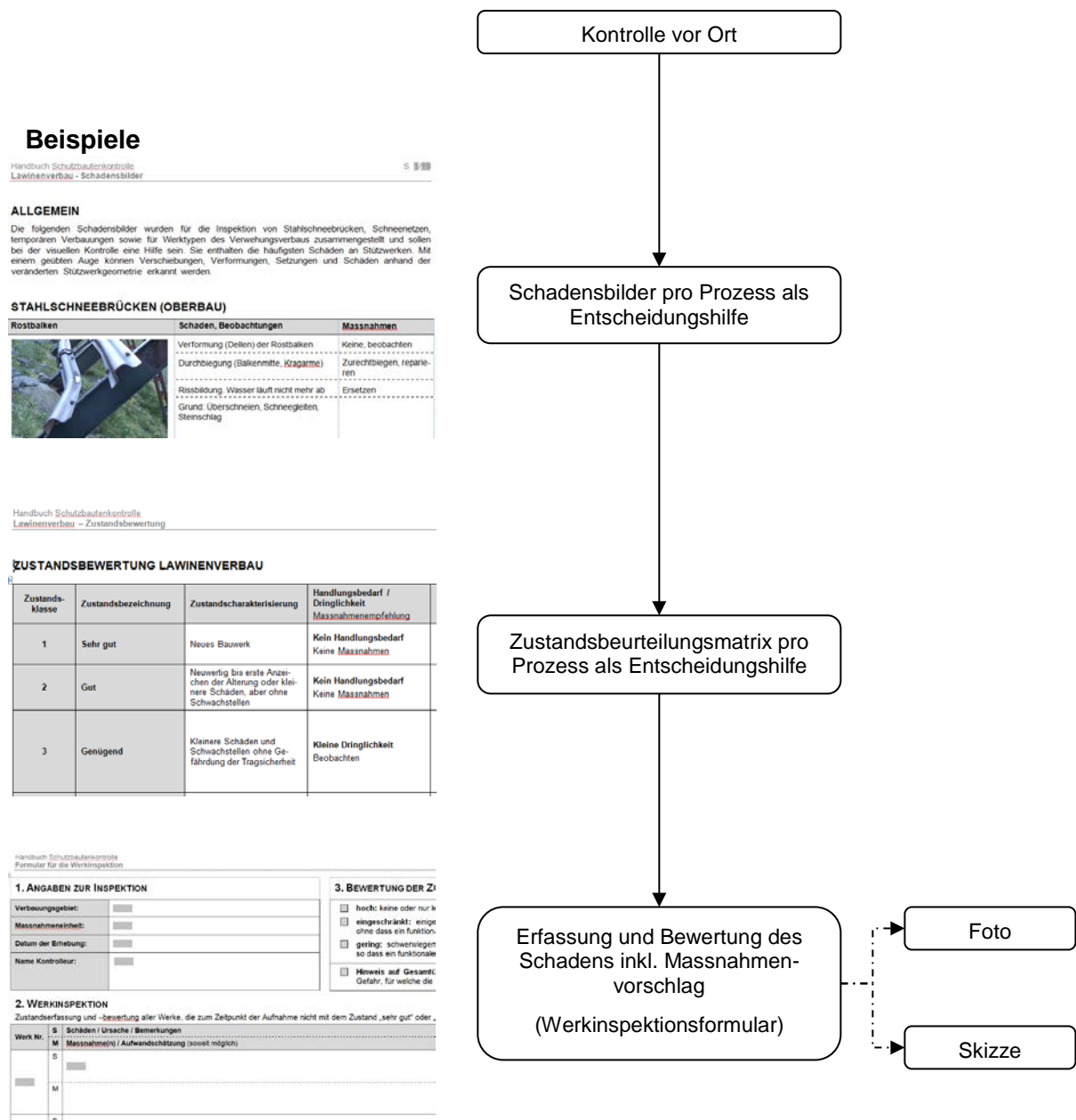
In den verschiedenen Registern sind allgemein anwendbare Grundsätze beschrieben. Kantonspezifische Besonderheiten sind in Register 2 enthalten.

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

ALLGEMEIN
 Die folgenden Schadensbilder wurden für die Inspektion von Stahlschneebrücken, Schneenetzen, temporären Verbauungen sowie für Werktypen des Verwehungsverbau 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, Stenschlag	

ZUSTANDBEWERTUNG LAWINENVERBAU

Zustandsklasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung
1	Sehr gut	Neues Bauwerk	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen
2	Gut	Neuwertig bis erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen
3	Genügend	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Beobachten

1. ANGABEN ZUR INSPEKTION

Verbauungsgebiet: _____
 Massnahmeneinheit: _____
 Datum der Erhebung: _____
 Name Kontrolleur: _____

3. BEWERTUNG DER Z...

hoch: keine oder nur le...
 eingeschränkt: einige ohne dass ein funktion...
 gering: schwerwiegen so dass ein funktionale...
 Hinweis auf Gesamt: Gefahr, für welche die...

2. WERKINSPEKTION
 Zustandserfassung und -bewertung aller Werke, die zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht mit dem Zustand „sehr gut“ oder „...“

Werk Nr.	S	M	G

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

Die Schadensbilder 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.

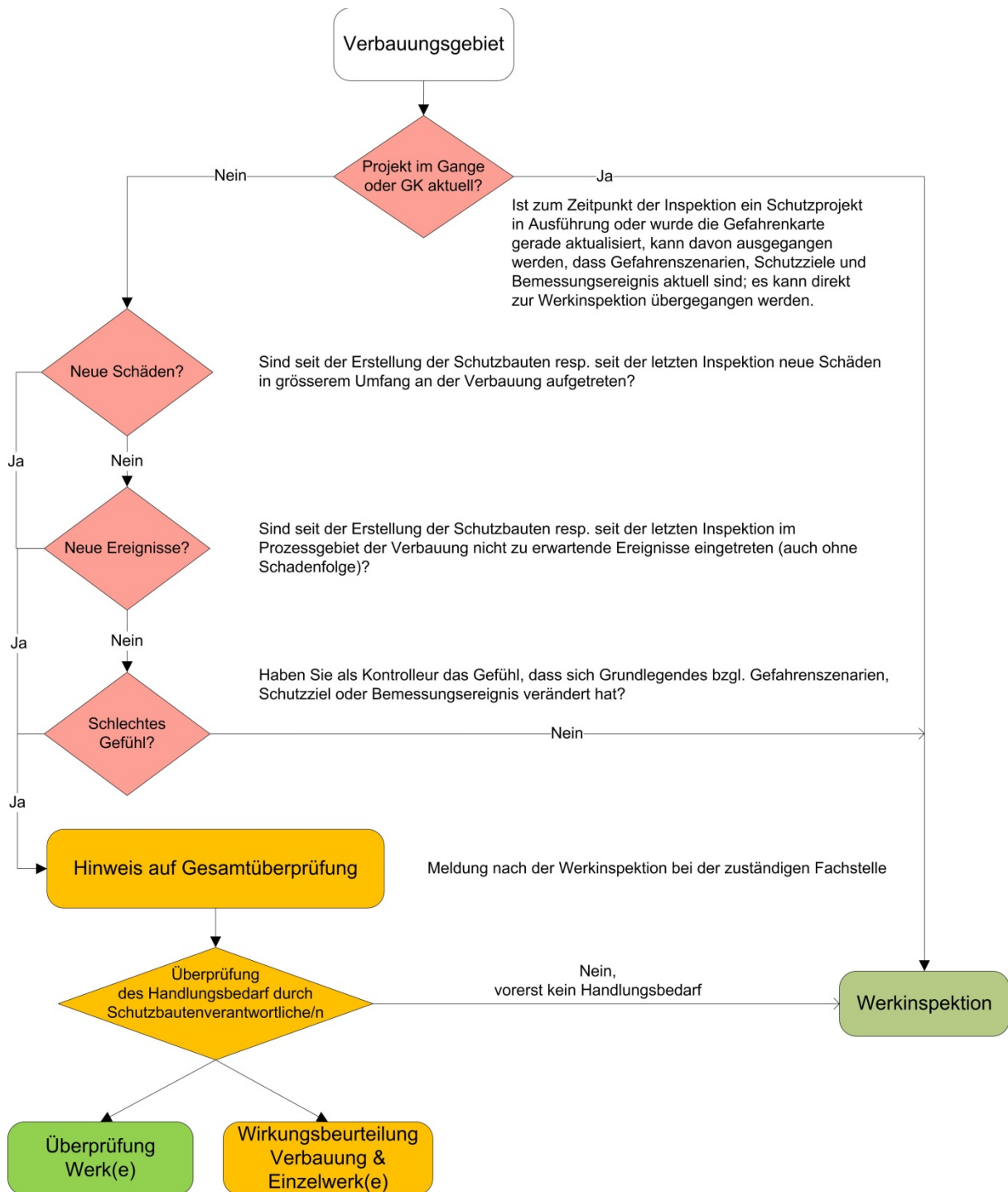
Die Zustandsbeurteilungsmatrizen dienen der Bestimmung der Dringlichkeit einer allfälligen Schadensbehebung. In diesem Handbuch werden folgende Zustandsklassen unterschieden: sehr gut, gut, genügend, schlecht und alarmierend. Je Prozess gibt es einleitend zu den Schadensbildern eine erklärende Zustandsbeurteilungsmatrix.

Die vordefinierten Werkinspektionsformulare haben zum Ziel, einen einheitlichen Vollzug der Kontrolle sicher zu stellen. In der Regel erfolgt die Werkinspektion in Form einer Negativrap-

portierung. Demzufolge soll auf dem Werkinspektionsformular nur etwas notiert werden, wenn im Feld ein entsprechender Schaden vorliegt (Zustand schlechter als *gut*).

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

Während den regelmässigen Bauwerksüberwachungen kann es angezeigt sein, einzelne Schutzbauwerke oder das Verbauungsgebiet detaillierter zu betrachten. Das Handbuch bietet mit folgendem Ablaufschema den Kontrollierenden eine Hilfestellung zum Erkennen des richtigen Zeitpunktes für eine Gesamtüberprüfung:



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 Überprüfung an einzelnen Schutzbauwerken in Betracht gezogen werden wie z. B. Ankerprüfungen.

INSPEKTIONSTURNUS

Der Inspektionsturnus wird durch den zuständigen Schutzbautenspezialisten im Zuge der Ersterfassung bestimmt. Folgende Kriterien sind dafür massgebend:

- Geologische und hydrogeologische Verhältnisse (Baugrund)
- Naturgefahrenaktivität / Häufigkeit der zu erwartenden Naturgefahrenereignisse
- Komplexität der Verbauung (Art der Verbauung, Alter, etc.)
- Anfälligkeit der Bauwerke auf äussere Einwirkungen
- Ergebnisse der Werkinspektionen

Dabei gilt allgemein:

- Eine Sichtkontrolle im Sinne einer Beobachtung wird jährlich durchgeführt, wobei diese grundsätzlich auch aus der Ferne möglich ist (optimaler Weise mittels Fernrohr, Fernglas). Diese Beobachtungen werden als Minimalanforderung definiert.
- Der eigentliche Turnus für Werkinspektionen wird durch den zuständigen Schutzbautenspezialisten (in Zusammenarbeit mit dem territorial verantwortlichen Ingenieur) festgesetzt. Der Turnus kann zwischen einem und max. 5 Jahren variieren.
- Zusätzliche Inspektionen ausser Turnus nach besonderen Ereignissen (Starkniederschläge, schneereiche Winter etc.) werden durch die verantwortliche Person (Schutzbautenspezialist) angeordnet.

VERWENDETE GRUNDLAGEN

Folgende wesentliche Grundlagen liegen dem Handbuch Schutzbautenkontrolle zu Grunde:

- SIA Norm 469 Erhaltung von Bauwerken, 1997
- Handbuch zur Kontrolle und zum Unterhalt von forstlicher Infrastruktur (Kufi-Handbuch), Version 3.0, 2012
- 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

1. ANGABEN ZUR INSPEKTION

Verbauungsgebiet:	
Massnahmeneinheit:	
Datum der Erhebung:	
Name Kontrolleur:	

3. BEWERTUNG DER ZUVERLÄSSIGKEIT DER VERBAUUNG

<input type="checkbox"/> hoch: keine oder nur kleine Mängel/Schäden zu verzeichnen
<input type="checkbox"/> eingeschränkt: einige Mängel/Schäden / Verbauung aber intakt, ohne dass ein funktionales Versagen droht
<input type="checkbox"/> gering: schwerwiegende Mängel/Schäden / Verbauung gefährdet, so dass ein funktionales Versagen droht oder bereits eingetreten ist
<input type="checkbox"/> Hinweis auf Gesamtüberprüfung bei der Annahme, dass sich die Gefahr, für welche die Verbauung dimensioniert war, ändert(e)

2. WERKINSPEKTION

Zustandserfassung und -bewertung aller Werke, die zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht mit dem Zustand „sehr gut“ oder „gut“ bewertet werden können.*

Werk Nr.	S	Schäden / Ursache / Bemerkungen	Fotos	Werkzustand*
	M	Massnahme(n) / Aufwandschätzung (soweit möglich)		
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			

Werk Nr.	S	Schäden / Ursache / Bemerkungen	Fotos	Werkzustand*
	M	Massnahme(n) / Aufwandschätzung (soweit möglich)		
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			
	S		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Nr.:	<input type="checkbox"/> genügend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> alarmierend
	M			

* Zustandsklassen: sehr gut – gut – genügend – schlecht – alarmierend; Beschrieb siehe Handbuch Schutzbautenkontrolle – Register 4 - 7 Zustandsbewertung (Matrize je Lawinen- / Steinschlag- / Hangrutsch- / Bachverbau)



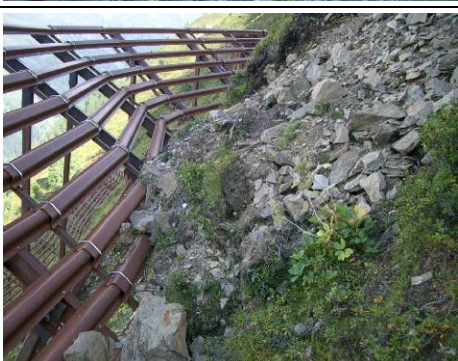
ZUSTANDBEWERTUNG LAWINENVERBAU




Zustandsklasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	Sehr gut	Neues Bauwerk	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	Gut	Neuwertig bis erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials • Verformungen, Dellen in den Rostbalken
3	Genügend	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Beobachten	> 5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Schäden, Gefährdung der Tragsicherheit	Mittlere Dringlichkeit Instandsetzung oder Erneuerung in 1-2 Jahren	2-5 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 m
5	Alarmierend	Starke Beschädigung oder Zerstörung, akute Gefährdung oder bereits Verlust der Tragsicherheit	Hohe Dringlichkeit Sichernde Sofortmassnahmen mit anschliessender Instandsetzung oder Erneuerung	< 1 Jahr	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeknickte oder herausgehobene Stützen • 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> <p>Aufgerissene Stützenschuhe</p> <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> <p>Grund: Baumangel, Wind, Schneedruck</p>	<p>Fehlende Bolzen ersetzen</p>


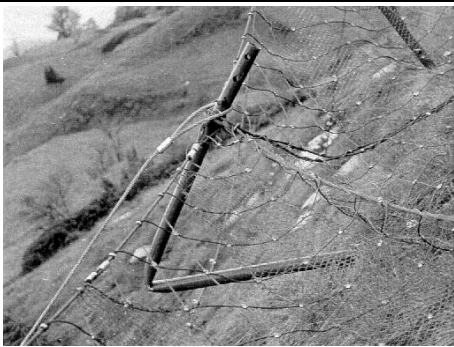
HOLZSCHNEERECHEN- UND BRÜCKEN

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</p> <p>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</p> <p>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>Grund: Befestigung Maschenseile ungenügend</p>	<p>Alu-Klötzchen mit Splint sichern</p>
Abspannseil talseitig	Schaden, Beobachtungen	Massnahme
	<p>Fehlende gleichmässige Spannung der Abspannseile (nicht zu stark gespannt!) → Drahtseilklemmen werden bei starkem Seilzug verschoben</p> <p>Position und Klemmwirkung der Drahtseilklemmen</p>	<p>Kontrolle Spannung</p> <p>Nachspannen gemäss Bauvorschriften/Montageanleitung</p> <p>Werklieferant</p>
Befestigungsseil bergseitig	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Position und Klemmwirkung der Drahtseilklemmen ungenügend</p> <p>Zustand Befestigungsseil (Scheuerungsstellen, Drahtbrüche)</p> <p>Zusammenschieben der Drahtseilklemmen</p> <p>Grund: Überbelastung durch Schneedruck, Steinschlag, etc.</p>	<p>Korrektur, defekte Teile ersetzen</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>		
<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 Bretternahtstelle 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
	<p>Grund: Verschraubung nicht mehr funktionstüchtig. Durch Fäule und Wind aus der Verankerung gerissen, Vibrationen durch Wind</p> <p>(Bild: intaktes Werk)</p>	
Verstreben	Schaden/ Beobachtungen	Massnahmen
	Verstrebung zwischen Stütze und Dach verbogen oder gebrochen	Stärkere Verstreben montieren
	<p>Grund: Schneedruck auf dem Dach zu gross</p>	
	Verstrebung an Schweissstelle abgerissen	Verstrebung neu fixieren oder verstärken
	<p>Grund: Schneedruck auf dem Dach zu gross. Starke Windböen, Konstruktionsfehler</p>	

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> <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> <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> <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 Infolge ungleichmässiger Abstützung kann Fundament in Talrichtung kippen</p>	<p>Bodenstabilisierung (z.B. Grünverbau)</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 Verklausungsgefahr 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
	<p>Durchwurzelung des Mauerkörpers.</p> <hr/> <p>Grund: Natürliche Ansamung, Aufwuchs</p>	<p>Entfernen der Bäume und Sträucher bereits im jungen Alter</p>
	<p>Erosionsprozesse hinter der Mauer</p> <hr/> <p>Grund: Mangelhaftes Hinterfüllungsmaterial, starke Niederschläge, Mauer nach vorne gekippt</p>	<p>Hinterfüllen mit geeignetem Material. Allenfalls Zusatz von Mörtel prüfen, gegen Kippen sichern</p>
	<p>Schwächung des Mauerfundaments.</p> <hr/> <p>Grund: Geländebewegungen, ungenügende Foundation</p>	<p>Falls Mauer notwendig: Fundament mit Betonvorbau ergänzen, Vermörtelung, allenfalls Neubau</p>

ZUSTANDBEWERTUNG STEINSCHLAGVERBAU





Zustands- klasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	Sehr gut	Neues Bauwerk	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	Gut	Neuwertig bis erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials
3	Genügend	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Beobachten	> 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	2-5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Gekrümmte Stützen (Krümmung > 15°) • Lose Rückhalte- und Abspannseile • Verschobene Briden • 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	Nächstes Ereignis	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeknickte oder herausgehobene Stützen • Gerissene Seile • Gezogene Bremsenlemente • 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>

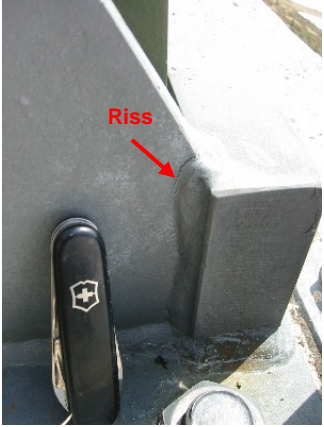
Stützen	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Neigung der Stütze</p> <hr/> <p>Position, Geometrie</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlagereignis oder Hinterfüllung auch in benachbarten Werkfeldern</p>	<p>Nachspannen</p> <hr/> <p>Seile und Anker kontrollieren und Schaden beheben</p> <hr/> <p>siehe auch Wartungshandbuch 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>
	<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>
	<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>
	<p>Grund: Steinschlagereignis, Baumschlag</p>	

Seile / Bremsselemente	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Beanspruchte (rechts) und nicht beanspruchte (links) Bremsplatten</p>	<p>Seil und Bremsselement auf Beschädigungen kontrollieren.</p> <p>Beanspruchte Bremsselemente müssen ab einer Verkürzung von ca. 50% der Bremschlaufe ersetzt werden</p>
<hr/> <p>Grund: Steinschlagereignis, Baumschlag</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>
	<p>Gebrochene/ gekippte Verankerung</p> <p>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
	<p>Rutschung unter Netzabdeckung</p> <hr/> <p>Erosion und Ausschwemmung von Lockermaterial</p> <hr/> <p>Beschädigung des Nagelrasters</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Hangbewegungen, fehlende Begrünung, zu steile Böschungswinkel, Wasserzügigkeit</p>	<p>Netzabdeckung mit vorgespannten Anker verspannen</p> <p>Verankerung überprüfen</p> <hr/> <p>Bei feinkörnigem Lockermaterial evtl. feinmaschiges Geflecht einsetzen, um das Auswaschen zu verhindern</p> <hr/> <p>Evtl. instabile Partien mit Spritzbeton auffüllen</p>
	<p>Zerrissene Felsabdeckung</p> <hr/> <p>Beschädigung des Nagelrasters</p> <hr/> <p>Grund: Steinschlag, Baumschlag</p>	<p>Ausbruchstelle reinigen</p> <p>Evtl. stabileres Netz mit stärker dimensionierter Verankerung einsetzen</p> <p>Kleine Risse mit Draht oder Klemmen reparieren</p> <hr/> <p>Verankerung überprüfen</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>Durchwurzeln 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 Verklausungsgefahr 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



Zustandsklasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	Sehr gut	Neues Bauwerk	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	Gut	Neuwertig bis erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials
3	Genügend	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Beobachten	> 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	2-5 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	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
	<p>Erosionen am Fundament</p> <hr/> <p>Beschädigungen am Drahtkorb</p> <hr/> <p>Bewuchs und Durchwurzlung des Steinkorbs</p>	<p>Beobachten, ggf. Fundament stabilisieren</p> <hr/> <p>Beschädigungen am Drahtkorb mit Draht reparieren, ansonsten Korb ersetzen</p> <hr/> <p>Steinkorb periodisch vom Bewuchs befreien</p>
	<p>Bauchungen/ Stauchungen durch Hangverschiebungen</p> <hr/> <p>Zersetzung des Radabweisers bzw. der Holzschwellen bei periodischem Wasserüberfluss (sofern aus Rundholz)</p> <hr/> <p>Grund: Erosion, Bodenbewegungen, Alterungsprozesse</p>	<p>Beobachten, ggf. Entwässern</p> <hr/> <p>Radabweiser, Holzschwellen ersetzen.</p>

INGENIEURBIOLOGISCHE MASSNAHMEN

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

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> <p>Grund: Wasserzügigkeit, fehlende Begrünung, ungünstiges Bodengefüge, zu steile Böschungswinkel</p>	<p>Begrünung überprüfen</p> <p>Anker nachspannen</p> <p>Evtl. Feinmaschiges Gewebe unter Netzabdeckung verlegen</p> <p>Wasserverhältnisse überprüfen</p> <p>Entwässerung überprüfen</p> <p>Hangneigung überprüfen</p> <p>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> <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> <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 Schlammstammlers</p>





ZUSTANDBEWERTUNG BACHVERBAU

Zustands- klasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Handlungsbedarf / Dringlichkeit Massnahmenempfehlung	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Beispiele für Schäden
1	Sehr gut	Neues Bauwerk	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		
2	Gut	Neuwertig bis erste Anzeichen der Alterung oder kleinere Schäden, aber ohne Schwachstellen	Kein Handlungsbedarf Keine Massnahmen		<ul style="list-style-type: none"> • Erste Anzeichen der natürlichen Alterung des Materials
3	Genügend	Kleinere Schäden und Schwachstellen ohne Gefährdung der Tragsicherheit	Kleine Dringlichkeit Beobachten	> 5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Bewuchs (Sträucher / Bäume) • Kleine Erosionsschäden
4	Schlecht	Schwachstellen und Schäden, Gefährdung der Tragsicherheit	Mittlere Dringlichkeit Instandsetzung oder Erneuerung in 1-2 Jahren	2-5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Vermorschung der obersten Balkenlage (Holzsperrn) • Kleine Rutschungen • Ausgewaschener Kolksschutz • Lokal unterspülter Uferschutz
5	Alarmierend	Starke Beschädigung oder Zerstörung, akute Gefährdung oder bereits Verlust der Tragsicherheit	Hohe Dringlichkeit Sichernde Sofortmassnahmen mit anschliessender Instandsetzung oder Erneuerung	Nächstes Ereignis	<ul style="list-style-type: none"> • Sperrkörper: 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>-----</p> <p>Grund: Unwetter</p>	<p>Räumen des Materials</p>
	<p>Schäden am Auslaufmauerwerk</p> <p>-----</p> <p>Grund: Diverse</p>	<p>Beurteilen, ob eine Sanierung notwendig ist</p>
	<p>Holzrost ist beschädigt (mechanisch oder durch Fäulnis)</p> <p>-----</p> <p>Grund: Geschiebetransport und/oder Alter der einzelnen Elemente</p>	<p>Beschädigte Teile ersetzen</p>
	<p>Einwuchs von Bäumen und Sträucher</p> <p>-----</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 Abflusssektion 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 Abflusssektion 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 Gerinneeinhang 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> <hr/> <p>Grund: Kriech- und Rutschbewegungen</p>	<p>Integrale Massnahmen: Bachfundamentsicherung, Vor- und Hauptsperre sowie seitliche Einhänge sichern</p> <hr/> <p>Meist Neubau notwendig</p>
Blocksteinsperrren	Schaden, Beobachtungen	Massnahmen
	<p>Verformungen / Ausbauchungen</p> <hr/> <p>Grund: Hang- / Bodenbewegungen, erhöhte Auflast (Hinterfüllung), zu knappe Bemessung</p>	<p>Ausmörtelung, mit Vorsperre unterfangen</p>
	<p>Verformungen /Setzungen</p> <hr/> <p>Grund: Unterkolkung oder Zerfall des Holzfundamentes</p>	<p>Kolkschutz anbringen, mit Vorsperre unterfangen</p>
	<p>Bewuchs (z.B. Erlen)</p> <hr/> <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 Vorsperre 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[n] Betons, falls nötig Neuba[u] mit frostsicherem Beton</p>
	<p>Unterkolkung und/oder Setzungen mit Rissbildung oder Kippbewegung</p> <hr/> <p>Grund: Ungenügender Kolk[schutz], ungenügende Einbindung</p>	<p>Kolk[schutz] anbringen, mit Vorsperre unterfangen, ev. seitliche Einhäng[e] sichern</p>
	<p>Weggerissener Flügel</p> <hr/> <p>Grund: Ungenügende Einbindung</p>	<p>Verstärkung der Seitenflügel, Bemessung der Abflus[s]sektion überprüfen, allenfalls vergrössern</p> <p>Seitliche Einbindung verbessern</p>
	<p>Umfließen eines Sperrenflügels</p> <hr/> <p>Grund: Sperrenflügel und/oder Abflus[s]sektion zu klein bemessen</p>	<p>Sperrenflügel und/oder Abflus[s]sektion 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:

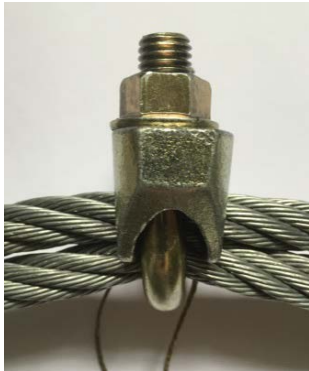


Abbildung 1: Bsp. für eine DSK Grösse 16 welche nach EN 13411-5 geschmiert mit 49 Nm angezogen wurde.



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 $1 \times t < e > 2 \times t$.

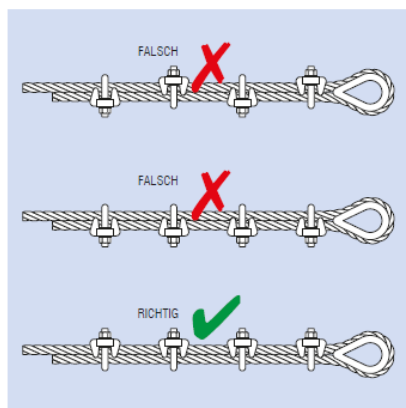


Abbildung 6: Unsachgemässe und sachgemässe DSK-Montage; Quelle: Originalbetriebsanleitung PFEIFER Drahtseilklemmen gemäss DIN EN 13411-5, 10/2015.

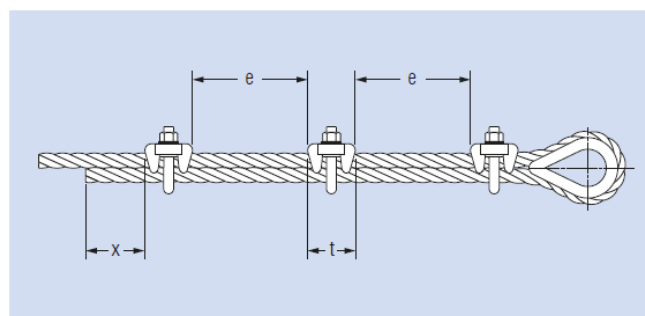


Abbildung 7: Abstände e zwischen den DSK mit Breite t ; Quelle: Originalbetriebsanleitung PFEIFER Drahtseilklemmen gemäss DIN EN 13411-5, 10/2015.

- 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.

AUSRÜSTUNG

	i.O.	Grundausrüstung für Kontrollen
Unterlagen und Schreibmaterial	<input type="radio"/>	Checklisten
	<input type="radio"/>	Schadenbewertungsmatrizen
	<input type="radio"/>	Erhebungsformular Kopfteil (ev. zusätzlich Musterbeispiel)
	<input type="radio"/>	Erhebungsformular Folgeteil (genügend)
	<input type="radio"/>	Rapporte der letzten Kontrolle
	<input type="radio"/>	Ausführungspläne, Übersichtspläne, Werkverzeichnis
	<input type="radio"/>	Schreibunterlage
	<input type="radio"/>	Schreibzeug, Radiergummi
Werkzeuge/ Instrumente	<input type="radio"/>	Digitalfotokamera (Achtung: Chip leeren, Batteriestand überprüfen)
	<input type="radio"/>	Doppelmeter
	<input type="radio"/>	Messband 25m
	<input type="radio"/>	Feldstecher
	<input type="radio"/>	GPS (Achtung: Einstellungen kontrollieren, Batteriestand überprüfen)
	<input type="radio"/>	Winkelmessinstrument
	<input type="radio"/>	Wasserwaage mit Winkelmessung
	<input type="radio"/>	Spraydose
	<input type="radio"/>	Höhenmesser (Achtung: kalibrieren)

Zusätzlich für die Kontrolle von Steinschlagverbau	
<input type="radio"/>	Drehmomentschlüssel
<input type="radio"/>	Schmiermittel