Fernüberwachung von flexiblen Schutzsystemen

Geobrugg GUARD
Praxishilfe

BRUGG
Geobrugg
Safety is our nature

Geobrugg GUARD

Praxishilfe

Fernüberwachung von flexiblen Schutzsystemen

Die Autoren:

Matthias Denk — Company200 Engineering und Beratung (matthias@company200.com)

Sascha Schultes — Geobrugg AG (sascha.schultes@geobrugg.com)

Datum/Version: 23.01.2024/V0 de

Kontakt:

Geobrugg AG
Aachstrassse 11
8590 Romanshorn
Schweiz
www.geobrugg.com
info@geobrugg.com

Zitiervorschlag:

Denk M., Schultes S. (2023): Geobrugg GUARD Praxishilfe. Fernüberwachung für flexible Schutzsysteme. Geobrugg AG (Herausgeber).

Haftungsausschluss:

Alle Informationen in diesem Dokument sind durch die Schweizer und EU-Datenschutzgesetze geschützt. Sie dürfen ohne vorherige Zustimmung der Autoren oder der Geobrugg AG weder kopiert noch an Dritte weitergegeben werden. Die verfügbaren Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung zusammengestellt. Geobrugg GUARD muss gemäss der Installationsanleitung installiert und gewartet werden. Die Informationen in diesem Dokument können ohne vorherige Ankündigung aktualisiert werden. Die Autoren und Geobrugg AG übernehmen keine Haftung für falsch installierte oder gewartete GUARD Systeme.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung 4

2. GUARD-Messgeräte und Online-Überwachungsplattform 4

2.1 GUARD Messgerät 4

2.2 Online-Überwachungsplattform GUARD 5

3. Datenauswertung und Nutzung des GUARD-Überwachungssystems 6

4. Sensorkonzept und Entscheidungshilfe mit dem Überwachungssystem GUARD 7

5. Installation und Inbetriebnahme des GUARD-Überwachungssystems 7

6. Lebenszyklus des GUARD-Überwachungssystems und Zuständigkeiten ... 9

7. Überwachungskonzept und Inspektionsprotokoll 11

8. Handbücher und bewährte Verfahren für die Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt 14

7.1 Zuständige Stellen für die Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt von Schutzsystemen 14

7.2 Arbeitsprozesse für die Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt 14

7.3 Lebensdauerbewertung von Stahldrahtkonstruktionen (Korrosionsrate) 15

9. Vorteile des GUARD-Systems für die Überwachung und Lebensdauerermittlung von Schutzsystemen 17

10. Unterschied zwischen Warn-, Alarm- und Überwachungssystemen für Schutzbauten (GUARD) 17

11. Häufig gestellte Fragen (FAQ) 19

12. Zusammenfassung 20

Referenzen 21

Anhang A Technische Produktebeschreibung Geobrugg GUARD 22

Anhang B Auszüge aus Handbüchern, Berichten und Normen für Inspektion, Wartung und Korrosionsschutz 23

Anhang C.1 Anwendungsfall SØRØYA, Norwegen 25

Anhang C.2 Anwendungsfall CARRIÈRE DE MICHELAU N27 (II), Luxemburg 28

Anhang C.3 Anwendungsfall MELITZ, Österreich 32

1. Einführung

Das Geobrugg-GUARD-Überwachungssystem dient der permanenten Überwachung von flexiblen Schutzsystemen gegen Naturgefahren wie Steinschlag, Lawinen und Murgang. Auf dem Schutzsystem installierte Messgeräte (GUARDs) überwachen vor Ort verschiedene Parameter. Die Daten werden regelmässig per Mobilfunksignal an einen zentralen Server übertragen und in einer Online-Überwachungsplattform angezeigt. Der Hauptverwendungszweck ist die automatisierte Vollzeitüberwachung der Barriere. Das GUARD-System unterstützt auch die Inspektions- und Wartungsteams bei der Entscheidungsfindung und Planung der Inspektionen vor Ort.

Diese Praxishilfe stellt die GUARD-Messgeräte und die Online-Plattform vor, erörtert die Nutzung des Überwachungssystems und zeigt, wie das GUARD-System Überwachungs- und Naturgefahrenexperten bei der Entscheidungsfindung, Wartung und Unterhalt unterstützt. Die Praxishilfe zeigt auf, wie das System installiert wird und wie Verwaltung und Pflege des Systems aufgebaut werden sollen. Inspektions- und Korrosionsschutzstandards für flexible Schutzsysteme werden besprochen und die Unterschiede zu anderen Überwachungssystemen wie Warn- und Alarmierungssystemen werden erklärt. Im Anhang finden sich Anwendungsfälle.

2. GUARD-Messgeräte und Online-Überwachungsplattform

Das GUARD-Überwachungssystem ist eine Kombination aus Messgeräten und einer speziell entwickelten Online-Überwachungsplattform (Dashboard).

2.1 GUARD Messgerät

Ein GUARD ist ein kleines Messgerät, das am Seil eines flexiblen Schutzsystems installiert ist (siehe auch Abbildung 1 unten). Es enthält verschiedene Sensoren, die Umgebungs- und physikalische Daten über ein mobiles Netzwerk übertragen:

- Seilkraftmessung [0 kg - 30'000 kg (294kN)]
- Beschleunigungsmessung [0 g - 200 g]
- Probedrähte mit elektrischen Sensoren zur Messung der Korrosionsraten
- Temperaturmessung [-50° C bis 80°C]
- Luftfeuchtigkeitsmessung [0 % - 100 %]

Abbildung 1: Geobrugg GUARD Messgerät installiert an einer flexiblen Ringnetzbarriere

Eine detaillierte technische Produktbeschreibung finden Sie im Anhang A [1]. Der einfache Einbau von Geobrugg GUARD auf einem Schutzsystem ist im Geobrugg GUARD Produkthandbuch dargestellt [2] und in Kapitel 5 dieser Praxishilfe beschrieben.

2.2 Online-Überwachungsplattform GUARD

Die Daten werden in einer Online-Überwachungsplattform (Dashboard) angezeigt. Die Überwachungsplattform zeigt Seilkräfte, Beschleunigungsmessungen und Korrosionsraten an. Sie generiert Warnmeldungen (Text, E-Mail), wenn vordefinierte Grenzwerte überschritten werden.

Abbildung 2 zeigt ein Projekt in der Online-Überwachungsplattform GUARD (Screenshot).

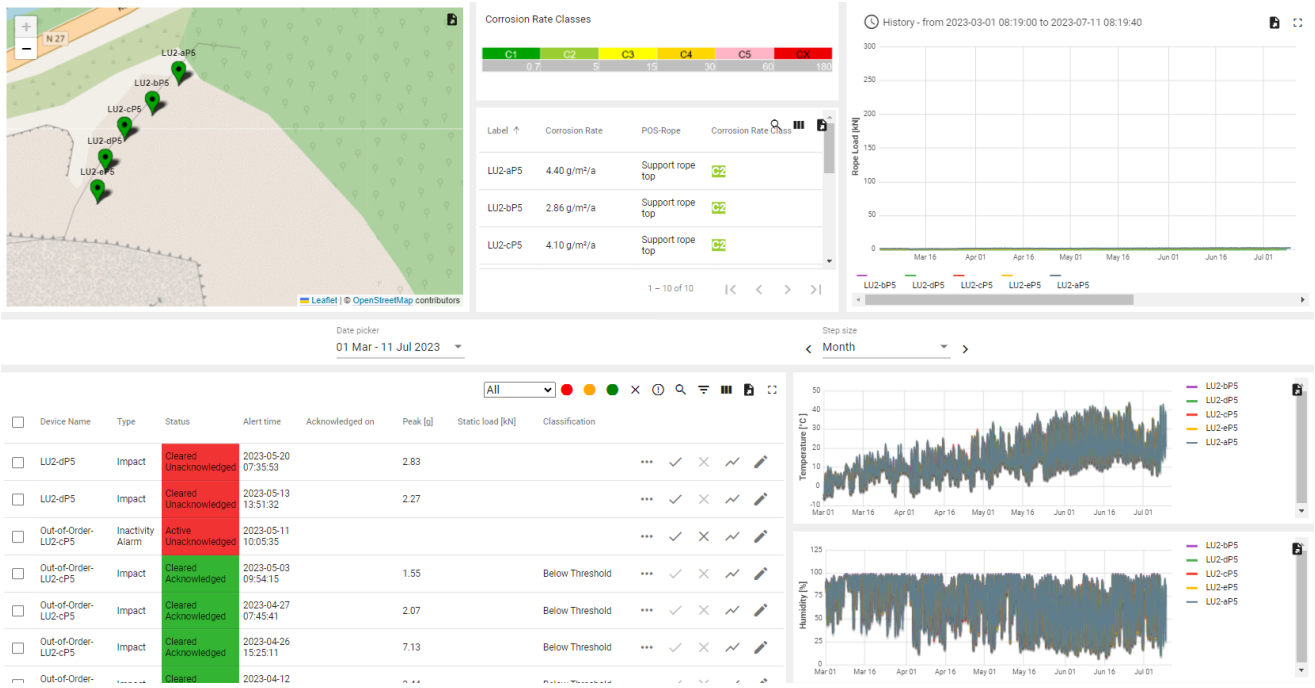


Abbildung 2: Screenshot der Online-Überwachungsplattform GUARD

Die Online-Plattform wurde entwickelt, um relevante Überwachungsdaten zu visualisieren und sie den Verantwortlichen für das Schutzsystem (Eigentümer, Überwachungsbeauftragte, Unterhaltsteams, Naturgefahrenexperten usw.) einfach zugänglich zu machen. Der Zugang zur Online-Überwachungsplattform für die verschiedenen Interessengruppen kann vom Eigentümer der Schutzbaute individuell festgelegt werden.

Die Integration der Daten in die Plattform erfolgt projektspezifisch. Die Daten können sowohl auf Desktop- als auch auf mobilen Geräten dargestellt werden und unterstützen die Entscheidungsfindung sowohl im Büro als auch vor Ort.

3. Datenauswertung und Nutzung des GUARD-Überwachungssystems

Die gesammelten Informationen unterstützen Überwachungsbeauftragte und Unterhaltsteams beim Entscheiden und bei der Planung von Inspektionen vor Ort:

- Ständige Überwachung der Schutzsysteme kann die Zahl der Vor-Ort-Kontrollen verringern
- Schnelles Eingreifen vor Ort, wenn die Barriere voraussichtlich gefüllt wird
- Zuverlässige Planung der Kontrollintervalle anhand der Messdaten der letzten Jahre

Die folgende Abbildung 3 fasst die Funktionsweise des GUARD-Überwachungssystems zusammen

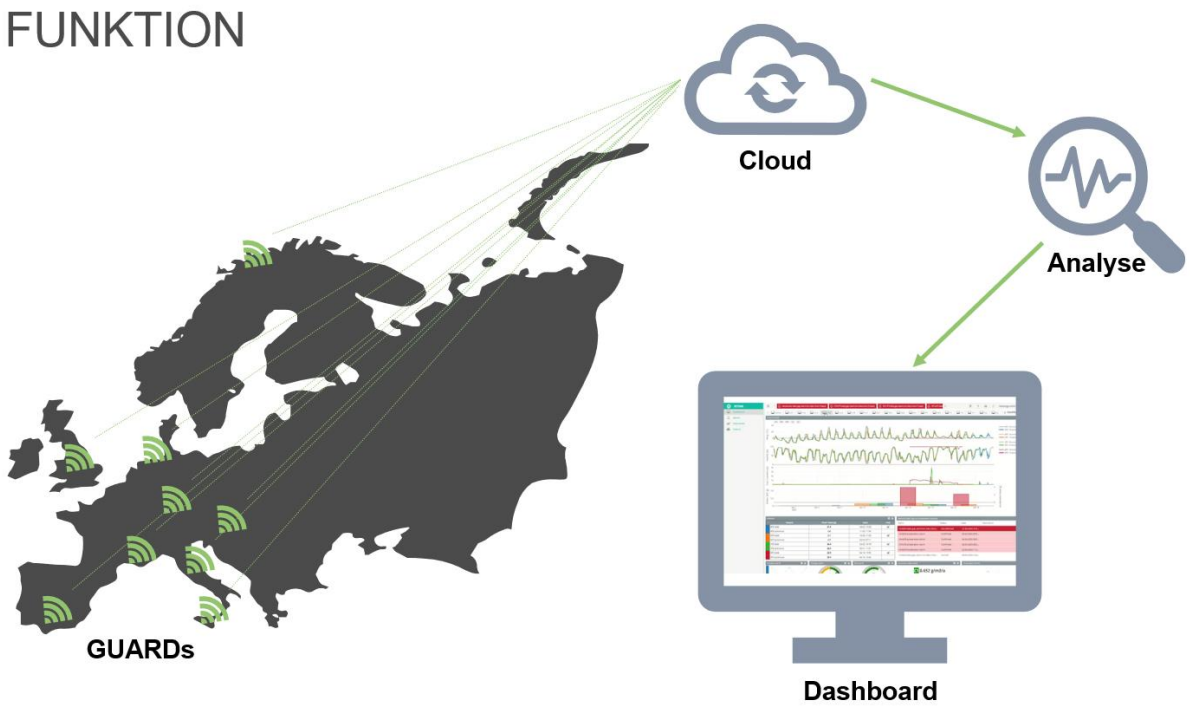


Abbildung 3: Funktionsweise des GUARD-Überwachungssystems

4. Sensorkonzept und Entscheidungshilfe mit dem Überwachungssystem GUARD

Drei in das GUARD-Gerät integrierte Hauptsensoren unterstützen die Erkennung von dynamischen und statischen Lastfällen sowie von Korrosionsraten. Benachrichtigungen und empfohlene Massnahmen können innerhalb der Online-Überwachungsplattform anhand von vordefinierten Schwellenwerten und Dringlichkeit hinterlegt werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über Sensoren, Dringlichkeitsstufen und mögliche Meldungen und empfohlene Massnahmen.

Problem	**Dynamische Lastfälle**	**Statische Lastfälle**	**Korrosion / Zinkreduktion**
	• Steinschlag • Baumschlag • Murenabgang • und mehr...	• Schneedruck • Schuttstrom • Geröll • und mehr ...	• Luftfeuchtigkeit • Salz • Luftverschmutzung • andere Standortfaktoren...
Identifizierung des Problems	Beschleunigungs-sensor	Seilkraftsensor	Korrosionssensor
Dringlichkeit	Hohe Schlagkraft → Unmittelbar Geringe Schlagkraft → Wochen	Tag / Wochen	Monate / Jahre
Benachrichtigung	SMS und/oder E-Mail	E-Mail, Dashboard oder Bericht	Dashboard oder Bericht
Massnahmen zur Aufrechterhaltung des Sicherheitsniveaus	Auswechseln von Elementen wie Bremselementen, Netz, Tragseilen ...	Auswechseln von Elementen wie Bremselementen, Netz, Tragseilen ...	Teile austauschen oder Korrosionsschutz hinzufügen

Tabelle 1: Sensoren, Dringlichkeitsstufen und mögliche Benachrichtigungen und Massnahmen mit Geobrugg GUARD

5. Installation und Inbetriebnahme des GUARD-Überwachungssystems

Das GUARD-Produkthandbuch [2] zeigt, welche Werkzeuge benötigt werden und welche Schritte für die korrekte Installation eines GUARD-Systems erforderlich sind. Die erforderlichen Werkzeuge sind:

- Steckschlüssel
- Nuss, Grösse 32
- Drehmomentschlüssel, Bereich 25 - 100 Nm
- Mobiltelefon
- GUARD Produkthandbuch

Der GUARD muss mit einem Drehmomentschlüssel (es sind 50 Nm erforderlich) wie in Abbildung 4 dargestellt an einem Seil des Schutzsystems befestigt werden:

Abbildung 4: Korrekte Installation eines Geobrugg-GUARD-Geräts an einem flexiblen Schutzsystem mit einem Drehmomentschlüssel. Integration des GUARD in die Online-Plattform (Dashboard) mit Hilfe eines Mobiltelefons vor Ort.

Das GUARD-Gerät kann sofort in Betrieb genommen werden. Es kann vor Ort über ein Mobiltelefon in die Online-Plattform integriert werden.

Das Messgerät ist so konzipiert, dass es bis zu 10 Jahre lang völlig autonom arbeitet, ohne dass die Batterie aufgeladen werden muss. Die Messsignale werden über das Mobilfunknetz an die Online-Überwachungsplattform übertragen. Bei ausreichender Mobilfunknetz-Abdeckung ist kein zusätzlicher Signaltransmitter erforderlich.

6. Lebenszyklus des GUARD-Überwachungssystems und Zuständigkeiten

Wichtige Schritte im Lebenszyklus des GUARD-Überwachungssystems sind die Inbetriebnahme der Geräte, die Überwachungsphase der Schutzsysteme und zuletzt die Aktualisierung der Überwachungssoftware. Für jeden Schritt ist geschultes Personal erforderlich, um das ordnungsgemässe Funktionieren des Gesamtsystems zu gewährleisten.

Abbildung 5 zeigt die einzelnen Schritte des Lebenszyklus und die dafür zuständigen Verantwortlichen:

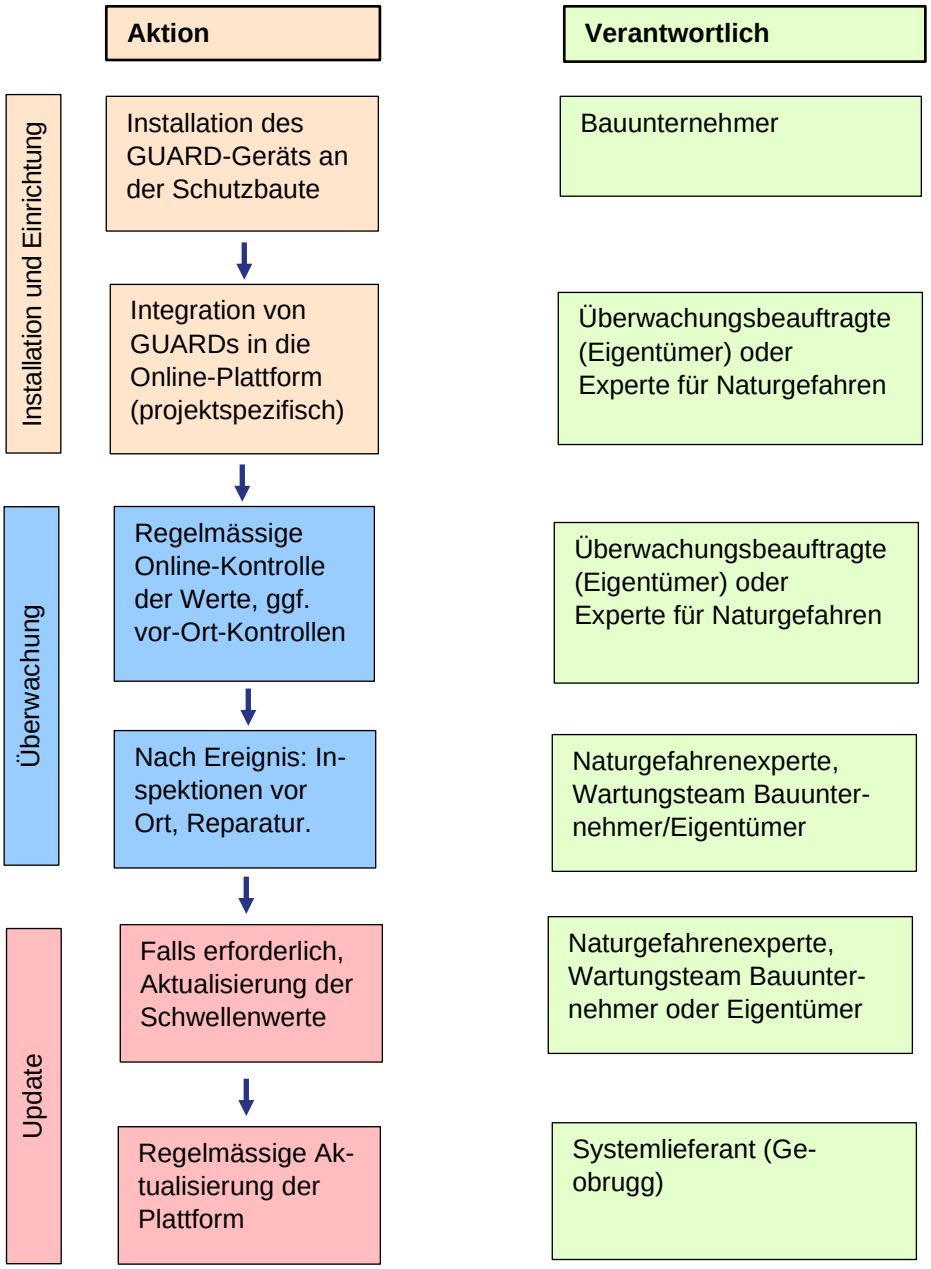


Abbildung 5: Lebenszyklus des GUARD-Überwachungssystems und verantwortliche Personen bzw. Stellen

Eine Person kann in diesem System verschiedene Aufgaben abdecken. So haben die mit der Überwachung Beauftragten beispielsweise auch Expertise für Naturgefahren oder die Person ist für Schutzbautenkontrolle und Unterhalt vor Ort ausgebildet. Wir empfehlen, zu Beginn eines jeden GUARD-Überwachungsprojekts die Verantwortlichkeiten zu definieren.

In Tabelle 2 werden die verschiedenen Aufgaben und Zuständigkeiten beschrieben:

Tabelle 2: Zuständigkeiten und Aufgabenbeschreibung für das GUARD-Überwachungssystem

Verantwortlich	Beschreibung der Aufgabe
Überwachungsbeauftragte (Eigentümer)	Überwachungsbeauftragte sind geschulte Personen (in der Organisation des Bauwerkeigentümers), die für das Funktionieren der GUARDs und für die regelmässige Überprüfung des Status im Online-Tool verantwortlich sind. Sie ordnen bei Bedarf eine Schutzbautenkontrolle und Unterhalt vor Ort an.
Naturgefahrenexperte	Eine Expertin für Naturgefahren (lokales Ingenieurbüro, Geologe usw.) kann den Überwachungsbeauftragten unterstützen oder dessen Überwachungsaufgaben übernehmen.
Unterhaltspersonal	Die Bauwerkseigentümer bestimmen Unterhaltspersonal (intern oder extern), welches geschult ist, die Schutzsysteme in Stand zu setzen und die GUARDs bei Bedarf auszutauschen.
Bauunternehmen	Lokale Bauunternehmen, welche mit flexiblen Schutzsystemen vertraut sind, können die Auftraggebende bei der Installation von Geobrugg GUARD unterstützen.
Systemanbieterin des GUARD-Systems (Geobrugg AG)	Die Systemanbieterin aktualisiert regelmässig die Online-Plattform für die Überwachung und informiert den Überwachungsbeauftragten

7. Überwachungskonzept und Inspektionsprotokoll

Es ist wichtig, das Dashboard regelmässig zu überprüfen und alle Ereignisse zu protokollieren. Zu diesem Zweck empfehlen wir ein standortspezifisches Überwachungskonzepts und einer Berichtsroutine zu bestimmen, die auf die Bedürfnisse der Organisation und den rechtlichen Kontext des Landes abgestimmt ist. Es ist ratsam, jedes Ereignis in einem Kurzprotokoll festzuhalten.

Bei Bedarf kann ein lokales Ingenieurbüro oder Geobrugg AG bei der Festlegung der relevanten konzeptionellen Parameter für das interne Überwachungskonzept behilflich sein.

Abbildung 6 zeigt beispielhaft, wie ein Kurzprotokoll einer Einschlagsmessung mit anschliessender Schutzbautenkontrolle aussehen kann.

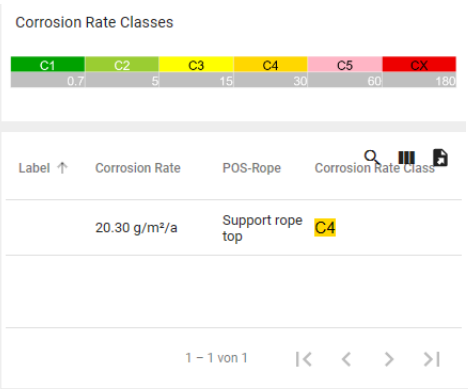
Short note on impact measurements and inspections

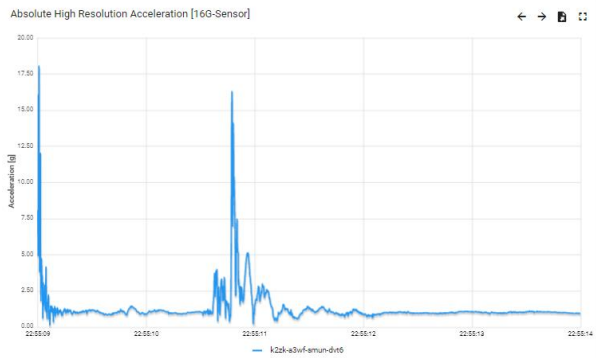
Organization	Entilini Concession (RF) (Pty) Ltd

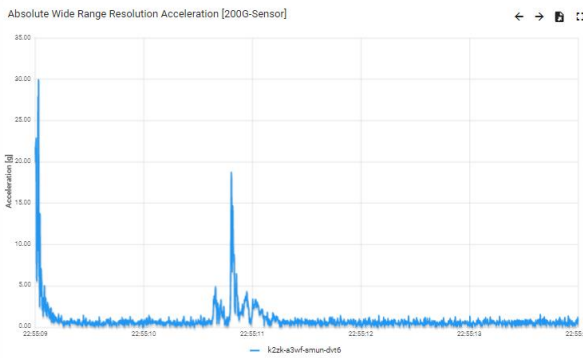
Impact

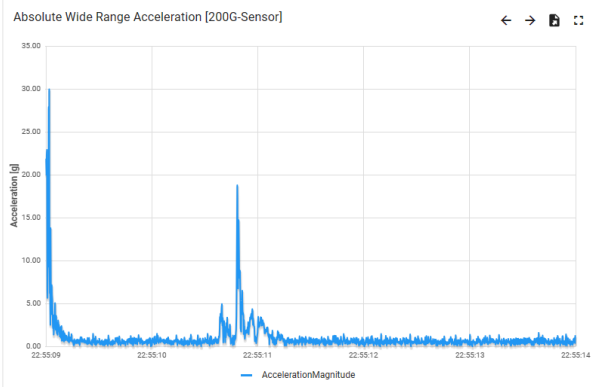
Barrier location	Chapmans Peak Drive, South Africa
Impact location	CH 30 - Field 3 (Post 4)
Alert time	2023/06/06, 22:55:09

Measurements GUARD









Results

Corrosion Rate class	C4
Peak load	29.96 g
Acceleration Magnitude	27.89 g

Schutzbautenkontrolle

Datum der Kontrolle vor Ort 12. Juni 2023, 08:10:00

Kommentare zur Kontrolle

a. Das Team hat heute Morgen den Zaun überprüft.
b. Wir vermuten, dass sich ein Block von den Klippen gelöst hat und dann in mehrere Blöcke zerbrochen ist, die CF 30 in Feld 2 und 3 getroffen haben.
c. Mehrere Felsblöcke in Feld 2. Der grösste Felsblock ist 410 x 350 x 200 mm gross.
d. Mehrere Felsblöcke in Feld 3, aber die meisten sind unter dem Basisdurchlass hindurchgerutscht. Grösster Felsblock 1000 x 700 x 500 mm
e. Keine Beschädigungen oder Bremsaktivierung in Feld 2 oder 3

Bilder

Feld 2 - Blöcke

Feld 2 Einschläge hangseitig der Barriere

Feld 3

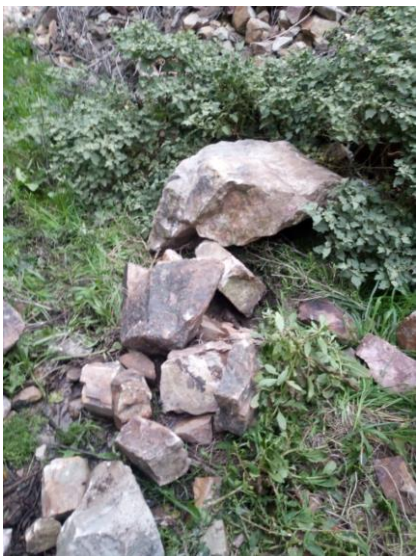

Feld 3 Blöcke unterhalb des Schleppnetzes

Abbildung 6: Beispiel für ein Kurzprotokoll von Einschlagsmessungen mit anschliessender Schutzbautenkontrolle vor Ort (mit freundlicher Genehmigung von Entilini Concession (RF) (PTY) Ltd)

8. Handbücher und bewährte Verfahren für die Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt

Handbücher und Normen, welche die Kontrolle und den Unterhalt von Schutzsystemen gegen gravitative Naturgefahren definieren, sind zum Beispiel für die Schweiz und Österreich erhältlich [3],[4] [5]. Auszüge davon finden Sie im Anhang B.

In diesen Dokumenten werden verantwortliche Stellen für den Betrieb, für die Schutzbautenkontrolle in regelmässigen Intervallen und den Unterhalt festgelegt.

Andere Länder haben möglicherweise ihre eigenen Regeln und Vorschriften festgelegt, oder es gibt bewährte Verfahren für die Schutzbautenkontrolle.

Wir empfehlen, sich bei nationalen Normungsorganisationen, Umwelt- und Naturgefahrenschutzbehörden zu erkundigen, ob für den Bereich der GUARD-Installation lokale Handbücher, Richtlinien oder Empfehlungen für Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt zu beachten sind.

7.1 Zuständige Stellen für die Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt von Schutzsystemen

In der Regel sind die Eigentümer oder Betreiber der Schutzbauwerke (Strassenbaubehörden, Eisenbahnbehörden, Forstwirtschaft etc.) dafür verantwortlich, dass das Bauwerk dauerhaft funktioniert. Sie sind für Wartung und Unterhalt der Schutzbauwerke zuständig. Sie sind auch für die Einhaltung der örtlichen Normen und Richtlinien verantwortlich [3], [4], [5].

7.2 Arbeitsprozesse für die Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt

Üblicherweise werden Schutzbautenkontrollen in Kontrollen mit regelmässigen Intervallen und solche nach aussergewöhnlichen meteorologischen Ereignissen, die das Risiko von Einschlägen in das Schutzbauwerk erhöhen, unterschieden.

- Im Allgemeinen empfehlen die Handbücher und Richtlinien eine regelmässige Schutzbautenkontrolle ein- oder zweimal pro Jahr, z. B. im Frühjahr und vor dem Winter in den Alpenländern.
- Meist wird eine zusätzliche Schutzbautenkontrolle nach starken Niederschlägen und Stürmen empfohlen (um zu überprüfen, ob das Schutzsystem gefüllt ist und gewartet werden muss)

Abbildung 7 zeigt einen typischen Kontroll- und Unterhaltsprozess auf der Grundlage von Handbüchern und Normen [3],[4] und [5].

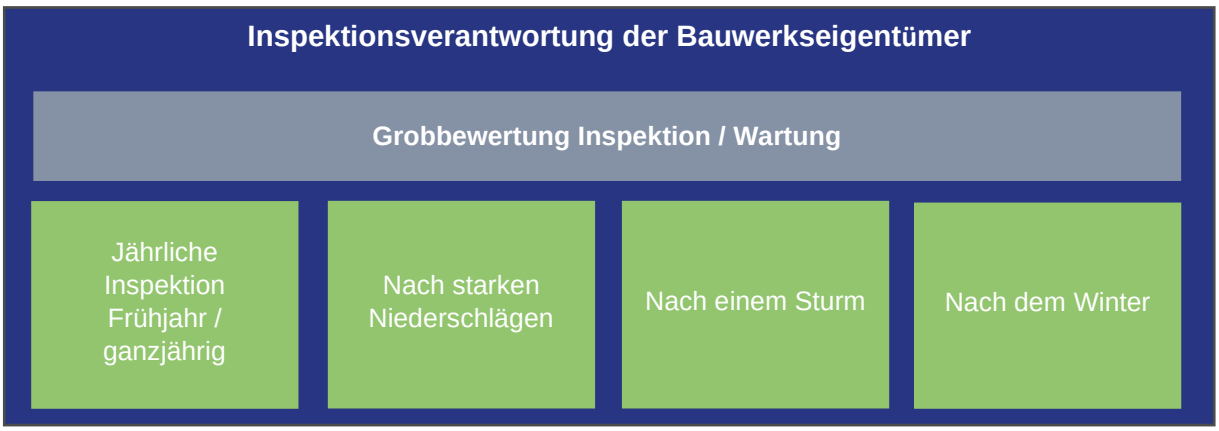


Abbildung 7: Typischer Kontroll- und Unterhaltsprozess auf der Grundlage von Handbüchern und Normen [3],[4] und [5]

Kommentare:

- Starke Regenfälle und Gewitter sind in den Normen und Richtlinien nicht eindeutig definiert. Es ist empfehlenswert, mit lokalen Meteorologie Fachleuten zu besprechen, welche Grenzwerte für das jeweilige Gebiet gewählt werden sollen.
- In der österreichischen ONR-Norm wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei einem permanenten Überwachungssystem der Schutzbaute auf eine regelmässige Kontrolle vor Ort verzichtet werden kann (siehe auch Auszug aus der ONR-Norm im Anhang B).

7.3 Lebensdauerbewertung von Stahldrahtkonstruktionen (Korrosionsrate)

Neben gravitativen Naturgefahrenereignissen ist die Korrosion der wichtigste Faktor für eine verkürzte Lebensdauer von Schutzbauten [8]. Heutzutage wird die Korrosivität der Umgebung nach ISO 12944-2 definiert [9]. Diese Definition lässt einen grossen Interpretationsspielraum.

Abbildung 8 zeigt beispielhaft eine Berechnung für die theoretische Lebensdauer von Zinkdrahtüberzügen (hergestellt gemäss DIN EN 10244-2 [10]):

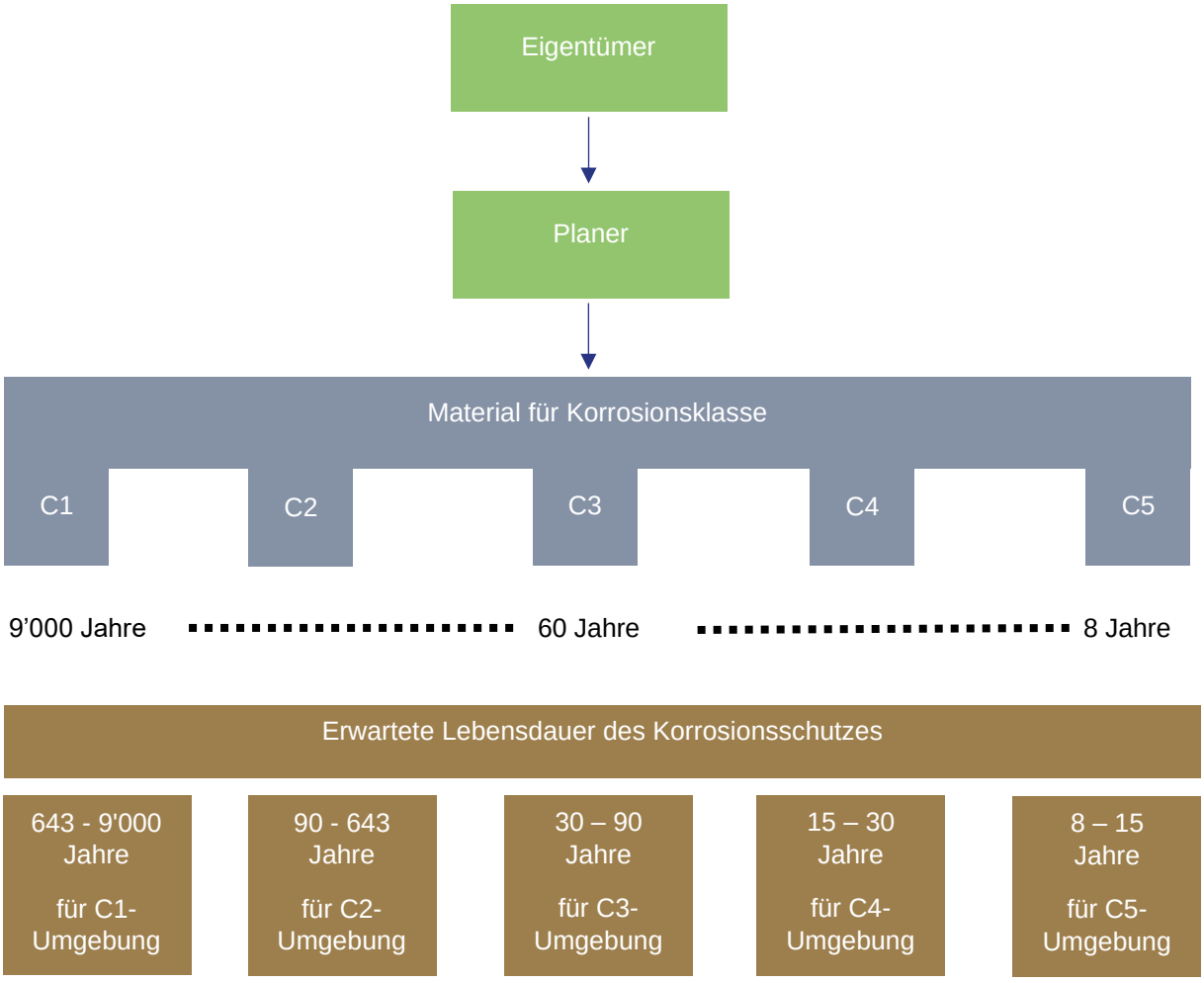


Abbildung 8: Beispielhafte Berechnung für die theoretische Lebensdauer von Zinkdrahtüberzügen nach ISO 12944-2 [9]

Bei Verwendung von ISO 12944-2 [9] für die Lebensdauerberechnungen zeigen die Ergebnisse im Beispiel eine Spanne von Faktor 3 (zwischen 30 und 90 Jahren) für eine durchschnittliche Korrosionsklasse C3.

Für Planer ist es oft schwierig, die richtige Korrosionsklasse zu wählen, und die tatsächliche Lebensdauer von Beschichtungen ist schwer zu beurteilen.

9. Vorteile des GUARD-Systems für die Überwachung und Lebensdauerermittlung von Schutzsystemen

Als eigens entwickeltes Überwachungssystem für flexible Schutzsysteme erfüllt das GUARD-System die Anforderungen an die Überwachung von Schutzsystemen mit den folgenden Eigenschaften:

- Automatisierte standortspezifische Messung wichtiger Parameter des Schutzsystems wie Seilkräfte, Beschleunigungen und tatsächliche Korrosionsraten
- Ständige Überwachung der Schutzzäune (permanent, das ganze Jahr über)
- Automatische Meldungen bei Überschreitung von vordefinierten Grenzwerten
- Gemeinsamer Zugang zur Online-Plattform für alle Beteiligten (Eigentümer, Überwachungsbeauftragte, Unterhaltspersonal, Naturgefahrenexperten)
- Möglichkeit, aus den Daten der Vergangenheit zu lernen

Ein kluger Einsatz dieser technologischen Mittel in Kombination mit geschultem Personal und ständigem Lernen über das Verhalten der Schutzsysteme ermöglicht ein vorhersehbares und zuverlässiges Schutzbauten-Management. Die Kontrolle vor Ort kann auf das notwendige Minimum reduziert werden.

10. Unterschied zwischen Warn-, Alarm- und Überwachungssystemen für Schutzbauten (GUARD)

In Praxishilfen und Handbüchern des Bundesamtes für Umwelt BAFU und des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz BABS wird zwischen Warnsystemen, Alarmsystemen und kombinierten Systemen zur Überwachung gravitativer Naturgefahren unterschieden [3], [11]. In der folgenden Tabelle 3 werden die Systemtypen klassifiziert.

- **Warnsysteme** messen einen langsamen Prozess (z. B. die Messung von Rissen in einer Felswand) und zeigen an, wann ein Prozess mit grösserer Wahrscheinlichkeit eintreten wird.
- **Alarmsysteme** messen Naturgefahrenprozesse, sobald sie eintreten, und leiten die erforderlichen Massnahmen ein (z. B. Strassensperrung, Evakuierung von Personen).
- **Überwachungssysteme für Schutzbauten** wie das GUARD-System bilden den Lebenszyklus des Bauwerks ab. Dies bedeutet, dass sie Informationen über die Häufigkeit und das Ausmass von Einschlägen auf eine flexible Schutzstruktur, Informationen über die Belastung der Struktur sowie Informationen über die laufende Korrosion der Stahldrähte vor Ort liefern.

Tabelle 3: Definitionen von Warn- und Alarmsystemen für gravitative Naturgefahren nach [3] und Vergleich mit der Überwachungssystemen von Schutzbauwerken wie GUARD

Funktion	Warnsystem	Alarmsystem	Überwachungssystem Schutzbauwerk (Geobrugg GUARD)
Reaktionszeit	Stunden und Wochen	Sekunden und Minuten	Monate und Jahre für Korrosionsraten. Tage und Wochen für statische Belastung. Sofort bei voller dynamischer Belastung.
Aktionen	Interpretation der Erkenntnisse durch Experten. Mögliche Massnahmen werden «manuell» ausgelöst (z.B. Evakuierung).	Sofortige und automatische Aktionen, wie Sperrung von Strassen, Bahnen oder Evakuierung (z.B. Baustellen).	Interpretation der Ergebnisse durch Experten. Mögliche Massnahmen werden "manuell" ausgelöst (z. B. Schutzbautenkontrolle und Unterhalt).
Anwendungsbereich	Sich langsam und kontinuierlich entwickelnde Naturprozesse (z.B. Felswände, Rutschungen)	Spontan auslösende oder schnell aufbauende Naturprozesse (z.B. Lawinen, Murgänge)	Organisation der Schutzbautenkontrolle
Messgrössen	Deformation, Niederschlag, Schneehöhe, Pegel, Temperatur, Aktivität (z.B. Steinschläge, Lawinen), Erschütterung	Deformation, Geschwindigkeit, Druck, Pegel, Fliesshöhe, Erschütterung	Korrosionsrate von Einzeldrähten, statische Seilkräfte, Beschleunigung eines dynamischen Stosses.
Technologien	• Interferometrischer Georadar • Deformationskamera • Luftmessgeräte • Druck-, Neigungsmessgeräte • Bewegungssensoren, GPS • Wetterstationen	• Lawinenerkennung Radar • Radar zur Erkennung von Steinschlag • Radar zur Personenerkennung • Wasserstandsanzeiger • Kabel mit vorgegebenen Bruchlasten.	Vordefinierte kombinierte Messung: • Messung der Seilkraft • Beschleunigungsmesser • elektrische Sensoren zur Messung von Korrosionsraten • Temperaturmessung • Feuchtigkeitsmessung

11. Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Wie viele GUARD-Geräte werden für eine 25 Meter lange Schutzbaute benötigt?

Es wird empfohlen, ein GUARD-Gerät pro 25 Meter am oberen Tragseil zu installieren. Ein zusätzlicher GUARD an einem Rückhalteseil ist eine Option. Insgesamt werden ein bis zwei GUARD-Geräte pro 25 laufende Meter Barriere empfohlen. Dies auch um eine Redundanz der Sensorik zu gewährleisten.

Messen die GUARD-Geräte die Parameter rund um die Uhr und das ganze Jahr hindurch?

Ja. GUARD-Geräte sammeln stündlich Daten in einem "Schlafmodus". Die Daten werden gespeichert und wöchentlich (alle 7 Tage) an die Überwachungsplattform übertragen. Bei einem dynamischen Einschlag wird der GUARD aktiviert (d.h. aus dem Schlafmodus geholt) und sendet sofort alle Daten an die Plattform.

Am geplanten Installationsort der GUARD-Geräte gibt es eine schlechte oder gar keine Mobilfunkabdeckung. Ist es möglich, eine andere Art von Signal / Frequenz zu verwenden?

In der Regel sind die GUARD-Geräte so ausgestattet, dass sie Signale über 2G/3G/4G senden können. Das Signal von GUARD-Geräten kann durch die Installation zusätzlicher Antennen übertragen werden. Bitte kontaktieren Sie Geobrugg für weitere Informationen zu diesem Fall.

Können GUARD-Geräte auch an Barrieren anderer Hersteller installiert werden?

Ja, es ist möglich, GUARD-Geräte auch auf Bauten anderer Hersteller zu installieren. Die GUARD-Geräte können auf jeder Art von flexibler Schutzverbauung mit Seildurchmessern zwischen 12 und 24 Millimetern installiert werden.

Ist es zwingend notwendig, die Online-Plattform von Geobrugg für die Integration des Signals der GUARD-Geräte zu nutzen?

Die Online-Plattform von Geobrugg ist speziell für die optimale Nutzung der Geobrugg GUARD-Geräte konzipiert und wird regelmässig aktualisiert. Es ist jedoch möglich, automatisierte Daten von GUARD-Geräten zu extrahieren und sie über eine Datenschnittstelle (Rest-API) an andere Überwachungsplattformen zu senden. Bitte kontaktieren Sie Geobrugg für weitere Informationen.

Kann das Geobrugg GUARD-Überwachungssystem als Alarmsystem eingesetzt werden, z.B. für Strassensperrungen usw.?

Geobrugg GUARD ist als Überwachungssystem für flexible Schutzsysteme konzipiert. Es ist nicht dazu gedacht, ein Alarmsystem für sofortige Interventionen zu ersetzen, z.B. um Strassen zu sperren, Polizei und Feuerwehr zu informieren usw.

Des dynamischen Einschlagsmessungen von Geobrugg GUARD können jedoch bei Grossereignissen in mehrere Schutzbauten als Priorisierungsinformation für eine Intervention verwendet werden.

Wie hoch ist die zu erwartende Lebensdauer eines Geobrugg GUARD?

Das Messgerät ist so konzipiert, dass es bis zu 10 Jahre lang völlig autonom arbeitet, ohne dass die Batterie nachgeladen werden muss. Wenn die Batterie leer ist, wird dies auf der Onlineplattform erkannt. Die GUARD-Geräte sind für eine Lebensdauer von zehn Jahren ausgelegt. Die Nutzungsdauer hängt von verschiedenen Faktoren ab. Erfahrungen an verschiedenen Standorten weltweit zeigen, dass der GUARD mindestens fünf Jahre lang problemlos funktioniert. Im Jahr 2018 wurden die ersten GUARD-Geräte installiert und bis heute (Stand Januar 2024) liefern alle Daten. Sogar an sehr heissen Standorten mit erhöhter Korrosivität und an solchen mit Temperaturen von bis zu minus 20°C über längere Zeiträume.

12. Zusammenfassung

Geobrugg GUARD unterstützt Eigentümer, Überwachungsbeauftragte und Unterhaltsteams bei einer permanenten Überwachung von flexiblen Schutzbauten.

GUARD-Geräte, die an den Seilen des Schutzsystems angebracht sind, messen autonom wichtige Parameter wie Seilkräfte, Beschleunigungen und Korrosionsraten. Die Daten werden regelmässig über das Mobilfunknetz an einen Server gesendet und in einer speziell entwickelten Online-Überwachungsplattform angezeigt. Dies ermöglicht eine permanente und dauerhafte Überwachung des Bauwerks und die Benachrichtigung von Fachpersonal bei einem Einschlag. Durch die Messung der Korrosionsrate können die Korrosionsbedingungen vor Ort beurteilt werden, und eine realistische Bestimmung der Lebensdauer ist möglich.

Das GUARD Überwachungssystem unterstützt Schutzbauteneigner und Entscheidungsträger bei ihrer täglichen Arbeit und hilft, die Schutzbautenkontrolle und den Unterhalt von flexiblen Schutznetzen zuverlässiger und planbarer zu gestalten.

Referenzen

[1] Geobrugg AG (2023): Geobrugg GUARD Technische Produktebeschreibung. Version 2023 EU-Länder
[2] Geobrugg AG (2023): Geobrugg GUARD Produkthandbuch. Version 2023 EU-Länder
[3] BAFU (2020): Überwachungssysteme für gravitative Naturgefahren - Handbuch . Bundesamt für Umwelt (BAFU).
[4] Kantone GR, BE, VS (Hrsg.), (2018): Handbuch Schutzbautenkontrolle (Handbuch für Inspektion und Unterhalt von Schutzanlagen). Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden, Abteilung Naturgefahren des Amtes für Wald des Kantons Bern und Dienststelle für Wald und Landschaft des Kantons Wallis.
[5] ONR 24803:2008: Schutzbauwerke für die Wildbachverbauung - Betrieb, Überwachung und Instandhaltung. Austrian Standards.
[6] ONR 24810:2021: Technischer Steinschlagschutz - Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung. Austrian Standards.
[7] Sorg, M.; Eicher M (2020): Überwachung der Korrosion von Schutzverbauungen in: Zeitschrift Technik. Zeitschrift N° 8 Dezember 2020
[8] Hoffmann, H. (2021): Fernüberwachung von flexiblen Schutzsystemen gegen Naturgefahren in: Georessources 1/2021
[9] ISO 12944-2:2017-11: Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen. Europäisches Komitee für Normung.
[10] DIN EN 10244-2:2023-10: Stahldraht und Drahterzeugnisse - Überzüge aus Nichteisenmetall auf Stahldraht - Teil 2: Überzüge aus Zink oder Zinklegierungen; Deutsche Fassung EN 10244-2:2023. Deutsches Institut für Normung DIN
[11] Sättele M., Bründl M. (2015) Praxishilfe für den Einsatz von Frühwarnsystemen für gravitative Naturgefahren. WSL- Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS (Hrsg.).
[12] Koe, A., Murphy, W., & Nicholson, R. (2018): Rock Netting Systems - Design, Installation and whole-life management (C775). Construction Industry Research and Information Association CIRIA (Hrsg.),

Anhang A Technische Produktebeschreibung Geobrugg GUARD

TECHNISCHE PRODUKTE BESCHREIBUNG

Geobrugg GUARD

Version 2023 EWR Länder / Erstellungsdatum 15.05.202_

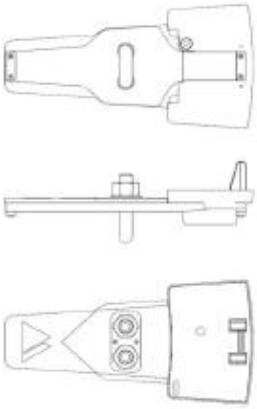
Allgemein	
Dimensionen:	l=325mm / w=170mm / h=85mm
Gewicht:	2.2 kg
Montage:	Litzensell Ø12mm - Ø24mm
Lebensdauer der Batterie:	7-10 Jahre
Sicherheit:	Unabhängiges Betriebssystem
Beständigkeit:	Für den Außenbereich zugelassen (wasserdicht, UV-beständig, kälte- und hitzebeständig)

Sensoren	
Seilkraftmessung:	bis 30'000kg (294kN)
Beschleunigungsmessung:	XYZ-Achse / 0g - 200g
Geräteausrichtung:	XYZ-Achse [g]
Korrosion:	Strom [µA]
Temperatur:	- 50°C bis 80°C
Luftfeuchtigkeit:	0% - 100%
Gerätestatus :	Batteriespannung und Signalstärke (RSSI)

Kommunikation	
Art der Kommunikation:	GSM / UMTS / LTE
Modul:	2G / 3G oder 4G
Protokoll:	MQTT
Sicherheit:	Mehrfach verschlüsselt

Funktion

Geobrugg GUARD / Version 2023 EWR Länder / Erstellungsdatum 15.05.2023



Der Geobrugg GUARD ist ein unabhängiges elektronisches Gerät, das Daten sendet. Es kann entweder mit der Geobrugg GUARD Plattform oder mit einem eigenen Portal verwendet werden (Datenschnittstelle gegen Aufpreis erhältlich). Je nach Ihren Bedürfnissen bietet Geobrugg den GUARD als Produkt oder als Dienstleistung an, die den Zugang zur Plattform und zu Ihren Daten beinhaltet.

Anhang B Auszüge aus Handbüchern, Berichten und Normen für Inspektion, Wartung und Korrosionsschutz

Example: cantonal / regional guidelines in Switzerland

Cantons GR; BE, VS (Editors), 2018: Handbuch Schutzbautenkontrolle (Manual for Inspection and Maintenance fo Protection Systems)

Inspection cycle

The following applies in general:

- A visual inspection in the sense of an observation is carried out annually, whereby this is also possible from a distance (optimally by means of a telescope, binoculars). These observations are defined as a minimum requirement.
- The actual cycle for protection system inspections is determined by the responsible protection construction specialist (in cooperation with the territorially responsible engineer). The cycle can vary between one and max. 5 years.
- Additional inspections outside the regular cycle after special events (heavy rainfall, snowy winters, etc.) are ordered by the responsible person (protection structure specialist).

Example: Austria / ONR standard

ONR 24803:2008/2017: Protection works for torrent control – operation, monitoring, maintenance. Austrian Standards (formerly Ö-Norm).

Inspection:

The following applies in general:

- Ongoing monitoring (OM) / Special inspection (SI)
- Control (C)
- Audit (A)

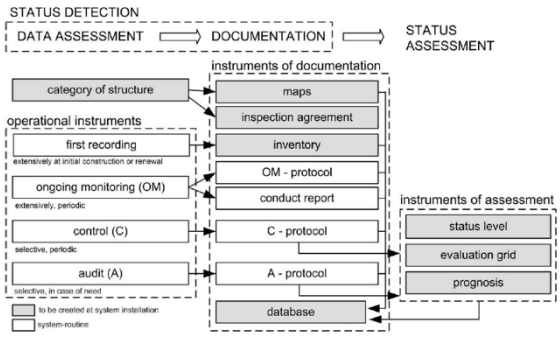


Figure 15 — Inspection tools

Example: Austria / ONR standard

ONR 24810 (2021): Technical protection against rockfall. Terms and definitions, effects of actions, design, monitoring and maintenance. Austrian Standard, Vienna

7.3.3 Ongoing monitoring (OM)

Ongoing monitoring of technical rockfall protection measures shall be performed annually. If continuous monitoring of protection measures occurs via suitable methods, Ongoing monitoring may be omitted. For protection measures with low sensitivity (e.g. rockfall protection dams and galleries) in consequence class CC 1, the Ongoing monitoring may be omitted according to Table 22. Functionality of the structure is inspected within the framework of the 10-year inspection.

7.3.5 Special inspection

Independent of the routine intervals, special inspections (SI) shall be performed when required as a result of Ongoing Monitoring or after exceptional events (e.g. storm, avalanche, mass movements, accidents) acting on the protection measures.

Example: Austria / ONR standard

ONR 24803 (2008): Protection works for torrent control – Operation, monitoring, maintenance. Austrian Standard, Vienna

5.3.2 Ongoing Monitoring

Ongoing monitoring (OM) is used to determine the serviceability (functional efficiency) of the barrier structures.

Responsible for the implementation are the owners of the structure (e.g., holders of the water right, public adminstrations) or the parties interested in publicly funded protective structures (municipalities, waterco-operatives and others). The inspections for the continuous monitoring are to be carried out by trained staff (forest wardens, torrent wardens, watercourse wardens).

Example: UK, CIRIA

Rock netting systems – design, installation and whole-life management

Koe, A., Murphy, W., & Nicholson, R. (2018). Rock netting systems – design, installation and whole-life management. CIRIA.

6.8 CORROSION

6.8.1 Introduction

Estimation of corrosion is an important part of design and a management aspect of the rock netting system. The strength of some parts of the system (eg the mesh component) can be dramatically affected by corrosion and this should be taken into account in the design for each of the components. Phear *et al* (2005) and BS 8006-2:2011+A1:2017 both give detailed guidance on the levels of corrosion protection available. This section provides further details for the components of rock netting systems and an overall approach to assessing the level of corrosion protection available, which depends on several stages (see Figure 6.12). It is important that each of the stages in Figure 6.12 be considered when estimating the design life of various components, and also the required maintenance of various components of the rock netting system.

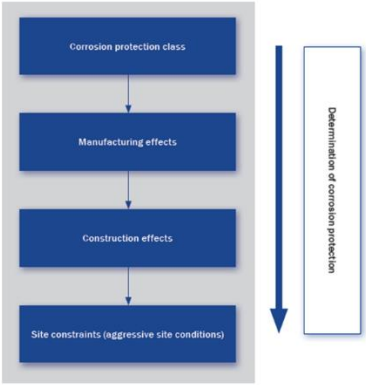


Figure 6.12 Effect of processes to assist in determination of corrosion class

Example: UK, CIRIA

Rock netting systems – design, installation and whole-life management

Koe, A., Murphy, W., & Nicholson, R. (2018). Rock netting systems – design, installation and whole-life management. CIRIA.

6.9 SUMMARY

The components of a rock netting system need to be adequately considered and specified correctly for the system to work as desired.

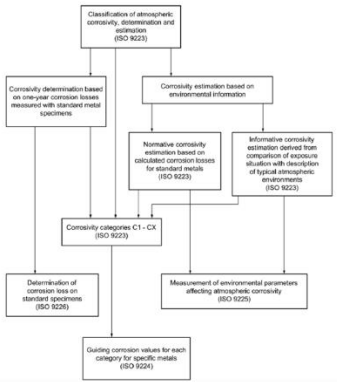
For appropriate whole-life management, the long-term performance of these systems demands that adequate corrosion resistance be considered.

Good practice considerations
Rock netting system components

- Rock netting systems are often designed to be used with specified components. So it is important to follow the manufacturer's specifications as it will maximise the whole-life performance of a system.
- It is no longer considered good practice to use turnbuckles as a component of a rock netting system. Older installations may have these components and care should be taken when removing debris as a wire rope may have become overloaded.
- Ensure that corrosion protection is appropriate to the site where a rock netting system is used. All components should have corrosion protection consistent to the whole system.
- Certificates of conformity for materials supplied should include the level of galvanisation class for the materials used for rock netting components.
- Site conditions may exert additional corrosion stresses on rock netting components. Particular attention should be given to galvanisation classes for coastal zones, areas affected by road salt, or where there is heavy atmospheric pollution and sulphur/sulphate rich geological materials (eg some mudstones, evaporites and mineralised zones).

ISO 9223:2012

Figure 1 –Classification of atmospheric corrosivity



Anhang C.1 Anwendungsfall SØRØYA, Norwegen

Sørøya II

Monitoring

Projekt	Sørøya II
Ort	Sørøya
Land/Region	Norwegen
Installationsjahr	2020
Kunde	Troms og Finnmark fylkeskommune
Ausführende Firma	Fjerby AS
Ausgangslage	Auf der norwegischen Insel Sørøya, oberhalb der Hauptstraße von Hasvik nach Sørvær, wurden 2019 SPIDER Avalanche Barrieren installiert, um diese abgelegene und touristische Strasse vor Steinschlag und Lawinen zu schützen. Die Insel Sørøya liegt nördlich von Tromsø, nördlich des arktischen Polarkreises. Obwohl sie im Sommer touristisch erschlossen ist, dauert die Fahrt dorthin viele Stunden. Die Barrieren aus hochfestem Stahl sind nicht nur im Sommer Steinschlag und im Winter Lawinen ausgesetzt, sondern liegen auch in Meeresnähe. Das bedeutet, dass Korrosion eine ständige Bedrohung darstellt. Die norwegischen Behörden forderten eine Lösung zur Überwachung und zur Meldung von Einschlägen oder langsamer Befüllung der Schutzbauten. Dabei interessierte sie auch die korrosiven Auswirkung der nahegelegenen Barentssee auf die Bauten zu erfahren - nicht durch eine Durchschnittsberechnung, sondern durch reale Zeitmessungen an diesen Barrieren.
Massnahme	In der ersten Phase wurden drei GUARD-Überwachungsgeräte an verschiedenen Stellen innerhalb des Barrierenfeldes angebracht. Eine erste Erkenntnis war, dass die Korrosion an den Barrieren in Meeresnähe deutlich höher ist als an denen weiter oben am Hang. Diese sind häufiger und stärker von Steinschlag betroffen, wie z.B. die Barriere am oberen linken Rand des Bildes unten, wo einer der GUARDs im Einsatz ist. Heute können die Behörden anhand der Daten entscheiden, wann Massnahmen an den Schranken ergriffen werden müssen. So können Inspektionsfahrten reduziert und Wartungsarbeiten gebündelt werden. Vor allem aber erhöht sich die Sicherheit, da bei einer Meldung die Situation beurteilt und entsprechend gehandelt werden kann.
Geschützte Objekte	Strasse, Touristische Infrastruktur, Infrastruktur
Weitere verbaute Anwendungen	Lawinenprävention

Die Geobrugg GUARD an einer Barriere auf der Insel Sørøya nördlich des Polarkreises.

Sørøya ist schwer zugänglich: Fahrten für Kontrollen oder Wartungsarbeiten sind zeitaufwändig und teuer.

In der ersten Phase wurden drei Überwachungsgeräte an verschiedenen Stellen des Feldes angebracht. Dieser Standort ist von Steinschlag, Schneelasten und auch einer hohen Korrosionsrate betroffen.

Der Einbau der Überwachungseinrichtung erfordert keine besonderen Kenntnisse. Es müssen nur zwei Muttern angezogen werden.

Anhang C.2 Anwendungsfall CARRIÈRE DE MICHELAU N27 (II), Luxemburg

Carrière de Michelau N27 (II)

Monitoring

Projekt	Carrière de Michelau N27 (II)
Ort	Erpeldange-Michelau
Land/Region	Luxemburg
Installationsjahr	2020
Kunde	Ministère du développement durable et des infrastructures, Adm. des Ponts et Chaussées, Division de la Voirie de Diekirch
Planer	GEO BENELUX, Geobrugg Partner&Supplier Benelux countries
Ausgangslage	Die Strasse ist seit Jahren durch zwei Steinschlagbarrieren RXI-500 geschützt. An diesem Standort besteht eine sehr hohe Steinschlagaktivität. Deshalb müssen die Barrieren regelmässig geleert werden, was häufige Inspektionen erfordert. Nicht nur kleine Ereignisse können die Barriere mit der Zeit füllen. Auch grosse Steinschläge sind möglich. Die Steinschlagbarrieren müssen dann sofort geräumt werden.
Massnahme	Um eine ständige Überwachung zu gewährleisten, wurden neun Geobrugg GUARD-Geräte an den beiden Zäunen installiert. Dies bedeutet: Beschleunigungssensoren erkennen grössere Felsstösse. Die Seilkraftmessung misst die langsame Befüllung der Schutzzäune. Zudem erfasst ein Korrosionssensor die Korrosion an dieser speziellen Stelle, klassifiziert sie und berechnet die Materiallebensdauer. Installation und Inbetriebnahme erfolgten in Eigenregie des Kunden. Bildrechte: Administration des ponts et chaussées Division de la voirie de Diekirch - GEO Benelux. Merci!
Geschützte Objekte	Strasse, Touristische Infrastruktur
Weitere verbaute Anwendungen	Steinschlagschutz, Böschungsstabilisierung

Das Überwachungsgerät GUARD meldet kontinuierlich den Zustand der Barrieren, hier an einem Rückhalteseil angebracht

Steinschlagbarriere mit vier an den Halteseilen installierten GUARD-Geräten

GUARD an einem oberen Halteseil einer Steinschlagbarriere installiert

The GUARD monitoring device is placed on the top support rope

Detail of the expert dashboard with the corrosion calculation, which is C2 at this location

This rockfall event from March 4th, 2021, 11.51 h, was immediately reported via an alert to the mobile phone.

As mentioned before «At this location exists a very high rockfall activity.» Impact from beginning of June 2021.

The rockfall barrier did its job. But our new hero is the Geobrugg GUARD - our monitoring device reported the impact without delay.

Anhang C.3 Anwendungsfall MELITZ, Österreich

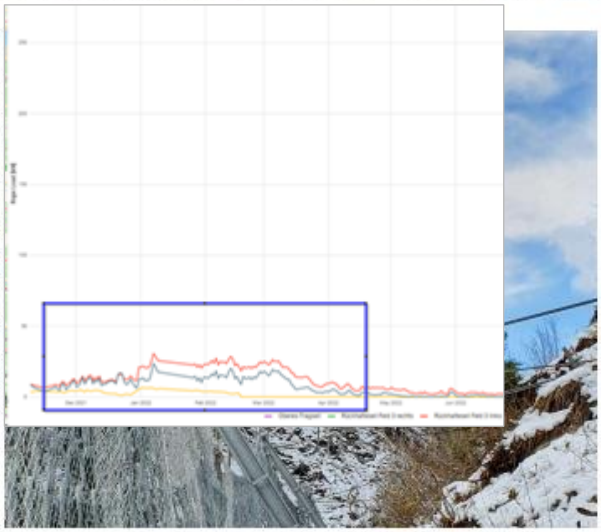
Mellitz

Monitoring

Projekt	Mellitz
Ort	Mellitz
Installationsjahr	2021
Kunde	BBA Lienz
Ausführende Firma	Felbermayr
Ausgangslage	The road has been protected for years by rockfall barriers RXI-200. Due to the high snowfall in this region, the Geobrugg GUARDs were installed for test purposes. The aim was to confirm that the Geobrugg GUARD also measures the slowly increasing snow load.
Massnahme	To guarantee constant monitoring, three Geobrugg GUARD devices were installed: • With an acceleration sensor, larger rock impacts can be detected. • The force measurement measures the slow filling of the fence. This enables measuring the snow load in the winter months. • Furthermore, a corrosion sensor records the corrosion at this specific location, classifies it, and calculates the material service life.
Geschützte Objekte	Strasse
Systeme	Geobrugg GUARD
Weitere verbaute Anwendungen	Steinschlagschutz

Montage des Geobrugg GUARD am oberen Tragseil mit einem Drehmomentschlüssel

Steinschlagbarriere, Blick von hinten



Gemessene Schneelasten im Winter 2020/ 2021