



**Kanton Zürich**  
**Baudirektion**  
**Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft**

# **Schutzbautenmanagement- system im Kanton Zürich**

**Handbuch Bestandesaufnahme | Teil C - ERHEBUNG**  
**11. Juni 2021**



# Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Kommentar	Status
0.1	28.05.2021	Erstellt	Entwurf
0.2	11.06.2021	Entwurf für Ausschreibung	Entwurf

## Impressum

Datei 03-SBMS ZH Handbuch Bestandesaufnahme Teil C ERHEBUNG  
20210611.docx  
Autor: Maja Rapp / Roland Stalder  
Projekt Kanton Zürich, Schutzbautenmanagementsystem  
Geschäft Handbuch Bestandesaufnahme  
Projektverfasser: Maja Rapp  
Erstellungsdatum: 11.06.2021  
Status: Entwurf für Ausschreibung



# Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2. Konzept der Erhebung</b>	<b>7</b>
2.1. Objektivierte Bestandsaufnahme	7
2.2. Perimeter und Bearbeitungstiefen	7
2.3. Zu erhebende Bauwerke	11
2.4. Punkt- und Linienelemente	11
2.5. Zu erhebende Informationen	12
2.5.1. Informationen zu Bauwerkseigenschaften	12
2.6. Anforderungen an Feldpersonal	13
2.7. Anforderungen an Dokumentation	13
2.8. Anforderungen an Qualität	14
2.8.1. Qualität GNSS-Signal	14
2.8.2. Qualität Fotos	14
<b>3. Vorbereitung</b>	<b>16</b>
3.1. Allgemeines	16
3.2. Informationsquellen	16
3.3. Croquis	16
3.4. Feldunterlagen	18
<b>4. Organisation</b>	<b>19</b>
4.1. Planung der Feldtage	19
4.2. Ausrüstung	19
4.3. Organisation der Felderhebung	20
<b>5. Erhebung im Feld</b>	<b>22</b>
5.1. Anforderungen an das Absetzen von Punkten	22
5.1.1. SBW mit Geometrie Punkt	22
5.1.2. SBW mit Geometrie Linie	22
5.1.3. Vorgehen bei kurzen linearen SBW	22
5.1.4. Vorgehen bei langen linearen SBW	23
5.2. Räumliche Begrenzung von punktuellen Schutzbauten	23
5.2.1. „Doppelte“ Schwellen	23
5.3. Räumliche Begrenzung von linearen Schutzbauten	23
5.3.1. 5-Meter-Längenkriterium	23
5.3.2. Schutzbauten im Bereich von Brücken und Durchlässen	24
5.3.3. Minimalkriterium bei Längsverbau	25
5.4. Weitere Hinweise für die Bestandsaufnahme	26
<b>6. Nachbereitung</b>	<b>27</b>
6.1. Tägliche Nachbereitung	27
6.2. Nachbereitung am Schluss einer Feldkampagne	27
6.2.1. Plausibilitätsprüfung	27



### 6.3. Datenabgabe

28

# Anhang

## **Anhang 1: Beispiele für qualitativ gute und schlechte Fotos**

**29**



# Hinweise

• <b>Abschlusskriterium in Hinweisperimeter</b>	<b>11</b>
• <b>Fliessgewässer mit drei parallelen Gerinnebereichen</b>	<b>12</b>
• <b>Was tun, wenn Schutzbauwerk nicht erreichbar ist?</b>	<b>12</b>
• <b>Horizontale und vertikale Genauigkeit</b>	<b>14</b>
• <b>Personen können GNSS-Signal stören</b>	<b>14</b>
• <b>Qualität hat Vorrang</b>	<b>15</b>
• <b>Zusätzliche Einschränkungen durch Schlechtwetter</b>	<b>19</b>
• <b>Tipps zur Steigerung der Effizienz in Fliessgewässern</b>	<b>21</b>
• <b>Vorgehen bei der Erhebung von Einlauf- / Auslaufbauwerken</b>	<b>24</b>
• <b>Längsverbau bei grossen Sperren</b>	<b>24</b>
• <b>Schutzbauten im Bereich von Brücken oder Durchlässen</b>	<b>25</b>
• <b>Nicht-Schutzbauten im Bereich von Brücken und Durchlässen</b>	<b>25</b>
• <b>Entscheidungshilfe bei starker Versinterung</b>	<b>26</b>



## 1. Einleitung

Der Teil C des Handbuchs Bestandesaufnahme befasst sich mit der Identifikation und Erhebung der Schutzbauten. Er dient als Gebrauchsanweisung für die Durchführung einer Feldkampagne inkl. Vor- und Nachbereitung.

Teil C definiert einerseits sämtliche Arbeiten und Abläufe im Rahmen einer Feldkampagne und gibt andererseits zahlreiche Hinweise und Tipps für die Arbeit im Gelände. Dies immer mit dem Ziel, über alle mandatierten Fachbüros eine einheitliche Erhebung in der geforderten hohen Qualität zu erreichen, die effektiv (zielführend) und effizient (wirtschaftlich) ist.

Dieses Handbuch hat nicht den Anspruch, jedes Detail rund um die Bestandesaufnahme im Rahmen des SBMS ZH zu beantworten. Die mandatierten Büros werden zu Beginn der Feldkampagne durch den Auftraggeber begleitet, so dass Detailfragen entsprechend geklärt werden können.

Im Handbuch wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

## 2. Konzept der Erhebung

### 2.1. Objektivierte Bestandesaufnahme

Die Zuverlässigkeit der Schutzbauten ist eine zentrale Zielgrösse im Schutzbautenmanagement. Dabei ist zu beachten, dass sich diese sowohl beim einzelnen Schutzbauwerk als auch im Verbund ganzer Systeme manifestiert.

Die Bewertung der Zuverlässigkeit von Schutzbautensystemen ist sehr komplex und mit vielen Unsicherheiten verbunden. Insbesondere bei Schutzbauten gegen Wasser fehlen Erfahrungen und methodische Grundlagen.

Im SBMS ZH wird auf eine Bewertung der Schutzbautensysteme im Rahmen der Bestandesaufnahme verzichtet. Das Feldpersonal soll sich bewusst NICHT mit folgenden Fragen beschäftigen:

- Wie verhält sich das Gesamtsystem?
- Wo sind die für die Zuverlässigkeit des Systems kritischen Elemente?
- Wo sind welche Massnahmen notwendig?
- Mit welcher Dringlichkeit sind Massnahmen notwendig?

Die Bestandesaufnahme soll möglichst objektiv erfolgen, nach einheitlichen Abläufen, Definitionen und Abgrenzungskriterien. Erhebung und Inspektion finden auf Stufe Schutzbauwerk statt.

Die Verantwortlichen des SBMS ZH möchten an dieser Stelle betonen, dass sie durchaus begrüssen, dass die mandatierten Fachpersonen Naturgefahren im Feld ihr integral geschultes Auge einsetzen. Insbesondere bei der Inspektion sind Einschätzungen zum Gefahrenprozess sowie zu Schadensursachen und -entwicklungen ein wichtiger Bestandteil der Zustandsbewertung. Im Einzelfall können wichtige systemrelevante Erkenntnisse im Bemerkungsfeld des entsprechenden SBW festgehalten werden.

### 2.2. Perimeter und Bearbeitungstiefen

Der Kanton Zürich verfügt über ein insgesamt 3'507 km langes Gewässernetz. Davon stehen 423 km in der kantonalen Unterhaltspflicht. Die übrigen 3'084 km stehen in der Unterhaltspflicht der Gemeinden. Die Erhebungskampagne der kantonalen Gewässer wird in fünf Auftragseinheiten aufgeteilt, während die kommunalen Gewässer mit drei Erhebungskampagnen von jeweils fünf Auftragseinheiten abgewickelt werden.

Bezüglich der Bearbeitungstiefe der Bestandesaufnahme der Gewässer wird zwischen Detail- und Hinweisperimeter unterschieden.

Der Detailperimeter beinhaltet in der Regel Gewässer und Gewässerabschnitte im Bereich wichtiger Infrastrukturen, Siedlungs- und Landwirtschaftsgebiet. Hier gilt:

- vollständig begehen und erheben.
- viele Schutzbauten zu erwarten.

Der Hinweisperimeter beinhaltet die übrigen Gewässer und Gewässerabschnitte, vorwiegend die Quellgebiete der Fliessgewässer. Hier gilt:

- Hinweise, die im Croquis aufgeführt sind, gezielt begehen und erheben (Kap. 3.3).
- Zufällig entdeckte Schutzbauten erheben.

Die kantonalen Fliessgewässer werden vollständig in der Bearbeitungstiefe Detailperimeter erhoben (Fig. 1).

Die kantonalen Fliessgewässer beinhalten einige grosse Talflüsse (Rhein, Limmat, Reuss, Thur, Töss, Glatt, Sihl, Jona) mit erhöhtem Abfluss und teilweise starker Strömung. Bei diesen kann sich der Werksansprecher aus praktischen und Sicherheitsgründen zumindest teilweise nicht im Gewässer bewegen. Diese SBW müssen vom Ufer aus aufgenommen werden. Dies bedingt einen gewissen (zeitlichen) Mehraufwand gegenüber den kleineren Gewässern, weil beide Ufer, mit Ausnahme entlang der Kantons- oder Landesgrenze (59 km), separat abgesprochen werden müssen. Dieser Mehraufwand ist in der Schätzung der Feldtage pro Auftragseinheit berücksichtigt.



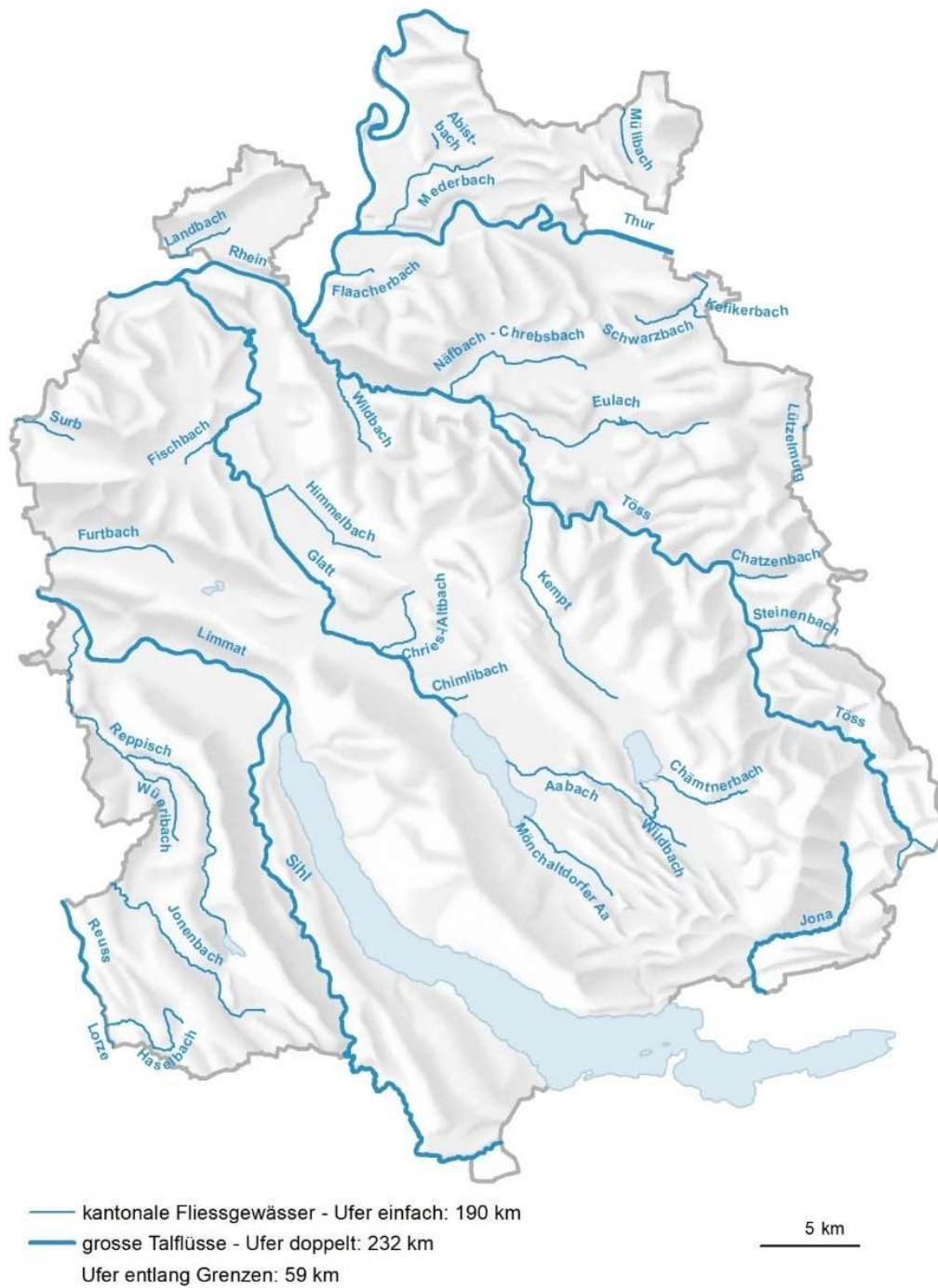


Fig. 1: Die zu erhebenden kantonalen Fliessgewässer

Für die Aufnahme der kommunalen Fliessgewässer (Fig. 2) wird zwischen Detail- und Hinweisperimeter unterschieden.

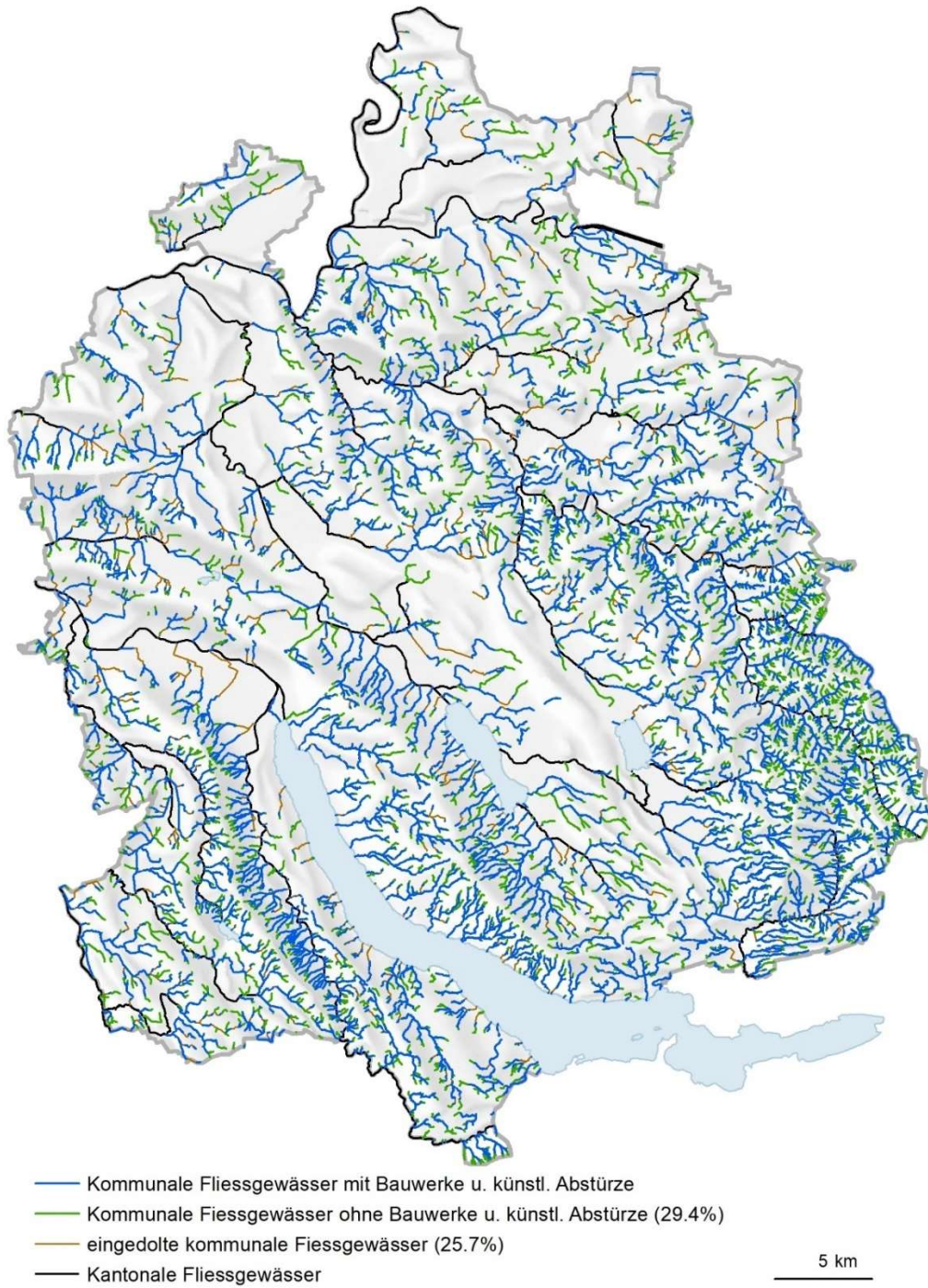


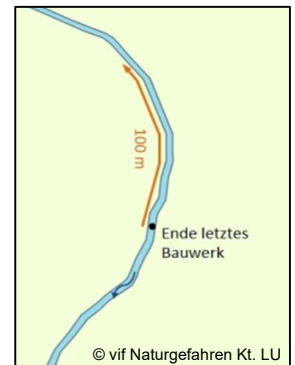
Fig. 2: Die zu erhebenden kommunalen Fliessgewässer



### **Abschlusskriterium in Hinweisperimeter**

Gewässer werden generell bachaufwärts begangen. Im Hinweisperimeter gilt: folgt nach dem letzten erhobenen Schutzbauwerk während 100 Metern kein weiteres Schutzbauwerk, wird die Erhebung an diesem Gewässer abgeschlossen. Hierzu müssen bei guter Übersicht diese 100 Meter nicht vollständig abgelaufen werden.

Ausnahme: liegen zwei oder mehrere Hinweise aus dem Croquis zwischen hundert und einigen hundert Metern auseinander, wird der Abschnitt trotzdem begangen, soweit dieser begehbar ist.



## **2.3. Zu erhebende Bauwerke**

Grundsätzlich sind alle Bauwerke gegen Wassergefahren zu erheben, welche die Kriterien an eine Schutzbaute erfüllen (Teil B, Kap. 2.2). Es gelten folgende Präzisierungen:

- SBW werden nur als Einzelwerke erhoben, nicht als Werksgruppen.
- Schutzbauten entlang von Seen werden nicht erhoben.
- Kunstbauten – insbesondere auch Brücken und Stützmauern entlang von linearen Infrastrukturen – werden generell nicht erhoben.
- Mess- und Überwachungsanlagen werden nicht erhoben.

## **2.4. Punkt- und Linienelemente**

Alle Schutzbauten werden parallel zur Gewässerachse abgesetzt, d.h. sie sind linear referenziert und werden nicht lagetreu aufgenommen (Fig. 3). Ufer-Schutzbauten werden mittels Offsets parallel zur Gewässerachse dargestellt. Der Abstand zur Gewässerachse ist werksartenspezifisch vordefiniert.

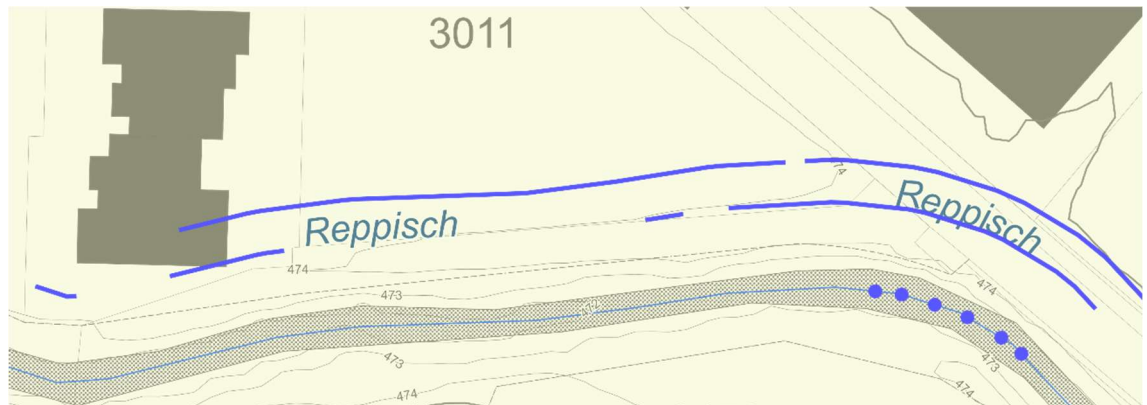
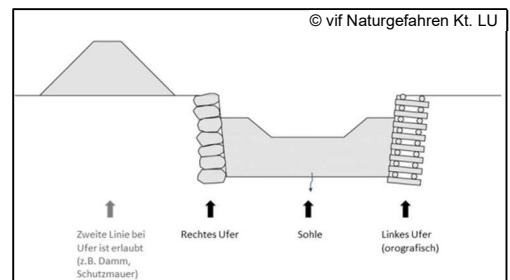


Fig. 3: Beispiel, wie Schutzbauten parallel zur Gewässerachse und nicht lagetreu abgesetzt werden.

Schutzbauten sind je nach Werksart als Punkt- oder Linienelemente zu erheben. Genau genommen werden im WebGIS auch für die Linienelemente ausschliesslich Punkte abgesetzt und daraus ein Pfad generiert. Details zur Erfassung der Elemente folgen in Kapitel 5. Im Werksartenkatalog (Teil B, Anhang 1) ist die Geometrie für jede Werksart definiert.

### 💡 ***Fliessgewässer mit drei parallelen Gerinnebereichen***

*Bei Fliessgewässern werden drei lineare Gerinnebereiche synchron erhoben: linkes Ufer, Sohle und rechtes Ufer. Viele Punktelemente wie Schwellen, Sperren und Geschiebesperren gehören dabei zur Sohle.*



## **2.5. Zu erhebende Informationen**

Alle zu erhebenden Informationen werden im WebGIS auf dem Feldtablet eingegeben. Es werden zwei Kategorien von Informationen erhoben:

- Informationen zu Bauwerkseigenschaften: Alle relevanten Informationen sind im Werksartenkatalog pro Werksart definiert (Teil B, Anhang 1).
- Informationen zu Bauwerkszustand: Details in Teil D – Inspektion.

### 💡 ***Was tun, wenn Schutzbauwerk nicht erreichbar ist?***

*Die Sicherheit des Feldpersonals hat oberste Priorität! Ist der Zugang zu einem Schutzbauwerk zu riskant oder verfügt das Feldpersonal nicht über die notwendige Sicherheitsausrüstung, wird das Schutzbauwerk aus der Ferne abgesetzt. Es werden nur diejenigen Informationen eingegeben, die auch aus der Ferne zweifelsfrei erhoben werden können. Anderenfalls ist eine entsprechende Bemerkung zu notieren.*

### **2.5.1. Informationen zu Bauwerkseigenschaften**

Folgende Informationen zu den Bauwerkseigenschaften werden ins Feldtablet eingegeben:

- Werksart
- Bei Punktelelementen: Werkpunkt, bei Linienelementen: Start- und Endpunkt
- Lage des Werkpunktes (links/mitte/rechts)
- Ausprägung
- Massgebliches Material
- Ausführung
- Bauwerksparameter





## 2.6. Anforderungen an Feldpersonal

Die Erfahrungen aus den Test-Bestandesaufnahmen haben gezeigt, dass zwei Personen erforderlich sind. Der «Erfasser» gibt primär Daten als Protokollführer ins Feldtablet ein, der «Werkansprecher» erledigt die Arbeiten an der Schutzbaute.

Sowohl Erfasser als auch Werkansprecher müssen Fachpersonen Naturgefahren sein (speziell Wasserprozesse). Der Werkansprecher muss über Fachkompetenz und Routine in der Zustandserfassung und –Bewertung von Schutzbauten verfügen.

Das Feldpersonal benötigt eine überdurchschnittliche Feldtauglichkeit. Insbesondere das Schreiten auf glitschigen Steinen und Schutzbauten ist nicht ungefährlich! Das Feldpersonal muss entsprechende Sicherheitsausrüstung mit sich führen. Grundsätzlich geht die Sicherheit des Personals jederzeit vor.

Das Feldpersonal bewegt sich oft durch Gebüsch und Stauden. Der Kanton Zürich befindet sich im Verbreitungsgebiet von Zecken, die sowohl FSME als auch Lyme-Borreliose übertragen können. Wir empfehlen gegen FSME eine wirksame Zeckenimpfung. Ebenfalls empfehlen wir ausreichenden Kleiderschutz und eine Körperkontrolle nach jedem Feldtag. Weitere Informationen unter <http://www.zecken.ch/>.

## 2.7. Anforderungen an Dokumentation

Die Dokumentation der Bestandesaufnahme erfolgt weitestgehend direkt im Feld:

- Sämtliche relevanten Informationen zu Geometrie, Eigenschaften sowie Zustand der Schutzbauten werden direkt ins Feldtablet eingegeben.
- Fotos werden von der Kamera in komprimierter Form per Bluetooth an das Feldtablet übertragen und direkt in der Applikation mit dem Bauwerk verknüpft.
- Die Fotos müssen pro Feldtag in einem Ordner in Originalgrösse digital abgelegt werden. Benennung Ordner: [Auftragseinheit\_Nummer yyyyymmdd], Beispiel: 21\_3 20220124. Die Fotos selber dürfen nicht umbenannt werden.
- Besondere Bemerkungen zum erhobenen Bauwerk sollen nur sehr zurückhaltend in den Bemerkungsfeldern eingetragen werden.
- Offene Fragen, Unsicherheiten und Rückmeldungen, die nicht einem Bauwerk zugeordnet werden können, sind separat auf den Feldplänen zu notieren.
- In Gebieten ohne Netzabdeckung (Swisscom) oder in anderen Ausnahmesituationen (Netzausfall, Akkuausfall) werden die Schutzbauten schematisch in die Feldpläne eingetragen. Die Bauwerksinformationen und die Zustandsbewertungen werden in diesem Fall separat notiert und nachträglich ins WebGIS übertragen.
- Versinterungsstrecken werden im Feldplan inklusive Streckenanfang und -ende eingetragen (siehe dazu Hinweis in Kap. 5.4).
- Die Feldpläne mit Einträgen müssen als Scans abgegeben werden.



## 2.8. Anforderungen an Qualität

Um die angestrebte Qualität der erhobenen Daten sicherzustellen, müssen einige Qualitätsvorgaben und Verhaltensweisen befolgt werden.

### 2.8.1. Qualität GNSS-Signal

Um die Standortgenauigkeit beim Absetzen eines Punktes zu gewährleisten, wird ein GNSS-Empfänger verwendet. Vor jedem Absetzen eines Punktes muss der Erfasser die Positionierung auf der Karte plausibilisieren sowie die Signalqualität des GNSS-Empfängers überprüfen. Bei guten Bedingungen und aktiviertem Internetkorrekturservice sollte die Signalqualität im Dezimeterbereich sein. Minimalanforderungen:

- Detailperimeter < 1 m
- Hinweisperimeter < 2 m

Feldtablet und GNSS-Empfänger dürfen nicht mehr als 25 m voneinander entfernt sein, ansonsten muss die Verbindung neu aufgebaut werden.

#### **Horizontale und vertikale Genauigkeit**

---

*Für die Erhebung ist nur die horizontale Genauigkeit massgebend (x- und y-Koordinate). Die vertikale Position des GNSS-Empfängers, und deshalb auch dessen Genauigkeit (z-Koordinate), ist für die Erfassung irrelevant. Deshalb kann der GNSS-Empfänger während der Erhebung in beliebiger Höhe positioniert werden.*

#### **Personen können GNSS-Signal stören**

---

*Oft stören Personen, die nahe beim GNSS-Empfänger stehen, das GNSS-Signal. Abhilfe: Erfasser etwas entfernt oder hinter Baum stehen, Werkansprecher niederkauern.*

### 2.8.2. Qualität Fotos

Die Fotos erfüllen drei Zwecke:

- Identifikation und Dokumentation einer Schutzbaute (Erhebung)
- Visualisierung spezieller Ausführungen (Erhebung)
- Dokumentation von Schadensbildern (Inspektion)

Fotos werden für alle relevanten Schutzbauten gemäss Werksartenkatalog gemacht, auch für die Werksart «andere Werksart linear» und «andere Werksart punktuell». Generell soll auf den Fotos der Referenzstock platziert werden (Skistock mit Markierungen bei 0.5 m und 1.0 m). Ausnahme: bei Fotos von Schadensbildern kann der Referenzstock optional platziert werden, wenn es die Aussagekraft des Fotos steigert.



In den Werkskizzen der Faktenblätter Werksarten (Teil B, Anhang 2) ist für jede Werksart detailliert ersichtlich, wie und von wo aus die Werksfotos gemacht werden müssen. Liegen entsprechende Gründe vor, so darf die Anzahl der Werksfotos auch überschritten werden (z.B. grosse Geschiesbesperre mit besonderem Bauteil).

Der Referenzstock ist bei den Werksfotos entsprechend dem zu erhebenden Bauwerksparemeter zu positionieren. Bsp. Schwellen  $\Rightarrow$  Absturzhöhe  $\Rightarrow$  Referenzstock vertikal.

Um gute Fotos zu erhalten sind folgende Aspekte zu beachten:

- Technisch möglichst einwandfreie Fotos (Auflösung, Schärfe, Helligkeit, Blitz, saubere Linse)  $\Rightarrow$  eine gute digitale Kompaktkamera wird auftragsgeberseitig zur Verfügung gestellt.
- Keine Fotos direkt mit dem Feldtablet machen.
- Keine Personen oder persönliche Gegenstände auf den Fotos abbilden.
- Schutzbaute so „in Szene“ setzen, dass Werksart, Ausprägung, Ausführung, besondere Bauteile sowie Referenzstock gut erkennbar sind.
- Schadensbild so „in Szene“ setzen, damit Beeinträchtigung erkennbar ist und im Kontext des SBW zugeordnet werden kann.
- Möglichst wenig störende Vegetation auf Fotos.
- Fotos im Querformat machen.

Einige Beispiele von guten und schlechten Fotos finden sich in Anhang 1.

Wenn das Feldtablet (Erfasser) und die Kompaktkamera (Werkansprecher) zu weit voneinander entfernt sind ( $> 15$  m), können die Fotos nicht übertragen werden. Sobald man wieder nahe genug beieinander ist, wird die Bluetooth-Verbindung automatisch wiederhergestellt und das Foto übertragen (Bedingung: Kamera muss während rund 5 Sekunden eingeschaltet sein).

### **Qualität hat Vorrang**

---

*Bei linearen Schutzbauten zeigen die Werksfotos grundsätzlich den Abschnitt mit dem abgesetzten Start- oder Endpunkt. Es ist zulässig, die Aufnahme ein paar Meter versetzt zu machen, wenn dadurch die Qualität des Fotos massgeblich verbessert werden kann (beispielsweise bei dichter Vegetation), unter der Voraussetzung, dass der neue Standort dieselben Bauwerkseigenschaften zeigt.*

## 3. Vorbereitung

### 3.1. Allgemeines

Eine gute Vorbereitung ist grundlegend für eine effiziente und qualitativ hochwertige Bestandesaufnahme. Die Vorbereitungsarbeiten zu den Auftragsseinheiten werden auftragsge-berseitig geleistet. Die resultierenden Dokumente und Informationen werden den beauftragten Fachbüros zur Verfügung gestellt.

### 3.2. Informationsquellen

Die Konsultation der nachfolgend aufgelisteten Informationsquellen soll in erster Linie einen Überblick verschaffen, wo Schutzbauten zu finden sind. Folgende Informationsquellen sind hierfür nützlich:

- Konsultation digitale und analoge Projektunterlagen Archiv AWEL
  - ⇒ allgemein: Übersicht Schutzbauten
  - ⇒ speziell: überdeckte Ufersicherungen bei naturnahem Wasserbau (Ausführungsplan!)
- Konsultation ökomorphologische Kartierung
- Besprechung mit Fachspezialisten (Sektion Bau, Sektion Gewässerunterhalt, Sektion B+B)
- Konsultation Gefahrenkarte (in der Regel wurde ein einfacher Schutzbautenkataster erarbeitet)

Zudem soll geklärt werden, welches die geeigneten Zufahrtsstrassen sind, ob Fahrbewilligungen notwendig sind und wo es Absperrungen / Schlagbäume gibt.

### 3.3. Croquis

Die Hinweise zu Schutzbauten aus der Konsultation der Informationsquellen werden zu einem Croquis aufbereitet. Das Croquis besteht einerseits aus einem Übersichtsplan, auf welchem Bereiche mit Schutzbauten markiert und nummeriert werden (Fig. 4) sowie die Detail- und Hinweisperimeter ersichtlich sind. Andererseits werden Notizen mit den wichtigsten Informationen pro identifizierten Bereich stichwortartig festgehalten (Fig. 5). Die Zu- teilung der Gewässerabschnitte zu Detail- respektive Hinweisperimeter erfolgt durch den Auftraggeber.



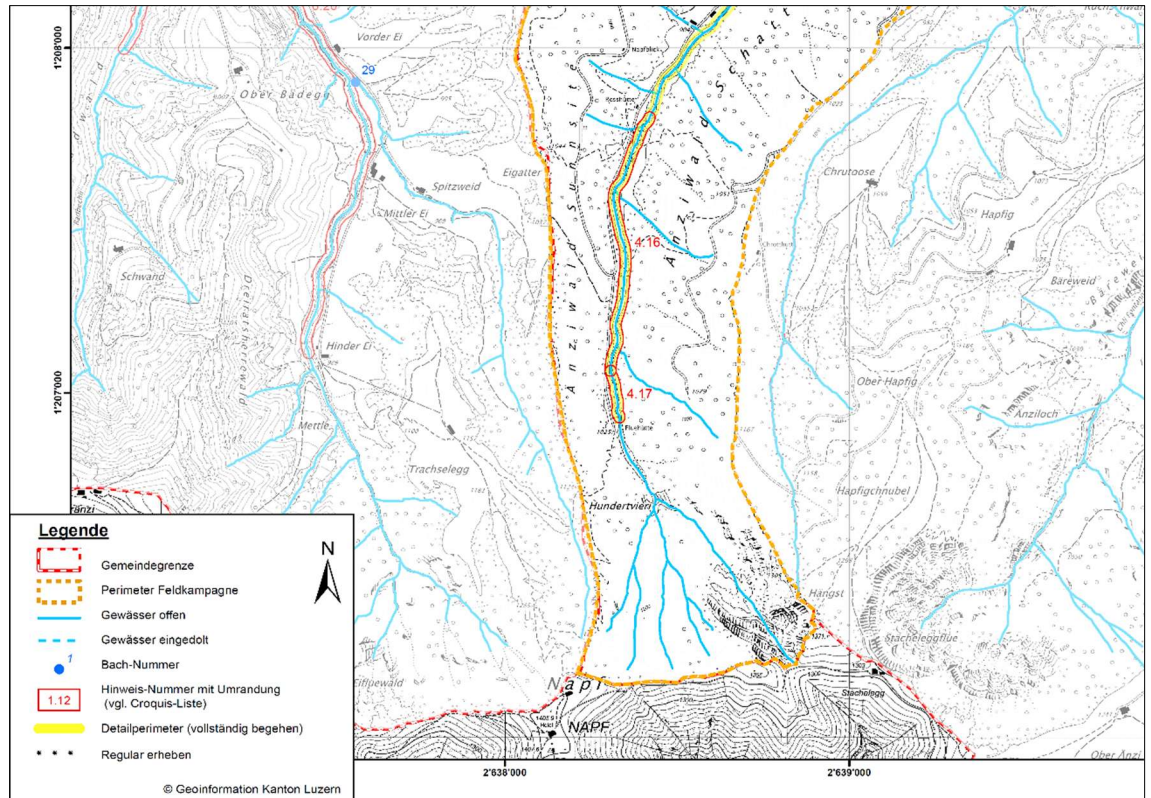


Fig. 4: Ausschnitt aus dem Croquis (Übersichtsplan) für eine Gemeinde im Kanton Luzern. Bei den Gewässern ist der Detailperimeter gelb dargestellt.

#### Hinweise Schutzbauten Wassergefahren

- W1. Rörlibach (Nr. 3): Entwässerung Weiher Nord mit Retentionsmassnahmen / 2008
- W2. Widiweid: Retentionsraum für Kantonsstrasse (vermutlich keine Schutzbaute, evtl. nicht erheben)
- W3. Bächtelebächli: Öffnung, 47 Blocksteinschwellen, gepflasterter Schwanenhals Einlauf Strassendurchlass [Proj. Verbauung Bächele Bächli / B.099.8630.009 / GP / 1992]
- W4. Rämsibach (Nr. 6): Ausbau und Renaturierung, Retentionsbecken  $V = 10'000\text{m}^3$  [Proj. Ausbau Rämsibach / 10287 / W. Baumann, K. Müller / 2005/06 & Renaturierung Remisbach / 099.8628.011 / (GP) / 1991 / Abschnitt Flüh]
- W5. Rubibach (Nr. 8): Offenlegung, Mauer mit Blocksteinen, Sohle aus Steinen mit 2-3 Schwellen [Proj. Ausbau Rubibach Abschnitt Hotel Gotthard / 099.8606.013 / GP / 1993]
- W6. Rubibach (Nr. 8): Diverse HWS-Massnahmen [Proj. HW-Schutz Weggis, Rubi- und Chienbach / msc / 2006-2016]
  - Umfahrungsstrasse bis See: Kapazitätsvergrößerung & Ersatz Eindolung
  - Linden bis Blauweid: Objektschutz beim Gebäude Blauweid 18 (geringfügige Geländeanpassungen)
  - Gribisch bis Linden: Dosierbauwerk, Geschieberückhalt vor Zingelstrasse
  - Zingeli bis Blauweid: Gerinneausbau lokal, kleiner Geschiebesammler vor Eindolung oberhalb Umfahrungsstrasse, neues Einlaufbauwerk bei Eindolung
  - Zingeli: Geschiebesammler bis 100m<sup>3</sup>, Objektschutzmassnahmen im Auslaufbereich der Überlastmulde

Fig. 5: Ausschnitt aus dem Croquis (Notizen) für eine Gemeinde im Kanton Luzern.



### **3.4. Feldunterlagen**

Nebst den digitalen Grundlagen im WebGIS empfehlen wir für die Bestandesaufnahme folgende physischen Feldunterlagen als Hilfsmittel:

- Croquis (Übersichtsplan M 1:10'000) mit Bearbeitungstiefen, Hinweisen, Gewässernetz, Bachnamen sowie Fahrrouten
- Croquis (Notizen) mit stichwortartigen Erläuterungen zu den Hinweisen
- Feldpläne (Format A3, M 1:2'000) pro Gewässer für Notizen
- Auszüge zu Projektunterlagen (wo sinnvoll)

Die Feldunterlagen werden auftragsgeberseitig zur Verfügung gestellt.

## 4. Organisation

### 4.1. Planung der Feldtage

Die Qualität der Erhebung wird stark durch die vorhandene Vegetation und das Wetter beeinflusst. Schutzbauten entlang von Fließgewässern müssen möglichst ausserhalb der Vegetationsperiode erhoben werden. Das geeignete Zeitfenster hierfür liegt zwischen Oktober und April, es variiert je nach Höhenlage.

Von Erhebungen bei winterlichen Verhältnissen wird aus Qualitäts- und Sicherheitsgründen dringend abgeraten.

Wir empfehlen gute Wetterlagen mit möglichst vielen Feldtagen zu nutzen, was eine gewisse Flexibilität in der Terminplanung erfordert. Für die Festlegung der Auftragsseinheiten wird von durchschnittlich 2 Feldtagen pro Woche ausgegangen, ohne Berücksichtigung von Ferien und Feiertagen.

#### **Zusätzliche Einschränkungen durch Schlechtwetter**

---

*Schlechtwetter erschwert die Erhebung, wenn auch in geringerem Mass als die Vegetation. Zu erwarten sind folgende Einschränkungen:*

- ungenügende Fotoqualität bei Regen
- kurze Akku-Betriebsdauer bei Kälte
- eingeschränkte Begehrbarkeit der Fließgewässer wegen erhöhtem Abfluss
- erschwerte Bedienbarkeit der Feldgeräte bei Regen und Kälte

*Feldtage unter solchen Bedingungen sollten vermieden oder abgebrochen werden.*

### 4.2. Ausrüstung

Eine detaillierte Beschreibung der technischen Ausrüstung folgt in Teil E. Ergänzend dazu empfehlen wir folgende zusätzliche Ausrüstung:

- Feldtaugliche Kleidung: gutes Schuhwerk, gute und rasch trocknende Kleidung
- Werkansprecher bei Gewässern: mindestens hüfthohe Gummistiefel mit guter Sohle, evtl. gefüttert oder Neoprenhosen. Hohe Fischer-Latzhosen sind nicht empfehlenswert, da sich diese bei einem Sturz rasch mit Wasser füllen.
- Stabile Tasche für Kompaktkamera, zur Montage an Gürtel
- Referenzstock in Form eines Skistockes mit gut sichtbarer Markierung bei 0.5 m und 1.0 m (wird durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt)
- Apotheke, Taschenmesser, Feldstecher
- Schreibunterlage, Schreibzeug (regentolerant!)
- Fahrgenehmigungen für Forststrassen / Schlüssel für Schlagbäume (wird durch Auftraggeber beim Revierförster oder Betriebsleiter Gewässerunterhalt organisiert)
- Sicherheitsausrüstung



### 4.3. Organisation der Felderhebung

Für eine effiziente Mobilität vor Ort empfehlen wir ein waldstrassentaugliches Auto.

Die Erfahrungen zeigen, dass zwei Personen erforderlich sind. Der Erfasser gibt primär Daten ins Feldtablet ein, der Werkansprecher erledigt die Arbeiten an der Schutzbaute. Für die Erhebung in Fließgewässern empfehlen wir folgende Arbeitsteilung, inkl. Reihenfolge der Arbeiten (Tab. 1):

<b>Erfasser</b> (mitzuführende Ausrüstung: Feldtablet) (steht ausserhalb des zu fotografierenden Bereichs)	<b>Werkansprecher</b> (mitzuführende Ausrüstung: GNSS-Empfänger <sup>1</sup> , Kompaktkamera, Referenzstock) (steht bei der Schutzbaute)
	Identifiziert den Standort für den nächsten abzusetzenden Werkspunkt. Tatbestände: <ul style="list-style-type: none"><li>• Neues SBW</li><li>• Definitiver Endpunkt bei Linienelement wegen Geometrie</li></ul>
Überprüft die Genauigkeit des GNSS-Signals.	Positioniert den GNSS-Empfänger, bewertet und meldet die Werksart sowie die Lage des Werkspunktes (links/mitte/rechts).
Erstellt Objekt gemäss der gemeldeten Werksart. Setzt den Werkspunkt ab. Gibt Lage des Werkspunktes ein (links/mitte/rechts).	Studiert Bauwerksparemeter sowie Zustand. Meldet bei Punktelementen die Bauwerksparemeter gleich zu Beginn, bei Linienelementen erst beim Abschluss am definitiven Endpunkt.
Gibt Informationen zur Bauwerksparemetern ein (gemäss Werksartenkatalog).	Positioniert den Referenzstock.
	Bewertet und meldet Schadensbilder samt Zustandsklassen.
Gibt Informationen zu Zustandserhebung ein (gemäss Handbuch Inspektion).	Macht Fotos (Werks- und Schadensfotos).
Verknüpft die Fotos mit dem Bauwerk über die Bluetooth-Verbindung.  Führt eine kurze Kontrolle der eingegebenen Daten durch.	

Tab. 1: Empfohlene Arbeitsteilung für Erhebung in Fließgewässern.

Selbstverständlich arbeitet das Feldpersonal als Team und kann jederzeit Werksart, Bauwerksparemeter, Schadensbilder und Zustandsklasse bilateral diskutieren.

<sup>1</sup> Bei breiten, grossen Gewässern ist es praktikabler, wenn der GNSS-Empfänger durch den Erfasser getragen wird.



### **Tipps zur Steigerung der Effizienz in Fliessgewässern**

---

*Die Felderhebung von Schutzbauten ist auf der einen Seite eine Arbeit mit hohen Ansprüchen an fachliche Qualität, auf der anderen Seite eine Routinearbeit mit immer wiederkehrenden Abläufen. Das Potenzial für eine Optimierung der Arbeitseffizienz ist enorm. Folgende Tipps können zur Effizienzsteigerung beitragen:*

- *Grundsätzlich empfehlen wir, immer alle drei linearen Gerinnebereiche (Ufer links, Sohle, Ufer rechts) synchron und in der korrekten Reihenfolge (Startpunkt  $\Rightarrow$  Endpunkt) zu erheben.*
- *Wer bei einem Werkpunkt früher fertig ist (Erfasser mit Eingabe in Tablet oder Werkansprecher mit Fotos und Feldplan), begibt sich bereits zum Standort für den nächsten Werkpunkt und leistet Vorarbeit (Bewertung, Referenzstock, Fotos etc.).*
- *Beim Anmarsch zum nächsten Standort überlegt sich der Erfasser, in welche Richtung der Werkansprecher das Werksfoto machen wird. Er stellt sich ausserhalb des Bildbereichs auf um Verzögerungen zu vermeiden.*
- *Der Werkansprecher hat trotz der Anforderung an eine exakte Positionierung des GNSS-Empfängers in der Regel die Möglichkeit, zeitgleich erste Einschätzungen und Bewertungen vorzunehmen.*
- *Der Erfasser prüft regelmässig die Verbindung zum GNSS-Empfänger und dessen Positionierungsgenauigkeit.*

## 5. Erhebung im Feld

### 5.1. Anforderungen an das Absetzen von Punkten

Der Erfasser wird während der Datenerfassung am Feldtablet mit der grafischen Benutzeroberfläche (GUI) so durch die Eingabe geführt, dass grundsätzlich alle erforderlichen Informationen abgefragt werden.

Die zu erhebenden Bauwerksinformationen sind im Werksartenkatalog für jede Werksart beschrieben (Teil B, Anhang 1). Trotzdem sind einige wichtige Grundsätze für die Erhebung einzuhalten.

Im Werksartenkatalog werden die Schutzbauten unter anderem nach ihrer Geometrie differenziert, wobei zwischen Punkt- und Linienelementen unterschieden wird. Im WebGIS werden ausschliesslich Punkte abgesetzt. Bei Linienelementen wird anhand des Start- und Endpunktes ein Pfad parallel zum bestehenden Gewässernetz gebildet. Deshalb sind für die Erhebung von Punkt- und Linienelementen unterschiedliche Anforderungen zu beachten.

#### 5.1.1. SBW mit Geometrie Punkt

Standard-Erhebung:

- Für das Werk wird ein Werkspunkt abgesetzt und entsprechend attribuiert.

#### 5.1.2. SBW mit Geometrie Linie

Bei einer linearen Schutzbaute werden zwei Arten von Punkten unterschieden:

- Startpunkt: erster abgesetzter Werkspunkt einer linearen Schutzbaute. Dieser gilt für den nachfolgenden Endpunkt desselben Werkes als Referenz.
- Endpunkt: zweiter abgesetzter Werkspunkt einer linearen Schutzbaute. Erst nach Absetzen des Endpunktes werden das zweite Bauwerksfoto eingefügt, die Bauwerksparameter (Durchschnittswert über gesamte Schutzbaute) eingegeben sowie die Bewertung der massgeblichen Zustandsklasse und die Häufigkeitsangabe der Schadensbilder eingegeben/überprüft.

#### 5.1.3. Vorgehen bei kurzen linearen SBW

Bei einem kurzen Linienelement wird nach dem Start- auch gleich der Endpunkt mit dem GNSS-Empfänger erfasst. Konsequenz: Zwischen dem Absetzen des Start- und des Endpunktes können keine anderen SBW erhoben werden. Aufgrund der Kürze des Linienelements muss dabei zur Verschiebung des GNSS-Empfängers jedoch nicht viel Distanz zurückgelegt werden. Nach dem Absetzen des Start- und Endpunktes kann das SBW abschliessend attribuiert werden.



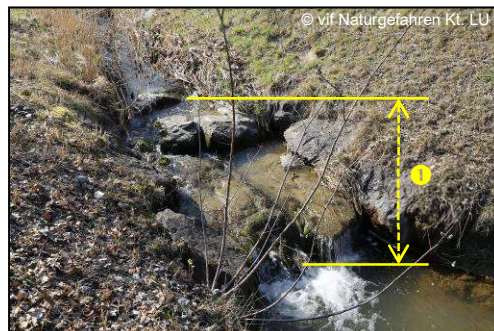
#### 5.1.4. Vorgehen bei langen linearen SBW

Bei einem langem Linienelement wird empfohlen, dass der Startpunkt mit dem GNSS-Empfänger erhoben wird, aber ein provisorischer Endpunkt manuell eingegeben wird. Dabei wird das SBW provisorisch erfasst, bewertet und gespeichert. Danach können andere SBW erhoben werden. Sofern man beim weiteren Abschreiten des Linienelements auf massgebliche Schadensbilder trifft, müssen diese als Feststellungen erfasst werden. Beim definitiven Endpunkt muss das Objekt zunächst selektiert werden, dann folgt das Verschieben des provisorischen Endpunktes zum definitiven Endpunkt. Schliesslich wird das zweite Bauwerksfoto eingefügt, die Bewertung der massgeblichen Zustandsklasse und die Häufigkeitsangabe der Schadensbilder überprüft und das SBW abgeschlossen.

### 5.2. Räumliche Begrenzung von punktuellen Schutzbauten

#### 5.2.1. „Doppelte“ Schwellen

Bei Fliessgewässern kommt es oft vor, dass zwei direkt aufeinander folgende Schwellen ausgebildet sind, die aber eine funktionale Einheit bilden. In diesem Falle werden diese als ein SBW mit Ausführung «mit Vorschwelle / -sperre» erhoben, wobei die Absturzhöhe über das gesamte Schutzbauwerk gemessen wird (1).



### 5.3. Räumliche Begrenzung von linearen Schutzbauten

#### 5.3.1. 5-Meter-Längenkriterium

Wichtigstes Merkmal für die räumliche Begrenzung von linearen Schutzbauten ist das 5-Meter-Längenkriterium. Dieses wird zweifach angewandt:

- Minimale Länge: Ein lineares SBW muss mindestens 5 m lang sein, damit es erhoben wird (1).
- Maximale Lücke: Bei einem linearen SBW darf eine Lücke maximal 5 m lang sein, ohne dass die Linie unterbrochen werden muss. Voraussetzung hierfür ist, dass vor und nach der Lücke dieselben Werksarten inkl. Material, Ausprägung und



Ausgestaltung sind. Resultiert die Lücke aus einer Beeinträchtigung, so kann ein entsprechendes Schadensbild abgesetzt werden.

### **Vorgehen bei der Erhebung von Einlauf- / Auslaufbauwerken**

Bei Einlauf- / Auslaufbauwerken werden folgende Elemente erhoben:

- Das Einlauf- / Auslaufbauwerk an sich wird immer erhoben (Punktelement), sofern es im Kontext zu anderen SBW steht. Isolierte Einlauf- / Auslaufbauwerke im Hinweisperimeter werden nicht erhoben.
- Falls ein Flügel > 5 m lang ist, wird dieser zusätzlich als Linienelement erhoben (Längsverbau). Der zweite Flügel (< 5 m) wird in diesem Fall nicht separat erhoben.
- Falls beide Flügel > 5 m lang sind, werden beide zusätzlich als Linienelemente erhoben (Längsverbau, einzeln).

### **Längsverbau bei grossen Sperren**

Grössere Sperren werden oft seitlich mit kurzen Längsverbauungen gestützt (Stützkörper). Wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist, gehören diese zur Sperre und werden nicht separat erhoben:

- Der Längsverbau ist < 5 m.
- Der Längsverbau ist spickelförmig (Stützfunktion!) und nur unwesentlich > 5 m (1).



Auch wenn der Längsverbau über mehrere Sperren durchgehend vorhanden ist, so wird der unterste Spickel (1) gemäss obigen Kriterien nicht erhoben. Der Längsverbau beginnt in diesem Fall oberhalb der Sperre (2).

## **5.3.2. Schutzbauten im Bereich von Brücken und Durchlässen**

Brücken und Durchlässe gelten als Kunstbauten und werden generell nicht erhoben. Die Brückenfundamente werden in den meisten Fällen nicht erhoben. Es gibt aber Situationen, bei welchen Längs- und Sohlenverbauungen auch im Bereich von Brücken erhoben werden.

Im Gegensatz zu Durchlässen und Eindolungen werden bei Brücken vor- und nachgelagerte Ausläufer der Fundamente < 5 m nicht als Einlauf- und Auslaufbauwerke erhoben.



### **Schutzbauten im Bereich von Brücken oder Durchlässen**

Als Schutzbauten zu erheben sind:

- Sohlensicherungen unterhalb von Brücken oder in grossen Durchlässen, sofern diese ober- oder unterwasser 5 m oder mehr aus der Brücke oder dem Durchlass «hinausragen».
- Schwellen und Sperren unter Brücken (1).
- Längsverbau unter Brücken, sofern dieser vor- oder nachher in identischer Ausführung weiter verläuft. Zudem muss das Querprofil unter der Brücke gleichartig wie ober- oder unterwasser sein.



### **Nicht-Schutzbauten im Bereich von Brücken und Durchlässen**

Typische Nicht-Schutzbauten im Bereich von Brücken und Durchlässen sind:

- Bermen für Kleintiere (Teil B, Kap. 2.2).
- Längsverbau zum Schutz des Brückenwiderlagers.
- Sohlensicherungen unterhalb von Brücken oder in grossen Durchlässen, die ober- und unterwasser weniger als 5 m «hinausragen» (1).



#### **5.3.3. Minimalkriterium bei Längsverbau**

Bei einem Längsverbau Stein ist es oft schwierig, die Untergrenze einer technischen Schutzbaute exakt festzustellen. Insbesondere bei älteren Längsverbauungen mit variierender Korngrösse und trocken versetzter Ausführung ist die Differenz zu natürlichen Ablagerungen oder technisch fragwürdigen Anhäufungen oft sehr klein.

Zudem kommt es bei kleineren Gewässern vor, dass ein Längsverbau im Gerinneverlauf – meist ausserhalb des Siedlungsgebiets – bergwärts diffus abnimmt. Hier stellt sich die Frage, wo das Schutzbauwerk abgeschlossen werden soll.

Für beide Problemstellungen gibt es kein eindeutiges Rezept. Nachfolgende Aspekte helfen bei der Abgrenzung:

- Ist das bautechnische Kriterium an eine Schutzbaute erfüllt? Macht der Abschnitt einen „verbauten“ Eindruck?
- Wie sieht es weiter oben aus? Gibt es nach einigen Metern bereits wieder einen deutlich erkennbaren Längsverbau?

- Faustregel für das Minimalkriterium: Bei kleinen und mittleren Blockgrössen sind für ein SBW Längsverbau mindestens zwei aufeinanderliegende Reihen notwendig. Bei grossen Blöcken reicht eine Reihe.

## 5.4. Weitere Hinweise für die Bestandsaufnahme

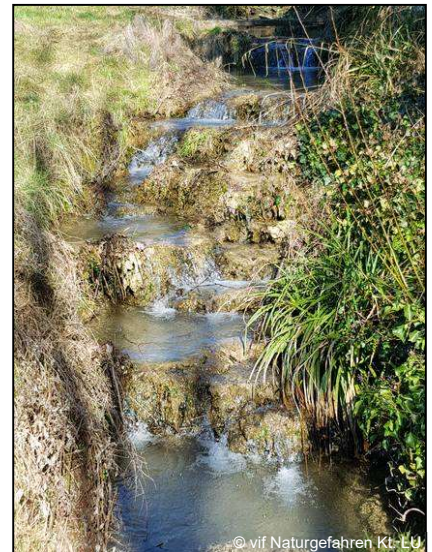
Analog zur Gefahrenbeurteilung kann bei der Bestandsaufnahme nicht immer eindeutig zwischen „richtig“ und „falsch“ differenziert werden. Es gilt plausible Entscheide zu treffen. Deshalb soll die Bestandsaufnahme nach den folgenden Grundsätzen erfolgen:

- Nur erheben oder bewerten, was identifiziert oder zumindest plausibel interpretiert werden kann.
- Auf Spekulationen ist zu verzichten!

### **Entscheidungshilfe bei starker Versinterung**

*Gerinneabschnitte mit starker Versinterung haben oft einen schwellenartigen Charakter, wobei es fallweise sehr schwierig zu erkennen ist, ob sich darunter tatsächlich Schutzbauten befinden. Folgende Fragen sind hilfreich:*

- Gibt es Hinweise im Croquis zu Schutzbauten in diesem Bereich?
- Stochern mit dem Referenzstock: sind unter der Sinterschicht befestigte Steine oder Blöcke auffindbar?
- Form der Ablagerung: gleichen die schwellenartigen Versinterungen eher einem linearen Querriegel oder einer natürlichen, sichelförmigen Ablagerung?
- Gibt es seitlich am Ufer Hinweise für technische Massnahmen?
- Wäre aufgrund von Abflussmenge, Längsneigung und Gerinnesohle eine technische Sohlensicherung zu erwarten?



## 6. Nachbereitung

Eine konsequente Nachbereitung der Feldtage ist für die Qualität der Feldkampagne von immenser Bedeutung.

### 6.1. Tägliche Nachbereitung

Die tägliche Nachbereitung dient in erster Linie der Sicherung und sauberen Ablage der erhobenen Informationen:

- Überprüfung im WebGIS, ob alle erhobenen SBW nicht nur gespeichert, sondern auch korrekt abgeschlossen sind. Über die Objektliste (Attributtabelle) kann nach dem Speicherstatus der Inspektion gefiltert werden, wodurch die SBW in einer übersichtlichen Liste nach den gespeicherten Einträgen überprüft werden können.
- Die Fotos müssen pro Feldtag in einem Ordner in Originalgrösse digital abgelegt werden. Benennung Ordner: [Auftragseinheit\_Nummer yyyymmdd], Beispiel: 21\_3 20220124. Die Fotos selber dürfen nicht umbenannt werden.
- Feldpläne: Wir empfehlen die Einträge in den Feldplänen auf Leserlichkeit hin zu überprüfen. Die abgeschlossenen Feldpläne mit Einträgen sind mit dem Erhebungsdatum zu versehen und einzuscannen.
- Aufbereitung der Technik: Bei aufeinanderfolgenden Feldtagen darf die Aufbereitung der Technik, insbesondere das Aufladen der Akkus, nicht unterschätzt werden. Eine mangelhafte Reaktion auf Eingaben am Display ist erfahrungsgemäss durch störende Staub- und Schmutzleiste hervorgerufen. Nach einem Einsatz empfiehlt sich das Feldtablet am Abend zu reinigen (Achtung: mit einem weichen, nicht scheuernden Lappen ohne Seife o. ä. reinigen). Gleiches gilt für die Kamera.

### 6.2. Nachbereitung am Schluss einer Feldkampagne

#### 6.2.1. Plausibilitätsprüfung

Am Schluss einer Feldkampagne werden die GIS-Daten einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und verifiziert. Folgende Fehler können auftreten:

- notwendige Korrekturen aufgrund von Kommentaren
- falsche Attributinhalt
- falsche Werksart
- Inspektion nicht abgeschlossen



### **6.3. Datenabgabe**

Beim Abschluss einer Feldkampagne sind folgende Daten abzugeben:

- Originalfotos nach Feldtagen strukturiert
- Feldpläne mit Einträgen eingescannt





## Anhang 1: Beispiele für qualitativ gute und schlechte Fotos

### Beispiele für Werksfotos



Keine Personen auf Fotos



Referenzstock möglichst lotrecht positionieren, die Lanze des GNSS-Empfängers nicht als Referenz verwenden



Foto unscharf, die Lanze des GNSS-Empfängers nicht als Referenz verwenden



Gute Perspektive, Foto leicht aus der Hocke gemacht



SBW am rechten Rand leicht abgeschnitten

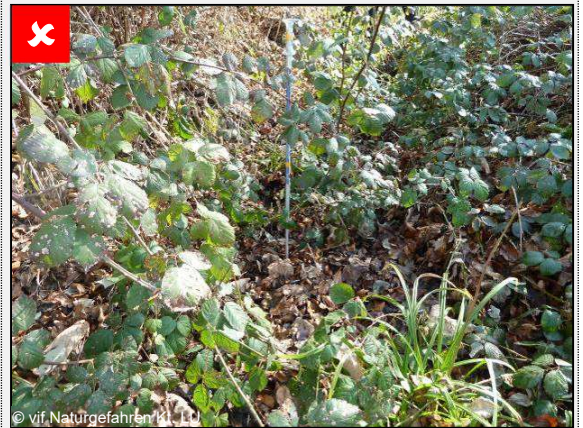


Gute Perspektive, alle wesentlichen Charakteristika sind ersichtlich





Referenzstock schlecht platziert (zu hoch)



Wegen Vegetation kein SBW sichtbar



Perspektive schlecht (von oben) und Hochformat statt Querformat



Perspektive schlecht (von oben anstelle aus Gerinne mittig)



Referenzstock fehlt, Perspektive schlecht (von oben)



Gute Perspektive für Längsverbau





Schlechte Perspektive (von oben)



Gute Perspektive für Längsverbau



Schattenwurf soweit möglich vermeiden



Gute Perspektive (aus Gerinne mittig)



Keine Personen auf Foto



Gute Perspektive (aus Gerinne mittig), die Lanze des GNSS-Empfängers nicht als Referenz verwenden





Etwas mehr Gerinne links im Bild zeigen



Zu nahe, SBW aufgrund Vegetation kaum erkennbar



Foto an sich sehr gut, bei SBW mit Bauwerksparameter «Breite» den Stock als Referenz für die Breite quer zum Gerinne hinlegen



Bild unscharf, wegen dichter Vegetation ist SBW nicht erkennbar



Bei Längsverbau das Foto nicht quer zum Gerinne machen



Foto zu dunkel (zu früh am Morgen), Regen und Wasserabfluss zu stark, SBW nicht sichtbar





Bild ok, jedoch wäre etwas weniger Wasserabfluss wünschenswert



Blätter im Vordergrund

## Beispiele für Schadensfotos

 <p>© vif Naturgefahren Kt. LU</p>	 <p>© vif Naturgefahren Kt. LU</p>
<p>Schaden gut erkennbar, Rissbreite dank Referenzstock nachvollziehbar</p>	<p>Schadensbild (Bewuchs) schlecht in Szene gesetzt</p>
 <p>© vif Naturgefahren Kt. LU</p>	 <p>© vif Naturgefahren Kt. LU</p>
<p>Gute Fotostandortwahl zeigt Ausmass des Schadens</p>	<p>Wassertropfen auf Linse</p>
 <p>© vif Naturgefahren Kt. LU</p>	 <p>© vif Naturgefahren Kt. LU</p>
<p>Vermorschung muss deutlich sichtbar sein, trotzdem soll der Bildausschnitt genügend gross sein</p>	<p>Zu dunkel, Foto muss zumindest nachbearbeitet werden</p>





Auskolkungen sind sehr schwierig im Foto aufzuzeigen, hier gute Perspektive



Abrasion der Holzschwelle gut sichtbar



Abtrag Stahl mit Referenzstock gut in Szene gesetzt



Auskolkung Schwelle gut sichtbar



Nebst den Rissen durch Wurzeldruck ist auch der verursachende Strauch links im Bild dargestellt



Schon bei wenig Schnee sind Schadensbilder kaum mehr erkennbar



Baudirektion  
36/36



Zu kleiner Bildausschnitt (Bewuchs)



Gute Perspektive: bei Abplatzungen leicht schrägen Blickwinkel wählen, um Tiefe sichtbar zu machen