



# Hochwasserschutz Buoholzbach

## Auflageprojekt

# Nutzungsvereinbarung

| Bauherrschaft:                                                                                                                        | Projektleiter Bauherr:                                                                                                                                                                              | Stv. Projektleiter Bauherr:                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Landwirtschafts- und<br>Umweltdirektion Kanton Nidwalden<br>Amt für Naturgefahren<br>Buochserstrasse 1<br>Postfach 1241<br>6371 Stans |  <b>KISSLING + ZBINDEN AG</b><br>INGENIEURE PLANER USC<br><br>Tempelstrasse 8A    Fon 033 334 20 50<br>3608 Thun | <b>INDERGAND AG</b><br>Bauherrenunterstützung<br>Raumplanung – Planungs-/Baurecht<br><br>Chälengasse 26    Fon 079 257 03 39<br>6053 Alpnachstad<br>u.indergand@indergand-ag.ch |

| Projektbearbeitung:                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bauingenieur:                                                                                                                                                                                                                                      | Hydraulik/Geschiebe:                                                             | Umwelt:                                                                                                                                                         |
|  <b>SCHUBIGER AG</b><br>BAUINGENIEURE<br><br>6052 Hergiswil    Fon 041 632 66 22<br>6375 Beckenried    info@schubiger-nw.ch<br>6048 Horw    www.schubiger-nw.ch | <i>Beffa tognacca gmbh</i><br><br>A San Rocch    Fon 091 863 44 41<br>6702 Claro |  <b>[tensor]</b><br><br>Heubachstr. 61    Fon 076 334 39 45<br>8810 Horgen |

| Datum:       | erst. | gepr. | Anlage Nummer | Format:                   |
|--------------|-------|-------|---------------|---------------------------|
| 25.04.2023   | dr    | sc    | <b>1.24</b>   | A4                        |
| a 12.04.2024 | dr    | mz    |               | <b>Dok. Nr.: 2287-41a</b> |
| b            |       |       |               |                           |
| c            |       |       |               |                           |
| d            |       |       |               |                           |

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                       |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Zweck und Geltungsbereich.....</b>                                 | <b>3</b>  |
| 1.1      | Ziel der Nutzungsvereinbarung .....                                   | 3         |
| 1.2      | Abgrenzung .....                                                      | 3         |
| <b>2</b> | <b>Grundlagen.....</b>                                                | <b>4</b>  |
| 2.1      | Projektbezogene Grundlagen.....                                       | 4         |
| 2.1.1    | Dokumente.....                                                        | 4         |
| 2.1.2    | Pläne .....                                                           | 4         |
| 2.2      | Normen und Richtlinien .....                                          | 4         |
| <b>3</b> | <b>Bauwerksbeschreibung .....</b>                                     | <b>6</b>  |
| 3.1      | Objektbeschrieb .....                                                 | 6         |
| <b>4</b> | <b>Allgemeine Ziele für die Nutzung.....</b>                          | <b>8</b>  |
| 4.1      | Ziele des Bauvorhabens.....                                           | 8         |
| 4.2      | Nutzung des Bauwerks .....                                            | 9         |
| 4.2.1    | Brücke Buoholz.....                                                   | 9         |
| 4.2.2    | Bürersteg und Fussgängerbrücke Kantonsstrasse .....                   | 10        |
| 4.3      | Geplante Nutzungsdauer .....                                          | 11        |
| <b>5</b> | <b>Umfeld und Drittanforderungen .....</b>                            | <b>12</b> |
| 5.1      | Auswirkungen auf die Umwelt (Anforderungen und Schutzmassnahmen)..... | 12        |
| 5.2      | Verkehrswege .....                                                    | 12        |
| 5.3      | Direkte Anwohner / Grundeigentümer.....                               | 12        |
| 5.4      | Industrie Hofwald.....                                                | 12        |
| 5.5      | Werkleitungen .....                                                   | 12        |
| 5.6      | Drittanforderungen .....                                              | 12        |
| <b>6</b> | <b>Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts.....</b>               | <b>13</b> |
| 6.1      | Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit .....                      | 13        |
| 6.2      | Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts .....                     | 14        |
| <b>7</b> | <b>Besondere Vorgaben der Bauherrschaft .....</b>                     | <b>15</b> |
| 7.1      | Gestaltung und Ästhetik .....                                         | 15        |
| 7.1.1    | Beton.....                                                            | 15        |
| 7.2      | Oberflächenschutz .....                                               | 15        |
| <b>8</b> | <b>Schutzziele und Sonderrisiken .....</b>                            | <b>16</b> |
| 8.1      | Schutzziele Hochwasserschutz.....                                     | 16        |
| 8.1.1    | Bauzustand .....                                                      | 16        |
| 8.1.2    | Hochwasserschutz Endzustand.....                                      | 16        |
| 8.2      | Bauwerksklasse .....                                                  | 20        |
| 8.2.1    | Brücken.....                                                          | 20        |
| 8.2.2    | Murgangleitmauern .....                                               | 20        |
| 8.2.3    | Lärmschutzmauer .....                                                 | 20        |
| 8.2.4    | Hochwasserschutzmauer.....                                            | 20        |
| 8.3      | Hochwassereinwirkung Brücken .....                                    | 20        |
| 8.4      | Murgangeinwirkung Brücken.....                                        | 20        |

## Inhaltsverzeichnis

|           |                                                                             |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.4.1     | Brücke Buoholz .....                                                        | 20        |
| 8.4.2     | Fussgängerbrücke Kantonsstrasse und Bürer Steg .....                        | 21        |
| 8.5       | Anprall von Fahrzeugen .....                                                | 21        |
| 8.6       | Brand .....                                                                 | 21        |
| 8.7       | Erdbeben .....                                                              | 21        |
| 8.7.1     | Abschlussbauwerk Geschieberückhaltraum .....                                | 21        |
| 8.7.2     | Brücken .....                                                               | 22        |
| 8.8       | Chemische Einwirkungen .....                                                | 22        |
| 8.9       | Akzeptierte Risiken .....                                                   | 22        |
| 8.9.1     | Abschlussbauwerk Geschieberückhaltraum .....                                | 22        |
| 8.9.2     | Brücke Buoholz .....                                                        | 23        |
| 8.9.3     | Fussgängerbrücke Kantonsstrasse, Bürersteg und Hochwasserschutzmauern ..... | 23        |
| 8.9.4     | Murgangleitmauern und Lärmschutzmauer .....                                 | 24        |
| <b>9</b>  | <b>Normbezogene Bestimmungen .....</b>                                      | <b>25</b> |
| 9.1       | Unterstellung gemäss Stauanlagengesetz .....                                | 25        |
| 9.2       | Stahltragwerke: Ausführungsklasse EXC .....                                 | 25        |
| 9.3       | Rissbildung: Anforderungen an die Rissbeschränkung .....                    | 26        |
| <b>10</b> | <b>Unterschriften .....</b>                                                 | <b>27</b> |

## **1 Zweck und Geltungsbereich**

### **1.1 Ziel der Nutzungsvereinbarung**

Die Nutzungsvereinbarung basiert auf den aktuellsten Tragwerksnormen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA). In der Nutzungsvereinbarung sind die Nutzungs- und Schutzziele, sowie die Bedingungen, Anforderungen und Vorschriften während der Projektierungs-, Bau- und Betriebsphase des Bauwerks beschrieben. Damit dient sie auch als Grundlage für das Überwachungs- und Unterhaltskonzept. Weiter sind darin jene Entscheide festgehalten, die vom Projektverfasser nicht allein verantwortet werden können und der Zustimmung des Bauherrn bedürfen. Dieses Dokument entsteht phasenweise und stufengerecht im Dialog zwischen Bauherrn, Projektverfasser und Betreiber und kann in Absprache mit dem Bauherrn auf Basis von späteren Projektphasen ergänzt oder angepasst werden.

### **1.2 Abgrenzung**

Bestandteil dieser Nutzungsvereinbarung sind sämtliche Bauwerke, welche im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts am Buoholzbach realisiert und durch die Bauherrschaft auch finanziert werden. Drittprojekte sind nicht Bestandteil dieser Nutzungsvereinbarung. Namentlich nicht Bestandteil sind

- Anliefer- und Lagerstellen (überdacht) im Schrebag-Areal inkl. Platzentwässerung und Erschliessungsstrassen
- Werkleitungsverlegungen (Drittprojekte)
- Vorplatzanpassungen (Drittprojekte)
- Bodenverbesserungsmassnahmen (Drittprojekte)

Weiter sind bestehende und angrenzende Bauteile ebenfalls nicht Teil dieser Nutzungsvereinbarung.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Projektbezogene Grundlagen

#### 2.1.1 Dokumente

- [1] EWN: Kleinkraftwerk Buoholzbach. Restwasser- und Umweltbericht, 2010
- [2] Oeko-B AG, Nipo, beffa Tognacca gmbh: Gefahrenkarte Buoholzbach, 2012
- [3] Buoholzbach, Kurzbericht Nr. 09-13, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, 09.09.2013
- [4] Plausibilisierung Hochwasserabflüsse Buoholzbach, Schubiger AG Bauingenieure, 24.03.2023
- [5] Geologischer Bericht, Hochwasserschutz Buoholzbach, Geotest AG, 12.06.2023
- [6] Diverse Murgang- und Hochwassersimulationen, beffa tognacca sagl, April 2023
- [7] Hochwasserschutz Buoholzbach, Auflageprojekt, Schubiger AG Bauingenieure, April 2024
- [8] Buoholzbach Hochwasserschutz, Numerische Modellierung, beffa tognacca gmbh, Claro (29. September 2022)
- [9] Buoholzbach Oberdorf/Wolfenschiessen, Bemessungsgrundlage Bauprojekt, beffa tognacca gmbh, Claro (24. Mai 2023)

#### 2.1.2 Pläne

- [10] Hochwasserschutz Buoholzbach, Auflageprojekt, Schubiger AG Bauingenieure, April 2024

### 2.2 Normen und Richtlinien

- [11] Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil A: «Allgemeines», Bundesamt für Energie, BFE, Version 2.0 (01.03.2015).
- [12] Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil B: «Besonderes Gefährdungspotenzial als Unterstellungskriterium», Bundesamt für Energie, BFE, Version 2.0 (25.05.2014).
- [13] Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil C1: «Planung und Bau», Bundesamt für Energie, BFE, Version 2.1 (28.08.2017).
- [14] Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil C2: «Hochwassersicherheit und Stauseeabsenkung», Bundesamt für Energie, BFE, Version 2.02 (03.10.2018).
- [15] Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil C3: «Erdbebensicherheit», Bundesamt für Energie, BFE, Version 2.1 (14.07.2021).
- [16] SIA 260 (Norm), "Grundlagen der Projektierung von Tragwerken", Norm Ausgabe 2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [17] SIA 261 (Norm), "Einwirkungen auf Tragwerke", Norm Ausgabe 2020, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020.
- [18] SIA 261-1 (Norm), "Einwirkungen auf Tragwerke – ergänzende Festlegungen", Norm Ausgabe 2020, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020.
- [19] SIA 262 (Norm), "Betonbau", Norm Ausgabe 2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.

- [20] SIA 262/1 (Norm), "Betonbau – ergänzende Festlegungen", Norm Ausgabe 2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [21] SIA 263 (Norm), "Stahlbau", Norm Ausgabe 2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [22] SIA 263/1 (Norm), "Stahlbau – ergänzende Festlegungen", Norm Ausgabe 2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [23] SIA 264 (Norm), "Stahl-Beton-Verbundbau", Norm Ausgabe 2014, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2014.
- [24] SIA 265 (Norm), "Holzbau", Norm Ausgabe 2012, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2012.
- [25] SIA 267 (Norm), "Geotechnik", Norm Ausgabe 2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [26] SIA 267/1 (Norm), "Geotechnik – ergänzende Festlegungen", Norm Ausgabe 2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013.
- [27] SIA 272 (Norm), "Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau", Norm Ausgabe 2009, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2009.
- [28] SIA 118-262 (Norm), "Allgemeine Bedingungen für Betonbau", Norm Ausgabe 2004, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2004.
- [29] SIA 118-267 (Norm), "Allgemeine Bedingungen für geotechnische Arbeiten", Norm Ausgabe 2004, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2004.
- [30] SIA 414/2 (Norm), "Masstoleranzen im Hochbau", Norm Ausgabe 2016, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2016.
- [31] SIA 469 (Norm), "Erhaltung von Bauwerken", Norm Ausgabe 1997, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 1997.

### 3 Bauwerksbeschreibung

#### 3.1 Objektbeschreibung

Das Hochwasserschutzprojekt sieht verschiedene technische Massnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes vor. Das Herzstück des Projekts ist die Realisierung von einem neuen Geschieberückhalteraum, welcher seitlich durch Erddämme (Leitdamm Nord und Leitdamm Süd) bzw. frontal durch ein Abschlussbauwerk (Stahlbeton) abgeschlossen wird.

Der Leitdamm Nord weist eine Länge von ca. 275 m auf und ist durchschnittlich ca. 3 m hoch. Die wasserseitige Böschung wird mit Blocksätzen gegen Erosion geschützt. Der Leitdamm Süd verläuft über eine Länge von gut 600 m und dessen Dammhöhe beträgt gegenüber dem heutigen Terrain durchschnittlich 4-8 m. Auch dieser Damm wird wasserseitig mit Blocksätzen gesichert. Im unteren Abschnitt werden zudem noch Bentonitmatten (Abdichtung) und Erdbewehrungen (Stabilitätsanforderung der Stauanlage) im Dammkörper eingebaut.

Das Abschlussbauwerk besteht aus einer 275 m langen Stahlbetonkonstruktion mit drei Entlastungsstellen (vertiefte Sperrenüberfälle und nachgelagerte Kolkbecken) für den Überlastfall. Die Mauern bzw. die Sperrenüberfälle weisen Höhen von 5-10 m gegenüber dem heutigen Terrain auf. Das nördlichste Entlastungsbauwerk, das Auslaufbauwerk, weist einen Grundablass auf, welcher im Niedrigwasserfall die Wasserdurchleitung in den Unterlauf vom neuen Buoholzbach bzw. in die Engelbergeraas ermöglicht. Der Grundablass ist mit einem verstellbaren Schütz versehen, um im Hochwasserfall die Geschiebedurchgängigkeit zu unterbinden.

Unterhalb vom Entlastungsbauwerk I sind Murgangleitmauern und Lärmschutzmauern vorgesehen. Die Murgangleitmauern wirken im Überlastfall als Schutzmassnahme, dass kein direkter Geschiebeeintrag ausgehend vom Buoholzbach in die Engelbergeraas erfolgt. Sie sind gegenüber dem künftigen Terrain ca. 6 m hoch und wirken in Richtung Dallenwil auch als Lärmschutzmassnahme. Die eigentliche Lärmschutzmauer verläuft entlang vom neuen Bachlauf des Buoholzbachs und gewährleistet den Lärmschutz für Büren ausgehend vom Schrebag-Areal, welches weiterhin industriell genutzt werden soll. Auch diese Mauer weist eine Höhe von ca. 6 m auf.

Im Zusammenhang mit der Realisierung des Geschieberückhalteraus wird der Bachlauf des Buoholzbachs umgeleitet und auf einer Länge von gut 700 m komplett neu erstellt. Der Gerinneausbau erfolgt abschnittsweise mittels Sohlensicherungsmassnahmen (Rauhbettgerinne und Blockrampen). Entlang der Erddämme sowie im Unterlauf, sprich unterhalb vom Geschieberückhalteraum werden die Ufer mit Blocksätzen vor Erosion geschützt.

Durch die Realisierung der Wasserbaumassnahmen müssen auch Brücken neu gebaut werden. Insgesamt werden drei neue Brücken realisiert. Es sind dies die Brücke Buoholz, welche die Erschliessung für den Unterhalt und für die Liegenschaften auf dem Schwemmkegel des Buoholzbachs darstellt, sowie zwei Fussgängerbrücken über die Engelbergeraas (Bürersteg und Fussgängersteg Kantonsstrasse), welche wichtige Verbindungen für den Langsamverkehr gewährleistet. Die Brücke Buoholz ist eine Stahlbetonkonstruktion, der Fussgängersteg Kantonsstrasse ist eine Stahl-Beton-Verbundkonstruktion und der Bürersteg ist als Holzbrücke vorgesehen.

Neben den Brücken müssen auch zahlreiche Erschliessungsstrassen, Wanderwege und Fusswege neu erstellt werden. Einzelne Strassen und Wege erhalten dabei eine neue Linienführung. Die Erschliessungsstrassen sind als befestigte Verkehrsflächen vorgesehen. Die Wander- und Fusswege erhalten eine ungebundene Oberfläche.

Die genauen Ausführungen zu den vorgesehenen Massnahmen sind im Technischen Bericht vom Auflageprojekt (2287-43) unter Kapitel 7.4 beschrieben und auf den Planbeilagen des Auflageprojekts ersichtlich. In der folgenden Abbildung 1 sind die wichtigsten Massnahmen bzw. Bauteile auf einem Übersichtsplan dargestellt. Die Detailpläne sind der Projektmappe vom Auflageprojekt (12.04.2024) zu entnehmen und sind Bestandteil der vorliegenden Nutzungsvereinbarung.



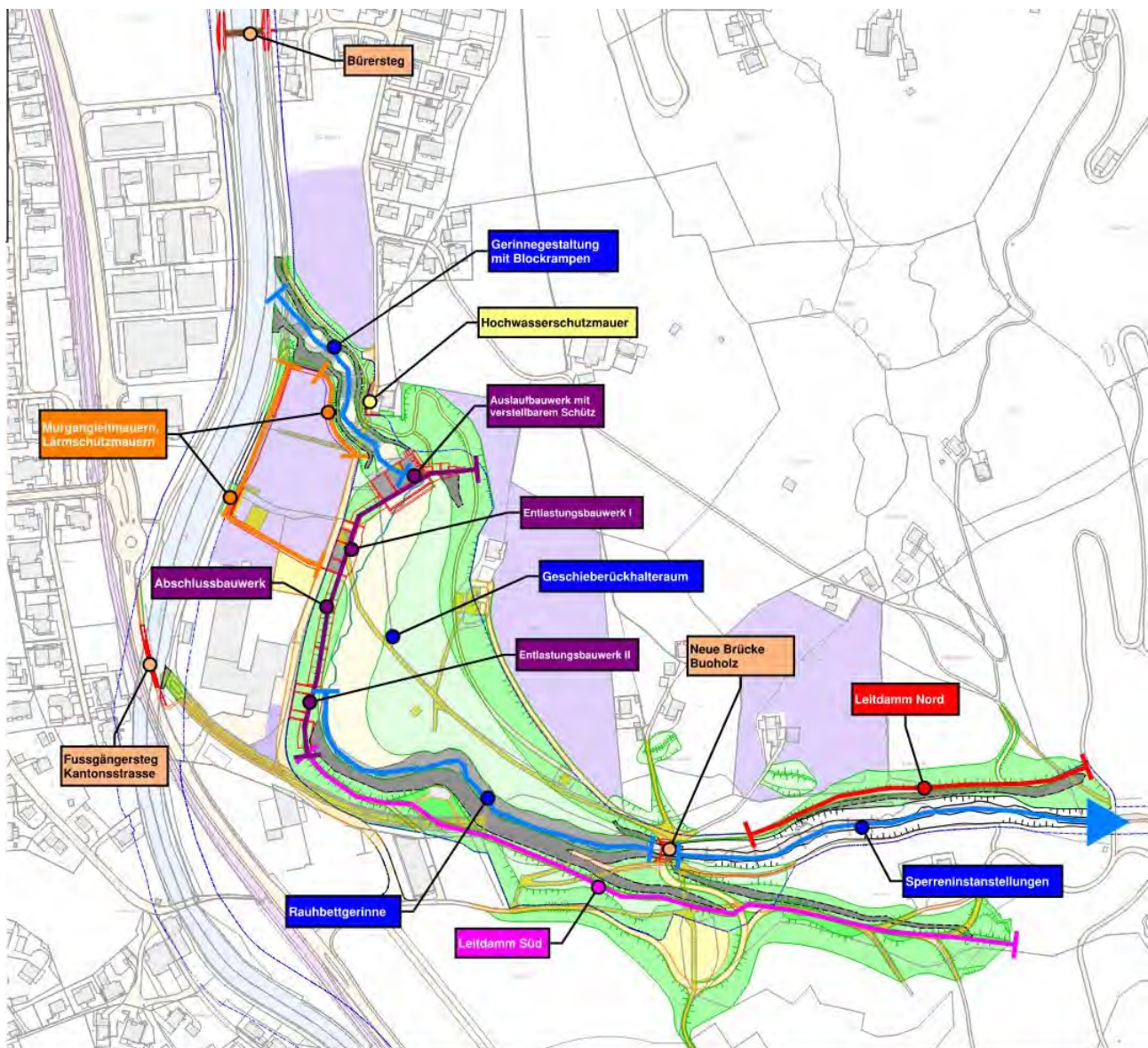


Abbildung 1: Situationsplan mit den wichtigsten Bauwerken (Quelle: Planausschnitt aus 2287-402)



## 4 Allgemeine Ziele für die Nutzung

### 4.1 Ziele des Bauvorhabens

Das Ziel des Bauvorhabens besteht darin, den Hochwasserschutz ausgehend vom Buholzbach für den gesamten Stanser Talboden bis zu einem 300-jährlichen Ereignis sicherzustellen. Dafür muss gewährleistet werden, dass bei einem solchen Ereignis kein Geschiebe vom Buholzbach in die Engelbergeraas eingetragen werden kann, welches sich nachteilig auf den Abflussquerschnitt der Engelbergeraas auswirkt bzw. durch die Engelbergeraas nicht schadlos mittransportiert werden kann.

Die weiteren Ziele des Bauvorhabens sind:

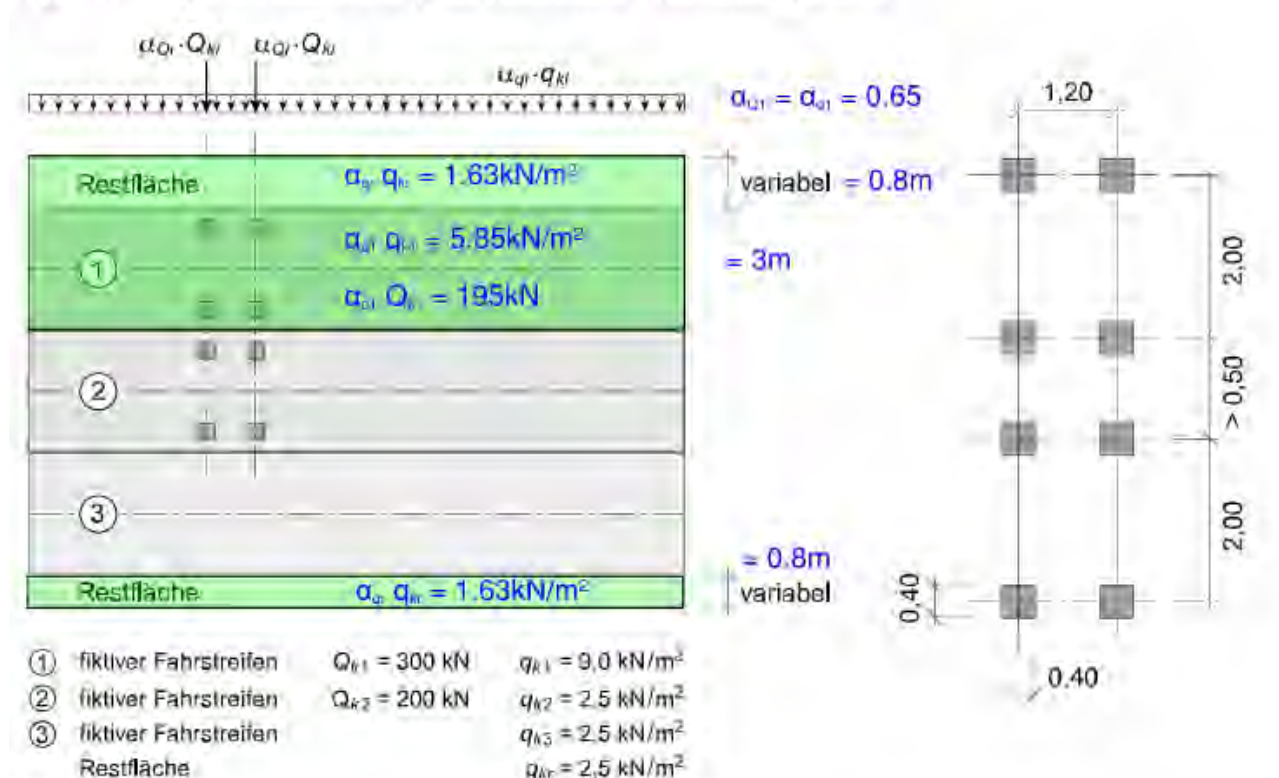
- Zusätzliche Gefahren dürfen nicht verursacht werden. Das Schutzkonzept ist robust zu konzipieren. Ein Überlastfall darf nicht zu einem Systemversagen führen.
- Die verbleibende Gefährdung muss mit einer zweckmässigen Notfallplanung kontrollierbar sein. Die Überlastgebiete sind klar definiert.
- Die Betriebs- und Unterhaltskosten nach der Realisierung der Massnahmen sind angemessen und auf das notwendige Minimum beschränkt.
- Das Landschaftsbild wird aufgewertet.
- Die aquatischen und terrestrischen Lebensräume werden aufgewertet.
- Die Lebensräume sollen sich dynamisch entwickeln und halten können, indem die Unterhaltseingriffe auf das hochwasserschutztechnisch, erforderliche Minimum beschränkt werden.
- Die morphologische Durchgängigkeit für Fische im Flussverlauf von der Engelbergeraas soll in den Buholzbach erweitert werden. Der Unterlauf des Buholzbachs soll nach erfolgter Kolmation ein Lebensraum für Fische darstellen.
- Die Flächenbeanspruchung ist auf das von Seiten Hochwasserschutz und Ökologie notwendige Minimum zu beschränken.
- Die Nutzung des heutigen Holzlagerplatzes ist zu erhalten. Die flächenmässige Beeinträchtigung soll möglichst gering sein.
- Der baldigen Realisierung des Projekts wird sehr grosse Priorität zugeordnet. Das grosse Schutzdefizit auf grossen Flächen vom Kanton Nidwalden ist so schnell wie möglich zu reduzieren.
- Die industrielle und gewerbliche Nutzung der Flächen im Bereich Hofwald sind zu erhalten.
- Die Beeinträchtigung der Privatparzellen ist möglichst gering zu halten.
- Das Naherholungsangebot ist zu verbessern (attraktives Fusswegnetz, Vita-Parcours).

## 4.2 Nutzung des Bauwerks

### 4.2.1 Brücke Buholz

Die Brücke ist die einzige Erschliessungsstrasse zu mehreren Wohnhäusern. Das Lastmodell 1 der SIA 261 [17] Tabelle 10 dient zur Ermittlung der Lasten. Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$ ,  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.65 in Rechnung gestellt. Auf Grund der untergeordneten Bedeutung der Strasse sind diese abgeminderten Werte gerechtfertigt. Ebenfalls ist auf Grund der örtlichen Gegebenheit eine schnelle Überquerung mit Fahrzeugen nicht möglich. Die Brücke ist mit Fahrzeugen bis 40 t passierbar.

Figur 11 Mögliche Lastanordnung des Lastmodells 1 (Abmessungen in m)



Ebenfalls aufgeführt sind die vorgesehenen Auflasten infolge des Bodenaufbaus und allfälliger nichttragenden Verkleidung. Diese dienen als Grundlage für die Bemessung der Tragwerkselemente. Die Schneelast wird gemäss der SIA 261 [17] mit  $2.1 \text{ kN/m}^2$  in Rechnung gestellt. Die Windlast wird gemäss der SIA 261 [17] mit dem Referenzstaudruck von  $1.3 \text{ kN/m}^2$  in Rechnung gestellt.

Für die Brüstung wird eine Holmlast von  $1.6 \text{ kN/m}$  festgelegt, da Menschengedränge nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Übersicht der Nutz- und Auflasten ( $1.0 \text{ kN/m}^2$  entspricht  $100 \text{ kg/m}^2$ )

| Bauteil                                            | Nutzlast                  |                       | Auflast                   |
|----------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
|                                                    | $q_{k,N} [\text{kN/m}^2]$ | $Q_{k,N} [\text{kN}]$ | $q_{k,A} [\text{kN/m}^2]$ |
| <b>Brückenplatte</b>                               |                           |                       |                           |
| - Fahrstrasse (fiktiver Fahrstreifen 1, Breite 3m) | 5.85                      | 195                   | 3.0                       |
| - Restfläche (1.5m/0.5m Breite)                    | 1.63                      | 0.0                   | 3.0                       |

#### 4.2.2 Burersteg und Fussgängerbrücke Kantonsstrasse

Die Brücken werden als Fussgängersteg mit 2.5m Laufbreite vorgesehen. Die Brücken können mit leichten Unterhaltsfahrzeugen bis 1'000 kg passiert werden. Die Nutzlasten werden anhand der SIA 261 [17] festgelegt.

Ebenfalls aufgeführt sind die vorgesehenen Auflasten infolge des Bodenaufbaus und allfälliger nichttragenden Verkleidung. Diese dienen als Grundlage für die Bemessung der Tragwerkselemente. Die Schneelast wird gemäss der SIA 261 [17] mit 1.9 kN/m<sup>2</sup> in Rechnung gestellt. Die Windlast wird gemäss der SIA 261 [17] mit dem Referenzstaudruck von 1.3 kN/m<sup>2</sup> in Rechnung gestellt.

Die Brücke ist eine Fussgängernebenverbindung. Für die Brüstung wird deshalb eine Holmlast von 1.6 kN/m festgelegt, da Menschengedränge nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 2: Übersicht der Nutz- und Auflasten (1.0 kN/m<sup>2</sup> entspricht 100 kg/m<sup>2</sup>)

| Bauteil                           | Nutzlast                       |                 | Auflast                        |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
|                                   | $q_{k,N}$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $Q_{k,N}$ [kN]  | $q_{k,A}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |
| <b>Brückenplatte</b>              |                                |                 |                                |
| - Fussgängerbrücke Burersteg      | 4                              | 10 <sup>1</sup> | 0.4                            |
| - Fussgängerbrücke Kantonsstrasse | 4                              | 10 <sup>1</sup> | 2.6                            |

<sup>1)</sup> Aufstandsfläche 100 x 100 mm;  $Q_k$  muss nicht mit  $q_k$  kombiniert werden.

### 4.3 Geplante Nutzungsdauer

Für das Bauwerk wird eine Nutzungsdauer gemäss Tabelle 3 vorgesehen. Die Nutzungsdauer wird mit entsprechenden Überwachungs- und Unterhaltsmassnahmen nach SIA 469 [31] gewährleistet.

Tabelle 3: Geplante Nutzungsdauer der Bauteile

| Bauteile                                                     | Bauwerk                       | Nutzungsdauer |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Stahlbeton (Tragkonstruktion)                                | Allgemein                     | 80 Jahre      |
| Abdichtung (generell)                                        | Allgemein                     | 80 Jahre      |
| Dämme                                                        | Allgemein                     | 80 Jahre      |
| Stahlbauteile                                                | Allgemein                     | 80 Jahre      |
| Gerinneverbauungen                                           | Allgemein                     | 80 Jahre      |
| Tiefenfundation                                              | Allgemein                     | 80 Jahre      |
| Unterbau                                                     | Allgemein                     | 80 Jahre      |
| Abdichtung mit Belag als Schutzschicht                       | Brücke Buoholz                | 40 Jahre      |
| Belag (Binderschicht): Gussasphalt                           | Brücke Buoholz                | 40 Jahre      |
| Belag (Deckschicht): Gussasphalt                             | Brücke Buoholz                | 25 Jahre      |
| Leitschranken / Geländer                                     | Brücken                       | 25 Jahre      |
| Holzkonstruktion (Tragkonstruktion)                          | Bürersteg                     | 80 Jahre      |
| Längsträger im Portalbereich<br>(Sekundäre Tragkonstruktion) | Bürersteg                     | 25 Jahre      |
| Holzkonstruktion (Verkleidung und sekundäre Bauteile)        | Bürer Steg                    | 25 Jahre      |
| Gehbelag aus Stahl-Beton-Verbundkonstruktion                 | Fussgängersteg Kantonsstrasse | 25 Jahre      |
| Oberflächenschutz Stahl und Holz                             | Allgemein                     | 25 Jahre      |
| Fahrbahnbelag (Tragschicht und Tragdeckschicht)              | Strassen mit Belag            | 20 Jahre      |
| Fahrbahnbelag (Deckschicht und Verschleisschicht)            | Strassen mit Belag            | 12 Jahre      |

## **5 Umfeld und Drittanforderungen**

### **5.1 Auswirkungen auf die Umwelt (Anforderungen und Schutzmassnahmen)**

Während der Bauzeit sind die einschlägigen Gesetze und Bestimmungen bezüglich des Umweltschutzes einzuhalten. Dabei wird insbesondere der Tatsache Rechnung getragen, dass sich das Bauvorhaben im Gewässerschutzbereich A<sub>II</sub> befindet. Insbesondere sind während den Bauarbeiten Wasserhaltungsmassnahmen vorgesehen, dass kein Bauabwasser in den Buoholzbach gelangt und die Trübung möglichst geringgehalten werden kann.

Da die Pfahlfundation nicht bis unter die mittlere Grundwasseroberfläche reichen, ist keine gewässerschutzrechtliche Bewilligung der kantonalen Dienststelle Amt für Umwelt (AUE NW) erforderlich.

### **5.2 Verkehrswege**

Für die Baustellenerschliessung werden hauptsächlich öffentliche Strassen beansprucht. Diese Verkehrswege bleiben während der Bauzeit grundsätzlich benutzbar. Abhängig vom Bauprogramm werden unterschiedliche Strassen- und Fusswegprovisorien erstellt, um die Zugänglichkeit «jederzeit» zu gewährleisten. Einzig während den Belagsarbeiten können temporäre Sperrungen der Strassen von bis max. 1 Tag nicht komplett verhindert werden.

### **5.3 Direkte Anwohner / Grundeigentümer**

Während den Bauarbeiten können temporäre Beeinträchtigungen (Lärm, Staub, Wartezeiten, etc.) für die direkt angrenzenden Anwohner und Grundeigentümer nicht verhindert werden. Die Anforderungen gemäss geltenden Gesetzen sind einzuhalten.

Die temporär beanspruchten Flächen sind ausgewiesen und sind durch die Bauherrschaft zu entschädigen.

### **5.4 Industrie Hofwald**

Für die Bauarbeiten am Abschlussbauwerk, bei den Murgangleitmauern sowie beim Unterlauf des Buoholzbachs erfolgt die Haupteerschliessung über die bestehende Zufahrt Hofwald. Im Weiteren ist der Betrieb des Schrebag-Areals während diesen Bauarbeiten betroffen.

Die Einschränkungen während der Bauzeit werden versucht so gering wie möglich zu halten. Die genauen Details der Einschränkungen, mögliche Gegenmassnahmen und allfällige Entschädigungen sind mit den entsprechenden Grundeigentümern noch zu definieren.

### **5.5 Werkleitungen**

Im Perimeter sind teilweise bedeutende bestehende Werkleitungen vorhanden. Die betroffenen Werkleitungen werden im Rahmen vom vorliegenden Bauprojekt umgelegt. Im Weiteren sind Drittprojekte von den Werken vorgesehen, welche koordiniert zum Hochwasserschutzprojekt realisiert werden. Diese Objekte sind nicht Bestandteil der vorliegenden Nutzungsvereinbarung.

### **5.6 Drittanforderungen**

Es liegen keine weiteren Anforderungen von Dritten vor.

## 6 Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts

## 6.1 Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit

Die folgende Tabelle 4 definiert die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit pro Bauteil in Anlehnung an die SIA 260 [11].

#### Tabelle 4: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bauteil</b>                                     | <b>Anforderungen nach SIA 260 [11]</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Wände</b><br>Ortbeton                           | <b>Verformungen</b><br>Die maximale horizontale Auslenkungen gemäss der Norm SIA 260 [11] von H/300 werden eingehalten. «H» bezeichnet dabei die Wandhöhe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Brückenplatten</b><br>Ortbeton<br>Stahl<br>Holz | <b>Verformungen</b><br>Die zulässigen Durchbiegungen von L/600 für Fusswegbrücken und L/500 für Strassenbrücken werden gemäss der Norm SIA 260 [11] Tab. 7 und 9 eingehalten. «L» bezeichnet die Spannweite zwischen zwei Auflagern, wobei die maximale Durchbiegung im Mittelpunkt auftritt. Für auskragende Bauteile entspricht die Spannweite der doppelten Auskragungslänge.<br><br>Aufgrund der untergeordneten Bedeutung der Brücke wird zugelassen, dass sich bei häufigen Lastfällen die Brückenplatte aus dem überhöhten Zustand bis L/300 verformt.<br><br><b>Schwingungen</b><br>Die Richtwerte gemäss SIA 260 [11] Tab. 10 sind einzuhalten.<br>Komfort<br>-vertikale Schwingungen $f > 4,5$ oder $f < 1,6$<br>-horizontale Schwingungen (quer) $f > 1,3$<br>-horizontale Schwingungen (längs) $f > 2,5$<br><br>Eigenfrequenzen abweichend von den angegebenen Richtwerten sind zugelassen, wenn eine genauere dynamische Berechnung unter Berücksichtigung der Dämpfung durchgeführt wird. |
| <b>Foundation</b>                                  | <b>Setzungen</b><br>Die Tiefenfundation ist so bemessen, dass die absolute, maximale Setzung 30 mm nicht überschreitet. Für differentielle Setzungen zweier Punkte gilt ein maximales Verhältnis zu deren Abstand von 1/500.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Allgemein</b>                                   | <b>Weitere Aspekte</b><br>Einbauten mit sprödem Materialverhalten (irreversible Folgen der Auswirkungen) sind im speziellen zu prüfen und entsprechend auszubilden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



## **6.2 Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts**

Der periodische Unterhalt soll in Bezug auf die Intervalle und den Einsatz von Geräten möglichst wenig aufwändig sein. Die Bauteile sollen insbesondere folgende Bedürfnisse für den Betrieb- und Unterhalt berücksichtigen:

- Auswechselbarkeit von Verschleissteilen und besonderen Bauteilen.
- Zugang für den regelmässigen Unterhalt ist gewährleistet
- Unterhaltsmassnahmen und Inspektionen werden in das Unterhaltskonzept aufgenommen

Die in Kapitel 4.3 angegebenen Nutzungsdauer setzen einen regelmässigen Unterhalt gemäss der SIA 469 voraus.

## 7 Besondere Vorgaben der Bauherrschaft

### 7.1 Gestaltung und Ästhetik

#### 7.1.1 Beton

Betonoberflächen werden anhand der ästhetischen Ansprüche gemäss der SIA 118/262:2018 [28] Tabelle 5 in verschiedene Betonoberflächen-Klassen eingeteilt. Im vorliegenden Projekt werden grundsätzlich alle sichtbarbleibenden Betonoberflächen der Betonoberflächen-Klasse 1 oder 2 (BOK 1 bzw. BOK 2) zugeteilt. Ausnahme bildet die Bohrpfahlwand der Brücke Buoholz, welche der Betonoberflächen-Klasse 0 zugeteilt wird. Sämtliche Betonoberflächen, welche nicht sichtbar sind, werden der Betonoberflächen-Klasse 0 (BOK 0) zugeteilt. Eine Zusammenfassung der Zuteilung der einzelnen Bauteile auf die Betonoberflächen-Klassen ist in der folgenden Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Auflistung Einteilung der Bauteile in die Betonoberflächen-Klassen.

| Bauteil                                          | Betonoberfläche-Klasse      |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| Wände Abschlussbauwerk                           | BOK 2                       |
| Foundation Abschlussbauwerk                      | BOK 0                       |
| Wände Murgangleitmauern und Lärmschutzmauer      | BOK 2                       |
| Foundation Murgangleitmauern und Lärmschutzmauer | BOK 0                       |
| Widerlager Brücken                               | BOK 1                       |
| Brückenplatte                                    | BOK 2                       |
| Sichtbare Bohrpfahlwand                          | BOK 0, evtl. keine Schalung |
| Wände Hochwasserschutzmauer                      | BOK 2                       |
| Foundation Hochwasserschutzmauer                 | BOK 0                       |

### 7.2 Oberflächenschutz

In der nachfolgenden Tabelle 6 wird der Oberflächenschutz der Bauteile aufgeführt:

Tabelle 6: Auflistung des vorgesehenen Oberflächenschutzes.

| Bauteil                                    | Oberflächenschutz                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Betonbauteile allgemein                    | Kein Oberflächenschutz                                                                                                                                                             |
| Brückenplatte                              | Belag auf Obersicht                                                                                                                                                                |
| Stahlbauteile (Der Witterung ausgesetzt)   | Feuerverzinkt, entsprechend Nutzungsdauern<br>Mit zusätzlicher Farbbeschichtung kann bei der Ausführung oder im Betrieb die Nutzungsdauer vom Oberflächenschutz verlängert werden. |
| Tragende Holzbauteile in Fichte oder Tanne | Werden konstruktiv vor der Witterung geschützt.<br>Auf chemischen Holzschutz wird verzichtet.                                                                                      |
| Sekundäre Holzbauteile (Verkleidungen)     | Auf chemischen Holzschutz wird verzichtet.<br>Beschränkte Lebensdauer, wird bei Bedarf ersetzt.                                                                                    |

## 8 Schutzziele und Sonderrisiken

### 8.1 Schutzziele Hochwasserschutz

#### 8.1.1 Bauzustand

Während dem Bauzustand wird das Schutzziel gemäss dem heutigen Schutzgrad definiert. Aufgrund des grossen Schutzdefizits sind erhöhte Anforderungen für den Bauzustand nicht verhältnismässig.

#### 8.1.2 Hochwasserschutz Endzustand

Die Definition der Schutzziele der Schutzbauten wurde für die möglichen Gefahrenprozesse (Szenarien), abgestimmt auf die verschiedenen Objektkategorien, unterschieden. Die Mindestanforderungen an sämtliche Schutzbauten wurden 2019 in Absprache mit der Projektleitung aber so definiert, dass das Schutzsystem (Gesamtheit aller Schutzbauten) bis zu einem 300-jährlichen Ereignis keinen Geschiebeeintrag in die Engelbergeraas, mit nachteiligen Auswirkungen auf die Engelbergeraas, zulässt. Dadurch erfahren einzelne Objekte einen grösseren Schutz als dieser grundsätzlich durch die generellen Vorgaben vorgesehen ist.

In der Folge werden die definierten Schutzziele der Schutzbauten je Gefahrenprozess (Szenario) einzeln aufgeführt und beschrieben.

#### Murgänge

Es wurden je Eintretenswahrscheinlichkeit insgesamt sechs unterschiedliche Murgangsszenarien simuliert. Neben zwei granularen, dickflüssigen Murgangsszenarien wurden auch zwei unterschiedliche dünnflüssige Murgangsszenarien und zwei Kombinationen von dick- und dünnflüssigen Murgangsszenarien untersucht. Die Murgangfrachten und Anzahl Schübe stammen von vertieften Untersuchungen des Einzugsgebiets und wurden durch die WSL [3] konkretisiert. In der folgenden Tabelle 7 sind die untersuchten Szenarien je Eintretenswahrscheinlichkeit zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 7: Übersicht über die massgebenden und untersuchten Murgangsszenarien.

| Ereignisszenario                | Anzahl Schübe<br>(mit Fracht) | Murgangfracht          | Fliessspannung                                                           |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| HQ <sub>30</sub> , dünnflüssig  | 3 (2x15'000, 10'000)          | 40'000 m <sup>3</sup>  | 500 bzw. 1'000 N/m <sup>2</sup>                                          |
| HQ <sub>30</sub> , dickflüssig  | 3 (2x15'000, 6'000)           | 36'000 m <sup>3</sup>  | 2'500 bzw. 4'000 N/m <sup>2</sup>                                        |
| HQ <sub>30</sub> , gemischt     | 3 (2x15'000, 6'000)           | 36'000 m <sup>3</sup>  | 2'500/1'000 bzw.<br>2'4'000/2'500 N/m <sup>2</sup>                       |
| HQ <sub>100</sub> , dünnflüssig | 4 (3x25'000, 20'000)          | 95'000 m <sup>3</sup>  | 500 bzw. 1'000 N/m <sup>2</sup>                                          |
| HQ <sub>100</sub> , dickflüssig | 4 (3x25'000, 10'000)          | 85'000 m <sup>3</sup>  | 2'500 bzw. 4'000 N/m <sup>2</sup>                                        |
| HQ <sub>100</sub> , gemischt    | 4 (3x25'000, 10'000)          | 85'000 m <sup>3</sup>  | 2'500/1'000/2'500 bzw.<br>2'4'000/2'500/1'000 N/m <sup>2</sup>           |
| HQ <sub>300</sub> , dünnflüssig | 4 (3x40'000, 30'000)          | 150'000 m <sup>3</sup> | 500 bzw. 1'000 N/m <sup>2</sup>                                          |
| HQ <sub>300</sub> , dickflüssig | 4 (3x40'000, 15'000)          | 135'000 m <sup>3</sup> | 2'500 bzw. 4'000 N/m <sup>2</sup>                                        |
| HQ <sub>300</sub> , gemischt    | 4 (3x40'000, 15'000)          | 135'000 m <sup>3</sup> | 2'500/1'000/2'500 bzw.<br>2'4'000/2'500/1'000 N/m <sup>2</sup>           |
| EHQ <sub>dünnflüssig</sub>      | 5 (4x50'000, 50'000)          | 250'000 m <sup>3</sup> | 500 bzw. 1'000 N/m <sup>2</sup>                                          |
| EHQ <sub>dickflüssig</sub>      | 5 (4x50'000, 25'000)          | 225'000 m <sup>3</sup> | 2'500 bzw. 4'000 N/m <sup>2</sup>                                        |
| EHQ <sub>gemischt</sub>         | 5 (4x50'000, 25'000)          | 225'000 m <sup>3</sup> | 2'500/1'000/2'500/4'000 bzw.<br>2'4'000/2'500/1'000/500 N/m <sup>2</sup> |

Die Schutzziele ausgehend von den Murgangereignissen wurden folgendermassen definiert:

Tabelle 8: Schutzziele bei Murgangereignissen

| Bauteil               | Schutzziel                                                  | Bemerkungen                                                              |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Leitdamm Nord (Büren) | HQ <sub>300</sub> + Freibord                                | Keine Verklausung Geisssteg                                              |
|                       | HQ <sub>300</sub>                                           | Verklausung Geisssteg                                                    |
| Ober & Unter Buoholz  | HQ <sub>100</sub>                                           |                                                                          |
| Leitdamm Süd          | EHQ                                                         | Keine Verklausung Brücke Buoholz:<br>Bordvoll (Alle Szenarien =Freibord) |
|                       | Kein Eintrag in Engelbergeraa bis EHQ, keine Brechenbildung | Verklausung Brücke Buoholz                                               |
| Entlastungsbauwerk II | EHQ                                                         | Bordvoll                                                                 |
| Abschlussbauwerk      | EHQ + Freibord                                              | Alle Szenarien +50cm (=Freibord)                                         |
| Entlastungsbauwerk I  | HQ <sub>300</sub>                                           | Bordvoll                                                                 |
| Auslaufbauwerk        | HQ <sub>300</sub>                                           | Bordvoll                                                                 |
| Brücke Buoholz        | HQ <sub>300</sub>                                           | Brückenstabilität, <b>nicht Kapazität!</b>                               |

### Hochwasserereignis mit Geschiebetrieb

Für die Hochwasserereignisse mit Geschiebetrieb wird zwischen Kurz- und Langzeitereignissen unterschieden. Dabei unterscheiden sich die Abflussspitzen sowie die Geschiebeeinträge massgeblich. Die verwendeten Grundlagen wurden im Zusammenhang mit der Gefahren- und Risikobeurteilung des Buoholzbachs (siehe auch [2]) ermittelt und durch die WSL [3] bestätigt. Im Rahmen der Stellungnahme vom Bund zum Vorprojekt wurde zudem eine erneute Überprüfung der angenommenen Hochwasserabflüsse verlangt. Dies, weil neue und vor allem genauere Angaben zu den Niederschlagsintensitäten vorliegen. Die Überprüfung dieser Werte ergab, dass die bisher verwendeten Abflussspitzen nicht angepasst werden müssen [4].

In der folgenden Tabelle 9 sind die massgebenden Hochwasserabflüsse und Geschiebefrachten je Ereigniswahrscheinlichkeit aufgeführt:

Tabelle 9: Hochwasserabflüsse und Geschiebetriebe bei den massgebenden Ereignissen.

| Ereignisszenario  | Kurzzeitereignis      |                       | Langzeitereignis     |                        |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
|                   | Abfluss               | Geschiebefracht       | Abfluss              | Geschiebefracht        |
| HQ <sub>30</sub>  | 39 m <sup>3</sup> /s  | 17'000 m <sup>3</sup> | 12 m <sup>3</sup> /s | 35'000 m <sup>3</sup>  |
| HQ <sub>100</sub> | 68 m <sup>3</sup> /s  | 34'000 m <sup>3</sup> | 16 m <sup>3</sup> /s | 75'000 m <sup>3</sup>  |
| HQ <sub>300</sub> | 90 m <sup>3</sup> /s  | 40'000 m <sup>3</sup> | 19 m <sup>3</sup> /s | 120'000 m <sup>3</sup> |
| EHQ               | 137 m <sup>3</sup> /s | 70'000 m <sup>3</sup> | 24 m <sup>3</sup> /s | 180'000 m <sup>3</sup> |

Die Schutzziele für die Hochwasserereignisse mit Geschiebetrieb wurden folgendermassen definiert:

Tabelle 10: Schutzziele für Hochwasserereignisse

| Bauteil               | Schutzziel                                               | Bemerkungen              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|
| Leitdamm Nord (Büren) | HQ <sub>100</sub> + Freibord                             |                          |
| Ober & Unter Buoholz  | HQ <sub>30</sub> + Freibord                              |                          |
| Leitdamm Süd          | EHQ + Freibord                                           |                          |
| Entlastungsbauwerk II | EHQ                                                      | Bordvoll (Geschiebe)     |
| Abschlussbauwerk      | EHQ + Freibord                                           |                          |
| Entlastungsbauwerk I  | HQ <sub>100</sub>                                        | Bordvoll (Wasser)        |
|                       | HQ <sub>300</sub>                                        | Bordvoll (Geschiebe)     |
| Auslaufbauwerk        | EHQ + Freibord                                           | Überfallsektion (Wasser) |
|                       | HQ <sub>300</sub>                                        | Bordvoll (Geschiebe)     |
| Brücke Buoholz        | HQ <sub>300</sub> + Freibord                             |                          |
| Hochwasserschutzmauer | HQ <sub>300</sub> + Freibord                             |                          |
| Damm Schrebag-Areal   | HQ <sub>100</sub> + Freibord                             |                          |
| Mündung Buoholzbach   | HQ <sub>300, Buoholz</sub> + HQ <sub>300Engaa</sub>      | Langzeitereignisse       |
|                       | HQ <sub>300, Buoholz</sub> + 125m <sup>3</sup> /s, Engaa | Kurzzeitereignisse       |

Es gilt anzumerken, dass beim Auslaufbauwerk das Schutzziel mit Vorsicht betrachtet werden muss. Insbesondere zu Beginn und mit fortschreitender Dauer von Ereignissen muss davon ausgegangen werden, dass ohne Eingriff ein Geschiebeaustrag aus dem Geschieberückhalteraum stattfindet. Dies entspricht auch den Vorstellungen eines geschiebedurchgängigen Geschieberückhalterums bei kleinen Ereignissen. Für diese Phasen besteht kein Schutzziel.

Wichtig ist, dass die Geschiebeausträge keine negativen Einflüsse auf die Systemfunktionalität der Hochwasserschutzmassnahmen an der Engelbergeraa haben. Das oben aufgeführte Schutzziel beim Abschlussbauwerk betrifft die grossen Ereignisse, wo der Rückhalt der Hauptkubaturen bis zum 300-jährlichen Ereignis gewährleistet sein muss, um keine nachteiligen Ablagerungen in der Engelbergeraa zu verursachen. Bei kleineren Ereignissen (bis ca. HQ<sub>5</sub>) wird eine Geschiebedurchgängigkeit angestrebt.

## Flutwelle infolge Murschub in eingestauten Geschieberückhaltebereich

Während Hochwasserereignissen wird sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, zumindest lokal, eine Seebildung im Geschieberückhalteraum einstellen. Dies ist auch eine Grundvoraussetzung, dass der Ablagerungsprozess bei Hochwasserereignissen wie gewünscht abläuft. Da nicht auszuschliessen ist, dass bei einem eingestauten Geschieberückhalteraum ein Murgang auftreten wird, wird für die Dimensionierung der Abschlussbauwerke (Abschlussbauwerk, Auslaufbauwerk und Entlastungsbauwerke) folgendes Szenario als massgebend definiert:

- Seebildung im Geschieberückhalteraum bis Überlaufkante vom Auslaufbauwerk
- EHQ Murschub in gefüllten Rückhalteraum mit Murgangcharakteristik aus Tabelle 7. Sprich Murschub von 50'000m<sup>3</sup> (bei Kegelhals) und dünnflüssigem Fliessverhalten (500 N/m<sup>2</sup>).

Für dieses Szenario wird folgendes Schutzziel definiert:

Tabelle 11: Schutzziel für Szenario Murgang in eingestauten Geschieberückhalteraum.

| Bauteil               | Schutzziel     | Bemerkungen                        |
|-----------------------|----------------|------------------------------------|
| Entlastungsbauwerk II | EHQ            | Überschwappen zulässig             |
| Abschlussbauwerk      | EHQ + Freibord | <b>Kein</b> Überschwappen zulässig |
| Entlastungsbauwerk I  | EHQ            | Überschwappen zulässig             |
| Abschlussbauwerk      | EHQ            | Überschwappen zulässig             |

## Hochwasserereignis im Nachgang zu einem Murgangereignis

In Anbetracht der grossen Geschiebefrachten ist im Ereignisfall davon auszugehen, dass die Räumung vom Geschieberückhalteraum mehrere Wochen andauern wird. In diesem Zeitraum ist das Auftreten einer weiteren Hochwasserwelle realistisch (Bodensättigung im Einzugsgebiet hoch).

Durch die Anordnung von drei Entlastungsöffnungen (Auslaufbauwerk und Entlastungsbauwerke I bzw. II) wird die Funktionalität der Abschlussbauwerke beim Auftreten von einem nachgelagerten Hochwasser in den vorverfüllten Geschieberückhalteraum gegeben sein. Es ist hingegen wichtig, dass trotz der Ablagerungen der Hochwasserabfluss weiterhin durch den Geschieberückhalteraum und nicht über den Leitdamm Süd fliesst. Aus diesem Grund wurde für den Leitdamm Süd zusätzlich zu den oben aufgeführten Schutzzielen folgendes weiteres Schutzziel definiert:

Tabelle 12: Schutzziel für Leitdamm Süd bei vorverfüllten Geschieberückhalteraum und nachgelagertem Hochwasser.

| Bauteil      | Schutzziel                                                     | Bemerkungen |
|--------------|----------------------------------------------------------------|-------------|
| Leitdamm Süd | Murgang HQ <sub>300</sub> + Hochwasserspitze HQ <sub>100</sub> | bordvoll    |

Für die weiteren Bauwerke ist dieses Szenario nicht massgebend. Dies, weil der Leitdamm Nord überströmbar ausgebildet wird bzw. das Abschlussbauwerk durch die Entlastungsöffnungen Auslaufventile aufweist, ohne dass es zum Überströmen von nicht überströmbaren Schutzbauten kommt.



## 8.2 Bauwerksklasse

### 8.2.1 Brücken

Die Brücken werden aufgrund der untergeordneten Bedeutung als BWK I gemäss der SIA 261 [17] Tabelle 25 für die Bemessung der Einwirkung durch Erdbeben, Hochwasser und Murgang klassifiziert.

### 8.2.2 Murgangleitmauern

Die Murgangleitmauern werden aufgrund der grossen Bedeutung für die Engelbergeraa als BWK II gemäss der SIA 261 [17] Tabelle 25 für die Bemessung der Einwirkung durch Erdbeben, Hochwasser und Murgang klassifiziert.

### 8.2.3 Lärmschutzmauer

Die Lärmschutzmauer wird aufgrund der untergeordneten Bedeutung als BWK I gemäss der SIA 261 [17] Tabelle 25 für die Bemessung der Einwirkung durch Erdbeben, Hochwasser und Murgang klassifiziert.

### 8.2.4 Hochwasserschutzmauer

Die Hochwasserschutzmauer wird aufgrund der untergeordneten Bedeutung als BWK I gemäss der SIA 261 [17] Tabelle 25 für die Bemessung der Einwirkung durch Erdbeben, Hochwasser und Murgang klassifiziert.

## 8.3 Hochwassereinwirkung Brücken

Die Brückenunterkante der Brücken sind über der Kote vom Hochwasser  $HQ_{300}$  zu planen. Grössere Hochwasser sind ein akzeptiertes Risiko.

## 8.4 Murgangeinwirkung Brücken

### 8.4.1 Brücke Buoholz

Die Brückenplatte hat bis zu einem Murgangereignis  $HQ_{300}$  standzuhalten. Tragwerkversagen bei einem grösseren Murgangereignis ist ein akzeptiertes Risiko. Bei einem Murgangereignis, bei welcher die Brückenplatte überströmt wird, sind die Anprallkräfte vom Murgang an der Brücke möglichst zu reduzieren. Somit ist ein Tragwerkversagen vom Geländer und der Brüstung erforderlich um die Angriffsfläche zu minimieren. Die Einwirkung durch Murgang wird anhand der folgenden Kennwerte (Tabelle 13) aus der Bemessungsgrundlage Bauprojekt [9] ermittelt:

Tabelle 13: Kennwerte gemäss Bemessungsgrundlage Bauprojekt [9].

| Murgangereignis                                        | $HQ_{300}$             |
|--------------------------------------------------------|------------------------|
| Dichte Murgangmaterial                                 | 2000 kg/m <sup>3</sup> |
| Fliessgeschwindigkeit                                  | Bis 9.8m/s             |
| Fliesshöhe über Brückenplatte                          | Bis 4.75m              |
| Ablagerungshöhe auf Brückenplatte nach Murgangereignis | Bis 2.5m               |

Beim Überfließen der Brückenplatte wird neben der Auflast an der Obersicht auch einen gleichwertigen Auftrieb an der Brückenuntersicht angenommen, sofern die Untersicht parallel zur Sohle läuft oder den Durchflussquerschnitt in Fliessrichtung verengt.

Auf Grund der hohen Fliessgeschwindigkeit wird nach SIA261-1 [18] 5.3.6 der Beiwert  $c_p$  von 1.0 für stark-schiessende Murgänge eingesetzt.

Das Über- und Unterströmen des Murgangs verursacht durch die Haftreibung und den hydrostatischen Druck an der Brückenober- und untersicht eine horizontale Einwirkung. Als Haftreibung wird vom Murgang zur Brückenoberfläche  $\tan(24^\circ)=0.45$  angenommen. Der hydrostatische Druck wird anhand der Überströmungshöhe und der Dichte vom Murgangmaterial ermittelt.

Eine zusätzliche Abdeckung oder Schutzelement um die Brückenplatte oder vor der Bohrpfahlwand ist nicht vorgesehen. Je nach Murgangereignis ist es danach erforderlich einen neuen Belag zu erstellen um die Befahrbarkeit wiederherzustellen und die Abplatzungen an der Brückenplatte, Widerlager und Bohrpfahlwand zu sanieren um den Korrosionsschutz vom Bewehrungsstahl wieder zu gewährleisten.

#### **8.4.2 Fussgängerbrücke Kantonsstrasse und Bürer Steg**

Die beiden Fussgängerbrücken sind von den Murgangereignissen nicht betroffen.

### **8.5 Anprall von Fahrzeugen**

Ein Anprall an tragende Brückenelemente ist bei der Brücke Buoholz und beim Fussgängersteg Kantonsstrasse praktisch unmöglich. Beim Bürersteg ist nur eine Nutzung von leichten Unterhaltsfahrzeugen vorgesehen, deren Anprall an die Fachwerkstege ist ein von der Bauherrschaft akzeptiertes Risiko.

Das Geländer wird auf Grund der untergeordneten Bedeutung der Brücken nicht auf Anprall bemessen. Ein Versagen des Geländers durch Anprall ist eine von der Bauherrschaft akzeptiertes Risiko. Es werden keine Bauteile nach der SIA 261 [17] Kapitel 14 auf Anprall bemessen.

### **8.6 Brand**

Die tragenden Bauteile sind nicht gegen Brand bemessen. Eine vor Brand geschützte Tragkonstruktion im Freien wird aufgrund von unverhältnismässigen Massnahmen von der Bauherrschaft nicht gefordert.

Für Stahlbetonbauteile wird der Nachweis des Feuerwiderstands nach der SIA 262 [19] Kapitel 4.3.10 geführt.

Auch für den Bürersteg, welcher in Holz ausgeführt wird, wird auf Brandschutzmassnahmen verzichtet und eine Zerstörung durch Brand als akzeptiertes Risiko von der Bauherrschaft definiert.

### **8.7 Erdbeben**

#### **8.7.1 Abschlussbauwerk Geschieberückhaltraum**

Der Nachweis der Erdbebensicherheit wird gemäss der Stauanlagenverordnung Teil C3 Ziffer 4.6.8 [15] geführt. Das Bauwerk wird der Stauanlagenklasse III zugeordnet und dementsprechend im Erdbebenereignis auf eine Wiederkehrperiode von 1'000 Jahren dimensioniert, das entspricht einer 5% Überschreitungswahrscheinlichkeit in 50 Jahren.

### 8.7.2 Brücken

Gemäss der SIA 261 [17] ist für alle Bauwerksklassen ein Tragsicherheitsnachweis im Erdbebenfall zu führen. Nebst rechnerischen Nachweisen sind konzeptionelle und konstruktive Massnahmen, die das Erdbebenverhalten verbessern, vorgesehen. Die Grundsätze der erdbebengerechten Projektierung werden in der Entwurfsarbeit berücksichtigt. Für den Erdbebenachweis werden die Kennwerte aus der SIA 261 (siehe Tabelle 14) verwendet:

Tabelle 14: Kennwerte Erdbebenachweis bei den Brücken.

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| <b>Erdbebenzone</b> | <b>Z2</b> |
| Bauwerksklasse      | BWK I     |
| Baugrundklasse      | C         |

### 8.8 Chemische Einwirkungen

Bei Bauteilen, welche durch Chlorid-Einwirkungen infolge Streusalzes belastet sind, wird eine höhere Bewehrungsüberdeckung von  $c_{nom} = 55\text{mm}$  vorgesehen und ein Chlorid resistenter Beton verwendet. Es werden keine weiteren chemischen Einwirkungen berücksichtigt.

Bei der Fussgängerbrücke Kantonsstrasse wird zugunsten leichterer Bauweise die Bewehrungsüberdeckung bei der Brückenplatte reduziert. Die Nutzungsdauer ist deshalb gemäss Tabelle 3 auf 25 Jahre beschränkt. Der Einsatz von Streusalz ist möglichst zu Gunsten einer langen Lebensdauer zu reduzieren.

Beim Bürgersteg ist aufgrund der Überdachung kein Einsatz von Streusalz vorgesehen.

### 8.9 Akzeptierte Risiken

#### 8.9.1 Abschlussbauwerk Geschieberückhalteraum

Die folgenden Risiken werden in der Bauphase akzeptiert:

- Schäden durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Erdbeben
- Hochwasser über den festgelegten Schutzziele in Kapitel 8.1
- Geringe Setzungen in der Umgebung

In der Betriebsphase werden für die folgenden Risiken – die die Bauherrschaft akzeptiert - generell keine technischen, baulichen oder organisatorischen Massnahmen vorgesehen:

- Schäden durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Erdbeben, jedoch kein Tragwerksversagen
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Hochwasserereignis, jedoch kein Tragwerksversagen
- Erdbebensicherheit im Lastfall Typ 3.2 bei Flachböschung innerhalb vom Geschieberückhalteraum (Ostseite)

### 8.9.2 Brücke Buoholz

Die folgenden Risiken werden in der Bauphase akzeptiert:

- Schäden oder Tragversagen durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Erdbeben
- Hochwasser
- Geringe Setzungen in der Umgebung
- Murgang

In der Betriebsphase werden für die folgenden Risiken – die die Bauherrschaft akzeptiert - generell keine technischen, baulichen oder organisatorischen Massnahmen vorgesehen:

- Schäden oder Tragversagen durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Erdbeben, jedoch kein Tragwerksversagen
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Hochwasserereignis, jedoch kein Tragwerksversagen
- Schäden oder Tragwerksversagen des Geländers bei Anprall von Fahrzeugen oder Murgang.
- Tragwerksversagen durch Murgang, grösser als HQ<sub>300</sub>.

### 8.9.3 Fussgängerbrücke Kantonsstrasse, Bürersteg und Hochwasserschutzmauern

Die folgenden Risiken werden in der Bauphase akzeptiert:

- Schäden oder Tragversagen durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Erdbeben
- Hochwasser
- Geringe Setzungen in der Umgebung

In der Betriebsphase werden für die folgenden Risiken – die die Bauherrschaft akzeptiert - generell keine technischen, baulichen oder organisatorischen Massnahmen vorgesehen:

- Schäden oder Tragversagen durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Erdbeben, jedoch kein Tragwerksversagen
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Hochwasserereignis bis HQ<sub>300</sub>, jedoch kein Tragwerksversagen
- Schäden oder Tragwerksversagen bei Befahren von schweren Fahrzeugen.
- Schäden oder Tragwerksversagen des Geländers bei Anprall von Fahrzeugen.
- Schäden oder Tragwerksversagen durch Menschengedränge.
- Schäden oder Tragwerksversagen Hochwasser grösser HQ<sub>300</sub>.

#### **8.9.4 Murgangleitmauern und Lärmschutzmauer**

Die folgenden Risiken werden in der Bauphase akzeptiert:

- Schäden oder Tragversagen durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Erdbeben
- Hochwasser
- Geringe Setzungen in der Umgebung

In der Betriebsphase werden für die folgenden Risiken – die die Bauherrschaft akzeptiert - generell keine technischen, baulichen oder organisatorischen Massnahmen vorgesehen:

- Schäden oder Tragversagen durch Explosion oder Brand
- Schäden durch böswillige Beschädigung, Sabotage
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Erdbeben, jedoch kein Tragwerksversagen
- Eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit bei einem Hochwasser- oder Murgangereignis ab HQ<sub>100</sub>, jedoch kein Tragwerksversagen
- Schäden oder Tragwerksversagen bei Befahren von schweren Fahrzeugen.
- Schäden oder Tragwerksversagen des Geländers bei Anprall von Fahrzeugen.
- Schäden oder Tragwerksversagen durch Menschengedränge.
- Schäden oder Tragwerksversagen Hochwasser grösser HQ<sub>300</sub>.

## 9 Normbezogene Bestimmungen

### 9.1 Unterstellung gemäss Stauanlagengesetz

Die Bemessung des Abschlussbauwerks und Leitdamm Süds gemäss folgender Abbildung 3 erfolgt nach dem Stauanlagengesetz (StAG). Weitere Details sind dem technischen Bericht StAG (2287-4005). Alle übrigen Bauteile werden nach den SIA-Normen bemessen.

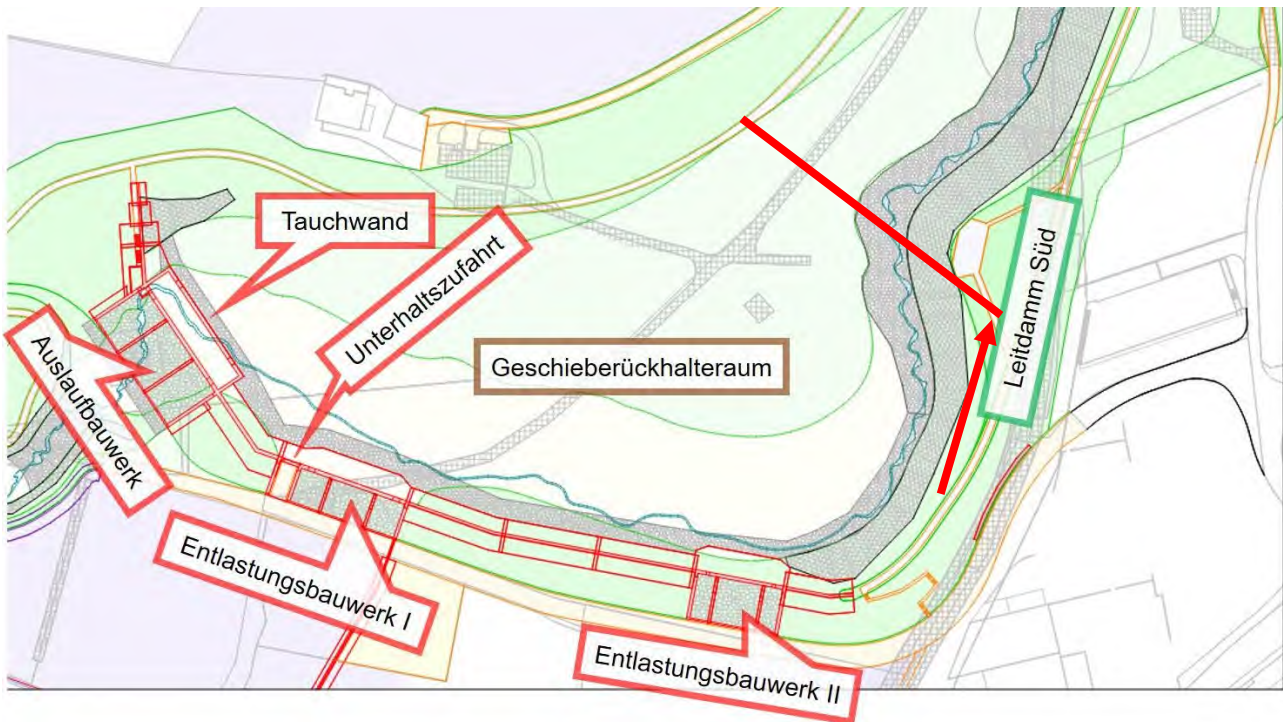


Abbildung 3: Übersicht über die Anlagenteile, welche gemäss StAG dimensioniert werden.

### 9.2 Stahltragwerke: Ausführungsklasse EXC

Die Anforderungen an die Ausführung von Stahlbauarbeiten werden in der SIA 263/1 [22] Kapitel 11 definiert. Für die Stahlbauteile im vorliegenden Projekt wird die Ausführungsklasse bzw. Herstellerqualifikation EXC2 nach SIA 263/1 [22] Tabelle 12 festgelegt. In der nachfolgenden Tabelle die Begründung.

Tabelle 15: Begründung EXC

| Bauteile                        | Schadenfolgeklasse / Ausführungsklasse | Begründung                                       |
|---------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Brücke Buoholz                  | CC2 / EXC2                             | Keine tragende Stahlbauteile (Ausnahme Geländer) |
| Fussgängerbrücke Kantonsstrasse | CC2 / EXC2                             | Gemäss SIA 263-1 [22] Tab. 13                    |
| Bürersteg                       | CC2 / EXC2                             | Gemäss SIA 263-1 [22] Tab. 13                    |



### 9.3 Rissbildung: Anforderungen an die Rissbeschränkung

Risse in Stahlbetonbauteilen sind unvermeidbar. Sie sind Folge von diversen Einwirkungen, wie Schwinden und Kriechen des Betons, Zwängungen, Temperaturänderungen, Lasteinwirkungen, Baugrundverformungen oder chemische Einwirkungen. Die Einwirkungen können permanent oder temporär auftreten. Je nach Art der Einwirkung können Risse schon beim Beton-Abbindeprozess oder aber erst nach Monaten bis Jahren entstehen.

Risse können bereits ab einer Breite von 0.1mm wasserführend werden, mit entsprechenden Massnahmen lassen sich die Rissbreiten dennoch begrenzen. Je Bauteilanforderungen werden unterschiedliche Rissbreiten zugelassen, welche nebst einer zweckmässigen Mindestbewehrung auch durch die Wahl von geeigneten Betoneigenschaften sowie den an die Umgebungsbedingungen angepassten Bauteilnachbehandlung begrenzt wird. Dennoch auftretende Risse müssen z.B. mittels geklebter Bänder und/oder Injektionen abgedichtet werden. In der nachfolgenden Tabelle 16 sind die Anforderungen an die Risse pro Bauteiltyp zusammengefasst. Die Anforderungen sind in der SIA 262 [19] und in der SIA 272 [27] definiert.

Tabelle 16: Anforderungen an Risse in Stahlbetonbauteilen

| Bauwerk                         | Bauteil                                          | Rissanforderung | Rissweiten                  |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Abschlussbauwerk                | Alle Stahlbetonbauteile                          | Erhöht          | $w_{nom} \leq 0.5\text{mm}$ |
| Murgangleitmauer                | Alle Stahlbetonbauteile                          | Erhöht          | $w_{nom} \leq 0.5\text{mm}$ |
| Lärmschutzmauer                 | Alle Stahlbetonbauteile                          | Erhöht          | $w_{nom} \leq 0.5\text{mm}$ |
| Brücke Buoholz                  | Brückenplattenoberseite                          | Hoch            | $w_{nom} \leq 0.2\text{mm}$ |
| Brücke Buoholz                  | Stützmauern, Widerlager, Brückenplatteunterseite | Erhöht          | $w_{nom} \leq 0.5\text{mm}$ |
| Fussgängerbrücke Kantonsstrasse | Widerlager                                       | Erhöht          | $w_{nom} \leq 0.5\text{mm}$ |
| Bürersteg                       | Widerlager                                       | Erhöht          | $w_{nom} \leq 0.5\text{mm}$ |
| Hochwasserschutzmauer           | Alle Stahlbetonbauteile                          | Erhöht          | $w_{nom} \leq 0.5\text{mm}$ |



## 10 Unterschriften

Die Nutzungsvereinbarung entspricht dem Projektstand vom 12.04.2024, Stufe Auflageprojekt.

Die Unterzeichner sind mit den vorliegenden Vereinbarungen in diesem Dokument einverstanden.

**Bauherr:** Kanton Nidwalden  
Landwirtschafts- und Umweltdirektion  
Amt für Naturgefahren  
Stansstaderstrasse 59  
6371 Stans

Bauherrenvertreter: Martin Andres

---

Ort/Datum, Unterschrift

**Bauingenieur:** Schubiger AG Bauingenieure  
Müliweg 2  
6052 Hergiswil

Projektleiter: David Ruedlinger

---

Ort/Datum, Unterschrift