

Schutzdamm mit Holzkastenkern, Müstair

Ablenkdammer zur Murganglenkung

- Starres Schutzsystem zur Murgang- und Geschiebelenkung
- als Ablenkdammer konzipierter Erddamm mit bachseitig liegendem, überdecktem Holzkastenkern
- die bachabgewandte Böschung wird sukzessive durch Zuführung von sauberem lokalem Aushubmaterial erstellt
- gute Eingliederung in die Landschaft durch unregelmässig ausgeführte Dammböschungen



Teilweise verfüllter Holzkasten des Schutzdammes

Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort: Müstair (GR), Taunter Ruinas (2 829 420 / 1 167 780)

Bauherrschaft: Cumün da Val Müstair, 7537 Müstair

Projektleitung: Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden (AWN), Region 5, Hansjörg Weber, Dipl. Forsting. ETH

Projektverfasser: Bauamt Cumün da Val Müstair, 7536 Sta. Maria VM, Anton Waldner, Ingenieur BOKU

Örtliche Bauleitung: Revier forestal da Val Müstair, 7535 Valchava, Jörg Clavadetscher, Revierförster

Ausführung: Revier forestal da Val Müstair, 7535 Valchava

Baujahr: 2011 – 2016

Funktion / Anwendungsgrenzen

Ablenk- oder Leitdämme dienen der Lenkung von Murgangprozessen und sollen das Geschiebmaterial möglichst innerhalb des Gerinnes halten oder in ein Gebiet ohne oder mit nur geringem Schadenpotential ablenken. Die Positionierung erfolgt folglich in der Transit- und zu Beginn der Ablagerungszone. Sie wirken als Schwergewichtskonstruktion und können oft aus lokalen Materialien erstellt werden; oft genügt die Nutzung des Rüfenmaterials selbst.

Typischerweise wird bei Bachverbauungen das gesamte System beurteilt (Prozessraum), wobei neben der Erstellung von Schutzdämmen auf dem Schwemmelkegel, meist im Bereich des Kegelhalses, wie im vorliegenden Projekt auch Massnahmen im Oberwasser einbezogen werden sollten (d.h. Einzugs- und Transitgebiet). Durch den meist hohen Platzbedarf von Ablenkdämmen sind oft grössere Eingriffe in das Gelände nötig, was sich auf das Landschaftsbild auswirkt.

Die vorgesehene Geschiebelenkung hat Folgen für die weitere Verfrachtung und muss daher sorgfältig geplant werden. Neue Konflikte können entstehen und müssen mit den Betroffenen besprochen werden. Bei raumbeanspruchenden Schutzprojekten wie der Murgangbewältigung sind für alle tragbare Lösungen die grosse Herausforderung. Im vorliegenden Projekt wurden auch Gespräche mit dem Tiefbauamt Graubünden (TBA) geführt, denn bei seltenen Ereignissen könnte die Kantonsstrasse durch Übersarung betroffen sein.

Ablenkdämme sind einfach in der Bauweise, relativ günstig zu erstellen und bei entsprechender Dimensionierung auch gegen hohe Energien bzw. gegen grosse Geschiebemengen wirksam. Letztlich fügen sich speziell Erddämme langfristig gut in die Landschaft ein (Ausformung unregelmässiger Böschungen, Begrünung, Aufforstung). Da es sich je nach Projekt, um ein relativ langgezogenes Bauwerk handelt, sind allfällige Strassenquerungen, Wildtierkorridore und andere Lebensraumnischen einzuplanen.

Voraussetzungen Baugrund

Die Baugrundstabilität ist wichtig für die Tragsicherheit des Bauwerkes, da Dammschüttungen eine erhebliche Auflast bedeuten können. Problematisch wäre die Erstellung auf instabilem, vernässtem Terrain. Weiter kann auch die Hangneigung limitierend sein (je steiler, desto höher und mächtiger muss ein Ablenkdammer erstellt werden; zunehmende Auswirkung auf Landschaft und Kosten).



Im vorliegenden Projekt liegt der Baugrund auf dem relativ flachen Schwemmkegel der Taunter Ruinas und besteht aus Murgangmaterial kalkhaltigen und kristallinen Ursprungs.

Gesetze / Normen

Im vorliegenden Projekt wurde auf vorhandenes Erfahrungswissen zurückgegriffen. Nachfolgend wird auf mögliche Literatur zur Konsultation verwiesen:

Bergmeister K., Suda J., Hübl J. und Rudolf-Miklau F., 2009. Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Ernst W. und Sohn Verlag, Berlin. 211 S.

Böll A., 1997. Wildbach- und Hangverbau. Bericht Eidgenössische Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, 123 S. (siehe Downloadbereich www.fobatec.ch)

GHO, 1996. Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (Groupe de travail pour l'hydrologie operationelle [GHO]), Mitteilung Nr. 4, 46 S + Anhang.

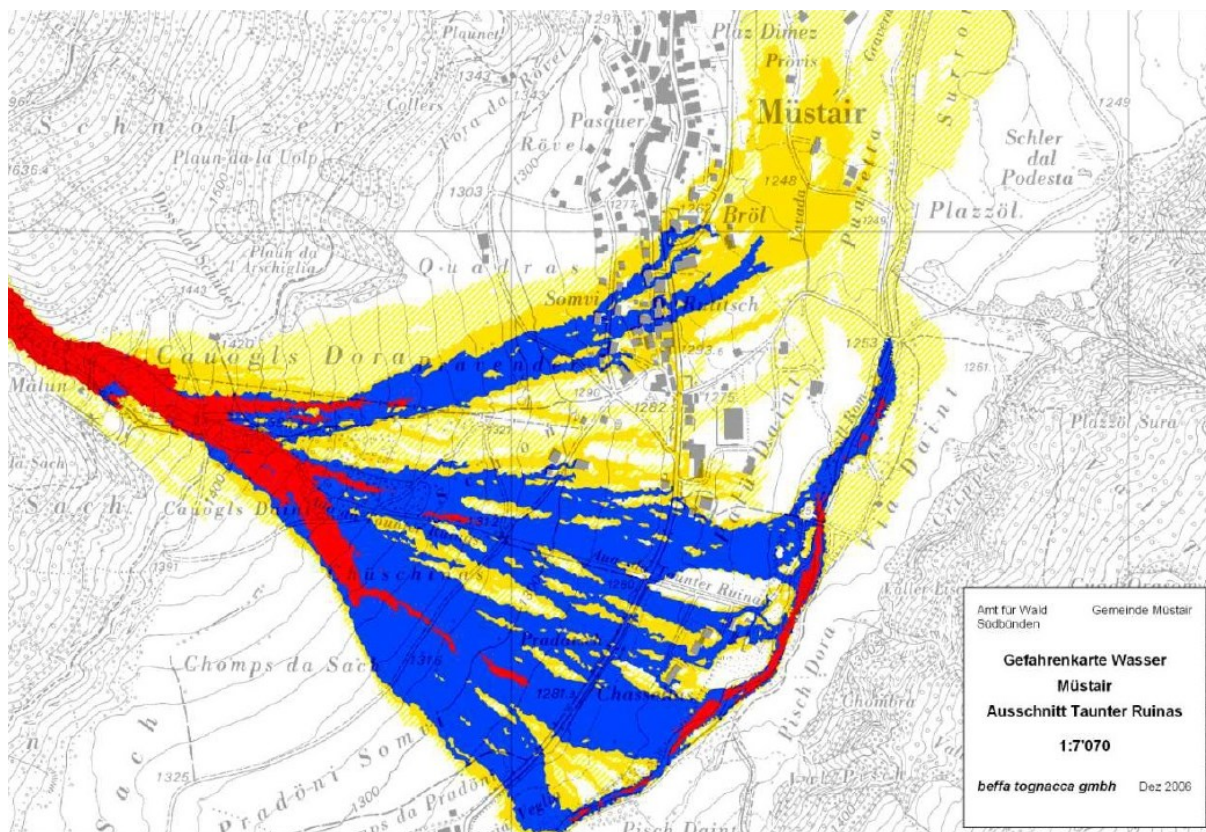
Lang H-J., Huder J., Amman P., Puzrin A., 2011. Bodenmechanik und Grundbau. 9. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 336 S.

Patt H. und Gonsowski P., 2011. Wasserbau. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 7., aktualisierte Auflage, 410 S.

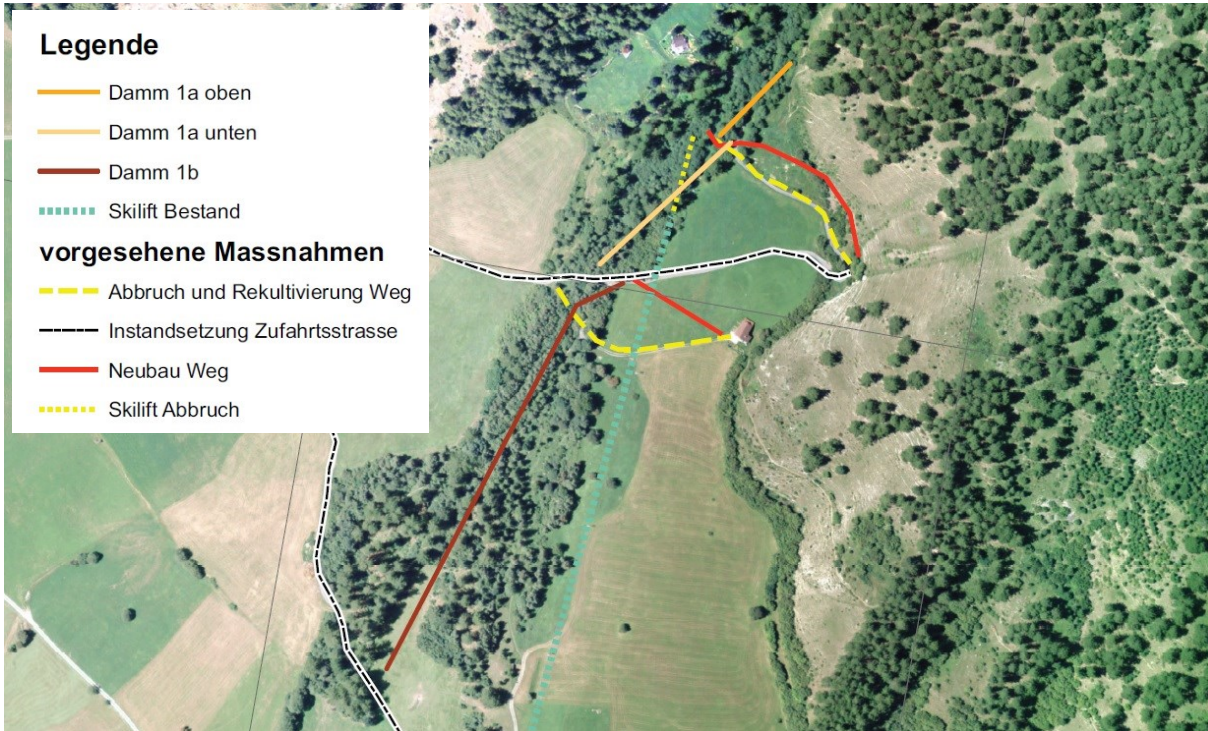
Witt K. J. (Hrsg.), 2008. Grundbau-Taschenbuch – Teil 1 - 3. 7. Auflage, 1. Nachdruck 2010. Ernst und Sohn Verlag, Berlin. 814 S, 939 S und 918 S.

Projektierung

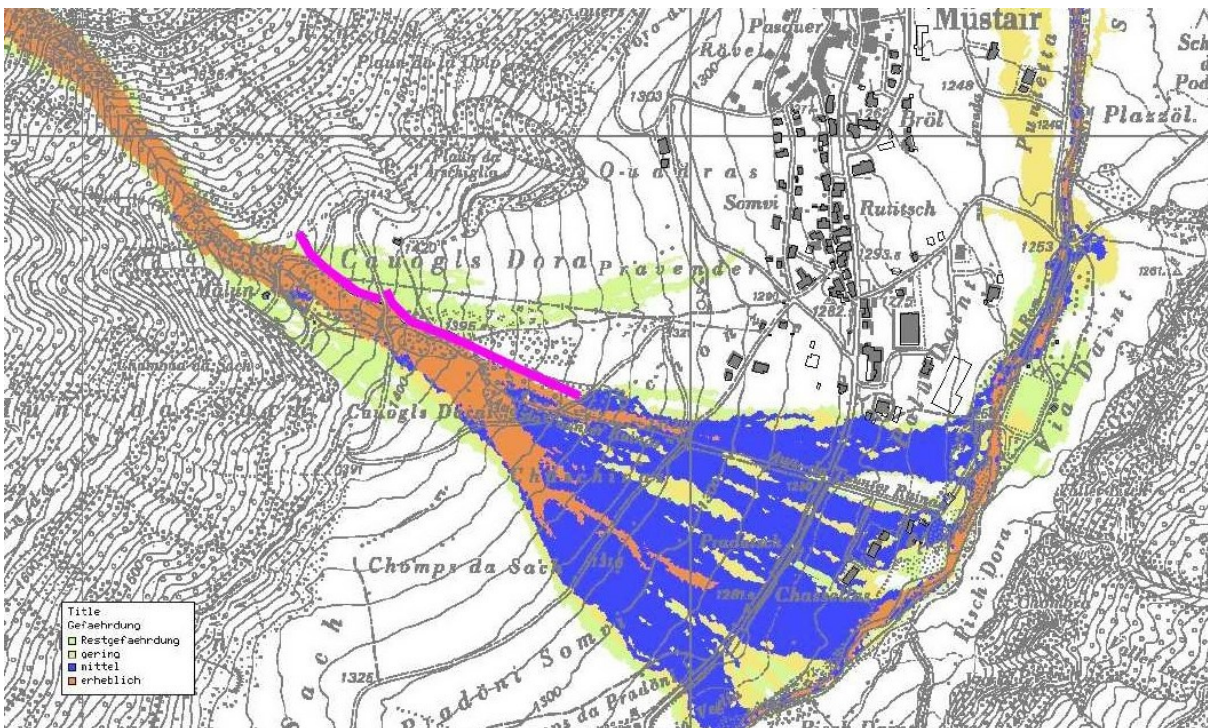
Normalie / Plan



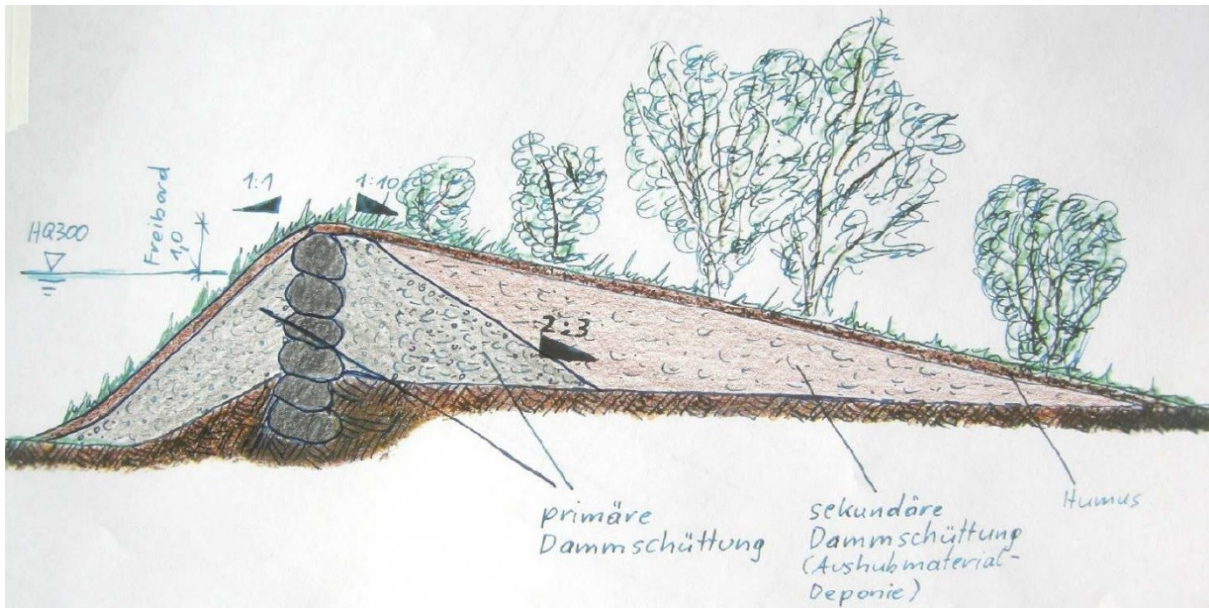
Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Wasser Münstair (Beffa Tognacca GmbH 2006, abgebildet in AWN 2011. Murgangschutz Taunter Ruinas; Vorprojekt. Amt für Wald und Naturgefahren [AWN], 22 S. Nicht massstabsgetreu)



Plan mit den vorgesehenen Massnahmen im Ablagerungsgebiet Taunter Ruinas (AWN 2011, verändert)



Modellierte Gefahrensituation nach Erstellung der Schutzdämme, wobei das Siedlungsgebiet weitgehend geschützt ist (Beffa Tognacca GmbH 2006 abgebildet in AWN 2011).



Konzipierter Erddamm; ursprünglich noch mit einer Blocksteinmauer geplant (AWN 2011)

Tragwerksanalyse

Der Ablenkdamm ist dem Gelände (Positionierung gegenüber dem Schadpotential) und dem potentiellen Geschieberegime (Dimensionierung) anzupassen, wobei Murgänge als dynamische und stossartige Prozessbewegungen die primären Belastungen sind. Die Bemessung entsprechend der Menge der zu erwartenden Feststofffrachten bzw. die Grösse der aufkommenden Energien kann aus Naturgefahrenbeurteilungen abgeleitet werden (entspricht der Gebrauchstauglichkeit). Die Belastung beeinflusst die Geometrie (Breite, Höhe, Ausdehnung) und stellt allenfalls höhere Anforderungen an die Materialwahl und/oder an die Ausformung des Damms (Schüttungsform, Schichten, Abdichtungen). Die Mindesthöhe entspricht dabei der Fließhöhe des Murgangs des zu verbauenden Szenarios (typischerweise gegen ein 100-jährliches Ereignis), meist zuzüglich eines Freibords als Sicherheitsmarge. Ablenkdämme sollten in einem spitzen Winkel zur Prozessrichtung positioniert werden, um einen möglichst guten Umlenkeffekt zu erzielen. Im vorliegenden Projekt konnte der Schutzdamm entlang des bereits bestehenden Gerinnes erstellt werden. Die Dammhöhe wurde auf das Extremereignis (Ereignis mit einer Wiederkehrperiode von 1000 Jahren) dimensioniert. Daraus resultieren die grossen Dammhöhen von bis zu 8 m über dem heutigen Terrain im oberen Bereich des Schwemmkegels.

Je geringer die Hangneigung, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit der Verlandung, was in gewissen Gerinneabschnitten unerwünscht ist (Transitzone). Um dem entgegenzuwirken, kann das Gerinne dort verengt werden, um die Fließgeschwindigkeit und somit die Transportkapazität des Wassers zu erhöhen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass die Gerinnesohle dadurch einer erhöhten Erosionskraft ausgesetzt ist und somit allenfalls zusätzlich geschützt werden muss (Sohlensicherung).

Erddämme können grundsätzlich nach Aufbau des Dammmaterials unterschieden werden: Bei einem homogenen Querschnitt ist das Dammmaterial zugleich Stützkörper und Dichtung, wobei es verhältnismässig viele feine Bestandteile besitzen muss, was zu langen Böschungen und grossen Volumina führt. Bei einem inhomogenen Querschnitt werden Stützkörper und Dichtung getrennt betrachtet. Die Stützkörperfunktion wird durch ein scherfestes Material (oder Konstruktion) erbracht, die Dichtigkeit kann durch einen Belag (bspw. Bitumen, Beton oder Lehmschicht sog. Lehmschlag) oder einen Kern (bspw. bindiges Material oder eine bituminöse Wand) gewährleistet werden. In diesem Zusammenhang ist auch ein schichtweiser Aufbau und allfällige Verdichtung zu berücksichtigen.

Bei einem Erddamm können allenfalls Probleme durch Wasserstaudruck und Strömungsdruck im Damminnern entstehen. Dies ist bei Leitdämmen aber weniger relevant, da grundsätzlich keine Stauung eintreten sollte und das Schüttungsmaterial in drainiertem Zustand vorhanden ist. Ausschwemmungen von Feinmaterial der Überdeckung können auftreten. Das Verdichten des Dammmaterials (gut abgestuft), Rekultivierung bzw. Begrünung der Dammböschung und allenfalls Bewehrung mit (Bruch-)Steinen, zumindest bis auf Normalwasserhöhe, können hier Abhilfe schaffen.



Für die als Erddamm konzipierten Ablenkdamme wurde zur Verstärkung bachseitig ein vollständig eingedeckter Holzkastenkern erstellt. Dies anstelle einer ursprünglich geplanten Blocksteinmauer, da die Ressource Blockstein im Val Müstair geschont, und lange, unökologische Transporte vermieden werden. Der Holzkastenkern wird wie üblich vollständig verfüllt (nötige Steifigkeit) und zugedeckt (Erhöhung der Lebensdauer), wobei das geringe Gewicht durch den guten Verbund bzw. die gute Einbindung ins Gelände kompensiert wird. Er bezweckt eine weitreichendere Kraftübertragung innerhalb des Dammes und bildet eine Erosionsbarriere im Belastungsfall. Bei Freilegung des Kastens nach einem Ereignis ist eine zügige Neueindeckung für den Erhalt der Dauerhaftigkeit wichtig. Die langfristige Stabilitätsabnahme des Holzes sollte durch die natürliche Nachverdichtung, die sehr massive Dammhinterfüllung sowie die sich sukzessiv etablierende Bestockung kompensiert werden (gestützt durch Langzeiterfahrungen aus dem Rombach-Längsverbau mit einem Alter > 100 Jahre).

Die Dammausformung sieht eine bachseitig steilere Böschung mit einer Neigung von ca. 1:1 vor, die bachabgewandte Böschung soll bei der primären etwa eine Neigung von 2:3 und bei der sekundären Dammschüttung ca. eine von 1:10 aufweisen. Zur Erzeugung eines naturnahen Eindrucks sollen die Böschungen jedoch möglichst ungleichmässig in nicht-linearer Form sowie mit variierender Dammeigung ausgeführt werden. Dieser Effekt soll durch die Bepflanzung, neben deren stabilisierenden Funktion, weiter unterstützt werden.

Bemessungsgrundlagen aufgrund der einwirkenden Prozesse

Die projektrelevanten Prozesse konnten im vorliegenden Projekt wie folgt umschrieben werden (Quelle: Beffa Tognacca GmbH, 2006. Technischer Bericht zur Gefahrenkarte):

- Progressive Erosion einer Lockermaterialschicht durch Oberflächenabfluss in steilem Gerinne
- Mechanische Instabilität mit direktem Übergang der Rutschmasse in einen Murgangprozess

Die grösseren Geschiebemengen sind durch mechanische Instabilitäten zu erwarten (Vergleich Tab. 1 und 2), was sich auch durch Interpretation historischer Daten ableiten lässt. Die maximalen Geschiebeabflüsse sind bis über 800mal grösser als der ursprünglich erodierende Reinwasserabfluss.

| Jährlichkeit | 30 Jahre | 100 Jahre | 300 Jahre | 1000 Jahre |
|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Murgangabfluss | 15 - 19 m ³ /s | 20 - 25 m ³ /s | 25 - 31 m ³ /s | 30 bis 37 m ³ /s |

Tab. 1: Progressive Erosion (AWN 2011)

| Jährlichkeit | 30 Jahre | 100 Jahre | 300 Jahre | 1000 Jahre |
|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Mechanische Instabilität | kleine Ausdehnung | mittlere Ausdehnung | grosse Ausdehnung | sehr grosse Ausdehnung |
| Fläche der Instabilität | 400-500 m ² | 2'500-3'000 m ² | 4'000-5'000 m ² | 7'000-8'000 m ² |
| Mächtigkeit | 3-4 m | 4-5 m | 6-7 m | 7-8 m |
| Kubatur eines Murschubes | 1'500-2'000 m ³ | 10' -15'000 m ³ | 25' -35'000 m ³ | 50' -60'000 m ³ |
| Maximalabfluss am Kegelhals (Kote 1'500 m ü.M.) | ca. 35 m ³ /s | ca. 750 m ³ /s | ca. 1'500 m ³ /s | ca. 5'400 m ³ /s |
| Max. Fließgeschw. am Kegelhals (Kote 1'500 m ü.M.) | 5 m/s | 10 m/s | 15 m/s | 18 m/s |
| Schübe pro Ereignis | mehrere | 1 bis 2 | 1 bis 2 | 1 bis 2 |
| Gesamtkubatur | bis 10'000 m ³ | bis 30'000 m ³ | bis 60'000 m ³ | bis 100'000 m ³ |

Tab. 2: Mechanische Instabilitäten (AWN 2011)

Trotz der möglichst naturnahen Umsetzung ist der Einfluss auf das Landschaftsbild relativ gross, wobei auch Lebensräume (u.a. Wildeinstandsgebiete), Wanderwege und weitere touristische Infrastrukturen stark beeinflusst bzw. unterbrochen wurden. In die Planung mussten deshalb auch zukünftige Alternativen angedacht und miteinbezogen werden.

Bemessung

Der Damm (Höhe und Stärke) sollte entsprechend dem abzuwehrenden Prozessszenario bzw. der zu erwartenden Geschiebemenge dimensioniert werden. Dafür wurden neben geomorphologischen Beurteilungen im Feld, 2D-Simulationen mit FLUMEN (Abflussmodellierungen unter Einbezug digitaler Geländemodelle, beffa tognacca gmbh) zur Untersuchung der Prozesse in der Wirkungszone (Siedlungsgebiet auf dem Schuttkegel) durchgeführt. Dazu gehören die Berechnungen zu potentiellen Fließhöhen (Mächtigkeit), Fließgeschwindigkeiten, Kubaturen und Frequenzen des Geschiebetransports (aus der Betrachtung der Fließdynamik). Innerhalb dieser Modellierungen wurden für die festgelegten Szenarien die Intensitäten bestimmt und daraus die Gefahrenkarten vor und nach Massnahmen erarbeitet, wobei während dieses Arbeitsschrittes auch die Massnahmen optimiert



wurden. Grundsätzlich wird meist mindestens gegen ein 100-jährliches Ereignis bemessen. Im vorliegenden Projekt wurde jedoch gegen ein 300-jährliches dimensioniert (Murgangabfluss von 1'500 m³/s mit 1 m Freibord), da die zusätzlichen baulichen Massnahmen z.T. nur geringfügig aufwändiger waren. Zudem ging das vorliegende Projekt als beste Lösung aus der Vorstudie hervor. Es wird erwartet, dass das Siedlungsgebiet von Müstair selbst unter Berücksichtigung eines Überlastfalles (EHQ Extremereignis) nicht mehr im Bereich der Restgefahr liegt.

Es wurden, wie in der Planung vorgesehen, zwei gestaffelte Schutzdämme erstellt (1a und 1b), wobei beim oberen Damm (1a) die bestehende Erschliessungsstrasse im potentiellen Murgangbereich mit Gegengefälle über diesen geführt wurde. Die Ablenkdamme wurden auf einer Gesamtlänge von 545 m mit Höhen zwischen 5 – 11 m und einer durchschnittlichen Breite von 35m erstellt. Der Bau des unteren Dammes erfolgte in drei Etappen (oben, mittig, unten), wobei die Teilstücke des Dammes letztlich zusammengeschlossen wurden. Die Dämme weisen im Endzustand eine sehr stabile und langlebige Bauweise auf (bachseitig gut abgedichteter Holzkastenkern und bachabgewandt eine flache, lange Böschung); bei lokaler Erosion bleibt diese vorläufig räumlich begrenzt und gefährdet die Stabilität des Dammes kurzfristig nicht.

Ø Kosten pro Einheit

Projektabhängig; Durchschnittswert für die reinen Dammbaukosten aus dem vorliegenden Projekt:

Fr. 1'500.- pro m³ oder Fr. 11.- pro m³ Damm

Tun und Vermeiden

Bei knappen Platzverhältnissen nimmt die Wichtigkeit einer realitätsnahen, wirtschaftlichen Bemessung zu (Nutzen der möglichen Bemessungstools GIS, Baugrundsoftware und Modellierungsapplikationen).

In Hanglage ist auf eine ausreichende Verzahnung des Dammkörpers mit dem Baugrund zu achten.

Weitere Massnahmen im Prozess- bzw. Einzugsgebiet zumindest andenken (Entwässerungen, Hangverbauungen, Oberflächenstabilisierungen oder waldbauliche Massnahmen), um die Geschiebemobilisierung und/oder deren Ausmass vorgängig zu unterbinden bzw. vermindern.

Um- und Überfließen des Dammes unbedingt vermeiden (entsprechende Positionierung und Dimensionierung).

Bei der Bemessung potentielle Setzungen berücksichtigen, falls das Erdmaterial des Dammes nicht genügend verdichtet wird (Sicherstellung des Freibords). Im vorliegenden Projekt Überhöhung von mindestens 1m.

Allenfalls kann eine Bewehrung der bachseitigen Böschung bspw. mittels Grünverbau, Geokunststoffen eine zusätzliche Sicherheit gegen Erosion bieten.

Durch das Projekt oder durch zukünftig mögliche Ereignisse betroffene Dritte und speziell Grundeigentümer möglichst früh miteinbeziehen (Lösungssuche).

Wie im vorliegenden Projekt, kann es sich allenfalls lohnen, etwas grösser gegen seltenere Ereignisse zu dimensionieren, wenn die Massnahmen nur geringfügig grösser und teurer werden.

Ökologische Baubegleitung insbesondere für den Bodenschutz miteinbeziehen.

Materialien

Namen

Nur Lärchenholz endrindet!

Holzqualität: C/D (D nur gesunde Stämme / als D klassiert wegen Grobastigkeit)

Längshölzer: zwischen 4 und 6 m / Durchmesser ca. 45 cm

Zangen: zwischen 3 und 5 m / Durchmesser ca. 20 cm

Nägels aus Armierungsstahl (12 mm) mit 40, 50 oder 60 cm Länge

Erdmaterial zur Dammschüttung aus lokalem, gut zu verdichtendem Bodenmaterial ohne Bauschutt und Fremdstoffe (ton- und lehmhaltig, nicht sandig). Mittels Abdichtung gegen Luft wird die Lebensdauer des Holzes erhöht.

Saatgut, Stecklinge und Jungbäume zur Begrünung und (Wieder-)Aufforstung

Total 1'650 Stk., Nacktwurzler: Grösse 40 – 70 cm

Arten: Kreuzdorn, Berberitze, Bergahorn, Pfaffenhütchen, Wildbirne, Sanddorn, Schwarzdorn, Schwarzer Holunder, Weissdorn, Alpen Johannisbeere, Felsenbirne, Mehlbeere, Nussbaum



| | | |
|------------------------|--|---|
| NPK Kapitel / Position | Materiallieferungen Erdbau: Transporte und Lagerung: Aushubarbeiten: Schüttungen und Hinterfüllungen Dämme erstellen, planieren und verdichten Holzkasten erstellen Ansaat und Bepflanzungen | NPK 213.31X.XXX NPK 213.32X.XXX NPK 213.34X.XXX NPK 213.36X.XXX NPK 213.364.XXX NPK 213.571.XXX NPK 213.7XX.XXX |
| | Ausschreibungen für Schutzdämme sind auch mit NPK Kapitel 211 Baugruben und Erdbau möglich. | |
| Mindestanforderungen | Sauberes lokales Verfüllungsmaterial ohne Fremdstoffe Das Schüttungsmaterial sollte genügend Skelettanteil zur Gewinnung der nötigen Festigkeit enthalten. Die Eignung des Dammmaterials und allfälligen Verdichtungsverfahren können durch Versuchsschüttungen und/oder Probeverdichtungen getestet werden. Der Korndurchmesser des Dammmaterials sollte nicht grösser als die halbe Mächtigkeit der losen Schichtdicken betragen. Damit eine ausreichende Verdichtung und Tragfähigkeit des Bauwerks gewährleistet ist, sollte eine Trockendichte von $\geq 97\%$ der Proctordichte und ein ME-Wert von mindestens 15 MN/m^2 oder besser 30 MN/m^2 eingehalten werden. Bei gut verdichteten Dämmen ist mit Eigensetzung von 0.2% bis 1% der Dammhöhe, bei schlecht verdichteten Dämmen von bis zu 3% zu rechnen. Die Verdichtung des Dammbaustoffs sollte beim optimalen Wassergehalt ($-2\% \dots +1\%$) erfolgen. (Quelle: KAWA, 2015. Projektierung von Steinschlagschutzdämmen. Amt für Wald Kanton Bern (KAWA), Abteilung Naturgefahren, Interlaken, 4 S.) | |
| Verarbeitung Tipp | Komplette und genügende Abdeckung des Holzkastenkerns zur Gewährleistung einer möglichst langen Lebensdauer. Sauberes Verfüllen und Verdichten des Erdmaterials innerhalb der Holzkastenkonstruktion beachten. Daneben schichtweiser Einbau und Verdichtung des Materials in den Erddamm (jeweils max. 50 cm). | |
| Ø Menge pro Einheit | Projektabhängig; Vorliegend: Gesamtfläche: ca. $18'000 \text{ m}^2$ Schüttmaterial (zugeführt): ca. $35'000 \text{ m}^3$ Gesamtkubatur: ca. $75'000 \text{ m}^3$ oder $140 \text{ m}^3/\text{m}'$ Holzkubatur: $1'884 \text{ m}^3$ oder $3.5 \text{ m}^3/\text{m}'$ | |
| Mittel | | |
| Maschinen | Grosse Fahrbagger; je ein grosser Radbagger mit Greifzange (Rundhölzer einlegen) und Raupenbagger mit Löffel (Bewegen des Erdmaterials) pro Dammetappe Verdichtungsgeräte: Grabenstampfer (Holzkastenhinterfüllung) Walzenzug (mit Stachelbandage für übrigen Dammbau) Transportfahrzeuge für Rodungsarbeiten (Forwarder) und zur Materiallieferung; bspw. Holztransporter mit Kranarm und Kippmulden-LKW | |
| Geräte | Holzereiausrüstung, Bohrgerät, Pneumatischer Schlaghammer mit Kompressor (Holzkastenbau) | |
| Installation | Grosser Depotplatz oder gestaffelte Lieferung des Holzes möglich (Zwischendeponie vor Ort). Im vorliegenden Projekt konnte durch die lokale Nutzung von Aushub- und Geschiebmaterial dieses z.T. direkt verbaut bzw. neben der Position des zukünftigen Werks deponiert werden. Allenfalls muss wie im vorliegenden Projekt eine Zufahrt (Baupiste) erstellt bzw. eine vorhandene Erschliessung ausgebaut werden. Die sekundäre Dammaufschüttung dient gleichzeitig als Deponie für sauberes Aushubmaterial aus der Region und kann noch über mehrere Jahre lang ausgebaut werden. | |



Wo behindernd, muss die vorhandene Bestockung entfernt werden (Rodung, zumindest temporär; Wiederaufforstung möglich).

Im Bereich von Grundwasserschutzzonen und am Gewässer sind die jeweils geltenden Bestimmungen zu beachten (Maschinen ausserhalb der Schutzzonen abstellen, betanken und warten). Allenfalls sind Massnahmen zur Wasserumleitung und –haltung nötig.

Ausführung

Absteckung Neuralgische Punkte identifizieren und schützen; d.h. Geschiebeführung so, dass das zu schützende Gebiet nicht betroffen ist. Allenfalls können positive Geländepunkte genutzt werden. Daraus ergibt sich der etwaige Standort des Schutzdammes.

Erdarbeiten Gründung für den Holzkastenkern
Holzkastenkern verfüllen und zudecken
Primäre und sekundäre Dammböschung aufschütten und verdichten

Arbeitsschritte Die Erstellung des Schutzdamms erfolgt in zwei zeitlich getrennten Schritten:

- Errichtung des Primärdammes in Form eines beidseitig eingeschütteten und laufend eingefüllten Holzkastens auf der Gesamtlänge der geplanten Schutzdämme.
- Erstellung der sekundären Dammschüttung mit aus der Umgebung anfallendem, sauberem Aushubmaterial auf der bachabgewandten Seite (zeitlich von der anfallenden Menge Aushubmaterial abhängig).

Dadurch kann der Schutzdamm bzw. der Primärdamm unmittelbar auf seine ganze Länge errichtet werden und seine Schutzfunktion baldmöglichst erfüllen. Die Bauarbeiten bleiben durch den noch bestehenden Waldbestand kaum einsehbar, was das Landschaftsbild weniger beeinträchtigt. Für den Sekundärdamm wird anschliessend sukzessive gerodet und die Bauarbeiten werden abschnittsweise durchgeführt und mit der Begrünung bzw. Wiederbestockung abgeschlossen, was wiederum das Landschaftsbild möglichst schützen soll.

Die einzelnen Arbeitsschritte sind folgende:

- (1) Infotafeln aufstellen
- (2) Absteckung (Lage, Querprofile und Massenausgleich von Ab- und Auftrag abschätzen)
- (3) Vorbereitung Bauflächen; Rodung, Abhumusierung, Baupiste erstellen
- (4) Planum für den Holzkasten vorbereiten
- (5) Holzkastenkern erstellen (Schichten mit Längs- und Querhölzer) und laufend verfüllen
- (6) Erdmaterial als primäre Dammböschung formen und verdichten
- (7) Aushubmaterial als sekundäre Dammböschung einbauen und verdichten
- (8) Humusierung und Begrünung der Dammböschung als Erosions- und Sichtschutz; Grünverbau/Bestockung der murgangseitigen Dammböschungen, z.T. angrenzende Aufforstungen mit ökologisch wertvollen Strauch- und Baumarten, ökologische Ersatzmassnahmen (Trockensteinmauern, Lesesteinhaufen, Baumstöcke, Totholz, Wildwechsel, Feuchtbiotope etc.)
- (9) Instandstellung Fusswege, Strassenerschliessung

Tun und Vermeiden Bei der Verdichtung ist auf einen guten Schichtverbund zu achten, wobei allenfalls die Oberfläche einer verdichteten Schicht wieder aufzurauen ist.

Für Oberfläche, Böschungsbereich und Dammschultern sollte gut abgestuftes Material verwendet und dieses sorgfältig verdichtet werden, um der Erosion vorzubeugen (evtl. geringere Schichten mit leichteren Verdichtungsgeräten bearbeiten).

Abklärungen machen, ob im Einzugsgebiet Massnahmen zur Reduktion von potentiell mobilisierbarem Geschiebe getroffen werden können. Im vorliegenden Projekt wurden bereits im Vorfeld diverse Massnahmen realisiert:

- Quellfassungen, Trinkwasserableitung und offene Kanäle zur Entwässerung des Hanges
- Pflanzung von Grünerlen und Weiden zur Hangstabilisierung (Wildschutz und periodische Pflege realisiert)



- Betonsperren und Holzkästen im Gerinne sowie kleiner Geschiebesammler erstellt (intakt oder mit tolerierbaren Schäden) und Schutzwaldpflege zur Verhinderung von Verklausungen (z.T. Räumung instabiler Bestände)

Dabei ist es unerlässlich, die vorhandenen Schutzmassnahmen konsequent und zumindest periodisch zu überprüfen und allenfalls Unterhalts- oder Sanierungsmassnahmen in die Wege zu leiten.

Allenfalls vorhandene Schutzbauten können evtl. erhalten werden (im vorliegenden Projekt eine alte Bruchsteinmauer als Erosionsschutz für den neuen Längsverbau).

Arbeiten bei widrigen Witterungsbedingungen einstellen, um die Sicherheit der Arbeiter sowie die Qualität der Arbeit zu gewährleisten.

Die Sicherheit von Passanten (Wanderer) ist jederzeit zu gewährleisten.

Abschlussarbeiten

Rekultivierung, Humusierung und Begrünung angrenzender landwirtschaftlicher Nutzfläche

Situativ entscheiden, ob ein Holzzaun als Geländer längs der Dammkrone der Absturzsicherung dienen soll (dann unbedingt Wildwechsel beachten bzw. Wildtierkorridore einrichten).

Sicherheit

Besonders zu beachtende Sicherheitsaspekte:

- | | | |
|-------------------------------------|--|---|
| immer | <ul style="list-style-type: none">▪ 9 lebenswichtige Regeln für den Verkehrsweg- und Tiefbau (SUVA Publikation 88820)▪ Notfallplanung (SUVA Publikation 67061)▪ Arbeitsvorbereitung (AVOR) (SUVA Publikation 67124) | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Naturgefahren, Gebirge (SUVA Publikation 33019, 67154) | <input checked="" type="checkbox"/> Absturz am Arbeitsplatz inkl. Zugang (SUVA Publikation 33016, 44002) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maschineneinsatz (SUVA Publikation 67041, 67039, 67161, 1574) | <input checked="" type="checkbox"/> Graben und Baugruben (SUVA Publikation 67148) |
| <input type="checkbox"/> | Strom auf der Baustelle (SUVA Publikation 67081, 67092) | <input checked="" type="checkbox"/> Zusammenarbeit mit Fremdfirmen (SUVA Publikation 66092/1) |
| <input type="checkbox"/> | Verkehr und Infrastruktur (SN 640886) | <input checked="" type="checkbox"/> Waldarbeiten (SUVA Publikation 84034) |
| <input type="checkbox"/> | 9 lebenswichtige Regeln für das Helikopter-Bodenpersonal (SUVA Publikation 88819) | <input checked="" type="checkbox"/> Arbeiten am, im oder über Wasser (SUVA Publikation 67153) |

Werterhalt

laufend

-

periodisch

Grundsätzlich sind keine Unterhaltsarbeiten notwendig. Nach Murgangereignissen ist der Schutzdamm auf Schäden hin zu untersuchen (bspw. Seitenerosion), allfällige Schäden sind zu beheben und das abgelagerte Geschiebe muss zur Wiederherstellung eines genügend grossen Abflussquerschnitts entfernt werden. Eventuelle Anpassungen in der Dammgestaltung sind am besten nach Ereignissen einzuschätzen.

Rückbau

Grundsätzlich ist kein Rückbau vorgesehen. Der Damm gilt als neue Geländeform.

Haftungsausschluss:

Die vorliegende Dokumentation ist ein Erfahrungsbericht eines konkret realisierten Bauobjektes. Sie soll Planern und Ausführenden Lösungsmöglichkeiten aufzeigen, zum Nachdenken über die eigenen Vorgehensweisen anregen und Anhaltspunkte zur ähnlichen Realisierung geben. Obwohl alle Sorgfalt bei der Erarbeitung der Dokumentation verwendet wurde, können Fehler enthalten sein und kann für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Daten weder eine explizite noch implizite Zusicherung und Gewährleistung abgegeben werden. Für die inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit und Auswahl lehnt die Fachstelle für forstliche Bautechnik jede Haftung ab. Bei Verwendung von Informationen zu eigenen Zwecken sind die übergeordneten Normen einzuhalten und sind die Angaben situativ an die eigenen Gegebenheiten anzupassen. Die Nutzung der Daten erfolgt somit auf eigene Gefahr. Insbesondere ist die Fachstelle für forstliche Bautechnik nicht verantwortlich, wenn der Nutzer im Vertrauen auf die Fehlerfreiheit und Vollständigkeit der Inhalte Handlungen vornimmt oder unterlässt und ihm im Folgenden daraus ein Schaden erwächst.



Bilder (CDVM 2015/16; Revierförster J. Clavadetscher)



Abbildung 1: Holzkastenbau und laufende Verfüllung mit Erdmaterial (Forstwartlehrlinge im Baukurs Sommer 2015)



Abbildung 2: Pendenter Zusammenschluss der untersten zwei Dammetappen und Materialdeponie 2015



Abbildung 3: Ausführungsstand der oberen Etappe des unteren Schutzdammes im März 2015



Abbildung 4: Anschluss mittlere und obere Etappe des unteren Dammes; Erhaltung alter Bruchsteinmauer als Erosionsschutz



Abbildung 5: Start der Baumassnahmen anfangs 2016; Zusammenschluss der zwei unteren Etappen des unteren Damms (Überlappung der Holzkasten)



Abbildung 6: Rekultivierung der bachseitigen Böschung und Instandstellung alter Fusswegverbindung (oberer Damm)



Abbildung 7: Blick auf die fertig erstellten Dämme im April 2016.



Abbildung 8: umgelegte Erschliessung über den neuen Damm im November 2016.

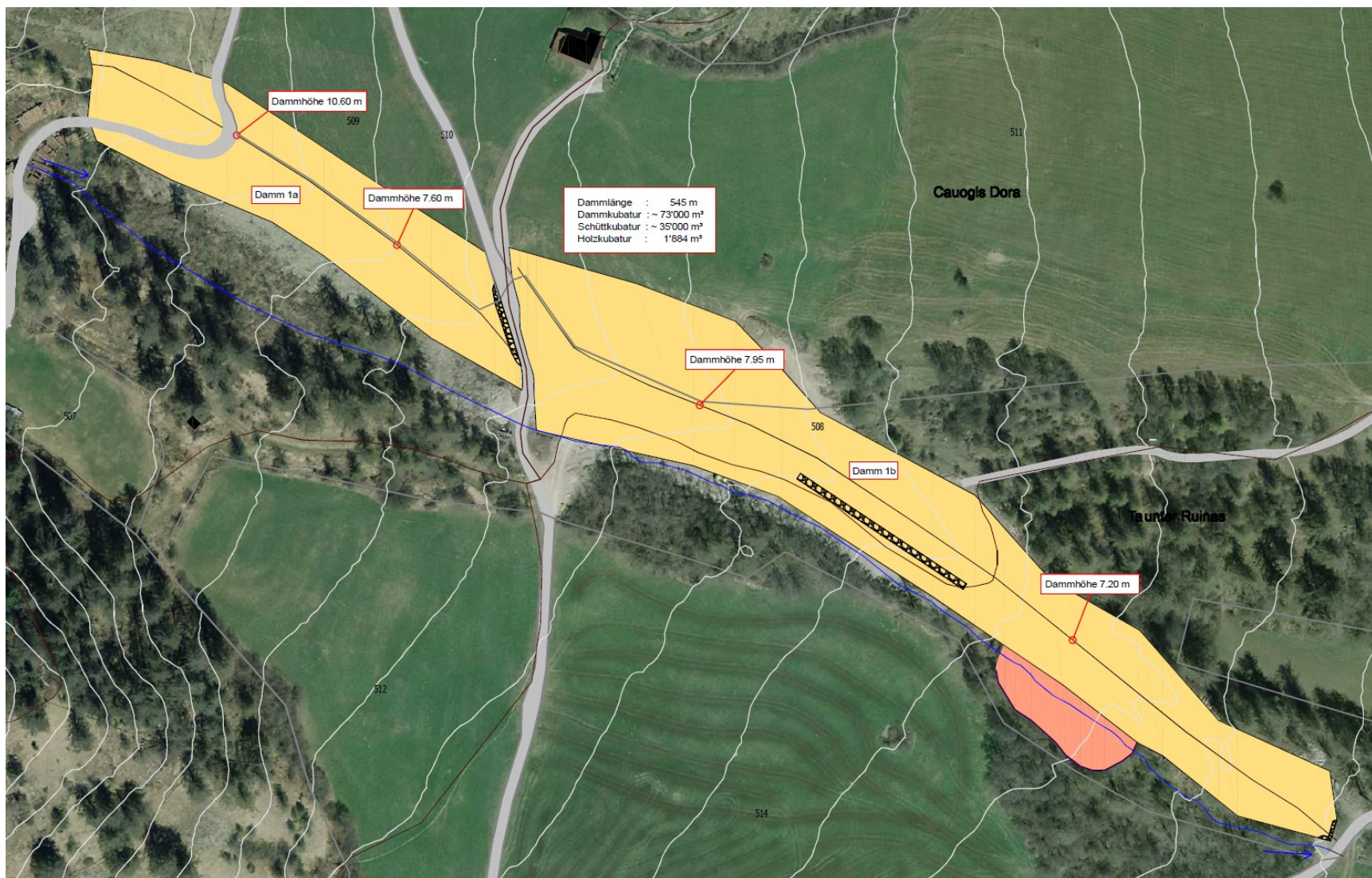


Abbildung 9: Ausführungsplan 2016