



Universität für Bodenkultur Wien
Department Bautechnik und Naturgefahren
Institut für Alpine Naturgefahren (IAN)

Peter Jordan Str. 82
A-1190 WIEN

Tel.: +43-1-47654-87100
Fax: +43-1-47654-87109



IAN REPORT 201

ANPASSUNG DER GESCHIEBEBEWIRTSCHAFTUNGS- MASSNAHMEN IM BRUNNTAL



Im Auftrag von:



MA 31 Wiener Wasser – II. Hochquellenleitung

Wien, im Juni 2020



IAN REPORT 201
Anpassung der Geschiebebewirtschaftungsmaßnahmen im
Brunntal

Im Auftrag von:



MA 31 Wiener Wasser – II. Hochquellenleitung

Projektleitung: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hübl Johannes

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Stefan Braito

Universität für Bodenkultur
Department Bautechnik und Naturgefahren
Institut für Alpine Naturgefahren

Peter Jordan Str. 82

A – 1190 Wien

Tel.: +43-1-47654-87100

Fax: +43-1-47654-87109

Referenz (Literaturzitat): Hübl J., Braito S. (2020): Anpassung der Geschiebebewirtschaftungsmaßnahmen im Brunntal, IAN Report 201; Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien



Inhaltsverzeichnis

1	ZIELSETZUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
2	VERBAUUNGSGESCHICHTE	1
3	VERÄNDERUNGEN DES BACHBETTES SEIT 2008.....	3
3.1	Auflandung und Erosion - Differenzenmodell.....	3
3.2	Neigungsverhältnisse.....	6
4	MAßNAHMENPLANUNG	7
4.1	Beurteilung der bisher gesetzten Maßnahmen	7
4.2	Erforderliche Maßnahmen zur Erreichung des Schutzzieles.....	8
4.2.1	Herstellung eines projektsgemäßen Längsprofils.....	8
4.2.2	Instandsetzung der bestehenden Querwerke.....	8
4.2.3	Errichtung von zusätzlichen Querbauwerken	9
5	AUSBLICK.....	12
6	ANHANG	13



1 Zielsetzung und Problemstellung

Nach projektspezifischer Durchführung der geschiebebewirtschaftenden Maßnahmen im Brunntal vor mehr als 10 Jahren zeigt sich, dass weitere technische Maßnahmen notwendig sind, um den Erfolg des Schutzziels sicher zu stellen.

In diesem Bericht werden einerseits der derzeitige Zustand und die eingetretenen Veränderungen im Bachprofil dargestellt und andererseits die daraus noch notwendigen Maßnahmen abgeleitet. Als Grundlage dafür dienen photogrammetrische Auswertungen von Drohnenbefliegungen mit einer Bodenauflösung von 5 cm und Geländebegehungen. Die erstellten Oberflächenmodelle und das vorhandene ALS (airborne laser scanning) Höhenmodell (aus 2011) werden zum besseren Vergleich auf einen 0.5 Meter Raster umgerechnet.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sollen den bisher eingetretenen Verbauungserfolg absichern und die Gerinnesohle auf einem höheren Niveau stabilisieren.

2 Verbauungsgeschichte

Zur Reduzierung des Geschiebeeintrags in den Brunensee wurde im Jahr 2007 vom Institut für Alpine Naturgefahren (BOKU Wien) ein Projekt zur Hebung der Sohle des Brunnbaches ausgearbeitet. Neben kleineren Maßnahmen, wie den Einbau von Raubbäumen, wurden sogenannte „Elefantenzäune“ vorgeschlagen. Diese „Elefantenzäune“ sind Querbauwerke aus in den Boden gerammten Holzpfählen mit horizontal eingelegten Holzstämmen zur Abdeckung der Zwischenräume. Dadurch sollte die Gerinnesohle angehoben und stabilisiert werden. Die damit initiierte Verbreiterung der Gerinnesohle ermöglicht den Abfluss im gesamten Talbereich, verringert die Abflusstiefe und die Abflussgeschwindigkeit und fördert damit eine Geschiebeablagerung. Weiters wird damit die Infiltrationsleistung auf den Überflutungsflächen aktiviert und somit zusätzlich die Abflussfracht verringert.

Im bisherigen Projekt wurden 7 Querbauwerke realisiert, davon 3 bachabwärts der Forststraßenquerung und 4 oberhalb (Abbildung 1). Zur Darstellung im Längsprofil wurde eine Gerinneachse definiert, wobei der Anfangspunkt bei hm 0.0 willkürlich gewählt wurde. Die Koordinatenliste der Hektometrierung ist im Anhang 1 aufgelistet.

Die Angaben zu den Bauwerken beziehen sich in weitere Folge auf diese Hektometrierung.



Brunntal, Gde. Wildalpen Ergänzende technische Maßnahmen

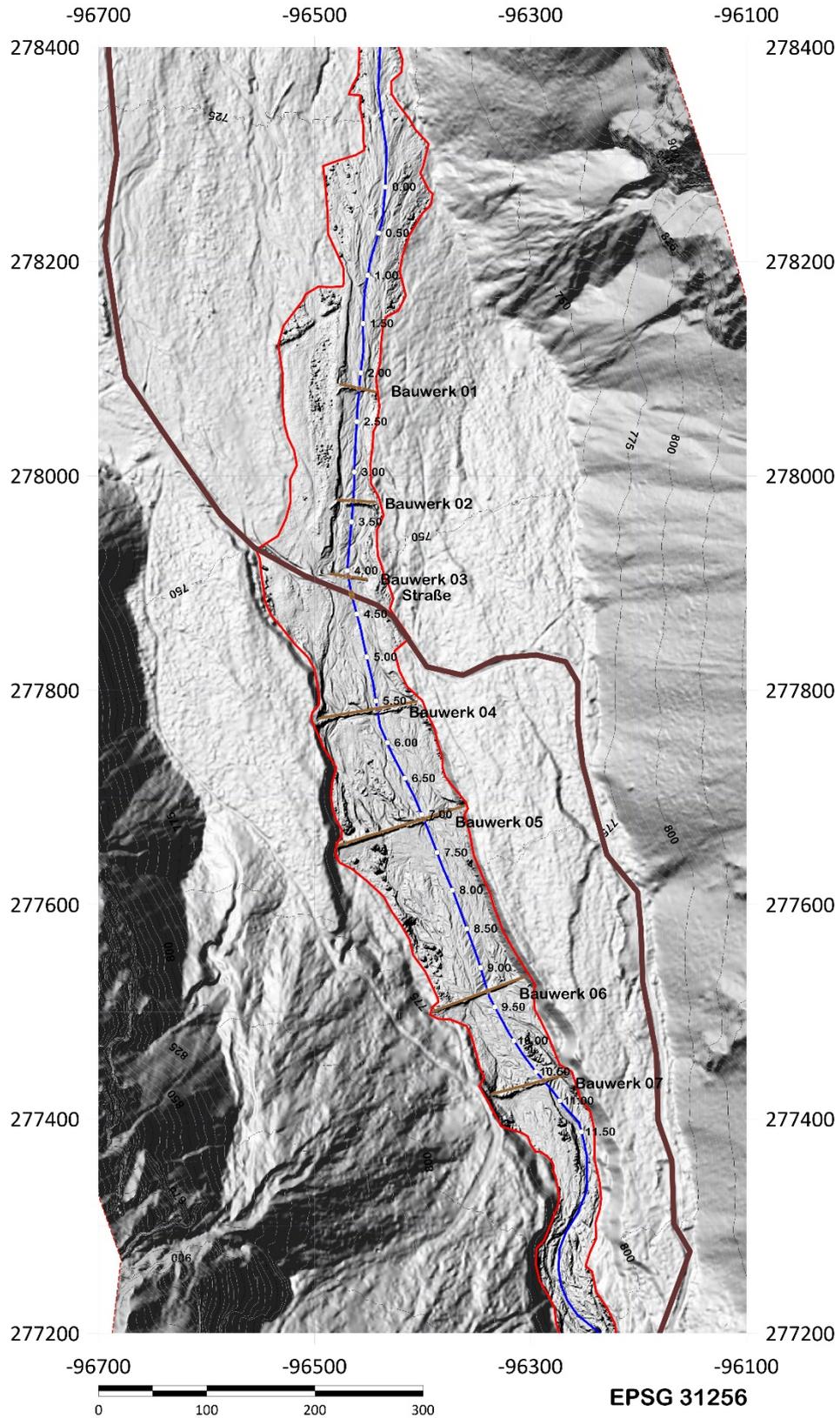


Abbildung 1: Übersicht über das Projektgebiet mit der Lage der bestehenden Querbauwerke



3 Veränderungen des Bachbettes seit 2008

3.1 Auflandung und Erosion - Differenzenmodell

Die Veränderungen in der Gerinnegeometrie zeigen sich im Vergleich der Höhenmodelle, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erstellt wurden. Ein ALS-Höhenmodell aus dem Jahr 2011 stellt die Ausgangslage dar. In den Jahren 2018 und 2019 wurden Befliegungen mit einer Drohne durchgeführt und die Aufnahmen photogrammetrisch ausgewertet, wobei die Bodenauflösung des Oberflächenmodells 5 cm beträgt (Abbildung 2).

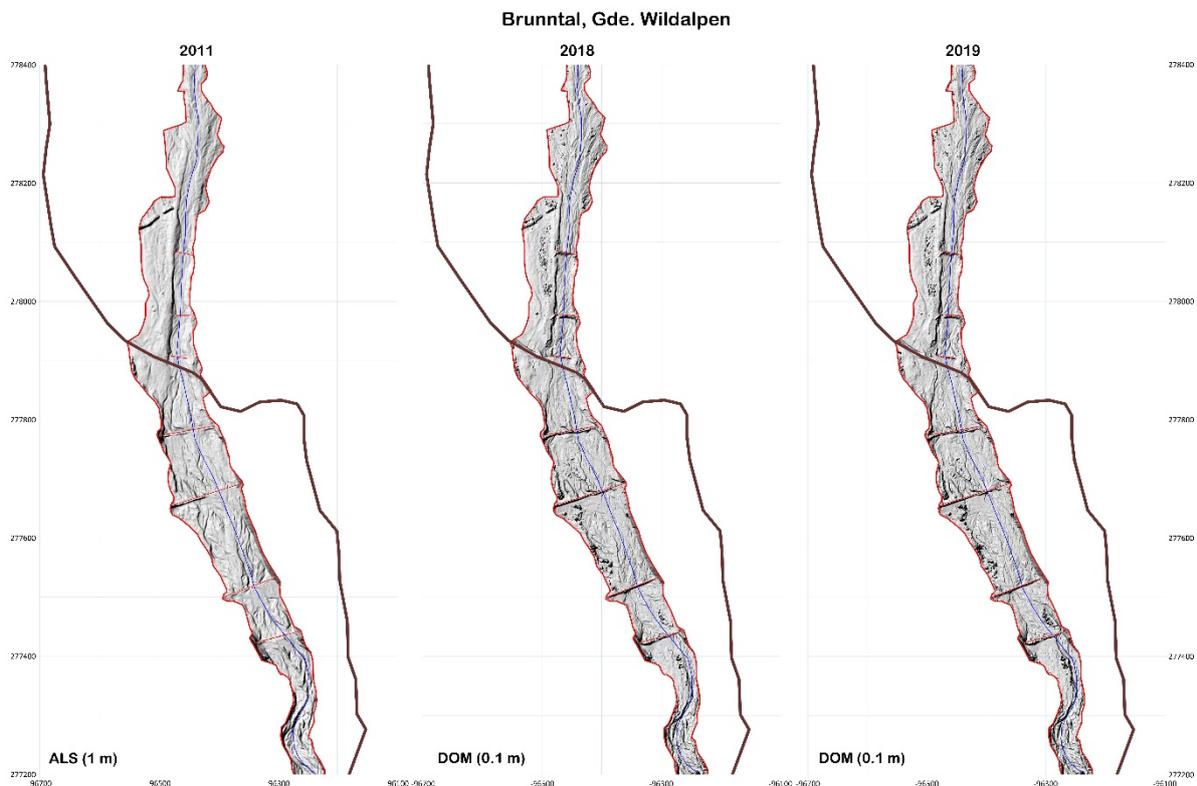


Abbildung 2: Errechnete Höhenmodelle für 2011, 2018 und 2019

Zum Vergleich wurden anschließend alle Modelle in einen 0,5 Meter Raster umgerechnet und daraus Differenzhöhenmodelle gerechnet. Diese Modelle zeigen die relativen Höhenveränderungen, die im Zeitraum zwischen den zwei Aufnahmezeitpunkten der Höhenmodelle entstanden sind. Die Höhendifferenzen sind in Abbildung 3 in Klassen mit einer Breite von 0,25 m dargestellt. Der positive Wertebereich bedeutet eine Erhöhung des Geländes und wird in gelb-grüner Farbe symbolisiert. Kam es zu einem Abtrag der Bachsohle, ergibt das negative relative Höhen und wird in Blautönen dargestellt.

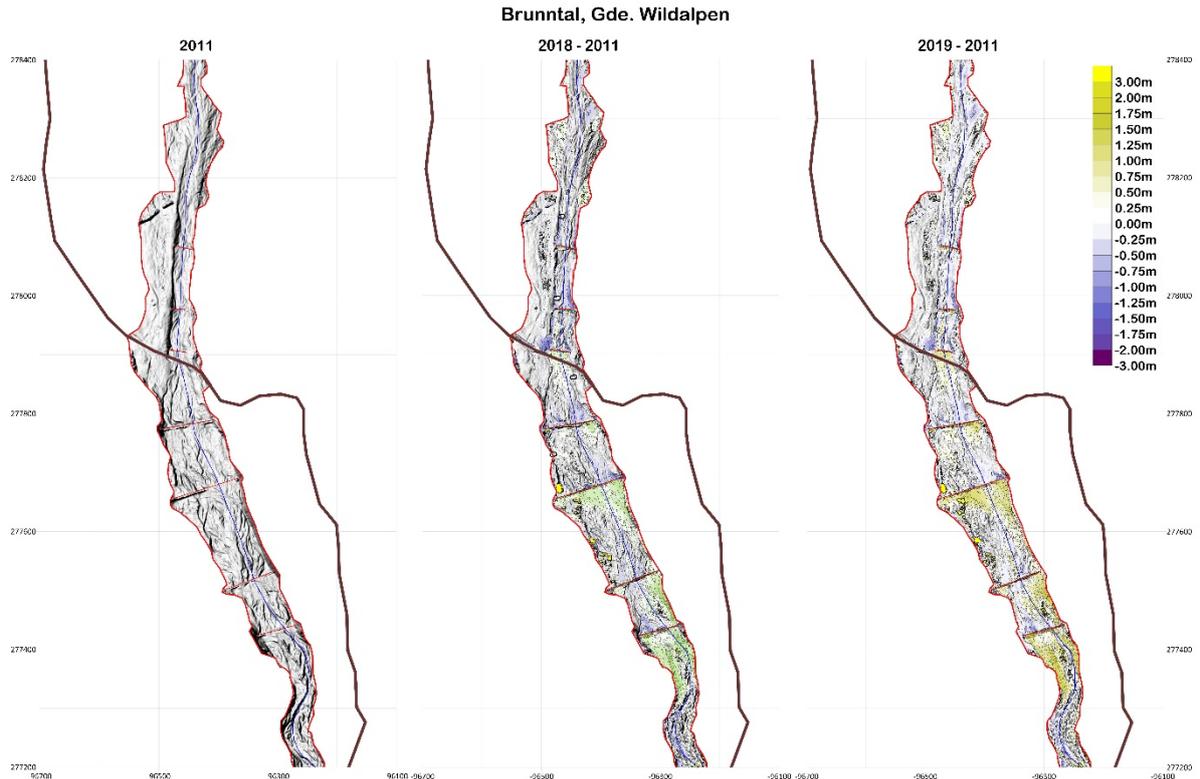


Abbildung 3: Differenzhöhenmodelle

Das Verlandungsgefälle wurde auf Basis eines 5 Meter Rasters berechnet und beträgt durchschnittlich zwischen 2° und 4° zwischen den Bauwerken (Abbildung 4).

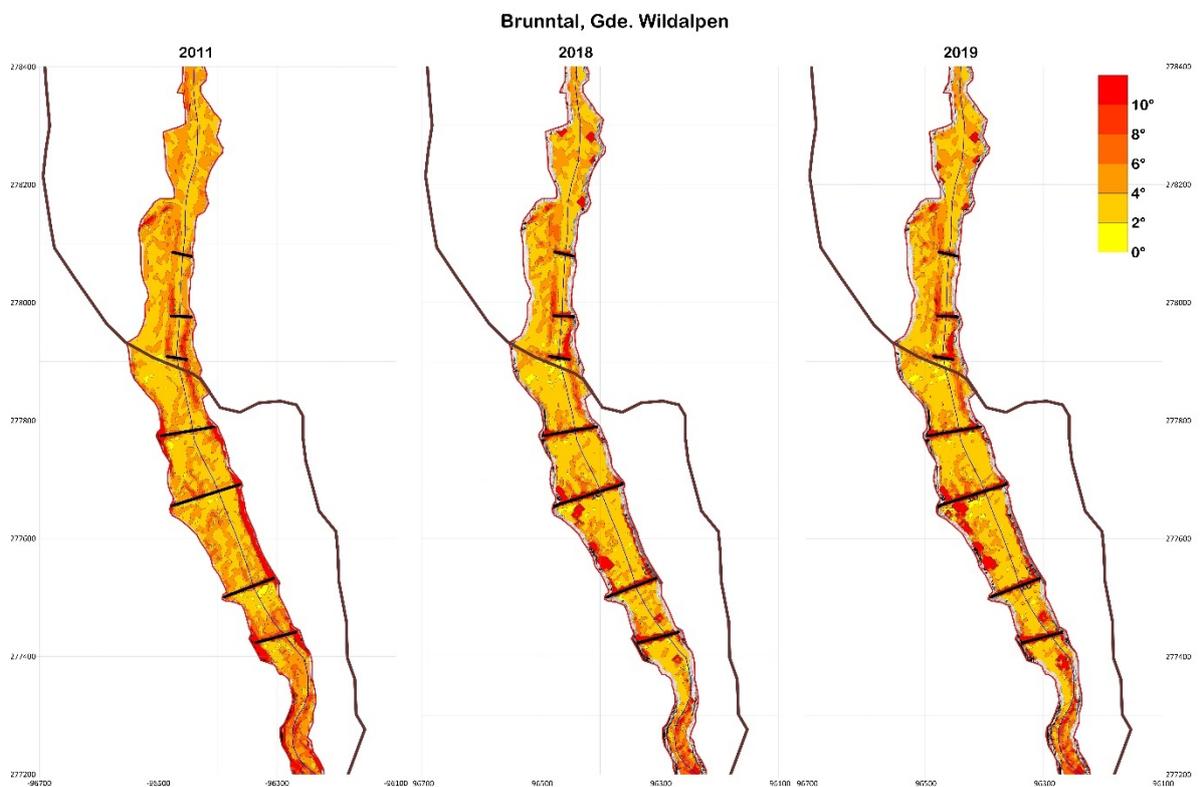


Abbildung 4: Verlandungsgefälle des Gerinnes zu den Aufnahmezeitpunkten



Im Längsprofil des Brunnbaches (Abbildung 5) erkennt man, dass die Sohle im Gerinneabschnitt oberhalb der Forststraßenquerung (hm 4.2) um durchschnittlich einen Meter angehoben wurde. Der Großteil der Auflandungen fand direkt oberhalb (bachaufwärts) der Sperren statt. Direkt unterhalb der Querbauwerke entstanden Erosionsbereiche. Ursache dafür ist der reduzierte Geschiebeeintrag durch die Sperren in Kombination mit den Erosionserscheinungen im Kolkbereich des Sperrenüberfalls.

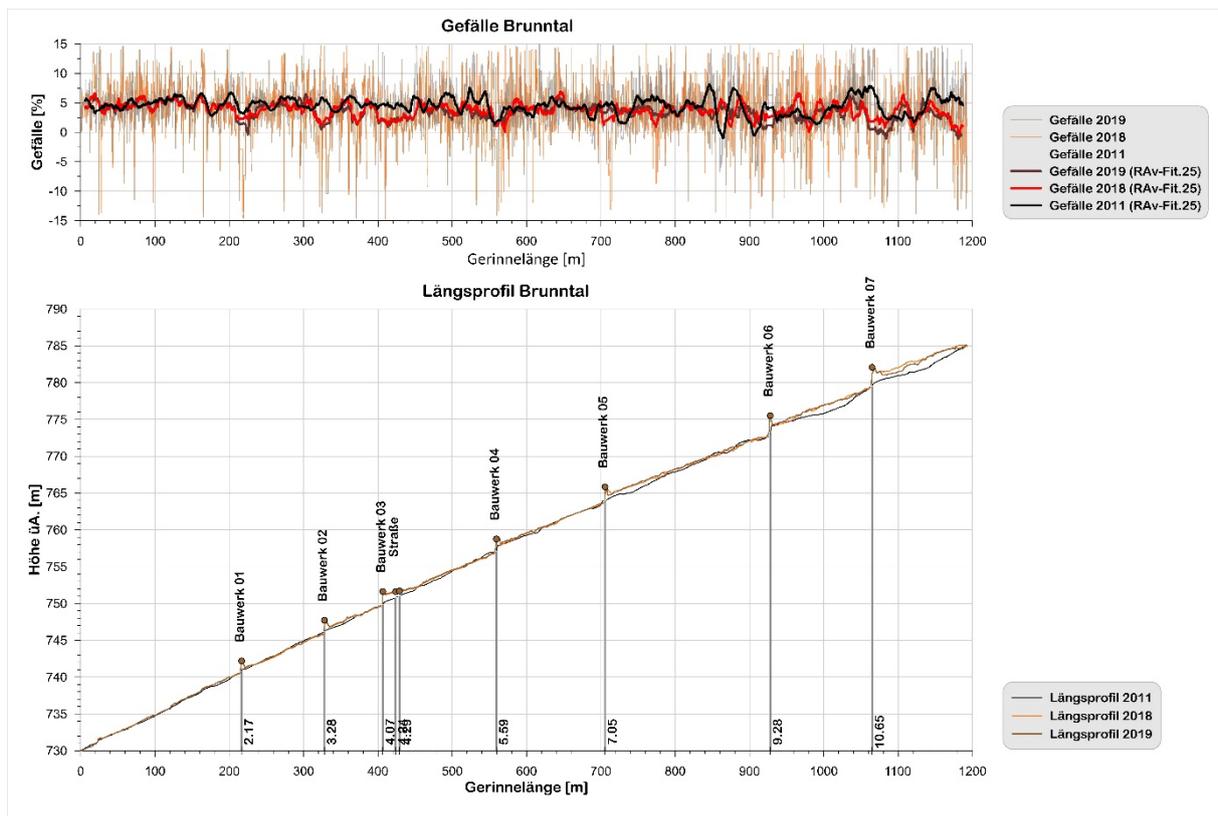


Abbildung 5: Längsprofilentwicklung des Brunnbaches (2011-2019)

Die Gerinnemorphologie dieses Streckenabschnittes weist nun den Charakter einer Umlagerungsstrecke auf. Das bedeutet, dass die Menge an eingetragenen Geschiebe etwa gleich groß ist wie die Menge an Geschiebe, die den Streckenabschnitt verlässt. Das Niveau der Gerinnesohle wurde streckenweise auf das des Umlandes erhöht (Abbildung 6). Der Abfluss ist somit in der Lage sich auf die gesamte Talbreite zu verteilen, womit dem ursprünglichem Verbauungsziel entsprochen wird.

Im Gerinneabschnitt unterhalb der Forststraßenquerung überwiegen Bereiche, in denen ein Abtrag der Gerinnesohle stattgefunden hat. Das bedeutet aber, dass weiterhin eine Geschiebeverlagerung gerinneabwärts erfolgt. Die Abtragshöhen sind jedoch gering, sie zeigen Werte zwischen 0 und 0.5 m. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass sich zusammenhängende Fließwege (Erosionsstrecken) ausgebildet haben, wodurch der Abtrag verstärkt werden kann.



Abbildung 6: Erhöhung der Gerinnesohle auf das Niveau des Umlandes

3.2 Neigungsverhältnisse

Im Längsprofil zeigen sich deutlich die Anschüttungen, die im Bereich der Bauwerke maschinell durchgeführt wurden und somit größere Absturzhöhen bewirken.



Abbildung 7: Künstliche Aufschüttung am Bauwerk

Entwickelt man, auf Basis des durchschnittlichen Gefälles zwischen den Bauwerken unter Vernachlässigung der Aufschüttungen ein vereinfachtes Längsprofil, zeigt sich, dass die natürlichen Verlandungswinkel zwischen 3.5 und 4.9 Prozent schwanken. Die



sich daraus ergebenden Höhen der Querbauwerke schwanken zwischen 0.55 und 1.4 Meter (Abbildung 8, Anhang 2).

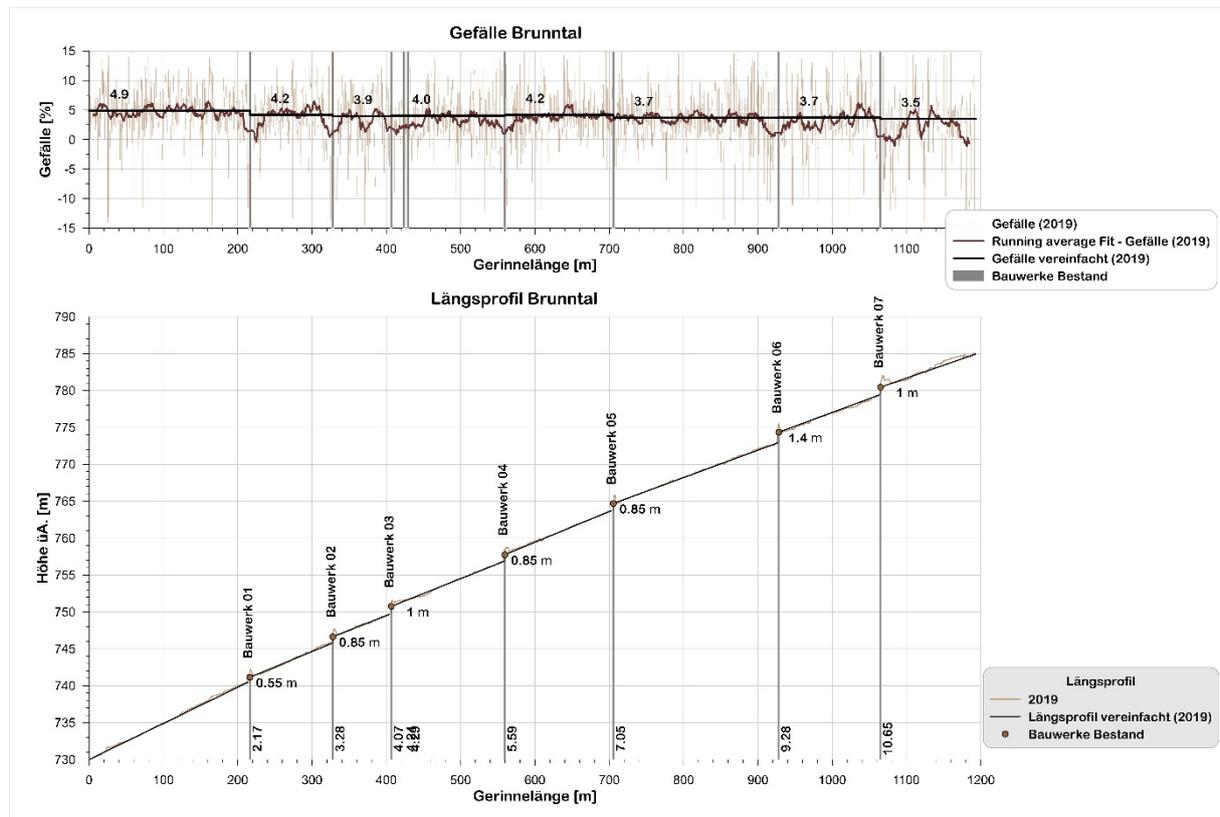


Abbildung 8: Vereinfachtes Längsprofil Brunnbach mit gesetzten technischen Maßnahmen

4 Maßnahmenplanung

4.1 Beurteilung der bisher gesetzten Maßnahmen

Die errichteten „Elefantenzäune“ konnten das Gerinneniveau deutlich erhöhen. Sie sind aber im jetzigen Zustand nicht mehr voll funktionsfähig, da die eingelegten Querhölzer vermorschen und abgetragen werden (Abbildung 9). Die auf den Bauwerken geschütteten Wälle vergrößern die ursprüngliche Konstruktionshöhe der Bauwerke und verringern dadurch die Standfestigkeit. Weiters reduzieren sie den Geschiebetransport gerinneabwärts, sodass die geplante Verlandung nicht eintreten kann. Bei Versagen eines Bauwerks kann es zu einer raschen Freisetzung des abgelagerten Geschiebes unter Ausbildung einer Erosionsrinne kommen.

Im Projekt war vorgesehen, dass die Querbauwerke durch eine gerinneaufwärts fortschreitenden Verlandung eingeschüttet werden, sodass keine allzu großen Absturzhöhen verbleiben. Dies wird durch die derzeit gesetzten künstlichen Maßnahmen verhindert.



Abbildung 9: Zerfallendes Querbauwerk

4.2 Erforderliche Maßnahmen zur Erreichung des Schutzzieles

4.2.1 Herstellung eines projektgemäßen Längsprofils

Um die derzeitigen Bauwerkshöhen zu verringern, ist das unter Anhang 2 gelistete Längsprofil vorab herzustellen. Dafür ist auch der Abtrag der aufgeschütteten Wälle dringendst erforderlich. Das Geschiebe kann direkt an den Fuß der Bauwerke geschüttet werden und dient somit als Kolkenschutz für die bestehenden Querwerke.

4.2.2 Instandsetzung der bestehenden Querwerke

Die Bauwerke befinden sich mittlerweile in einem desolaten Zustand sodass ein unkontrollierter Zerfall in Kürze eintreten wird. Im Gegensatz zu den horizontal eingebrachten Balken sind die Steher zumeist in einem guten Zustand. Um einen flächigen Abfluss über die Bauwerke zu erreichen, sind die oberen 2 horizontalen Lagen auf angegebener Höhe instand zu setzen. Ein Zerfall dieser Lagen kann erst dann toleriert werden, wenn die Absturzhöhen unter 0.5 Meter liegen, da der Grundgedanke hinter der Errichtung der „Elefantenzäune“ eine temporäre technische Anhebung der Bachsohle ist, bis diese das natürliche und ursprüngliche Ausgleichsgefälle erreicht und der Geschiebehaushalt sich selbst reguliert. Dafür ist die Überwachung der Gefälleentwicklung erforderlich, um auf dieser Grundlage etwaige weitere Maßnahmen entwickeln zu können. Das vorgeschlagene Sohlgefälle kann nur gehalten werden, wenn genügend Geschiebe aus dem Einzugsgebiet eingetragen wird. Ob der Nachschub



ausreichend ist, kann im Rahmen dieses Projektes nicht beantwortet werden. Die Beurteilung muss auf Basis der beobachteten Entwicklungen erfolgen.

Weiters ist die Einbindung der Querwerke in die seitlichen Böschungsbereich zu überprüfen und gegebenenfalls die Einbindung wieder gesichert herzustellen, um eine Umgehung der Bauwerke zu verhindern.

4.2.3 Errichtung von zusätzlichen Querbauwerken

Um die Absturzhöhen der bestehenden Bauwerke auf unter 1 Meter zu begrenzen, sind 3 zusätzliche Querbauwerke erforderlich, und zwar mittig zwischen Bauwerk 2 und 3, zwischen Bauwerk 5 und 6 und zwischen 6 und 7 (Abbildung 11). Im Längsprofil (Abbildung 10) werden diese mit Bauwerk 2A, 5A und 6A bezeichnet.

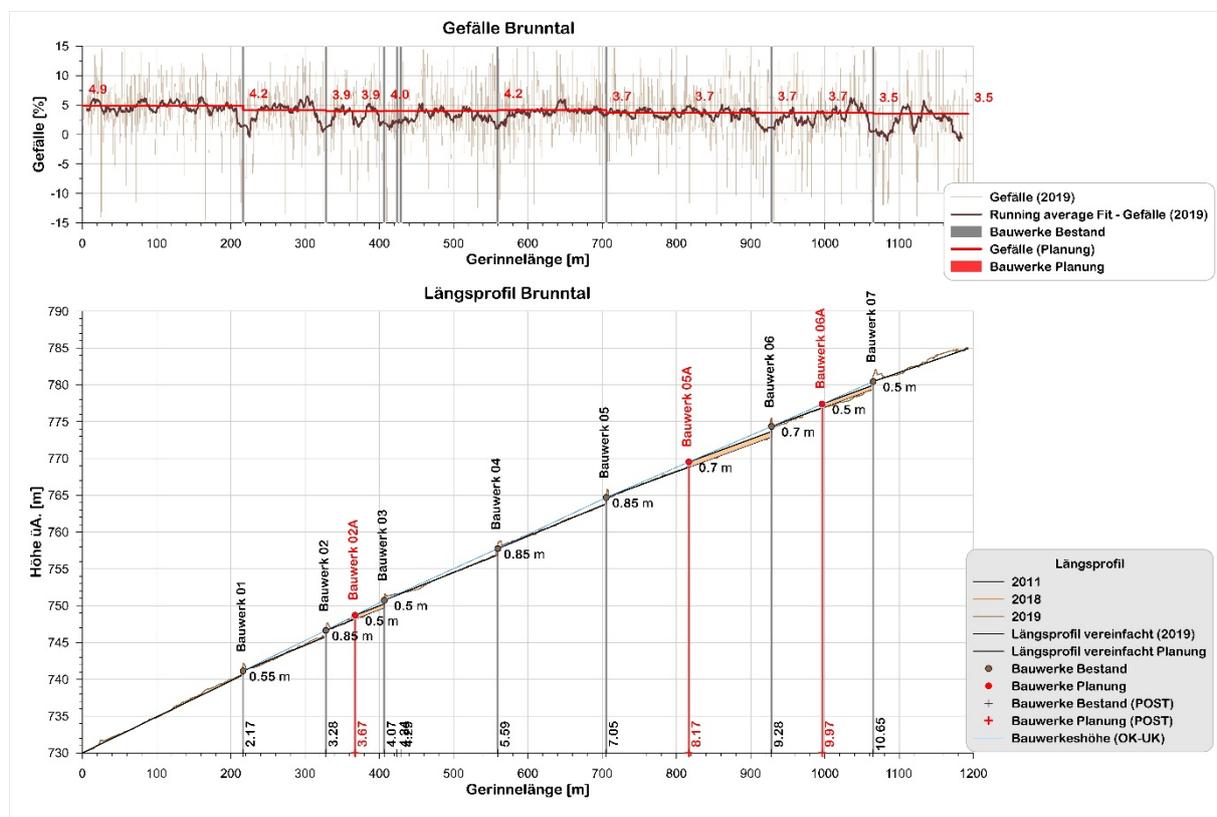


Abbildung 10: Längsprofil mit den zusätzlich erforderlichen Querbauwerken

Mit diesen zusätzlichen Querbauwerken können die Absturzhöhen auf unter 0.85 Meter reduziert werden, wobei zumeist Abstürze zwischen 0.5 und 0.7 Meter erzielt werden können (Anhang 3). Diese Zwischensperren sollen neben der Hebung der Sohle zur Erhöhung der Standsicherheit der bestehenden Bauwerke auch den Kolkbereich absichern. Als Bautype werden die gleichen Konstruktionen („Elefantenzäune“) wie bisher ausgeführt, vorgeschlagen. Die Fundierungstiefe sollte zumindest der doppelten Absturzhöhe entsprechen.



Brunntal, Gde. Wildalpen Ergänzende technische Maßnahmen

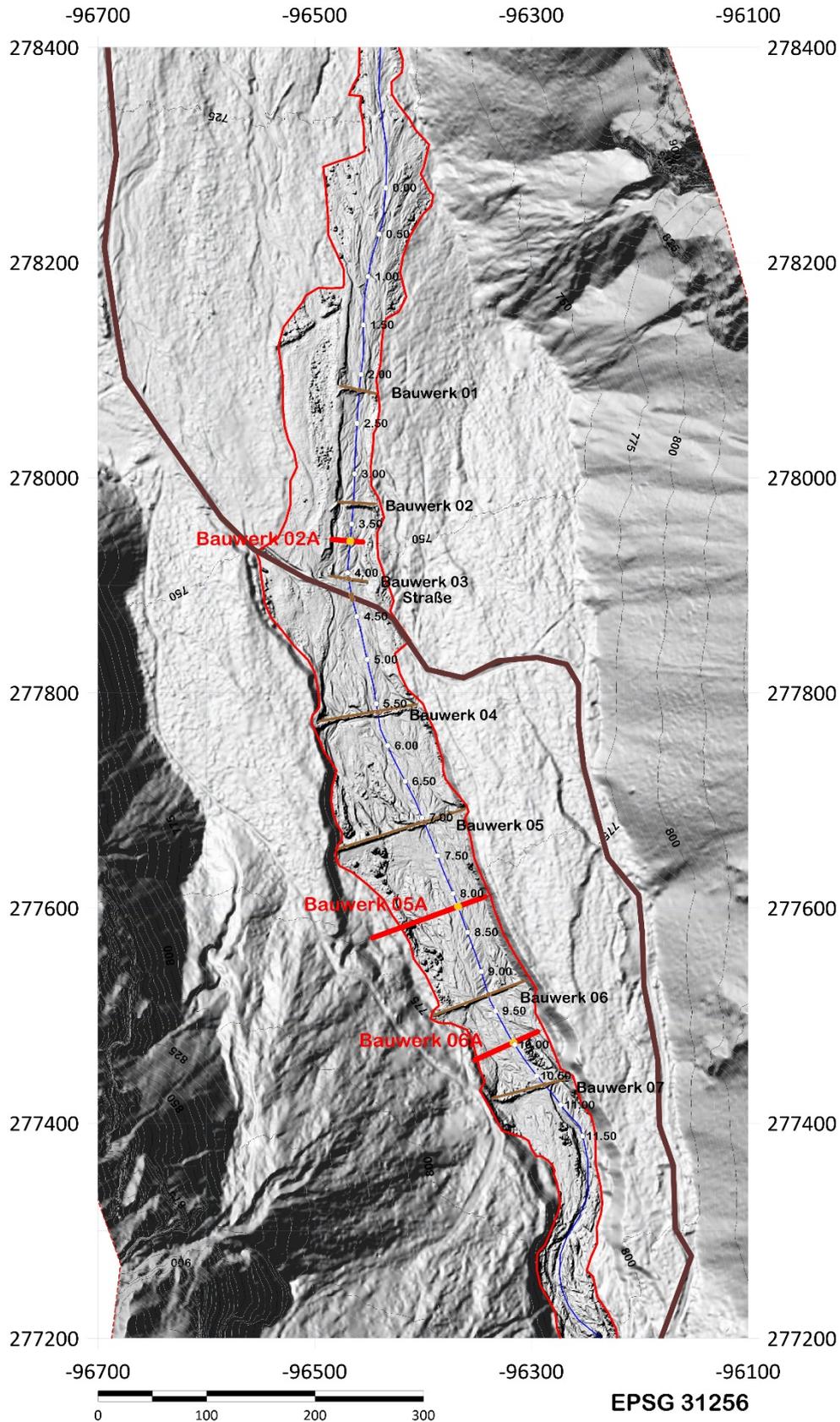


Abbildung 11: Lageplan mit den zusätzlichen stabilisierenden Bauwerken



Zur Bestimmung der Abmaße der Querbauwerke wurde das Oberflächenmodell von der Befliegung 2019 herangezogen und seitlich mit dem ALS aus 2011 ergänzt (Anhang 6).

Das Querbauwerk 2A hat eine Breite von rund 30 Metern (ohne Einbindung in das Gelände) und eine mittlere Absturzhöhe von 0.70 Meter.

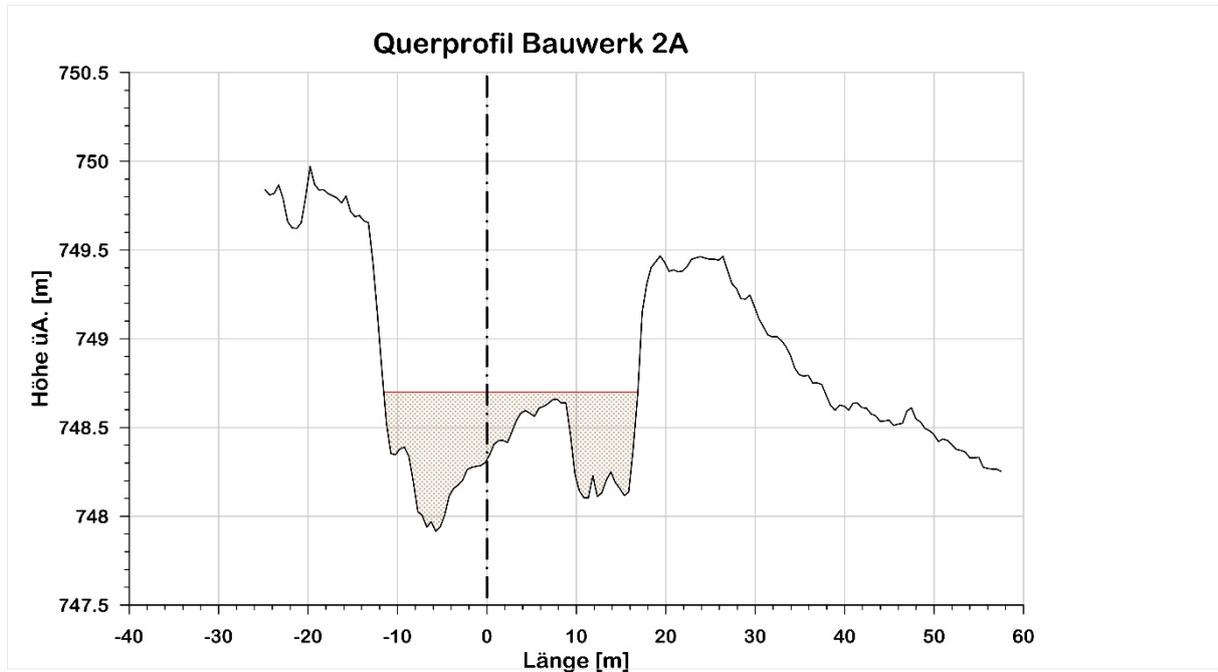


Abbildung 12: Querprofil hm 3.67, Bauwerk 2A

Das Querbauwerk 5A hat eine Breite von rund 110 Metern (ohne Einbindung in das Gelände) und eine mittlere Absturzhöhe von 1 Meter und stellt somit die größte bauliche Maßnahme dar.

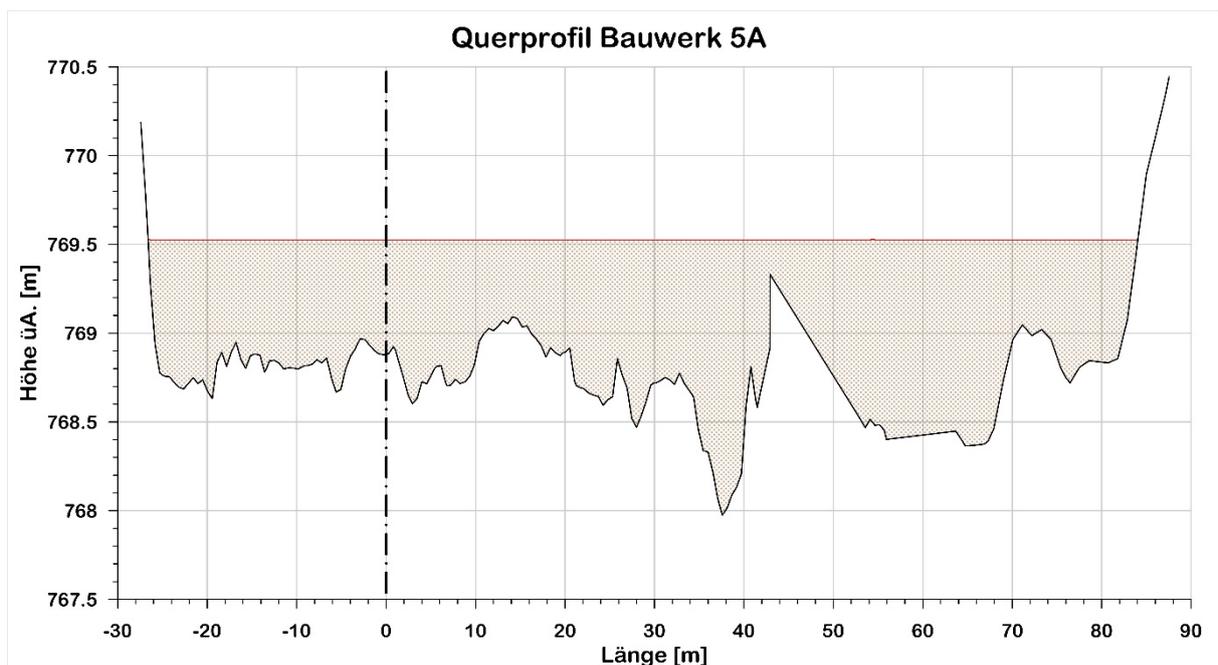


Abbildung 13: Querprofil hm 8.17, Bauwerk 5A



Das Querbauwerk 6A hat eine Breite von rund 65 Metern (ohne Einbindung in das Gelände) und eine mittlere Absturzhöhe von 1 Meter.

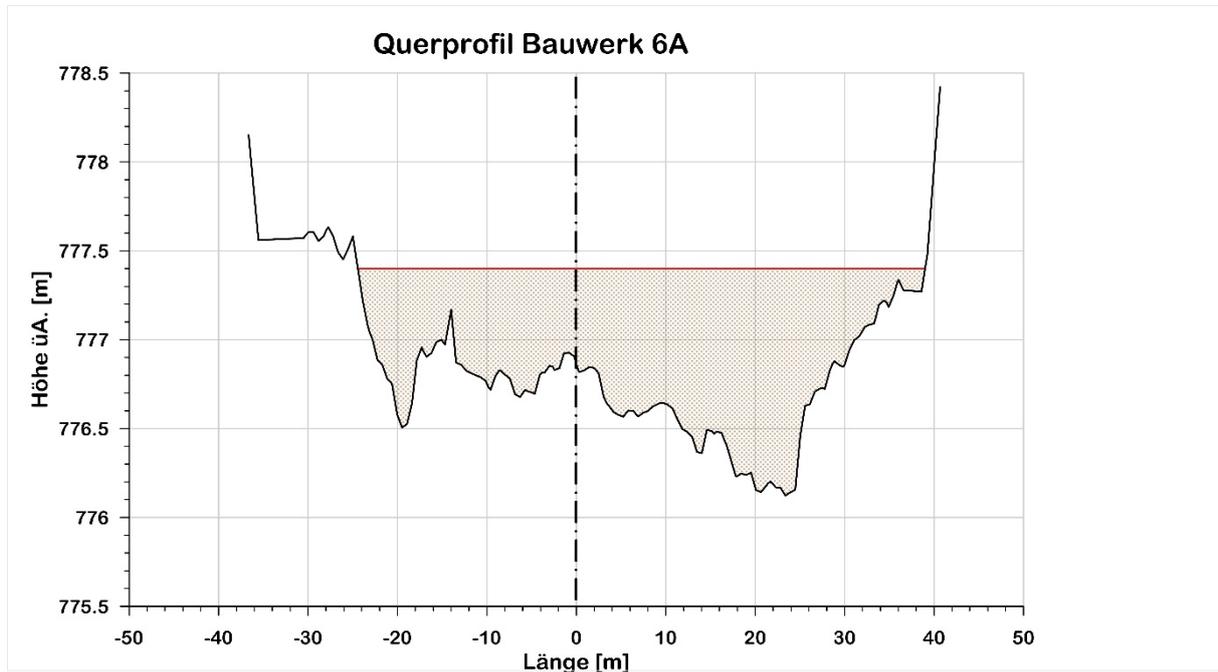


Abbildung 14: Querprofil hm 9.97, Bauwerk 6A

5 Ausblick

Um den weiteren Verlauf der gerinnemorphologischen Änderungen durch die gesetzten Maßnahmen zu dokumentieren und mögliche Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln wird seitens des Instituts für Alpine Naturgefahren angeboten, eine jährliche Drohnenbefliegung durchzuführen und auf dieser Basis jeweils ein Oberflächenmodell zu generieren. Wünschenswert und interessant wäre es zusätzlich die Niederschlagsdaten aus diesem Gebiet seitens des Auftraggebers zu erhalten, um den Geschiebehaushalt auch mit dem Niederschlagsverlauf korrelieren zu können.



6 Anhang

Anhang 1: Koordinatenliste der Hektometrierung (EPSG 31256)

Rechtswert	Hochwert	Hektometer	Höhe üA. 2011	Höhe üA. 2018	Höhe üA. 2019
-96434.46	278269.50	0.00	730.07	730.02	730.01
-96440.67	278226.50	0.5	732.50	732.57	732.54
-96450.81	278187.00	1	734.72	734.83	734.81
-96455.18	278142.06	1.5	737.39	737.54	737.54
-96457.29	278096.00	2	739.71	739.95	739.99
-96460.94	278050.50	2.5	742.51	742.30	742.40
-96463.13	278003.50	3	744.91	744.71	744.81
-96465.81	277957.00	3.5	747.08	747.37	747.46
-96469.68	277911.50	4	749.57	749.44	749.54
-96460.98	277871.00	4.5	751.85	752.10	752.19
-96451.78	277831.00	5	754.38	754.48	754.58
-96443.23	277790.00	5.5	756.91	756.54	756.63
-96432.70	277751.00	6	759.26	759.52	759.61
-96416.50	277717.80	6.5	761.56	761.56	761.62
-96400.83	277684.00	7	763.40	763.49	763.55
-96386.69	277648.50	7.5	765.52	766.25	766.32
-96372.34	277613.50	8	767.88	768.22	768.28
-96359.06	277577.50	8.5	770.26	769.93	770.10
-96346.37	277541.00	9	772.21	772.09	772.13
-96333.18	277504.50	9.5	774.63	774.68	774.94
-96315.49	277473.00	10	775.81	776.86	776.95
-96295.00	277444.12	10.5	778.50	778.75	778.63
-96272.99	277417.00	11	780.93	782.03	781.45
-96252.91	277388.00	11.5	782.75	783.95	784.02



Anhang 2: Geschriebenes vereinfachtes Längsprofil

Gerinnelänge [m]	Höhe üA. [m]	Höhendifferenz [m]	Bauwerkshöhe [m]	Gefälle [%]	
0.00	730	0.00		4.9	
216.50	740.6	10.60	0.55	4.2	Bauwerk 01
216.50	741.15	0.55			
328.00	745.8	4.65	0.85	3.9	Bauwerk 02
328.00	746.65	0.85			
406.60	749.75	3.10	1.00	4.0	Bauwerk 03
406.60	750.75	1.00			
559.45	756.9	6.15	0.85	4.2	Bauwerk 04
559.45	757.75	0.85			
705.54	763.85	6.10	0.85	3.7	Bauwerk 05
705.54	764.7	0.85			
928.00	772.95	8.25	1.40	3.7	Bauwerk 06
928.00	774.35	1.40			
1065.00	779.45	5.10	1.00	3.5	Bauwerk 07
1065.00	780.45	1.00			
1192.76	784.93	4.48			



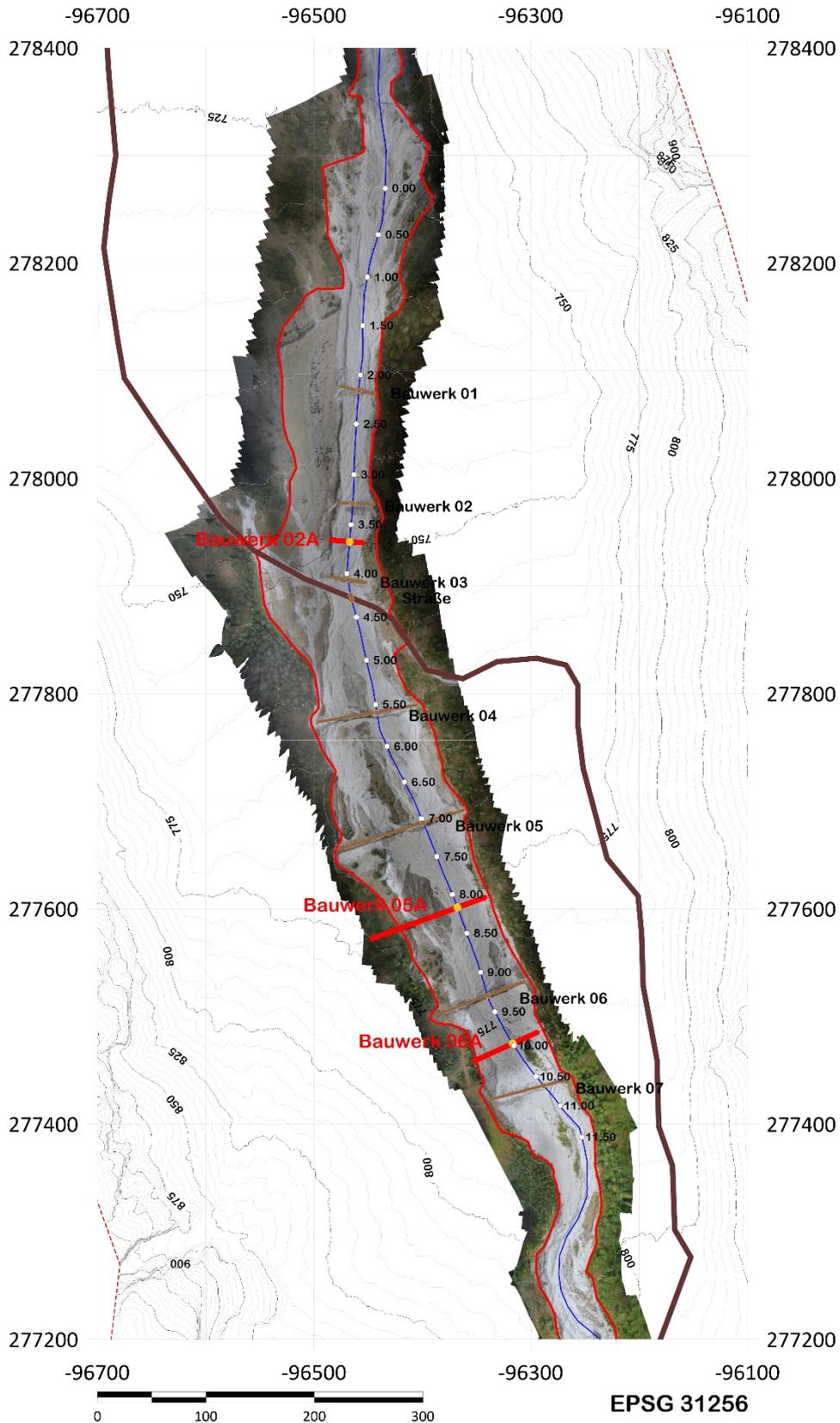
Anhang 3: Geschriebenes projektiertes Längsprofil

Gerinnelänge [m]	Höhe üA. [m]	Höhendifferenz [m]	Bauwerkshöhe [m]	Gefälle [%]	
0.00	730.00	0.00		4.9	
216.50	740.60	10.60	0.55	4.2	Bauwerk 01
216.50	741.15	0.55			
328.00	745.8	4.65	0.85	3.9	Bauwerk 02
328.00	746.65	0.85			
367.30	748.20	1.55	0.50	3.9	Bauwerk 02A
367.30	748.7	0.5			
406.60	750.25	1.05	0.50	4.0	Bauwerk 03
406.60	750.75	0.50			
559.45	756.90	6.65	0.85	4.2	Bauwerk 04
559.45	757.75	0.85			
705.54	763.85	6.10	0.85	3.7	Bauwerk 05
705.54	764.70	0.85			
816.77	768.83	4.13	0.70	3.7	Bauwerk 05A
816.77	769.53	0.70			
928.00	773.65	4.12	0.70	3.7	Bauwerk 06
928.00	774.35	0.70			
996.50	776.90	2.55	0.50	3.7	Bauwerk 06A
996.50	777.40	0.5			
1065.00	779.95	2.55	0.50	3.5	Bauwerk 07
1065.00	780.45	0.50			
1192.76	784.93	4.48			



Anhang 4: Orthophotolageplan mit den geplanten Maßnahmen

Brunntal, Gde. Wildalpen Ergänzende technische Maßnahmen





Anhang 5: Koordinatenliste aller Bauwerke (Koordinaten und Höhen entsprechen dem Schnittpunkt mit dem Längsprofil)

Rechtswert	Hochwert	Höhe üA. 2011	Höhe üA. 2018	Höhe üA. 2019	Gerinnelänge [m]	Bauwerks UK üA. [m]	Bauwerks OK üA. [m]	Höhe [m]	Hektometer	POST
-96458.68	278081.47	740.79	741.98	742.21	216.50	740.60	741.15	0.55	2.17	Bauwerk 01
-96464.26	277976.61	746.23	747.09	747.73	328.00	745.80	746.65	0.85	3.28	Bauwerk 02
<i>-96467.20</i>	<i>277941.20</i>	<i>748.02</i>	748.25	748.31	<i>367.30</i>	<i>748.2</i>	<i>748.7</i>	<i>0.50</i>	<i>3.67</i>	<i>Bauwerk 02A</i>
-96468.66	277905.95	749.88	750.94	751.64	406.60	750.25	750.75	0.50	4.07	Bauwerk 03
-96441.93	277782.08	757.10	758.56	758.77	559.45	756.90	757.75	0.85	5.59	Bauwerk 04
-96399.10	277679.66	764.08	764.64	765.85	705.54	763.85	764.70	0.85	7.05	Bauwerk 05
<i>-96367.74</i>	<i>277601.36</i>	<i>768.48</i>	768.76	768.93	<i>816.77</i>	<i>768.83</i>	<i>769.53</i>	<i>0.70</i>	<i>8.17</i>	<i>Bauwerk 05A</i>
-96339.76	277519.48	773.31	775.54	775.52	928.00	773.65	774.35	0.70	9.28	Bauwerk 06
<i>-96316.73</i>	<i>277474.90</i>	<i>775.73</i>	<i>776.82</i>	<i>776.86</i>	<i>996.50</i>	<i>776.90</i>	<i>777.40</i>	<i>0.50</i>	<i>9.97</i>	<i>Bauwerk 06A</i>
-96288.04	277435.93	779.55	781.11	782.07	1065.00	779.95	780.45	0.50	10.65	Bauwerk 07



Anhang 6: Situierung der zusätzlichen Querbauwerke (ohne Berücksichtigung der seitlichen Einbindung)

Bauwerk	XMitte	yMitte	Richtungswinkel	Länge	dx	dy	XRand	yRand
Bauwerk 2A	-96467.20	277941.20	94.85	11.53	11.49	-0.98	-96455.71	277940.23
Bauwerk 2A	-96467.20	277941.20	274.85	16.88	-16.82	1.43	-96484.02	277942.63
Bauwerk 5A	-96367.74	277601.36	69.75	26.62	24.97	9.21	-96342.76	277610.57
Bauwerk 5A	-96367.74	277601.36	249.75	84.05	-78.86	-29.09	-96446.59	277572.27
Bauwerk 6A	-96316.73	277474.90	65.46	24.44	22.23	10.15	-96294.49	277485.05
Bauwerk 6A	-96316.73	277474.90	245.46	38.99	-35.47	-16.19	-96352.19	277458.71