

LAND VORARLBERG

L 197 ARLBERGSTRASSE

KLÖSTERLE – STUBEN



INSTANDSETZUNG LAWINENSICHERUNG


km 16,40 – km 16,75

BAUPROJEKT

EM-2021-003

TECHNISCHER BERICHT

Auftragnehmer Synalp GmbH Meilstraße 2 6170 Zirl							 DI Peter Dirninger	
PLANDATEN				DATUM	BEARBEITET	GEPRÜFT		
Seiten	80	Dateiname	EM-2021-003-001.doc	28.04.2023	DKo, THo	FFa		
Fremdzahl AN	S22834	Ausgabedatei	EM-2021-003-001.pdf	28.04.2023	DKo, THo	FFa		
REVISION				BESCHREIBUNG				
a	Ergänzungen Verbesserungsauftrag WLV			10.05.2023	FFa	FFa		
b	Ergänzungen Verbesserungsauftrag BH Bludenz			18.06.2023	FFa, Tho	FFa		
c								
d								
e								

		AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG ABTEILUNG STRASSENBAU (VIIb)	
AZ: VIIb-297A-1/2020		PROJEKTNR.: 297A-1/2020	PLANNR.: EM-2021-003-001
NAME		UNTERSCHRIFT	
Projektleiter	DI Martin Fenkart	DI Gerhard Schnitzer	
Fachbereichsleiter	DI Martin Fenkart		
Baumanager	DI Martin Fenkart		

AUSFERTIGUNG		EINLAGEZAHL
---------------------	--	--------------------

PROJEKTÜBERSICHT

Projektname: Lawinenauslösekonzept Albonalawine Stuben

Ort: Stuben/Klösterle Bezirk Bludenz

Vorhaben: Erneuerung der künstlichen Lawinenauslöseanlage der L197 Arlbergstraße im Bereich Stuben km 16,40 - km 16,75

Ziel: Erstellung Konzept zur Vermeidung von Großlawinen durch regelmäßige künstliche Auslösung

PLANVERZEICHNIS

ID	Plannummer	Datum	Planbezeichnung	Maßstab
P1	EM-2021-003-002	22.12.2022	Lawinensimulation T150	1:7500
P2	EM-2021-003-003	22.12.2022	Lawinensimulation T30	1:7500
P3	EM-2021-003-004	22.12.2022	Lawinensimulation T50	1:7500
P4	EM-2021-003-005	28.04.2023	Auslösepunkt Einwirkungsbereich V1	1:2500
P5	EM-2021-003-006	28.04.2023	Auslösepunkt Einwirkungsbereich V2	1:2500
P6	EM-2021-003-007	28.04.2023	Sichtfeldanalyse Radar 1	1:10000

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
TABELLENVERZEICHNIS.....	4
A AUFGABENSTELLUNG UND ZIEL.....	5
A.1 BESTEHENDE ANLAGE - SPRENGSEILBAHN ALBONA	5
A.2 VORTEILE DER GEPLANTEN KÜNSTLICHEN LAWINENAUSLÖSUNG	6
B PROJEKTGEBIET.....	8
B.1 LAGE	8
B.2 EIGENTUM UND WIDMUNG	9
B.3 FREMDE RECHTE	10
B.3.1 Wasserrechte.....	10
B.3.2 Dienstbarkeiten.....	11
B.4 NATURSCHUTZGEBIETE	12
B.5 GEOLOGIE UND HYDROLOGIE	14
B.6 METEOROLOGIE UND KLIMA.....	15
B.6.1 Lufttemperatur.....	15
B.6.2 Niederschlag und Schnee.....	15
B.6.3 Wind.....	16
C GEFÄHRDUNGSSITUATION ALBONALAWINE	17
C.1 LAWINENEINZUGSGEBIET, GEFAHRENZONENPLAN UND ZUSTÄNDIGKEITEN	17
C.2 LAWINENCHRONIK UND SCHADLAWINE 1988	18
C.3 WL V AUFLAGEN DER BESTEHENDEN SPRENGSEILBAHN	19
C.4 SCHNEEWECHTEN IN KAMMLAGE	19
D BETROFFENE INFRASTRUKTUR.....	20
D.1 PARKPLATZ UND FREIFLÄCHEN	20
D.2 SKIPISTEN	20
D.3 FREILEITUNGEN	20
D.4 LANDESSTRAßE	21
D.5 ORT STUBEN	22
E VARIANTENSTUDIE	23
E.1 VERGLEICH FUNKTION	24
E.2 VERGLEICH STANDORTSPEZIFISCHE RAHMENBEDINGUNGEN	26
E.3 BEWERTUNG	27
F NUMERISCHE SIMULATION LAWINENPROZESS.....	28
F.1 LAWINENANBRUCHGEBIETE	29
F.2 SIMULATIONSPARAMETER	31
F.3 SCHNEEHÖHEN UND ANBRUCHMÄCHTIGKEITEN	32
F.4 ERGEBNISSE.....	32
F.5 SIMULATION DER 1988ER SCHADLAWINE	34

G	MAßNAHMENKONZEPT ZUR KÜNSTLICHEN LAWINENAUSLÖSUNG	36
G.1	SYSTEME ZUR KÜNSTLICHEN LAWINENAUSLÖSUNG	38
G.1.1	Wirkungsweise von künstlichen Lawinenauslösungen	38
G.1.2	Gründung	40
G.1.3	Lawineneinwirkung auf Sprengmast	41
G.1.4	Produktneutralität	41
G.1.5	Technische Beschreibungen und Konformitätserklärungen	41
G.2	LAWINENEINWIRKUNGEN BEI EINER KÜNSTLICHEN AUSLÖSUNG	41
G.3	AUSLÖSEPUNKTE ZUR KÜNSTLICHEN AUSLÖSUNG	42
G.4	VERGLEICH DER WIRKUNGSWEISE ZUR BESTEHENDEN LAWINENSPRENGANLAGE	45
G.5	LAWINENDETEKTION MITTELS LAWINENRADAR	46
G.6	ANWENDBARKEIT DER KÜNSTLICHEN LAWINENAUSLÖSUNG	47
H	AUSLÖSEKONZEPT	49
H.1	ORGANISATORISCHER ABLAUFPLAN	49
H.2	LAUFENDE BEOBACHTUNG	51
H.3	AUSLÖSEENTSCHEIDUNG MIT ABSPERRUNG UND SICHERUNG	51
H.4	BETÄTIGUNG AUSLÖSEANLAGE	51
H.5	ÜBERPRÜFUNG UND DOKUMENTATION	51
H.6	RÄUMUNG UND INFORMATION	51
I	BETRIEBSKONZEPT	52
I.1	SYSTEMSPEZIFISCHE FORTBILDUNG	52
I.2	SPRENG- UND ZÜNDMITTELAGER	52
I.3	BEZUG UND TRANSPORT DER SPRENGMITTEL	52
I.4	BESTÜCKUNG DER SPRENGMASTEN	52
I.5	SOMMERBETRIEB	52
I.6	HAFTUNGSFRAGEN	52
J	KOSTENSCHÄTZUNG	53
K	SCHLUSS	55
	LITERATURVERZEICHNIS	56
L	ANHÄNGE	57
L.1	GRUNDSTÜCKSVRZEICHNIS	57
L.2	WASSERBUCHAUSZÜGE	69
L.3	BERECHNUNG SCHNEEHÖHE T150	74
L.4	HERSTELLERABHÄNGIGE GRÜNDUNGSDetails UND ERDUNG	75
L.4.1	Auszüge Gründungsanleitung - Wyssen	75
L.4.2	Auszüge Plandarstellung Gründung LM32 - Inauen Schätti	79

Weitere Anlagen:

M PRODUKTSPEZIFISCHE BEILAGEN

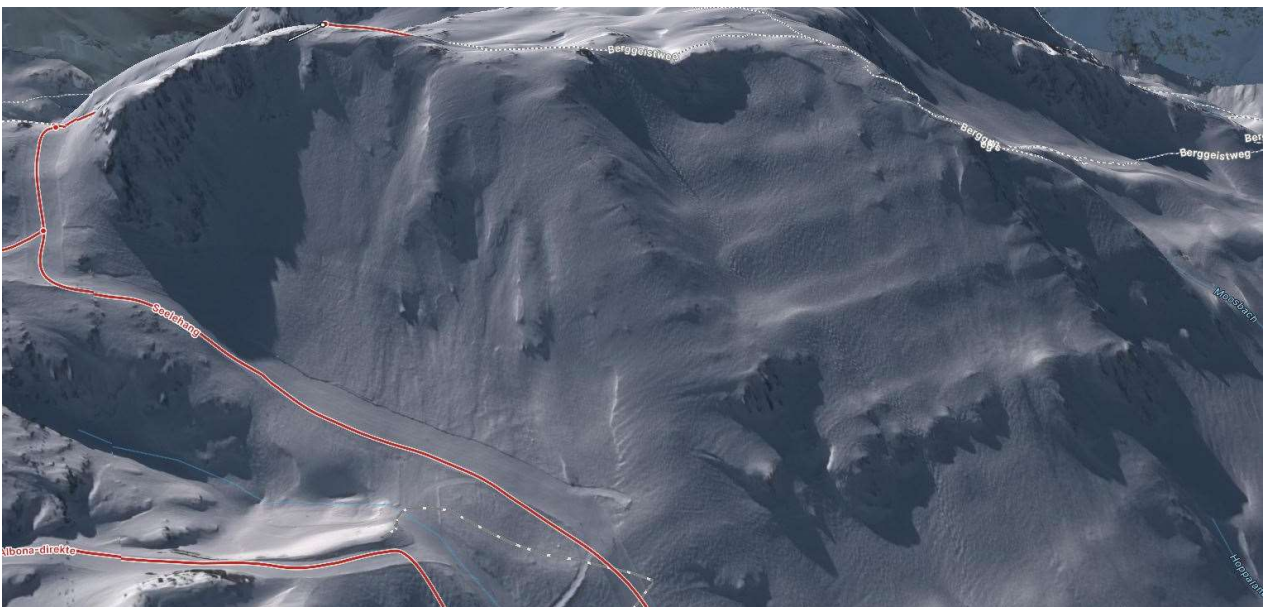
Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anbruchgebiet Übersichtsbild. Quelle: Fatmap, 17.11.2022.....	5
Abbildung 2: Übersichtsplan der Einreichung Sprengseilbahn Albona.....	5
Abbildung 3: Lage des Projektgebietes [rot], https://vorarlberg.at/-/atlas-vorarlberg , 17.11.2022.	8
Abbildung 4: Übersicht zu den bestehenden Quellen im Einzugsgebiet, Quelle: Land Vorarlberg http://vogis.cnv.at/atlas/init.aspx?karte=wasserbuch &ks=gewaesser , 19.12.2022.....	11
Abbildung 5: Biotop Äuliboden, Quelle: Land Vorarlberg	12
Abbildung 6: Biotop Hinterlangboden, Stubiger alpe, Quelle: Land Vorarlberg	13
Abbildung 7: Biotop Hinterlangbode, Stubiger alpe, Quelle: Land Vorarlberg	14
Abbildung 8: Temperaturverhältnisse der Station Langen am Arlberg mit t [Tagesmittel], tmax [Mittel aller tägl. Maxima], tmin [Mittel aller tägl. Minima], tmaxt [monatliches Maximum] und tmint [monatliches Minimum] (Daten: ZAMG)	15
Abbildung 9: Niederschlagsverhältnisse der Station Langen am Arlberg mit rsum [Mittlere Monatssumme des Niederschlags], rmax [Größte Niederschlagssumme in 24 Stunden], n1 [Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 1 mm] und n10 [Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 10 mm] (Daten: ZAMG)	15
Abbildung 10: Schneeeverhältnisse der nächstgelegenen Messstation in Langen am Arlberg mit nsch [mittlere Summe der Neuschneemenge], schmax [Maximale Schneedecke in cm], sch1/10/100 [Zahl der Tage mit Schneedecke ≥ 1 cm, ≥ 10 cm, ≥ 100 cm] (Daten: ZAMG).....	16
Abbildung 11: Windrichtungen der Station Langen am Arlberg. (Daten: ZAMG)	16
Abbildung 12: Windgeschwindigkeit an der Station Langen am Arlberg. w= Windgeschwindigkeit [m/s]; w6=Windstärke >6Bft; w8=Windstärke >8Bft (Daten: ZAMG)	16
Abbildung 13: Übersichtskarte der Albonalawine mit angrenzenden Lawineneinzugsgebieten, Gefahrenzonenplanung und Querung der L197 bei km 16,40 bis km 16,75.	17
Abbildung 14: Übersicht der betroffenen Maststandorte (in rot).....	20
Abbildung 15: Maststandorte der 380 kV – Leitung; Quelle: Google Maps, aufgenommen: Feb. 2019..	21
Abbildung 16: Maststandort der 110 kV – Leitung (im unteren Bildbereich); Quelle: Google Maps, aufgenommen: Feb. 2019	21
Abbildung 17: Querung der L197 im Bereich km 16,40 bis km 16,75 [rot], http://vogis.cnv.at/ , 17.11.2022.	21
Abbildung 18: Stuben mit bestehender Gefahrenzonenplanung lt. WLV	22
Abbildung 19: Abhängigkeit des Wirkungsradius (Radius einer kreisförmigen Fläche mit Zentrum im Auslösepunkt) von der Position des Auslösepunktes relativ zur Schneeoberfläche. Quelle: Gubler, Hansueli u.a. (2011): Leitfaden künstliche Lawinenauslösung, wyssen avalanche control AG, Reichenbach, Abb.7, S.21	23
Abbildung 20: Geländeneigung und Exposition der Anbruchgebiete.	29
Abbildung 21: Definierte Anbruchgebiete in Absprache mit der örtlichen Lawinenkommission (Karte gesüdet).	30
Abbildung 22: Nach Gelände angepasste μ - Werte für die Simulation mit RAMMS.....	31
Abbildung 23: Nach Gelände angepasste ξ – Werte für die Simulation mit RAMMS.	31
Abbildung 24: Simulationsergebnis der Maximale Fließhöhen [m] bei einer T150 Lawinensituation.....	33
Abbildung 25: Simulation eines Bemessungsereignisses ohne künstlicher Lawinenauslösung.....	34
Abbildung 26: Detailansicht 1988 Simulation im Ort Stuben.....	35
Abbildung 27: Beispiel für einen Lawinenauslösemast links Wyssen Avalance Control AG, 2022, rechts Inauen Schätti AG 2022	38
Abbildung 28: Schematische Darstellung einer Überschneesprengung und den daraus resultierenden Druckwellen [5].	39
Abbildung 29: Beispiel Fundament mit Gründungspfählen, Synalp GmbH 2022.....	40
Abbildung 30: Maximale Fließhöhen [m] bei einer künstlichen Auslösung von 30 cm und 50 cm Neuschnee.	42
Abbildung 31: Darstellung der Sprengmaststandorte (Version 1) mit Einwirkung eines Wechtenbruches.	44
Abbildung 32: Darstellung der Sprengmaststandorte (Version 2) ohne Einwirkung eines Wechtenbruches.	45
Abbildung 33: Ausgewählter Standort für einen Lawinenradar mit Sichtfeltanalyse. Fotos: Google Maps.	47
Abbildung 34: Ablaufdiagramm künstliche Lawinenauslösung.	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eigentumsverhältnisse im Projektgebiet (Beanspruchung lt. Lawinenkataster WLV).....	9
Tabelle 2: Bestehende Wasserrechte im Projektgebiet.....	10
Tabelle 3: Wertungssymbole und Bedeutung.....	24
Tabelle 4: Gegenüberstellung der Funktion nach Stoffel Lukas, 2013, S.16 [11]	25
Tabelle 5: Gegenüberstellung der standortspezifischen Rahmenbedingungen	26
Tabelle 6: Bewertungsschlüssel Funktion	27
Tabelle 7: Bewertungsschlüssel standortspezifische Rahmenbedingungen	27
Tabelle 8: Ergebnis der Variantenstudie mit Aufschlüsselung	27
Tabelle 9: Eckdaten der Anbruchgebiete	30
Tabelle 10: Mü- Xi-Tabelle für die T=100 bei großen Lawinen in RAMMS.....	31
Tabelle 11: Charakteristika der Anbruchgebiete und Anbruchmächtigkeiten bei T150.	32
Tabelle 12: Kriterientabelle zur Anwendbarkeit der künstlichen Lawinenauslösung (Stoffel & Margreth, 2019)	36
Tabelle 13: Tabelle der Wirkungsradien einer künstlichen Lawinenauslösung [11].....	40
Tabelle 14: Grobkostenschätzung	54

Seitens der Landesstraße wird das Konzept verfolgt, mit ortsfesten Anlagen eine künstliche Auslösung von kleineren Lawinen vorzunehmen, um die Beeinträchtigung der Verkehrsinfrastruktur und Gemeinde Stuben durch erhöhte Lawinengefahr zu verhindern. In nachfolgender Abbildung 1 ist ein Übersichtsbild des Anbruchgebietes dargestellt:



1784

Teil I Sprengseilbahnen Albona

2000

Sprengseilbahn "Albona West"

9U

2Tr

1U

2U

1Tr

6U

5U

4U

3U

2380

Maroljoch

Albonagrät

Oberer

Seite 5 von 80

Sprengseilbahn „Albona-West“ beträgt 998 m. Die Sprengseilbahn „Albona-Ost“ ist mit sieben Trag- bzw. Umlenkstützen ausgestattet, die jeweils eine Stützhöhe von 7 bis 10 m aufweisen. Der Bodenabstand zwischen vier Stützen ist über 30 m und bei den übrigen Stützen unter 30 m [8]. Die schräge Länge der Anlage beträgt 1.680 m. Für die Fundierung der Stützen wurden kleine Ausgleichsfundamente und Felsanker projektiert [9]. Bei der derzeitigen Anlage kommt eine Sprengladung mit 2,5 kg zum Einsatz.

A.2 Vorteile der geplanten künstlichen Lawinenauslösung

Die Erneuerung der Anlage führt zu einer Vielzahl an Vorteilen gegenüber der bestehenden Anlage:

Zeitersparnis und geringerer Personalaufwand:

Bei der derzeitigen Sprenganlage muss der Sprengbefugte bereits am Vorabend am Berg sein und dort übernachten, um am nächsten Morgen die Lawinensprengungen durchführen zu können. Dadurch ist es auch schwieriger auf kurzfristige Veränderungen der Wetterverhältnisse zu reagieren.

Da die 12 Sprengpunkte nacheinander angefahren und ausgelöst werden, dauert ein Sprenginsatz ca. 1,5 Stunden. Gegebenenfalls zusätzlich erforderliche händische Sprengungen sind hier noch nicht berücksichtigt. Diese führen zu einem erhöhten Personalaufwand der Lawinenkommission sowie etwaiger Sicherheitsposten an Straßensperren etc.

Erhöhte Sicherheit des Personals:

Durch moderne, fernausgelöste Sprengkonzepte kann der zusätzliche Personalaufwand und die Gefahr von Personenschäden wegen mangelnder Sicht im Dunkeln und Arbeiten an Geländekanten drastisch reduziert werden. Außerdem müssen bei der bestehenden Sprengseilbahn zusätzliche Handsprengungen durchgeführt werden, welche ein höheres Sicherheitsrisiko für die Sprengbefugten darstellen als moderne fernausgelöste Sprengkonzepte. Durch eine bessere Abdeckung der Anbruchbereiche der geplanten Anlage, wird die Häufigkeit von Handsprengungen erheblich reduziert.

Witterungseinfluss:

Die bestehende Sprengseilbahn hat außerdem den Nachteil, dass bei starken Winden die Gefahr eines Seilabwurfes besteht. Somit kann diese bei entsprechenden Witterungsverhältnissen nur eingeschränkt oder auch gar nicht betrieben werden. Moderne Lawinenauslösekonzepte, wie Sprengmasten oder Gasgemischanlagen, haben diesbezüglich keine bzw. erheblich geringere witterungsbedingte Einschränkungen.

Abdeckung und Druckwirkung:

Bei der bestehenden Anlage werden nicht alle von der Lawinenkommission für diesen Bereich als relevant erachteten Lawinenanbruchgebiete abgedeckt bzw. reicht die Auslösewirkung teilweise nicht aus, um Bereiche in größeren Abständen zur Sprengseilbahntrasse sicher auszulösen. Durch das Miteinbeziehen der jahrelangen Sprengerfahrung können die Auslösepunkte dahingehend optimiert werden, dass eine bessere Auslöseabdeckung im Gelände erzielt werden kann. Ebenso sind Überschneesprengungen von modernen künstlichen Auslöseanlagen durch die abgestimmte Sprengladungsgröße, im Bezug zum Abstand zur Schneedecke, hinsichtlich ihrer Wirkung optimiert. Dies ist durch die teilweise Einschränkung von fixen Seillänge bei einer Sprengseilbahn nicht bzw. nur eingeschränkt möglich.

Detektion des Auslöseerfolges und von Spontanauslösungen:

Durch die Ergänzung einer messtechnischen Überwachung ist eine weitestgehend witterungsunabhängige Detektion des Auslöseerfolges und die Detektion von Spontanauslösungen möglich. Dies liefert einerseits wertvolle Informationen für den Sprengbefugten im Zuge von künstlichen Lawinenauslösungen aber auch für die Lawinenkommission bei der Beurteilung der aktuellen Gefahrensituation.

B Projektgebiet

B.1 Lage

Das Projektgebiet liegt in Stuben (Gemeindegebiet Klösterle), welches sich im Bezirk Bludenz befindet. Die L197 - Arlbergstraße führt über den Arlbergpass und verbindet die Bundesländer Tirol und Vorarlberg. Die L197 wird im Projektgebiet im Bereich Stuben bei km 16,40 bis km 16,75 von der Albonalawine Stuben gefährdet. In Abbildung 3 ist die Lage des Projektgebietes (in rot) dargestellt.

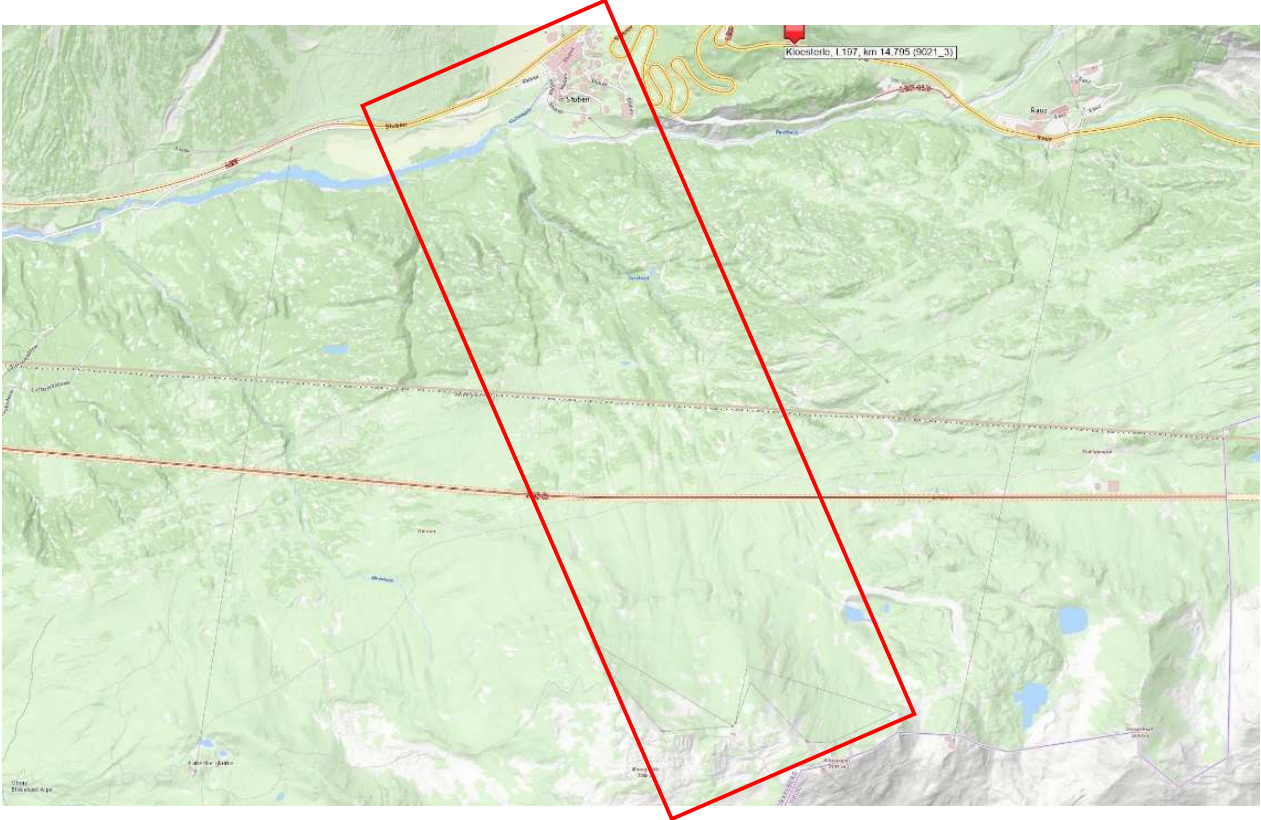


Abbildung 3: Lage des Projektgebietes [rot], <https://vorarlberg.at/-/atlas-vorarlberg>, 17.11.2022.

B.2 Eigentum und Widmung

Im Einzugsbereich der Albonalawine befinden sich eine Anzahl an Grundstücke, welche in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgelistet sind. Das Grundstückverzeichnis befindet sich in Anhang L.1.

Tabelle 1: Eigentumsverhältnisse im Projektgebiet (Beanspruchung lt. Lawinenkataster WLW)

KG Nr.	KG	Gst.Nr.	EZ	Beanspruchung (baulich: rot hinterlegt)
90010	Klösterle	1151	102	künstlich ausgelöste Lawinen, Anzahl der Auslösepunkte variiert nach Version (vgl. Plan 4 und Plan 5)
90010	Klösterle	1155/1	102	künstlich ausgelöste Lawinen, Anzahl der Auslösepunkte variiert nach Version (vgl. Plan 4 und Plan 5)
90010	Klösterle	1152	102	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1156	102	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1188/1	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1301	79	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1302/1	170	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1302/2	434	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1309/1	85	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1321/6	89	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1324	92	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1325	92	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1328/1	337	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1332	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1333/2	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1334	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1336	92	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1337	92	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1338	227	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1339	92	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1340	92	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1341	82	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1348	92	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1351	79	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1352	301	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1353/1	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1353/2	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1356/1	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1356/2	591	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1434	197	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1435/1	197	künstlich ausgelöste Lawinen

KG Nr.	KG	Gst.Nr.	EZ	Beanspruchung (baulich: rot hinterlegt)
90010	Klösterle	1436/1	197	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1436/2	197	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1437	143	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1438	79	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1439/1	143	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1439/2	143	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1440/1	301	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1440/2	301	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1442	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1443/2	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1443/3	101	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1559	286	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1575/1	506	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1610	161	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1611	161	künstlich ausgelöste Lawinen
90010	Klösterle	1636	506	künstlich ausgelöste Lawinen

B.3 Fremde Rechte

In den folgenden Kapiteln wird auf fremde Rechte, wie bestehende Wasserrechte und grundbücherlich eingetragenen Dienstbarkeiten, eingegangen.

B.3.1 Wasserrechte

Im Projektgebiet gibt es lt. Auszug aus dem digitalen Wasserbuch zwei bestehenden Quellen, deren Eckdaten sowie eine Übersicht in nachfolgender Tabelle 2 bzw. in der Abbildung 4 dargestellt sind. Die Wasserbuchauszüge befinden sich in Anhang L.2.

Tabelle 2: Bestehende Wasserrechte im Projektgebiet

Name	Typ	Kataster	Lage
SG1 Albonaquelle 1	Quelle	A330221	Gde: 80112 Klösterle KG: 90010 Klösterle Grundstück: 1155/1
SG1 Albonaquelle 2	Quelle	A330222	Gde: 80112 Klösterle KG: 90010 Klösterle Grundstück: 1155/1



Abbildung 4: Übersicht zu den bestehenden Quellen im Einzugsgebiet, Quelle: Land Vorarlberg
<http://vogis.cnv.at/atlas/init.aspx?karte=wasserbuch&ks=gewaesser>, 19.12.2022

B.3.2 Dienstbarkeiten

Grundbücherlich eingetragene Dienstbarkeiten können den Grundbuchsauszügen der lt. Kapitel B.2 baulich genutzten Grundstücke im Anhang L.1 entnommen werden.

B.4 Naturschutzgebiete

Im Projektgebiet sind zwei Biotope als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Das Biotop „Äueliboden“ befindet sich im Auslaufgebiet und ist in nachfolgender Abbildung 5 genauer beschrieben.

Äueliboden (Biotop 11211)

11,73 ha

Beschreibung:

Die Alfenz bildet zwischen der letzter Brücke unter Stuben bis zum Ortsbeginn von Stuben eine gut ausgebildete, für die Höhenlage (1350 - 1390 müM) typische Aue eines Gebirgsbaches.

Pestwurzfluren, Grauerlen- und Weidengebüsch (*Salicetum eleagni*) sowie reichliches Vorkommen von Fleischers Weidenröschen (*Epilobium fleischeri*) säumen die Alfenz. Weiters sind natürliche Überschwemmungsbereiche mit Quellaufstößen und Tümpeln ausgebildet. Das Gebiet ist als Amphibienlaichplatz von Bedeutung.



Unterhalb von Stuben wird die Alfenz von einer typischen Gebirgsbachaue gesäumt. Das Gebiet ist zudem als Amphibienlaichplatz bedeutend.

Abbildung 5: Biotop Äuliboden, Quelle: Land Vorarlberg

<http://apps.vorarlberg.at/archiv/umweltschutz/biotopinventar/Kloesterle.pdf>, 14.12.2022

Das zweite Biotop „Hinterlangbode, Stubigeralpe“ erstreckt sich unmittelbar vom Albonagrät hinab bis auf etwa 2100m ü NN. Es liegt im östlichen Bereich des Einzugsgebietes der Albona Lawine, wobei nur ein kleiner Teil unmittelbar betroffen ist. In der nachfolgenden Abbildung 6 und Abbildung 7 wird genauer auf das Biotop eingegangen.

Hinterlangboden, Stubigeralpe (Biotop 11201)

210,42 ha

Beschreibung:

Das Gebiet der Stubigeralpe zeichnet sich durch ein stark strukturiertes Gelände - durch glaziale Überformung entstanden - mit einem vielfältigen Vegetationsmosaik aus. An Steilhängen stockt Grünerleengebüsch (*Alnus viridis*), auf Kuppen Latschen mit Zwergstrauchheiden (*Rhododendro-ferruginei-Pinetum montanae*), in den Senken und Mulden sind teils Tümpel mit Schnabelbinsensaum (*Caricetum rostratae*), teils anmoorige Flächen mit kleinere Wollgras-Rasenbinsenmoore (*Eriophoro-Trichophoretum caespitosi*) - sowie Braunseggenmoore (*Caricetum fuscae*) ausgebildet. Entlang der Bäche und Gerinne finden sich Rieselfluren mit Eissegge (*Carex frigida*) und diverse Moosgesellschaften.

Oberhalb der Stubigeralpe steigen Steilhänge an. Sie beherbergen Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) und Alpen-Hainsimsenrasen (*Luzuletum alpino-pilosae*) in enger Verzahnung. Ab 2100 Meter Meereshöhe verflacht sich das Gelände und in Mulden und Vertiefungen reizvoll eingebettet liegen die Maroi-Seen - umgeben von Krummseggenrasen, Schneetälchengesellschaften und offenen Felsblöcken mit Flechten-Gesellschaften.



Die Maroi-Seen liegen über 2100 Meter Meereshöhe. Eine limnologische Untersuchung im Jahr 1955 förderte das Vorkommen seltener Kleinstalpen zu Tage.

Abbildung 6: Biotop Hinterlangboden, Stubigeralpe, Quelle: Land Vorarlberg



Oberhalb der Alpe Rauz steigen die eindrucksvollen, glazial geprägten Hänge bis zur Stubiger Alpe an. Unterhalb vom Albonagrät liegen die Maroiseen.

Besonderheiten der Pflanzen- und Tierwelt:

Nachweise für äußerst seltene Rotsternige Blaukehlchen (*Luscinia svecica svecica*).

Vorkommen der gefährdeten Arten Schlamm-Segge (*Carex limosa*), Wenigblüten-Segge (*Carex pauciflora*), Blutauge (*Potentilla palustris*), Schnabel-Segge (*Carex rostrata*) und Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*).

Vorkommen seltener Phytoplankton-Arten in den Maroiseen (*Dinobryon sertularia*, *Closterium acutum*, *Asterionella fibula* u.a.) - Fr. Newrik (1955).

Artenliste (gefährdete Pflanzenarten) * Legende am Berichtsende

<i>Carex limosa</i> L. - Schlamm-Segge (3/3/-)
<i>Carex pauciflora</i> Lightf. - Wenigblüten-Segge (3/3/-)
<i>Carex rostrata</i> Stokes ex With. - Schnabel-Segge (4/-/-)
<i>Eriophorum vaginatum</i> L. - Scheiden-Wollgras (4/-/-)
<i>Potentilla palustris</i> (L.) Scop. - Blutauge (3/3/-)

Abbildung 7: Biotop Hinterlangbode, Stubiger alpe, Quelle: Land Vorarlberg

<http://apps.vorarlberg.at/archiv/umweltschutz/biotopinventar/Kloesterle.pdf>, 14.12.2022

B.5 Geologie und Hydrologie

Das Projektgebiet liegt tektonisch gesehen im Grenzbereich zwischen der Lechtal Decke und dem Silvretta-Seckau-Deckensystem. Der Auslösebereich der Albonalawine wird von Metasedimenten dominiert. Darunter wird das Gebiet, auf etwa 2100m ü NN, von einer Abrisskante durchquert, welche hangabwärts von Sackungen bzw. Großschollengleitungen geprägt ist. In der Sturzbahn dominieren Grund und Erdmoränen mit unsortierten Blöcken, Steinen, Kiesen, Sanden und Schluffen, mit einem geringen Anteil an Orthogneis. Im Auslaufbereich alternieren Metabasit, Metasedimente sowie erneut Orthogneis. Am Hangfuß, im Bereich der Landstraße, befindet sich die Aue, welches längs der Flüsse mit Schluff, Sanden und Kiesen gekennzeichnet ist. Die Oberflächen- und Niederschlagswässer des Einzugsgebietes entwässern auf etwa 1400m ü NN in den Alfenz.

B.6 Meteorologie und Klima

Die Klimadaten für den Bereich der Albonalawine stammen aus der am nächsten gelegenen Wetterstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG 2002). Diese liegt im Ort Langen am Arlberg mit einer geographischen Länge von 10° 7' und einer geographischen Breite von 47° 8'. Die auf 1270 m.ü.A gelegene Messtation beinhaltet eine Datenreihe aus den Jahren 1971 bis 2022.

B.6.1 Lufttemperatur

Die jährliche Durchschnittstemperatur der angeführten Station liegt bei + 6 °C. Die Tagesmitteltemperaturen der relevanten Wintermonate betragen 2,2 °C (Nov.), -0,6°C (Dez.), -1,8 °C (Jän.), -1,5°C (Feb.) und 1°C (Mär.). Die tiefste in der Zeitreihe von 1952 bis 2022 gemessene Temperatur liegt bei -27,0 °C, die höchste gemessene Temperatur bei 32 °C.

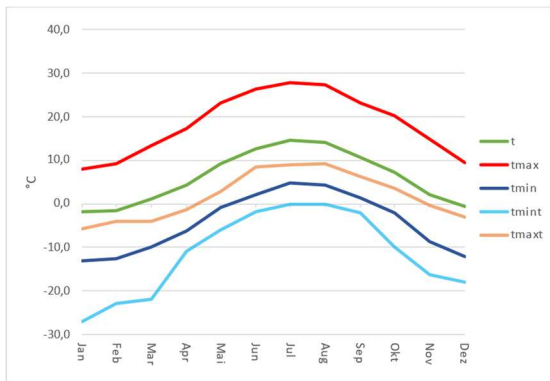


Abbildung 8:
 Temperaturverhältnisse der Station Langen am Arlberg mit t [Tagesmittel], tmax [Mittel aller tägl. Maxima], tmin [Mittel aller tägl. Minima], tmaxt [monatliches Maximum] und tmint [monatliches Minimum] (Daten: ZAMG)

B.6.2 Niederschlag und Schnee

Durch die Lage des Projektgebietes ergibt sich ein durchschnittlicher Jahresniederschlag von 1.617 l/m² pro Jahr aus der Datenreihe von 1971 bis 2022. Der größte gemessene Tagesniederschlag in dieser Zeit beträgt 115 l/m² (August 2005). Die durchschnittlichen Niederschlagssummen in den relevanten Wintermonaten betragen 109 l/m² (Nov.), 121 l/m² (Dez.), 117 l/m² (Jän.), 94 l/m² (Feb.) und 114 l/m² (Mär.).

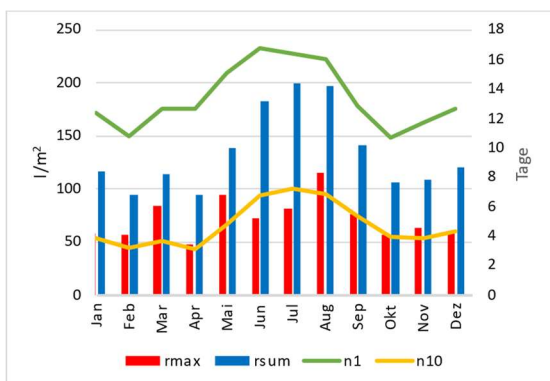


Abbildung 9:
 Niederschlagsverhältnisse der Station Langen am Arlberg mit rsum [Mittlere Monatssumme des Niederschlags], rmax [Größte Niederschlagssumme in 24 Stunden], n1 [Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 1 mm] und n10 [Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 10 mm] (Daten: ZAMG)

Die durchschnittliche Jahressumme der Neuschneemengen im Zeitraum von 1971 – 2007 beträgt 778 cm, wobei die neuschneereichsten Monate der Jänner mit 158,5 cm, der Februar mit 145,6 cm und der Dezember mit 145,4 cm sind. Die maximale Höhe der Schneedecke wurde im März 1988 mit 330 cm gemessen. Stuben gilt als eines der schneereichsten Gebiete in Vorarlberg bei einer durchschnittlichen Schneedecke von 128,5 cm im Februar.

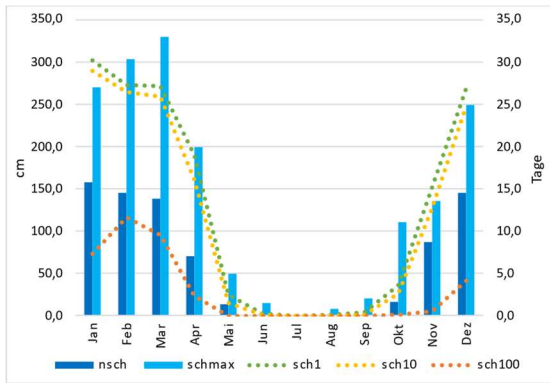


Abbildung 10:

Schneeeverhältnisse der nächstgelegenen Messstation in Langen am Arlberg mit nsch [mittlere Summe der Neuschneemenge], schmax [Maximale Schneedecke in cm], sch1/10/100 [Zahl der Tage mit Schneedecke ≥ 1 cm, ≥ 10 cm, ≥ 100 cm] (Daten: ZAMG)

B.6.3 Wind

Die folgende Darstellung zeigt die dominierenden Windrichtungen aus Osten (36,1 %) und Westen (26,7 %). Mit 15,6 % ist die dritthäufigste Windrichtung aus Nordosten zu erwarten. Die durchschnittliche Windstärke beträgt im November 2,4 m/s und Dezember 2,6 m/s, im Jänner 2,7 m/s und Februar 2,7 m/s sowie im März 2,6 m/s. Die Anzahl der Tage mit Windstärke > 6 Beaufort betragen im Jahresmittel 7,1. Der Jänner ist dabei mit 1,7 Tagen der Monat mit den häufigsten Tagen mit einer Windstärke > 6 Beaufort.

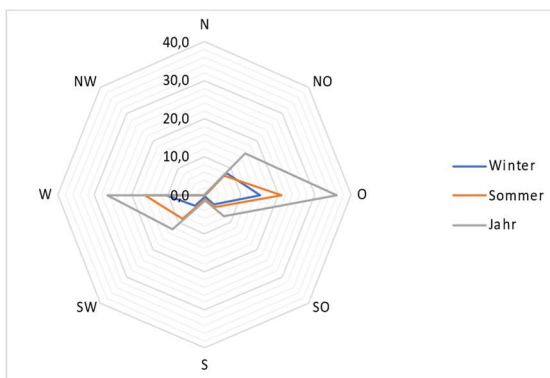


Abbildung 11: Windrichtungen der Station Langen am Arlberg. (Daten: ZAMG)

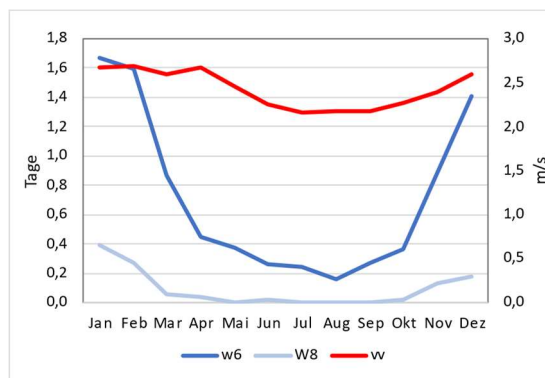


Abbildung 12: Windgeschwindigkeit an der Station Langen am Arlberg. w= Windgeschwindigkeit [m/s]; w6=Windstärke > 6 Bft; w8=Windstärke > 8 Bft (Daten: ZAMG)

C Gefährdungssituation Albonalawine

Die Albonalawine ist aufgrund ihrer bestehenden Sprenganlage und ihrer potenziellen Schadwirkung gegenüber der Landesstraße und dem Ort Stuben bestens dokumentiert.

C.1 Lawineneinzugsgebiet, Gefahrenzonenplan und Zuständigkeiten

In Abbildung 13 ist das Lawineneinzugsgebiet der Albonalawine Stuben mit Querung der L197 im Bereich km 16,40 bis km 16,75 dargestellt. Angrenzend an die Albonalawine befinden sich die Knödelkopflawine (östlich), die Rote-Brunnenlawine (östlich) und das Geißleger Schneebrett (westlich). Des Weiteren ist die bestehende Sprengseilbahn mit den Maststandorten (in Rot dargestellt) ersichtlich.

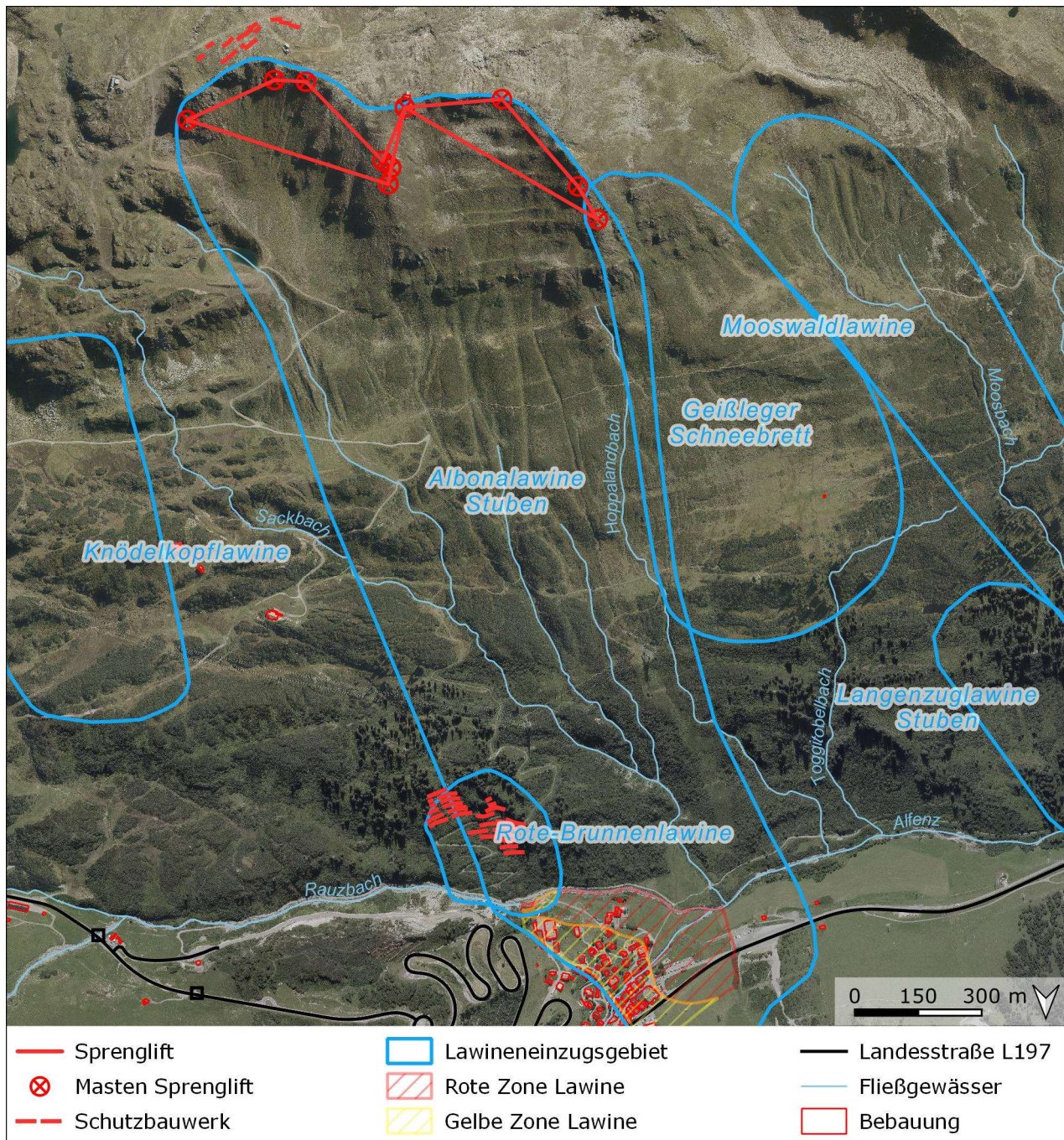


Abbildung 13: Übersichtskarte der Albonalawine mit angrenzenden Lawineneinzugsgebieten, Gefahrenzonenplanung und Querung der L197 bei km 16,40 bis km 16,75.

Für den Ort Stuben ist in der Gefahrenzonenplanung für Lawinen sowohl die rote Zone als auch die gelbe Zone ausgewiesen. In der roten Gefahrenzone kommen zwei Wohngebäude und die Talstation der Albonabahn zum Liegen. Zusätzlich sind wegen der Staubeinwirkung große Bereiche der Ortschaft Stuben in der gelben Zone. Ausschlaggebend für die Gefahrenzonenausscheidung war das Lawinenereignis im Jahr 1988, bei welchem es unter anderem zu Gebäudeschäden im Ort kam. Dieses Lawinenereignis wird im Kapitel C.2 „Lawinenchronik und Schadlawine 1988“ genauer erläutert und war auch bedeutend für die Planung und den Bau der Sprengseilbahn Albona, um einen erneuten Abgang einer Lawine dieser Größenordnung zu unterbinden.

Gemäß der Einteilung des Vorarlberger Lawinenwarndienstes gehört das Bearbeitungsgebiet der Lawinenregion WLV-LA-251341 WLV-GZP-Klösterle an.

C.2 Lawinenchronik und Schadlawine 1988

Die ersten Berichte über Katastrophenereignisse gehen laut Aufnahmeblatt der Wildbach- und Lawinenverbauung [4] bis in den Winter 1935 zurück. Damals ereigneten sich zwei Großlawinen, wobei nur die zweite am 03.02.1935 Einfluss auf die Infrastrukturen und Gebäude genommen hat und zu Schäden am E-Werk, Strommasten und an der Postgarage führte. In der Lawinenchronik finden sich in den folgenden 53 Jahren drei Lawinenereignisse (19.02.1937, 22.02.1958 Staublawine, 10.05.1958), welche den Talboden erreichten, aber die Infrastrukturen und Siedlungsräume nicht betrafen. Beim Lawinenabgang am 10.05.1958 kam allerdings eine Person ums Leben. Bei zwei weiteren Großlawinen (1954, 1961) wurde die Landesstraße verschüttet ohne Schäden anzurichten. Eine weitere Großlawine beschädigte am 21.02.1970 elf geparkte PKWs, als die Lawine die Straße und den Parkplatz auf einer Länge von 186 m bis zu 5 m hoch verschüttete. Zu einer Großlawine mit Gebäudeschäden kam es am 15.01.1968 im Zuge einer künstlichen Lawinenauslösung zur Sicherung der Albonabahn. Dabei löste sich eine Staublawine, welche die Landesstraße auf einer Länge von 300 m überfuhr und zu Schneeablagerungen von bis zu 20 cm führte. Zusätzlich kam es zu Gebäudeschäden am Hotel Post (eingedrückte und zerstörte Fenster) und am Berghaus Stuben (eingedrückte Fenster ohne Beschädigungen). Personen, welche sich im Freien aufhielten, wurden vom Luftdruck der Lawine niedergestoßen und teilweise verletzt.

Am 13.03.1988 ereignete sich eine besonders schwerwiegendes Lawinenereignis. Nach einem ununterbrochenen 50-stündigen Schneefall mit starken Westwinden lösten sich die Schneemassen in der Westkammer und fuhren zu einem großen Teil in Richtung Stuben ab. Aufgrund der enormen Lawinengröße wurde die Lawine nicht durch die Gräben im Bereich des Kressigbodens talauswärts abgelenkt, sondern konnte aufgrund des hohen Energiegehaltes zum Teil mit einer unveränderten Hauptstoßrichtung diesen überfahren und in den südöstlichen und westlichen Teil von Stuben einfahren. Bei diesem folgenschweren Lawinenunglück wurden 115 Fahrzeuge, welche sich am Parkplatz befanden, zerstört. Zusätzlich kam es zu erheblichen Gebäudeschäden an zwei Wohngebäuden und einer hydraulischen Spannstation eines Schiliftes. Zusätzlich wurden an etlichen weiteren Gebäuden Schäden verursacht.

Aufgrund des Lawinenereignisses am 13.03.1988 wurde die Sprengseilbahn im Anbruchgebiet der Albonalawine errichtet. Danach kam es zu zwei weiteren Lawinenabgängen, welche 1999 und 2001 den Talboden erreichten, allerdings wurden dabei keine Personen oder Sachschäden vermerkt.

C.3 WLV Auflagen der bestehenden Sprengseilbahn

Im Gutachten zur Errichtung der Sprengseilbahn Albona wurde seitens der Wildbach- und Lawinenverbauung die Relevanz einer künstlichen Lawinenauslösung betont. Dies wird begründet mit den muldenförmigen Kammern, mit gleichmäßiger Geländeneigung und mit extremen Niederschlagsmengen im Arlberggebiet. Ebenfalls wird auf das Lawinereignis von 1988 verwiesen, welches zu großen Sachschäden führte. Durch eine regelmäßige künstliche Auslösung der Anbruchgebiete kann ein Anwachsen der Schneedecke, welches zu einer Schadlawine führen kann, deutlich reduziert werden [9]. Somit wurde die geplante Errichtung einer Sprengseilbahn seitens der Wildbach- und Lawinenverbauung damals als grundsätzlich positiv eingestuft [8].

Bei der Lawinenauslösung wird in der Verhandlungsschrift seitens der WLV [9] auf die Gefahr hingewiesen, dass ein gesamter Kessel oder beide Lawinen gleichzeitig ausgelöst werden. Dies hätte zur Folge, dass große Schneemassen, welche den Talboden erreichen können, in Bewegung kommen. Durch die laufenden Sprengarbeiten wird die Schneehöhe in den Kesseln allerdings reduziert. Zusätzlich wird durch die reduzierte Schneedeckenmächtigkeit der Temperaturgradient in der Schneedecke erhöht, was zu weiteren positiven Auslöseversuchen führt.

Weiters wird darauf hingewiesen, dass auf die Vorverfüllung der Gräben und Mulden unterhalb der primären Anbruchgebiete geachtet werden muss. Durch die Vorverfüllung ist ihre natürliche Schutz- und Leitfunktion nicht mehr gegeben und sie müssen dementsprechend geräumt werden. Insgesamt werden im Dokument 25 Auflagen als notwendig erachtet, welche großteils auch für die neue Sprenganlage sinngemäß übernommen werden können. Einige Punkte wie z.B. die Errichtung einer Wetterstation wurden bereits umgesetzt. Andere wiederum sind z.B. seilbahnspezifisch und daher nicht übertragbar und können somit entfallen. Weitere Punkte, welche auch für ein neues Auslösekonzept übernommen werden können, wie die Einrichtung einer Lawinenkommission aus Experten und Sprengbefugten, mit Sprengablaufplan, ständiger Bereitschaft, Protokollierung der Lawinensituation und Sprengerfolge bzw. Negativsprengungen, werden hier nur beispielhaft angeführt. Ebenfalls macht es weiterhin Sinn die Ostkammer bei geringen Neuschneemengen auszulösen bzw. aufgrund der Schneedeckenumwandlung auch bei ausbleibendem Neuschnee Sprengungen durchzuführen. Auflagen bezüglich der Sprengkapazität der Anlage und Sprengmittelsicherung machen ebenfalls weiterhin Sinn. Allerdings muss an diesem Punkt erwähnt werden, dass die neuen Anlagen darauf dimensioniert werden, dass diese mit einer einmaligen Bestückung in der Regel den gesamten Winter abdecken.

C.4 Schneewechten in Kammlage

Im Projektgebiet bilden sich fast jedes Jahr deutlich erkennbare Schneewechten aus. Große Schneewechten entstehen dabei, abhängig von der Windrichtung, insbesondere am südlichen und östlichen Kamm der Ostkammer. Bei lange anhaltenden Windverhältnissen, welche eine Wechtenbildung stark begünstigen, wurden Wechtenhöhen von bis zu 10-15 m dokumentiert. Bei den bisherigen Lawinensprengungen wurden, selbst bei kammnahen Sprengungen, keine Wechtenbrüche dokumentiert. Lediglich ein spontaner Wechtenbruch ohne vorangehende Lawinensprengung wurde seitens der ortsansässigen Lawinenkommission dokumentiert. Somit schmelzen in der Regel die Schneewechten im Frühjahr mit den steigenden Temperaturen sukzessiv ab.

D Betroffene Infrastruktur

D.1 Parkplatz und Freiflächen

Unmittelbar neben der L197 befindet sich ein Parkplatz sowie Freiflächen, die beim Bemessungsereignis im Gefährdungsbereich der Albonalawine liegen. Die Lage, sowie eine Übersicht des Parkplatzes sind in Abbildung 14 und Abbildung 16 dargestellt.

D.2 Skipisten

Durch das Einzugsgebiet verlaufen mehrere Skipisten, die im Falle des Bemessungsereignisses im Einwirkungsbereich der Lawine liegen.

D.3 Freileitungen

In der Sturzbahn befindet sich eine 380 kV – Hochspannungsleitung der Verbundgesellschaft, die auf etwa 1660m ü NN das Einzugsgebiet quert. Dabei befinden sich zwei Maststandorte beim Bemessungsereignis im Einwirkungsbereich der Lawine, dargestellt in Abbildung 15.

Am Hangfuß, unmittelbar in der Nähe des Parkplatzes, befindet sich eine 110 kV - Hochspannungsleitung der Vorarlberger Illwerke AG, dargestellt in Abbildung 16. Ein Maststandort dieser Leitung befindet sich dabei beim Bemessungsereignis im Einwirkungsbereich der Lawine. Bei künstlicher Lawinenauslösung wird mit keiner Lawineneinwirkung gerechnet. In Abbildung 14 sind die betroffenen Maststandorte (in rot) dargestellt.

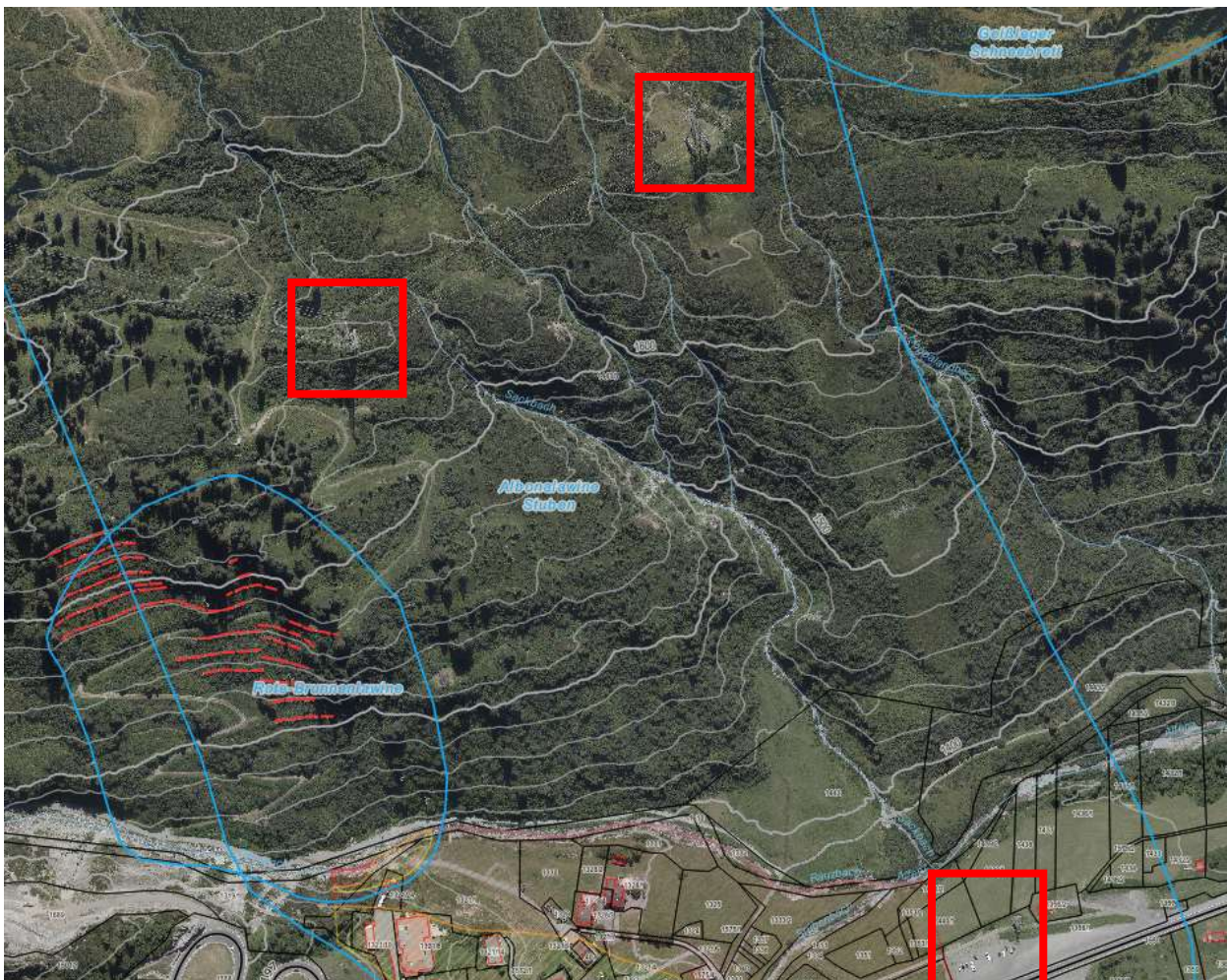


Abbildung 14: Übersicht der betroffenen Maststandorte (in rot)



Abbildung 15: Maststandorte der 380 kV - Leitung;
Quelle: Google Maps, aufgenommen: Feb. 2019



Abbildung 16: Maststandort der 110 kV - Leitung (im unteren Bildbereich);
Quelle: Google Maps, aufgenommen: Feb. 2019

D.4 Landesstraße

Die Landesstraße L197 - Arlbergstraße wird im Projektgebiet im Bereich Stuben bei km 16,40 bis km 16,75 von der Albonalawine Stuben gequert. Beim Bemessungsereignis T150 wird diese auf einer Breite von ca. 600 m überströmt. Vergangene Ereignisse, welche unter Kapitel C.2 „Lawinenchronik und Schadlawine 1988“ erläutert werden, waren der Auslöser für die Errichtung der bestehenden Sprengseilbahn. Die nachfolgende Abbildung 17 zeigt den betroffenen Abschnitt der Landesstraße (in rot).

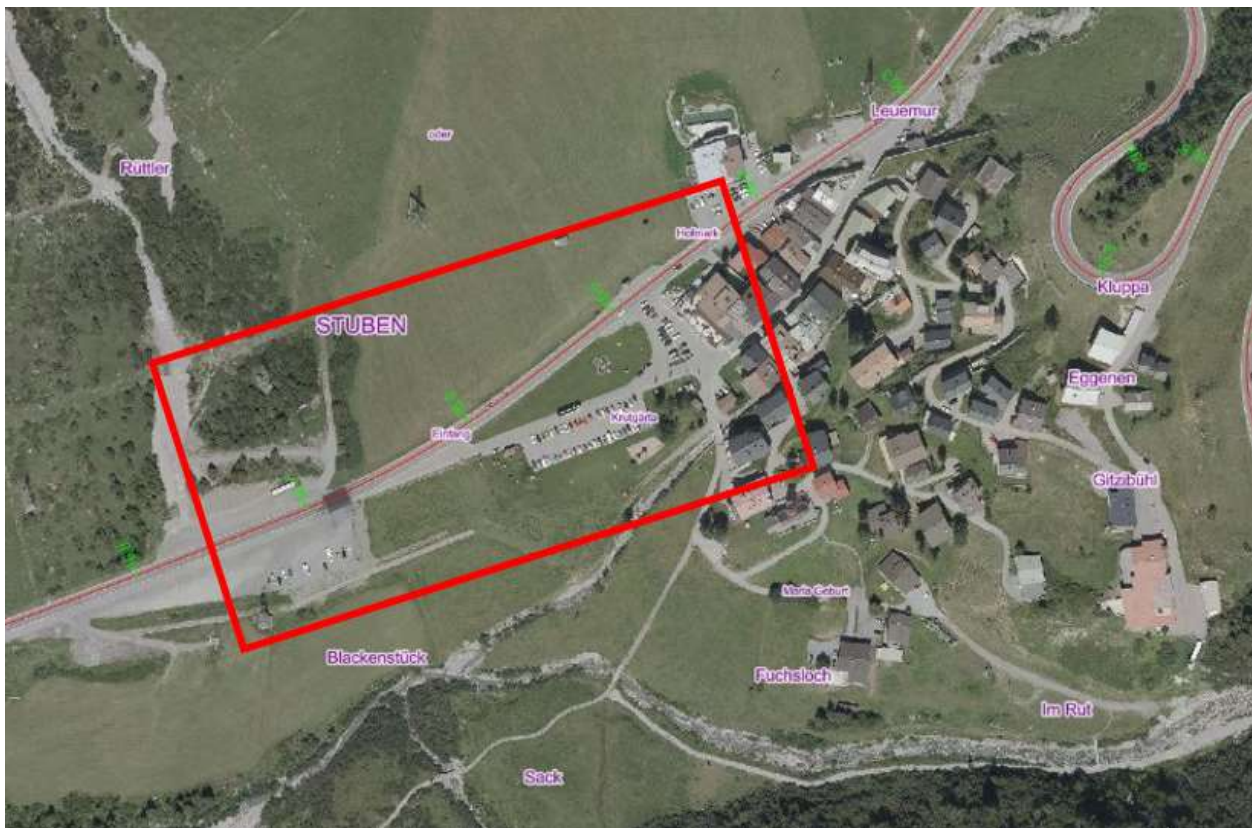


Abbildung 17: Querung der L197 im Bereich km 16,40 bis km 16,75 [rot], <http://vogis.cnv.at/>, 17.11.2022.

D.5 Ort Stuben

In Abbildung 18 ist der betroffene Ort Stuben (Gemeinde Klösterle) sowie die bestehende Gefahrenzonenplanung lt. WLV dargestellt. Die Albonalawine trifft dabei beim Bemessungsereignis den westlichen Rand des Ortsgebietes. Einzelne Grundstücke befinden sich dabei in der roten Zone, welche im Abschnitt **B.2 Eigentum und Widmung** bzw. im Anhang **L.1 Grundstücksverzeichnis** aufgelistet sind.

Vergangene Ereignisse, welche unter dem Punkt C.2 „Lawinenchronik und Schadlawine 1988“ erläutert werden, sind auch hier der Grund für die Errichtung der bestehenden Sprengseilbahn und auch für dieses Projekt.

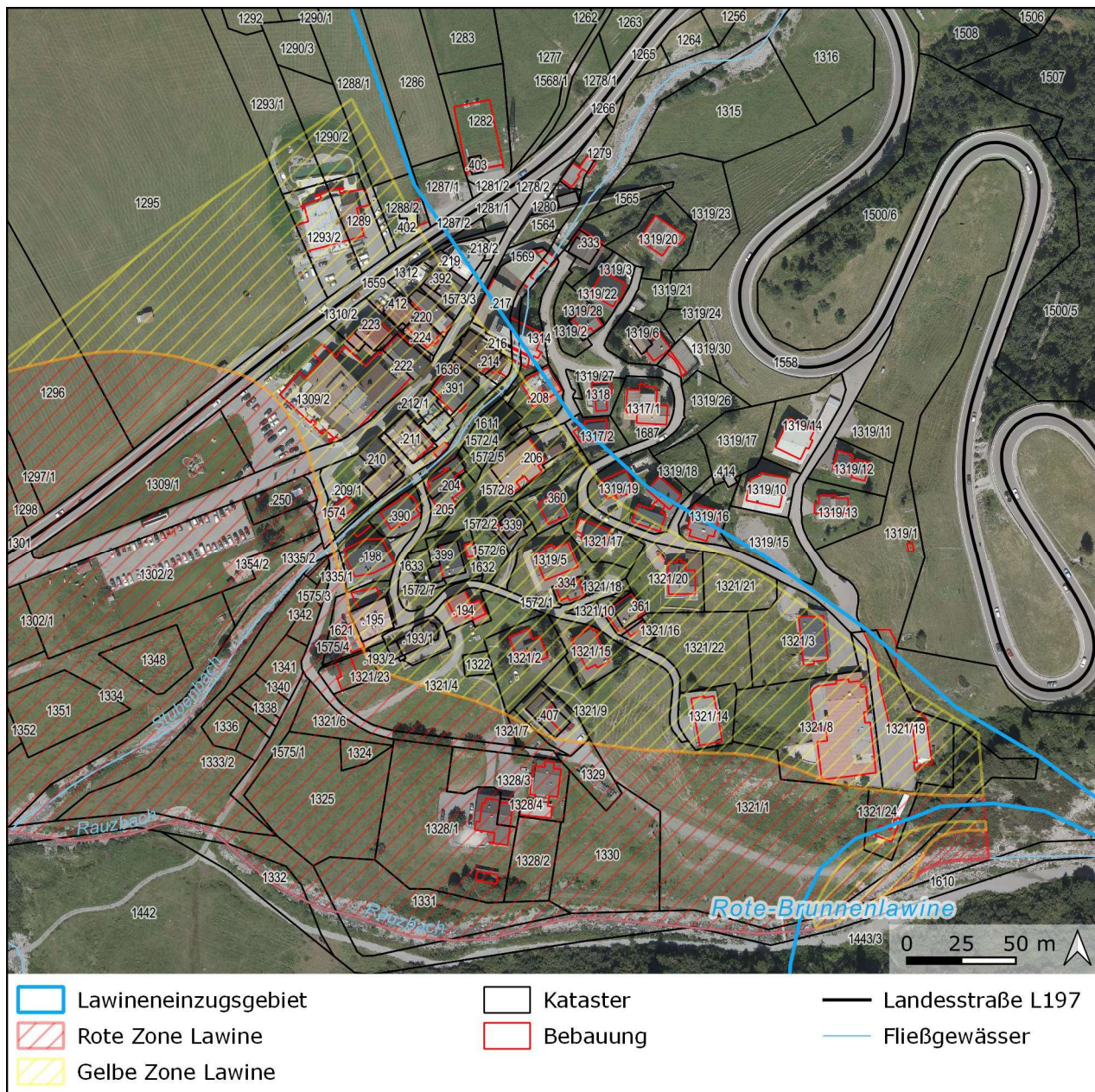


Abbildung 18: Stuben mit bestehender Gefahrenzonenplanung lt. WLV

E Variantenstudie

Nachdem im Untersuchungsgebiet seit 35 Jahren mittels einer temporären Lawinenauslösung gearbeitet wird und die Sicherung der darunterliegenden Infrastruktur erfolgreich gewährleistet wurde, wird auch für die geplante Ersatzanlage eine künstliche Lawinenauslöseanlage empfohlen und erarbeitet. Mittels Variantenstudium soll ein passendes Lawinenauslösesystem gefunden werden. Dazu wurden unterschiedliche Systeme in Hinblick auf deren Funktion sowie standortspezifische Rahmenbedingungen untersucht. Es wurden folgende ortsfeste Systeme unterschiedlicher Hersteller betrachtet:

Die Lawinenauslösung mittels Gasgemischzündung:

- Gazex
- O'Bellx

Die Lawinenauslösung mittels Lawinenmasten:

- Wyssen
- Inauen Schätti

Die Lawinenauslösung mittels einer Wurfanlage:

- Inauen Schätti (Lawinenwächter)

Kombination Lawinenmast mit Lawinenwächter:

- Inauen Schätti

Aufgrund der Geländebeschaffenheit des Anbruchgebietes (flächig ebenmäßig geneigt) sollen Systeme verwendet werden, die eine möglichst große Druckwirkung auf eine Fläche erzielen, um den größtmöglichen relativen Wirkungsradius zu erzeugen. Nachfolgende Abbildung 19 zeigt den relativen Wirkungsradius in Abhängigkeit von der Position des Auslösepunktes bezogen zur Schneeoberfläche.

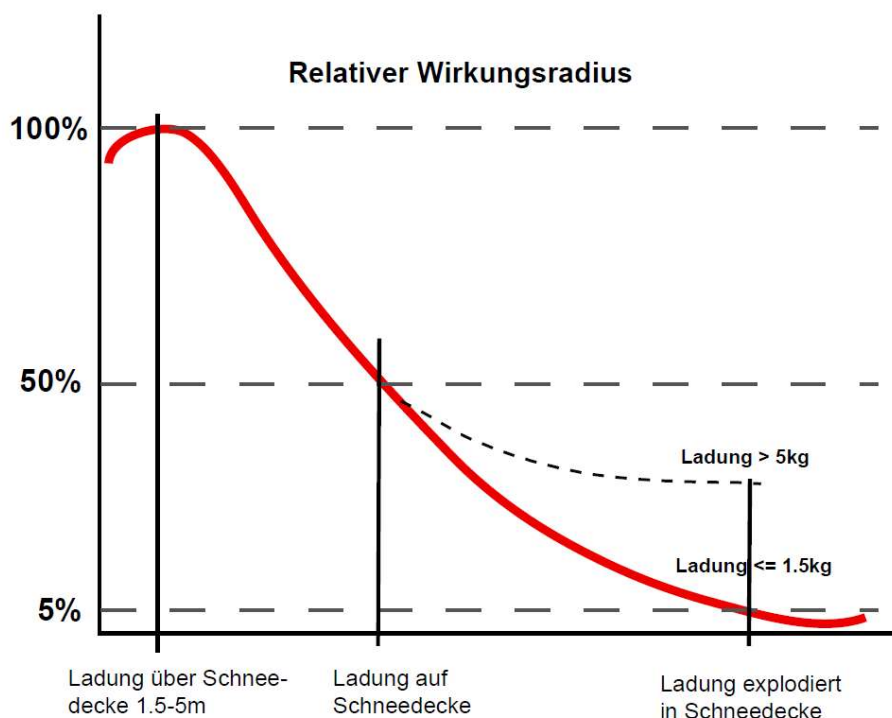


Abbildung 19: Abhängigkeit des Wirkungsradius (Radius einer kreisförmigen Fläche mit Zentrum im Auslösepunkt) von der Position des Auslösepunktes relativ zur Schneeoberfläche. Quelle: Gubler, Hansueli u.a. (2011): Leitfaden künstliche Lawinenauslösung, wyssen avalanche control AG, Reichenbach, Abb.7, S.21

Erkennbar ist, dass bei Ladungen, welche innerhalb der Schneedecke ausgelöst werden, der Großteil der Energie in die Erzeugung des typischen Kraters „verloren“ geht und somit einen drastisch reduzierten Wirkungsradius aufweisen. Ladungen, welche auf der Oberfläche der Schneedecke ausgelöst werden, weisen nur etwa 50 % des möglichen Wirkungsradius auf. Bei einer Ladung über der Schneedecke kann die Energie der Auslösung genutzt werden, um den maximalen Wirkungsradius zu erzielen. Dieser ist ausschlaggebend für das Anbruchgebiet, um die Anzahl der erforderlichen Auslösepunkte zu erhalten. Mittels der nachfolgenden tabellarischen Gegenüberstellung soll auf die Systemwahl für das Projektgebiet eingegangen werden. Es wurde dabei mit dem Bewertungssystem nach Stoffel Lukas, 2013 [11] vorgegangen.

Tabelle 3: Wertungssymbole und Bedeutung

Symbol	Beschreibung
+	günstig
+/-	mittel / ausgeglichen
-	ungünstig

E.1 Vergleich Funktion

In nachfolgender Tabelle 4 ist der Vergleich in Hinblick der Funktion dargestellt. Die Arbeitsgrundlage dieser Gegenüberstellung bildet dabei ebenfalls die Publikation des WSL-Institutes für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos, Stoffel, Lukas (2013) [11]. Wichtig zu erwähnen ist dabei, dass der Vergleich allgemein geführt wurde und somit vorab unabhängig von anderen Einflussfaktoren, wie zum Beispiel von Magazingrößen oder Rohrdurchmessern, ist. Dies wurde anschließend, beim Vergleich der standortspezifischen Rahmenbedingungen, ergänzt.

Für das Projektgebiet besonders ausschlaggebende Kriterien wurden dabei farblich markiert. **Grün** steht dabei für besonders günstig und **rot** für ungünstig. Besonders auffällig ist dabei, dass das System der Wurfanlage im negativen Sinne heraussticht. Aufgrund der im Vorhinein beschriebenen Thematik der schlechteren Wirkungsweise bei Auslösungen in bzw. auf der Schneedecke, weißt eine Wurfanlage ungünstigere Wirkungsradien auf. Ergänzend dazu hat eine Wurfanlage die spezielle Überschießproblematik sowie die daraus resultierende Anfälligkeit von Treffsicherheiten, unter anderem wegen Windeinfluss. Ebenso ist die Problematik bei Blindgänger größer. Gleichbedeutend sind die ungünstigen Kriterien ebenso für die Kombination Lawinenmast mit Lawinenwächter. Das System Lawinenmast hat dabei hingegen den größten Wirkungsradius, da die Ladung bis zur Detonation ca. 2-8 Meter über der Schneeoberfläche an einer Leine hängt und somit eine Überschneeauslösung garantiert.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Funktion nach Stoffel Lukas, 2013, S.16 [11]

Kriterien	Gasgemisch		Lawinenmast	Wurfanlage
	Gazex	O'BellX	Wyssen, Inauen Schätti	Lawinenwächter (Inauen Schätti)
Wirkungszone	+/- (gut geeignet für Rinnen)	+/- (etwas größer als Gazex)	+	+/- jedoch reduzierte Treffsicherheit (Windeinfluss)
Installation im Gelände	- (Gasleitung)	+	Fundament aus STB mit Ankern (Wyssen : 0,5 m3 Beton, 4 vertikale Ankerstangen zu 1,5 m (Fels) oder 4 Ankermikropfähle bis ca. 7 m Länge (Lockergestein) + jeweils 1 schräge Verankerung// Inauen Schätti : Beton-, Schwergewichts- (max. 4 m3 Beton) oder Felsfundament; 4 Anker)	+
Sprengstoffmagazin/ Arbeit mit Sprengstoffmagazin/ Arbeit mit Sprengstoff/ Lawinensprengkurs	+	+	-	-
Versager	+	+	+/- selten Versager, da Verwendung von Doppelzündung	- (Wartezeit) und reduzierte Treffsicherheit (Windeinfluss)
Rückstände im Gelände (nach positiver Sprengung)	+	+	+/- Hüllen der Ladung verrottbar (Wyssen : aus verrottbarem Kunststoff, Inauen Schätti : aus Holz und Karton)	-
Anzahl Sprengungen ohne Nachfüllen	+(Während des Winters i.d.R. nicht notwendig; pro Zündrohr 30-60 Schüsse möglich)	+(Während des Winters i.d.R. nicht notwendig; ca 40 Schuss)	+/- (je nach Magazingröße evtl. Nachfüllung im Winter notwendig)	+/-
Ort: Sprengladungen nachfüllen, Gasflaschen wechseln, resp. Inbetriebnahme	-(Person vor Ort)	+/- (Austasch im Tal aber Flugwetter notwendig)	+/- (Austasch im Tal aber Flugwetter notwendig)	-
Anzahl Sprengpunkte (pro Zündrohr / Mast)	- ein fixer Standort, keine Variaiton möglich	- ein fixer Standort, keine Variaiton möglich	- ein fixer Standort, keine Variaiton möglich	+
Dauer einer Aktion	+	+	+	-
Verschiebung eines bereits gebauten Zündrohrs / Masts (Standortkorrektur)	-	+	+	+/-
Wirkungsweise (im Schnee/ über Schnee)	+	+	+	-

E.2 Vergleich standortspezifische Rahmenbedingungen

Die standortspezifischen Rahmenbedingungen wurden mit Abstimmung der örtlichen Entscheidungsträger bzw. Betreibern auf Basis von technischen sowie bestehenden Anforderungen erörtert und sind in nachfolgender Tabelle 5 dargestellt. Ein ausschlaggebender Punkt in der Variantenstudie ist der vorgegebene Richtwert von mindestens 20 Auslösungen pro Jahr. Diese Anzahl an Mindestauslösungen wurde vom Betreiber der bestehenden Sprengseilbahn vorgegeben, welche aus der langjährigen Erfahrung mit der bestehenden Sprengseilbahn basiert. Dies ist ein entscheidender Punkt, um eine mögliche Nachfüllung während der Wintersaison zu vermeiden. Da es sonst zu etwaigen zusätzlichen Kosten wie zum Beispiel zu Helikoptereinsätzen kommt. Dies ist, bis auf die Wurfanlage, bei allen Systemen gegeben. Da die Wirkungsradien der Systeme mit Gasgemisch sich deutlich von denen mit Lawinenmasten unterscheiden, wurde der Lawinenmast positiv hervorgehoben.

Tabelle 5: Gegenüberstellung der standortspezifischen Rahmenbedingungen

	Gasgemisch		Lawinenmast		Wurfanlage
	Gazex	O'BelIX	Innauen Schätti	Wyssen	Lawinenwächter
Richtwert min. Auslösungen pro Jahr: 20	+	+	+	+	-
Anbruchgebiet: flächig ebenmäßig geneigt (hoher Wirkungsradius)	-	-	+	+	-
Anzahl benötigte Auslöseanlagen	-	-	+	+	-

E.3 Bewertung

Um die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Systeme zu quantifizieren wurde ein Bewertungsschlüssel eingeführt, der schließlich zu einem aussagekräftigen Ergebnis der Variantenstudie führt.

Für den Vergleich der Funktion wurde folgender Bewertungsschlüssel verwendet:

Tabelle 6: Bewertungsschlüssel Funktion

Bewertungsschlüssel:	
+	1
+/-	0
-	-1

Für den Vergleich der standortspezifischen Rahmenbedingungen wurde folgender Bewertungsschlüssel verwendet:

Tabelle 7: Bewertungsschlüssel standortspezifische Rahmenbedingungen

Bewertungsschlüssel:	
+	2
+/-	0
-	-2

Dieser wurde doppelt gewichtet, da die lokalen Rahmenbedingungen bzw. die Vorgaben der Betreiber aufgrund der langjährigen Erfahrung mit künstlichen Lawinenauslösungen einen größeren Einfluss auf das Endergebnis der Variantenstudie haben soll. In nachfolgender Tabelle 8 ist die Bewertung der beiden Vergleiche sowie das Gesamtergebnis dargestellt. Dabei kristallisiert sich der Lawinenmast als klarer Gewinner heraus. Aufgrund des eindeutigen Ergebnisses wurde die weitere Bearbeitung des Projektes anhand von dem System Lawinenmast ausgearbeitet.

Tabelle 8: Ergebnis der Variantenstudie mit Aufschlüsselung

Kriterien	Gasgemisch		Lawinenmast	Wurfanlage
	Gazex	O'BeilX	Wyssen, Inauen Schätti	Lawinenwächter (Inauen Schätti)
Funktion mit Bewertung	2	7	3	-4
standortspezifische Rahmenbedingungen mit Bewertung	-2	-2	Inauen Schätti 6	-6
			Wyssen 6	
Gesamtbewertung	0	5	Inauen Schätti 9	-10
			Wyssen 9	

F Numerische Simulation Lawinenprozess

Lawinenanbrüche sind vorwiegend in den Zonen des subalpinen und alpinen Höhenstockwerkes sowie in Waldgebieten mit lockerer Bestockung zu erwarten. Lawinen und Schneerutsche treten am häufigsten im Neigungsbereich zwischen 28° (57,5%) und 50° (119,2%) auf (Salm 1990, SLF 1999, WSL 1990, SLF 2005, WSL 2007). Bei sehr steilem Gelände lösen sich Lawinen bereits während des Schneefalls ab. Daher bauen sich in der Regel nur geringe Schneemächtigkeiten auf und es treten daher keine Großlawinen auf. Für den Anbruch von Lawinen und Schneerutschen sind neben entsprechenden Witterungsverhältnissen (Schneeniederschlag, Wind) auch passende Geländebedingungen (Neigung, Kleinmorphologie, Exposition) und eine größere, potenziell zusammenhängende Anbruchfläche erforderlich. In Abhängigkeit von der Kubatur erfolgt eine Unterteilung in Kleinlawinen (< 25.000m³), mittelgroße Lawinen (25.000m³ - 60.000 m³) und Großlawinen (> 60.000m³) (SLF, 2005).

Die Einzellawinen unterscheiden sich in ihrem Fließverhalten vor allem durch eine unterschiedliche turbulente und trockene Reibung. Die turbulente Reibung hängt sehr stark von der Größe der Lawine, der Topografie (flächig, kanalisiert, runsenhaft), von der relativen Rauigkeit als Verhältnis der vorhandenen Rauigkeit und der Fließhöhe sowie der Seehöhe ab. Die trockene Reibung hängt vor allem von den Schneeeigenschaften Temperatur, Dichte, Wassergehalt sowie vom Druck des Lawinenschnees senkrecht zur Bodenoberfläche und der Lawinengeschwindigkeit ab.

Die Lawinenberechnung ist neben der Gewinnung von Erkenntnissen aus der naturräumlichen Erhebung und der Aufarbeitung der Historie als eine wichtige Komponente in der Gesamtanalyse anzusehen. Als Grundlage für die numerischen Analysen werden Lawinenanbruchgebiete mit folgenden Teilschritten abgegrenzt:

- (1) Bestimmung der Rauigkeit und Kleinmorphologie mittels 1 m x 1 m DGM sowie Überprüfung vor Ort im Zuge der Felderhebungen
- (2) Abgrenzung der Vegetation im Gelände auf Basis von Luftbildkarten
- (3) Eruierung der Geländeneigung mit hohem Potential zum Anbrechen von Lawinen (28° - 55°)
- (4) Daten zur Exposition im Projektbereich, um mögliche Triebsschneebereiche herauszufiltern
- (5) Aufnahme von stummen Zeugen im Gelände
- (6) Aufnahme bestehender permanenter Schutzbauwerke im Gelände auf Basis von Luftbildkarten
- (7) Befragung von Personen mit Kenntnis zur örtlichen Lawinensituation
- (8) Auswertung von historischen Luftbildern

Als Grundlage für die oben angeführten Kartierungsinhalte wurde ein hochauflösendes Geländemodell herangezogen (1 m x 1 m). Daraus wurden folgende Parameter berechnet und kartographisch dargestellt.

- (1) Hangneigung (28° - 60°) zur Vorabgrenzung von Anbruchgebieten
- (2) Fließrichtungen zum Erkennen von Geländekanten, Mulden und Rücken
- (3) Krümmung
- (4) Exposition

F.1 Lawinenanbruchgebiete

Auf Basis der Geodaten (Hangneigungen und Expositionen) und in Absprache mit der örtlichen Lawinenkommission wurden neun Anbruchgebiete definiert (Abbildung 20 und Abbildung 21), wobei sich sechs in der Ostkammer und drei in der Westkammer der Albonalawine befinden. Die definierten Anbruchgebiete befinden sich auf einer Seehöhe zwischen 2160 und 2380 m ü. A., sind im Mittel 38° steil und die Hauptexposition der Anbruchgebiete ist Nordwest bis Nordost. Die genauen Charakteristika der Anbruchgebiete sind in Tabelle 9 dargestellt.

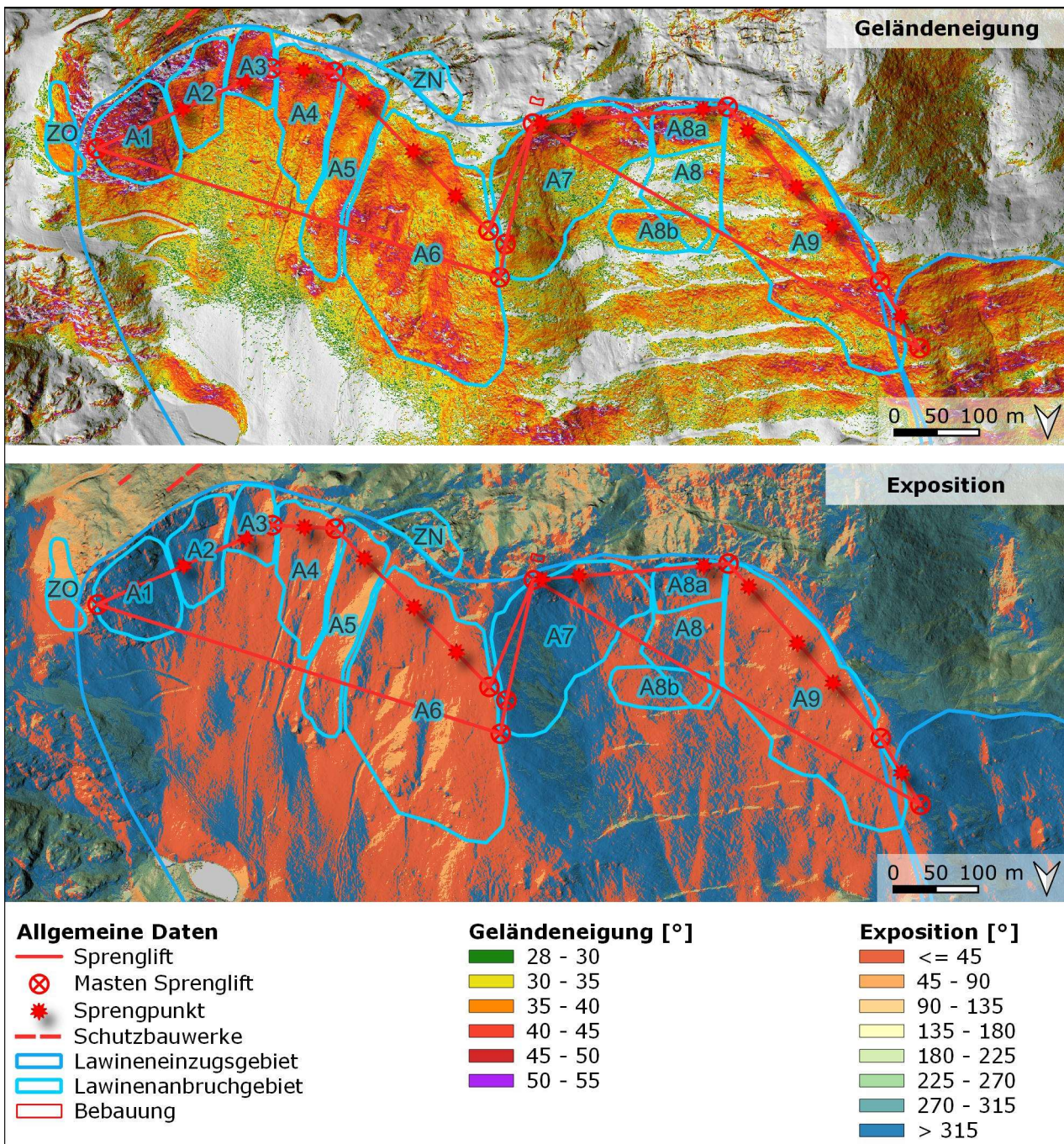


Abbildung 20: Geländeneigung und Exposition der Anbruchgebiete.

Tabelle 9: Eckdaten der Anbruchgebiete

Lokalisation	Anbruch Nr.:	Fläche [m²]	mittlere Neigung [°]	mittlere Höhe [m.ü.A.]	Exposition
Ostkammer	A1	12 378	45	2 298	NW
Ostkammer	A2	8 162	43	2 320	NW
Ostkammer	A3	4 960	44	2 348	NO
Ostkammer	A4	10 309	40	2 320	NO
Ostkammer	A5	13 665	39	2 286	NO
Ostkammer	A6	47 043	39	2 247	NO
Westkammer	A7	27 540	37	2 301	NW
Westkammer	A8	27 976	34	2 297	NO
Westkammer	A8a	13 988	41	2 331	NO
Westkammer	A8b	13 988	35	2 252	NO
Westkammer	A9	30 167	37	2 277	NO
Zusatz N	ZN	3 532	20	2 364	SO
Zusatz O	ZO	2 013	39	2 291	S

Die Anbruchgebiete A1 bis A6 befinden sich im Ostkessel der Albonalawine und werden derzeit bei einer Neuschneesumme von 30 cm zur Sicherung der darunterliegenden Skipiste mithilfe des Sprengliftes ausgelöst. Die Anbruchgebiete A7 bis A9 befinden sich im Westkessel der Albonalawine und werden zur Sicherung der Landesstraße bei einer Neuschneesumme von 50 cm künstlich ausgelöst.

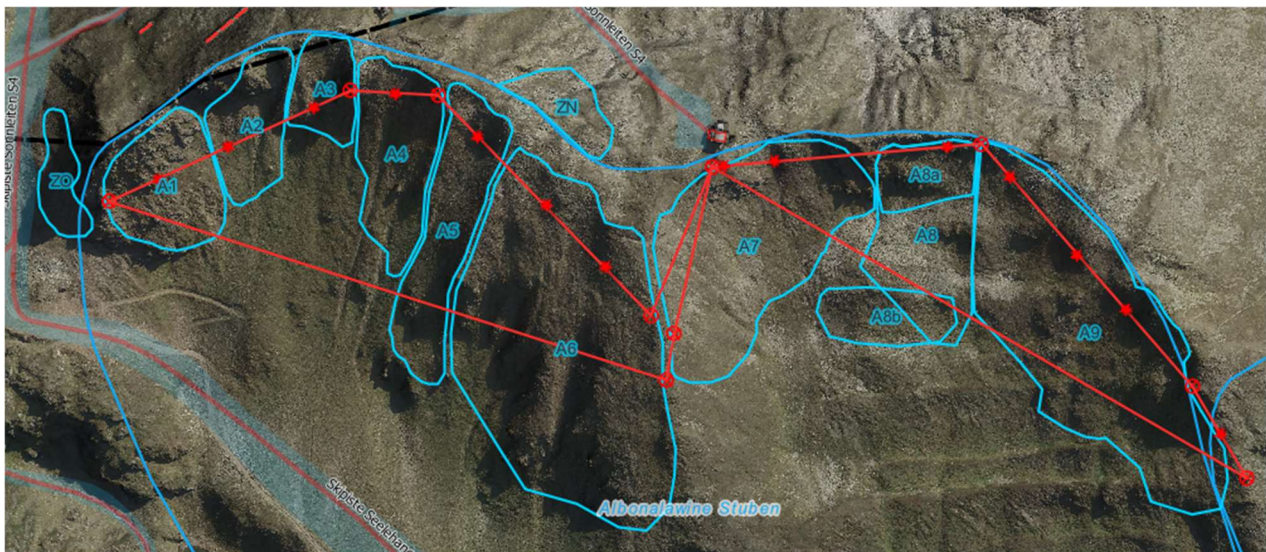


Abbildung 21: Definierte Anbruchgebiete in Absprache mit der örtlichen Lawinenkommission (Karte gesüdet).

Zusätzlich zu den bereits genannten Anbruchgebieten wurde das Anbruchgebiet A8 unterteilt in A8a und A8b, wobei letzteres als Sekundärauslösung von A8a mitsimuliert wurde. Das Anbruchgebiet ZO wurde bisher händisch von der Lawinenkommission zur Sicherung der darunterliegenden Skipiste ausgelöst und soll bei dem zu entwickelnden Auslösekonzept ebenfalls über eine Fernauslösung abgedeckt werden. Das Anbruchgebiet ZO hat keine Auswirkung auf die Landesstraße und dient ausschließlich der Sicherung der Skipiste. Aus den bisherigen Lawinensprengungen ist außerdem bekannt, dass bei Sprengungen im Bereich der Anbruchgebiete A5 und A6 das Anbruchgebiet ZN ebenfalls mitausgelöst wird. Um diesen Effekt auch bei dem neuen Auslösekonzept zu betrachten, wurde dieses Anbruchgebiet ebenfalls in die Beurteilung mitaufgenommen. Im Aufnahmeblatt der Albonalawine [4] wird der Bewuchs der

Anbruchgebiete als Krummholz (Latsche, Legbuche, Grünerle) und alpines Ödland beschrieben. Für die Sturzbahn der Albonalawine wird ebenfalls Krummholz und alpines Ödland angegeben.

F.2 Simulationsparameter

Für das vorliegende Projekt wurden Simulationen mit dem Programm RAMMS: AVALANCHE durchgeführt. Die Szenarien wurden mit variablen Berechnungsmodi für ein 100-jährliches Ereignis errechnet. Für das Bemessungsereignis wurden die Anbruchgebiete sowohl einzeln ausgelöst als auch ein Szenario, bei welchem alle Anbruchgebiete gemeinsam ausgelöst werden, simuliert. Beim gemeinsamen Auslösen aller Anbruchgebiete ist mit einem Anbruchvolumen von ca. 450.000 m³ zu rechnen, wodurch die Lawine im Zuge der Simulation als „Großlawine“ eingestuft wird. Dieser wird nach ONR 24805 ein Wert von 1,55 - 0,20 für μ in der Fließphase zugeordnet. Die Verwendung der einzelnen Parameter für die unterschiedlichen Simulationsmodelle wird im Folgenden angeführt.

Das Simulationsmodell basiert auf der Annahme, dass sich im Lawinenkörper keine internen Deformationen ereignen. Die Reibungsparameter μ und ξ beschreiben den Anteil der trockenen Reibung von Couloumb bzw. den geschwindigkeitsabhängigen Reibungswiderstand (vgl. Tabelle 10, Abbildung 22 und Abbildung 23). Beide Reibungswiderstände sind abhängig von der Größe der Lawine. Das Modell teilt das Bearbeitungsgebiet in drei Zonen. Um die damit einhergehenden Höhenlimits anzupassen wird der Bereich zwischen dem höchsten Punkt der Anbruchgebiete und dem untersten Punkt des angenommenen Ablagerungsbereichs gedrittelt. Das Reibungsmodell ist ein variables Fließregime, wobei für die Anbruchdichte ein Wert von 300 kg/m³ angenommen wurde.

Tabelle 10: Mü- Xi-Tabelle für die T=100 bei großen Lawinen in RAMMS.

	>2000 mMh		2000 – 1000 mMh		< 1000 mMh	
	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
Open Slope	0.200	2000	0.180	2500	0.165	3000
Channeled Slope	0.250	1500	0.230	1750	0.220	2000
Gully Slope	0.315	1200	0.300	1350	0.280	1500
Flat Area	0.180	3000	0.160	3500	0.150	4000
Forested Area	0.020	400	0.020	400	0.020	400

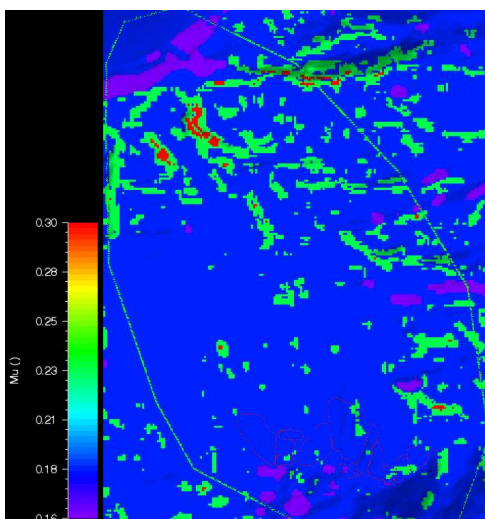


Abbildung 22: Nach Gelände angepasste μ -Werte für die Simulation mit RAMMS

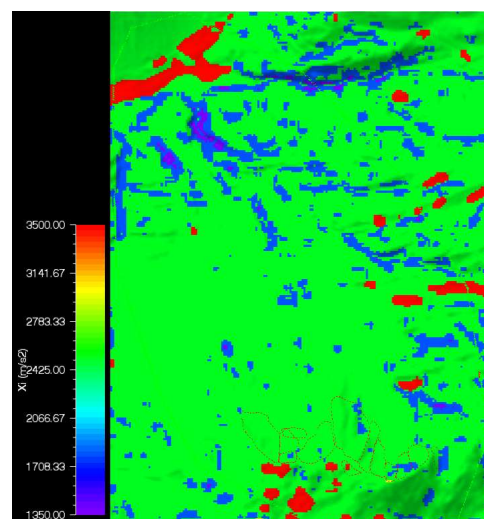


Abbildung 23: Nach Gelände angepasste ξ -Werte für die Simulation mit RAMMS.

Die Simulationen wurden mit einer Auflösung von 5 x 5 m des Geländemodelles berechnet. Diese Geländeaufösung wird auch von den Entwicklern der Simulationssoftware für Großlawinen empfohlen. Die Anbruchgebiete wurden einzeln und gruppiert nach Kammer und Exposition simuliert. Zusätzlich wurde eine Simulation erstellt, in welcher alle Anbruchgebiete gleichzeitig ausgelöst werden.

F.3 Schneehöhen und Anbruchmächtigkeiten

Die Schneemächtigkeiten für ein 150 jährliches Ereignis wurden auf Basis des EVA+ Tools der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und nach den Schweizer Richtlinien unter Berücksichtigung des Höhen- und Neigungsfaktors ermittelt und mit entsprechenden Neigungskorrekturen und lagenbezogenen Tribschneezulagen beaufschlagt. Als Ausgangswert wurde der 3TNSS 150J der Station Langen (1218 m) verwendet. Der 3TNSS 150J für die Wetterstation Langen am Arlberg beträgt laut WLV 196 cm auf 1218 m ü. A. Die daraus resultierenden Anbruchmächtigkeiten und Anbruchvolumen aller Anbruchgebiete bei einem 150-jährigen (T150) Lawinenereignis werden in der nachstehenden Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Charakteristika der Anbruchgebiete und Anbruchmächtigkeiten bei T150.

Nr.:	3-TNSS Zonen- methode [cm]	3-TNSS Gradienten- methode [cm]	Tribschnee- zuschlag	Neigungsfakt or (ψ) [cm]	Anbruchmächtigkeit Zonenmethode	Anbruchmächtigkeit Gradientenmethode	Anbruchvolumen [m³]
A1	351	311	0	0,518	182	161	31 997
A2	354	314	0	0,554	196	174	21 764
A3	358	317	30	0,539	209	187	14 345
A4	354	314	30	0,606	233	208	31 257
A5	349	310	30	0,621	235	211	41 448
A6	343	306	30	0,636	237	214	142 625
A7	351	312	0	0,679	238	212	81 966
A8	351	311	30	0,762	290	260	97 740
A8a	356	315	30	0,586	226	202	41 810
A8b	344	307	30	0,731	273	246	46 633
A9	348	309	30	0,662	250	224	94 923
ZN	361	318	50	1,354	556	499	20 956
ZO	350	311	50	0,634	254	229	6 528

F.4 Ergebnisse

Um die Lawinensituation im Projektgebiet abzubilden wurden numerische Simulationen mit dem Lawinensimulationsmodell RAMMS erstellt. Die T150-Szenarien für maximale Druckwirkung und maximale Fließhöhe wurden mit dem jeweils höheren Wert der Anbruchmächtigkeiten aus Tabelle 11 simuliert.

Das Simulationsergebnis zeigt, dass sich die Schneemassen vom Anbruchgebiet mit einer ausgeprägten lateralen Ausdehnung talwärts bewegen (siehe Abbildung 24). Das homogene Gelände im Bereich der Anbruchgebiete begünstigt diesen Effekt. Die Schneemassen aus der Westkammer fließen mit einer annähernd gleichbleibenden Ausbreitung talwärts. Entlang der Zuläufe des Sackbachs erreichen die Schneemassen die höchsten maximalen Fließhöhen und folgen den Wasserläufen weiter talwärts. Ab einer Seehöhe von ca. 1700 m beginnen sich die Schneemassen zu kanalisieren und folgen beim Einfließen in den Sackbach, dessen ausgeprägter Tiefenlinie. Im Talboden öffnet sich auf einer Seehöhe von ca. 1400m.ü.A das Gelände wieder und die Schneemassen breiten sich erneut aus. Durch die geringe

Geländeneigung und die laterale Ausbreitung der Lawine werden die Schneemassen zusätzlich gebremst und kommen bei diesem Szenario unmittelbar vor Erreichen der Landesstraße und des Siedlungsraums zum Erliegen. Der Parkplatz (Grundstücknummer: 1356/1) wird von den Schneemassen teilweise überströmt.

Die Schneemassen aus der Ostkammer (A1-A6) fließen ebenfalls mit einer ausgeprägten Ausdehnung talwärts. Auf einer Seehöhe von 1900 m erreichen die Schneemassen den Geländerücken, auf welchem sich die Liftstation Albonabahn I befindet. Von diesem Rücken und dem kanalisierten Sackbach werden die Schneemassen in Richtung Westen abgeleitet. Dem Bachlauf folgend fließen die Schneemassen kanalisiert weiter talwärts. Im Talboden öffnet sich das Gelände wieder und die Schneemassen breiten sich aus. Durch die geringe Geländeneigung und die laterale Ausbreitung der Lawine werden die Schneemassen zusätzlich gebremst und kommen unmittelbar hinter der Alfenz zum Erliegen.

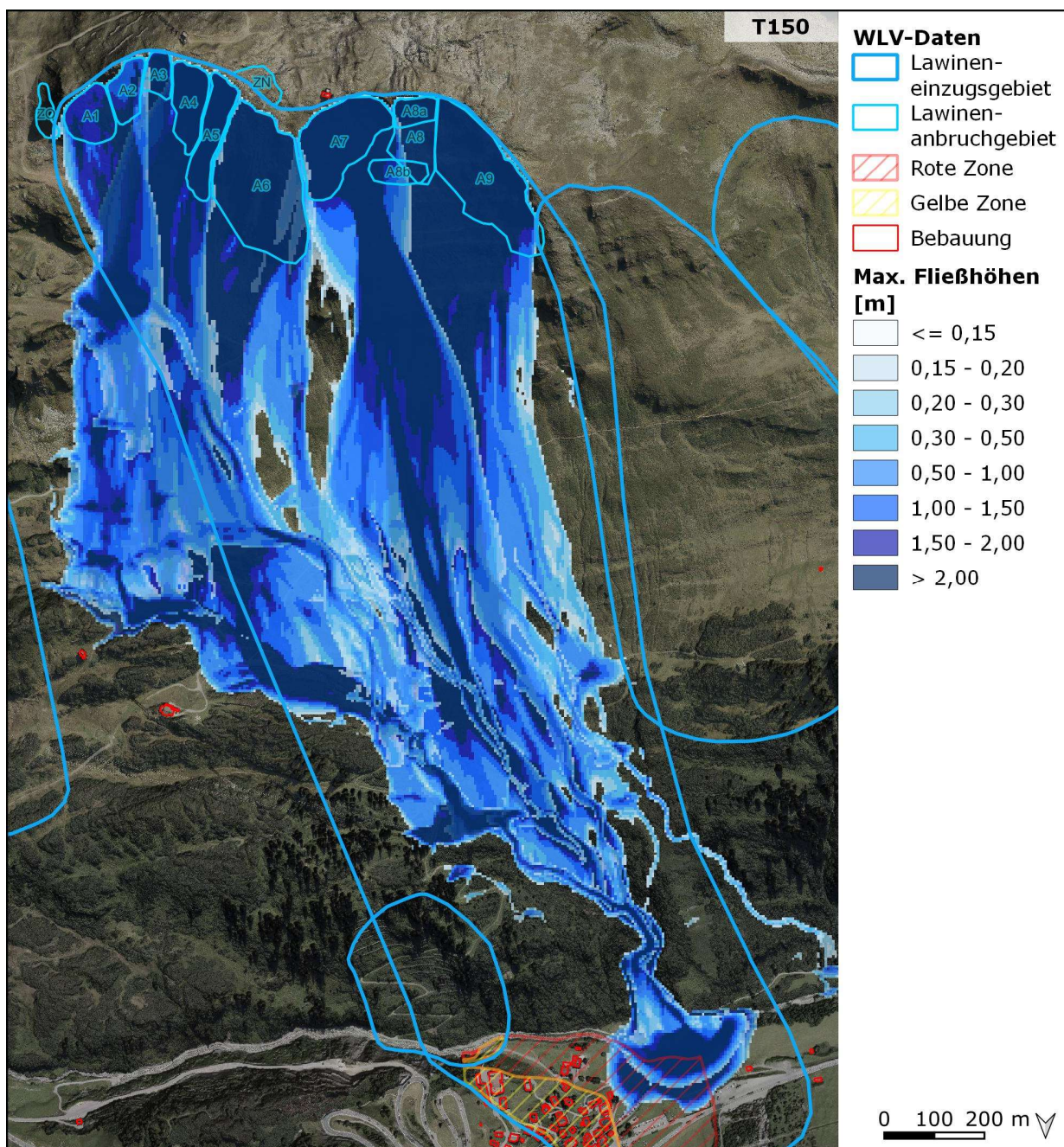


Abbildung 24: Simulationsergebnis der Maximalen Fließhöhen [m] bei einer T150 Lawinensituation.

Da die Anbruchgebiete auf Basis der laufenden künstlichen Lawinenauslösungen in Absprache mit der örtlichen Lawinenkommission definiert wurden, kann nur eine Annäherung an das Lawinenereignis von 1988 bzw. an das Bemessungsereignis vor Errichtung der Sprengseilbahn erzielt werden. Aufgrund der regelmäßigen Lawinensprengtätigkeiten in den Anbruchgebieten werden Schwachschichten und größere Neuschneeansammlungen sukzessive abgelöst. Durch dieses Vorgehen kann davon ausgegangen werden, dass die Anbruchgebiete im Vergleich zur Schadlawine 1988 etwas geringer ausfallen. Aus dieser Reduzierung folgt auch eine geringe Ausdehnung der Albonalawine mit weniger Einwirkungen auf die Gebäude im Ort Stuben.

Die Albonalawine gilt als staubfähig, allerdings wurden keine Staublawinen mit RAMMS simuliert. Die gelbe Lawinenzone entspricht ca. der zu erwartenden Staubeinwirkung (vgl. Abbildung 18).

F.5 Simulation der 1988er Schadlawine

Das Bemessungsereignis wurde simuliert und mit dem Lawinenereignis von 1988 verglichen. Für diese Simulation wurde davon ausgegangen, dass sich, wie in der Lawinenchronik beschrieben, der gesamte Westkessel ablöst. Diese Simulation stellt also ein Bemessungsereignis vor der Errichtung und Betrieb einer künstlichen Lawinenauslösung dar. Alle lawinenanbruchrelevanten Flächen im Westkessel wurden somit in ein Anbruchgebiet aufgenommen. Dieses erreicht eine Fläche von ca. 15,8 ha mit einer durchschnittlichen Neigung von 35°. Als Triebsschneezulage wurden 50 cm veranschlagt, woraus sich eine Anbruchmächtigkeit von 2,9 m ergibt.

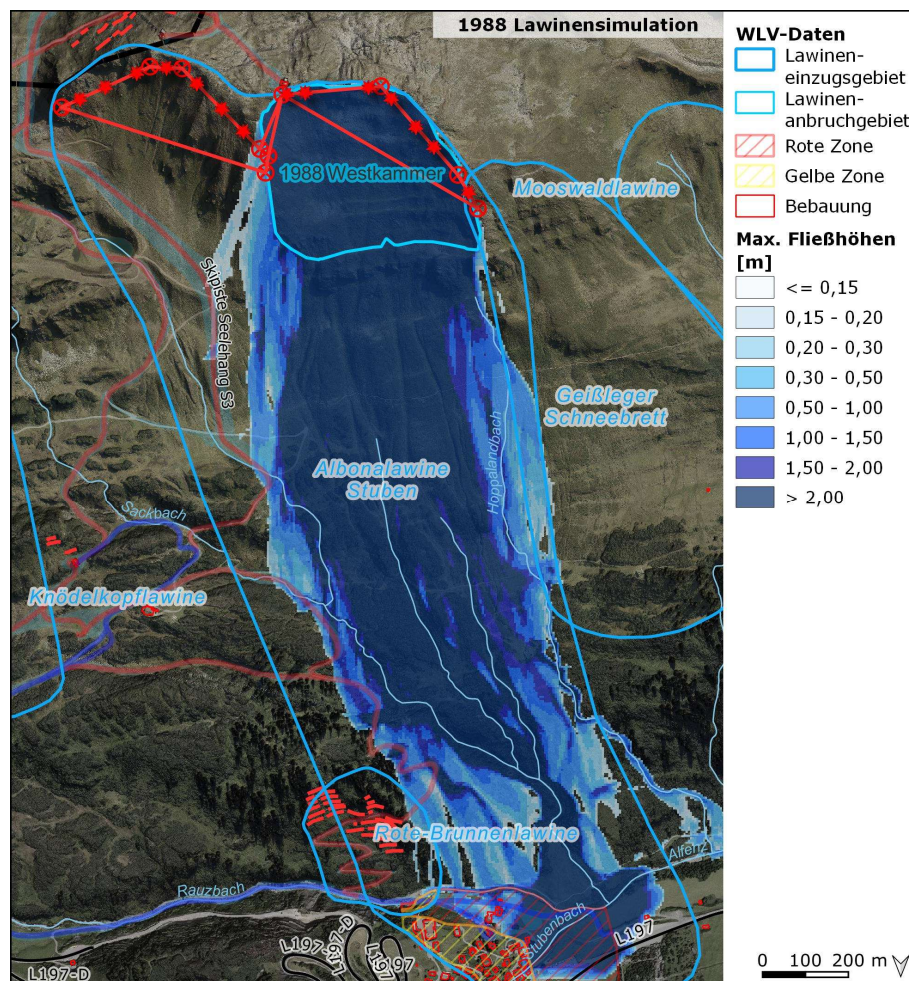


Abbildung 25: Simulation eines Bemessungsereignisses ohne künstlicher Lawinenauslösung.

Auch bei dieser Simulation fließen die Schneemassen flächig talwärts (siehe Abbildung 25). Aufgrund der deutlich höheren Energien kommt es zu einer leichten Überströmung des Felsriegels und einem Einfließen in das Lawineneinzugsgebiet der Rote-Brunnenlawine. Das Überströmen des Felsriegels wurde beim Lawinenereignis 1988 nicht verzeichnet, aber als mögliches Szenario erachtet. Aus diesem Grund wird auch dies als plausibel eingestuft.

Betrachtet man die ausgewiesenen simulierten Fließhöhen im Ort Stuben im Detail, so zeigt sich, dass die Lawinensimulation sich weitestgehend mit den verzeichneten Schäden der 1988er Lawine und der ausgewiesenen Gefahrenzonen deckt (siehe Abbildung 26). Jene Gebäude, welche sich in der roten Gefahrenzone der Albonalawine befinden, werden deutlich von der Lawine beaufschlagt. Bei diesen Gebäuden kam es auch zu Schäden beim Lawinenabgang 1988. Im gelben Gefahrenzonenbereich kommt die Lawine allerdings schnell zum Erliegen. Das weitere Vordringen der Fließlawine in den Ort im Bereich des Grundstückes 209/1 deckt sich laut Recherchen auch mit den Beobachtungen der 1988er Lawine. An dieser Stelle sollte noch angemerkt werden, dass die Simulation mit einem Geländemodell berechnet wurde, in welchem die Gebäude und deren abschirmende bzw. stauende Wirkung nicht dargestellt werden. Auch die Landesstraße wird bei diesem Ereignis meterhoch und über eine Strecke von 170 m beaufschlagt. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die Bemessungslawine ohne Lawinensprengungen sehr genau mit den ausgewiesenen Gefahrenzonen und Beobachtungen deckt. Dies verdeutlicht die Relevanz einer Maßnahmensetzung in Form einer temporären Lawinenauslösung der Albonalawine.

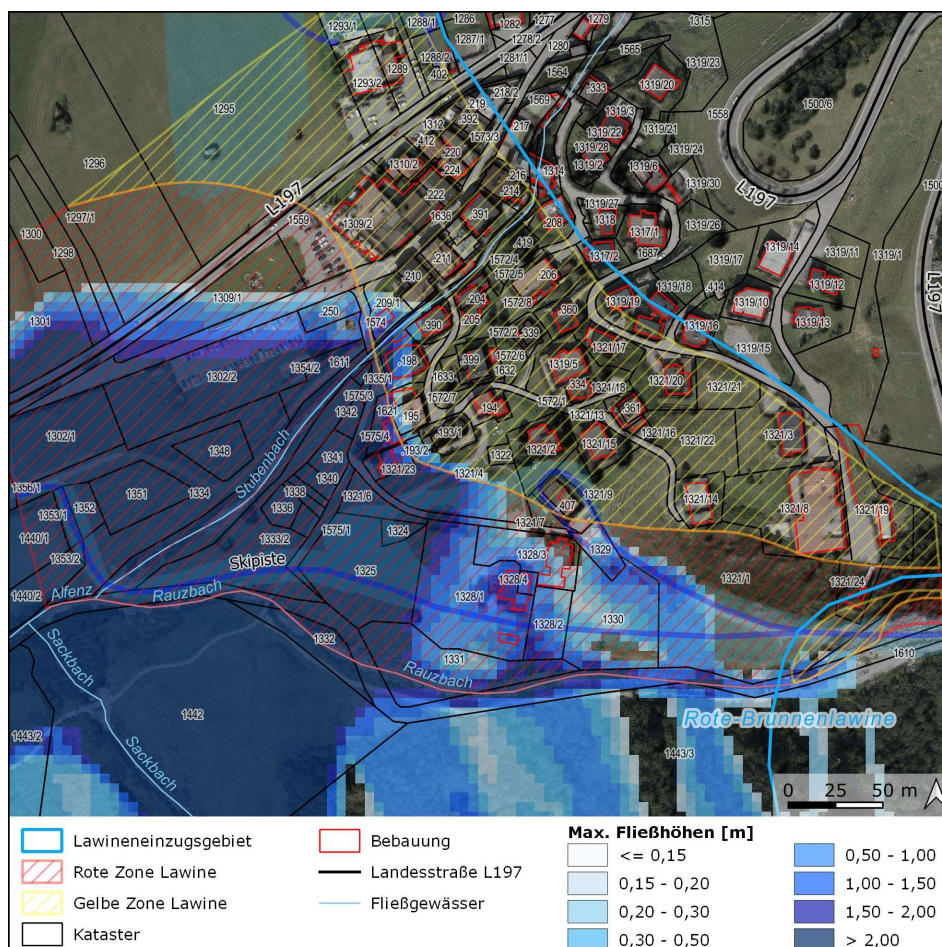


Abbildung 26: Detailansicht 1988 Simulation im Ort Stuben.

G Maßnahmenkonzept zur künstlichen Lawinenauslösung

Um einen Lawinenschutz für die L197 – Arlbergstraße herzustellen, wurde das Projektgebiet auf die Möglichkeit einer künstlichen Lawinenauslösung geprüft. In einem ersten Schritt erfolgte dies anhand der Kriterien zur Anwendbarkeit der *Künstlichen Lawinenauslösung oberhalb von Siedlungsgebieten* (Stoffel & Margreth, 2019), siehe Tabelle 12.

Tabelle 12: Kriterientabelle zur Anwendbarkeit der künstlichen Lawinenauslösung (Stoffel & Margreth, 2019)

	Raum	Kriterium	positiv	negativ
Geländeverhältnisse	Pro Teilanrissgebiet	Flächenanteil im Anrissgebiet > 35° (bessere Auslösewahrscheinlichkeit)	> ca. 30 % Flächenanteil (Totale Fläche: 18,4 ha > 35°)	< ca. 30 % Flächenanteil (Totale Fläche: ha > 35°: ha)
		Geländeform, Höhenlage, Exposition hinsichtlich Lawinenauslösung	Muldenförmig, flächig, ebenmäßig geneigt, Nordexposition, Höhenlage > 2200 m	Kleinräumig stark strukturiert, Nei- gungswechsel, konvex, Südexposition, Höhenlage ca. < 2200 m
	Gesamtes Anrissgebiet	Anrissfläche (hinsichtlich der Lawinengröße und der Anzahl notwendiger Sprengpunkte)	≤ ca. 10–20 ha (Total: ha)	> ca. 20 ha (Total: 21,2 ha)
		Topografie in Bezug auf die maximale Lawinengrös- se	Deutlich getrennte Geländekam- mern	keine getrennten Geländekammern
	Sturzbahn	Beschaffenheit hinsichtlich der Vorhersehbarkeit der Fliessrichtung	Definiert, z. B. kanalisiert	Undefiniert, mehrere Sturzbahnen mögl.
		Neigung hinsichtlich der Verzögerung	< 20°	> 20°
	Auslaufgebiet	Neigung hinsichtlich der Auslaufstrecke/Höhenlage	< 10° oder Gegensteigung, Höhenlage ca. < 1000 m	> 10° Höhenlage ca. > 1000 m
	Sekundäre Anrissgebiete	Vorhandensein von sekundären Anrissgebieten	Nein	Ja, 1 Gebiet
		Trennung primäres zu sekundäres Gebiet hinsicht- lich ungewollter Lawinenauslösung (Beurteilung pro Gebiet)	Beidseitig steiler felsiger Grat	andere Geländeformen wie z. B. flacher Geländerücken
		Schutzmassnahmen im sekundärem Anrissgebiet (pro Gebiet)	Lawinenverbauung oder künstliche Auslösung	Nicht vorhanden
		Lawinenkataster (pro Gebiet)	Keine gemeinsamen Anrisse bekannt	gemeinsame Anrisse bekannt
Schadenpotential	Hauptlawinenzug und sekundäre Anrissgebiete	Schadenpotential im Einflussbereich einer 10 J. Lawine	Null bis klein (Ödland, Alpweiden, Waldschäden kaum möglich)	Mittel oder grösser (bewohnte, ungeschützte Einzelgebäu- de, Ställe, unbewohnte Gebäude, Leitungen von kommunaler Bedeu- tung), bedeutende Waldschäden möglich (Wald mit Schutzfunktion)
		Lawinenwiederkehrdauer (T) für das Erreichen des Siedlungsgebietes (oberste Gebäude)	T > 20 J.	T < 20 J.
		Schadenpotential bis zum und am Rand des Siedlungsgebietes (oberste Gebäude)	Klein bis mittel (bewohnte Einzelgebäude, Ställe)	Gross bis sehr gross (geschlossene Siedlung, Gewerbe und Industrie)
		Schadenpotential im Einflussbereich einer 100 J. Lawine	Klein bis mittel (bewohnte Einzelgebäude, Ställe)	Gross bis sehr gross (geschlossene Siedlung, Gewerbe und Industrie)
		Schutzmassnahmen (Objektschutz, Dämme) im Einflussbereich einer 100 J. Lawine	Vorhanden	Nicht vorhanden

Fortsetzung Tabelle 12: Kriterientabelle zur Anwendbarkeit der künstlichen Lawinenauslösung (Stoffel & Margreth, 2019)

	Raum	Kriterium	positiv	negativ
Sprengmethode und Sprengpunkte	Allgemein	Einsetzbarkeit der Methode (hinsichtlich Sprengzeitpunkt und Erreichbarkeit)	i.d.R. gewährleistet (u.a. Sicht- und Witterungsunabhängigkeit)	Nur bei Sicht, Einsatzort nur schwierig zu erreichen.
		Sprengwirkung	Mittel bis gross (Oberflächensprengung > 2kg oder Überschneesprengung)	Klein (Sprengung in der Schneedecke, < 2kg)
		Mittlere Hangneigung an Sprengpunkten (pro Punkt)	> 35°	< 35°
		Anzahl Sprengpunkte (Abdeckung durch die vorgesehenen Wirkungszonen)	Genügend (oberer Bereich des Anrissgebietes entlang der wahrscheinlichsten Anrisslinie > ca. 60% abgedeckt)	Ungenügend (oberer Bereich des Anrissgebietes entlang der wahrscheinlichsten Anrisslinie < ca. 60% abgedeckt)
	Bei ortsfesten Sprenganlagen	Standort der Anlage hinsichtlich Gefährdung durch Lawinen, Schneedruck und Steinschlag	Keine Gefährdung oder kleine Intensitäten (Verstärkung möglich)	grosse Intensitäten (Verstärkung schwierig oder nicht möglich)
Absperren und Evakuierungen	Aufwand (bei kleinen und mittleren Schneefällen)	Absperrungen, Hausaufenthalte	Kleiner Aufwand (wenige Strassen, Einzelgebäude)	Mittlerer oder grosser Aufwand (mehrere Strassen, geschlossene Siedlung)
		Evakuierungen	Nicht erforderlich	Erforderlich
Wetterinformation und Sprengresultat	Schnee- und Wetterdaten	Nahegelegene automatische Stationen oder Informationen von Schneesportgebieten (repräsentativ für Einsatzgebiet)	Vorhanden	Nicht vorhanden
	Erfassung Sprengresultat	Einsicht	Beobachtung von gut erreichbarem Ort möglich	Grosser Bereich nicht einsehbar (z. B. nur mit Helikopter möglich)
		Technische Hilfsmittel	Installation vorhanden resp. möglich (z. B. Geophon)	Keine Installationen
Erfahrung LWD		Erfahrung mit Sprenginsätzen im Gebiet. Seit wann werden Sprenginsätze durchgeführt?	Vorhanden (Sprengungen seit mehreren Jahren erfolgreich durchgeführt)	Nicht vorhanden (im Gebiet wurde bisher nicht gesprengt)
		Dokumentation (z. B. Sprengprotokolle, Lawinenkataster). Anzumerken ist, dass auch ein Kataster (mit erfassten spontanen Lawinen) gute Hinweise zu einem Gebiet geben kann: häufige Anrissbereiche, häufig erreichte Auslaufbereiche usw.	Vorhanden	Nicht vorhanden

G.1 Systeme zur künstlichen Lawinenauslösung

Die Systeme werden in Abstimmung mit dem AG und den örtlichen Entscheidungsträgern auf Basis von technischen Anforderungen ausgewählt. Die dargestellten Systeme sind Beispiele geeigneter Lawinensprengmastsysteme.

Zur künstlichen Lawinenauslösung bietet sich eine ortsfeste Auslöseeinrichtung an, von der zumindest Teile, wie die Fundierung und Stütze ganzjährig im Feld verbleiben. Es werden aufgrund der Geländebeschaffenheit Systeme verwendet, die eine möglichst große Druckwirkung auf eine Fläche erzielen. Dazu kommen, im wesentlichen, Masten von zwei unterschiedlichen Herstellern in Frage. Diese werden auf Einzelfundamenten im Projektgebiet errichtet. Je Fundament sind hierzu geringe Erdarbeiten, Betonarbeiten und die Herstellung von 4-5 Mikropfählen erforderlich. Diese Arbeiten werden je nach Zugänglichkeit und Pfahldimensionen mittels Schreitbagger oder händisch ausgeführt. Die Baustellenbewirtschaftung erfolgt dabei meist mittels Hubschrauber. Die Auslösung geschieht funkgesteuert oder per GPRS gesteuert und witterungsunabhängig von einem sicheren Standort aus.



Abbildung 27: Beispiel für einen Lawinenauslösemast links Wyssen Avalance Control AG, 2022, rechts Inauen Schätti AG 2022

G.1.1 Wirkungsweise von künstlichen Lawinenauslösungen

Die Detonation einer Sprengladung verursacht in ihrer unmittelbaren Umgebung eine Schockwelle, welche sich mit zunehmender Entfernung vom Detonationspunkt zu einer N-förmigen Luftdruckwelle entwickelt, bevor diese schließlich in eine akustische Welle übergeht. Innerhalb der Schneedecke und im Boden breiten sich diese Erschütterungen als unterschiedliche Typen von Druckwellen (longitudinale - (p), transversale - (s) und Oberflächenwellen) aus [5].

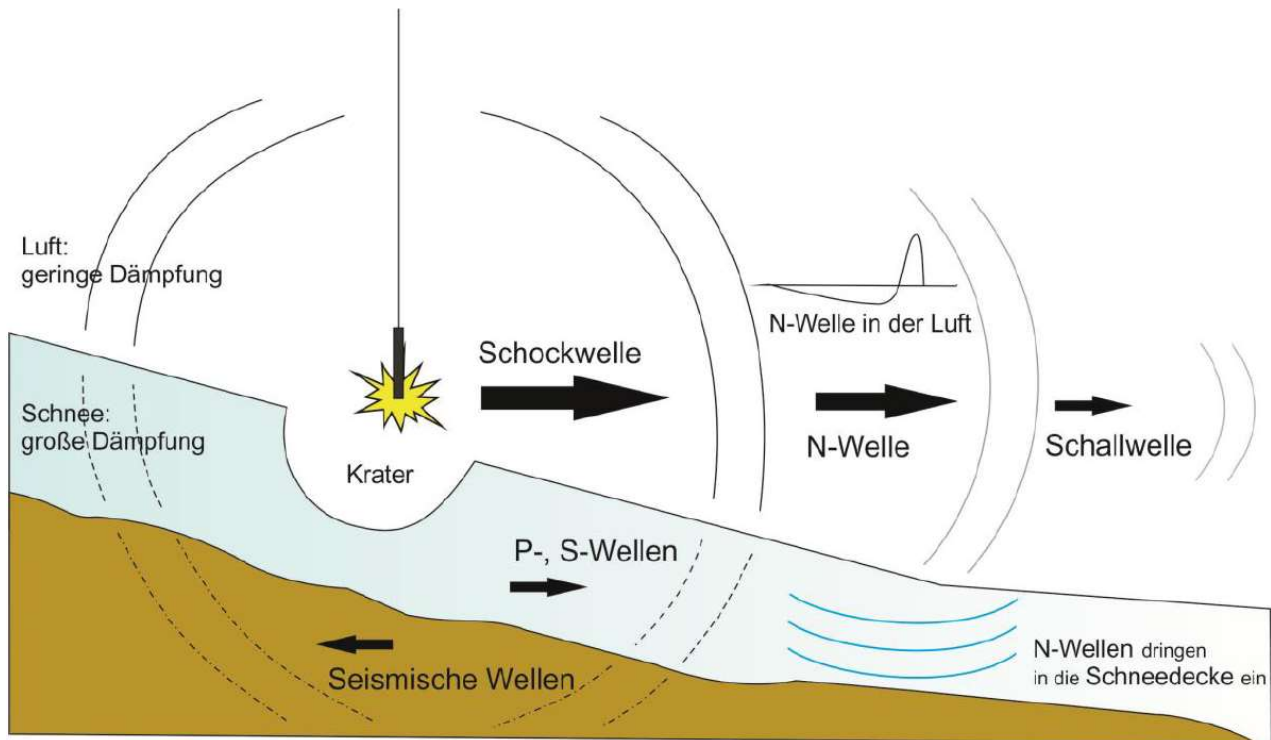


Abbildung 28: Schematische Darstellung einer Überschneesprengung und den daraus resultierenden Druckwellen [5].

Meist erzeugt eine Explosion oder Detonation eine Druckwelle mit genügend großer Amplitude, um lokale Brüche in der interkristallinen Struktur des Schnees oder zumindest eine permanente Verformung (Krater) zu erzeugen. Die Amplituden der Druckwellen sowohl oberhalb, unterhalb als auch an der Snowoberfläche sind hauptsächlich von der Position des Sprengpunktes relativ zur Snowoberfläche abhängig. Schnee ist ein sehr effektiver Absorber für die Energie von Schockwellen. Die Abschwächung der longitudinalen und transversalen Druckwellenfortpflanzung im Schnee ist sehr hoch im Vergleich zu Medien wie Luft, Fels oder dichtem und grobem Sand. Bei einer Detonation einer 1 kg schweren Sprengladung wird lediglich eine Kraterzone von 1 m Durchmesser erzeugt [5].

Aus der Theorie ist bekannt, dass Snowbrettlawinen in den meisten Fällen nicht von jedem Punkt im Anbruchgebiet ausgelöst werden können. Initialbrüche von kritischer Größe für die Bruchfortpflanzung können durch die Zusatzspannungen oft nur in natürlichen Schwachstellen ("hot spots") aktiviert werden. Leider ist der Ort dieser "hot spots" im Gelände in den meisten Fällen nicht bekannt, außerdem verändert sich die Verteilung dieser "hot spots" in Abhängigkeit der Snowverteilung und der Wetterverhältnisse. Es ist daher notwendig, eine bestmögliche Abdeckung der Anbruchgebiete zu erzeugen [5].

Der Wirkungsradius eines Druckwellenerzeugers ist definiert als der Radius einer Kreisfläche mit Zentrum am Quellpunkt, in welcher die zusätzliche Belastung innerhalb der Snowdecke einen Schwellenwert überschreitet. Dieser Schwellenwert muss groß genug sein, um die primäre Scherbruchfortpflanzung in einer Schwachstelle zu initialisieren [5].

Der Wirkungsradius einer Sprengmethode ist durch den Abstand von der Sprengstelle definiert, in dem noch eine minimale Deformationsgeschwindigkeit (proportional zur Zusatzbelastung) in einer für Schwachschichten typischen Tiefe erzeugt wird. Der Wirkungsradius ist abhängig von der Position des Sprengpunktes relativ zur Snowoberfläche, der Ladungsgröße und des Sprengstofftyps (Sprengstoff, Gasmischung etc.), aber auch vom Typ des Snowbretts (nass/trocken, dünn/dick, hart/weich) und

allenfalls bei bodennahen Sprengungen vom Bodentyp. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass der theoretische Wirkungsradius einer Detonation durch Abschattungen der Luftdruckwelle maßgeblich reduziert wird. Die unterschiedlichen Wirkungsradien in Abhängigkeit von Sprenghöhe und Ladungsgröße werden in der nachfolgenden Tabelle 11 dargestellt [5].

Tabelle 13: Tabelle der Wirkungsradien einer künstlichen Lawinenauslösung [11]

Überschneesprenghöhe	Ladungsgröße	Radius Anbruchssicherheit	Radius Begehungssicherheit
+ 3 – 3,5 m	4 – 5 kg	120 – 130 m	70 m
ca. + 1 m	4 – 5 kg	80 – 90 m	50 m
+ 3 – 3,5 m	1,5 – 2,5 kg	80 – 90 m	50 m
ca. + 1 m	1,5 – 2,5 kg	60 – 70 m	35 – 40 m

G.1.2 Gründung

Die Fundierung erfolgt mittels Stahlbetonfundament, welches mit Mikropfählen im Untergrund verankert wird. Dabei weist das Fundament abhängig vom Masthersteller und vom Mastsystem Abmessungen von ca. 1x1m auf (siehe hierzu Anhang L.4). Zusätzlich muss die Mastanlage geerdet werden. Dies erfolgt im Lockergestein in der Regel durch verzinkte Bänderder. Dafür werden 3 Stränge mit einer Länge von 25 m sternförmig im Lockergestein um den Mast eingegraben. In Bereichen mit Murmeltiervorkommen wird die Anordnung eines Murmeltierschutzgitters mit einer Abmessung von 5 x 5 m um den Mast empfohlen.



Abbildung 29: Beispiel Fundament mit Gründungspfählen, Synalp GmbH 2022.

G.1.3 Lawineneinwirkung auf Sprengmast

Die Masten sind in der Regel so dimensioniert, dass diese die Einwirkungen durch die künstlich ausgelöste Lawine aufnehmen können. Sollten die standortspezifischen Lawineneinwirkungen aus der künstlich ausgelösten Lawine oder aus dem Abbrechen der Wechte vom System nicht aufgenommen werden, besteht die Möglichkeit, das Stahlbetonfundament zu erhöhen oder einen kleinen Lawinenspaltkeil aus Stahlbeton bergseitig vor dem Mast zu positionieren. Ebenso besteht die Option, einen alternativen Standort für die Masten W7 und W8 zu wählen (siehe die gewählten Varianten 1 in Planbeilage 4 und Variante 2 in Planbeilage 5). Bei Variante 2 werden aufgrund der Kammlage geringere Lawineneinwirkungen auf den Sprengmast erwartet. Die am Kamm positionierten Masten weisen jedoch ungünstigere Wirkungsflächen im Vergleich zu den Masten W7 und W8 bei Variante 1 auf.

Nach Rücksprache mit den Mastherstellern ist die erwartete Lawineneinwirkung aus der künstlichen Lawinenauslösung und eine potenzielle Einwirkung der abbrechenden Wechte für die Masten der Variante 1 kein Problem (Hersteller 1) oder zumindest mit entsprechenden zusätzlichen Schutzmaßnahmen (wie oben angeführt) beherrschbar (Hersteller 2).

G.1.4 Produktneutralität

Um eine möglichst große Bandbreite an Sprengmastsystemen zu erlauben, wurden alle Analysen mit Mittelwerten von Einwirkungsbereichen der Sprengmasten durchgeführt. Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass es hinsichtlich der Anforderungen an das System bei der Standortwahl zu keinerlei Einschränkungen gegenüber den verschiedenen Anbietern kommt. Standorte, welche aufgrund von Wechtenbrüchen für die Hersteller zu Schwierigkeiten hinsichtlich der Anlagensicherheit führen könnten, wurden durch eine einwirkungsfreie Alternativpositionierung ergänzt.

G.1.5 Technische Beschreibungen und Konformitätserklärungen

Aufgrund der geforderten Produktneutralität einer öffentlichen Ausschreibung ist es nicht möglich die endgültigen systemspezifische Details anzugeben. Jedoch wurden für die bekanntesten Hersteller und deren Spreng- und Radaranlagen die geforderten spezifischen technischen Beschreibungen, Details der Stromversorgung, Erdungs- und Blitzschutzanlagen und die entsprechenden Konformitätserklärungen zusammengestellt. Die entsprechenden Informationen sind im Anhang M – PRODUKTSPEZIFISCHE BEILAGEN aufgelistet. Dies soll einen Überblick über die am Markt erhältlichen Systeme und deren technische Details geben. Aussagen über den genauen Hersteller und Anlagentyp können jedoch erst nach der Durchführung und Vergabe der öffentlichen Ausschreibung getätigt werden.

G.2 Lawineneinwirkungen bei einer künstlichen Auslösung

Bei einem 150-jährigen Bemessungsereignis bzw. einer Großlawine wie im Jahr 1988, ist der Parkplatz, die Landesstraße und der Siedlungsraum unmittelbar gefährdet und es kann auch dort zu großen Schäden kommen. Erfolgt eine Reduktion der Anbruchmächtigkeit auf 30 cm bzw. 50 cm durch die vorzeitige Auslösung, wird weder die Verkehrsachse noch die Gemeinde Stuben von den Schneemassen erreicht (siehe Abbildung 30). Für diese Simulation wurden die Anbruchgebiete der Ostkammer und Westkammer geblockt abgelöst, um eine schadhafte Einwirkung auf die darunterliegende Infrastruktur bestmöglich auszuschließen. Schließlich können sich selbst bei regelmäßigen Entladungen der Kammer größere Schneemassen durch metamorphose Prozesse innerhalb der Schneedecke ablösen bzw. können durch Rissfortpflanzungen größere Anbruchgebiete und Schneemassen in Bewegung gesetzt werden. Auch technische Gebrechen der Anlagen können nie vollständig ausgeschlossen werden, wodurch sich

insbesondere in Niederschlagsperioden größere Schneeansammlungen bilden können. Um diesen Gefährdungen bestmöglich gerecht zu werden, wurden, wie eingangs bereits beschrieben, alle Anbruchgebiete einer Kammer gleichzeitig simuliert.

Bei Inbetriebnahme der neuen Anlage sollten bei den ersten Lawinensprengungen erhöhte Sicherheitsmaßnahmen (Sperrungen usw.) getroffen werden. Erst bei Vorliegen erster Daten und Erfahrungen wird empfohlen, die erhöhten Sicherheitsmaßnahmen laut dem Einsatzplan Stuben auf das gewohnte Maß zu reduzieren.

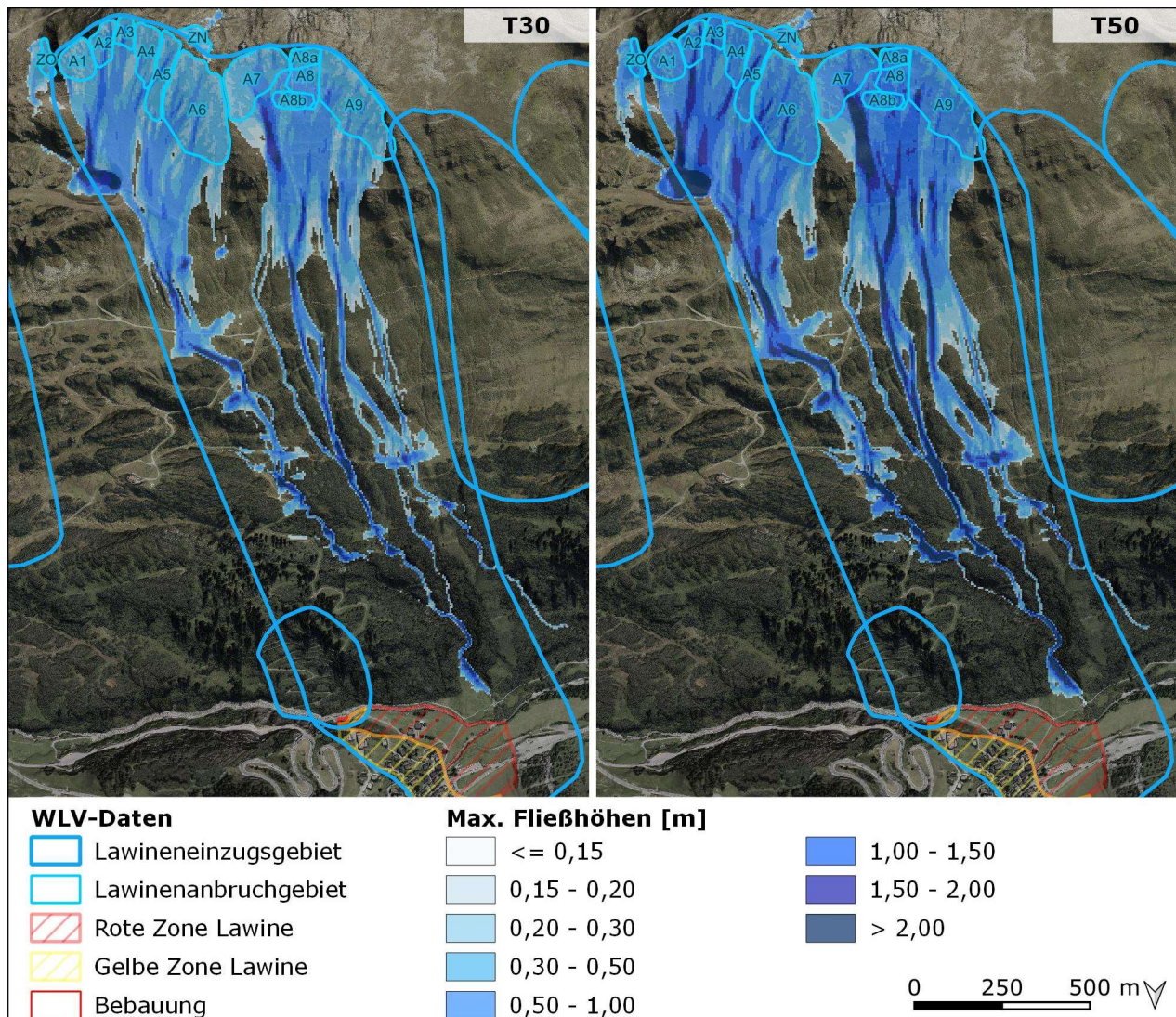


Abbildung 30: Maximale Fließhöhen [m] bei einer künstlichen Auslösung von 30 cm und 50 cm Neuschnee.

G.3 Auslösepunkte zur künstlichen Auslösung

Für die im Kapitel E.3 günstigsten Lawinensprengmasten wurden für die Anbruchgebiete der Albonalawine geeignete Auslösepunkte erarbeitet. Die Maststandorte wurden mithilfe eines digitalen Geländemodells, sowie anhand von Neigungsdaten und Orthofotos gewählt. Zusätzlich wurden für die Standortwahl numerische Lawinensimulationen von 30 cm und 50 cm Anbruchmächtigkeiten ausgearbeitet, um sicherzustellen, dass die Standorte eine möglichst geringe Fließlawineneinwirkung aufweisen.

Für die Beurteilung des Wirkungsradius eines Sprengmasten wurde zwischen Sprengladungen von 2,5 kg und Sprengladungen von 5 kg unterschieden. Ein Wirkungsradius von 80 m entspricht einer Sprengladung

von ca. 2,5 kg und ein Wirkungsradius von 120 m entspricht einer Sprengladung von ca. 5 kg. Zusätzlich kann bei einer Sprengladung von ca. 2,5 kg ein Radius von 50 m als begehungssicher und bei einer Sprengladung von ca. 5 kg ein Radius von 70 m als begehungssicher eingestuft werden (vgl. Tabelle 13: Tabelle der Wirkungsradien einer künstlichen Lawinenauslösung [11]). Bei diesen Einschätzungen handelt es sich um Richtwerte für Überschneesprengungen, welche natürlich abhängig vom Systemhersteller und vom Sprengmittel abweichen können. Durch die günstige topografische Lage des Anbruchgebietes der Albonalawine in einer Karlage kann außerdem eine sekundäre Auslösung durch das Druckfeld als unwahrscheinlich beurteilt werden.

Für die Standortwahl der Sprengmasten wurden die oben angeführten Druckfeldanalysen für 2,5 kg und 5 kg Sprengladungen erstellt, um möglichst günstige Standorte hinsichtlich ihrer Einwirkungsbereiche zu finden. Vonseiten der Lawinenkommission, Sprengbefugten und Bergbahnbetreiber wurden zwei Bereichen eine besonders hohe Abdeckungspriorität zugewiesen. Erstens der Bereich unterhalb der Albonagrattube, welcher als Haupteinfahrtsschneise für Freerider im westlichen Kessel dient und somit eine Betretungssicherheit zwingend erforderlich macht. Zweitens jene Bereiche im östlichen Kessel (nordöstlich der Bergstation Albonagrattbahn), welche derzeit lediglich mit händischen Sprengungen ausgelöst werden können. Unter Berücksichtigung dieser zusätzlichen Anforderungen an die künstliche Lawinenauslösung ergeben sich die in Planbeilage P4 (EM-2021-003-005) und P5 (EM-2021-003-006) sowie in Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellten Mastaufstellungen.

Aufgrund der Schneeweichenbildung in der Westkammer und des Anbruchgebietes ZO wurden dort zwei unterschiedliche Standortversionen erarbeitet. Die Version 1 geht der Annahme nach, dass selbst ein Weichenbruch von bis zu 15 m keine Schäden am Sprengmasten verursacht, dieser auf derartige Einwirkungen ausgelegt ist und somit auch ohne zusätzliche Verbauungen unterhalb der Schneeweiche positioniert werden kann. Die Version 2 wiederum geht davon aus, dass es bei einem Weichenbruch zu hohen Einwirkungen auf die betroffenen Masten kommt, weshalb diese in Kammlage platziert wurden. In der Ostkammer gibt es keine Unterschiede zwischen den zwei Versionen.

In der Westkammer werden wegen des homogenen Geländes insgesamt drei Maststandorte (W6, W7, W8) benötigt, allerdings wird hier ein Auslöseradius von 120 m, was einer Ladungsgröße von ca. 5 kg entspricht, empfohlen, um den gesamten Bereich abzudecken. Aufgrund des unregelmäßigen Geländes in der Ostkammer müssen für einen optimalen Auslöseerfolg vier Auslösepunkte (O2, O3, O4, O5) gewählt werden. Dies ist insbesondere wichtig, wenn jener Bereich der Handsprengungen optimal abgedeckt werden soll. Aufgrund der daraus resultierenden engeren Aufstellung wird für den Ostkessel eine Ladungsgröße von ca. 2,5 kg bei einem Wirkungsradius von ca. 80 m als Mindestanforderung angesehen. Eine höhere Ladungsgröße wird im Ostkessel allerdings als positiv bewertet, da sich die auf der Skipiste befindenden Personen durch unvorhersehbare Spontanauslösungen nach ausbleibenden Sprengerfolgen als besonders vulnerabel zeigen. Für den zusätzlichen Sprengmasten Z1, welcher das Anbruchgebiet ZO abdeckt, wird ebenfalls eine Sprengladung von 2,5 kg bei einem Wirkungsradius von 80 m empfohlen. Allerdings wird hier, insbesondere bei der in Version 2 dargestellten Positionierung, von einer Erhöhung der Ladegröße abgeraten. Der Maststandort Z1 der Version 2 befindet sich in ca. 100 m Entfernung zur Bergstation Albona II und daher kann eine schadhafte Einwirkung auf das Gebäude bei höheren Sprengladungsgrößen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Durch die unmittelbare Nähe zur Piste von 20 m hangaufwärts bzw. von 100 m Hangquerung kann an diesem Standort auch ein kleiner Masten, welcher regelmäßig mittels Schneemobils nachbestückt wird, zur Kostenreduktion empfohlen werden.

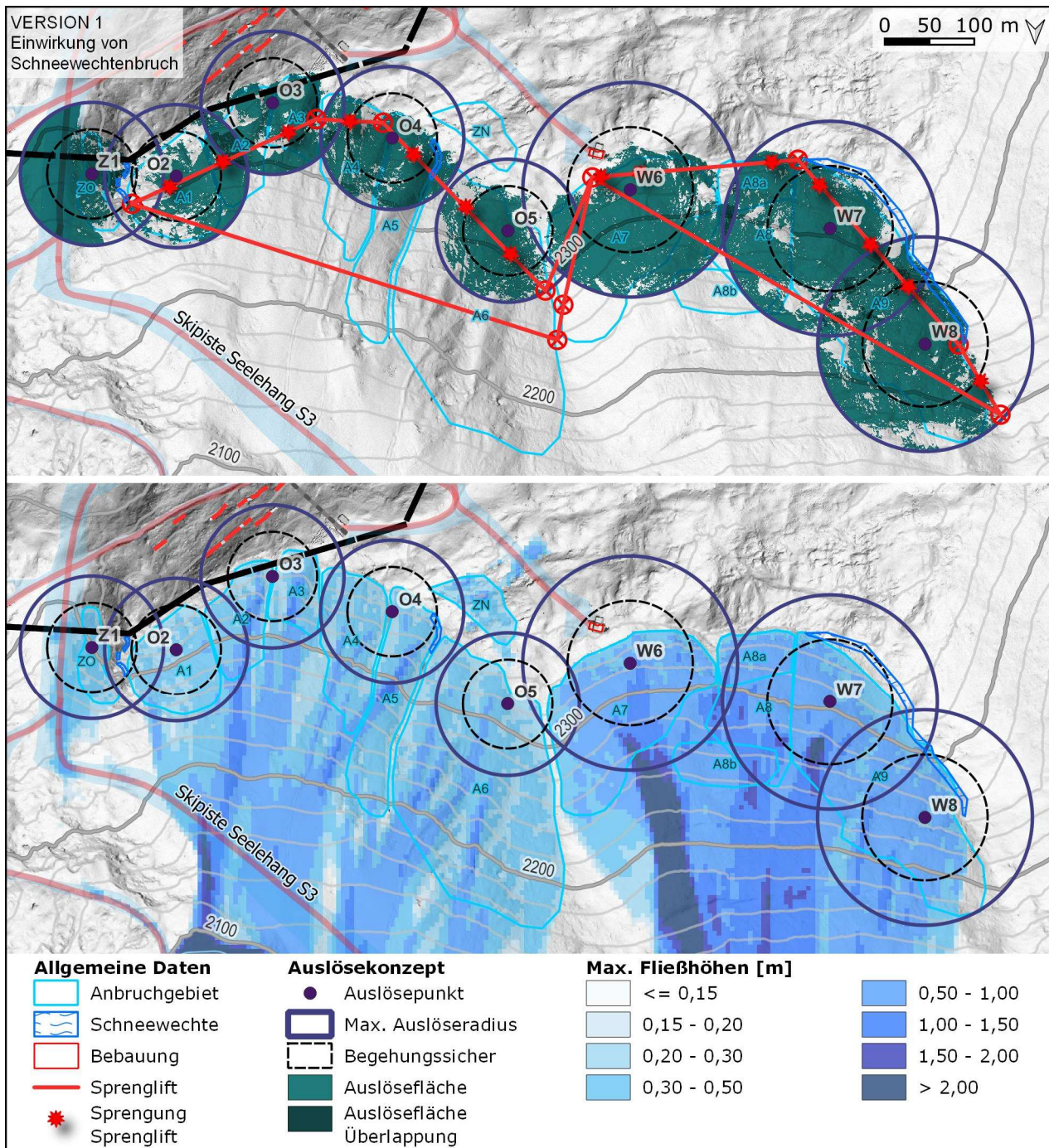


Abbildung 31: Darstellung der Sprengmaststandorte (Version 1) mit Einwirkung eines Wechtenbruches.

Vergleicht man die Version 1 (Abbildung 31) und Version 2 (Abbildung 32), so lässt sich feststellen, dass es bei den Einwirkungen zu geringfügigen Unterscheidungen kommt. Die Version 1 erzielt eine bessere Abdeckung der Anbruchgebiete. Bei der Version 2 muss aufgrund der Positionierung in Kammlage auf einen derzeit angefahrenen Auslösepunkt im nordwestlichsten Teil der Sprengseilbahn verzichtet werden.

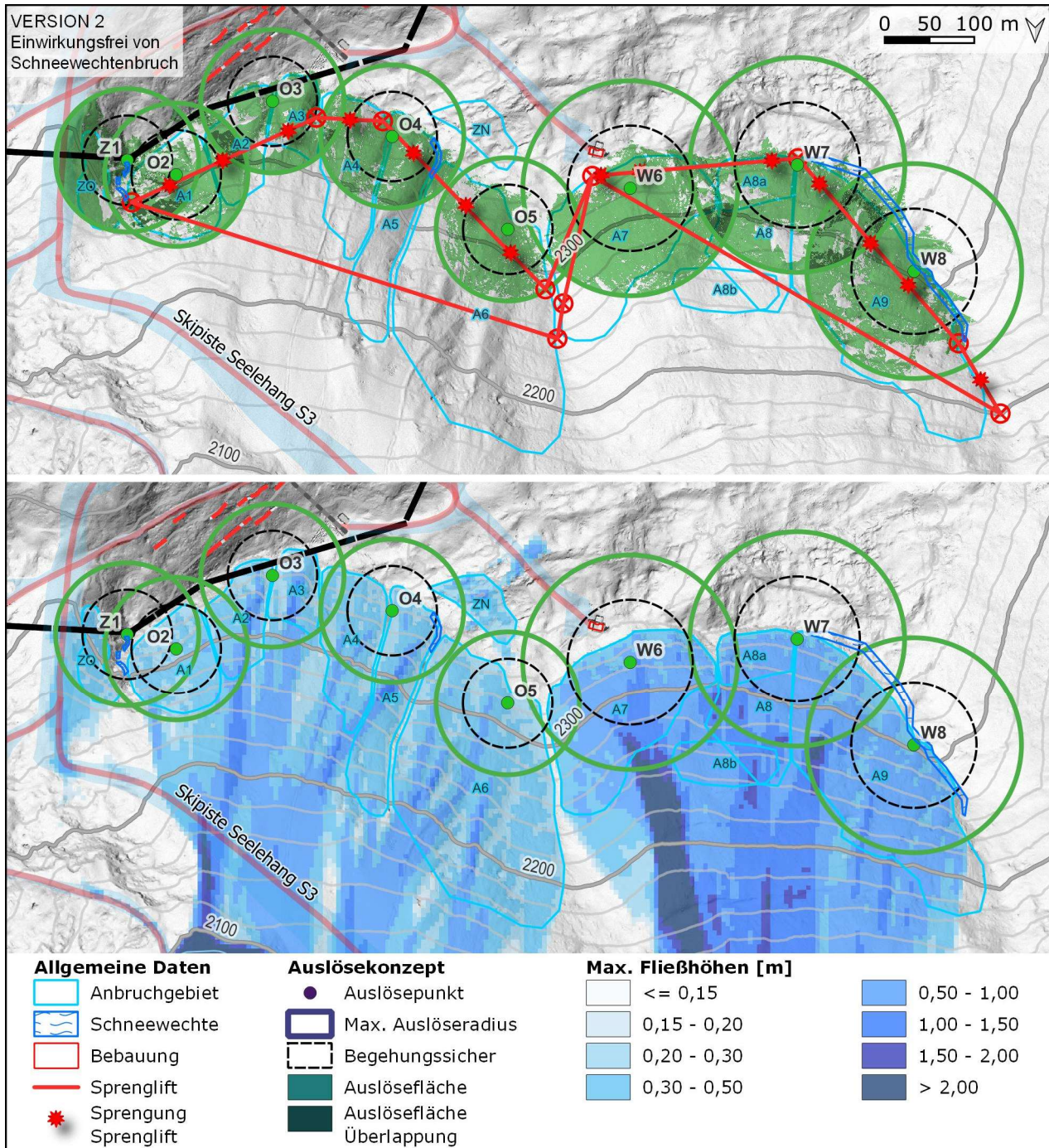


Abbildung 32: Darstellung der Sprengmaststandorte (Version 2) ohne Einwirkung eines Wechtenbruches.

G.4 Vergleich der Wirkungsweise zur bestehenden Lawinensprenganlage

Ein Vergleich der Sprengwirkung der bestehenden Anlage mit der neu geplanten Anlage erweist sich als schwierig und ist mit vielen Unsicherheiten behaftet. Eine große Unwägbarkeit ist die nur ungefähre Positionierung der aktuellen Auslösepunkte. Zusätzlich kommen weitere Unsicherheiten durch die unterschiedlichen Sprenghöhen hinzu. Im Fall der Westbahn kann Sprengwirkung sichergestellt werden, da dort mittels Ablassseil der Sprengkörper auf ca. 1,5 m Überschneehöhe abgesenkt werden kann. Wobei dies bei schlechten Witterungsbedingungen und der dadurch eingeschränkten Sichtverhältnisse nicht garantiert werden kann. Bei der Ostbahn ist kein Absenken der Sprengkörper möglich, wodurch die unterschiedlichen Sprenghöhen aufgrund der Geländeform und die unterschiedlichen Seil-Boden-Abstände zu unterschiedlichen Sprengwirkungen führen. In der Abbildung 28: Schematische Darstellung

einer Überschneesprengung und den daraus resultierenden Druckwellen [5].) sind die unterschiedlichen Einwirkungen auf die Schneedecke ersichtlich. Nimmt man an, dass ein und dieselbe Sprengung auf unterschiedlichen Höhen über Schnee erfolgt, so hat das folglich auch unterschiedliche Einwirkungen auf die Schneedecke. Diese Unterschiede werden auch in Tabelle 13: Tabelle der Wirkungsradien einer künstlichen Lawinenauslösung [11]) ersichtlich. Neue Lawinensprenganlagen sind auf ihre Sprengwirkung hin optimiert, wodurch davon ausgegangen werden kann, dass die neue Sprenganlage bessere und reproduzierbare Auslöseerfolge erzielt.

Bei der derzeitigen Anlage wird, wie in Kapitel A.1 „Bestehende Anlage - Sprengseilbahn Albona“ beschrieben, mit einer Sprengladung von 2,5 kg gearbeitet. In der Ostkammer gibt es hinsichtlich der Ladegröße und der daraus resultierenden unterschiedlichen Wirkungsradien keine Veränderungen. In der Westkammer wird die Ladegröße auf 5 kg erhöht, wodurch mit der neuen Anlage größere Bereiche abgedeckt werden können. Zusätzlich wird die Westkammer von Freeridern befahren, weswegen ein größerer betretungssicherer Bereich dort als sinnvoll erachtet wird. Eine genaue Beschreibung der Auslösepunkte der neuen Sprenganlage befindet sich in Kapitel G.3 „Auslösepunkte zur künstlichen Auslösung.“

Zusätzlich wurden die neuen Auslösepunkte mit der Lawinenkommission und den Sprengbefugten abgestimmt. Es wurde besonderer Wert darauf gelegt, dass insbesondere jene Bereiche, welche als besonders kritisch betrachtet werden, von der neuen Sprenganlage ausgelöst werden können. Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass jene Bereiche, welche derzeit nicht mittels Sprengseilbahn, sondern durch eine händische Lawinensprengung ausgelöst werden, von der neuen Sprenganlage abgedeckt sind.

G.5 Lawinendetektion mittels Lawinenradar

Für die Detektion und Dokumentation der ausgelösten Lawinen bietet sich aufgrund der Beschaffenheit der Anbruchgebiete ein Lawinenradar an. Die Stromversorgung kann dabei autark mittels Photovoltaikanlage erfolgen. Um eine durchgehende Funktion sicherzustellen, ist eine direkte Stromverbindung zu empfehlen. Das System dient ausschließlich als Unterstützung der Lawinenkommission und ermöglicht eine detaillierte Dokumentation von spontanen als auch künstlich ausgelösten Lawinen im überwachten Bereich. Die Errichtung eines redundanten Systems wird als nicht notwendig erachtet, da ein Ausfall keine Sicherheitseinbußen nach sich zieht. In der Abbildung 33 wird der am besten geeignete Standorte zur Installation eines Lawinenradars mit Sichtfeldanalyse dargestellt.

Der Standort kennzeichnet sich durch eine gute Abdeckung Anbruchgebiet der Albonalawine. Der Auslaufbereich der Albonalawine wird jedoch nicht erfasst.

Hinsichtlich Lawinensicherheit lässt sich feststellen, dass am Radarstandort mit keiner direkten Lawineneinwirkung zu rechnen ist.

Der Radarstandort befindet sich auf Eigengrund vom Land Vorarlberg. Entsprechende Bauverhandlungen können somit verkürzt werden. Gegebenenfalls muss an diesem Standort auf Abstände zum bestehenden Mast geachtet werden und einzelne Baumbestände entfernt werden. Aus Sicht der Erreichbarkeit ist dieser direkt neben der Landesstraße befindet und somit für Bau- und Wartungsarbeiten entsprechend leicht zugänglich ist. Ebenso ist dort eine Stromversorgung vorhanden.



Abbildung 33: Ausgewählter Standort für einen Lawinenradar mit Sichtfeldanalyse. Fotos: Google Maps.

G.6 Anwendbarkeit der künstlichen Lawinenauslösung

Unter Berücksichtigung der allgemeinen Parameter des Lawinenerlasses 2011 [6] und der Kriterientabelle zur Anwendbarkeit der künstlichen Lawinenauslösung (Stoffel & Margreth, 2019) [7] ist das Projektgebiet für eine künstliche Lawinenauslösung geeignet. Dies wird durch den jahrzehntelangen erfolgreichen Betrieb einer Lawinensprengseilbahn untermauert.

Die Sprengmethode wurde so gewählt, dass die Auslösung einsehbar und mit technischer Unterstützung betriebssicher gestaltet werden kann. Die Sprengwirkung muss in der Westkammer sehr groß sein, da es sich bei dem Anbruchgebiet um ein großflächiges, kaum strukturiertes Gebiet handelt. In der Ostkammer kann die Sprengwirkung aufgrund des rinnenhaften Geländes geringer sein, allerdings werden hier entsprechend mehr Auslösepunkte benötigt. Es wird eine Anlage empfohlen, bei der eine Überschneesprengung mit Ladungen von mind. 2,5 kg in der Ostkammer und ca. 5 kg in der Westkammer zum Umsetzen gebracht werden. Das Fundament muss so ausgestaltet werden, dass die Lawineneinwirkung nach einer erfolgten Sprengung schadlos abfließen kann. Steinschlag und Rutschung spielen im Projektgebiet eine untergeordnete Rolle.

Mit einer Lawineneinwirkung auf die L197 Landesstraße ist selbst bei einer Auslösung von 50 cm Neuschnee nicht zu rechnen. Mit einer Lawineneinwirkung auf den Ort Stuben ist bei einer Auslösung von 50 cm ebenfalls nicht zu rechnen. Eine Evakuierung bei den Sprengarbeiten ist somit nicht erforderlich.

Für das Projektgebiet wird die Errichtung einer Radaranlage empfohlen, welche die Arbeit der Lawinenkommission vereinfacht. Mit dieser kann der Sprengerfolg schnell und wetterunabhängig sichergestellt werden.

H Auslösekonzept

Die künstliche Lawinenauslösung zählt zu den aktiven und temporären Schutzmaßnahmen. Zum einen verlangt diese Art des Lawinenschutzes ein Aktivwerden der handelnden Personen und zum anderen wird das Schutzziel nur für eine bestimmte Zeit erfüllt. Als Grundlage für einen sicheren und reibungslosen Betrieb der Auslöseanlage wurde folgendes Auslösekonzept erarbeitet. Dieses Konzept ist im Zuge einer Umsetzung weiter auszuarbeiten und die jeweiligen Rollen festzulegen.

H.1 Organisatorischer Ablaufplan

Ein Sprengereinsatz erfolgt in Zusammenarbeit mit der Lawinenkommission, Gemeindeverwaltung, Polizei sowie des Sperrbeauftragten und Sprengbefugten. Der Ablauf desselbigen ist in der folgenden Abbildung 34 dargestellt und im weiteren Kapitel beschrieben.

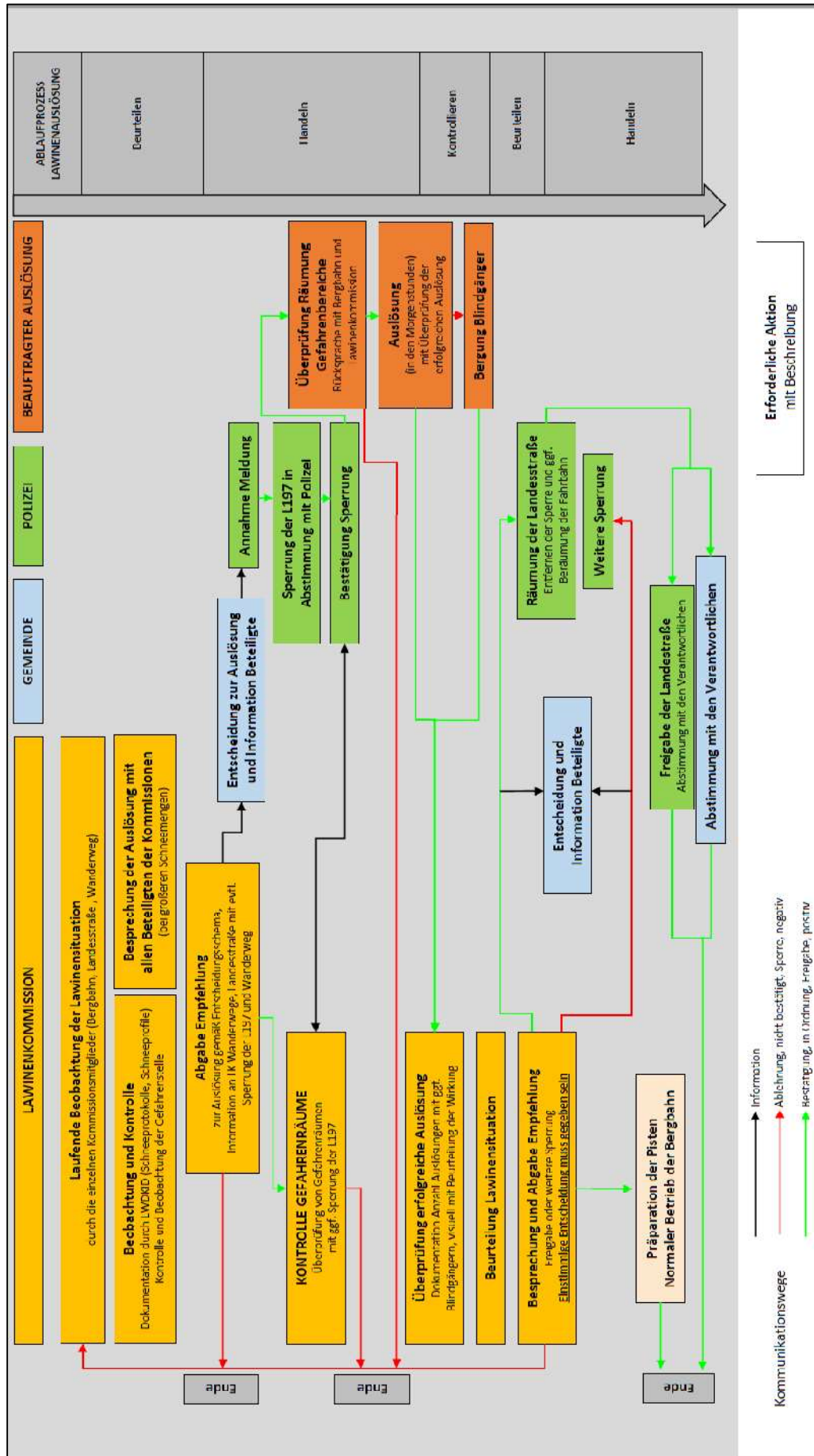


Abbildung 34: Ablaufdiagramm künstliche Lawinenauslösung.

H.2 Laufende Beobachtung

Die Lawinenkommission führt die laufende Beobachtung des Wettergeschehens und der Lawinensituation durch. Dabei erfolgt für alle Bereiche, in denen ortsfeste Anlagen installiert werden, eine gesonderte Betrachtung. Sobald die Lawinenkommission eine Prognose von 30 cm Neuschnee erreicht, werden die Beobachtungen intensiviert. Erreicht die zu erwartende Anbruchmächtigkeit einen Wert von 30 cm, wird eine Auslösung im Ostkessel durchgeführt. Im Westkessel der Albonalawine wird zur Sicherung der Landesstraße bei einer Neuschneesumme von 25 bis 50 cm eine künstliche Auslösung empfohlen.

Die Lawinenkommission beobachtet laufend die Funktionsfähigkeit der Detektionsanlagen zur Überwachung von Lawinenabgängen. Vor der Abgabe der Empfehlung zur Auslösung werden die Anlagen außerhalb der Routine auf Funktionstauglichkeit geprüft.

H.3 Auslöseentscheidung mit Absperrung und Sicherung

Die Empfehlung der Lawinenkommission wird an die Sprengbefugten und in weiterer Folge an den Sperrbeauftragten übermittelt. Es wird eine Sperre mittels ortsfesten Lawinenschranken empfohlen. Die Durchführung der Lawinauslösearbeiten sollen in Abstimmung mit dem Straßenerhalter und der Exekutive erfolgen.

H.4 Betätigung Auslöseanlage

Der Befugte hat sich zu vergewissern, dass der Gefahrenraum frei ist und sämtliche Absperrungen vorgenommen wurden. Er holt die Freigabe der Auslösung vom Obmann der Lawinenkommission ein, überprüft die Messtechnik zur Detektion des Auslöseerfolges und betätigt die Anlage. Sofern die Auslöseanlagen an den Lawinenmasten nicht umgesetzt sind, liegt ein Blindgänger vor, der durch den Befugten zu bergen ist. Der Abschluss der Auslösung wird an die Lawinenkommission weitergegeben und etwaige Auslöseerfolge besprochen sowie die weitere Vorgehensweise abgestimmt.

H.5 Überprüfung und Dokumentation

Die Lawinenkommission überprüft die Auslöseerfolge, sichtet die Ergebnisse der technischen Überwachung und stimmt diese mit Beobachtungen und weiteren erhaltenen Informationen ab. Die Ergebnisse werden im LWDKIP (Protokollierungstool der Lawinenkommissionen) dokumentiert und Bewertet.

H.6 Räumung und Information

Bei gewünschtem Erfolg der Maßnahmen wird die Straße für die Räumung an den Straßenerhalter freigegeben.

I Betriebskonzept

Die Sprenganlage wird, wie auch die bestehende zu ersetzende Sprengseilbahn, von den Bergbahnen Stuben betrieben. Durch die langjährigen Erfahrungen im Bereich der künstlichen Lawinenauslösung und durch die einzigartigen standortspezifischen Erfahrungen sind die Mitarbeiter der Bergbahnen Stuben Spezialisten in diesem Themengebiet. In Ihrer Tätigkeit zur Sicherung der Pisten und der Landesstraße kommt eine Vielzahl an Methoden zum Einsatz, welche Handsprengungen, Lawinensprengungen vom Hubschrauber, Lawinensprengungen von Sprengseilbahnen sowie Sprengmasten umfassen. Ein Lawinensprengmast, der bezogen auf den Betrieb und die Anwendung identisch ist mit jenen geplanten Anlagen ist, ist der Lawinensprengmast im Bereich Valluga. Das Personal weist alle erforderlichen Befugnisse auf und ist fachgerecht für die jeweiligen Systeme geschult.

I.1 Systemspezifische Fortbildung

Das Betriebspersonal wird nach Fertigstellung der Anlage spezifisch für die neu errichteten Sprengmasten geschult und es werden gemeinsam mit dem Masthersteller Probesprengungen durchgeführt.

I.2 Spreng- und Zündmittellager

Für den Betrieb der ortsfesten Auslösepunkte ist ein Sprengmittellager erforderlich, in dem Zündmittel und Sprengmittel getrennt gelagert werden können und die Möglichkeiten für die Vorbereitung von Ladungen gegeben ist. Diese Anforderungen erfüllt das bestehende Sprengmittellager der Bergbahnen Stuben im Bereich der Mittelstation (Albonabahn I).

I.3 Bezug und Transport der Sprengmittel

Bezogen werden die erforderlichen Sprengmittel von entsprechenden Sprengstofflieferanten bzw. Mastherstellern durch die hierzu befugten Personen der Bergbahnen Stuben. Anschließend werden diese entsprechend den sprengstoffspezifischen Sicherheitsvorschriften gelagert und/oder direkt in die Sprengmasten geladen. Die verwendete Sprengstoffart hängt vom Hersteller und letztendlich vom gewählten Sprengmastsystem ab. Siehe hierzu die produktspezifischen Datenblätter im Anhang.

I.4 Bestückung der Sprengmasten

Einzelne Systeme bieten auch die Möglichkeit den Mastaufbau mittels Hubschrauber abzuheben und wieder aufzusetzen. Dies ermöglicht das Beladen des Mastaufbaus an einem geeigneten Lagerplatz, z.B. neben dem Sprenglager und kann anschließend wieder mittels Hubschrauber auf den Masten aufgesetzt werden. Bei Systemen, wo dies nicht möglich ist, erfolgt die Bestückung des Magazins direkt am Maststandort.

I.5 Sommerbetrieb

Je nach Mastsystem werden die Mastaufbauten mittels Hubschrauber abgehoben und an einem geeigneten Lagerplatz gelagert. Die Sprengmittel werden unabhängig vom Mastsystem nach Ende der Wintersaison aus den Masten entnommen und im Sprengmittellager gelagert bzw. fachgerecht entsorgt.

I.6 Haftungsfragen

Entsteht durch das künstliche Auslösen einer Lawine ein Schaden, so sind auch zivil- und strafrechtliche Fragen zu klären. Das heißt im Falle eines Schadens durch das künstliche Auslösen einer Lawine können sowohl zivil- als auch strafrechtliche Handlungen schlagend werden, wobei im Einzelfall zu klären ist, wen in der konkreten Konstellation diese Haftung trifft [10].

J Kostenschätzung

Im Zuge einer Grobkostenschätzung wurden die finanziellen Aufwände für Errichtung und Erstinbetriebnahme einer ortsfesten Lawinenauslöseanlage sowie einer Detektionsanlage zur Verifizierung des Auslöseerfolgs ermittelt. Die Auflistung der Kostenschätzung der Gesamtkosten wird in der Tabelle 14 dargestellt.

Auf Basis der Bescheidunterlagen der bestehenden Sprengseilbahn ist keine Rückbauvorschrift gegeben. Dennoch wurden die Kosten für den Abtrag der bestehenden Sprengseilbahn (Pos. 01 02) ebenso dargestellt. Der Umfang der Abtragsarbeiten umfasst 11 Stück Masten inkl. Seil und etwaige Abspannungen, zwei Antriebe inkl. deren Kabinen und allen bestehenden Fundamente. Die abzutragenden Massen der Fundamente inkl. aller bestehenden Bauteile sind in dem Ausmaß ermittelt worden, dass die Fundamente bis ca. 30 cm unter dem Gelände abgetragen werden. Da es sich um eine grobe Kostenschätzung handelt, wird empfohlen, die Kosten und insbesondere die Massen für den Abtrag der bestehenden Sprengseilbahn vor dem Ausschreibeverfahren genauer zu ermitteln.

Die Position Sicherungszubehör beinhaltet lediglich Absperrgitter und Beschilderungen (Pos 01 05 01), da davon ausgegangen wurde, dass das zusätzlich notwendige Sicherungszubehör bereits vorhanden ist und auch wieder verwendet werden kann.

Unberücksichtigt bleiben die laufenden Kosten für Betrieb oder ggf. zusätzliche Lizenzen und Betriebssoftwares, Sprengstoff und Wartung sowie Personalkosten.

Bei der bestehenden Sprengseilbahn Albona wurden die Errichtungskosten 1988 zwischen der damaligen Bundesstraßenverwaltung und den einzelnen Vertragspartnern mit dem folgenden Verteilungsschlüssel aufgeteilt:

Bundesstraßenverwaltung	60 %
Gemeinde Klösterle	25 %
Stuben Fremdenverkehrsgesellschaft	12 %
Vorarlberger Illwerke	3 %

Da alle Vertragsteilnehmer der Sprengseilbahn Albona auch von dem neuen Auslösekonzept profitieren, kann von einer erneuten Aufteilung der Errichtungskosten und möglicherweise auch von den Betriebskosten ausgegangen werden. Die Gesamtkosten für die Demontage der bestehenden Anlage und der Errichtung der neuen Anlage belaufen sich auf ca. 1.220.340,00 € Netto. Ohne den zusätzlich von der Bergbahn gewünschten Auslösepunkt für das Anbruchgebiet ZO belaufen sich die Gesamtkosten auf ca. 1.093.840,00 € Netto.

Tabelle 14: Grobkostenschätzung

Grobkostenschätzung Albona Lawine Künstliche Lawinenauslösung mittels Lawinenauslösemast					
LG/UG/POS	Position	EH	EP	Menge	PP
01 01	Baustellengemeinkosten				
00 01 01	Genhemigungsverfahren	PA	€ 5 000,00	1	€ 5 000,00
00 01 02	Ingenieursleistungen	PA	€ 15 000,00	1	€ 15 000,00
01 01	Baustellengemeinkosten				€ 20 000,00
01 02	Abtrag der bestehenden Sprengseilbahn				
00 02 01	Abtrag Mast inkl. Seil, Fundament und etwaige Abspannungen	Stk	€ 2 500,00	11	€ 27 500,00
00 02 02	Abtrag Antrieb inkl. Kabine	Stk	€ 2 000,00	2	€ 4 000,00
01 02	Abtrag der bestehenden Sprengseilbahn				€ 31 500,00
01 03	Herstellen Fundamente				
00 03 01	Herstellen Fundament Einfach	Stk	€ 15 000,00	8	€ 120 000,00
00 03 02	Herstellen Fundament Radaranlage/Messtation	Stk	€ 5 000,00	1	€ 5 000,00
01 03	Herstellen Fundamente				€ 125 000,00
01 04	Lieferung, Montage, Befüllung Auslöseanlage				
00 04 01	Lawinenmast, ortsfest	Stk	€ 110 000,00	8	€ 880 000,00
00 04 02	Erstfüllung	Stk	€ 1 500,00	8	€ 12 000,00
01 04	Lieferung, Montage, Befüllung Auslöseanlage				€ 892 000,00
01 05	Sicherungszubehör				
01 05 01	Absperrgitter und Beschilderung	Stk	€ 800,00	3	€ 2 400,00
01 05	Sicherungszubehör				€ 2 400,00
01 06	Detektion und Information				
01 06 01	Lawinenradar	Pa	€ 70 000,00	1	€ 70 000,00
01 06	Detektion und Information				€ 70 000,00
	Unvorhergesehenes 10%				€ 110 940,00
Summe netto					€ 1 220 340,00
20% MwSt.					€ 244 068,00
Summe brutto, inkl. 20% MwSt.					€ 1 464 408,00

K Schluss

Die Albonalawine Stuben stellt eine erhebliche Gefährdung für den Ort Stuben, für die L197 – Arlbergstraße im Bereich Stuben km 16,40 - km 16,75 und für die in der Sturzbahn und im Auslaufbereich befindlichen Infrastrukturen wie Skipisten, Freileitungen sowie Parkplätze und Freiflächen dar.

Mit dem vorgeschlagenen künstlichen Lawinenauslösekonzept soll die in die Jahre gekommene Sprengseilbahn durch eine moderne künstliche Lawinenauslöseanlage ersetzt werden. Dabei werden die Wirkungsweise und der Wirkungsbereich der neuen Anlage möglichst an das bekannte und wirkungsvolle bestehende System angeglichen und soweit sinnvoll erweitert. Dabei ergeben sich durch den Systemwechsel erhebliche Vorteile im Personalaufwand, der Bedienbarkeit, der Abdeckung kleinerer Gräben und der Überwachung des Auslöseerfolges. Da Starkwinde, wie sie häufig bei Extremwetterereignissen auftreten, für moderne Sprengmasten keine Einschränkung darstellen (keine Gefahr des Seilabwurfs), fügt das neue Sprengkonzept einen weiteren Sicherheitsaspekt hinsichtlich Witterung hinzu. Mit der neuen Anlage können die Lawinenanbruchgebiete, wie dies seit 1988 durchgeführt wird, weiterhin sukzessive entladen werden und dadurch Abgänge von schadhafte Großlawinen effektiv vermieden werden.

Für den Inhalt

DI Peter Dirninger



Literaturverzeichnis

- [1] WLW 2011: Lawinenerlass 2011. Leitfaden für die Anwendung durch die Lawinensachverständigen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung.
- [2] Stoffel L., Margreth S. 2019: Künstliche Lawinenauslösung oberhalb von Siedlungen.
- [3] ZAMG (2002): Klimadaten von Österreich 1971 – 2000. Online abgerufen unter: Klimadaten von Österreich 1971 - 2000 (zamg.ac.at), Geprüft am 19.12.2022
- [4] Lawinenaufnahmeblatt (Datum unbekannt): Albonalawine Stuben. WLW
- [5] Gubler, Hansueli u.a. (2011): Leitfaden künstliche Lawinenauslösung, wyssen avalanche control AG, Reichenbach, S.21
- [6] Stoffel, Lukas (2013): *Vergleich der Sprengmethoden: Gazex, Lawinenwächter/-mast Inauen-Schätti, Wyssen Sprengmast, Avalancheur*, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos.
- [7] Vereinbarung Lawinsprengseilbahn Albona (28.11.1988)
- [8] Lawinensicherung Langen – Stuben. Teil I Sprengseilbahnen Albona. Anhang zur Technischen Beschreibung BS-8819 (28.06.1988)
- [9] Verhandlungsschrift der Bezirkshauptmannschaft Bludenz (22.08.1988)
- [10] Khakzadeh, L.M. (2004) Rechtsfragen des Lawinenschutzes. Wien, Graz: Neuer wissenschaftlicher Verlag
- [11] Stoffel, L. (1996). Künstliche Lawinenauslösung. Hinweise für den Praktiker. Mitteilungen des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung: Vol. 53. Davos: Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung.

L Anhänge

L.1 Grundstücksverzeichnis



REPUBLIK ÖSTERREICH
GRUNDBUCH

GB

Auszug aus dem Grundstücksverzeichnis

Bezirksgericht 900 Bludenz
Katastralgemeinde 90010 Klösterle

Grundstücke:

Nr.

1151	Einlage (EZ): 102 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 2311149 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1155/1	Einlage (EZ): 102 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 6208974 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: Stuben 39
1152	Einlage (EZ): 102 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 4226 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1156	Einlage (EZ): 102 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 299243 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1188/1	Einlage (EZ): 101 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 1709897 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: Stuben GNR 1188/1
1301	Einlage (EZ): 79 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 3324 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1302/1	Einlage (EZ): 170 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 2373 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1302/2	Einlage (EZ): 434 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle

Fläche: 4331 m²
Flächenermittlung: rechnerisch
Grenzkataster: Ja
Adresse: Stuben 18
1309/1 Einlage (EZ): 85
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 1841 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1321/6 Einlage (EZ): 89
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 505 m²
Flächenermittlung: rechnerisch
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1324 Einlage (EZ): 92
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 209 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1325 Einlage (EZ): 92
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 2615 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1328/1 Einlage (EZ): 377
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 3275 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: Stuben 51
1332 Einlage (EZ): 101
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 1007 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1333/2 Einlage (EZ): 101
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 2814 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1334 Einlage (EZ): 101
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 3648 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1336 Einlage (EZ): 92
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 291 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1337 Einlage (EZ): 92
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 158 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1338 Einlage (EZ): 227
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 119 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1339 Einlage (EZ): 92
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 104 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1340 Einlage (EZ): 92
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 194 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1341 Einlage (EZ): 82
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 393 m²
Flächenermittlung: rechnerisch
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1348 Einlage (EZ): 92
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 740 m²
Flächenermittlung: rechnerisch
Grenzkataster: Ja
Adresse: -

1351 Einlage (EZ): 79
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 1253 m²
Flächenermittlung: rechnerisch
Grenzkataster: Ja
Adresse: -

1352 Einlage (EZ): 301
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 385 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1353/1 Einlage (EZ): 101
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 217 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

Gesamtfläche: 10563285 m²

Eigentümer der verzeichneten Grundstücke:

Seite 3 von 4

EZ	LNR		
79	9 ANTEIL: 1/1	Markus Walch	
		GEB: 1967-11-19 ADR: Eckmähde 35, Friedrichshafen	88048
82	5 ANTEIL: 1/1	Martina Pfurtscheller	
		GEB: 1980-03-02 ADR: Stuben 51, Stuben	6762
85	2 ANTEIL: 1/4	Dr. Eva-Maria Dörflinger-Hejlek	
		GEB: 1967-10-26 ADR: Kronenstraße 11, Turgi	5300
	3 ANTEIL: 3/8	Arthur Josef Dörflinger	
		GEB: 1999-11-07 ADR: Kronenstraße 11, Turgi	5300
	4 ANTEIL: 3/8	Clarissa Franziska Dörflinger	
		GEB: 2003-04-22 ADR: Kronenstraße 11, Turgi	22.04.2003
89	1 ANTEIL: 1/1	Römisch-katholische Pfarrpfründe zu Maria Geburt in Stuben	
		ADR: Klösterle 65a, Klösterle	6754
92	3 ANTEIL: 1/1	Erich Berthold	
		GEB: 1966-11-21 ADR: Bardella 5b, Frastanz	6820
101	1 ANTEIL: 1/1	Agrargemeinschaft Alpgenossenschaft Stuben	
		ADR: Stuben 10, Stuben	6754
102	1 ANTEIL: 1/1	Stadtgemeinde Bludenz	
		ADR:	
170	2 ANTEIL: 1/4	Dr. Eva-Maria Dörflinger-Hejlek	
		GEB: 1967-10-26 ADR: Kronenstraße 11, Turgi	5300
	3 ANTEIL: 3/8	Arthur Josef Dörflinger	
		GEB: 1999-11-07 ADR: Kronenstraße 11, Turgi	5300
	4 ANTEIL: 3/8	Clarissa Franziska Dörflinger	
		GEB: 2003-04-22 ADR: Kronenstraße 11, Turgi	5300
227	3 ANTEIL: 1/1	Erich Berthold	
		GEB: 1966-11-21 ADR: Bardella 5b, Frastanz	6820
301	3 ANTEIL: 1/2	Monika Negele	
		GEB: 1970-04-07 ADR: Stuben 16, Stuben am Arlberg	6762
	4 ANTEIL: 1/2	Sigbert Negele	
		GEB: 1965-08-12 ADR: Stuben 16, Stuben am Arlberg	6762
377	1 ANTEIL: 1/1	Martina Pfurtscheller	
		GEB: 1980-03-02 ADR: Stuben am Arlberg 51, Stuben am Arlberg	6762
434	1 ANTEIL: 1/1	Tiefgarage Stuben Gesellschaft mbH & Co KG	
		ADR: Stuben	6762



REPUBLIK ÖSTERREICH
GRUNDBUCH

GB

Auszug aus dem Grundstücksverzeichnis

Bezirksgericht 900 Bludenz
Katastralgemeinde 90010 Klösterle

Grundstücke:

Nr.

1353/2	Einlage (EZ): 101 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 49 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1356/1	Einlage (EZ): 101 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 16793 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1356/2	Einlage (EZ): 591 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 938 m ² Flächenermittlung: rechnerisch Grenzkataster: Nein Adresse: Stuben 45
1434	Einlage (EZ): 197 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 770 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1435/1	Einlage (EZ): 197 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 2543 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1436/1	Einlage (EZ): 197 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 4726 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1436/2	Einlage (EZ): 197 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle Fläche: 165 m ² Flächenermittlung: - Grenzkataster: Nein Adresse: -
1437	Einlage (EZ): 143 Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle

Fläche: 1576 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1438 Einlage (EZ): 79
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 1722 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1439/1 Einlage (EZ): 143
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 2526 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1439/2 Einlage (EZ): 143
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 491 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1440/1 Einlage (EZ): 301
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 1775 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1440/2 Einlage (EZ): 301
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 1003 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1442 Einlage (EZ): 101
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 23281 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1443/2 Einlage (EZ): 101
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 66470 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1443/3 Einlage (EZ): 101
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 1717778 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1559 Einlage (EZ): 286
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 26995 m²
Flächenermittlung: rechnerisch
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

1575/1 Einlage (EZ): 506
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 387 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1610 Einlage (EZ): 161
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 50835 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1611 Einlage (EZ): 161
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 23050 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -
1636 Einlage (EZ): 506
Katastralgemeinde der EZ: 90010 Klösterle
Fläche: 3068 m²
Flächenermittlung: -
Grenzkataster: Nein
Adresse: -

Gesamtfläche: 1946941 m²

Eigentümer der verzeichneten Grundstücke:

EZ	LNR
79	9 ANTEIL: 1/1 Markus Walch GEB: 1967-11-19 ADR: Eckmähde 35, Friedrichshafen 88048
101	1 ANTEIL: 1/1 Agrargemeinschaft Alpgenossenschaft Stuben ADR: Stuben 10, Stuben 6754
143	3 ANTEIL: 1/1 Willi Walch GEB: 1953-07-28 ADR: Stuben 21 6762
161	1 ANTEIL: 1/1 Republik Österreich – Öffentliches Wassergut ADR: Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Josef Huter-Straße 35, Bregenz 6901
197	2 ANTEIL: 1/4 Dr. Eva-Maria Dörflinger-Hejlek GEB: 1967-10-26 ADR: Kronenstraße 11, Turgi 5300 3 ANTEIL: 3/8 Arthur Josef Dörflinger GEB: 1999-11-07 ADR: Kronenstraße 11, Turgi 5300 4 ANTEIL: 3/8 Clarissa Franziska Dörflinger GEB: 2003-04-22 ADR: Kronenstraße 11, Turgi 22.04.2003
286	3 ANTEIL: 1/1 Land Vorarlberg ADR: Amt der Vorarlberger Landesregierung, Straßenbau Feldkirch, Widnau 12, Feldkirch 6800
301	3 ANTEIL: 1/2 Monika Negele



GEB: 1970-04-07 ADR: Stuben 16, Stuben am Arlberg 6762
4 ANTEIL: 1/2
Sigbert Negele
GEB: 1965-08-12 ADR: Stuben 16, Stuben am Arlberg 6762
506 1 ANTEIL: 1/1
Gemeinde Klösterle
ADR: Klösterle 59b, Klösterle 6754
591 1 ANTEIL: 1/1
Kleinkraftwerk Stubenbach GmbH (FN 435296t)
ADR: Anton-Ammannstraße 12, Vandans 6773

Grundstücksverzeichnis	19.12.2022 14:16:19
------------------------	---------------------



REPUBLIK ÖSTERREICH
GRUNDBUCH

GB

Auszug aus dem Hauptbuch

KATASTRALGEMEINDE 90010 Klösterle
BEZIRKSGERICHT Bludenz

EINLAGEZAHL 81

Letzte TZ 7447/2021

Einlage umgeschrieben gemäß Verordnung BGBl. II, 143/2012 am 07.05.2012

***** A1 *****

GST-NR	G BA (NUTZUNG)	FLÄCHE	GST-ADRESSE
.220	GST-Fläche	197	
	Bauf.(10)	169	
	Bauf.(20)	28	Stuben 13
1225	Alpen(10)	* 10174	
1290/2	GST-Fläche	* 1164	
	Bauf.(10)	1	
	Landw(10)	436	
	Sonst(50)	727	
1292	Landw(10)	953	
1293/1	GST-Fläche	5334	
	Landw(10)	1644	
	Alpen(10)	3128	
	Sonst(50)	562	
1297/1	GST-Fläche	1816	
	Landw(10)	988	
	Alpen(10)	828	
1297/2	Alpen(10)	1180	
1312	Bauf.(20)	166	
	GESAMTFLÄCHE	20984	

Legende:

*: Fläche rechnerisch ermittelt

Alpen(10): Alpen (Alpen)

Bauf.(10): Bauflächen (Gebäude)

Bauf.(20): Bauflächen (Gebäudenebenflächen)

Landw(10): landwirtschaftlich genutzte Grundflächen (Äcker, Wiesen oder Weiden)

Sonst(50): Sonstige (Betriebsflächen)

***** A2 *****

1 a 271/1988 Realrecht hins Gst .220 an der Agrargemeinschaft
Waldnutzungsgemeinschaft Stuben

4 a gelöscht

***** B *****

3 ANTEIL: 1/1

Helmuth Franz Tetzlaff

GEB: 1948-10-03 ADR: Stuben 13, Stuben 6762

a 866/1971 Vorkaufsrecht

b 6050/2020 Einantwortungsbeschluss 2019-01-18 Eigentumsrecht

c gelöscht

***** C *****

1 a Stand 1927

DIENSTBARKEIT der Weide auf Gst 1225 gem Alpbrief
1503-04-18 für

Agrargemeinschaft Alpgenossenschaft Stuben

- 2 a Stand 1927
DIENSTBARKEIT der Weide auf Gst 1292 1293/1 1290/2
(Teilfläche) gem Alpbrief 1503-04-18 für
Agrargemeinschaft Alpengenossenschaft Stuben
- 4 a 2538/1963
DIENSTBARKEIT der Übertragungsleitung gem Pkt 1 2
Dienstbarkeitsbestellungsvertrag 1963-11-02 (Plan zu TZ
2172/1960) auf Gst 1293/1 1297/1 für
Republik Österreich (Eisenbahnverwaltung)
- 7 a 781/1963
DIENSTBARKEIT der Übertragungsleitung gem Pkt 1 2
Dienstbarkeitsbestellungsvertrag 1963-03-30 (Plan zu TZ
2172/1960) auf Gst 1290/2 für
Republik Österreich (Eisenbahnverwaltung)
- b 1139/1968 Übertragung der vorangehenden Eintragung(en) aus EZ
220
- 8 a 866/1971 7313/2017
VORKAUFSRECHT für
a) Walch Werner (1937-12-30)
c) Walch Josefine (1948-10-08)
d) Walch Gebhard (1949-10-04)
e) Walch Gertrud (1951-04-20)
- b 6956/2017 Abweisung des Gesuchs um Einverleibung Löschung
Vorkaufsrecht hins. Waltraud Lassnig
- 9 a 285/1976
DIENSTBARKEIT der Erdkabel-Hochspannungsleitung gem Pkt I
Dienstbarkeitsvertrag 1974-07-31 auf Gst 1290/2 1293/1
1297/1 für Gst .437 in EZ 450 GB Rieden BG Bregenz
- 11 a 2301/1989
DIENSTBARKEIT der Hochspannungsleitung gem Pkt I
Dienstbarkeitsvertrag 1989-01-23 auf Gst 1297/1 1290/2
1293/1 für Gst .437 in EZ 450 GB Rieden BG Bregenz
- 12 a 3306/1990
DIENSTBARKEIT der Duldung der Errichtung, des Betriebes und
der Instandhaltung einer Schleppliftanlage auf Gst 1292
1293/1 ge. Punkt II. Dienstbarkeitsvertrag 1986-03-19 für
EZl. 339
- 13 a 3306/1990
DIENSTBARKEIT der Duldung des Betriebes und der
Instandhaltung einer Skiabfahrt auf Gst 1292 1293/1 ge.
Punkt II. Dienstbarkeitsvertrag 1986-03-19 für
EZl. 339
- 19 a 777/1994 Pfandurkunde 1993-08-16
PFANDRECHT Höchstbetrag 1.300.000,--
für
Sparkasse der Stadt Bludenz
- c 4880/1994 VORRANG von LNR 20 vor 19
- d 3755/1997 Lösungsverpflichtung zugunsten
Sparkasse der Stadt Bludenz
- e 2306/2010 Kautionsband für Pfandbriefinhaber
- 21 a 3755/1997 Pfandurkunde 1997-10-21
PFANDRECHT Höchstbetrag 650.000,--
für Sparkasse der Stadt Bludenz
- b 2306/2010 Kautionsband für Pfandbriefinhaber
- 22 a 917/2007 Pfandurkunde 2007-03-02
PFANDRECHT Höchstbetrag EUR 196.000,--
für Sparkasse Bludenz Bank AG
- b 2306/2010 Kautionsband für Pfandbriefinhaber
- 23 a 3554/2016

- Dienstbarkeit des Bau- und Bestockungsverbotes gem Pkt VI.
Kaufvertrag 2016-07-06 auf GSt 1312 für GSt 1563
- 24 a 3554/2016
Dienstbarkeit des Geh- und Fahrweges gem Pkt VI.
Kaufvertrag 2016-07-06 auf GSt 1312 für GSt 1563
- 25 a 2883/2018
Dienstbarkeit
von Verlegung Betrieb Erhaltung Erneuerung eines
Niederspannungs-, Fernmelde- u Lichtwellenleiterkabels u
einer unterirdischen Druckrohrleitung zur Zuführung des
Triebwasser
des Gehens u Fahrens
des Bau- und Bestockungsverbotes
gem Pkt II Dienstbarkeitsvertrag 2017-02-01 auf GSt 1292
1293/1 1297/1 für GSt 1356/2

***** HINWEIS *****
Eintragungen ohne Währungsbezeichnung sind Beträge in ATS.

Grundbuch

19.01.2023 11:01:53

L.2 Wasserbuchauszüge



Wasserbuch-Auszug

Der folgende Auszug aus dem Vorarlberger Wasserinformationssystem (VOWIS) wurde edv-gestützt erstellt. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit wird keine Haftung übernommen. Für bindende Auskünfte sind die in den Urkundensammlungen bei den jeweiligen Bezirkshauptmannschaften einliegenden Unterlagen heranzuziehen.

Name:	Obere Albonaquelle		
ID/fid. Nr.:	A329968		
Status:	Anlage besteht		
Typ:	Quelle - Brauchwasserversorgung		
Teil von:	WVA Gemeinde Klösterle, WBBZ159		
Postzahl / Status:	WBBZ159 / das Wasserrecht ist aufrecht		
Kategorie:	1/Wasserbuch (Daten aus dem digitalen Wasserbuch)		
Name und Anschrift der Personen des Rechtes:	Gemeinde Klösterle		
	(Berechtigter)		
	Rechnungsadresse		
	Gemeindeamt		
	6754 Klösterle		
	Österreich		
Lage:	Gde: 80112 Klösterle	KG: 90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1
Gewässer:	Hauptgewässer: Sackbach [803023]		
Wasserrechts-Bindung:	an Grundstück/Liegenschaft gebunden		
Bindungs-Grundstücke:	Gde: 80112 Klösterle	KG: 90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1
Art und Umfang des Wasserrechtes:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet		
	Entnahme		
	(3) II-1253-1960	0 l/s	
	von 12.12.1960		
	Im Bescheid wird kein Konsens angegeben.		
Fristen:	Art/Urkunde	von/bis	Name
	Bewilligungsfrist (3) II-1253-1960	ab 12.12.1960 unbefristet	WVA Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle
		unbefristet.	
Urkunden:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet		
	Nr.	Art / Verfasser	GZ / WB-Postzahl
	3	Bescheid (wasserrechtliche Bewilligung)	II-1253-1960
		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159
	Errichtung einer Trink- und Nutzwasserversorgungsanlage für die Ortschaft Stuben. Fassung der Albonaquellen. Hochbehälter mit Projekt.		
	12.12.1960		

	Nr.	Art / Verfasser	GZ / WB-Postzahl	Datum
Urkunden:	5	Bescheid (wasserrechtliche Überprüfung)	Ila-172-1975	24.11.1975
		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159	
		Überprüfung und nachträgliche Genehmigung von Planabweichungen zum 3. Bescheid.		

Wasserrechts-Anmerkung: unbefristet.

Name:	SG1 Albonaquelle I			
ID/lfd. Nr.:	A330221			
Status:	Anlage besteht			
Typ:	Schutz- und Schongebiet - Schutzzone 1			
Teil von:	Obere Albonaquelle (WVA Gemeinde Klösterle, WBBZ159)			
Postzahl / Status:	WBBZ159 / das Wasserrecht ist aufrecht			
Kategorie:	1/Wasserbuch (Daten aus dem digitalen Wasserbuch)			
Name und Anschrift der Personen des Rechtes:	Gemeinde Klösterle (Berechtigter) Rechnungsadresse Gemeindeamt 6754 Klösterle Österreich			
Anschrift:	Albona 6754 Klösterle Österreich			
Lage:	Gde:80112 Klösterle	KG:90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1	
Wasserrechts-Bindung:	an Grundstück/Liegenschaft gebunden			
Bindungs-Grundstücke:	Gde:80112 Klösterle	KG:90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1	
Art und Umfang des Wasserrechtes:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet Entnahme (3) II-1253-1960 0 l/s von 12.12.1960 Im Bescheid wird kein Konsens angegeben.			
Fristen:	Art/Urkunde	von/bis	Name	
	Bewilligungsfrist (3) II-1253-1960	ab 12.12.1960 unbefristet	WVA Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle	
		unbefristet.		
Urkunden:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet			
	Nr.	Art / Verfasser	GZ / WB-Postzahl Datum	
	3	Bescheid (wasserrechtliche Bewilligung)	II-1253-1960	12.12.1960
		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159	
		Errichtung einer Trink- und Nutzwasserversorgungsanlage für die Ortschaft Stuben. Fassung der Albonaquellen. Hochbehälter mit Projekt.		
	5	Bescheid (wasserrechtliche Überprüfung)	Ila-172-1975	24.11.1975
		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159	
		Überprüfung und nachträgliche Genehmigung von Planabweichungen zum 3. Bescheid.		
Wasserrechts-Anmerkung:	unbefristet.			



Wasserbuch-Auszug

Der folgende Auszug aus dem Vorarlberger Wasserinformationssystem (VOWIS) wurde edv-gestützt erstellt. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit wird keine Haftung übernommen. Für bindende Auskünfte sind die in den Urkundensammlungen bei den jeweiligen Bezirkshauptmannschaften einliegenden Unterlagen heranzuziehen.

Name:	Untere Albona-Quelle		
ID./Ird. Nr.:	A329967		
Status:	Anlage besteht		
Typ:	Quelle - Brauchwasserversorgung		
Teil von:	WVA Gemeinde Klösterle, WBBZ159		
Postzahl / Status:	WBBZ159 / das Wasserrecht ist aufrecht		
Kategorie:	1/Wasserbuch (Daten aus dem digitalen Wasserbuch)		
Name und Anschrift der Personen des Rechtes:	Gemeinde Klösterle (Berechtigter) Rechnungsadresse Gemeindeamt 6754 Klösterle Österreich		
Lage:	Gde: 80112 Klösterle	KG: 90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1
Wasserrechts-Bindung:	an Grundstück/Liegenschaft gebunden		
Bindungs-Grundstücke:	Gde: 80112 Klösterle	KG: 90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1
Art und Umfang des Wasserrechtes:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet Entnahme (3) II-1253-1960 0 l/s von 12.12.1960 Im Bescheid wird kein Konsens angegeben.		
Fristen:	Art/Urkunde	von/bis	Name
	Bewilligungsfrist (3) II-1253-1960	ab 12.12.1960 unbefristet unbefristet.	WVA Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle
Urkunden:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet		
	Nr.	Art / Verfasser	GZ / WB-Postzahl
	3	Bescheid (wasserrechtliche Bewilligung)	II-1253-1960
		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159
Errichtung einer Trink- und Nutzwasserversorgungsanlage für die Ortschaft Stuben. Fassung der Albonaquellen. Hochbehälter mit Projekt.			
Datum			
12.12.1960			

	Nr.	Art / Verfasser	GZ / WB-Postzahl	Datum
Urkunden:	5	Bescheid (wasserrechtliche Überprüfung)	Ila-172-1975	24.11.1975
		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159	
		Überprüfung und nachträgliche Genehmigung von Planabweichungen zum 3. Bescheid.		

Wasserrechts-Anmerkung: unbefristet.

Name:	SG1 Albonaquelle II																														
ID/lfd. Nr.:	A330222																														
Status:	Anlage besteht																														
Typ:	Schutz- und Schongebiet - Schutzzone 1																														
Teil von:	Untere Albona-Quelle (WVA Gemeinde Klösterle, WBBZ159)																														
Postzahl / Status:	WBBZ159 / das Wasserrecht ist aufrecht																														
Kategorie:	1/Wasserbuch (Daten aus dem digitalen Wasserbuch)																														
Name und Anschrift der Personen des Rechtes:	Gemeinde Klösterle (Berechtigter) Rechnungsadresse Gemeindeamt 6754 Klösterle Österreich																														
Anschrift:	Albona 6754 Klösterle Österreich																														
Lage:	Gde:80112 Klösterle	KG:90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1																												
Wasserrechts-Bindung:	an Grundstück/Liegenschaft gebunden																														
Bindungs-Grundstücke:	Gde:80112 Klösterle	KG:90010 Klösterle	Grundstück: 1155/1																												
Art und Umfang des Wasserrechtes:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet Entnahme (3) II-1253-1960 0 l/s von 12.12.1960 Im Bescheid wird kein Konsens angegeben.																														
Fristen:	Art/Urkunde Bewilligungsfrist (3) II-1253-1960	von/bis ab 12.12.1960 unbefristet unbefristet.	Name WVA Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle																												
Urkunden:	Gemeinde Klösterle, WBBZ159 - Obere u. Untere Albona-Quelle, Schutzgebiet <table> <tr> <th>Nr.</th> <th>Art / Verfasser</th> <th>GZ / WB-Postzahl</th> <th>Datum</th> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Bescheid (wasserrechtliche Bewilligung)</td> <td>II-1253-1960</td> <td>12.12.1960</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bezirkshauptmannschaft Bludenz</td> <td>WBBZ159</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3">Errichtung einer Trink- und Nutzwasserversorgungsanlage für die Ortschaft Stuben. Fassung der Albonaquellen. Hochbehälter mit Projekt.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Bescheid (wasserrechtliche Überprüfung)</td> <td>Ila-172-1975</td> <td>24.11.1975</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bezirkshauptmannschaft Bludenz</td> <td>WBBZ159</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3">Überprüfung und nachträgliche Genehmigung von Planabweichungen zum 3. Bescheid.</td> </tr> </table>			Nr.	Art / Verfasser	GZ / WB-Postzahl	Datum	3	Bescheid (wasserrechtliche Bewilligung)	II-1253-1960	12.12.1960		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159			Errichtung einer Trink- und Nutzwasserversorgungsanlage für die Ortschaft Stuben. Fassung der Albonaquellen. Hochbehälter mit Projekt.			5	Bescheid (wasserrechtliche Überprüfung)	Ila-172-1975	24.11.1975		Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159			Überprüfung und nachträgliche Genehmigung von Planabweichungen zum 3. Bescheid.		
Nr.	Art / Verfasser	GZ / WB-Postzahl	Datum																												
3	Bescheid (wasserrechtliche Bewilligung)	II-1253-1960	12.12.1960																												
	Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159																													
	Errichtung einer Trink- und Nutzwasserversorgungsanlage für die Ortschaft Stuben. Fassung der Albonaquellen. Hochbehälter mit Projekt.																														
5	Bescheid (wasserrechtliche Überprüfung)	Ila-172-1975	24.11.1975																												
	Bezirkshauptmannschaft Bludenz	WBBZ159																													
	Überprüfung und nachträgliche Genehmigung von Planabweichungen zum 3. Bescheid.																														
Wasserrechts-Anmerkung:	unbefristet.																														

L.3 Berechnung Schneehöhe T150

Berechnung Schneehöhen T150													
Projektname:		Lawinauslösekonzept Albona		3TNSS Zone		Wetterstation:		Langen					
Projektnummer:		S22834		3TNSS Zonenmethode (siehe		4		Seehöhe Wetterstation:		1218		Basiswert 3TNSS:	
Anbruch Nr.:	Fläche [m²]	mittlere Neigung [°]	mittlere Höhe [m ü.A.]	3-Tages-Neuschneesumme Zonenmethode [cm]	3-Tages-Neuschneesumme Gradientenmethode [cm]	Exposition	lagebezogener Triebschnee-zuschlag	Neigungsfaktor (μ) [cm]	Anbruchmächtigkeit Zonenmethode	Anbruchmächtigkeit Gradientenmethode	Anbruchmächtigkeit gewählt [cm]	Anbruchvolumen gemittelt [m³]	
A1	12.378	45	2.298	351	311	NW	0	0,518	182	161	182	31.997	
A2	8.162	43	2.320	354	314	NW	0	0,554	196	174	196	21.764	
A3	4.960	44	2.348	358	317	NO	30	0,539	209	187	209	14.345	
A4	10.309	40	2.320	354	314	NO	30	0,606	233	208	233	31.257	
A5	13.665	39	2.286	349	310	NO	30	0,621	235	211	235	41.448	
A6	47.043	39	2.247	343	306	NO	30	0,636	237	214	237	142.625	
A7	27.540	37	2.301	351	312	NW	0	0,679	238	212	238	81.966	
A8	27.976	34	2.297	351	311	NO	30	0,762	290	260	290	97.740	
A8a	13.988	41	2.331	356	315	NO	30	0,586	226	202	226	41.810	
A8b	13.988	35	2.252	344	307	NO	30	0,731	273	246	273	46.633	
A9	30.167	37	2.277	348	309	NO	30	0,662	250	224	250	94.923	
ZN	3.532	20	2.364	361	318	SO	50	1,354	556	499	556	20.956	
ZO	2.013	39	2.291	350	311	SO	50	0,634	254	229	254	6.528	

L.4 Herstellerabhängige Gründungsdetails und Erdung

L.4.1 Auszüge Gründungsanleitung - Wyssen

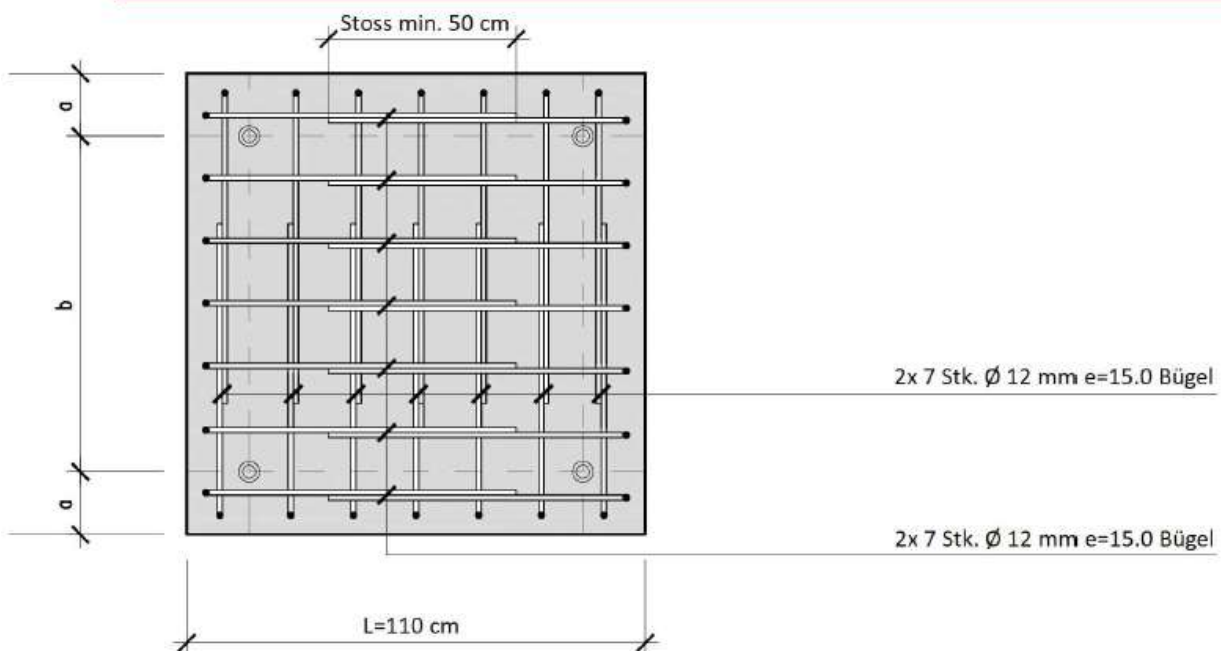
2.4 Foundation durch Felsanker oder Mikropfähle

Die Foundation durch Felsanker und Mikropfähle besteht aus einem horizontalen Sockel, welcher wenn nichts anderes angegeben wird mit den Seitenkanten der Falllinie des darunter liegenden Haupthanges entsprechen.
 Vier vertikalen Ankern, der Schablonenplatte als Ankerverbund und einem Schubentlastungs-Anker.
 Die Bohrlöcher müssen am bezeichneten Ort im Gelände mit Hilfe der vorab gelieferten Schablonenplatte erstellt werden. Nach der Installation der Anker/Mikropfähle wird die Schablonenplatte gestützt auf den vier Ankermuttern genau horizontal ausgerichtet.

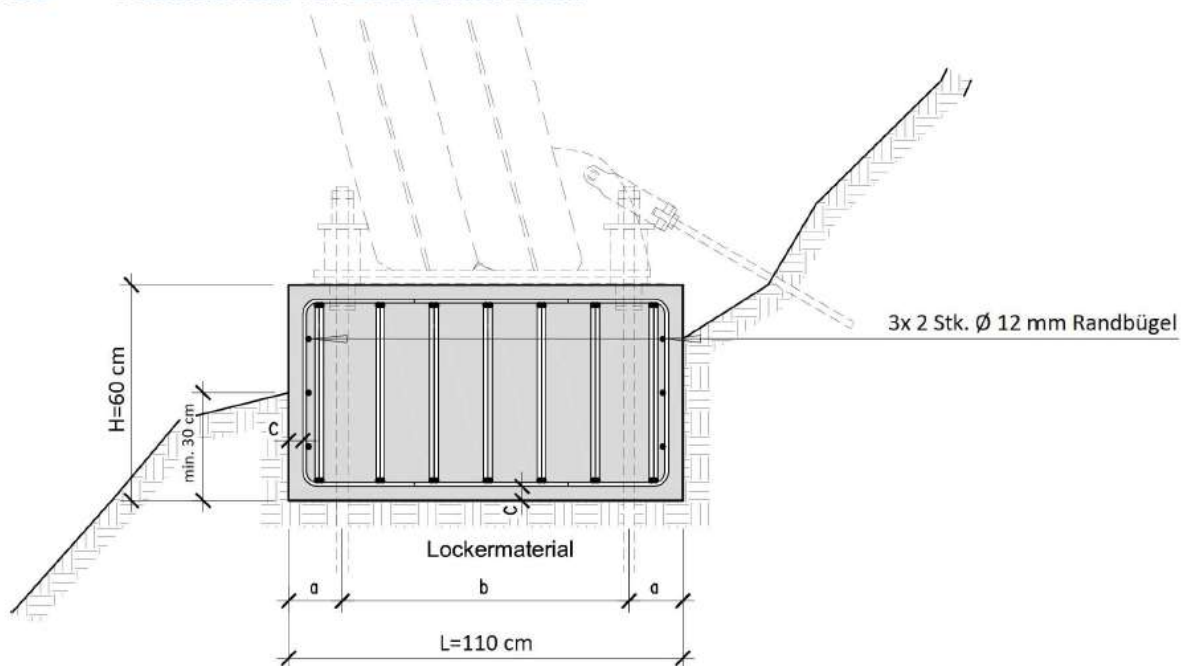
Nachdem die Stelle unter der Schablonenplatte gut gereinigt und lose Steine entfernt wurden, kann mit Brettern eine Schalung für den Sockel erstellt und die Schablonenplatte mit vorgemischtem Trockenbeton untergossen werden. Der Beton ist nach dem vergiessen gut zu vibrieren.
 Es ist darauf zu achten, dass die ganze Schablonenplatte über dem Sockel steht und nicht Zement übersteht, damit eine gute, ebene Auflage für den Mastfuss gewährleistet wird.

Vorsicht

Genügend Platz bei Schubentlastungsanker einplanen siehe Bilder Kapitel 2.3



2.4.2 Fundament für Lockermaterial



Bei lockerem Material ist das Betonfundament in einer Dicke von 60 cm zu erstellen.
Die Einbindtiefe von 30 cm ist zwingend einzuhalten.

Abstände a und b für die Bohrung der Mikropfähle und Schubentlastungsanker sind gemäss vorigem Kapitel auszuführen. Die Bewehrungsüberdeckung c , wird wie folgt ausgeführt:

$c = 40\text{ mm}$ allgemein

$c = 50\text{ mm}$ auf vorbereitetem Untergrund

$c > 90\text{ mm}$ auf unvorbereitetem Untergrund

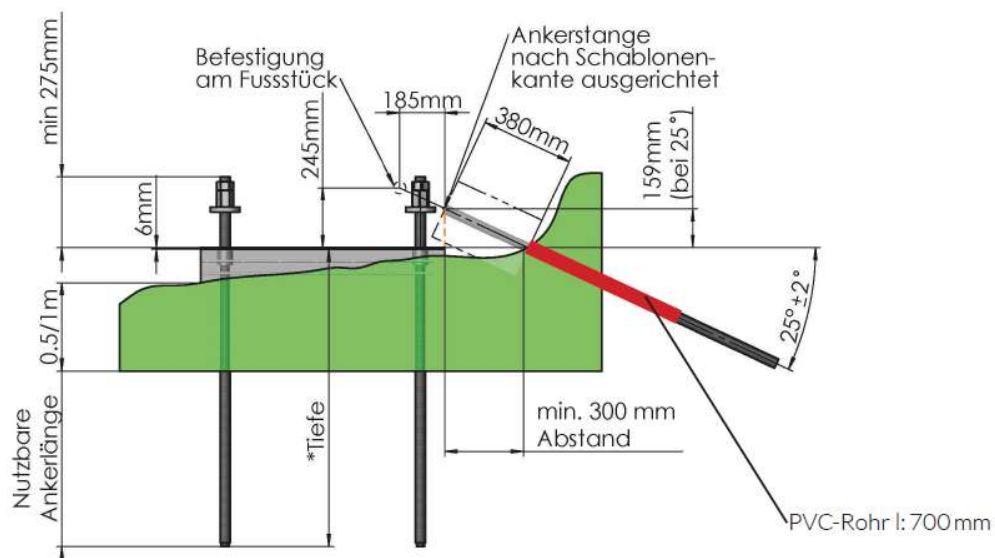
2.5.3 Zugentlastungsanker

Der Zugentlastungsanker, muss gemäss Kapitel 2.3 erstellt werden. Für die Bohrung des Zugentlastungsankers kann bei der Firma Wyssen eine zusätzliche Bohrlehre (Art.Nr.411.416) bezogen werden.

Der Ankerstab ist im Bohrloch zu zentrieren, dies kann durch die Verwendung von Abstandshalter oder Zentrierteilen erreicht werden. Der Anker ist gemäss Abbildung unten einzubauen. Die Mindestlänge eines Ankers beträgt 6 m.

Über die definitive Länge entscheidet die Wyssen Avalanche Control AG.

Beim Verwenden eines verstärkten Mastens, ist beim Anker eine minimale frei arbeitende Länge von 1 m einzurechnen. Dies wird durch das vorgängige Überziehen eines PVC Rohres mit minimal grösserem Durchmesser gegenüber dem Anker erreicht. Das 700 mm lange PVC-Rohr muss bündig vom Erdanschlag ins Innere reichen.



2.2 Erdung

Um die Maschine und Personen zu schützen, muss der Masten über eine ausreichende Erdung verfügen.

Österreich:

Um die Maschine und Personen zu schützen, muss der Mast über eine ausreichende Erdung verfügen.

Die 4 Stk. vertikalen Felsanker / Pfähle und der Schubentlastungsanker werden als Blitzschutzanker herangezogen.

An Standorten an denen aufgrund der Bodenbeschaffenheit die Verlegung von Horizontalerdnern (Strahlenerdnern) möglich ist, werden 3 Stk. sternförmig angeordnete Erdungsbänder mit einem Querschnitt von 3 mm x 30 mm und einer Länge von je mind. 25 m verlegt. Im Abstand von ca. 5 m vom Mast werden die Horizontalerdnern (Strahlenerdnern) durch einen Erderring verbunden.

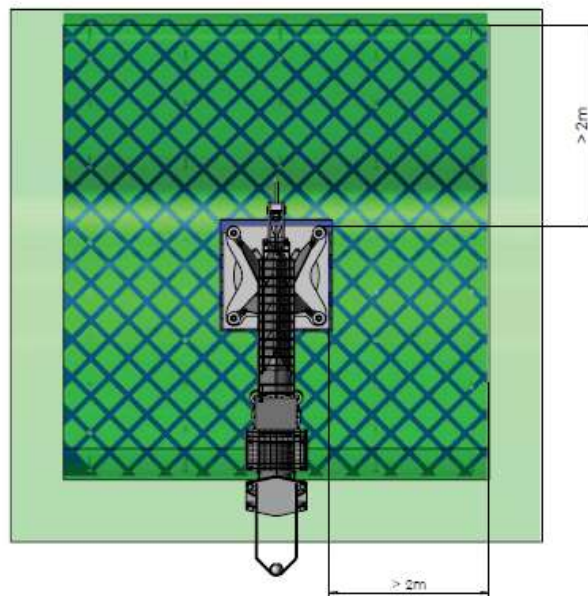
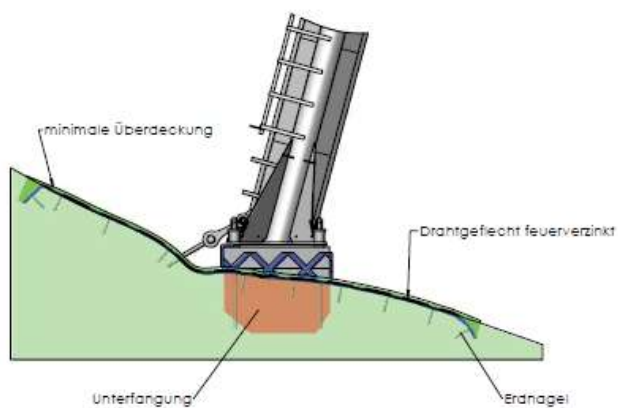
Die Verlegung erfolgt in ausreichender Tiefe damit keine dynamischen Kräfte bei Blitzstromableitung wirksam werden und das Erdreich um den verlegten Erder ausreichend leitfähig ist.

Die Erdungsbänder werden am Mastfussstück blitzstromtragfähig angeschlossen.

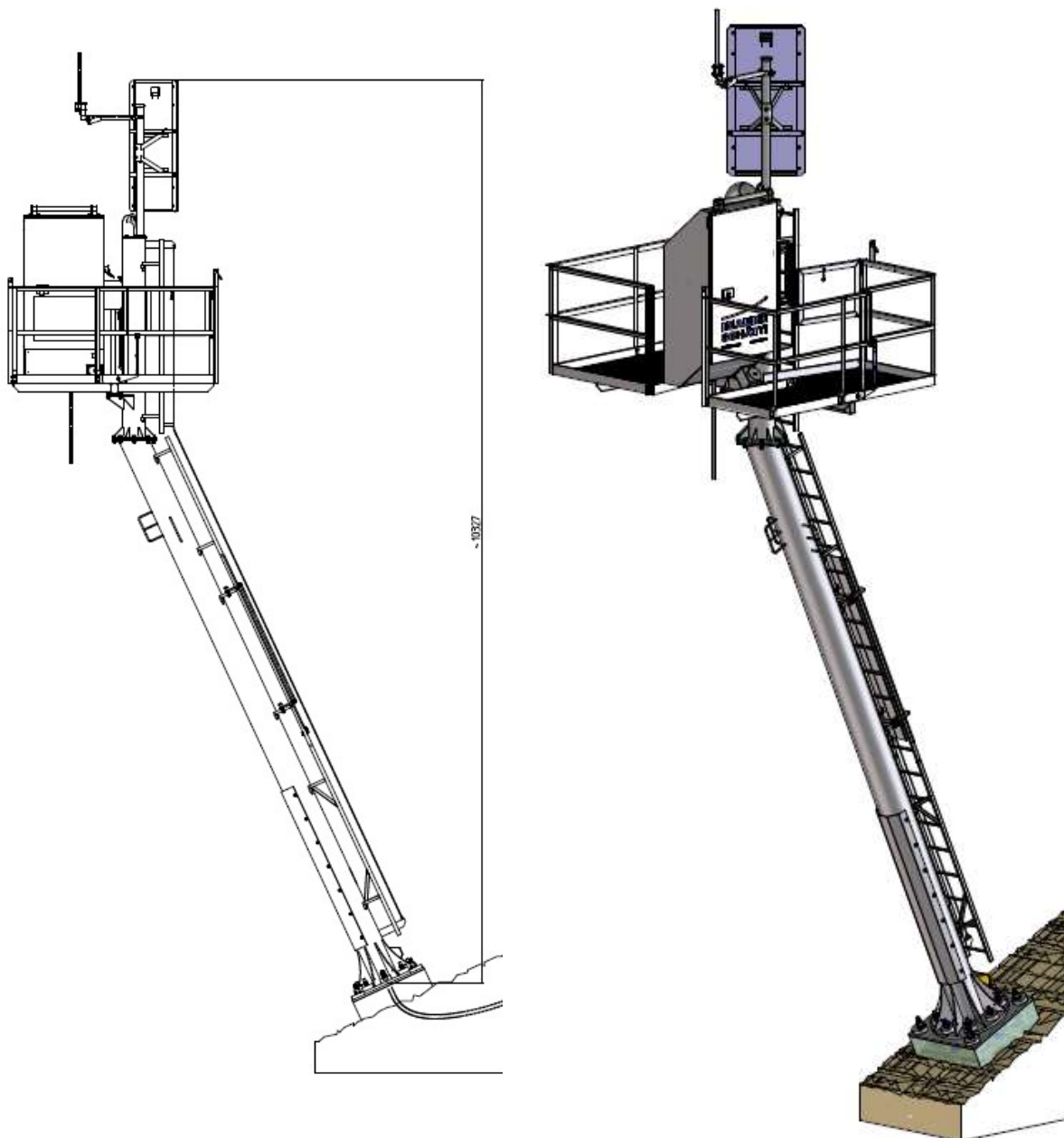
Am Mastfußstück wird auf Sichthöhe ein Hinweisschild hinsichtlich Schritt- und Berührungsspannung für Personen gemäß ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 angebracht (siehe Betriebsanleitung Punkt 2.1 Darstellung der Sicherheitshinweise).

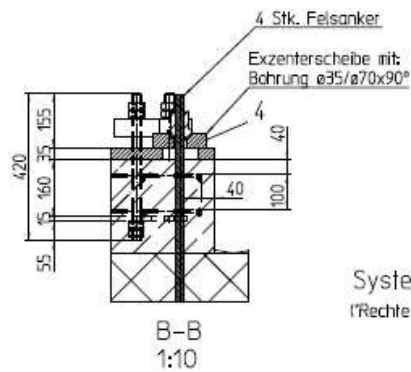
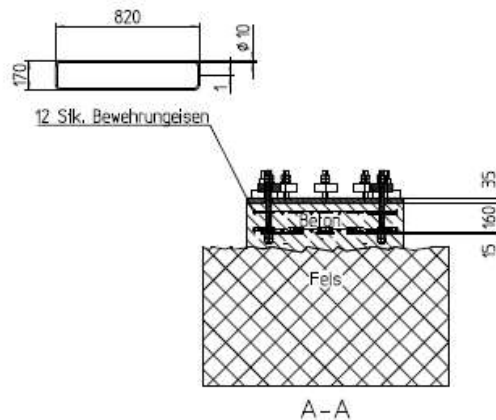
2.5.4 Murmeltierschäden

Falls die Gefahr von Murmeltierschäden wahrscheinlich ist, muss der Einbau eines Drahtgeflechts geprüft werden. Der Bau ist gemäss Bilder auszuführen.



L.4.2 Auszüge Plandarstellung Gründung LM32 - Inauen Schätti





Für die Auslieferung des Ankerkorbs, ist die Fundamentplatte und Ankerscheibe mit den Gewindestangen zu verspannen.

