
Bericht Nr. 1418139.6b

Einwohnergemeinde Kandersteg

**Kandersteg, "Spitze Stei"
Sicherheitskonzept Gemeinde**

Zollikofen, 12. April 2022

GEOTEST AG
BERNSTRASSE 165
CH-3052 ZOLLIKOFEN
T +41 (0)31 910 01 01
F +41 (0)31 910 01 00
zollikofen@geotest.ch
www.geotest.ch

Autor(en)	Bearbeitete Themen / Fachbereiche
Rachel Riner	Gesamter Bericht
Christian Kienholz	Überarbeitung per April 2022 (vgl. Hinweise)
Supervision	Visierte Inhalte
Daniel Tobler	Gesamter Bericht
Hinweise	
<p>Version 6b des Sicherheitskonzeptes basiert auf den Ende 2021 überarbeiteten Szenarien sämtlicher Teilprozesse (Primär, Sekundär und Tertiärprozesse). In den neuen Szenarien und den abgeleiteten Sicherheitszonen ist der aktuelle Stand der baulichen Massnahmen (Leitdämme, Rückhaldedämme, Ausbau Rückhalteraum) beim Oeschibach berücksichtigt.</p> <p>Im Rahmen der Arbeiten wurde die Definition der Gefahrenstufen angepasst und über sämtliche Teilprozesse vereinheitlicht.</p> <p>Die bisherigen Überwachungskonzepte für den Spitze Stei und den Oeschibach wurden aktualisiert und als Teilkapitel in das Sicherheitskonzept aufgenommen.</p> <p>Beim Kapitel Informations- und Meldefluss gab es punktuelle Anpassungen.</p> <p>Version 6b ersetzt frühere Versionen (6, 6a) des Sicherheitskonzeptes komplett.</p>	

Daniel Tobler

Christian Kienholz

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Institutioneller Verantwortungsbereich	5
3.	Szenarien und Wirkungsräume	7
3.1	Primärprozess	10
3.2	Sekundärprozess	11
3.3	Tertiärprozess	13
4.	Überwachung	15
4.1	Primärprozess	16
4.2	Sekundärprozess	18
4.3	Tertiärprozess	19
5.	Lagebeurteilung und Gefahrenstufen	20
6.	Sicherheitszonen	23
6.1	Primärprozess	23
6.2	Sekundärprozess	24
6.3	Tertiärprozess	24
6.4	Prozessketten (Kombinationen Sicherheitszonen Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse).....	24
7.	Akteure und Zuständigkeiten	25
7.1	GEOTEST AG	25
7.2	Abteilung Naturgefahren (NGA).....	25
7.3	Kernstab «Spitze Stei» EGS	25
8.	Verwendete Grundlagen	27

Beilage

Sicherheitszonen	1
Primärprozess	1.1
Sekundärprozess	1.2
Tertiärprozess	1.3
Primär- und Sekundärprozess	1.4
Primär-, Sekundär- und Tertiärprozess	1.5
Konvoikonzept	2

1. Einleitung

Aus der instabilen Flanke des Spitze Steis muss in den nächsten Jahren mit grossen Sturz- und Rutschereignissen, sowie Folgeprozessen wie Murgängen und Überflutungen gerechnet werden. In den Untersuchungen wird diesbezüglich zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiärprozessen unterschieden. Bei den Primärprozessen handelt es sich um Sturz- und Rutschereignisse direkt aus der Instabilität Spitze Stei. Die Sekundärprozesse umfassen Murgänge bzw. geschiebereiche Abflüsse im Oeschibach, welche sich aus den Primärprozessablagerungen direkt oder zeitverzögert bilden können. Bei den Tertiärprozessen handelt es sich um Überflutungen des Oeschibachs bzw. der Kander während oder nach den Sekundärprozessen, infolge Gerinneverfüllung durch die Sekundärprozesse. Die neusten Erkenntnisse der Untersuchungen sind in den Berichten [1] (Primärprozesse), [2] (Sekundärprozesse) und [3] (Tertiärprozesse) dokumentiert.

Seit der Erkennung der Gefährdung im Jahr 2018 wird für den Spitze Stei im Auftrag der Gemeinde Kandersteg ein Gefahrenmanagement praktiziert. Ziel des Gefahrenmanagements Spitze Stei ist die Gewährleistung der Sicherheit von Personen innerhalb des institutionellen Verantwortungsbereiches (vgl. nachfolgendes Kapitel 2) sowie nach Möglichkeit die Abwendung von grösseren Sachschäden in Folge der Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse.

Im vorliegenden Sicherheitskonzept werden die wichtigsten Pfeiler des Gefahrenmanagements Spitze Stei geregelt. Dazu gehören die Überwachung, Gefahrenbeurteilung mitsamt Gefahrenstufen, Sicherheitszonen sowie Informationsflüssen. Das Sicherheitskonzept bildet die Basis für die Umsetzung weiterführender Konzepte und Planungen (z.B. Notfallplanung).

2. Institutioneller Verantwortungsbereich

Das Gefahrenmanagement Spitze Stei fokussiert auf den institutionellen Verantwortungsbereich im Wirkungsraum der Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse Spitze Stei (Kapitel 3). Innerhalb des institutionellen Verantwortungsbereichs müssen die vom Risiko Betroffenen davon ausgehen können, dass eine oder mehrere Institutionen (z.B. die öffentliche Hand) das Risiko so in Grenzen hält, dass gegenüber der Gefährdung aus anderen Gefahrenquellen keine relevante Mehrgefährdung besteht. Ausserhalb des institutionellen Verantwortungsbereichs besteht von Seiten Institutionen hingegen keine Sicherungspflicht. Sie müssen dort lediglich dafür besorgt sein, dass die vom Risiko Betroffenen die notwendigen Informationen haben, um eigenverantwortlich darüber zu entscheiden, wo und wie sie sich aufhalten wollen.

Zum institutionellen Verantwortungsbereich gehört das Siedlungsgebiet sowie Anlagen wie Kraftwerke, Strassen, Bahnen und andere Transportanlagen. Die Verantwortung im institutionellen Bereich ist im vorliegenden Fall auf verschiedene Akteure aufgeteilt:

- Die Gemeinde Kandersteg ist für die Sicherheit des Siedlungsgebiets (Art. 30 kWaG), dessen Erschliessung (Art. 31 Abs. 1 kWaG) und der Wege, welche unter die Fuss- und Wanderweggesetzgebung fallen (Art. 30 Abs. 1 SV) verantwortlich, wobei für Fuss- und Wanderwege ein geringerer Schutzgrad gilt als für das Siedlungsgebiet (Art. 31 Abs. 2 kWaG).
- Die Alpschaft Oeschinenholz ist für die Sicherheit der Erschliessungsstrasse Oeschwald-Oeschinensee (Art. 31 Abs. 1 kWaG) verantwortlich.
- Die Gondelbahn Kandersteg-Oeschinen AG (GKO) ist für ihre Anlagen (Gondelbahn, Pisten, durch sie betriebene Feuerstellen sowie Wege, sofern diese nicht bereits im Verantwortungsbereich einer anderen Institution liegen) verantwortlich.
- Bei allen anderen Bauten und Anlagen ist der jeweilige Eigentümer resp. Betreiber für die Sicherheit verantwortlich.

Alpines Gelände liegt ausserhalb des institutionellen Verantwortungsbereiches, selbst wenn dort Bergsteigerrouuten durchführen (z.B. Route von der Doldenhornhütte zum Doldenhorn via Spitze Stei).

Da die Sicherheit direkt unterhalb der Rutschung Spitze Stei mit keinem vertretbaren Aufwand garantiert werden kann, wird eine permanente Sicherheitszone ausgedehnt, welche für jegliche Aktivitäten gesperrt ist (Kapitel 6). Sollte diese Sicherheitszone trotzdem temporär genutzt werden (z.B. für Bauarbeiten, touristische Nutzung), so muss die jeweils nutzniessende Institution Sicherheitsmassnahmen implementieren, welche dazu führen, dass für Personen und erhebliche Sachwerte, die sich in ihrem Auftrag darin aufhalten, keine relevante Mehrgefährdung besteht. Die geplanten Massnahmen sind der Gemeinde und der Abteilung Naturgefahren des Kantons Bern zur Kenntnis zu bringen. Die Kosten für die Ausarbeitung des Konzeptes sowie der Umsetzung der notwendigen Massnahmen sind vollumfänglich von der nutzniessenden Institution zu tragen.

Da sich insbesondere im Bereich Oeschinensee die Verantwortungsbereiche der Gemeinde (z.B. Wanderwege), der GKO (z.B. Feuerstellen) und weiterer Verantwortungsträger (z.B. Bootsvermieter, Berggasthäuser) teilweise überschneiden, haben alle Verantwortungsträger mitzuarbeiten, dass die notwendigen Schutzmassnahmen (z.B. keine Aktivitäten innerhalb gesperrter Bereiche) eingehalten werden.

3. Szenarien und Wirkungsräume

Im Rahmen der bisherigen Untersuchungen wurden für die Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse mögliche Szenarien und Szenarienkombinationen, mitsamt Wirkungsräumen erarbeitet ([1][2][3]). Diese Szenarien und Wirkungsräume bilden eine wichtige Grundlage für das Gefahrenmanagement und werden daher in den nachfolgenden Unterkapiteln pro Prozess näher beschrieben. Vorgängig folgen generelle Anmerkungen, die für alle drei Prozesse Gültigkeit haben.

- Das Eintreten von Primärprozessen ist Voraussetzung für nachfolgende Sekundär- und Tertiärprozesse (Abbildung 1). D.h. ohne die Lieferung von Schutt durch Sturz- bzw. Rutschereignisse treten die in [2] definierten grossen Murgangsszenarien nicht auf. Dasselbe gilt für die Tertiärprozesse: Gerinne(teil)verfüllungen von Kander und Oeschibach durch die Sekundärprozesse sind Voraussetzung für die in [3] definierten Überschwemmungen.
- Für die Primär- und Sekundärprozesse resultieren gut 20 Szenarienkombinationen (Abbildung 1) mit entsprechend unterschiedlichen Wirkungsräumen. Werden zusätzlich die Tertiärprozessszenarien berücksichtigt, resultieren über 100 mögliche Szenarienkombinationen. Für das vorliegende Sicherheitskonzept wurden ausgewählte Szenarien aggregiert, mit dem Ziel der Elimination ähnlicher Szenarienkombinationen. Diese aggregierten Szenarien / Wirkungsflächen bilden die Grundlage für die Ausscheidung von Sicherheitszonen, welche bei den Lagebeurteilungen zur Anwendung kommen (Kapitel 5) und auch eine wichtige Grundlage für weiterführende Planungen (z.B. die Notfallplanung) bilden.
- Die Wirkungsflächen wurden in [1]–[3] mitsamt Eintretenswahrscheinlichkeiten und Einwirkungen definiert. Die erwarteten Einwirkungen sind dabei über ein dreistufiges Bewertungsschema beschrieben (Tabelle 1). Die Eintretenswahrscheinlichkeiten wurden für einen Zeitraum von 10 Jahren definiert (10-Jahres Horizont als Grundlage für die Gefährdungskarte Kandersteg). Im Rahmen des hier behandelten Gefahrenmanagements sind Eintretenswahrscheinlichkeiten über kürzere Zeiträume (Stunden, Tage bis Wochen) massgebend.
- Bei den erarbeiteten Wirkungsflächen handelt es sich um Prozessumhüllende, welche jeweils verschiedene Ausprägungen eines Szenarios umfassen. Bei tatsächlich auftretenden Ereignissen dürften diese Umhüllenden nur in wenigen Fällen komplett bestrichen werden.

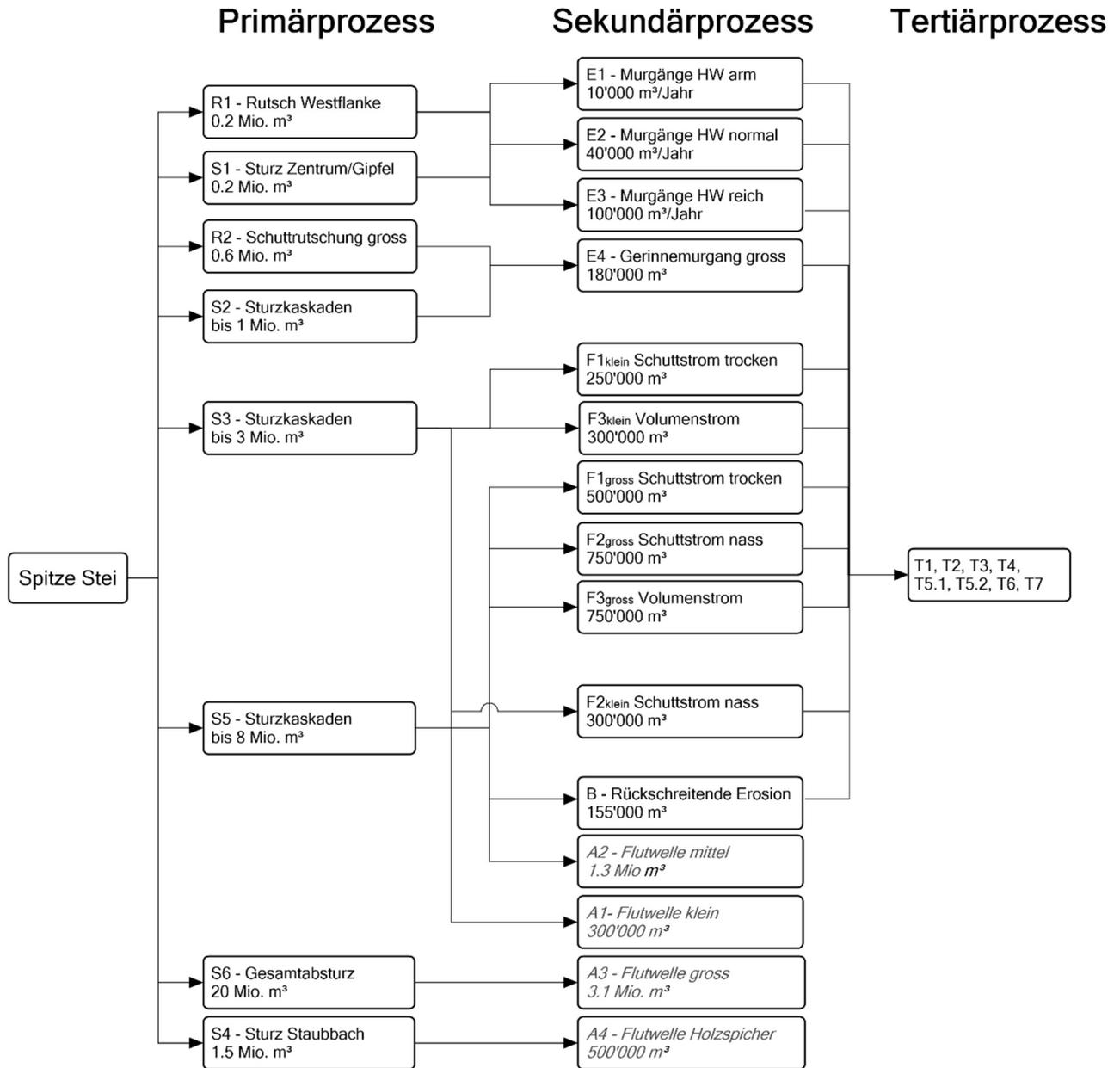


Abbildung 1: Szenarienbaum Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse, adaptiert nach [2]. Die Flutwellen-Szenarien des Sekundärprozesses (A-Szenarien, kursiv geschrieben) werden im vorliegenden Sicherheitskonzept nicht näher betrachtet.

- Für die Wirkungsflächen der Primär- und Sekundärprozessszenarien spielen Dämme und Geschiebeablagerungsplatz (GAP) im unteren Bereich des Oeschibachs eine zentrale Rolle. Bei der Ausscheidung der Wirkungsflächen wurde der Baustand von Ende Juni 2021 berücksichtigt. Es wurde zudem davon ausgegangen, dass im bestehenden Ablagerungsraum die gesamte Kapazität zur Verfügung steht. Sollte diese Kapazität nicht zur Verfügung stehen (z.B. infolge vorangegangener Ereignisse), muss mit grösseren Wirkungsflächen bzw. höheren Einwirkungen gerechnet werden.

Tabelle 1: Bewertungsschema Einwirkungen.

Stufe	Einwirkung	Mögliche Gefährdung
0	keine	<p>Ausserhalb des erwarteten Prozessbereichs</p> <p>→ gegenüber der aus anderen Gefahrenquellen resultierenden Gefährdung ist keine relevante Mehrgefährdung durch Prozesse vom Spitze Stei zu erwarten.</p>
1	schwach	<p>Wirkungsbereich von Prozessen mit geringen mechanischen Einwirkungen</p> <p>Ablagerungsmächtigkeit < 1 m oder Fliessgeschwindigkeit < 0.5 m/s, Wasser und Schlamm kann in Gebäude eindringen</p> <p>→ Fluchtmöglichkeiten je nach Gelände gegeben, Todesgefahr durch direkte Prozesseinwirkung unwahrscheinlich, hauptsächlich unangenehme Beeinträchtigungen (Staubentwicklung, in Gebäude eindringendes Wasser und Schlamm), gravierende Verletzung oder Todesgefahr nur durch unangepasstes Verhalten (Flucht, Absturz)</p>
2	mittel	<p>Wirkungsbereich von Prozessen mit mittleren mechanischen Einwirkungen</p> <p>Ablagerungsmächtigkeit 1–2 m oder Fliessgeschwindigkeit 0.5–2 m/s, grösste transportierte Blöcke < 1 m</p> <p>→ geringe Fluchtmöglichkeiten, Todesgefahr bei Aufenthalt ausserhalb von Gebäuden, Gebäude werden beschädigt, Personen sind innerhalb Gebäude sicher</p>
3	stark	<p>Wirkungsbereich von Prozessen mit starken mechanischen Einwirkungen</p> <p>Ablagerungsmächtigkeit > 2 m oder Fliessgeschwindigkeit > 2 m/s, grösste transportierte Blöcke > 1 m, Druckwelle und Splitter</p> <p>→ geringe Fluchtmöglichkeiten, mögliche Todesgefahr bei Aufenthalt während Ereignis auch in Gebäuden, Gebäude werden zerstört</p>

3.1 Primärprozess

In Bericht [1] wurden zehn Primärprozess-Szenarien (Sturz, Rutschungen) definiert (Tabelle 2). Die vorgängig beschriebene Aggregation ähnlicher Szenarien resultiert in fünf Wirkungsräumen bzw. Sicherheitszonen, deren Ausdehnung in Beilage 1.1 kartographisch dargestellt ist. Die ausgeschiedenen Wirkungsflächen berücksichtigen Splitterwirkung sowie Druckwelle gemäss Bericht [4].

Zwei der zehn Primärprozessszenarien (R3, S7) treffen das Einzugsgebiet des Oeschibachs nicht oder nur randlich. Für die Sekundärprozessszenarien im Oeschibach werden daher nur die restlichen acht Primärprozessszenarien berücksichtigt (Abbildung 1). Die S4 und S6 Szenarien sind Voraussetzung für die A-Szenarien, welche im Rahmen des vorliegenden Sicherheitskonzepts nicht näher betrachtet werden (Begründung in Kapitel 3.2).

Tabelle 2: Szenarien Primärprozess (PP) gemäss [1], mitsamt Aggregation in fünf Wirkungsräume / Sicherheitszonen (letzte Spalte).

Szenario	Beschreibung	Mobilisierte Kubaturen	Wirkungsraum / Sicherheitszone
R1	Rutschung aus Westflanke	bis 0.2 Mio. m ³	PP-permanent (bis 0.2 Mio. m ³)
S1	Felssturz aus Zentrum/Gipfel	bis 0.2 Mio. m ³	
R3	Teilabstürze von Schuttmaterial aus dem Bereich Ost	bis 0.2 Mio. m ³	
R2	Grosse Schuttrutschungen	bis 0.6 Mio. m ³	PP-klein
S2	Mehrere grosse Felsstürze	1.0 Mio. m ³	
S3	Mehrere grosse Stürze	3.0 Mio. m ³	PP-mittel
S4	Mehrere grosse Stürze in Richtung Staubbach	1.5 Mio. m ³	
S7	Bergsturz Bereich Ost	3.0 Mio. m ³	
S5	Grosser Bergsturz	8.0 Mio. m ³	PP-gross
S6	Totalabsturz	20.0 Mio. m ³	PP-sehr gross

3.2 Sekundärprozess

In Bericht [2] sind 15 Sekundärprozessszenarien (Murgänge, geschiebereicher Abfluss) definiert, eingeteilt in vier Kategorien (A – Flutwelle, B – rückschreitende Erosion, E – Gerinneerosion, F – Schuttstrom bzw. Volumenstrom). Die vier A-Szenarien (A1–A4) für Flutwellen werden im Rahmen des vorliegenden Sicherheitskonzepts nicht weiter behandelt, sondern mit einem spezifischen Interventionskonzept sobald sich eine entsprechende Situation abzeichnet. Da der Aufstau des Oeschinensees einige Wochen bis Monate in Anspruch nimmt [2], ist die Reaktionszeit ausreichend. Grundlagen bzgl. Intervention sind in [5] aufgearbeitet.

Die verbleibenden 11 Sekundärprozessszenarien aus [2] (ein B-Szenario, vier E-Szenarien, drei F-Szenarien mit je zwei Subszzenarien) sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Die Aggregation ähnlicher Szenarien resultiert in vier Wirkungsräumen bzw. Sicherheitszonen (SP-klein, SP-mittel, SP-gross, SP-sehr gross). Vgl. letzte Spalte in Tabelle 3 sowie Beilage 1.2 für eine kartografische Darstellung.

Tabelle 3: Szenarien Sekundärprozess (SP) gemäss [2], mitsamt Aggregation in vier Wirkungsräume / Sicherheitszonen (letzte Spalte).

Szenario	Beschreibung	Kubaturen Mobilisierung --- Ablagerung	Vorangegangene PP-Szenarien	Wirkungs- raum / Sicherheits- zone
E1	Gerinneprozesse in hochwasserarmen Jahren (Jahresbetrachtung) Voraussetzung: wiederholte Stürze von wenigen 100'000 m ³ , wovon ein grosser Teil der Sturzablagerungen nicht direkt mobilisiert wird. Auslösung: langandauernde Niederschläge, Gewitter	8'000–10'000 m ³ pro Jahr als geschiebereicher Abfluss --- 6'500 m ³ Ablagerung im GAP, Weitertransport von feinem Material im bestehenden Gerinne	R1, S1, S4	SP-klein
E2	Gerinneprozesse in normalem Hochwasserjahr (Jahresbetrachtung) Voraussetzung: wiederholte Stürze von wenigen 100'000 m ³ , wovon ein grösserer Teil der Sturzablagerungen nicht direkt mobilisiert wird. Auslösung: langandauernde Niederschläge, Gewitter	40'000 m ³ pro Jahr 2 x 15'000 m ³ als Murgang 10'000 m ³ als geschiebereicher Abfluss --- 27'000 m ³ gelangen mit zwei Murgängen, 8'000 m ³ fluvial in den GAP 8'000 m ³ fliessen weiter	R1, S1, S4	

E3	<p>Gerinneprozesse in hochwasserreichem Jahr (Jahresbetrachtung)</p> <p>Voraussetzung: wiederholte Stürze von vielen 100'000 m³ (bis 1.5 Mio.), wovon ein grösserer Teil dieser Sturzablagerung nicht durch Gerinnemurgänge direkt mobilisiert wird.</p> <p>Auslösung: langandauernde Niederschläge, Gewitter</p>	<p>100'000 m³ pro Jahr</p> <p>40'000 sowie 20'000 m³ als Murgänge</p> <p>40'000 m³ als geschiebereicher Abfluss</p> <p>---</p> <p>75'000 m³ Ablagerung im GAP</p> <p>25'000 m³ fliessen weiter, max. 10'000 m³ pro Ereignis</p>	R1, S1, S4	SP-mittel
E4	<p>Gerinnemurgang (Einzelereignis)</p> <p>Voraussetzung: wiederholte Stürze von vielen 100'000 m³ (bis 1.5 Mio. m³), wovon ein grösserer Teil dieser Sturzablagerung nicht durch Gerinnemurgänge direkt mobilisiert wird.</p> <p>Auslösung: langandauernde Niederschläge, Gewitter</p>	<p>180'000 m³</p> <p>130'000 m³ als Murgang</p> <p>50'000 m³ als geschiebereicher Abfluss</p> <p>---</p> <p>die gesamten 130'000 m³ des Murgangs bleiben im GAP</p> <p>von den 50'000 m³ des geschiebereichen Abflusses fliessen 30'000 m³ weiter, mit Ablagerung im Dorf</p>	R2, S2, S4	
F1 _{klein}	<p>Trockener Schuttstrom klein</p> <p>Voraussetzung: Paketweiser Absturz grosser Volumen (3 Mio. m³)</p> <p>Auslösung: wesentlicher Niederschlag nicht nötig (Sättigung Sturzmasse reicht für Mobilisierung Murgang)</p>	<p>150'000 m³</p> <p>mehrere zähflüssige Murschübe von einigen 10'000 m³</p> <p>---</p> <p>Gesamtkubatur lagert sich im GAP bzw. oberhalb davon ab</p>	S3	
F1 _{gross}	<p>Trockener Schuttstrom gross</p> <p>Voraussetzung: Paketweiser Absturz sehr grosser Volumen (8 Mio. m³)</p> <p>Auslösung: wesentlicher Niederschlag nicht nötig (Sättigung Sturzmasse reicht für Mobilisierung Murgang)</p>	<p>400'000 m³</p> <p>wenige zähflüssige Murschübe</p> <p>---</p> <p>150'000–200'00 m³ im Gerinne oberhalb KW abgelagert</p> <p>200'00 m³ zwischen KW und GAP abgelagert</p>	S5	
B	<p>Rückschreitende Erosion in grosse Sturzablagerung</p> <p>Voraussetzung: Bergsturz 8 Mio. m³</p> <p>Auslösung: Niederschläge, Wasserzufuhr Gerinnesystem, Sickerwasser aus Oeschinensee</p>	<p>155'000 m³</p> <p>(105'000 m³ in Sattelzone, 50'000 m³ im Gerinne)</p> <p>---</p> <p>140'000–150'000 m³ im GAP abgelagert</p> <p>5'000–10'000 m³ im Dorf abgelagert</p>	S5	

F2 _{klein}	Nasser Schuttstrom klein Voraussetzung: Paketweiser Ab- sturz grosser Volumen (3 Mio. m ³) Auslösung: Starkniederschläge	250'000–300'000 m ³ --- 50'000 m ³ im Gerinne ober- halb KW abgelagert 150'000 m ³ Eintrag in GAP 50'000 m ³ Ablagerung im Dorf	S3	SP-gross
F3 _{klein}	Volumenstrom klein Voraussetzung: Paketweiser (för- derbandsmässiger) Absturz gros- ser Volumen (3 Mio. m ³) Auslösung: Starkniederschläge	300'000 m ³ --- 50'000 m ³ im Gerinne ober- halb KW abgelagert 200'000 m ³ zwischen KW und GAP 50'000 m ³ Ablagerung im Dorf	S3	
F2 _{gross}	Nasser Schuttstrom gross Voraussetzung: Paketweiser Ab- sturz sehr grosser Volumen (8 Mio. m ³) Auslösung: Starkniederschläge	750'000 m ³ --- 200'000 m ³ im Gerinne ober- halb KW abgelagert 500'000 m ³ zwischen KW und unterhalb GAP 50'000 m ³ Ablagerung im Dorf (Murgang)	S5	SP-sehr gross
F3 _{gross}	Volumenstrom gross Voraussetzung: Paketweiser (för- derbandsmässiger) Absturz sehr grosser Volumen (8 Mio. m ³) Auslösung: Starkniederschläge	750'000 m ³ --- 250'000 m ³ im Gerinne ober- halb KW abgelagert 250'000 m ³ zwischen KW und GAP 250'000 m ³ Ablagerung im Dorf (Murgang)	S5	

3.3 Tertiärprozess

In Bericht [3] wurden acht Tertiärprozess-Szenarien definiert. Die Szenarien unterscheiden sich bezüglich Feststoffeintrag (Geschiebe- und Feinmaterial) sowie Wasserführung von Oeschibach und Kander (Tabelle 4). Gemäss [3] sind die acht Tertiärprozessszenarien mit sämtlichen Sekundärprozessszenarien kombinierbar (Abbildung 1), dies aus den folgenden Gründen:

- Das für eine Vollverfüllung der Kander benötigte Feststoffpotential des Oeschibachs ist bei sämtlichen Sekundärprozesssszenarien gegeben. Bereits ein Feststoffeintrag von wenigen 1000 m³ in die Kander ist kritisch (Tabelle 4).
- Teilverfüllungen der Kander direkt durch die Sekundärprozesssszenarien E3, E4, F2 und F3 haben auf die Wirkungsflächen der Tertiärprozesse keinen zusätzlichen Einfluss.

Bei einer Teilverfüllung der Kander (Szenario T2) sind im Rahmen der Tertiärprozesssszenarien keine Austritte und Überschwemmungen der Kander zu erwarten. Es ist jedoch zu beachten, dass beim Teilverfüllungsszenario lediglich ein einjähriger Hochwasserabfluss (HQ₁) der Kander berücksichtigt worden ist (Tabelle 4). Höhere Abflüsse (z.B. ein 30-jährliches Ereignis HQ₃₀) der Kander ohne Aktivität des Oeschibachs sind durch die Gefahrenkarte abgedeckt.

Die Aggregation ähnlicher Szenarien resultiert in vier Wirkungsräumen bzw. Sicherheitszonen (TP-klein, TP-mittel, TP-gross, TP-sehr gross). Vgl. letzte Spalte in Tabelle 4 sowie Beilage 1.3 für eine kartografische Darstellung.

Tabelle 4: Tertiärprozess-Szenarien (TP) gemäss [3], mitsamt Aggregierung in vier Wirkungsräume / Sicherheitszonen (letzte Spalte). Qm steht für mittlerer Abfluss, HQ für Hochwasserabflüsse der definierten Jährlichkeit (HQ₃₀ entspricht einem 30-jährlichen Hochwasser).

Szenario	Szenario Kander*	Szenario Oeschibach	Eintrag Geschiebe / Feinmaterial durch Oeschibach (pro Ereignis)	Auswirkung Kander	Wirkungsraum / Sicherheitszone
T1	Qm	HQ ₂	63 / 100 m ³	minimale Auflandung	TP-klein
T2	HQ ₁	HQ ₅	430 / 1'600 m ³	Teilverfüllung	
T3	HQ ₂	HQ ₁₀	900 / 4'200 m ³	Vollverfüllung	TP-mittel
T4	Qm	HQ ₁₀	900 / 4'200 m ³	Vollverfüllung	
T5.1	HQ ₂	HQ ₃₀	2'000 / 10'000 m ³	Vollverfüllung	TP-gross
T5.2	HQ ₅	HQ ₃₀	2'000 / 10'000 m ³	Vollverfüllung	
T6	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	4'500 / 36'000 m ³	Vollverfüllung	TP-sehr gross
T7	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	7'000 / 70'000 m ³	Vollverfüllung	

* Überflutungen (z.B. 30-jährliche Ereignisse) der Kander *ohne* Aktivität des Oeschibachs sind bei den Tertiärprozess-Szenarien nicht berücksichtigt. Diese werden durch die Gefahrenkarte abgedeckt.

4. Überwachung

Um bevorstehende Ereignisse zu erkennen, diese hinsichtlich Szenarien und Wirkungsräumen (Kapitel 3, Kapitel 5) korrekt einzuordnen und schliesslich rechtzeitig angemessene Sicherheitsmassnahmen zu ergreifen, wird die instabile Flanke des Spitze Stei sowie der Gerinnebereich des Oeschibachs überwacht. Abbildung 2 liefert eine Übersicht zum Überwachungsdispositiv. Nachfolgend wird das Dispositiv pro Prozess diskutiert.

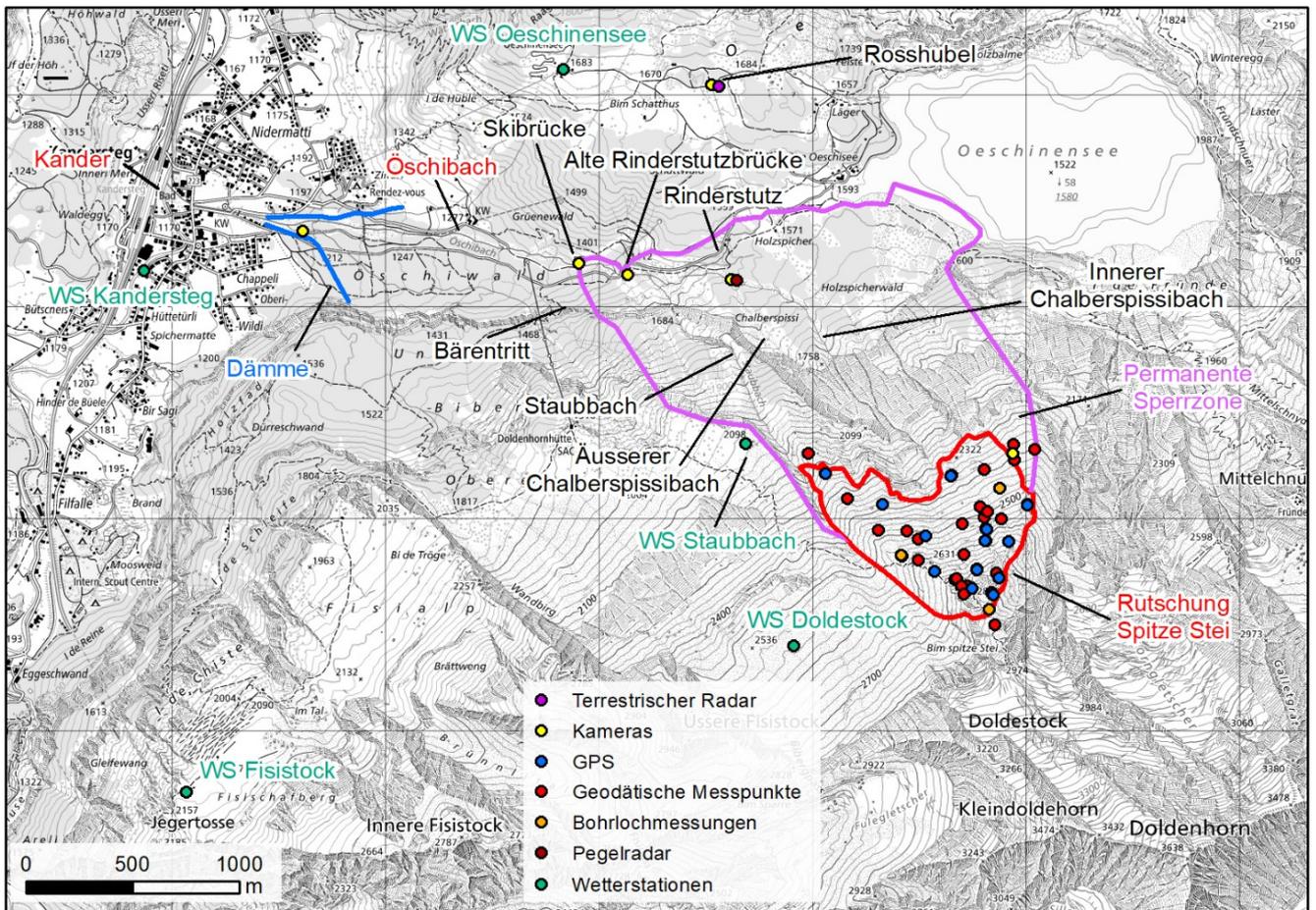


Abbildung 2: Übersichtskarte Spitze Stei mit eingezeichneten Überwachungsanlagen. Ausgewählte Lokalnahmen sind zur Orientierung annotiert. Ebenfalls eingezeichnet sind Rückhalte- und Leitdämme im unteren Bereich des Oeschibachs (blaue Linien) sowie die permanente Sperrzone unterhalb des Rutschgebietes (lila umrandete Fläche).

4.1 Primärprozess

Ziel der Überwachung Spitze Stei ist es, grosse Abbruchereignisse ($>200'000 \text{ m}^3$), welche das Gebiet ausserhalb des dauerhaften Sperrgebietes (Abbildung 2) tangieren können, mit mindestens 24 Stunden Vorlauf zu erkennen.

4.1.1 Überwachungsdispositiv

Das Überwachungsdispositiv des Rutschgebietes umfasst per April 2022 29 geodätische Messpunkte (rote Punkte in Abbildung 2, Abbildung 3) und 12 GPS-Messstationen (blaue Punkte). Die stündlichen (GPS) bzw. halbstündlichen (Tachymeter) Messungen sind redundant und weisen Genauigkeiten im tiefen cm-Bereich auf. Dank der Redundanz können die Schwächen der Messtechnologien (Tabelle 5) und mögliche Systemausfälle aufgefangen werden. Im Sommerhalbjahr wird die Überwachung zusätzlich mit einem terrestrischen Radar unterstützt, welches vom Standort Rosshubel aus (violetter Punkt in Abbildung 2) flächige Geschwindigkeitsmessungen ohne jegliche Installationen im Rutschgebiet ermöglicht. Der Einsatz des Radars beschränkt sich auf den Sommer, da schneefreie Bedingungen Voraussetzung für zuverlässige Messungen sind.

Für die Überwachung werden zusätzlich zwei Kameras eingesetzt. Sie sind am Standort Rosshubel bzw. dem Ostgrat der Flanke installiert (gelbe Punkte in Abbildung 2, Abbildung 3) und decken von dort einen Grossteil des Überwachungsperimeters mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung ab. Niederschlags- und Lufttemperaturmessungen an insgesamt fünf Wetterstationen (türkis eingefärbte Punkte in Abbildung 2, Abbildung 3), sowie Temperatur- und Wasserdruckmessungen in drei Bohrlöchern (orange Punkte in Abbildung 2) ermöglichen eine umfassende Interpretation der erhobenen Bewegungsdaten.

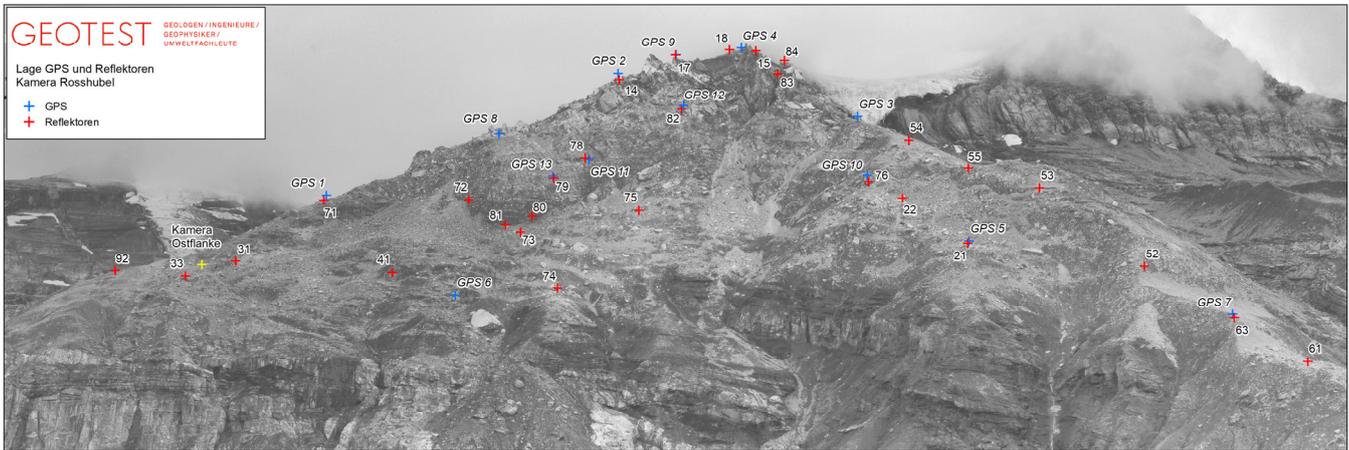


Abbildung 3: Messpunkte der Überwachung Spitze Stei. Frontansicht vom Standort Rosshubel. Die rot eingezeichneten Punkte entsprechen den geodätischen Messpunkten («Reflektoren»), welche mittels Totalstation vom Standort Rosshubel vermessen werden.

Tabelle 5: Stärken (+) und Schwächen (-) der eingesetzten Technologien für Bewegungsmessungen.

	Geodätische Vermessung	GPS	Radar
+	Hohe Genauigkeit, insbesondere 1D in Messrichtung (LOS) Nur kostengünstige Instrumente (Reflektoren) im Prozessgebiet	Hohe Genauigkeit Messungen von 3D-Bewegungen Messungen bei jeder Witterung	Flächige Messungen Keine Instrumente im Prozessgebiet Messungen bei fast jeder Witterung
-	Keine Messungen bei schlechter Witterung und schneebedeckten Reflektoren Keine flächigen Messungen Ersatz von zerstörten Reflektoren wegen Gefährdung u.U. nicht umgehend möglich	Teure Geräte im Prozessgebiet, Ersatz/Reparatur wegen Gefährdung u.U. nicht direkt möglich Verminderte Messqualität bei starken Winden Keine flächigen Messungen	Messungen nur in Messrichtung (LOS) Keine Messungen bei fehlender Kohärenz zwischen zwei Radarscans (z.B. aufgrund Schneebedeckung) Messgenauigkeit in Theorie sehr hoch, in der Praxis z.T. vermindert (u.a. durch Luftfeuchtigkeit, Thermik).

4.1.2 Datenanalyse und Instrumentecheck

Die von den Überwachungsinstrumenten erhobenen Messdaten werden auf dem Datenportal der GEOPRAEVENT AG zusammengeführt und von Seite GEOTEST AG mindestens drei Mal täglich (Morgen, Mittag, Abend) gutachterlich analysiert.

Im Rahmen der Analysen wird auch ein Instrumente-Gesundheitscheck durchgeführt.

Neben den periodischen gutachterlichen Analysen unterliegen die Messwerte einer kontinuierlichen automatischen Überprüfung. Falls vordefinierte Beschleunigungsschwellenwerte überschritten werden, erfolgt der Versand von Warn-SMS. Das Überschreiten der Schwellenwerte führt zu gutachterlichen Kontrollen von Seiten GEOTEST und situativ weiterführenden Schritten (Kapitel 5).

Zur Gewährleistung der gutachterlichen Datenanalysen ist innerhalb der GEOTEST ein Pikettdienst organisiert. Die aktuelle Pikettliste ist auf dem Datenportal der GEOPRAEVENT sowie im Wochenblatt auf dem Slack Channel «SpitzeSteioeschibach» (Kapitel 5) einsehbar.

4.1.3 Zuständigkeiten Betrieb und Unterhalt Überwachungsdispositiv

Das Überwachungssystem am Spitze Stei basiert auf Leistungen und Infrastrukturen der Wyss+Früh AG (geodätische Messungen), GEOSAT SA (GPS), der GEOTEST AG (Wetterstation, Bohrlochmessungen) sowie der GEOPRAEVENT AG (Radar, Kameras, Wetterstation, Datenportal inkl. kontinuierliche Datenprüfung). Die GEOTEST AG koordiniert die Arbeiten dieser Drittleister.

4.2 Sekundärprozess

Ziel der Überwachung Oeschibach ist eine Prognose der Murgangaktivität aus den Sturz- und Rutschablagerungen des Spitze Stei, auf einer Zeitskala von Stunden bis Tagen.

4.2.1 Überwachungsdispositiv

Das Überwachungsdispositiv umfasst Kameras, Wetterstationen sowie einen Pegelradar (Abbildung 2). Mit den sechs Kameras (gelbe Punkte in Abbildung 2) sind in Echtzeit Informationen zum aktuellen Gerinnzustand (Wasserführung, Geschiebeumlagerung, etc.) verfügbar. Die Wetterstationen (türkis eingefärbte Punkte) liefern die gefallenen Niederschlagsmengen im Gebiet, welche neben der Verfügbarkeit von Schuttmateriale für die Gerinneaktivität von herausragender Bedeutung sind.

Mit dem Pegelradar beim Zusammenfluss der beiden Chalberspissibäche (dunkelroter Punkt in Abbildung 2) wird die Pegelhöhe im Gerinne kontinuierlich aufgezeichnet. Hochwasser- und Murgangereignisse werden mit dem aktiven System bei jeglichen Witterungs- und Lichtverhältnissen in Echtzeit registriert.

4.2.2 Datenanalyse und Instrumentecheck

Die von den Wetterstationen erhobenen Daten sowie die Daten des Pegelradars werden auf dem Datenportal der GEOPRAEVENT zusammengeführt. Die Kameradaten sind direkt via Mobiltelefon-App verfügbar.

Sämtliche Daten werden durch die GEOTEST wie bei den Primärprozessen drei Mal täglich (Morgen, Mittag, Abend) begutachtet. Im Rahmen der Analysen wird auch ein Instrumente-Gesundheitscheck durchgeführt.

Die Messhöhen des Pegelradars unterliegen einer kontinuierlichen automatischen Überprüfung. Falls der vordefinierte Schwellenwert (Höhenveränderung) überschritten wird, erfolgt der Versand von Warn-SMS. Das Überschreiten des Schwellenwertes initiiert gutachterliche Kontrollen von Seiten GEOTEST.

4.2.3 Zuständigkeiten Betrieb und Unterhalt Überwachungsdispositiv

Das Überwachungssystem im Oeschibach basiert auf Leistungen und Infrastrukturen der GEOTEST AG (Kameras, Niederschlagsstation) sowie der GEOPRAEVENT AG (Pegelradar, Niederschlagsstation, Datenportal). GEOTEST koordinierte sämtliche Installations- und Unterhaltsarbeiten.

4.3 Tertiärprozess

Bezüglich Tertiärprozess ist keine spezifische instrumentelle Überwachung implementiert. Für Abflussmengen der Kander wird die kantonale Abflussmessstelle in Kandersteg (BE-A096) konsultiert. Die Reaktion der Kander auf mögliche Ereignisse im Oeschibach wird bei Bedarf durch Beobachtung vor Ort überwacht.

5. Lagebeurteilung und Gefahrenstufen

Ergänzend zu den laufenden Analysen der Überwachungsdaten (Kapitel 4) werden durch die GEOTEST detaillierte schriftliche Lagebeurteilungen durchgeführt. Die Lagebeurteilungen erfolgen wöchentlich (jeden Freitag); massgebliche Veränderungen in den Daten bzw. unübliche Beobachtungen im Feld bedingen zusätzliche ausserordentliche Lagebeurteilungen.

Im Rahmen der Lagebeurteilungen werden die Überwachungsdaten und Beobachtungen hinsichtlich wahrscheinlicher Prozessabläufe interpretiert, basierend auf den erarbeiteten Szenarien und Wirkungsräumen (Kapitel 3) sowie weiterer prozessspezifischer Untersuchungen (z.B. [6][7]). Für die erwarteten Wirkungsräume werden Gefahrenstufen ausgeschieden. Die verwendete fünfstufige Gefahrenskala (Tabelle 6) ist definiert durch die Eintretenswahrscheinlichkeit der erwarteten Ereignisse sowie deren Einwirkung / Intensität. Die Definition der Einwirkung / Intensität ist identisch mit jener der Szenarien aus Kapitel 3 (Tabelle 1). Die Eintretenswahrscheinlichkeit (Tabelle 7) bezieht sich auf einen Zeitraum von einer Woche.

Tabelle 6: Definition Gefahrenstufen. Einwirkung / Intensität sind in Tabelle 1 definiert, die Eintretenswahrscheinlichkeit in Tabelle 7.

Intensität im Wirkungsraum	stark	gering	mässig	erheblich	gross	sehr gross
	mittel	gering	mässig	erheblich	gross	gross
	schwach	gering	gering	mässig	erheblich	erheblich
		unwahrscheinlich	wenig wahrscheinlich	möglich	wahrscheinlich	sehr wahrscheinlich
		Eintretenswahrscheinlichkeit Ereignis				

* besteht Reaktionszeit (z.B. Hochwasser unterhalb Geschiebeablagerungsplatz), so wird die Fläche zusätzlich schraffiert dargestellt.

Tabelle 7: Definition Eintretenswahrscheinlichkeit. Die Wahrscheinlichkeit bezieht sich auf einen Zeitraum von einer Woche.

Eintretenswahrscheinlichkeit	unwahrscheinlich	0 – 2%
	wenig wahrscheinlich	2 – 20%
	möglich	20 – 60%
	wahrscheinlich	60 – 95%
	sehr wahrscheinlich	95 – 100 %

Die Gefahrenstufen werden mittels Karte dargestellt (Beispiel in Abbildung 4) und in der Lagebeurteilung von einem Beschrieb begleitet, in welchem das erwartete Szenario erläutert ist (z.B. mit genaueren Angaben zum erwarteten Eintretenszeitpunkt). Die Resultate der Lagebeurteilung werden auf dem Slack Channel «SpitzeSteioeschibach» publiziert, auf welchen sämtliche Entscheidungsträger Zugang haben (vgl. Ablauf Gefahrenmanagement in Kapitel 7, Abbildung 6). Die Publikation erfolgt i.d.R. in Form eines standardisierten Wochenblattes; im Falle ausserordentlicher Lagebeurteilungen können spezifische Nachrichten anstelle des standardisierten Wochenblattes verfasst werden.

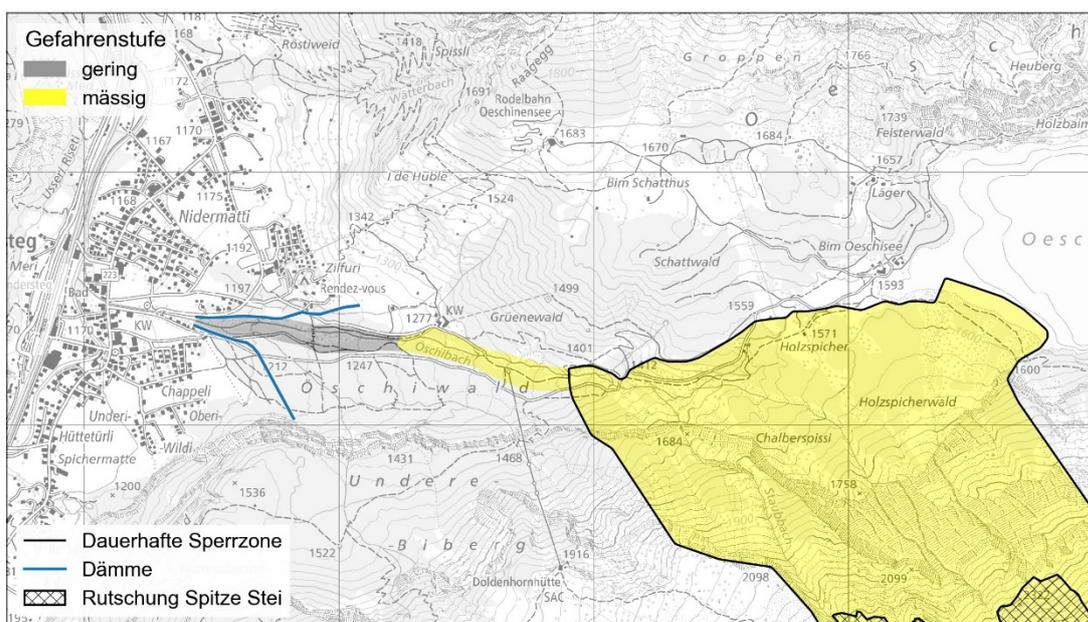


Abbildung 4: Beispiel für Darstellung der erwarteten Wirkungsräume inkl. Gefahrenstufen.

Im Rahmen der Lagebeurteilung werden der Gemeinde bei Bedarf Massnahmen empfohlen (Abbildung 6). Bei kleinen Szenarien werden Massnahmen zusammen mit der Abteilung Naturgefahren und in Absprache mit der Gemeinde situativ festgelegt. Sicherheitsmassnahmen für grössere Szenarien sind durch die Notfallplanung der Gemeinde abgedeckt.

Zur räumlichen Ansprache der Massnahmen werden die im nachfolgenden Kapitel bzw. Beilage 1 definierten Sicherheitszonen verwendet. Die Zonen bilden eine wichtige Grundlage für die Notfallplanung.

Insbesondere bei kleinen Szenarien ist das sogenannte Konvoikonzept relevant (Beilage 2). Das Konzept regelt das Befahren von gefährdeten Streckenabschnitten unter besonderen Sicherheitsvorkehrungen (Beobachtungsposten).

6. Sicherheitszonen

Die Sicherheitszonen sind Grundlage für das Gefahrenmanagement inkl. Notfallplanung. Die Zonen leiten sich aus den in Kapitel 3 präsentierten Wirkungsräumen ab. Abbildung 5 zeigt die Ausdehnung sämtlicher Zonen für die Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse; Einzelkarten mitsamt ausgewiesener Einwirkung sind in den Beilagen 1.1–1.3 pro Prozess ersichtlich.

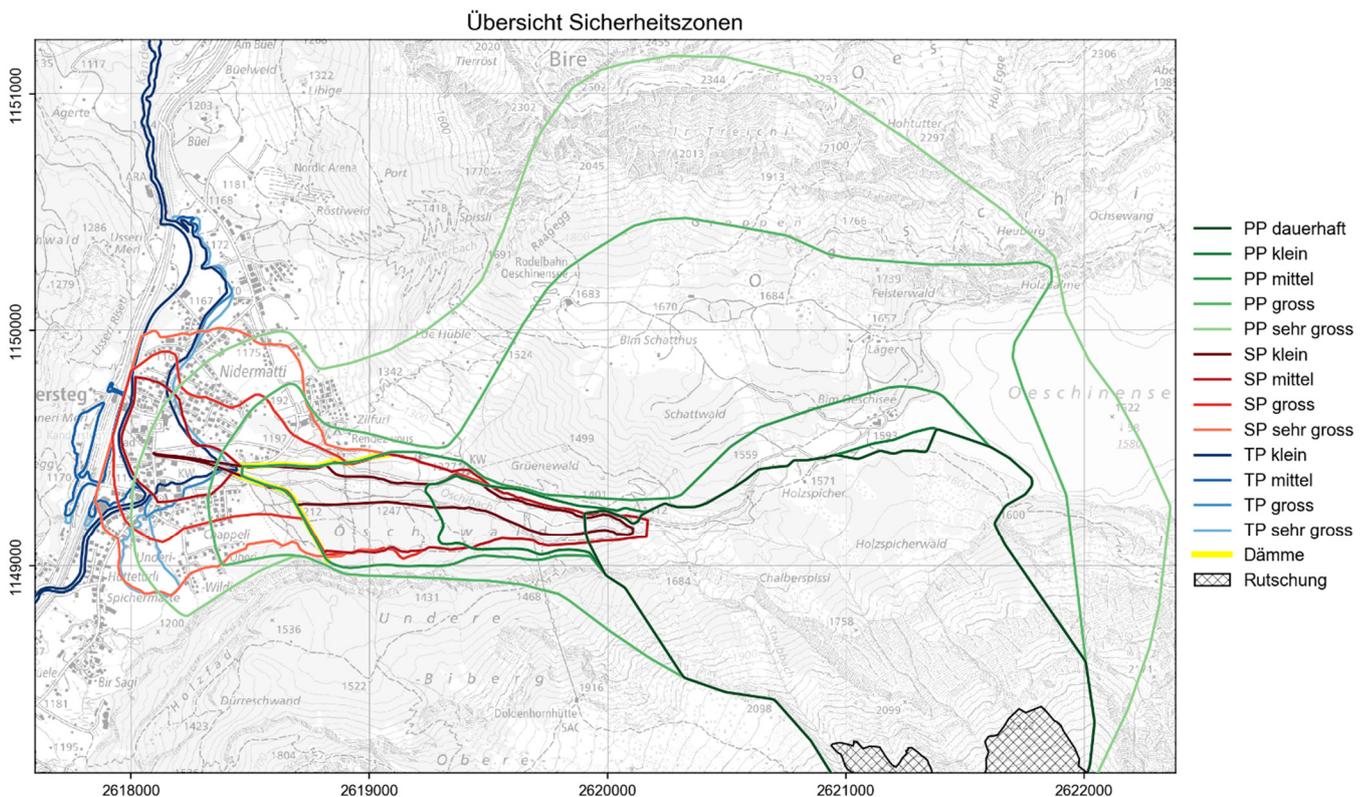


Abbildung 5: Übersicht Sicherheitszonen für Primär- (PP, grün), Sekundär- (SP, rot) und Tertiärprozesse (TP, blau). Pro Zone wird jeweils die Umhüllende sämtlicher Einwirkungen (schwach bis stark) dargestellt. Die Dämme beim Geschiebeablagerungsplatz sind mit gelben Linien eingezeichnet, die unteren Bereiche der Rutschung Spitze Stei als schwarz schraffierte Flächen.

6.1 Primärprozess

Für den Primärprozess sind die Sicherheitszonen klein, mittel, gross und sehr gross in Beilage 1.1 dargestellt. Es handelt sich bei den Flächen um eine synoptische Darstellung der Sturz- und Rutschprozesse inkl. Druckwelle und Splitterwirkung. Für mit der Überwachung nicht zuverlässig vorhersehbare Abbrüche bis 200'000 m³ sowie Winterszenarien (u.a. durch kleinere Felsabbrüche ausgelöst

Lawinen, Kapitel [9]) gilt zudem ein dauerhaftes Sperrgebiet. Aufgrund der hohen Prozesseinwirkung fallen sämtliche Wirkungsräume der Primärprozesse in die dunkelviolette Zone (starke Einwirkung, Tabelle 1).

6.2 Sekundärprozess

Für den Sekundärprozess sind die Sicherheitszonen klein, mittel, gross und sehr gross in Beilage 1.2 dargestellt. Die Flächen umfassen die fürs Gefahrenmanagement relevanten Wirkungsräume des Oeschibachs (Murgänge, geschiebereicher Abfluss) gemäss [2]. Die Wirkungsräume / Sicherheitszonen der Sekundärprozesse umfassen Bereiche schwacher, mittlerer und starker Einwirkung.

6.3 Tertiärprozess

Für den Tertiärprozess sind die Sicherheitszonen klein, mittel, gross und sehr gross in Beilage 1.3 dargestellt und umfassen die für Gefahrenmanagement relevanten Wirkungsräume der Kander gemäss [3]. Die Wirkungsräume des Oeschibachs, welche aufgrund von Gerinneverfüllung und Wasseraustritten infolge des Sekundärprozesses auftreten können [3], sind in den dargestellten Zonen ebenfalls berücksichtigt. Die Wirkungsräume / Sicherheitszonen der Tertiärprozesse umfassen Bereiche schwacher, mittlerer und starker Einwirkung.

6.4 Prozessketten (Kombinationen Sicherheitszonen Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse)

In Beilage 1.4 sind sämtliche acht gemäss Abbildung 1 möglichen Kombinationen der Primär- und Sekundär-Sicherheitszonen dargestellt. Als neunte Szenariokombination wurde der Primärprozess sehr gross (S6) mit dem Sekundärprozess sehr gross (F_{2gross} , F_{3gross}) kombiniert. Diese Kombination erfolgt anstelle der Kombination mit dem A3-Flutwellenszenario, welches nicht Teil des Sicherheitskonzeptes ist (Begründung in Kapitel 3.2).

In Beilage 1.5 sind drei der rund 40 möglichen Kombinationen von Primär-, Sekundär und Tertiär-Sicherheitszonen gezeigt. Es handelt sich dabei um je eine kleine, mittelgrosse sowie eine grosse Kombination. Karten sämtlicher Kombinationen sind digital vorhanden.

7. Akteure und Zuständigkeiten

Die Akteure und ihre Zuständigkeiten im Gefahrenmanagement Spitze Stei sind weitgehend im Projekthandbuch [8] definiert. Nachfolgend sind ausgewählte Zuständigkeiten im Rahmen der Überwachung detaillierter ausgeführt. Die entsprechenden Kommunikationswege sind in Abbildung 6 dargestellt.

7.1 GEOTEST AG

- Beurteilt täglich im Pikettdienst die Felsbewegungen und Entwicklung möglicher Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse basierend auf den Messdaten der Überwachungssysteme sowie anderer Beobachtungen.
- Publiziert wöchentlich und bei Bedarf häufiger eine schriftliche Lagebeurteilung (Wochenblatt) auf dem Datenportal Slack («SpitzeSteioeschibach»).
- Überprüft täglich die Funktion der Überwachungsgeräte und organisiert, koordiniert und kontrolliert sämtliche Unterhaltsarbeiten an den Überwachungsinstrumenten.
- Initiiert spätestens ab Gefahrenstufe 4 einen fachlichen Austausch mit der Abteilung Naturgefahren betreffend Szenarien, Gefahrenstufen sowie Massnahmen. Sofern keine Absprache mit der NGA möglich ist (z.B. bei Nicht-Erreichbarkeit NGA), entscheidet GEOTEST selbständig bzgl. Massnahmeempfehlungen und informiert den Kernstab «Spitze Stei» EGS direkt.

7.2 Abteilung Naturgefahren (NGA)

- Ist das Bindeglied zwischen GEOTEST und Kernstab «Spitze Stei» EGS.
- Steht im fachlichen Austausch mit GEOTEST betreffend Szenarien, Gefahrenstufen sowie Massnahmen (spätestens ab Gefahrenstufe 4).
- Informiert im Falle neuer Massnahmenempfehlungen den Kernstab «Spitze Stei» EGS aktiv, via Pikettdienst der Naturgefahrenberater (NGB) der Gemeinde (Abbildung 6).

7.3 Kernstab «Spitze Stei» EGS

- Umfasst sämtliche Akteure, welche für die Ereignisbewältigung zuständig sind (Abbildung 6). Ist dem Gemeinderat unterstellt, welcher die Gesamtverantwortung für die Ereignisbewältigung trägt.
- Koordiniert die Aktivitäten zur Massnahmenimplementierung / Ereignisbewältigung, bei Bedarf mit Unterstützung von Seiten GEOTEST und NGA.

8. Verwendete Grundlagen

- [1] GEOTEST AG (2021): Kandersteg, «Spitze Stei», Bericht Nr. 1418139.25, Überprüfung Szenarien und Wirkungsräume, Zollikofen.
- [2] NDR / Hunziker Gefahrenmanagement (2021): Spitze Stei – Sekundärprozesse, Resultate der Überarbeitung 2021, 23.02.2022.
- [3] HZP (2022): Spitze Stei – Tertiärprozesse: Auswirkungen auf die Kander in Kandersteg, Überarbeitete Version 2022, 03.2022.
- [4] GEOTEST AG (2019): Kandersteg, «Spitze Stei», Bericht Nr. 1418139.1, Expertenbericht Phase A und B, 08.04.2020, Zollikofen.
- [5] Emch+Berger (2020): Schwellenkorporation Kandersteg, Interventionskonzept Spitze Stei, Version 1.0, 08.07.2020, Spiez.
- [6] GEOTEST AG (2022): Kandersteg, Oeschibach, Dispositionsmodell 2021, 1418139.27, 22.02.2022, Zollikofen
- [7] GEOTEST AG (2021): Kandersteg, Rutschung «Spitze Stei», Entwicklung Sommer 2021, Bericht Nr. 1418139.21, 25.10.2021, Zollikofen.
- [8] NGA (2022): Kandersteg, Gefahrenmanagement «Spitze Stei», Projekt-handbuch, 21.04.2022, Interlaken.
- [9] GEOTEST AG (2019): Kandersteg, «Spitze Stei», Bericht Nr. 1418139.3, Winterbetrieb Oeschinensee 2019/20, 11.12.2020, Zollikofen.

Beilage 1 – Sicherheitszonen

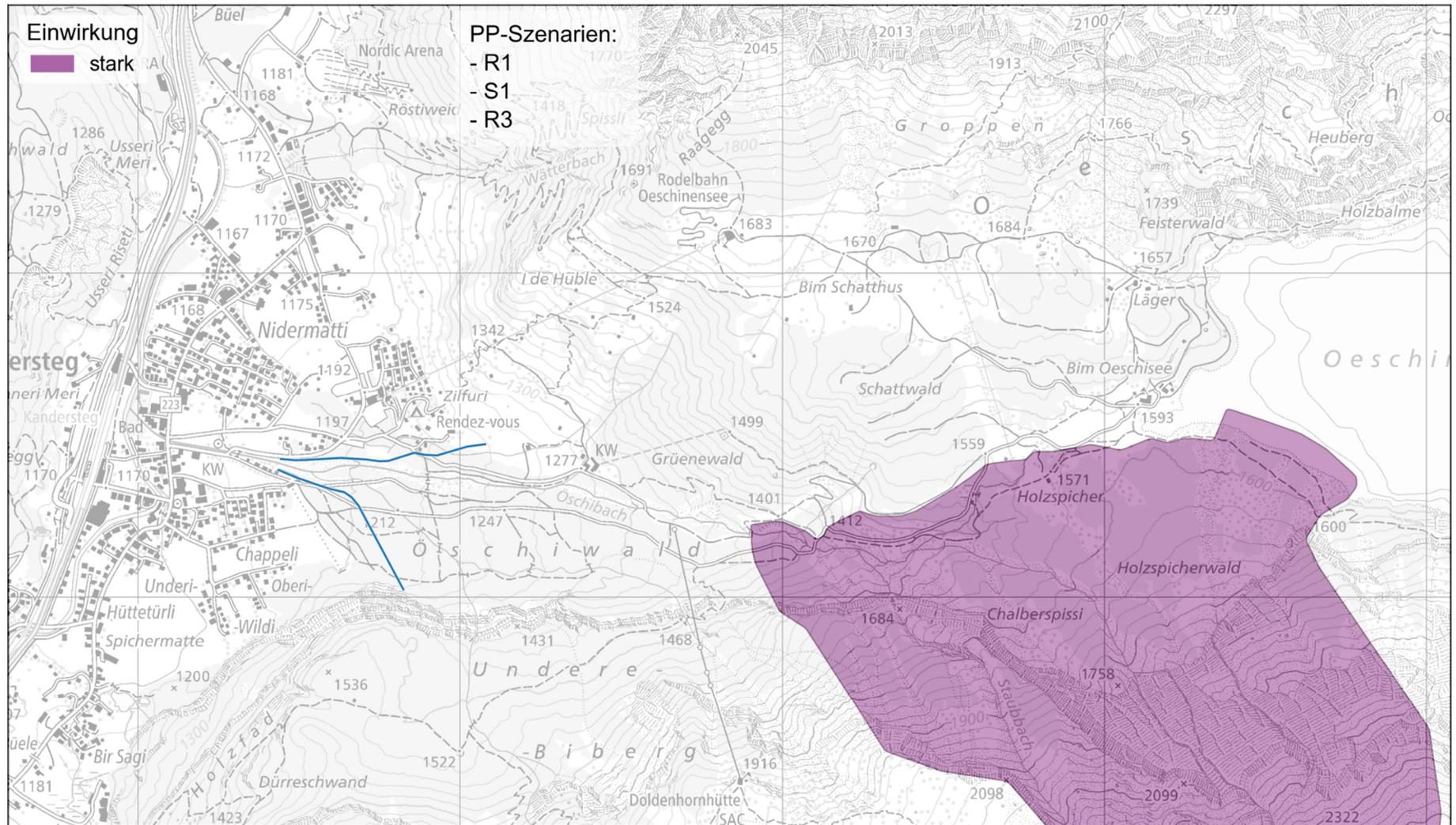
Beilage 1.1 – Primärprozess

In den nachfolgenden Karten sind die fünf Sicherheitszonen der Primärprozesse dargestellt. Es handelt sich dabei um das dauerhafte Sperrgebiet für spontane, mit der Überwachung nicht in jedem Fall erkennbare Abstürze bis 200'000 m³ sowie vier weiteren Zonen mit jeweils zunehmender Ausdehnung (PP-klein, PP-mittel, PP-gross, PP-sehr gross). Die den Sicherheitszonen zu Grunde liegenden Szenarien aus dem Bericht [1] sind in den Karten jeweils annotiert. Die Intensität bzw. Einwirkung ist definiert gemäss Tabelle 1 im Hauptbericht. Im Falle der Primärprozesse (Sturz, Rutsch) ist die Einwirkung per Definition immer hoch.

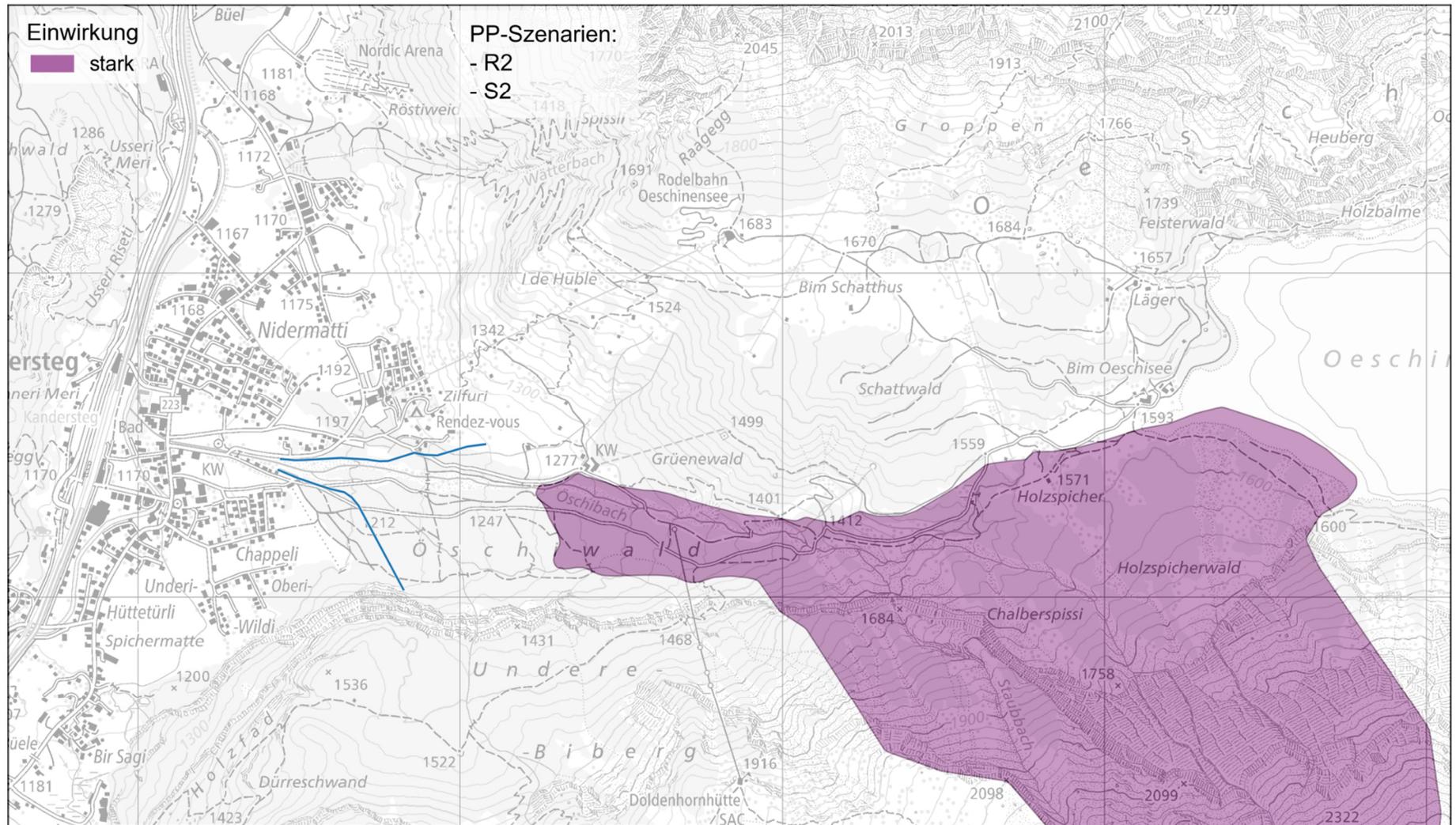
Bei den erarbeiteten Wirkungsflächen handelt es sich um Prozessumhüllende, welche jeweils verschiedene Ausprägungen eines Szenarios umfassen. Bei tatsächlich auftretenden Ereignissen dürften diese Umhüllenden nur in wenigen Fällen komplett bestrichen werden. Bei der Aggregation der Wirkungsflächen verschiedener Szenarien wurde konservativ vorgegangen, d.h. jeweils die höchste Ausdehnung und Einwirkung aller verschnittenen Flächen priorisiert.

Die Rückhaldedämme im Bereich des GAPs sind zur räumlichen Orientierung mit blauen Linien eingezeichnet.

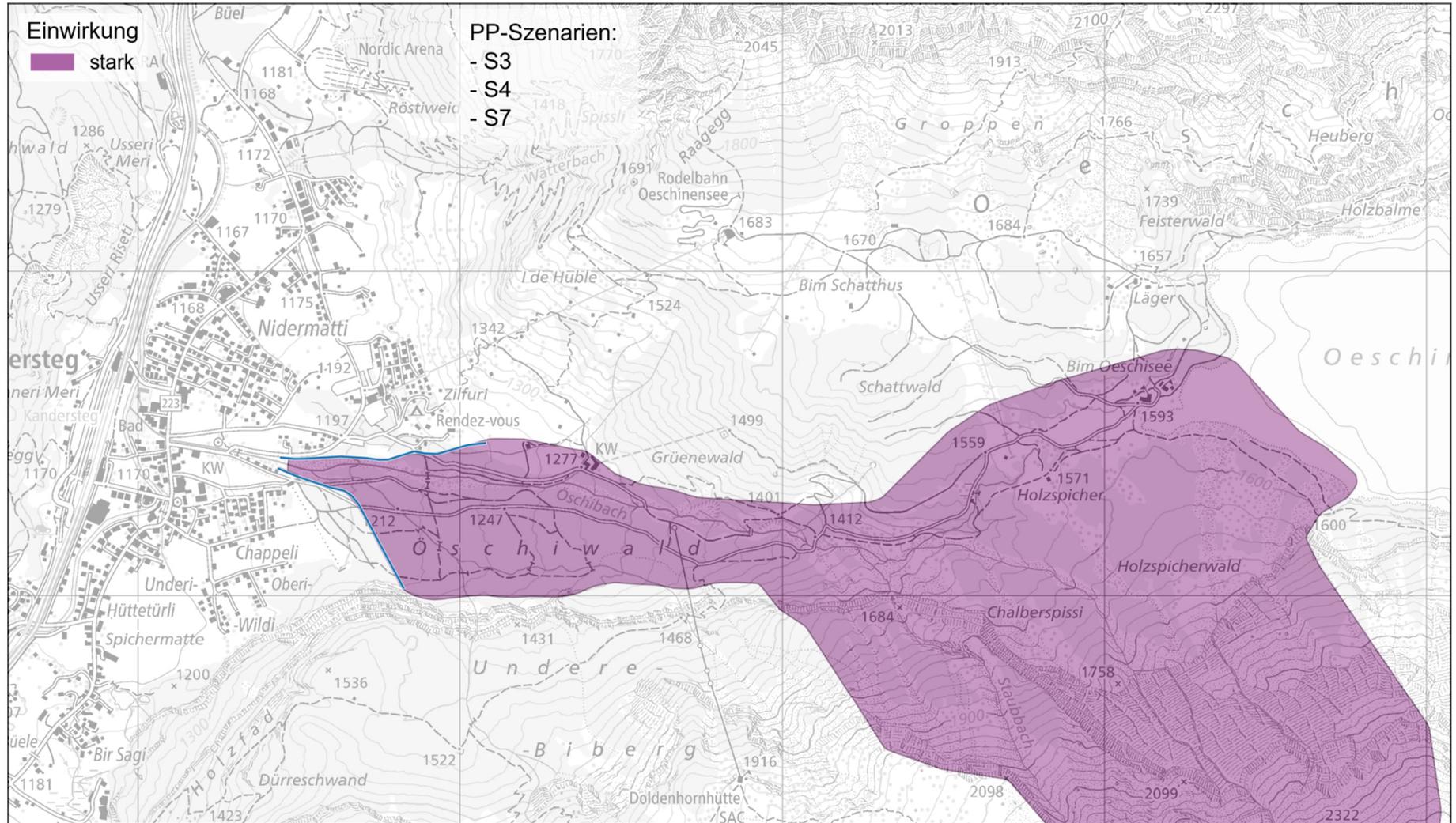
Primärprozess: dauerhaft



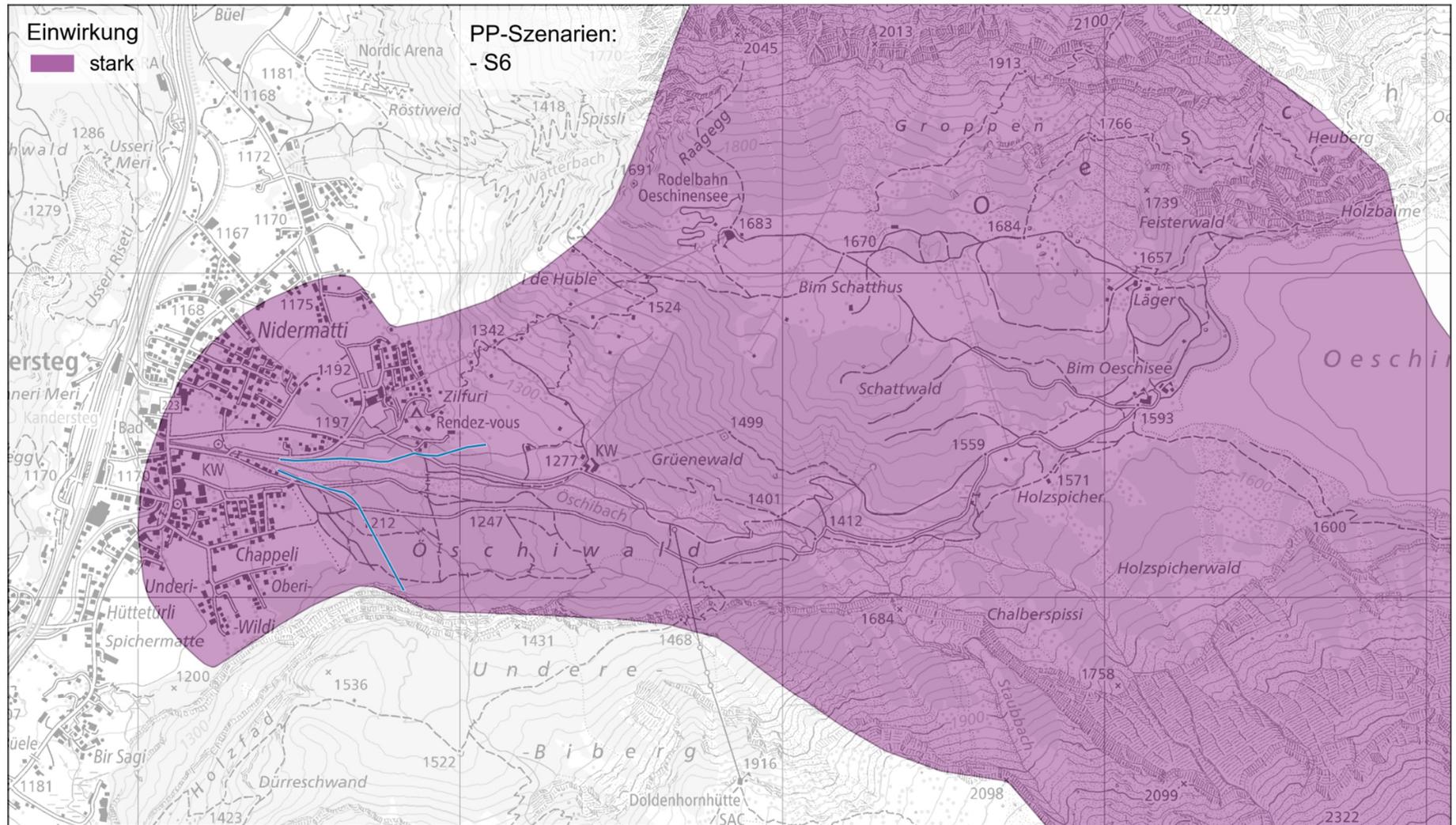
Primärprozess: klein



Primärprozess: mittel



Primärprozess: sehr gross



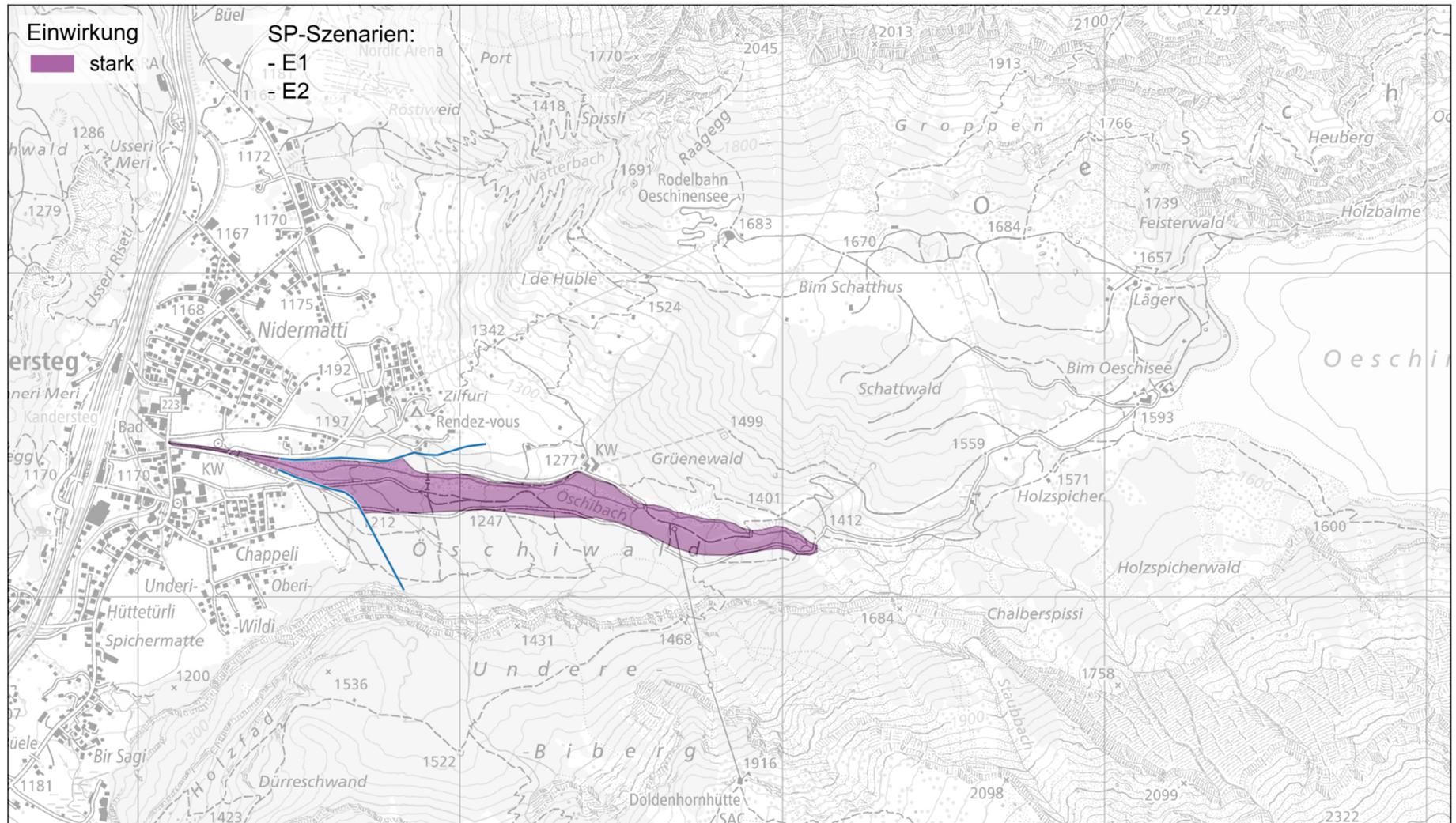
Beilage 1.2 – Sekundärprozess

Nachfolgend sind die vier Sicherheitszonen der Sekundärprozesse dargestellt (SP-klein, SP-mittel, SP-gross, SP-sehr gross). Die den Sicherheitszonen zu Grunde liegenden Szenarien aus dem Bericht [2] sind in den Karten jeweils annotiert. Die Intensität bzw. Einwirkung ist definiert gemäss Tabelle 1 im Hauptbericht. Bei der Aggregation der Wirkungsflächen verschiedener Szenarien wurde konservativ vorgegangen, d.h. jeweils die höchste Ausdehnung und Einwirkung aller verschnittenen Flächen priorisiert.

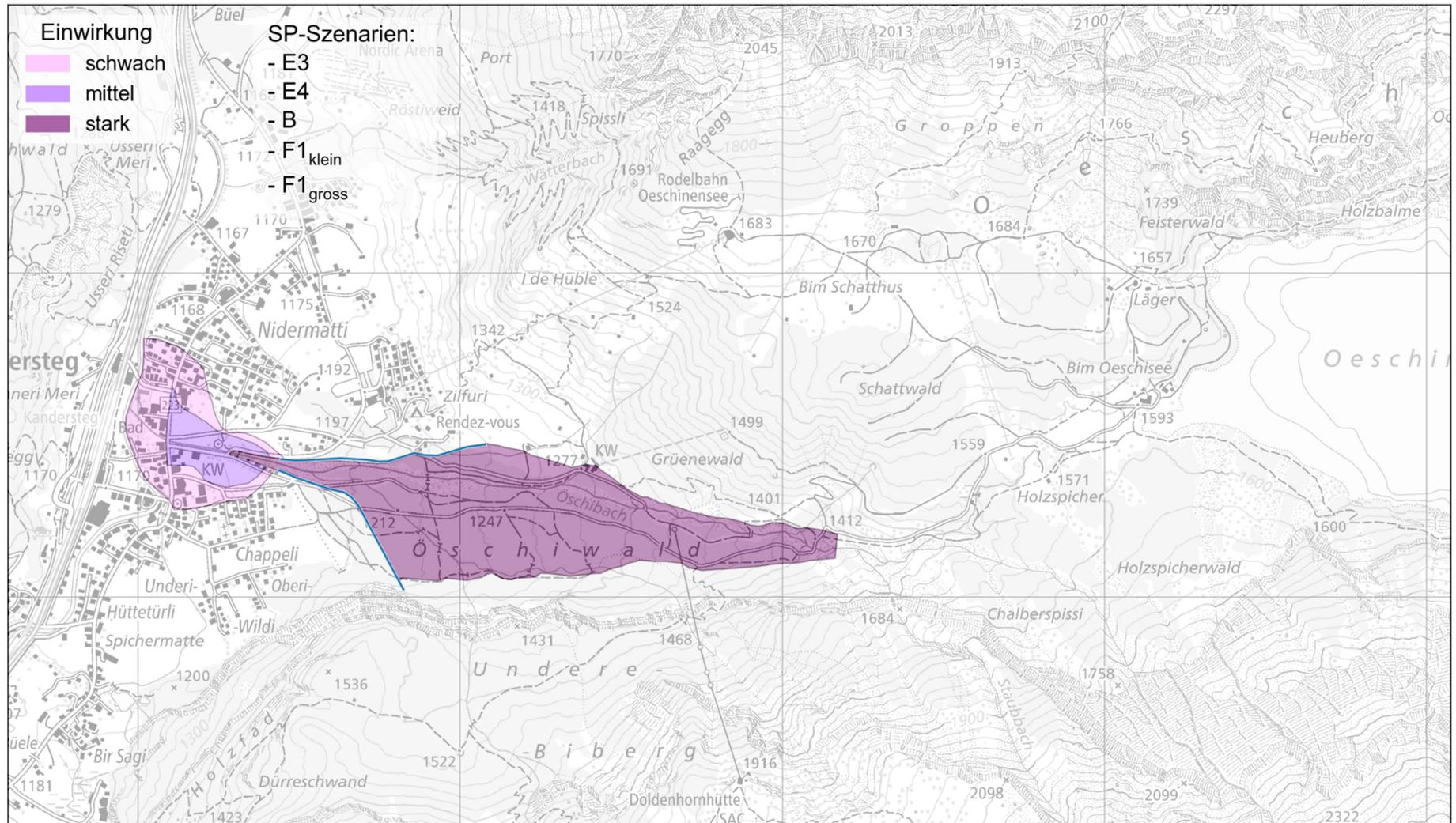
Die baulichen Massnahmen (Leitdämme, Rückhaldedämme, Ausbau Rückhalteraum) beim GAP Oeschibach werden per Stand Ende Juni 2021 berücksichtigt (blaue Linien auf Karten). Sollte im Ablagerungsraum nicht die gesamte Kapazität zur Verfügung stehen, (z.B. infolge vorangegangener Ereignisse), muss mit grösseren Wirkungsflächen bzw. höheren Einwirkungen gerechnet werden.

Bei den erarbeiteten Wirkungsflächen handelt es sich um Prozessumhüllende, welche jeweils verschiedene Ausprägungen eines Szenarios umfassen. Bei tatsächlich auftretenden Ereignissen dürften diese Umhüllenden nur in wenigen Fällen komplett bestrichen werden.

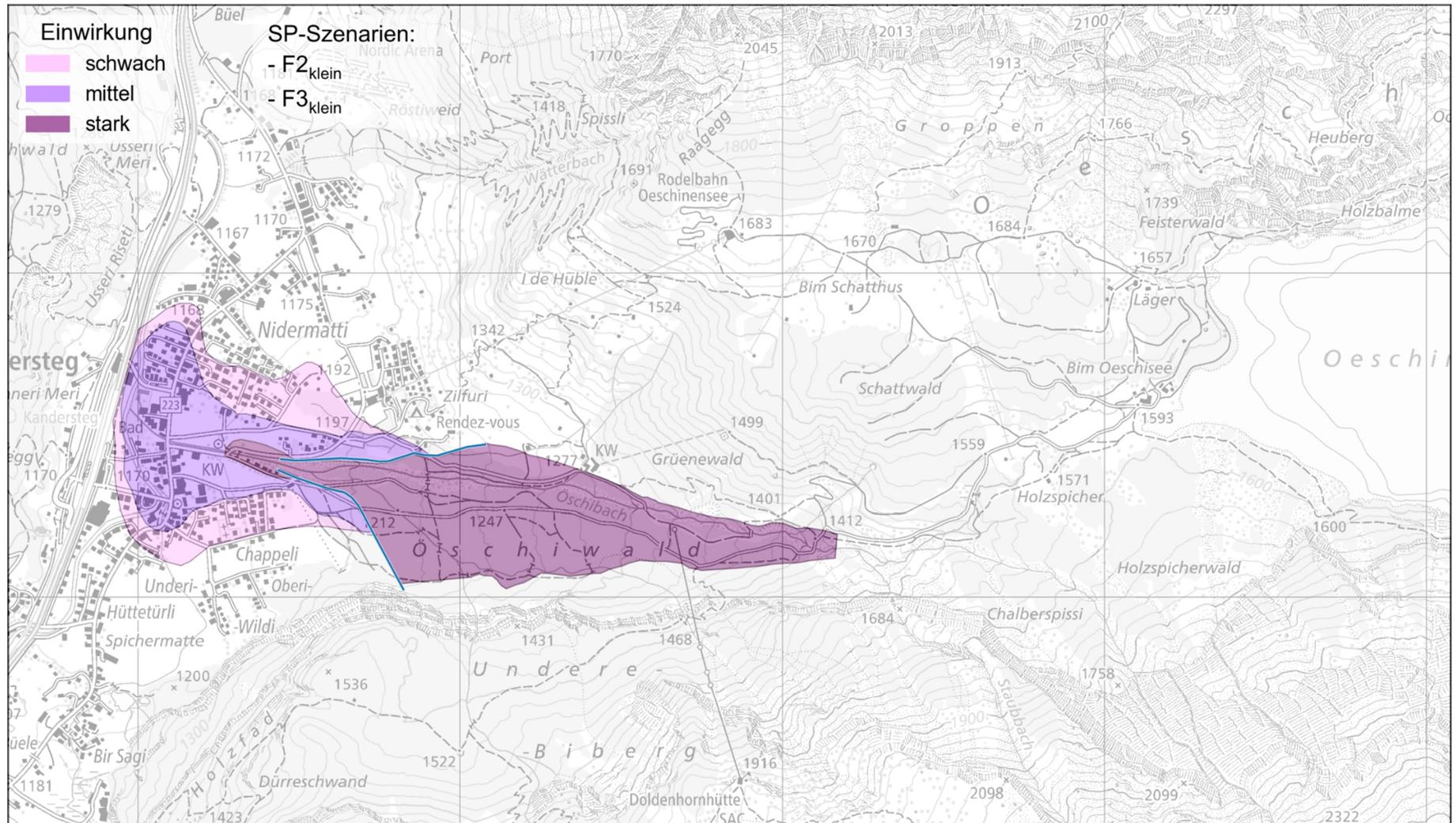
Sekundärprozess: klein



Sekundärprozess: mittel



Sekundärprozess: gross



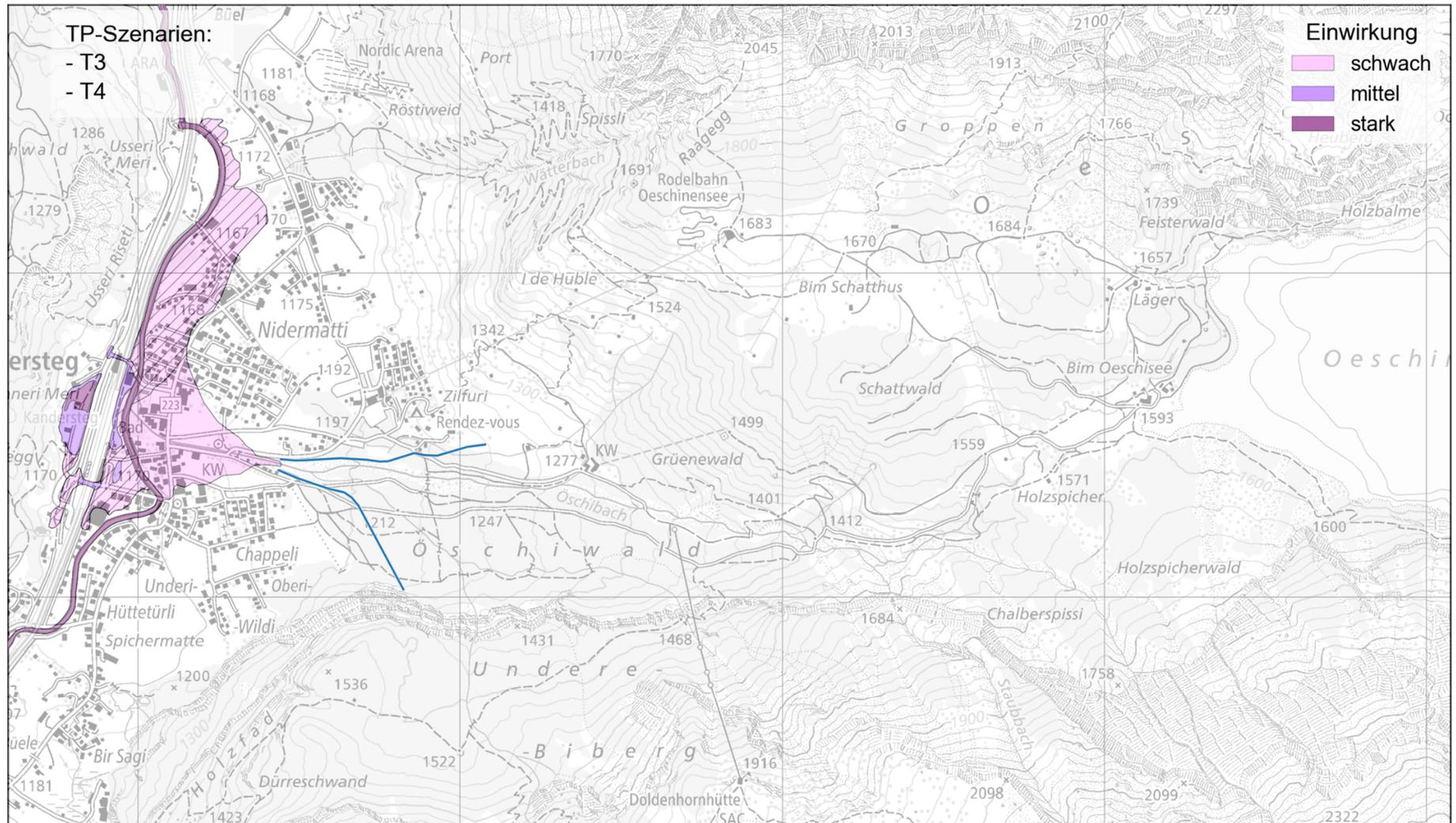
Beilage 1.3 – Tertiärprozess

Nachfolgend sind die vier Sicherheitszonen der Tertiärprozesse dargestellt (TP-klein, TP-mittel, TP-gross, TP-sehr gross). Die den Sicherheitszonen zu Grunde liegenden Szenarien aus dem Bericht [3] sind in den Karten jeweils annotiert. Die Intensität bzw. Einwirkung ist definiert gemäss Tabelle 1 im Hauptbericht. Bei der Aggregation der Wirkungsflächen verschiedener Szenarien wurde konservativ vorgegangen, d.h. jeweils die höchste Ausdehnung und Einwirkung aller verschnittenen Flächen priorisiert.

Die baulichen Massnahmen (Leitdämme, Rückhaldedämme, Ausbau Rückhalteraum) beim GAP Oeschibach werden per Stand Ende Juni 2021 berücksichtigt (blaue Linien auf Karten). «Normale» Hochwasser (30-, 100- und 300-jährliche Ereignisse) der Kander ohne Aktivität des Spitze Stei sind nicht dargestellt, jedoch in der ordentlichen GK berücksichtigt.

Bei den Tertiärprozessen berücksichtigt werden Überflutungen durch die Kander sowie den Oeschibach. Die durch die Kander überfluteten Gebiete sind zusätzlich zur Farbsignatur der Einwirkung mit einer gestreiften Signatur gekennzeichnet. Beim Tertiärprozess «klein» tritt keine Überflutung der Kander ein.

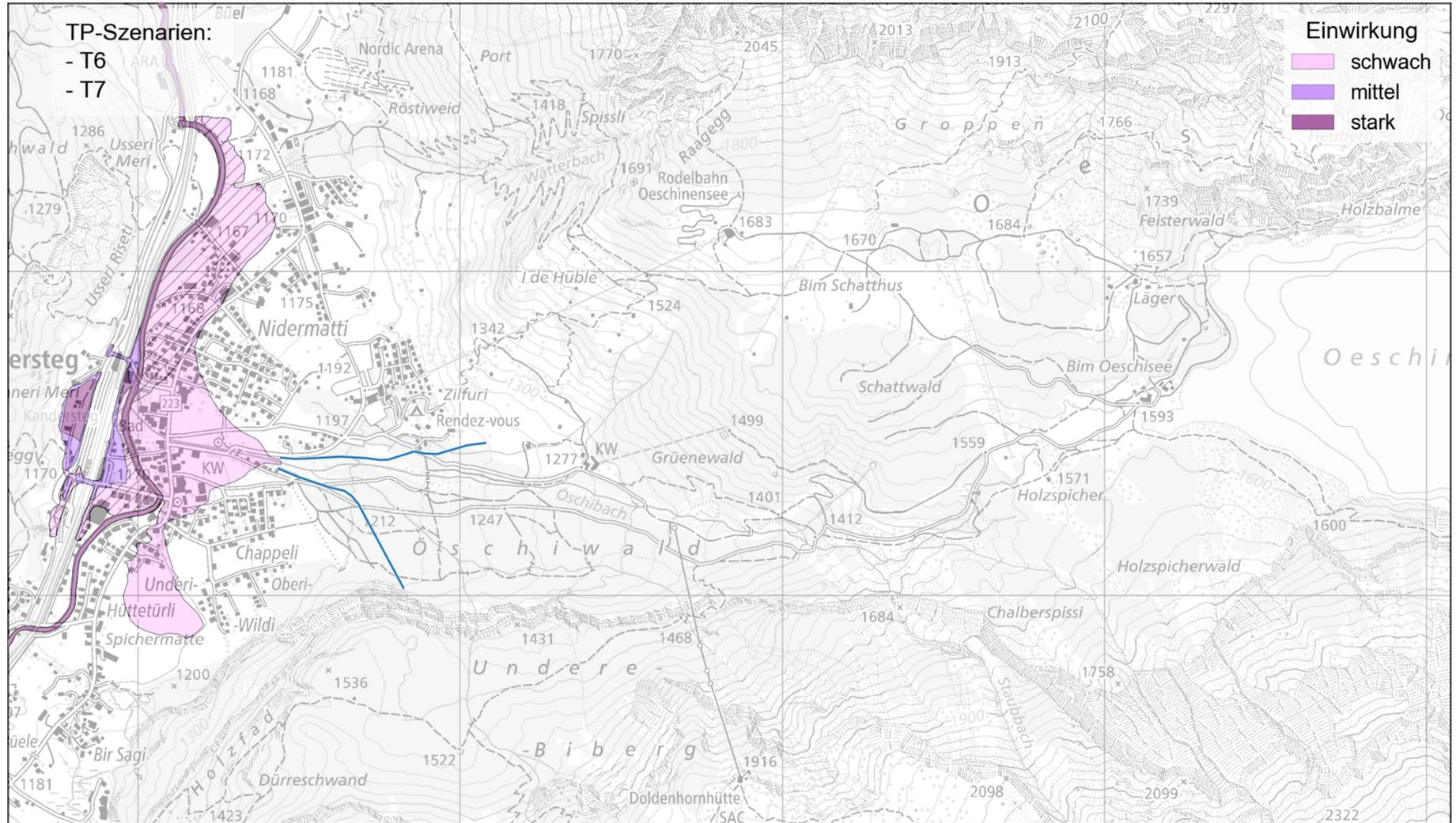
Tertiärprozess: mittel



Tertiärprozess: gross



Tertiärprozess: sehr gross



Beilage 1.4 – Kombinationen Primär- und Sekundärprozess

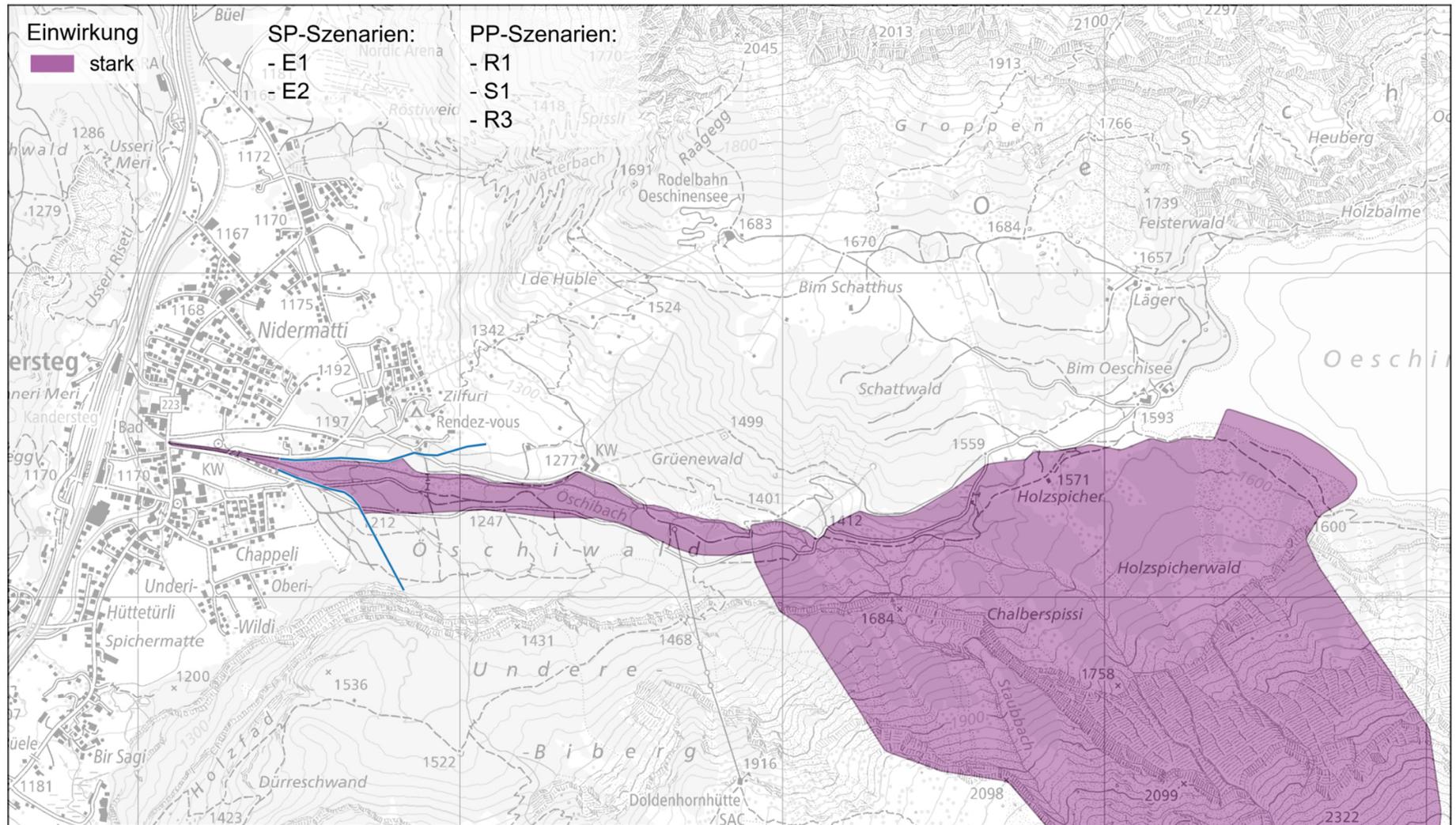
Nachfolgend sind sämtliche acht gemäss Abbildung 1 im Haupttext möglichen Kombinationen der Primär- und Sekundär-Sicherheitszonen dargestellt. Als neunte Szenarienkombination wurde der Primärprozess sehr gross (S6) mit dem Sekundärprozess sehr gross (F2_{gross}, F3_{gross}) kombiniert. Diese Kombination erfolgt anstelle der Kombination mit dem A3-Flutwellenszenario, welches nicht Teil des Sicherheitskonzeptes ist (Begründung in Kapitel 3.2 im Haupttext).

Die den Sicherheitszonen zu Grunde liegenden Szenarien sind in den Karten jeweils annotiert. Die Intensität bzw. Einwirkung ist definiert gemäss Tabelle 1 im Hauptbericht. Bei der Aggregation der Wirkungsflächen verschiedener Szenarien wurde konservativ vorgegangen, d.h. jeweils die höchste Ausdehnung und Einwirkung aller verschnittenen Flächen priorisiert. Bei gleicher Einwirkung wurde der Primärprozess über den Sekundärprozess priorisiert.

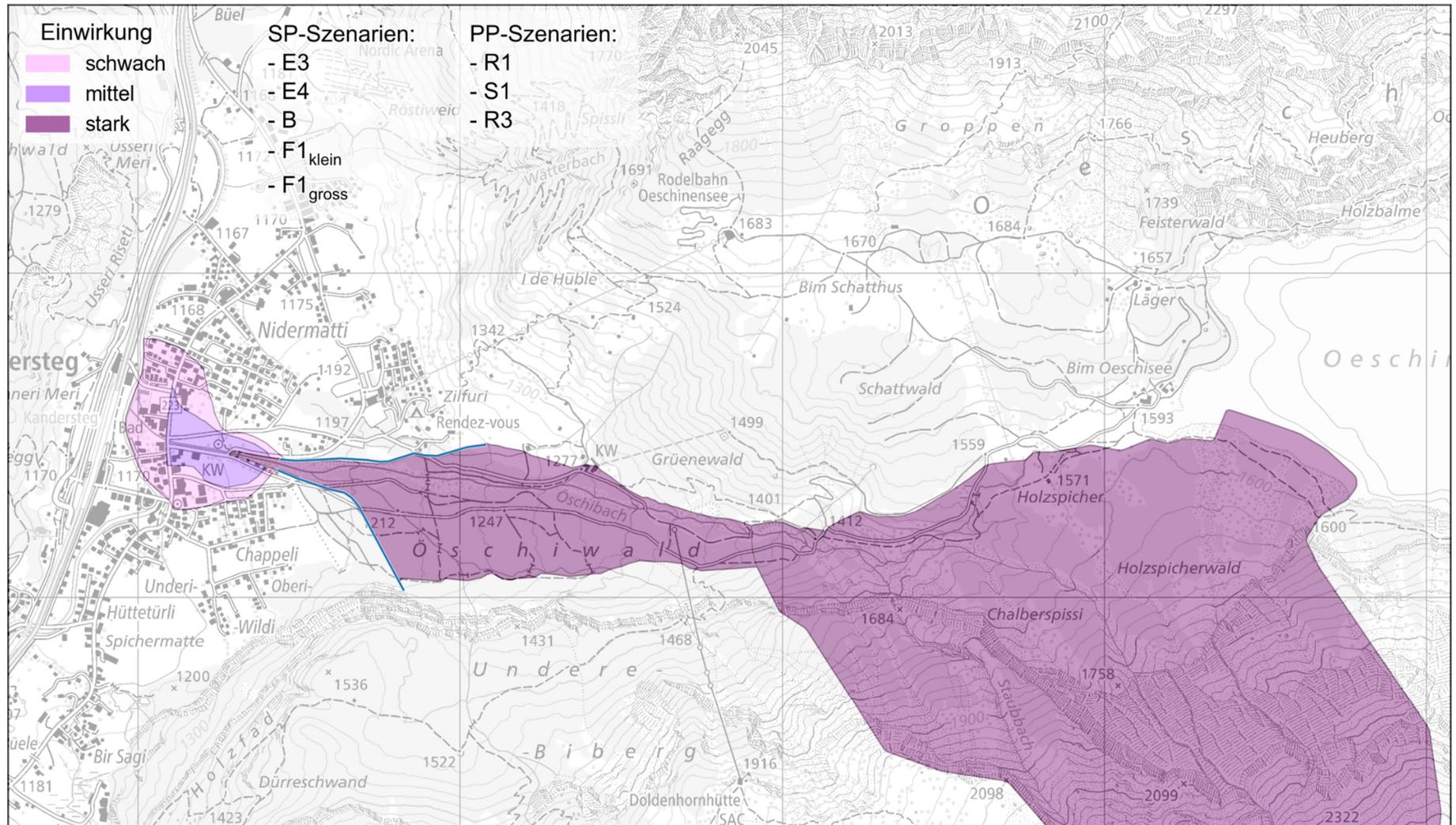
Die baulichen Massnahmen (Leitdämme, Rückhaldedämme, Ausbau Rückhalteraum) beim GAP Oeschibach werden per Stand Ende Juni 2021 berücksichtigt (blaue Linien auf Karten). Sollte im Ablagerungsraum nicht die gesamte Kapazität zur Verfügung stehen, (z.B. infolge vorangegangener Ereignisse), muss mit grösseren Wirkungsflächen bzw. höheren Einwirkungen gerechnet werden.

Bei den erarbeiteten Wirkungsflächen handelt es sich um Prozessumhüllende, welche jeweils verschiedene Ausprägungen eines Szenarios umfassen. Bei tatsächlich auftretenden Ereignissen dürften diese Umhüllenden nur in wenigen Fällen komplett bestrichen werden.

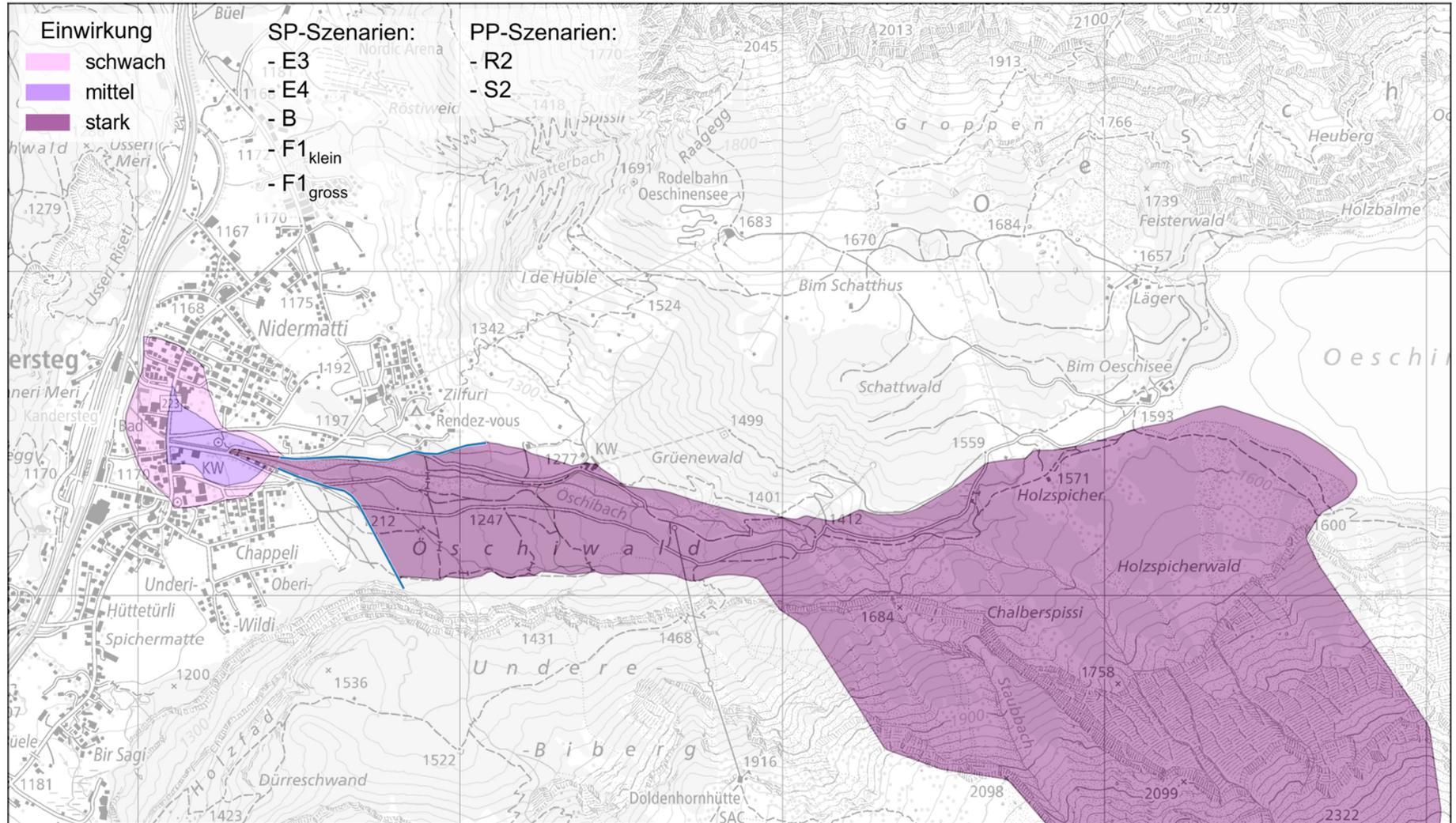
Sekundärprozess: klein, Primärprozess: dauerhaft



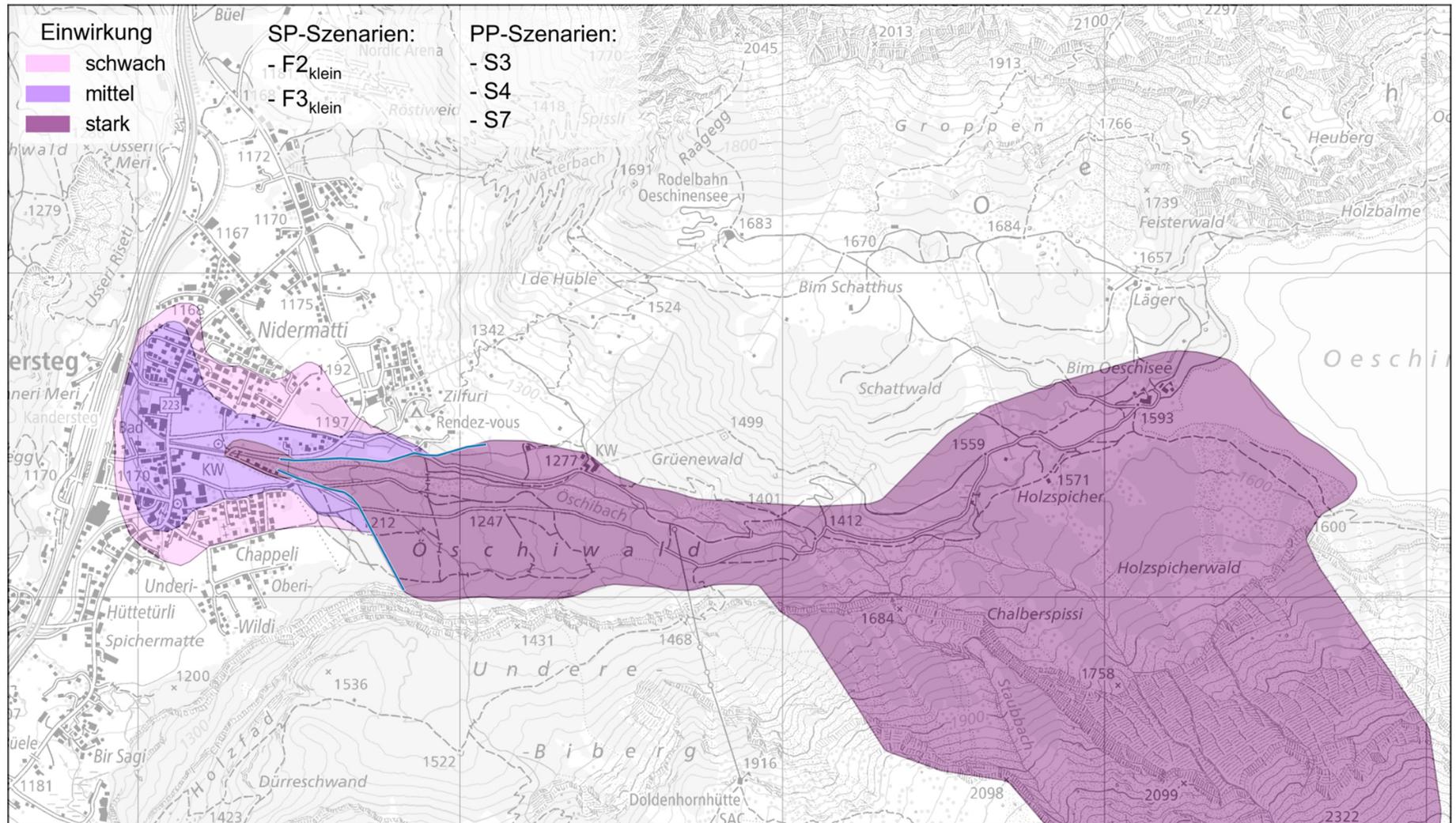
Sekundärprozess: mittel, Primärprozess: dauerhaft



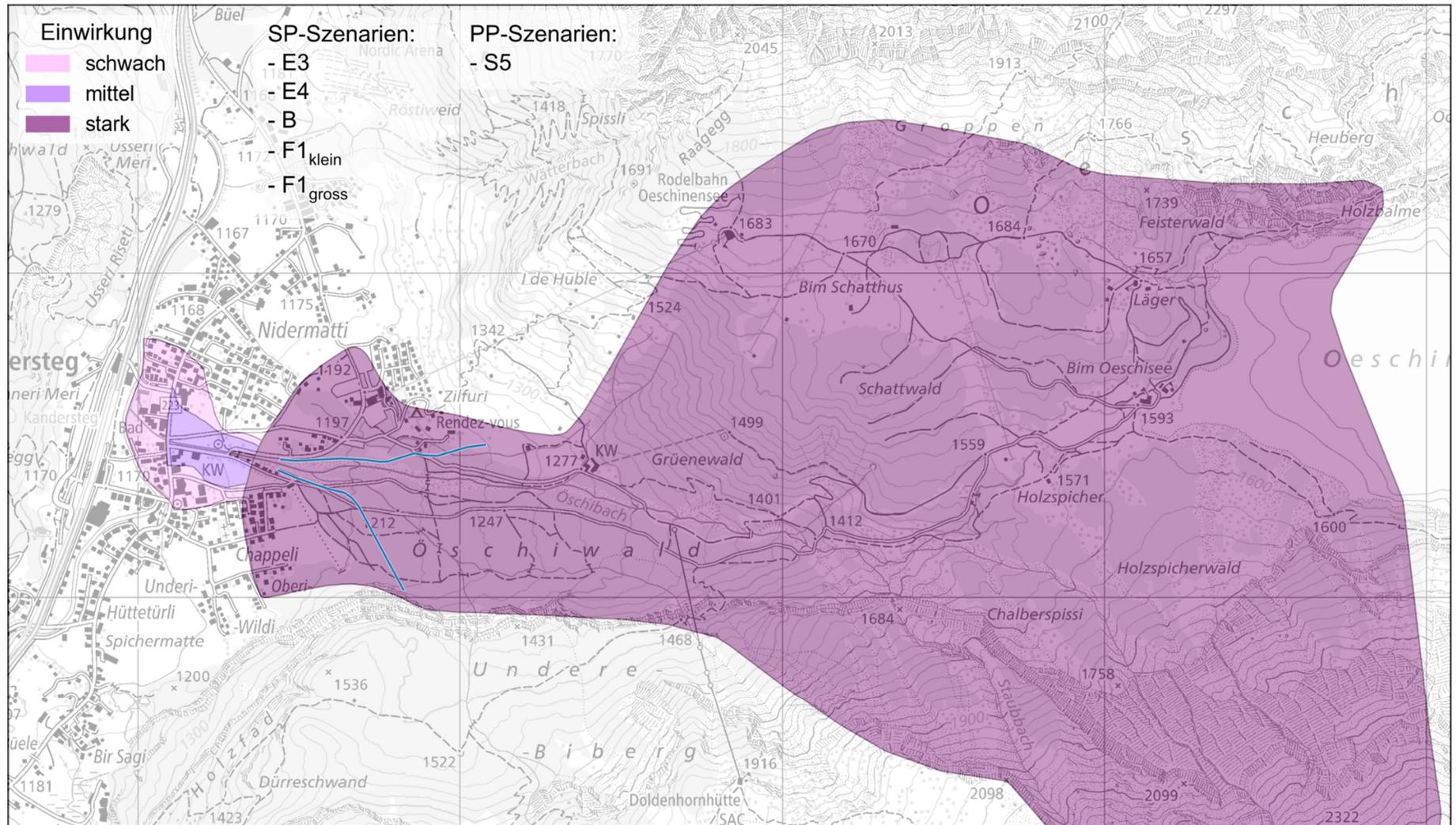
Sekundärprozess: mittel, Primärprozess: klein



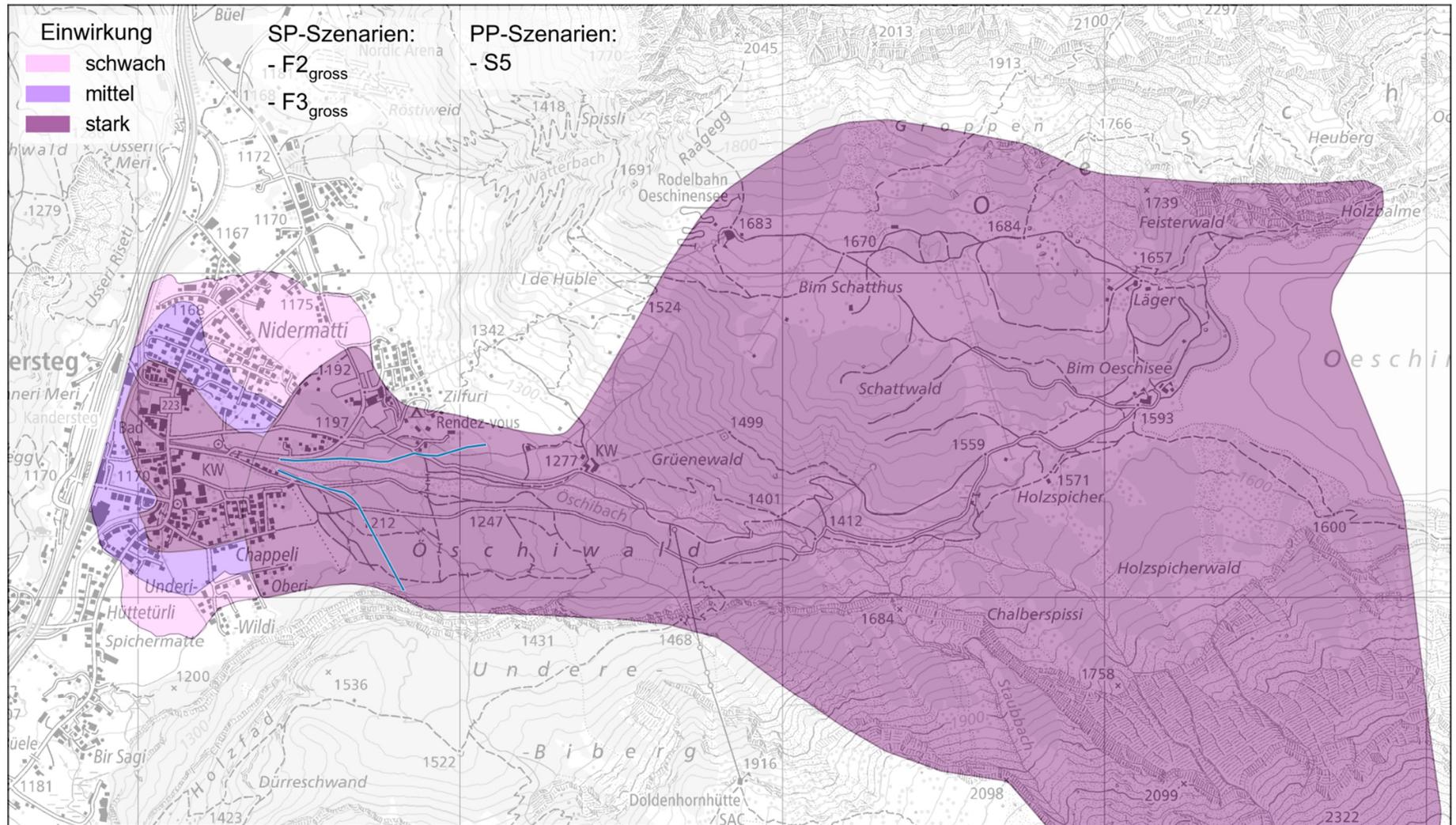
Sekundärprozess: gross, Primärprozess: mittel



Sekundärprozess: mittel, Primärprozess: gross



Sekundärprozess: sehr gross, Primärprozess: gross



1418139.6b

Kandersteg, «Spitze Stei» Sicherheitskonzept Gemeinde

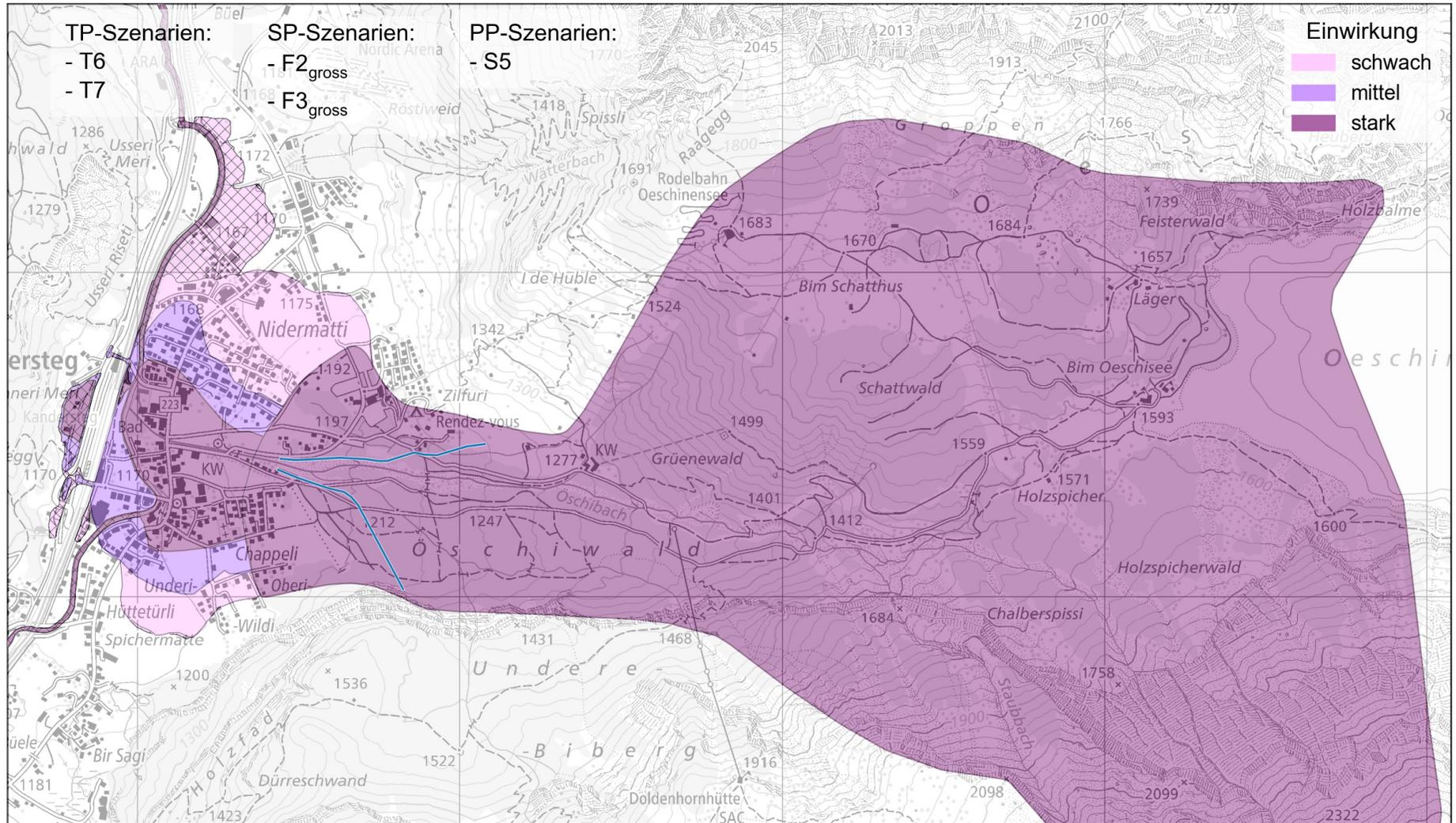
Beilage 1.5 – Kombinationen Primär-, Sekundär- und Tertiärprozess

Nachfolgend sind drei der rund 40 möglichen Kombinationen von Primär-, Sekundär und Tertiär-Sicherheitszonen dargestellt. Es handelt sich dabei um je eine kleine, mittelgrosse sowie eine grosse Kombination. Karten sämtlicher Kombinationen sind digital vorhanden.

Die den Sicherheitszonen zu Grunde liegenden Szenarien sind in den Karten jeweils annotiert. Die Intensität bzw. Einwirkung ist definiert gemäss Tabelle 1 im Hauptbericht. Bei der Aggregation der Wirkungsflächen verschiedener Szenarien wurde konservativ vorgegangen, d.h. jeweils die höchste Ausdehnung und Einwirkung aller verschnittenen Flächen priorisiert. Bei gleicher Einwirkung wurde der Primär- über den Sekundärprozess priorisiert und der Sekundärprozess über den Tertiärprozess.

Nur durch den Tertiärprozess betroffene Flächen sind zusätzlich zur Farbsignatur der Einwirkung mit einer doppelt gestreiften Signatur gekennzeichnet.

Tertiärprozess: sehr gross, Sekundärprozess: sehr gross, Primärprozess: gross



Beilage 2 Konvoi-Betrieb Rinderstutz

Voraussetzungen

- Konvoi-Betrieb ist nach aktueller Situationsbeurteilung Geotest AG zugelassen (voraussichtlich bis und mit Gefahrenstufe 4)
- Während gesamter Aktion herrscht uneingeschränkte Sicht ins ganze Anrissgebiet und es gibt keine Niederschläge
- Fluchtwege und Schutzplätze sind markiert
- Während Konvoi-Fahrt gibt es keinen Gegenverkehr, BeoPo regelt Verkehr

Fahrer

- Werden gemäss instruiert und ausgerüstet
- Sollten nach Möglichkeit immer die gleichen Personen sein

Beobachtungsposten (BeoPo)

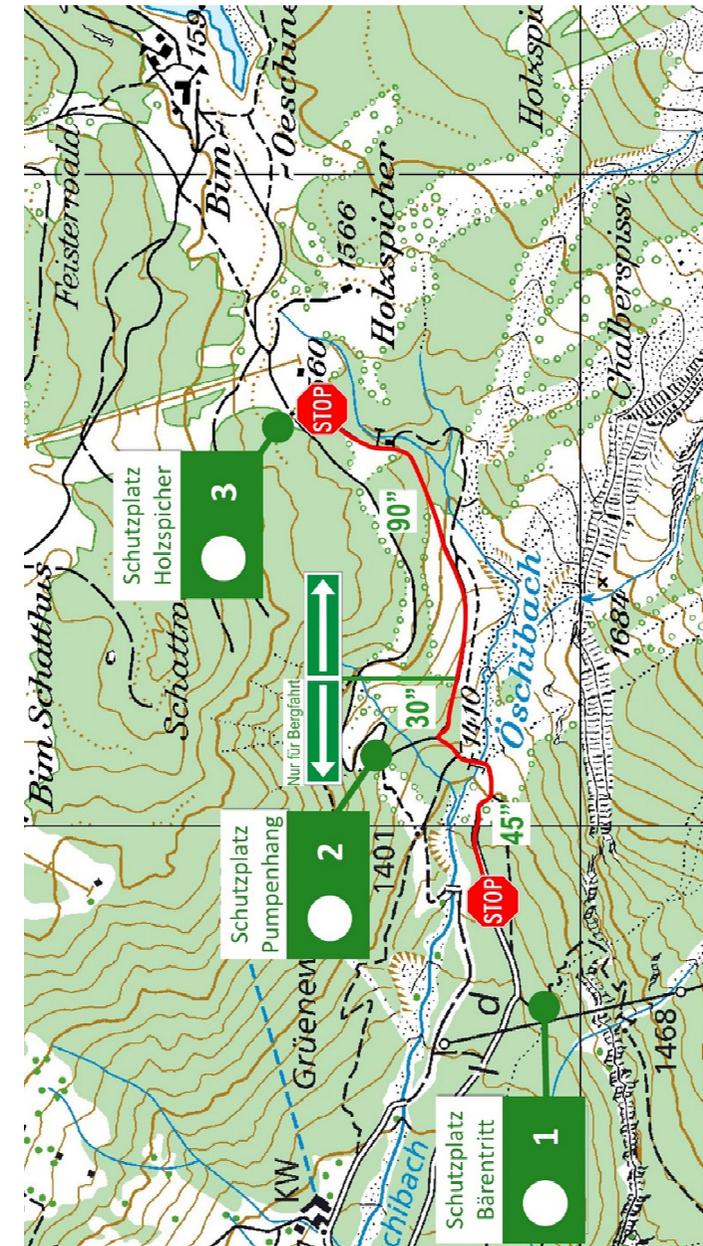
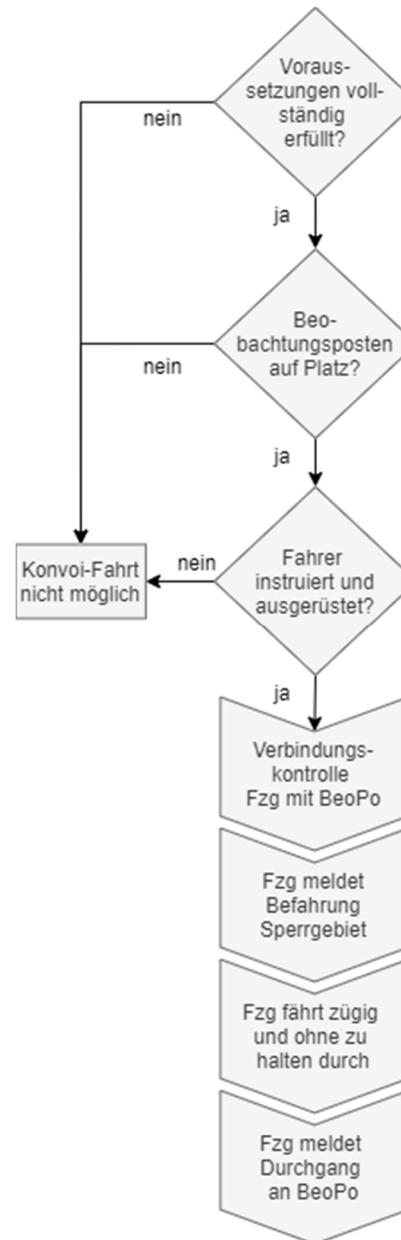
- Ist für die Sicherheit aller Beteiligten während Konvoi-Betrieb verantwortlich
- Prüft die Erfüllung aller notwendigen Voraussetzungen
- Sorgt dafür, dass Fahrer instruiert und ausgerüstet sind
- Überwacht Anrissgebiet während dem sich Fahrzeuge im Sperrgebiet befinden
- Alarmiert die Fahrer im Falle eines Abbruchs
- Sorgt dafür, dass Sperrgebiet nach Fahrten wieder gesperrt wird

Alarm

Im Falle eines Abbruchs meldet BeoPo unverzüglich über Funk resp. Mobiltelefon

ALARM - ABBRUCH - ALARM

- ➔ Fahrer quittiert Alarm mit ALARM VERSTANDEN
- ➔ Fahrer sucht schnellstmöglich nächstgelegenen Schutzplatz auf
- ➔ Fahrer meldet an BeoPo, wenn er am Schutzplatz angekommen ist



Checkliste Fahrzeug für Konvoi-Betrieb Rinderstutz

Ausgangslage

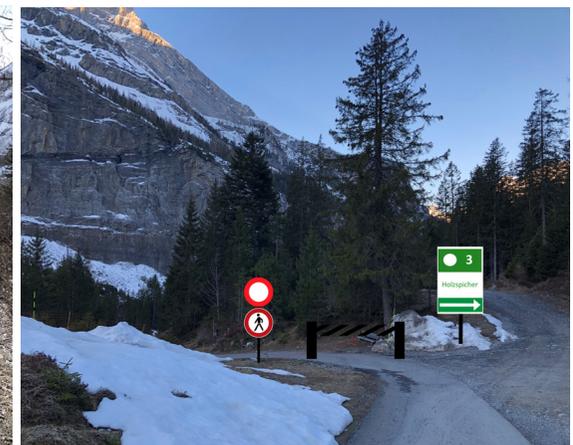
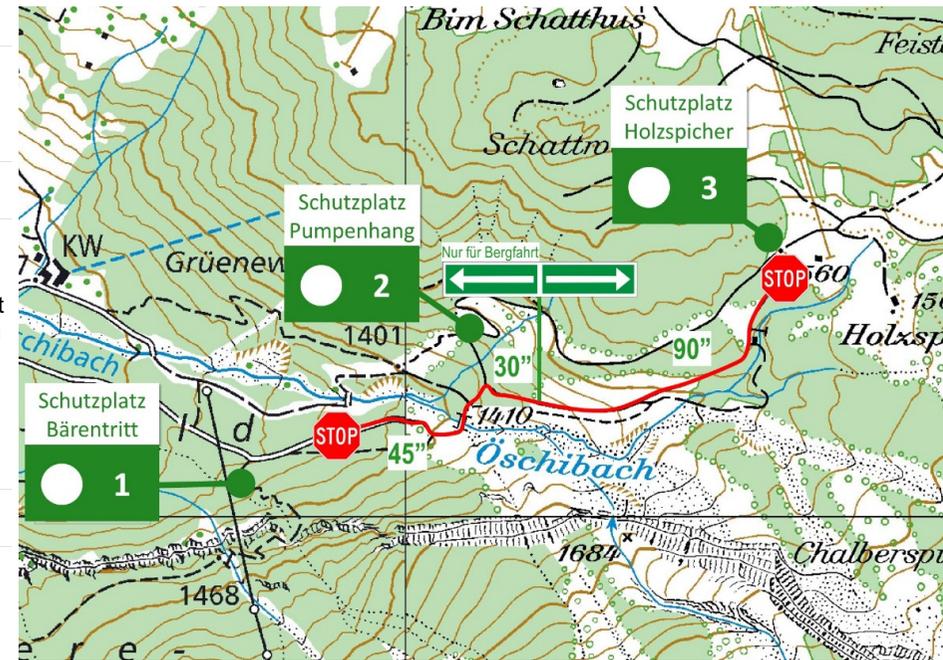
Die Strecke via Rinderstutz liegt im Auslaufbereich von Sturzprozessen vom Spitze Stei. Aus diesem Grund ist sie grundsätzlich gesperrt. Bei günstigen Bedingungen und unter besonderen Sicherheitsvorkehrungen **kann** jedoch die **Sicherheit** von Fahrzeugen auf diesem Abschnitt **gewährleistet werden**.

Ablauf

- Durchlesen dieser Checkliste, Instruktion durch lokale Verantwortliche
- Ausrüstung mit Funkgerät (KANAL) oder Mobiltelefon, Funktions- bzw. Verbindungskontrolle
- Sofern Mobiltelefon eingesetzt wird, muss Verbindung während Fahrt zwischen Fahrer und BeoPo permanent aufrechterhalten bleiben. Das Mobiltelefon muss über eine Freisprechfunktion betrieben werden und wird von der Alpschaft zur Verfügung gestellt.
- Fahrt bis zum Beginn des Sperrgebiets (STOP in Karte rechts)
- Meldung an Beobachtungsposten per Funk bzw. Mobiltelefon, dass Strecke nun befahren wird
- Sobald Ende des Sperrgebiets erreicht wird (STOP in Karte rechts), wird dies über Funk bzw. Mobiltelefon wieder dem Beobachtungsposten gemeldet

Alarmfall - ALARM - ABBRUCH - ALARM

- Empfang des Alarms wird mit ALARM verstanden quittiert
- Es verbleiben rund 45 Sekunden, um sich in Sicherheit zu bringen
- Sichere Orte sind die in der Karte rechts bezeichneten Schutzplätze; diese sind im Gelände signalisiert
- Je nach Position im Sperrgebiet wird der nächste Schutzplatz aufgesucht
- Ankunft beim Schutzplatz ist per Funk bzw. Mobiltelefon dem Beobachtungsposten zu melden
- Der Schutzplatz wird nicht verlassen, bis klare Anweisungen erfolgen (z.B. Entwarnung und Freigabe vorgesehene Route)



Checkliste Beobachtungsposten für Konvoi-Betrieb Rinderstutz

Ausgangslage

Die Strecke via Rinderstutz liegt im Auslaufbereich von Sturzprozessen vom Spitze Stei. Aus diesem Grund ist sie grundsätzlich gesperrt. Bei günstigen Bedingungen und unter besonderen Sicherheitsvorkehrungen **kann** jedoch die **Sicherheit** von Fahrzeugen auf diesem Abschnitt **gewährleistet werden**.

Ablauf

- Situationsbeurteilung Geotest (Datenportal Geopraevent) lässt Konvoi-Betrieb zu
- Sicht ins gesamte Anrissgebiet ist während ganzem Konvoi-Betrieb gewährleistet
- Während Dauer von Konvoi-Betrieb gibt es keine Niederschläge
- Fahrer gem. Checkliste Fahrzeug instruieren und mit einem Funkgerät bzw. Mobiltelefon mit Freisprechausrüstung ausrüsten
- Beobachtungsposten nimmt Position im Gelände ein, wo gesamtes Anrissgebiet eingesehen werden kann (mögliche Standorte sind in Karte unten rechts bezeichnet)
- Verbindungskontrolle Funk bzw. Mobiltelefon mit Fahrzeug
- Beobachtung Anrissgebiet gemäss untenstehendem Block

Abbruch

- Einzelne Steine oder Blöcke stellen keine Gefahr für den Rinderstutz dar
- Abbruch von Felsfeilern oder Grossblöcken aus der Westflanke können für Rinderstutz gefährlich werden (Splitter) = Alarm auslösen
- Abbruch von Gesteinspaketen muss Alarm auslösen. Auch wenn solche Pakete nicht gross sind, können sie Anzeichen eines grösseren Abbruchs sein, der unmittelbar erfolgen kann = Alarm auslösen

Alarm auslösen: ALARM - ABRUCH - ALARM

- Empfang des Alarms muss durch Fahrzeug über Funk bzw. Mobiltelefon bestätigt werden. Wenn die Quittierung nicht erfolgt, muss sie eingefordert werden.
- Ankunft des Fahrers im Schutzplatz muss durch Fahrer bestätigt werden. Wenn die Quittierung nicht erfolgt, muss sie eingefordert werden.
- Anrissgebiet weiter beobachten
- Wenn Konvoi-Sektor durch Prozess nicht erreicht wurde UND keine weitere Aktivität im Anrissgebiet stattfindet, kann Fahrer Schutzplatz verlassen
- Wenn Beurteilung über Wiederaufnahme Verkehr nicht selbständig gemacht werden kann, ist fachliche Beratung bei Abteilung Naturgefahren oder Geotest AG zu holen.

