

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 113 (2021)
Heft: 1

Artikel: Räbloc : Verklausung und Räumung einer Schlucht im Emmental
Autor: Schwab, Severin / Baer, Patrick / Schneider, Demian
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-966178>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Räbloch – Verklausung und Räumung einer Schlucht im Emmental

Severin Schwab, Patrick Baer, Demian Schneider

Zusammenfassung

Am 24. Juli 2014 ereignete sich in der Gemeinde Schangnau im Emmental des Kantons Bern ein äusserst seltenes Gewitter. Die lokal sehr intensiven Niederschläge lösten in der Emme und ihren Seitengewässern Hochwasser aus. Infolge von seitlichen Erosionsprozessen sowie Rutschungs- und Hangmurenprozessen wurde in den Einzugsgebieten der Seitenbäche viel Schwemmmholz mobilisiert und in die Emme eingetragen. Die sehr hohen Abflussspitzen der Emme führten ausserdem zur teilweisen oder vollständigen Zerstörung von Holzbrücken, die in der Folge von der Emme mitgerissen wurden. Die rund einen Kilometer unterhalb der Schangnauer Gemeindegrenze gelegene Schlucht «Räbloch» ist beidseits von rund 70m hohen, fast senkrechten Nagelfluhwänden begrenzt und an ihrer schmalsten Stelle nur rund 1,10m breit. Das in der Emme mittransportierte Material verkeilte sich dort, was zu einer Verklausung mit rund 1500m³ Schwemmgut führte. Infolge des dadurch stark reduzierten Fließquerschnitts wurde die Emme ca. 11m hoch aufgestaut, was zu einem Rückstau auf einer Länge von rund 1,5km führte. Die Beurteilung der von der Verklausung ausgehenden Risiken ergab, dass deren Eliminierung notwendig ist. Die Räumung im extrem schwer zugänglichen Gelände wurde in den Jahren 2018 bis 2019 geplant, im Herbst 2019 vorbereitet und von April bis Juli 2020 operativ erfolgreich durchgeführt. Dieses einmalige Vorhaben gelang mithilfe einer 800m langen Seilbahn, einem direkt in der Schlucht installierten Schienenkran inkl. Greifarm sowie einem Zugang über einen 50m hohen Gerüstturm.

1. Geografische Lage

Das Räbloch im bernischen Emmental ist ein enger Schluchtbereich der Emme, der sich zwischen den Gemeinden Schangnau im Oberlauf und Eggiwil im Unterlauf gebildet hat. Es liegt rund 1 km unterhalb der Gemeindegrenze von Schangnau auf Gemeindegebiet von Eggiwil (*Bild 1*).

2. Das Hochwasserereignis vom 24. Juli 2014 in Schangnau

2.1 Niederschlagssituation im Juli 2014

Wie in Geotest AG & Geo7 AG, 2015 beschrieben, war die erste Julihälfte des Jahres 2014 geprägt von häufigen und lokal kräftigen Regenfällen. Gegen Monatsmitte wurden die durchschnittlichen Juli-Niederschlagssummen in weiten Teilen der Schweiz bereits erreicht oder lokal überschritten. Dies führte zu verbreitet stark vorgesättigten Böden, so auch im Emmental.

Am 24. Juli 2014 bildeten sich über dem oberen Einzugsgebiet der Emme bereits am Morgen kräftige Gewitterzellen. Diese blieben stationär und führten innert weniger Stunden zu aussergewöhnlich hohen Niederschlagssummen und -intensitäten. In der Region Schangnau fielen innert rund sieben Stunden bis zu 96mm Niederschlag, wie die Auswertung von CombiPrecip-Daten der MeteoSchweiz (MeteoSchweiz, 2014) zeigte (vgl. *Bild 2*).

2.2 Abflussgeschehen am 24. Juli 2014

In Kemmeriboden (Gemeinde Schangnau) konnte für den 24. Juli 2014 anhand von Messwerten sowie von Hochwasserspuren im Gelände ein Abfluss der Emme von ca. 240m³/s rekonstruiert werden (Geotest AG & Geo7 AG, 2015). Dies entspricht einem spezifischen Abfluss von 4,7m³/s km². Weiter talabwärts nahm der Abfluss auf ca. 300m³/s (in Schangnau-Bumbach) bzw. ca. 330m³/s (Schangnau-Räbe) zu. Im weiter flussabwärts gelegenen Eggiwil (BAFU-

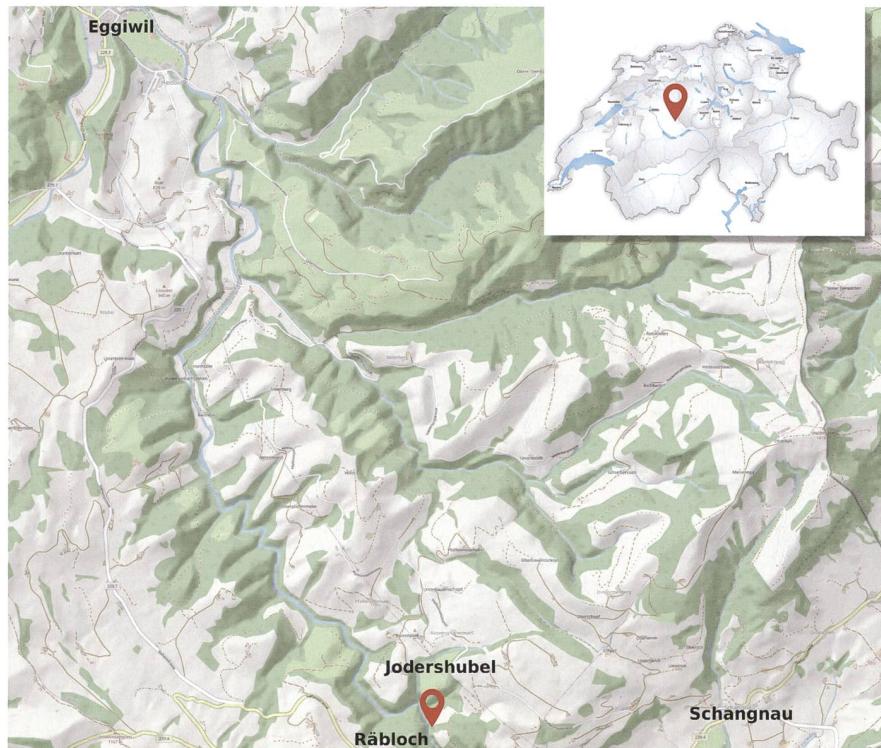


Bild 1: Lage des Räblocs im Schluchtbereich zwischen den Dörfern Eggiwil und Schangnau (rote Markierung). Datengrundlage: OpenStreetMap.

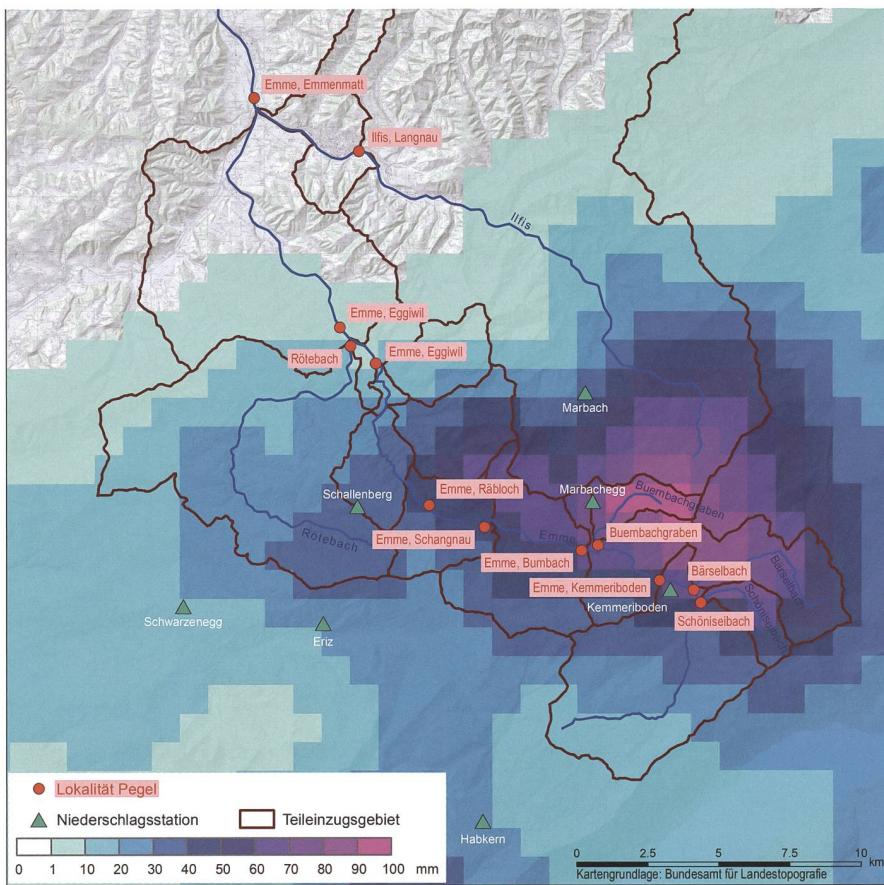


Bild 2: Niederschlagssumme vom 24. Juli 2014 (Zeitraum von 05:01 bis 11:59 Uhr), aus GEOTEST AG & Geo7 AG, 2015. Datenquelle: MeteoSchweiz, 2014.

Messstation Heidbühl) wurde mit $310 \text{ m}^3/\text{s}$ ein tieferer Spitzenabfluss als in Schangnau gemessen, obwohl zwischen dem Räbli und der BAFU-Messstation noch wei-

tere Seitengewässer zufliessen. Dies zeigt den deutlichen Drosselungseffekt durch die Engstelle im Räbli, der auch in der Vergangenheit bei Abflüssen ab ca. $200 \text{ m}^3/\text{s}$

schon mehrfach beobachtet wurde. Beim Ereignis 2014 wurde der Drosselungseffekt durch die sich aufbauende Verklausung noch weiter verstärkt. Aufgrund der hohen Abflussspitzen traten in Schangnau an diversen Stellen entlang der Emme Ausuferungen infolge ungenügender Abflusskapazität auf.

2.3 Statistische Einordnung des Abflussereignisses vom 24. Juli 2014

Wie in Geotest AG & Geo7 AG, 2015 dargelegt, wies das Hochwasser vom 24. Juli 2014 gemäss Statistik der Jahreshochwasser der Station Emme Heidbühl eine Jährlichkeit von ca. 300 Jahren auf. Diese Jährlichkeit ist aber vermutlich zu hoch, da in den letzten Jahren eine Häufung von Hochwassereignissen festgestellt wurde.

2.4 Hydraulischer Einfluss des Räbli und Rückstaueffekte

Das Räbli ist an seiner engsten Stelle nur rund 1,10 m breit. Die Schlucht weist dort somit bereits im nicht verklausten Zustand eine limitierte Abflusskapazität auf (siehe Querprofile in Bild 3). Die am 24. Juli 2014 erfolgte Verklausung führte zu einer zusätzlichen Reduktion der Abflusskapazität, was in der Emme zu einem Rückstau von rund $260\,000 \text{ m}^3$ Wasser und folglich zu einer Seebildung und Überflutungen im Gebiet Räbli auf Gemeindegebiet von Schangnau führte (Geotest AG & Geo7 AG, 2015). Da die Abflussspuren nur ca. 2 m

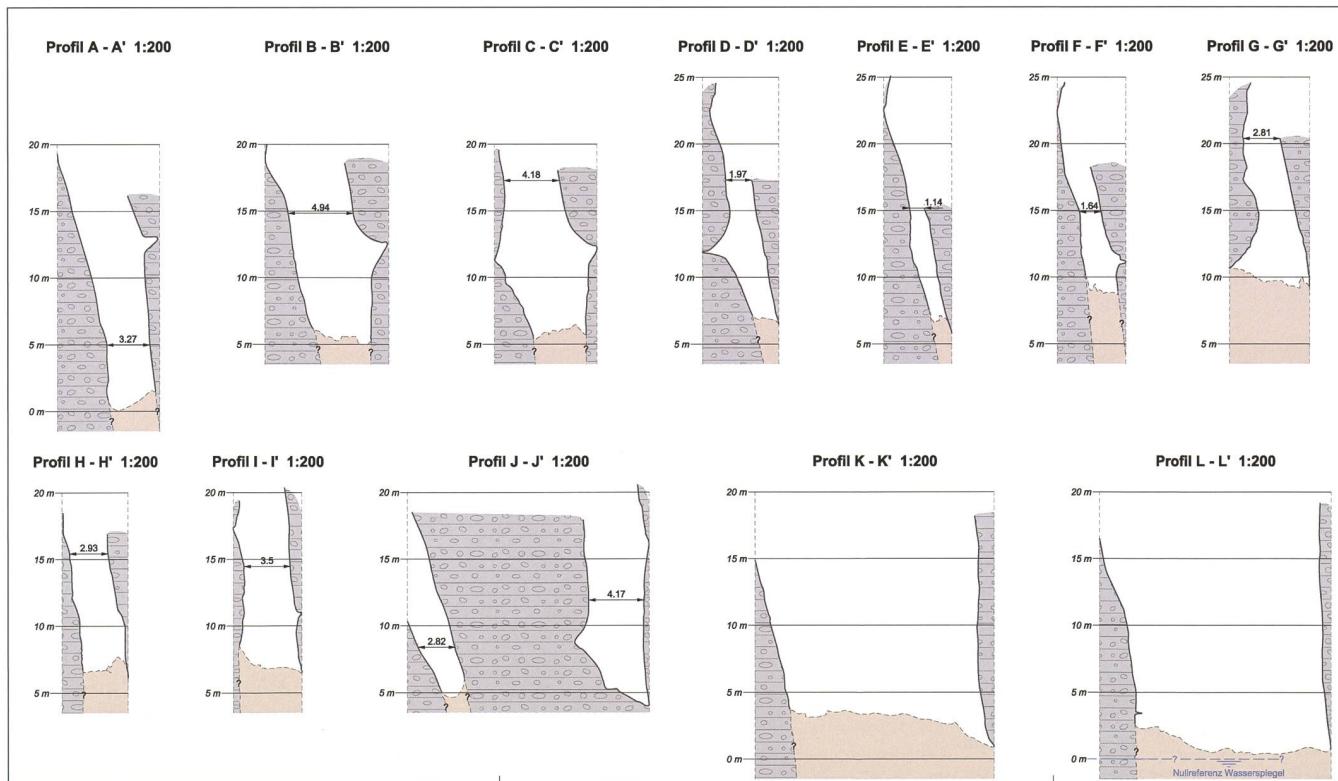


Bild 3: Vermessungsdaten aus Laserscan August 2017 mit ausgewählten Querprofilen.

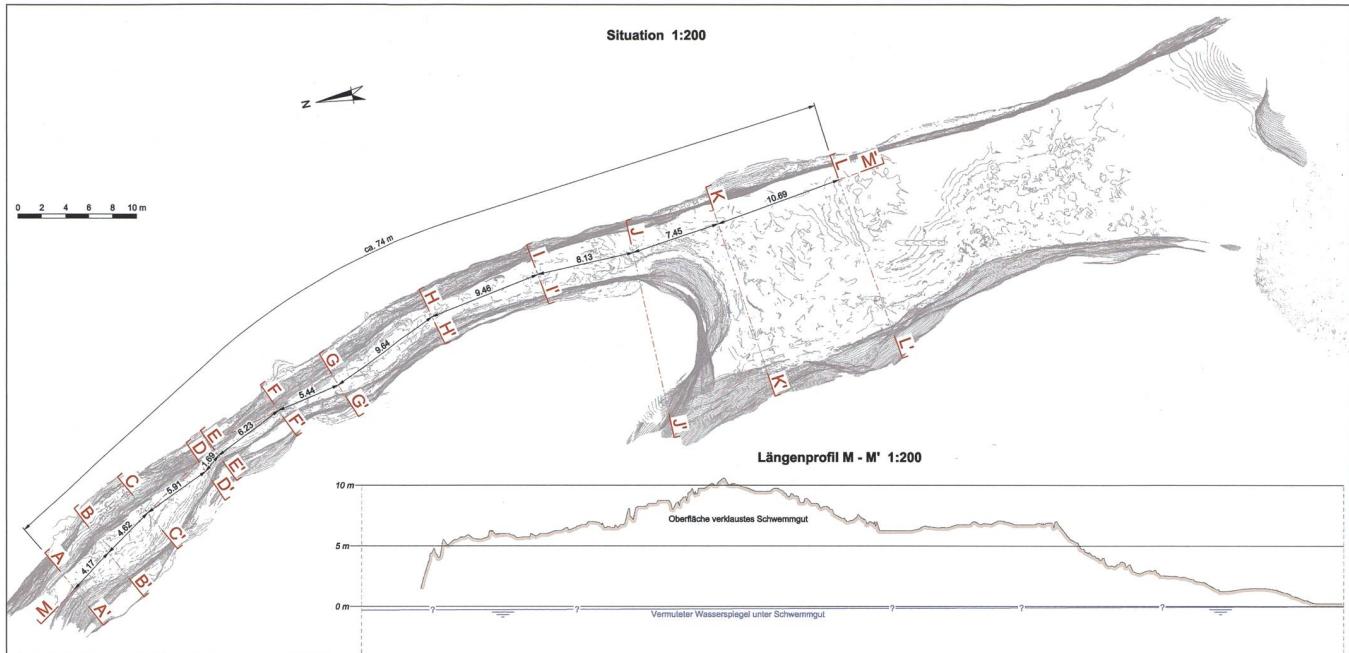


Bild 4: Vermessungsdaten aus Laserscan August 2017 mit Situation und Längsprofil.

über dem Hochpunkt der Verklausung lagen, musste der grösste Teil des Wassers unter der Verklausung hindurch fliessen. Es wird davon ausgegangen, dass sich unter der Verklausung zumindest temporär ein markanter Kolk bildete.

3. Geschiebe- und Schwemmguttransport

3.1 Geschiebeeintrag durch die Seitenbäche der Emme

Die sehr hohen Niederschlagsintensitäten führten in den Seitenbächen der Emme zu geschiebereichen Hochwassern bis hin zu Murgang-ähnlichen Prozessen. Der Sädelgraben beispielsweise lagerte auf seinem Schwemmkegel mindestens 15000m³ Feststoffe ab, beim Gärtelbach wurden diese auf rund 5000 bis 7000m³ geschätzt und beim Schybegrabe auf rund 3000m³. Dennoch waren die Geschiebeprozesse, auch jene in der Emme, nicht relevant für die Verklausung im Räbloch. Aus diesem Grund werden sie hier nicht weiter beschrieben.

3.2 Schwemmgut

Im Rahmen der Mobilisierung von Geschiebe durch Rutschungen, Murgänge und Seitenerosionsprozesse wurde in den Seitenbächen der Emme und aus den Uferböschungen der Emme viel Schwemmholt mobilisiert. In Böckli M. et al., 2015 wird gezeigt, dass sich die angefallene Schwemmgutkubatur aus Schwemmholt und Bauholz (Brücken u.a.) sowie anderweitigen Materialien wie Siloballen, Fässern oder Gebinden zusammensetzte. Die Schwemmgutablagerungen während des

Ereignisses wurden auf insgesamt 2800m³ geschätzt. Darin enthalten sind Ablagerungen entlang der Uferbereiche der Emme, im Kegelbereich des Sädelgrabens, die Verklausung im Räbloch sowie die an den Kraftwerken der Aare unterhalb der Emme mündung entnommenen Schwemmgutmengen.

3.3 Verklausungsvolumen und -zusammensetzung im Räbloch

Wie in Böckli M. et al., 2015 ausgeführt, wurde das Volumen der Verklausung an der engsten Stelle der Schlucht «Räbloch» auf Basis einer Laser-Vermessung auf rund 1170 bis 1400m³ (Lockerausmass) geschätzt. Bei einem angenommenen Poren-



Bild 5:
Abgelagerte
Baumstämme am
höchsten Punkt
der Verklausung
im Räbloch.
Foto: Feuerwehr
Eggiwil.



Bild 6: Blick in
die Verklausung
im Räbloch
mit Frisch-
und Bauholz.
Aufgenommen
im August 2014.
Foto: Feuerwehr
Eggiwil.



Bild 7: Abgelagertes Schwemmholtz und -gut oberhalb des engsten Schluchtbereiches des Räblochs.
a) im Sommer 2015 (links) sowie b) im Sommer 2017 (rechts).

volumen von ca. 25 % ergibt dies ein Festvolumen im Bereich von ca. 880 bis 1050m³. Davon wurde ein Anteil von rund 50 Prozent an Bauholz, d. h. primär Holz von Brücken oder Ufer- und Sohlensicherungen abgeschätzt. Einen Eindruck der Verklausung geben die Bilder 5 und 6. Die Verklausung nahm ausserdem infolge von zusätzlich angeschwemmtem Material auch in den Folgejahren zu, wie Bild 7 (Stand Verklausung im Sommer 2015 sowie im Sommer 2017) zeigt.

Über den genauen Ablauf der Verklausungsbildung während des Ereignisses vom 24. Juli 2014 bestehen keine Informationen. Es ist deshalb auch nicht bekannt, wie viel Schwemmgut zu Beginn des Ereignisses noch durch das Räbloch transportiert wurde, bevor das bereits verkeilte Schwemmgut den Fließquerschnitt so stark verklaute, dass kein weiteres Material mehr hindurch transportiert werden konnte.

4. Risikoanalyse und Risikobewertung

4.1 Methodik

Im Zuge des Vorprojekts zur Räumung wurde eine umfassende Analyse bezüglich der von der Verklausung im Räbloch ausgehenden Risiken durchgeführt. Dabei wurde methodisch unterschieden zwischen quantifizierbaren (Sach- und Personen-) Risiken und nur qualitativ beschreibbaren Risiken.

4.2 Quantifizierbare Risiken

Als quantifizierbare Risiken wurde die direkte Gefährdung von Menschen und Sachwerten durch Überflutungen erfasst. Dieser Aspekt konnte mit den im Naturgefahrenmanagement gängigen Methoden einer

Risikoanalyse, die auf EconoMe (BAFU, 2019) basieren, berechnet werden. Beim Räbloch standen zwei Szenarien im Vordergrund:

1. Rückstau im Räbloch mit Seebildung oberhalb der Schlucht sowie
2. ein sukzessives oder plötzliches Durchbrechen der Verklausung mit Bildung einer Flutwelle, die die unterliegenden Gebiete tangiert.

4.2.1 Szenario Seebildung

Die Szenarien einer Seebildung wurden aufgrund von Analogieschlüssen aus dem Ereignis 2014 sowie aufgrund von Beobachtungen seit 2014 festgelegt. Letztere zeigten, dass die Emme oberhalb der Räbloschlucht bereits bei Abflüssen von rund 100m³/s aufgestaut wird (so beobachtet im Juni 2016). Die berechneten Einstauszenarien zeigten, dass eine Seebildung mit Schäden an den bestehenden Gebäuden im Gebiet Räbeli sehr wahrscheinlich (Wiederkehrperiode von einigen Jahren) ist. Deshalb ergab sich für dieses Szenario ein relativ hohes monetäres Risiko von rund CHF 31 000 pro Jahr, obwohl verhältnismässig wenige Gebäude betroffen waren.

4.2.2 Szenario Flutwelle

Das Szenario einer potenziellen Flutwelle war in der Bevölkerung der unterliegenden Gemeinden nach dem Hochwassereignis von 2014 sehr präsent. Obwohl die Eintretenswahrscheinlichkeit von den Autoren als extrem gering eingeschätzt wurde (Wiederkehrperiode ca. 1000-jährlich), wurden deren möglichen Auswirkungen mittels einer hydrodynamischen 2D-Modellierung untersucht. Die numerischen Berechnungen zeigten, dass eine Flutwelle Auswirkungen bis zur Ilfismündung, rund 20km

flussabwärts des Räblos, haben könnte und eine Vielzahl an Gebäuden betroffen wären. Das aus diesem Szenario stammende Risiko wurde mit rund CHF 11 000 pro Jahr quantifiziert und ist damit deutlich kleiner als das Risiko aus dem Szenario Seebildung.

4.3 Nicht quantifizierbare Risiken

Neben den quantifizierbaren Risiken der beiden oben genannten Szenarien gingen von der Verklausung auch die folgenden Risiken aus, die im Rahmen des Projekts nicht mit den gängigen Methoden der Risikoanalyse im Wasserbau quantifiziert werden konnten:

- Potenzielle Gewässerverschmutzung durch vermutete gewässergefährdende Stoffe (z. B. Ölfässer) in der Verklausung und damit
- Gefährdung einer nahen Trinkwasserfassung für die Stadt Bern;
- Unbekannte Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt der Emme im Bereich eines Auengebietes von nationaler Bedeutung;
- Einschränkungen für Tourismus und Freizeitaktivitäten.

4.4 Fazit zu den Risiken

Da es sich beim Projekt primär um ein Hochwasserschutzprojekt handelte und es auch als solches von Bund und Kanton finanziell unterstützt werden sollte, lag der Fokus bei der Risikobeurteilung auf den quantifizierbaren Risiken. Damit ein Projekt subventionsberechtigt ist, muss der erzielte Nutzen die Kosten grundsätzlich überwiegen. Beim vorliegenden Projekt lag der Nutzen in der Verhinderung von Schäden durch eine Flutwelle oder Seebildung und betrug rund CHF 42 000 pro Jahr.

Aufgrund von verschiedenen Überlegungen zur Wiederkehrperiode des Ereignisses von 2014 und zur längerfristigen Situation im Einzugsgebiet (z.B. in Bezug auf den Holzvorrat entlang der Gewässer, der möglichen Transportprozesse von Schwemmholt und dem vorhandenen Bauholz) wurde entschieden, die «Lebensdauer» der Räumung auf 100 Jahre festzusetzen. Mit den projektierten Gesamtkosten von CHF 1,20Mio. ergaben sich somit jährliche Kosten von rund CHF 24 000. Daraus resultierte ein Verhältnis von Nutzen zu Kosten von 1,8.

Insbesondere die potenziell möglichen Gewässerverschmutzungen wurden als gravierende Risiken eingestuft und waren deshalb argumentativ wichtig für die Entscheidung, dass die Verklausung im Räbloch geräumt werden sollte. Diese Risiken wurden aber in der monetären Bewertung nicht berücksichtigt.

5. Der lange Weg bis zur Räumung

5.1 Problemerfassung und runder Tisch

Nach der im Rahmen der lokalen und lösungsorientierten Ereignisanalyse (LLE) Schangnau-Eggiwil (Geotest AG & Geo7 AG, 2015) durchgeföhrten Problemerfassung und ersten Lösungsvorschlägen liess die wasserbaulich für das Räbloch zuständige Schwellenkorporation Eggiwil durch das beauftragte Planungsbüro erste Strategien zur Räumung des Räblocchs entwerfen. Im Februar 2016 wurde ein runder Tisch mit allen wichtigen Akteuren einberufen, um die Rahmenbedingungen einer Räumung festzulegen und die Anforderungen der kantonalen Fachstellen sowie denjenigen des Bundes abzuholen. Es zeigte sich, dass insbesondere die Lage des Räblocchs in einem Schutzgebiet von nationaler Bedeutung (Eintrag im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung BLN) kritisch ist. Falls in einem solchen Schutzgebiet bauliche Eingriffe nachweislich notwendig und standortgebunden sind, haben sie zwingend so schenend und minimalinvasiv wie möglich zu erfolgen. Zudem wurde der Bezug der Eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission ENHK verlangt.

5.2 Lösungsansätze und funktionale Ausschreibung

Diverse Ansätze zur Räumung des Räblocchs wurden geprüft, aber auch wieder verworfen, wie z.B. ein kontrolliertes Abbrennen des Schwemmgutes, eine Spreng-

ung der Verklausung oder eine Räumung mit gleichzeitiger Profilerweiterung der Räblocchlucht an ihrer engsten Stelle. Auch die von verschiedenen Stellen verlangten flankierenden Massnahmen wie die Reduktion der künftigen Verklausungswahrscheinlichkeit, beispielsweise mit einem Schwemmholtzrückhalt oberhalb der Schlucht, wurden vertieft geprüft, mussten jedoch aufgrund von zu hohen Kosten und zu grossen Auswirkungen auf das Landschaftsbild wieder verworfen werden. Weiter wurde erkannt, dass zur Lösungsfindung erfahrene Bauunternehmer beizogen werden müssen, die das Räumungsprojekt mit ihrem Fachwissen mitentwickeln. Aus diesem Grund wurde entschieden, kein klassisches Bauprojekt mit anschliessender Submission auszuarbeiten, sondern eine sogenannte «funktionale Ausschreibung» durchzuführen. Im Vordergrund stand also die vollständige Räumung der Verklausung, während der Weg dahin grundsätzlich frei war – vorausgesetzt, die Entnahmemethode erfolgt unter grösstmöglicher Schonung des Schutzgebiets. Interessierte Bauunternehmungen wurden im Rahmen einer obligatorischen Informationsveranstaltung über den Stand des Wissens zur Verklausung im Räblocch informiert und konnten daraufhin ihre technischen Lösungsvorschläge basierend auf detaillierten Vorgaben in der Submission offerieren. Das eigentliche Bauprojekt wurde im Detail erst nach der Zuschlagsverfügung an die Bauunternehmungen – unter Vorbehalt der Bewilligung durch den Kanton – in enger Zusammenarbeit zwischen dem Planungsbüro und den Bauunternehmern erarbeitet.

6. Bauprojekt

6.1 Vorbereitungsarbeiten

Um hochauflöste und belastbare Vermessungsdaten als Basis für das Bauprojekt zur Verfügung zu haben, wurde das Räblocch mittels eines Laserscans mit dem Gerät ZEB-REVO von GeoSLAM im Rahmen einer Begehung vermessen. Das Resultat war eine Punktfolke aus ca. 65 Mio. Datenpunkten, aus der ein 3-dimensionales, virtuelles Modell des Räblocchs erstellt werden konnte. Daraus konnten lagegenau an beliebiger Stelle Querprofile extrahiert werden. Mittels der Vermessungsdaten konnte auch die Lage der Verklausung in Bezug zur Schlucht dokumentiert werden. Bild 3 zeigt einige ausgewählte Querprofile und Bild 4 den Grundriss des Räblocchs aus dem 3D-Modell sowie das Längenprofil.

6.2 Warnung, Alarmierung und Baustellenüberwachung

Zum Schutz der Baustelle vor Hochwasser der Emme wurde ein Warnungs- und Alarmierungskonzept erarbeitet und umgesetzt. Dieses beinhaltete zwei Pegelmessstellen, die bei Überschreitung von festgelegten Schwellenwerten automatisch einen Vor- und einen Hauptalarm auslösten. Während der ganzen Bauzeit ab März 2020 war außerdem eine automatische Baustellenkamera in der Räblocchlucht im Betrieb, die im 10-Minuten-Rhythmus aktuelle Bilder über das Mobilfunknetz direkt an die Bauleitung und den Unternehmer übermittelte (Bild 6). Der Betrieb dieser Kamera stellte sich als sehr wertvoll heraus, da damit während hochwasserbedingten Unterbrüchen die Situation vor Ort in Echtzeit überprüft werden konnte.

6.3 Technische Elemente

Das detaillierte Bauprojekt (Geotest AG, 2018) wurde im Verlaufe des Jahres 2018 erarbeitet. Bezuglich des technischen Lösungsvorschlags bestand es aus folgenden Hauptelementen:

- 800 m lange Transportseilbahn mit 4 t Traglast vom Jodershubel über die Räblocchlucht bis in die Schafschwand, beidseits mit je vier Selbstbohrkern (38 mm) 8 m tief verankert.
- Gerüstturm mit einer Höhe von rund 50 m zwecks direktem Zustieg in die Schlucht, verankert mit 32 mm Stabankern sowie 15 mm DYWIDAG-Spannankern mit ca. 30 cm Länge.
- In der Schlucht ca. 9 m über dem Wasserspiegel beidseits in den Nagelfluhwänden verankerte Querträger mit Längsschienen. Die Verankerung erfolgte mit 24 Kübalt-Stabankern mit einem Durchmesser von 32 mm, die ca. 1,5 m tief in den Fels getrieben wurden. Die Bohrlöcher wurden mit einem Handbohrgerät als Kernbohrung mit Durchmesser 50 mm ausgeführt.
- Schienenkran Typ Technica (Auer) mit Kurvenfahrwerk, 1,2 bis 1,5 t Zugkraft und Teleskopgreifarm von 15 m Länge. Damit wurde sichergestellt, dass der Kran auch das Holz unter dem Wasserspiegel erreichen kann.
- Zustieg zum Schienenkran ab Gerüstturm ca. 9 m über dem Wasserpegel.
- 4-t-Bagger, stationiert in der Schlucht oberhalb der Verklausung.
- Mulden, die via Transportseilbahn abgeführt werden konnten.
- Umschlagplatz auf dem Jodershubel mit 30-m³-Mulden zwecks Materialumschlag, -sortierung und Abtransport.

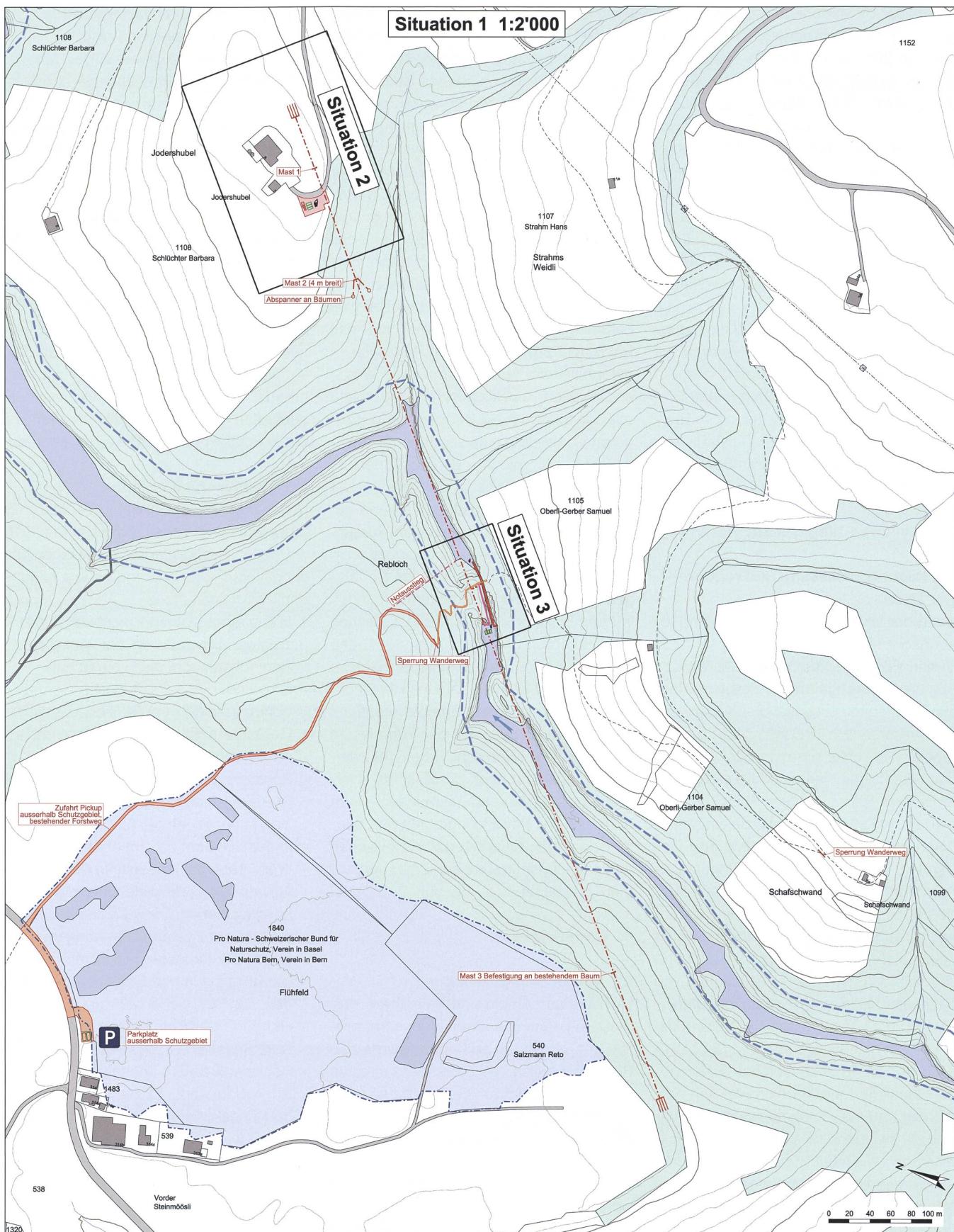


Bild 8: Situation der gesamten Baustelle Räblocch. Quelle: Geotest AG, 2018.

Ein Situationsplan der gesamten Baustelle ist in Bild 8 dargestellt. Details zum Umschlagplatz Jodershübel sind in Bild 9 und Details zum zentralen Teil der Baustelle in Bild 10 abgebildet.

6.4 Bewilligung und Kosten

Die Wasserbaubewilligung wurde der Schwellenkorporation Eggiwil mit Gesamtentscheid des Oberingenieurkreises IV vom 19. März 2019 erteilt. Der Kosten-

voranschlag des Gesamtprojekts lag bei CHF 1,20 Mio. Infolge der Einzigartigkeit des Bauvorhabens wurden Risikokosten von rund CHF 65 000 veranschlagt. Die Schwellenkorporation Eggiwil hat als Bauherrin

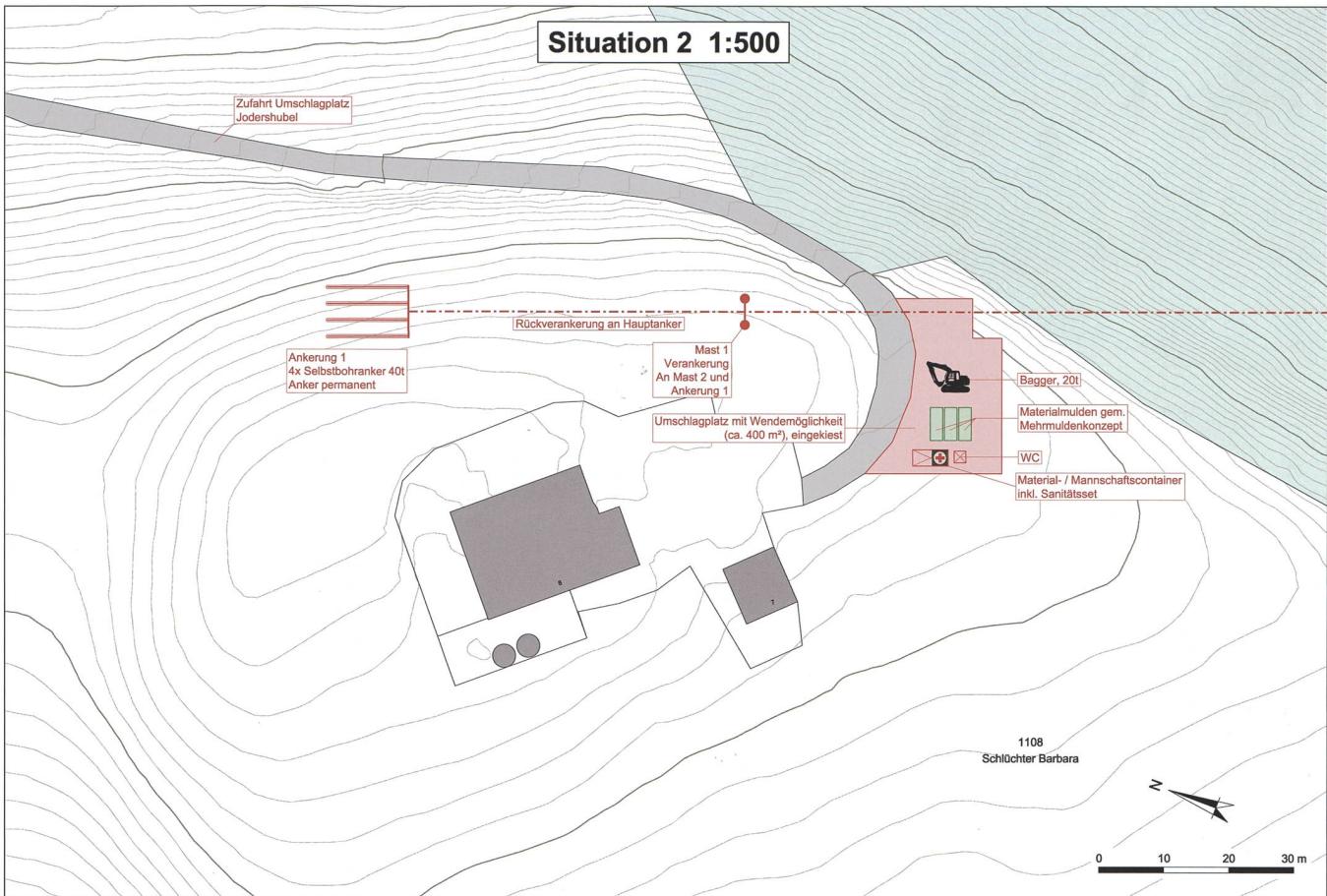


Bild 9: Situation des Umschlagplatzes im Jodershübel. Quelle: GEOTEST AG, 2018.

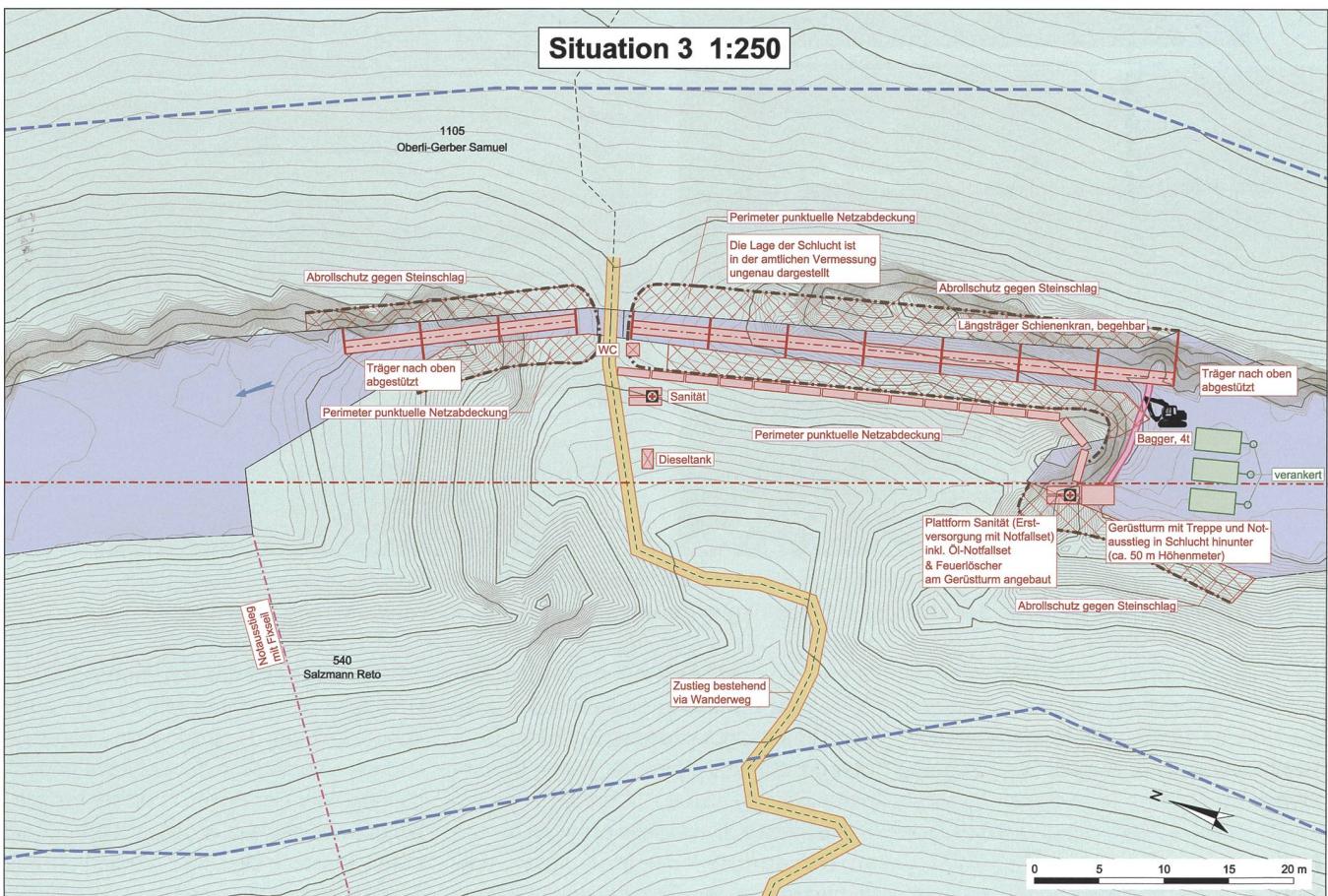


Bild 10: Situation des zentralen Teils der Baustelle Räbloch mit den wichtigsten Baustellenelementen. Quelle: Geotest AG, 2018.



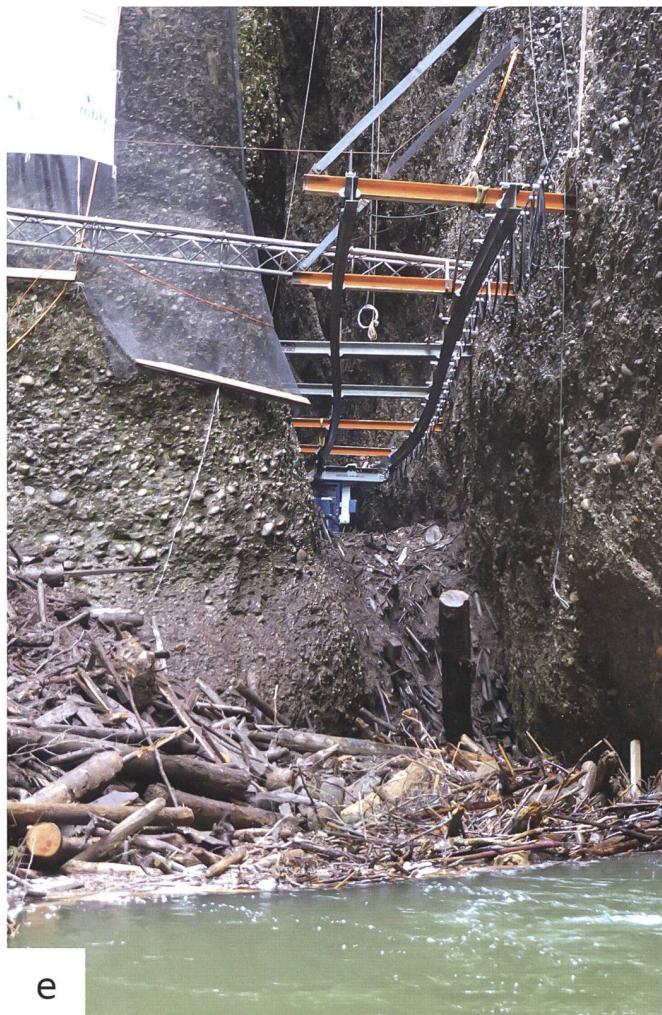
a



b



c



d

e



Bild 11: Impressionen der Baustelle, a) und b) Installationsplatz Jodershubel mit Transportseilbahn, c) Gerüstturm, d) Schienenkran beim Beladen der Mulden, e) beidseitig verankerte Schienen in der verwundenen Schlucht.

die Ausgaben am 10. April 2019 beschlossen. Die Kantonsbeiträge inkl. denjenigen des Bundes wurden mit Regierungsratsbeschluss vom 14. August 2019 zugesichert.

7. Räumungsphase

7.1 Vorbereitungsarbeiten

Die ersten Vorbereitungsarbeiten vor Ort

fanden im Oktober 2019 statt. Dazu gehörten die Erstellung eines Installations- und Umschlagplatzes am Ende der Seilbahn, die Installation der Transportseilbahn (Bild 11) sowie Holzereiarbeiten am Schluchtrand. Dass diese Arbeiten bereits im Herbst 2019 erfolgen konnten, entlastete den engen Terminplan im Frühling 2020 für die Hauptphase der Räumung erheblich.

7.2 Hauptphase der Räumung

Bereits in der zweiten März-Hälfte 2020 konnte mit der Erstellung der Zugänge und der Bauplätze in der Schlucht begonnen werden. Der Fokus in dieser Installationsphase galt der Arbeitssicherheit und damit insbesondere der Reduktion des Steinschlagrisikos. Zu diesem Zweck wurden die Abrollnetze entlang der gesamten Schluchtkante oberhalb der Verklausung

montiert und der Fels in den orographisch linken und rechten Felswänden manuell gereinigt. Weiter wurde die Hochwasseralarmanlage installiert, um ein sicheres Arbeiten am und im Wasser zu ermöglichen.

Anschiessend wurde zwecks Zugang zur Schlucht der senkrechte, rund 50 m hohe Gerüstturm erstellt, über den ab der Woche vom 15. April 2020 der Abstieg in die Schlucht ohne Anseilen möglich war (Bild 11).

Der elektrisch betriebene Schienenkran bildete das Herzstück der Installationen (siehe ebenfalls Bild 11). Die Maschine wurde an längs in der Schlucht verbaute Schienen gehängt und konnte sich somit in der Schlucht vorwärts und rückwärts bewegen. Ab dem 11. Mai 2020 wurde mit der Räumung begonnen. Der Räumungsablauf verlief ohne grössere Einschränkungen oder Verzögerungen. Die vorgesehene Tagesleistungen von rund 37 m³ auf gelockertem Material konnten gut erreicht werden. Unterbrüche wegen Hochwasser waren mit Ausnahme von einigen wenigen Tagen nicht notwendig.

7.3 Materialzusammensetzung und Entsorgung

Aufgrund der Begehungen während der Planungsphase war erwartet worden, dass ein Grossteil des Materials aus verdecktem Stamm- und Wurzelholz besteht. Feinmaterial sowie anorganisches Material (Sand, Geschiebe etc.) wurden vor allem im bergwärts liegenden Teil der Verklausung erwartet, da dort eine gewisse Filterwirkung der Verklausung vermutet wurde.

Wie sich bei der Räumung herausstellte, fiel der Anteil an anorganischem Material sowie an sehr stark verkleinertem und ansatzweise bereits zersetzen Material deutlich höher aus. Entgegen der Erwartungen waren intakte Stammteile nur im obersten Bereich der Verklausung anzutreffen. Das Material bestand vielmehr zu rund 50 Prozent aus organischem sowie zu 50 Prozent aus anorganischem Material. Das vorgesehene Entsorgungskonzept wurde deshalb laufend angepasst. Der Grossteil des Materials konnte in einer Bodenwaschanlage zur Auf trennung und weiteren Verwertung behandelt werden. Relevante Kubaturen wurden auch in einer Kehrichtverbrennungsanlage umweltgerecht entsorgt. Insgesamt wurden während der Räumung 550t gemischtes Schwemmgut sowie 30t Altholz und 3,5t Fremdstoffe und Abfall aus dem Räbloc entfernt.



Bild 12: In der Verklausung abgelagertes Ölfass.

7.4 Gewässergefährdende Stoffe

Bereits zu Beginn der Projektierung wurde vermutet, dass sich in der Verklausung Gebinde mit gewässergefährdenden Stoffen (Mineralölprodukte sowie Chemikalien aus Gewerbe und Landwirtschaft) befinden. Diese Stoffe stellten sowohl für das sensible Ökosystem des Räbloc als auch für die flussabwärts gelegene Trinkwasserfassung der Stadt Bern (Aeschau/Ramsei, Signau) eine beträchtliche Gefährdung dar. Die unterliegende Feuerwehr Eggwil wurde deshalb in die Räumung miteinbezogen und auf der Baustelle wurde ein Notfallset zur Schadensbegrenzung im Falle eines Zwischenfalls bereitgestellt. Die Bergung der drei vorgefundenen Fässer (ein Beispiel ist in Bild 12 abgebildet) und gut 20 Kanister wurde mit grösstmöglicher Vorsicht angegangen. Die vorgefundenen Gebinde wurden direkt in wasserdichte, doppelwandige Mulden verpackt und zur sachgerechten Entsorgung einer spezialisierten Firma übergeben. Die Kosten für den Umgang mit den gewässergefährdenden Stoffen beliefen sich auf gut CHF 12 000 und wurden vollumfänglich durch den Abfallfonds des Amtes für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) getragen.

7.5 Abnahme der Räumung

Mitte Juni war die Verklausung im Räbloc praktisch geräumt. Für die Abnahme der Räumung wurde eine wasserdichte, von aussen steuerbare und um 360° schwenkbare Bohrlochkamera eingesetzt. Für die Unterwasserinspektion vor Ort wurde sie mit einer eigens konstruierten Befestigung

zusammen mit zwei Taucherlampen am Greifer des Schienenkrans montiert und so durch die Schlucht gesteuert. Auf diese Weise war es möglich, die Schlucht in ihrer ganzen Länge auch unter Wasser zu dokumentieren. Die Inspektion zeigte in einer Tiefe von rund 8m noch drei verkeilte Stämme mit Wurzelstöcken. Zu deren Bergung wurden Industrietaucher beigezogen. Damit war die gemäss Ausschreibung verlangte «vollständige Räumung» erreicht. Direkt nach der Bergung der letzten Stämme wurde mit dem Rückbau der Installationen begonnen. Einzig die Felsanker wurden wie geplant und bewilligt belassen, da deren Entfernung eher mehr Schaden angerichtet hätte als deren Verbleib. Ausserdem könnten sie in den nächsten Jahren wiederverwendet werden, sollte wider Erwarten eine ähnlich grosse Verklausung auftreten. Bei der abschliessenden Bauabnahme zusammen mit der Bauleitung und ökologischen Baubegleitung konnten keinerlei Mängel festgestellt werden. Es wurde bestätigt, dass das bereits zu Projektbeginn geforderte minimal invasive Vorgehen vollumfänglich eingehalten wurde.

7.6 Öffentliches Interesse als Herausforderung

Bereits während der Planungsphase zeigte sich, dass das öffentliche Interesse an der Räumung der Räbloc schlucht gross ist. Das Planungsbüro erarbeitete deshalb im Auftrag der Bauherrschaft bereits vor Baubeginn ein Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit. Aus Sicherheitsgründen wurde entschieden, keine Baustellenbesichtigungen

gen für Privatpersonen anzubieten. Statt dessen wurde für die Baustelle eigens eine Webseite erstellt, wo regelmässig über den Baufortschritt berichtet und aktuelle Bilder der Baustelle publiziert wurden. Die Medien wurden regelmässig mit Informationen bedient und eine Begehung der Baustelle wurde organisiert. Das Schweizer Fernsehen berichtete in der Sendung «Schweiz Aktuell» am 19. Mai 2020 live vor Ort über die Arbeiten (SRF, 2020).

8. Schlussfolgerungen

Bei der beschriebenen Baustelle und dem angewendeten Räumungsverfahren handelte es sich um ein vermutlich weltweit

einmaliges Vorhaben mit innovativer Lösungsstrategie. Dank des innovativen Vorgehens seitens der beauftragten Bauunternehmungen und aller anderen Beteiligten konnte das Vorhaben nicht nur erfolgreich abgeschlossen, sondern auch der Zeitplan und der Kostenvoranschlag konnte eingehalten werden. Das minimalinvasive Vorgehen führte zu keinen relevanten langfristigen Beeinträchtigungen für die Natur vor Ort. Die Risiken, die von der Verklausung ausgingen, sind dank der erfolgreichen Räumung der Schlucht eliminiert. Die Autoren und alle Projektbeteiligten freuen sich, dass das geräumte Räblocb im Sommer 2020 wieder «der Natur übergeben» werden durfte.

9. Dank

Der Dank der Autoren geht an die Auftraggeberin, die federführende Schwellenkorporation Eggiwil mit dem Präsidenten *Hans Wittwer* und Vizepräsidenten *Thomas Zürcher* sowie die beteiligten Schwellenkorporationen Schangnau, Signau und Lauperswil. Ein besonderer Dank gilt den Exponenten der Firmen Stoller & Lauber (Frutigen) und Lauber FST GmbH (Frutigen) für ihre exzellenten Arbeiten. Nicht zuletzt sei der zuständigen Projektleiterin seitens des Oberingenieurkreises IV vom Tiefbauamt des Kantons Bern, *Maya Bütikofer*, für ihren grossen Einsatz zu Gunsten des Projekts gedankt.

Quellen:

Böckli M., Rickli C., Badoux A., Rickenmann D, Ruiz Villanueva V., Zurbrügg S., Stoffel M. (2015): Schwemmholtstudie Hochwasser 24. Juli 2014 im oberen Emmental. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL und Universität Bern. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Abteilung Gefahrenprävention.
Bundesamt für Umwelt BAFU (2019): EconoMe 5. Wirkung und Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren. Handbuch / Dokumentation. Bern.
GEOTEST AG & Geo7 AG (2015): Schangnau-Eggiwil, lokale, lösungsorientierte Ereignisanalyse (LLE)

Unwetter 24. Juli 2014. Bericht im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV.
GEOTEST AG (2018): Eggiwil, Räumung Räblocb, Wasserbaubewilligungsdossier. Bericht Nr. 1916024.2a vom 30.11.2018.
MeteoSchweiz (2014): CombiPrecip-Daten zum Niederschlagsereignis im oberen Emmental vom 24.7.2014.
<https://www.srf.ch/play/tv/schweiz-aktuell/video/schweiz-aktuell-vom-19-05-2020-1900?urn=urn:srf:video:81f5e1b2-3215-40f3-a160-74edaff9b4b7>.

Autoren:

Severin Schwab
GEOTEST AG, Bereich Wassergefahren und Hochwasserschutz, Bernstrasse 165, CH-3052 Zollikofen, severin.schwab@geotest.ch
Patrick Baer
GEOTEST AG, Bereich Wassergefahren und Hochwasserschutz, Bernstrasse 165, CH-3052 Zollikofen, patrick.baer@geotest.ch
Dr. Demian Schneider
Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV, Dunantstrasse 13, CH-3400 Burgdorf, demian.schneider@be.ch



LUZERN

Schützen Sie den Kanton Luzern vor Naturgefahren!
Eine aussergewöhnliche Stelle für Sie als Bau- oder Umweltingenieur/in mit Blick für Naturgefahren. Sie kennen sich aus in der Projekt- und Bauleitung und verfügen über Knowhow in Wasserbau. Als

Projektleiter / Projektleiterin Wasserbau

in der Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif) vertreten Sie den Kanton Luzern als Bauherrn in der Planung und Realisierung von Projekten zum Schutz vor Naturgefahren, vorwiegend im Hochwasserschutz.

Dienststelle Personal

stellen.lu.ch