

Zeitschrift: Bulletin für angewandte Geologie
Herausgeber: Schweizerische Vereinigung der Petroleum-Geologen und –Ingenieure;
Schweizerische Fachgruppe für Ingenieur-Geologie
Band: 3 (1998)
Heft: 1

Artikel: Geologische Naturgefahren in der Schweiz = Dangers géologiques en Suisse = Pericoli geologici naturali in Svizzera
Autor: Bollinger, Daniel
Kapitel: Fallbeispiel Nr. 5 : Einzugsgebiet der Gürbe im Gebirge (Berner Voralpen)
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-220733>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.05.2025

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

Fallbeispiel Nr. 5:

Einzugsgebiet der Gürbe im Gebirge (Berner Voralpen)

DANIEL BOLLINGER*

Zusammenfassung

Komplexe Wechselwirkungen zwischen Rutschgeschehen, Wildbachaktivitäten und Waldzustand kennzeichnen das Einzugsgebiet der Gürbe. Die Massnahmenplanung bedingt einen interdisziplinären Ansatz und eine systemare Betrachtung. Die grossräumigen Instabilitäten erfordern eine Konzentration der beschränkten finanziellen Mittel auf klar definierte Schutzziele, insbesondere den Schutz von Siedlungen, Verkehrseinrichtungen und Kulturland. Diese Ziele werden primär durch die räumliche und zeitliche Konzentration von wasserbaulichen Massnahmen (Murgangleitdämme) realisiert. Wichtig ist ferner die Erkenntnis, dass natürliche Prozesse nicht um jeden Preis gestoppt werden müssen, selbst wenn sie ein Gefahrenpotential beinhalten.

1. Ausgangslage

Die Gürbe entspringt an der Nordflanke der Stockhorn-Gantrisch-Kette auf 1685 m Höhe. In den obersten 5 Kilometern durchfliesst sie als Wildbach ein gemeinsam mit ihren zahlreichen Seitenbächen erodiertes, steiles Tal. Auf Kote 785 tritt die Gürbe auf einen ausgedehnten Schuttkegel über, um nach einer Fliessstrecke von 2.5 km als kanalisierter Fluss innerhalb einer breiten Schwemmebene zu fliessen. Nach weiteren 21 km mündet der Fluss südlich von Belp in die Aare. Das Einzugsgebiet der Wildbachstrecke umfasst rund 14 km² mehrheitlich dicht bewaldetes, in höheren Lagen (ab ca. 1300 m) alpwirtschaftlich genutztes Gebiet.

Das Einzugsgebiet der Gürbe war in der Vergangenheit wiederholt Schauplatz von zum Teil verheerenden Naturereignissen: Unwetter verbunden mit Hochwasser führten zu Überschwemmungen von Siedlungsgebieten und Kulturland und durch Rutschungen wurden Wald, Strassen und Sperrenbauten zerstört. Mit verschiedenen Massnahmen wurde seit der Mitte des letzten Jahrhunderts versucht, diesen Naturgefahren Herr zu werden. In diesem Zusammenhang wurden praktisch ununterbrochen Wildbachsperrern erstellt und Rutschgebiete entwässert. Um die Jahrhundertwende wurden im Bereich der Gurnigelkette über 1000 ha durch Raubbau und ungeregelte Beweidung entwaldete Flächen aufgeforstet. Trotz dieser Mass-

* Kellerhals + Haefeli AG, Kapellenstrasse 22, 3011 Bern

nahmen kam es wiederholt zu Hochwassern und grossflächigen Rutschungen. Das verheerende Unwetter vom 29. Juli 1990 bildet nur das letzte Glied in der Kette solcher Ereignisse.

Grossflächiger Rutschungen wegen beauftragte das Tiefbauamt des Kantons Bern und der zuständige Wasserbauverband bereits 1987 eine Ingenieurgemeinschaft - bestehend aus Geologe, Wasserbau- und Forstingenieur - mit einer gesamtheitlichen, integralen Beurteilung für das Einzugsgebiet der Gürbe im Gebirge und der Ausarbeitung von Sanierungsvarianten (Integralprojekt Gürbe). Mit den Sanierungsmassnahmen sollten folgende Zielsetzungen erfüllt werden:

- Schutz des Siedlungsgebietes, des Kulturlandes und der Verkehrswege vor Überschwemmungen, Geschiebeablagerungen und Übermurungen;
- Erhaltung und Förderung der Schutzfunktion des Waldes;
- Erhaltung einer angepassten Forst- und Alpwirtschaft;
- Erhaltung der natürlichen und landschaftlichen Werte des Gebietes.

2. Geologische und hydrologische Situation

Das Gebiet weist einen komplexen geologischen Aufbau mit folgenden tektonischen Einheiten auf (von unten nach oben):

- **Subalpine Molasse:** äusserst verwitterungsanfällige Mergel mit harten, oft stabile Geländerrippen bildenden Sandsteinsequenzen;
- **«Wildflysch»:** stark verschuppte und zerbrochene, geringmächtige Abfolge von tonigem Flysch mit grossen Schürflingen und Linsen aus Kalk und Gips. Wegen seiner starken Verwitterung ist der Flysch nur sehr selten aufgeschlossen. Er bildet einen wichtigen Quellhorizont;
- **Gurnigel-Flysch:** in sich verfaltete und verschuppte Abfolge aus groben, Blockschutt bildenden Sandsteinen sowie mächtigen, verwitterungsanfälligen Mergel- und Tonschiefererien;
- **Klippen-Decke:** stark verwitterungsanfälliger Gips, vermengt mit Rauhwacke (Basis der Klippen-Decke), überlagert von verwitterungsresistenten Kalken, Mergelkalken und Dolomiten (nur im oberen Bereich der orographisch rechten Talseite ausgebildet).

Das Gebiet befindet sich in einer Zone intensiver Niederschläge. Je nach Höhenlage und Exposition fallen pro Jahr bis zu 2000 mm. Im Sommer sind 40-50 mm pro Tag nicht selten. Anlässlich des Unwetters vom 29. Juli 1990 wurden innerhalb von 4-5 Stunden 270 mm gemessen, ein in der Schweiz bislang nie registrierter Wert. Im Frühjahr führen anhaltende Niederschläge in Kombination mit Schneeschmelze oft zu einer Intensivierung des Rutschgeschehens.

Die geologische, hydrologische und topographische Situation begünstigt ein aktives Rutschgeschehen. Die Gleitflächen der Rutschungen liegen meist auf der durchnässten Felsoberfläche, in Tiefen bis zu ca. 20-30 m. Die Rutschmassen bestehen aus sehr schlecht entwässerbarem Gehängelehm (toniger Silt), durchmischt mit Steinen und Blöcken. Sie werden oft von Blockteppichen (Sandsteine des Gurnigel-Flysches und Kalke/Dolomite der Klippen-Decke) überlagert, in welche das Oberflächenwasser infiltriert. Zusätzlich werden die Rutschmassen durch Was-

serzuflüsse aus dem Fels und insbesondere aus dem «Wildflysch» durchnässt. Die kritischen Gleitwinkel der Rutsche entsprechen ungefähr den Hangneigungen. Grosse Teile der Lockergesteinsbedeckung befinden sich somit in einem labilen Gleichgewicht. Erosion durch die Gürbe oder durch einen der zahlreichen Seitenbäche führt regelmässig zu Rutschungen und Reaktivierungen.

Bedingt durch die seit Mitte des letzten Jahrhunderts ausgeführten Verbauungen wurde das Bett der Gürbe künstlich angehoben. Der Fels trat nur an wenigen Stellen zutage. Viele Sperren waren deshalb im Lockergestein fundiert. Durch das Unwetter vom 29. Juli 1990 wurden mehr als 80 Sperren bzw. rund 2/3 aller Verbauungen ausgeräumt. Die verbleibenden, zumeist nach 1965 in massiver Betonbauweise erstellten Sperren hielten Stand, wurden jedoch beschädigt oder teilweise unterspült. Die Tiefenerosion der Gürbe erreichte über grosse Strecken mehrere Meter, im Maximum bis zu 8 m. Nach dem Unwetter trat im Gürbebett verschiedenorts der Fels zutage.

Anlässlich dieses Unwetters kam es in der Gürbe zu murgangähnlichen Transportmechanismen. Murgangspuren auf dem Schuttkegel und in den grösseren Seitenbächen (z.B. steckengebliebene Murköpfe) dokumentieren die generelle Disposition zu Murgängen.

3. Arbeitsmethodik und durchgeführte Untersuchungen

Erste Untersuchungen konzentrierten sich auf zwei grosse Rutschungen (Tiefengraben, Meierisli) auf der linken Gürbeseite, welche im Frühjahr 1987 eine starke Reaktivierung erfuhren. Schwerpunkt der Untersuchungen bildete eine detaillierte geologische Kartierung 1:2'000, auf deren Basis anschliessend 4 Bohrungen bis in den stabilen Felsuntergrund abgeteuft wurden. Zwecks Identifikation der Gleitflächen und Messung der Verschiebungsraten wurden die Bohrlöcher mit Inklinometern und für die Überwachung des Hangwasserspiegels mit Piezometerrohren ausgestattet. Mit seismischen Untersuchungen wurde der Verlauf der Felsoberfläche näher bestimmt.

Im Rahmen weiterer Untersuchungen wurde das gesamte Einzugsgebiet der Gürbe im Gebirge flächendeckend durch eine geologisch-geomorphologische sowie eine hydrologische Kartierung (1:5'000) erfasst. Letztere hält das gesamte Gewässernetz (inkl. Drainagen, Entwässerungsgräben, Kännel), Quellen, vernässte Stellen, mutmassliche Infiltrations- und Exfiltrationsstrecken von Bächen, künstliche Durchlässe bei Forstwegen, natürliche Bachengnisse etc. fest. Sie gibt zudem eine qualitative Beurteilung über den Zustand der zahlreichen, künstlich geschaffenen Gerinne. Parallel dazu wurde das Gebiet pflanzensoziologisch kartiert (Standortkarten 1:5'000 für Wald und Grünland). In wasserbaulicher Hinsicht wurden verschiedene Sperren auf ihre Stabilität hin überprüft (Geotechnik und Statik). Zur Ermittlung der hydrologischen Verhältnisse konnte auf bestehende Messstationen (Niederschlag, Abfluss) zurückgegriffen werden. Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden zusätzlich ein Pluviograph und an der Gürbe bzw. an den wichtigsten Seitenbächen insgesamt 12 einfache Abflussmesspegel installiert. Durch das verheerende Unwetter wurde ein Teil dieser Einrichtungen indessen zerstört.

Parallel zu den Kartierungsarbeiten wurden 10 geodätische Messprofile festgelegt und periodisch vermessen. Damit konnten die Bewegungen der drei grössten Rut-

sche sowie ein Teil der Gürbeflanke überwacht werden. Um allfällige Verschiebungen von im Lockergestein fundierten Sperren festzustellen, wurden zahlreiche Sperrenflügel in ein weiteres Messdispositiv einbezogen.

4. Untersuchungsergebnisse

Im folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse und Erkenntnisse dargestellt:

Rutschungen und Murgänge

- grosse Gebiete des Einzugsgebietes der Gürbe im Gebirge sind tiefgründig verrutscht;
- die Hauptanrisse der grossen Rutschungen befinden sich im Bereich des Wildflysches und der Basis der Klippen-Decke, wo Wasserzutritte aus dem Fels erfolgen;
- die Rutschintensitäten sind sehr verschieden und umfassen nahezu die gesamte Skala von wenig aktiv (substabil) bis stark aktiv;
- die Disposition zu periodischen Reaktivierungen ist allgemein gross. Dabei können innert weniger Tage bis Wochen Verschiebungen von mehreren Metern auftreten;
- das Rutschgeschehen wird beeinflusst durch Schneeschmelze, anhaltende Niederschläge und die erosive Tätigkeit der verschiedenen Bäche;
- aus den Seitenbächen können Murgänge bis in die Gürbe und dort bis auf den Schuttkegel gelangen.

Wasserbau

- die früher angenommene Überfallmenge von 90 m³/s muss auf 200 m³/s erhöht werden;
- die Sperrenflügel müssen zusätzlich auf Stoss durch Murgang dimensioniert werden;
- der fehlenden Hangstabilität und der Gefahr von Auskolkung durch den Überfallstrahl sind vermehrt Rechnung zu tragen;
- viele Sperren sind in rutschanfälligem Lockergestein fundiert.

Wald

- es dominieren ältere (60-90 Jahre), relativ gleichförmige, flachwurzelnde Fichten-Baumhölzer aus der ersten Aufforstungsgeneration;
- die erste, nur wenig gepflegte Baumgeneration ist besonders labil;
- die Weisstanne als tiefwurzelnder und ökologisch wertvoller Vertreter des voralpinen, auf Flyschuntergrund stockenden Schlusswaldes ist stark untervertreten;
- dank pfleglicher Forstwirtschaft bestehen verschiedenorts Ansätze von Stufigkeit und Naturverjüngung;
- jüngere Rutschgebiete sind vielfach der natürlichen Sukzession überlassen.

5. Interpretation

Das Einzugsgebiet der Gürbe im Gebirge zeigt die typischen Erscheinungsformen von Hanginstabilitäten eines voralpinen Flyschgebietes. Die natürlichen Prozesse der Verwitterung und Erosion sind durch keine Massnahme zu stoppen. Der anhaltende Verbau der Gürbe führte zu einem künstlich angehobenen Gerinne. Dadurch konnte sich über Jahrzehnte hinweg Verwitterungsschutt im Bachbett (v.a.

Hinterfüllung von Sperren) und an den Talflanken akkumulieren. Es bedurfte des extremen Hochwassers vom 29. Juli 1990 (mutmassliche Jährlichkeit > 100 Jahre), um den (z.T. künstlich) zurückgehaltenen Verwitterungsschutt zu Tale zu befördern. Ohne den massiven Verbau der Gürbe hätte davon ausgegangen werden können, dass längs des Gerinnes wohl mehr Instabilitäten in Form von oberflächennahen Böschungsrutschungen aufgetreten wären, das abgerutschte Material indessen durch die Wildbachaktivität sukzessive und in kleineren Mengen wegtransportiert worden wäre.

Der Wald mindert durch sein beträchtliches Wasserrückhaltevermögen Hochwasserspitzen und schützt das Gebiet vor Erosion und oberflächlichen Rutschungen. Die Wirkung des Waldes ist am Waldzustand zu messen, weshalb zu folgern ist, dass durch Überführung des mancherorts labilen Waldes in stabile, naturnahe Wälder ein erhebliches, hangstabilisierendes Potential genutzt werden kann.

6. Gefahrenbeurteilung

Rutschungen: Für grosse Gebiete des Einzugsgebietes besteht die Gefahr von zum Teil erheblichen Schäden am Wald, an Forstwegen sowie an Bachverbauungen und Entwässerungssystemen. Unter Umständen kommt es zu Zerstörungen von Bachverbauungen und Entwässerungen. An der Gürbe und in den Seitenbächen existiert Bachstaugefahr (inkl. anschliessender Wasserausbruch, evtl. in Form eines Murganges). Die alpwirtschaftlich genutzten Flächen sind bei Extremniederschlägen disponiert zur Bildung von Hangmuren («Hautrutsche», Flow Slides).

Hochwasser, Überflutung und Murgang: Durch Ablagerung von Geschiebe (inkl. Wildholz) ausgangs der Wildbachstrecke und Überflutung sind Siedlungsgebiete, Verkehrswege, Kulturland und Wald gefährdet. In diesem Zusammenhang kritisch ist der Übergang von der steilen Wildbachstrecke zum flachen Schuttkegel. Dort entwässern sich auch Murgänge, deren maximal mögliches Volumen auf ca. 100'000 m³ geschätzt wird. Im Unterlauf der Gürbe bestehen stellenweise unzureichende Abflusskapazitäten.

7. Gefahrenmanagement

Gemäss den eingangs erwähnten Zielsetzungen, welche nach dem Unwetter vom 29. Juli 1990 um die Forderung nach der Erhaltung der nicht zerstörten Sperren ergänzt wurden, standen verschiedene Sanierungsvarianten zur Diskussion. Sie reichten von der Schaffung eines mit Passivmassnahmen in den Siedlungsgebieten verbundenen Naturschutzgebietes bis hin zu einer Vollsanierung mit aufwendigen wasserbaulichen Massnahmen und Rutschsanierungen. Die Maximalvariante wurde aus Gründen des Realisierungszeitraumes (ca. 50 Jahre), der Kosten sowie Aspekten des Natur- und Landschaftsschutzes verworfen. Ferner beinhaltet sie die Gefahr von erhöhten Abflussspitzen aus den mit Entwässerungsgräben durchsetzten Rutschgebieten und entsprechenden Auswirkungen auf den ohnehin durch unzureichende Abflussquerschnitte charakterisierten Unterlauf der Gürbe. Eine schwierig abschätzbare Gefahr besteht zusätzlich darin, dass die zahlreichen Massnahmen eine Selbstregulierung des Systems stören. Das heisst: Durch die anhaltende und nicht zu stoppende Verwitterung laden sich die Talflanken unweigerlich mit

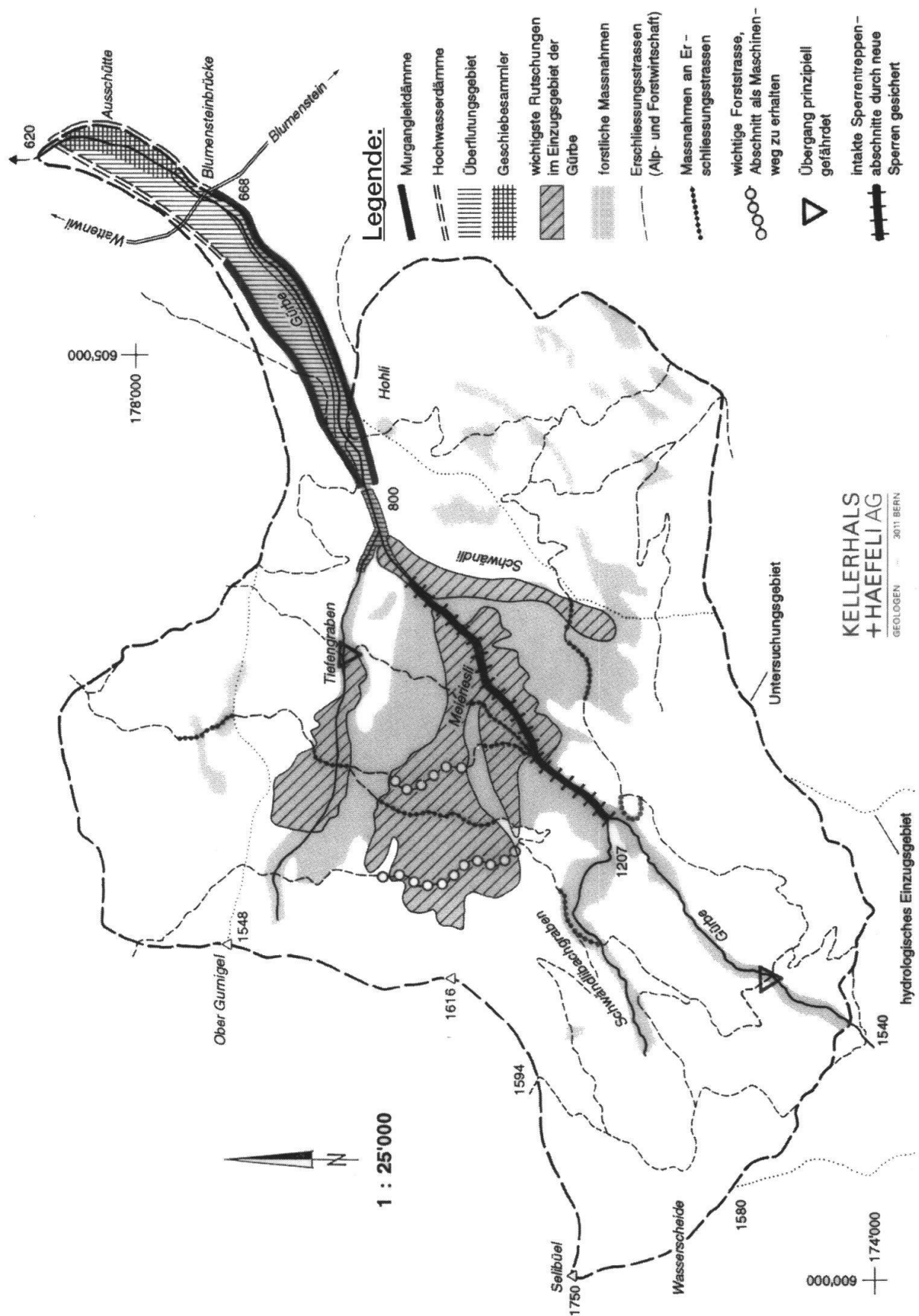


Fig. 1: Integralprojekt Gurbé: Sanierungsmassnahmen.

Lockergesteinen auf. Infolge der zahlreichen Massnahmen werden kleinere und häufige, die Massenbilanzen periodisch ausgleichende Ereignisse unterbunden. Dadurch wächst die Gefahr, dass durch ein extremes Ereignis plötzlich enorme Lockergesteinsmassen mobilisiert werden können. Die Minimalvariante wurde einerseits aus politischen Gründen (fehlende Akzeptanz durch die örtliche Bevölkerung), andererseits der stark eingeschränkten, forstlichen Nutzungsperspektiven wegen fallengelassen.

Aus den verschiedenen Varianten wurde jene gewählt, welche innerhalb eines vernünftigen Zeitraumes (ca. 15 Jahre) realisierbar ist und deren Kosten tragbar sind (ca. 56 Mio. Fr., bzw. 3.7 Mio. Fr. pro Jahr). Kernstück bilden zwei ca. 1.5 km lange Murgangleitdämme im oberen Teil des Schuttkegels. Sie bilden einen bis zu 200 m breiten Korridor, innerhalb dem die Geschiebmassen kanalisiert sowie Murgang- und Schuttrückhalteräume geschaffen werden. Dabei wurde versucht, den Wildbachaktivitäten wenigstens einen kleinen Teil des natürlichen Prozessraumes auf dem Schuttkegel zurückzugeben. Ferner sollen die nach dem Unwetter noch intakten Sperrentreppenabschnitte mittels einiger neuer, nach Möglichkeit auf Fels fundierter Sperren gesichert werden.

Im forstlichen Bereich sind Waldsanierungen und -wiederherstellungen im Bereich der grossen Rutschgebiete sowie die Instandstellung bzw. Offenhaltung der wichtigsten Erschliessungsstrassen, zumindest als Maschinenwege, projektiert. Zur Erreichung des letzteren Zieles sind punktuell auch Massnahmen an den Seitenbächen vorgesehen (forstlicher Wasserbau).

Unter der Einsicht, dass viele Rutschungen nicht oder nur mit unverhältnismässigem Aufwand saniert werden können (z.B. Tiefendrainagen bis auf die Felsoberfläche) wird auf Massnahmen an den Rutschungen verzichtet. Davon ausgenommen sind ganz punktuelle Eingriffe zur Aufrechterhaltung der erwähnten Erschliessungsstrassen und einfache Massnahmen (offene Entwässerungsgräben) auf den waldbaulichen Sanierungsflächen, ferner auch lokale Massnahmen zur allfälligen Sicherung gefährdeter Sperren. Es wird bewusst in Kauf genommen, dass eine Rutschung im Extremfall einen Bachstau und letztlich einen Murgang in der Gürbe auslösen kann. Gerade unter Berücksichtigung einer solchen Gefahr wurden die wasserbaulichen Massnahmen auf dem Schuttkegel auf ein Murgangvolumen von rund 100'000 m³ dimensioniert.

8. Schlussfolgerungen

Die "Sanierung" eines in verschiedenen Beziehungen komplexen und instabilen Einzugsgebietes strapaziert die finanziellen Möglichkeiten der öffentlichen Hand und fordert - allen divergierenden Interessen zum Trotz - einen breiten Konsens zwischen den Beteiligten (Wasserbaupflichtige, Gemeinden, Verbände, Grund- und Waldeigentümer sowie kantonale und eidgenössische Fachstellen) voraus. Massgebend ist auch die Erkenntnis, dass Massenbewegungen natürliche, für voralpine Flyschgebiete typische Prozesse sind, welche nicht um jeden Preis gestoppt werden müssen. Wesentlich ist ferner die systemare, interdisziplinäre Betrachtung, welche sich nicht nur auf das zu sanierende Gebiet konzentriert; sondern auch die Auswirkungen auf darunterliegende Gebiete miteinbezieht. In diesem Sinne hat das Integralprojekt zur beschleunigten Ausarbeitung eines Gewässerrichtplanes für den Unterlauf der Gürbe Anlass gegeben.

