

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	142 (1991)
<b>Heft:</b>	7
<b>Artikel:</b>	Rutschung und Verbauungsprojekt "Ruostel"
<b>Autor:</b>	Lienert, Stefan
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-766487">https://doi.org/10.5169/seals-766487</a>

### 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:** 14.01.2026

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

# Rutschung und Verbauungsprojekt «Ruostel»

Von Stefan Lienert

FDK 384.1: (494.11)

## 1. Schadenereignis

### 1.1 Schadenverlauf

Am 21. April 1986 ereignete sich im Gebiet «Ruostel» am hinteren Sihlsee ein gewaltiger und folgenschwerer Erdrutsch.

Gemäss geologischem Gutachten (Dr. Heinrich Jäckli 1987) hatte sich in rund 400 m Distanz und 200 m Höhendifferenz zu den obersten Häusern der Überbauung «Ruostel» ein Gehängelehm-Rutsch über die mergelige Felsoberfläche gelöst. Dieser Rutsch staute im engen Talquerschnitt des «Ruosteltobels» das Bachwasser auf. Dadurch wurden weitere Gehängeschuttmassen im Tobel selbst durchnässt und instabil und rutschten ebenfalls in den Aufstau. Die völlig durchnässte und von einer Quelle zusätzlich bewässerte Staumasse brach los und ergoss sich durch einen engen und steilen Tobelabschnitt, wobei auch das dort liegende Lockergesteinsmaterial mitgerissen wurde. Die Masse bestand einerseits aus praktisch flüssigem Schlamm, andererseits aus halbfestem, rutschendem Gehängelehm mit Steinen und Blöcken. Das halbfeste Material blieb zu einem Teil in einer Runse stecken, zum anderen Teil wurde es auf dem obersten Teil eines alten Schuttkegels abgelagert und bildete dort ein Übergewicht.

Der praktisch flüssige Schlamm ergoss sich zur Hauptsache rechts und links an der Auflast vorbei und erreichte innerhalb kurzer Zeit die Häuser im «Ruostel».

Die Auflast im oberen Teil des Schuttkegels drückte auf die darunter liegenden, ohnehin wenig stabilen Hangteile des Schuttkegels und erzeugte von oben nach unten wandernde, progressive Grundbrüche, welche an Stauchungen und Geländeaufwölbungen gut zu erkennen waren. Der Tiefgang der einzelnen Scherflächen im Boden betrug nur wenige Meter.

Die Terrainveränderungen im Bereich des Schuttkegels erreichten nach knapp zwei Tagen die oberste Häuserzeile der Siedlung «Ruostel». Erste Scherflächen zogen unter den Häusern durch und erzeugten talseits der ober-

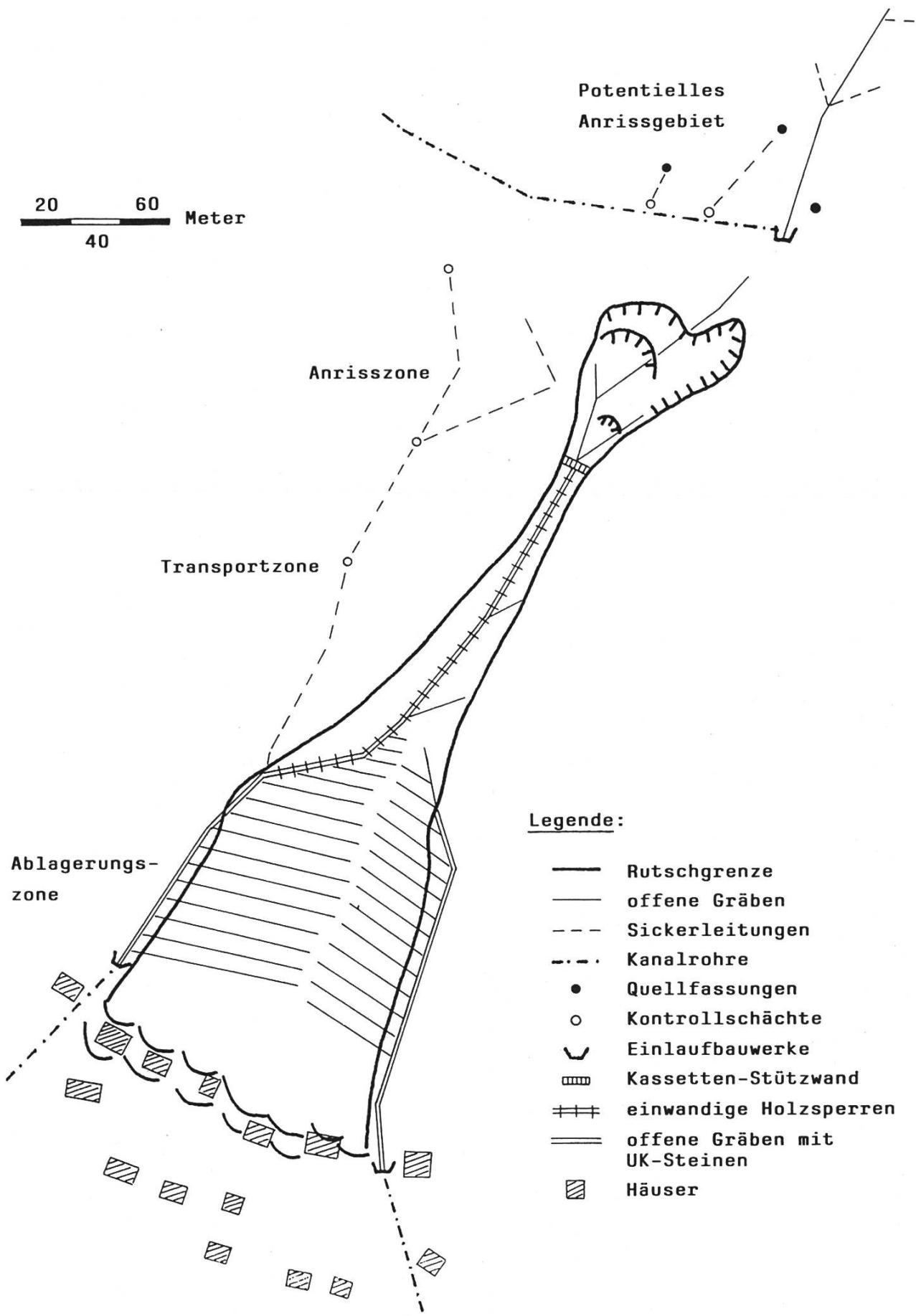
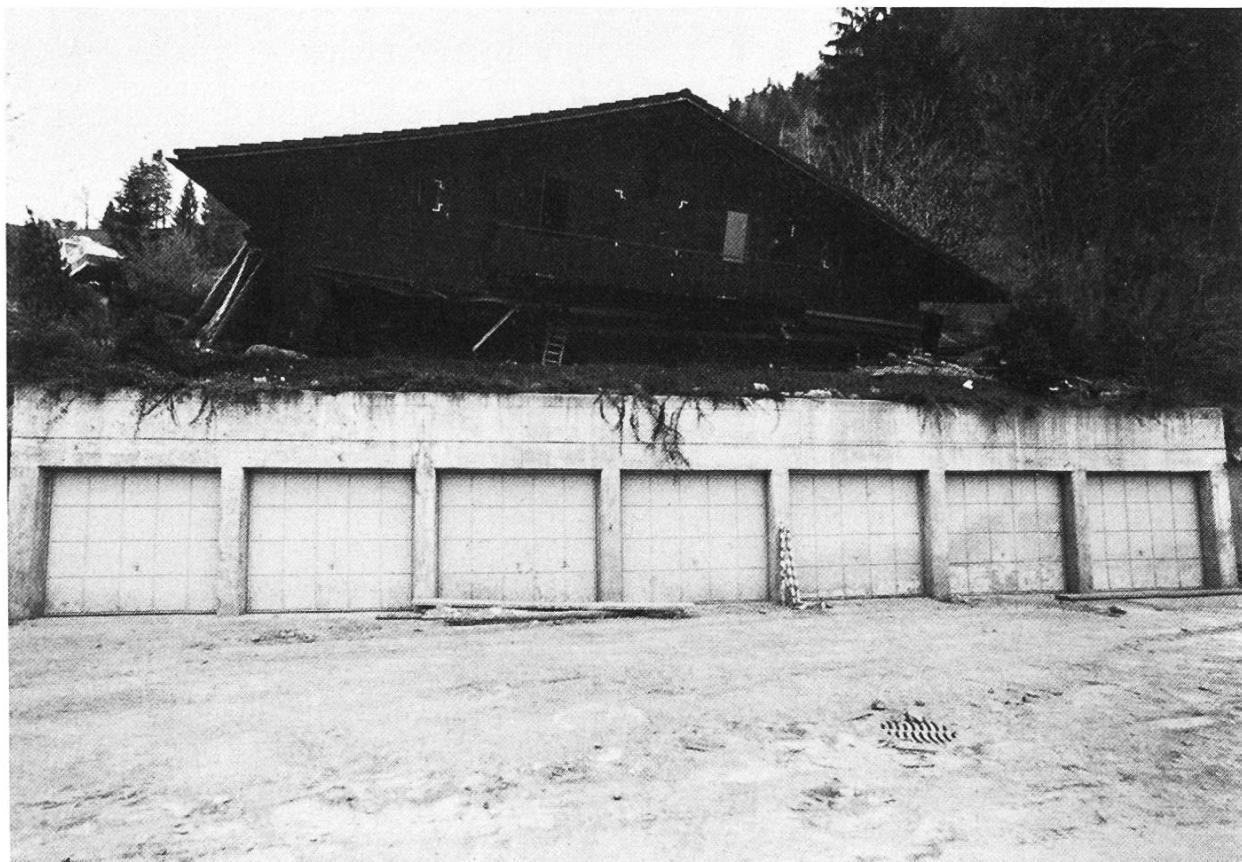


Abbildung 1. Rutschung und Verbauungsprojekt «Ruostel»: Schematische Darstellung.

sten Häuserzeile Aufstauchungen. Drei Häuser wurden derart stark beschädigt, dass sie abgebrochen werden mussten (*Abbildung 2*). Ab dem 24. April 1986 verlangsamten sich die Bewegungen gegen die Häuser, wohl vor allem aufgrund der getroffenen Sofortmassnahmen und des Widerstands der massiv gebauten Erdgeschosse der Wohnhäuser.



*Abbildung 2.* Durch die Rutschmassen zerstörtes Haus.

## 1.2 Geologische Verhältnisse

Das Gebiet «Ruostel» liegt in der sogenannten «Einsiedler Schuppenzone». Die Schuppen bestehen einerseits aus einer etwa 40 bis 50 m dicken Abfolge von harten Kalken (späte oder sandige Kalke, Nummulitenkalke, Grünsandkalke). Andererseits liegen dazwischen weiche Mergelschiefer. In diesen Mergelzonen liegen die Überschiebungsf lächen zwischen den Schuppen.

Von der Verwitterung sind die Mergelschiefer stärker angegriffen als die Kalke. Die Mergelschiefer zerfallen zu einem zähen, zum Teil sandigen Lehm. Bei den Kalken werden durch Frostverwitterung einzelne Steine und Blöcke abgesprengt. Die unterschiedliche Verwitterungsempfindlichkeit hat zu einem Relief mit Felskämmen aus Kalk und Muldenzonen im Mergelschiefer geführt.

Das «Ruosteltobel» liegt in einer solchen, etwa NNE–SSW verlaufenden, gegen den Sihlsee abfallenden Mergelschiefer-Mulde. Diese Muldenzone ist mit Lockergesteinen ausgekleidet, welche aus der Verwitterung von Mergelschiefern und Kalken (Bruchstücke unterschiedlicher Grösse) entstanden sind. Südöstlich wird die Mulde von einem markanten Felskamm aus Kalken begrenzt.

### 1.3 Wasserverhältnisse

Der Felsuntergrund aus Mergelschiefern kann praktisch als dicht betrachtet werden. Die Kalke sind demgegenüber meist geklüftet. Ausserordentlich gut ist die Durchlässigkeit des grobblockigen Felssturzschuttes.

Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt für die Gegend von Einsiedeln rund 1800 mm/Jahr. Für das Gebiet Ruostel bedeutet dies, dass die jährliche Regenmenge die Grössenordnung von 350 000 m<sup>3</sup> erreicht. Der Hauptteil dieses Wassers fliesst oberirdisch ab oder verdunstet. Nur ein kleiner Teil sickert in den Boden ein. Das einsickernde Wasser zirkuliert vor allem in den belebten Bodenschichten über dem kompakten Gehängelehm. Dieses Wasser tritt dort in Quellen aus, wo es durch die untiere Lage der Felsoberfläche oder durch Rückstau an lehmigen Rutschmassen an die Oberfläche gedrängt wird.

## 2. Massnahmen

### 2.1 Technische Massnahmen

#### 2.11 Sofortmassnahmen

Bereits am 21. April 1986 wurde mit den Sofortmassnahmen gegen die geschilderte Naturkatastrophe begonnen. Die ergriffenen Sofortmassnahmen zielten darauf ab, die im Rutschen begriffenen Erdmassen durch Entwässerung zu stabilisieren. Feuerwehr, Militär und Zivilschutz leiteten den «Ruostelbach» oberhalb der Anrißzone in ein westlich gelegenes Tobel mit fester Felssohle um. Im Bereich der Wohnhäuser wurde der flüssige Schlamm um- und abgeleitet.

In den folgenden Tagen wurden weitere Wasserableitungen aus dem Rutschgebiet erstellt. Um ein weiteres Bewässern der aufgestauten Erdmassen zu verhindern, wurden in der Ablagerungszone (Schuttkegel) mit Schreitbaggern Entwässerungsgräben gezogen. Zwei Tage nach der ersten Schaden-

meldung konnte ein Hauptteil (schätzungsweise 90%) des üblicherweise durch das Tobel abfliessenden Wassers weggeleitet werden.

## 2.12 Entwässerung

Es wurde versucht, das Gebiet oberhalb des Anrisses mittels offener und geschlossener Entwässerung zu beruhigen. Mittels geschlossener Leitungen (Sickerleitungen und Blähton-Filtermaterial) wurden alle Quellaufstösse gefasst. Die Ableitung des Quellwassers und des Meteorwassers erfolgt in offenen Gräben mit Sohlensicherungen aus Rechteckkänneln. Die Gräben sind dem Gelände möglichst gut angepasst. Hauptgräben verlaufen möglichst senkrecht zum Hang. An kritischen Stellen (Risse, lokale Rutsche) wurden trapezförmige Gleitelemente eingebaut, die auch heute noch kleine Geländebewegungen überstehen, ohne dass das Sohlensicherungssystem Schaden nimmt. Diagonal geschnittene Stösse der Sohlensicherungsleisten können ebenfalls kleine Bewegungen (bis 5 cm) zwischen den einzelnen Sohlensicherungsbrettern derart ausgleichen, dass kein Wasserverlust stattfindet. 50 m oberhalb des Anrisses wird das Wasser in einem betonierten Einlaufwerk gesammelt und mittels geschlossenem Kanalrohr über 300 m in einen erosionssicheren Graben ins Gebiet «Vorder Ruostel» geleitet.

Die stellenweise stark vernässte Alp «Chäseren», nordwestlich des Rutschgebietes gelegen, wurde mittels geschlossener Drainage entwässert.

Die Ablagerungszone wurde mittels offener Gräben mit Sohlensicherungen aus Rechteckkänneln entwässert. Das Grabensystem wurde derart angelegt, dass das Wasser aus der Anriss-, der Transport- und aus zwei Dritteln der Ablagerungszone sich in den rechts gelegenen Vorfluter ergiesst. Auch vor dem Schadeneignis erfolgte der Hauptwasserabfluss in dieser Richtung.

Das aus der geschlossenen Entwässerung der Alp «Chäseren» und der Anriss-, der Transport- und der Ablagerungszone anfallende Wasser geht in offene, ausserhalb des Rutschgebietes angelegte Gräben über. Diese steilen Gräben sind mittels Uferschutz-Kammersteinen (UK-Wasserbau-System) im Sohlen- und Böschungsbereich vor Erosion geschützt (*Abbildung 3*). Im Bereich der Häuser gehen die Gräben in geschlossene, gut dimensionierte Rohre über.

## 2.13 Bodenbefestigung

Beim Übergang von der Anriss- zur Transportzone wurde mittels einer leicht gebogenen Kassetten-Stützwand ein Riegel geschaffen (*Abbildung 4*). Die Stützwand besteht aus miteinander verbundenen Zeilen von 1,60 bis 3,04 m Länge und 2,35 bis 3,02 m Tiefe. Diese Zellen sind aus profilierten, ver-

zinkten Blechelementen zusammengesetzt, die durch Schrauben miteinander verbunden sind. Ordnungsgemäss mit Erdmaterial verfüllt und gut entwässert übernehmen sie die Funktion einer Schwergewichtsmauer. Die Gesamtlänge der Kassetten-Stützwand beträgt 22,88 m, die Höhe schwankt zwischen 3,25 bis 5,29 m. Die Wand steht durchgehend auf festem, unverwittertem Mergelfels.



Abbildung 3. Übergang von den einfachen Holzsperren zum offenen Graben mit UK-Steinen.

Die Verbauung der bewegten Transportzone erfolgte mit Ausnahme der obersten drei Holzkastensperren treppenförmig mit einwandigen Holzsperren (*Abbildungen 3 und 4*). Im Gegensatz zu geschlossenen oder zusammenhängenden Holzkastensperren sind die einwandigen Holzsperren weniger massiv. Dafür weisen sie gegenüber den beiden anderen Sperrentypen ein geringeres Gewicht auf. Sie sind problemloser einzubauen. Allfällige Reparaturen sind einfach auszuführen. Die 72 Sperren wurden von unten nach oben erstellt. Das Ziel dieser Verbauung bestand in der Sohlenstabilisierung des Hauptgerinnes und der Verhinderung von sekundären Rutschungen aus den Flanken des Schuttkegels.

In der Anrisszone wurden alle Anrisskanten zum Teil maschinell und zum Teil in Handarbeit abgeflacht. In den steilen Erosions- und Rutschpartien wurden Buschlagen angelegt. Das Pflanzmaterial (Weiden) konnte ganz in der Nähe entlang der Sihl gewonnen werden.



Abbildung 4. Transportzone mit einfachen Holzsperren, Holzkastensperren und Kassetten-Stützwand.

## 2.14 Erschliessung

Im Zeitpunkt des Schadenereignisses war das Projektgebiet nur unterhalb der obersten Häuserzeile mittels einer lastwagenbefahrbaren Strasse erschlossen. Eine permanente Erschliessung des Projektgebietes mittels Strasse oder Weg wurde wegen des grossen Höhenunterschiedes und der dadurch bedingten langen Wegstrecken nicht ins Auge gefasst.

Zur Errichtung der Entwässerung und Wasserableitung in der Ablagerungszone wurden einfache Baustellenzufahrten für ein Raupenfahrzeug erstellt. Das Holz für die einfachen Holzsperren wurde mittels einer Seilkrananlage in die Transportzone geseilt. In der näheren Umgebung des Rutschgebietes war zuwenig Holz vorhanden, welches für eine derartige Verbauung hätte genutzt werden können. Die übrigen Materialtransporte für die Kassetten-Stützwand und die offenen und geschlossenen Entwässerungen erfolgten mit einem Helikopter. Bei der Materialwahl (zum Beispiel Blähton als Filtermaterial) waren neben dem Materialpreis immer auch das Gewicht und die davon abhängigen Transportkosten ausschlaggebend. Ein Jahr nach der Bauvollendung wurde das Gebiet nordwestlich und oberhalb der Rutschung von einem privaten Alpbesitzer trotzdem mittels eines traktorbefahrbaren Maschinenweges permanent erschlossen. Diese Erschliessung erleichtert und

verbilligt heute die Unterhalts- und Wiederherstellungsmassnahmen entscheidend.

### *2.15 Begrünung und Bepflanzung*

Nach Abschluss der oben erwähnten Arbeiten wurden im Frühjahr 1987 die Anriss-, die Transport- und die Ablagerungszone begrünt und mit einheimischen Laubhölzern, vor allem Weiden und Weisserlen, ausgepflanzt. Die Begrünung und die Bepflanzung dienen dem Erosionsschutz, der biologischen Entwässerung während der Vegetationszeit und dem Schutz der Holzelemente (Sperren, Sohlensicherungen) vor Austrocknung.

### *2.16 Weitere Massnahmen*

Ausserhalb des forstlichen Projektes und ohne öffentliche Unterstützung wurde auf Anraten des Geologen ein kleiner Teil der Rutschmasse (rund 10 000 m<sup>3</sup>) oberhalb der obersten Häuserzeile abgetragen und auf eine Deponie geführt.

## *2.2 Organisatorische Massnahmen*

Am 12. Juni 1986 wurde ohne Gegenstimme und ohne spätere Einsprachen die Flurgenossenschaft «Ruostel» gegründet. Diese Flurgenossenschaft ist eine öffentlich-rechtliche juristische Person gemäss Art. 703 des Schweizerischen Zivilgesetzbuches (ZGB), Paragraph 68 des Einführungsgesetzes zum ZGB, Paragraphen 3ff. der Verordnung über land- und forstwirtschaftliche Flurgenossenschaften sowie Einzelmassnahmen zur Bodenverbesserung und Paragraphen 51ff. des kantonalen Wasserrechtsgesetzes. Die Genossenschaft bezweckt die Sanierung des Schlipfgebietes «Ruostel» und den Unterhalt der Anlagen zum Schutze der gefährdeten Gebäude, Verkehrswege und Leitungen.

Zur gleichen Zeit lag das Verbauungsprojekt «Ruostel» des Kreisforstamtes Einsiedeln-Höfe vor. Dieses Projekt musste dem Baudepartement, dem kantonalen Meliorationsamt, dem Amt für Planung, Natur- und Landschaftsschutz und der Abteilung für Wasserbau zur Stellungnahme eingereicht werden. Ende Juli 1986 lagen die Projektgenehmigung und die Subventionszusicherung des Regierungsrates des Kantons Schwyz und Ende September 1986 die Projektgenehmigung und die Subventionszusicherung des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft vor.

### **3. Ausführung und Kosten**

Nach Vorliegen einer vorzeitigen Baubewilligung konnte Ende August 1986 mit den projektierten Massnahmen begonnen werden. Dank guter Witterung konnte im Jahre 1986 der Hauptteil der Arbeiten ausgeführt werden. Im Frühling 1987 musste nur noch eine kleine Fläche des Schuttkegels entwässert werden. Danach wurden die Begrünung und die Bepflanzung ausgeführt.

Die Arbeiten, welche im Rahmen des Verbauungsprojektes ausgeführt worden sind, verursachten Kosten im Gesamtbetrag von Fr. 669 313.55 (*Tabelle 1*).

*Tabelle 1.* Verbauungsprojekt «Ruostel» – Kostenzusammenstellung.

<i>Bezeichnung der Arbeiten</i>	<i>Betrag (Fr.)</i>	<i>%</i>
1. Kulturen	11 757.45	2
2. Entwässerung	314 731.05	47
3. Bodenbefestigung	185 564.85	28
4. Erschliessung	33 369.30	5
5. Schutz gegen Weidgang	4 674.30	1
6. Verschiedenes	104 470.—	15
7. Unvorhergesehenes	14 746.60	2
Total	669 313.55	100

Die Arbeiten und Aufwendungen im Zusammenhang mit der Kassettenstützwand kamen auf rund Fr. 55 000.– zu stehen. Für die einfachen Holzsperren wurden 200 m<sup>3</sup> Rundholz geliefert. Die Arbeiten und alles Material verursachten Kosten von rund Fr. 106 000.–. Die Helikoptertransporte kosteten rund Fr. 23 000.– oder 3,5% der Gesamtkosten.

### **4. Erfolgskontrolle**

Um die durch den Rutsch, die Entwässerungsmassnahmen und den Hangabtrag veränderte Stabilitätssituation zu erfassen, wurden oberhalb der obersten Häuserzeile drei Sondierbohrungen ausgeführt und die Löcher mit Slope-Indicator-Rohren ausgerüstet. Die Nullmessung erfolgte am 23. Juli 1986. Bis zum 15. Juli 1988 erfolgten 7 Verschiebungsmessungen. Im vorläufig letzten Bericht des Geologen (Dr. Heinrich Jäckli 1988) konnte folgendes festgehalten werden:

«Nachdem die Verschiebungen an allen Messstellen deutlich abgenommen haben und die Bewegungen im unteren Horizont der Messstellen 2 und 3 nicht eine unmittelbare Gefahr für oberflächennahe Bauten darstellen,

könnte die Bautätigkeit nach unserer Ansicht im gesamten Gebiet wieder zugelassen werden.»

«Die Konsolidierung der oberen Bodenschichten darf als Erfolg der Sanierungsarbeiten gewertet werden. Damit ist das Risiko von Bauschäden sehr gering geworden. Wir möchten aber an dieser Stelle daran erinnern, dass der Erfolg durch regelmässige Kontrollen und regelmässigen Unterhalt dauernd sichergestellt werden muss.»

## Résumé

### **Glissement de terrain et ouvrages de correction «Ruostel»**

Un important glissement de terrain s'est produit le 21 avril 1986 dans la région «Ruostel» derrière le lac de Sihl. Une masse formée de limon pratiquement liquide et de molard mi-dur avec des pierres et des roches s'est écroulée sur la zone habitée de «Ruostel». On a tenté, par des mesures d'urgence, de drainer les masses de terre ayant été entraînées par le glissement, afin de les stabiliser. Dans le cadre d'un projet d'ouvrages de correction «Ruostel», mis sur pied dans les plus brefs délais et consenti par toutes les instances, les travaux suivants ont été exécutés en l'espace d'une année et pour le montant de 670 000.—: drainage, stabilisation du terrain (parois d'appui à caissons et simples barrages de bois), desserte, aménagement d'espaces verts à l'aide de plantes et transport d'une petite partie de la masse de glissement.

L'association locale «Ruostel» a été créée pour représenter ce projet. On a pu constater, grâce aux mesures de l'indicateur de Slope, que le décrochement à tous les endroits de mesure a sensiblement diminué. Les travaux de construction ont de nouveau pu être autorisés dans toute la région.

Traduction: *Stéphane Croptier*