

Die Rutschung Gryfenbach (Lauterbrunnen, BE) : ihre dramatische Entwicklung im Jahr 1999

Autor(en): **Keusen, Hans Rudolf**

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **5 (2000)**

Heft 1

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Rutschung Gryfenbach (Lauterbrunnen, BE) - Ihre dramatische Entwicklung im Jahr 1999

mit 8 Figuren

HANS RUDOLF KEUSEN *

Zusammenfassung

Die seit langem bekannte Rutschung Gryfenbach beschleunigte sich im Frühsommer 1999 infolge von starker Schneeschmelze und Niederschlägen dramatisch. Von früher 10 – 20 mm/Jahr nahmen die Bewegungen auf das dreissigfache pro Jahr zu. Das Rutschgebiet ist ca. 30 – 40 ha gross. Die Rutschmasse besteht aus moräneartigen Lockergesteinen und hat ein Volumen von gegen 20 Millionen Kubikmeter. Messungen zeigen, dass die Bewegungen sich jeweils im Frühsommer beschleunigen, um danach wieder langsam abzuklingen. Ursache der Bewegung ist das in höheren Lagen versickernde Schmelzwasser, welches über versackte Felsmassen rasch zur Rutschmasse gelangt und hier hohe Porenwasserdrücke aufbaut.

1. Die Rutschung Gryfenbach

Die wohl seit langer Zeit existierenden Hangbewegungen im Gebiet Gryfenbach ob Lauterbrunnen wurden bereits kurz nach Inbetriebnahme der Grütschalpbahn (BLM) vor 110 Jahren erkennbar. Sie führten zu Deformationen am Bahntrasse. Die Bahn bewältigte diese Verschiebungen durch ein fortwährendes Nachrichten des Gleises. Anhand der Deformationen der Bahnkonstruktion lässt sich heute für die letzten 100 Jahre eine Hangbewegung von durchschnittlich 10 – 20 mm/Jahr rekonstruieren. Die seit 1962 bestehenden Messungen eines Triangulationspunktes, resp. seit 1993 ausgeführten Vermessungen der Bahnkonstruktion bestätigen diese Werte.

2. Die Entwicklung im Jahr 1999

2.1 Die Witterung

Das Winterhalbjahr 1998/99 war durch eine ausserordentliche Nässe geprägt. Bereits zwischen September und Dezember 1998 fiel sehr viel Regen, z.T. 50 % über dem langjährigen Mittel. Beim Einwintern war der Untergrund mit Wasser gesättigt. Der Winter überraschte dann mit extrem grossen Schneemengen. Zwischen

* Geotest AG, Birkenstrasse 15, 3052 Zollikofen

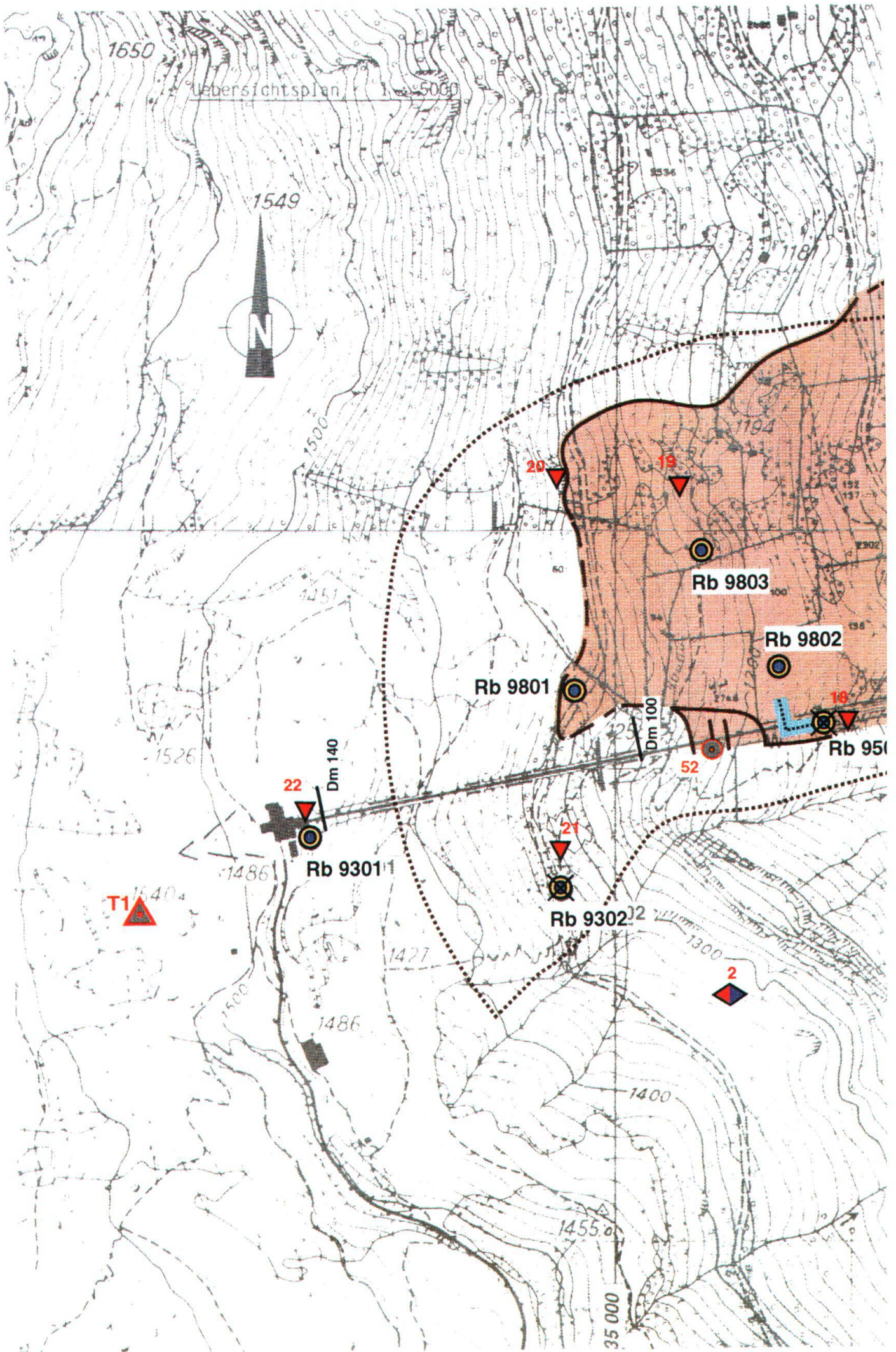
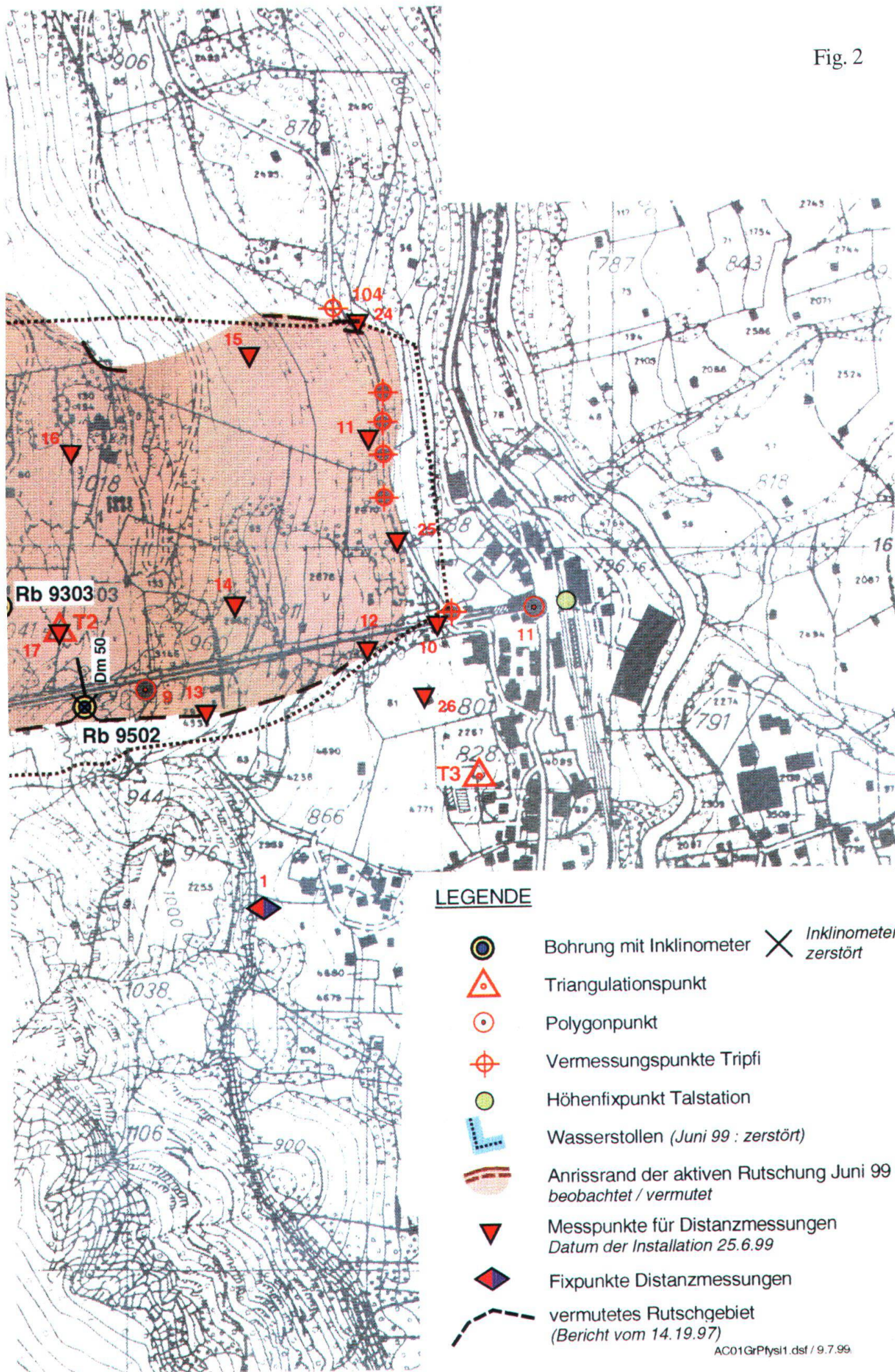













Fig. 2



LEGENDE

-  Bohrung mit Inklinometer
-  Inklinometer zerstört
-  Triangulationspunkt
-  Polygonpunkt
-  Vermessungspunkte Tripfi
-  Höhenfixpunkt Talstation
-  Wasserstollen (Juni 99 : zerstört)
-  Anrissrand der aktiven Rutschung Juni 99 beobachtet / vermutet
-  Messpunkte für Distanzmessungen Datum der Installation 25.6.99
-  Fixpunkte Distanzmessungen
-  vermutetes Rutschgebiet (Bericht vom 14.19.97)

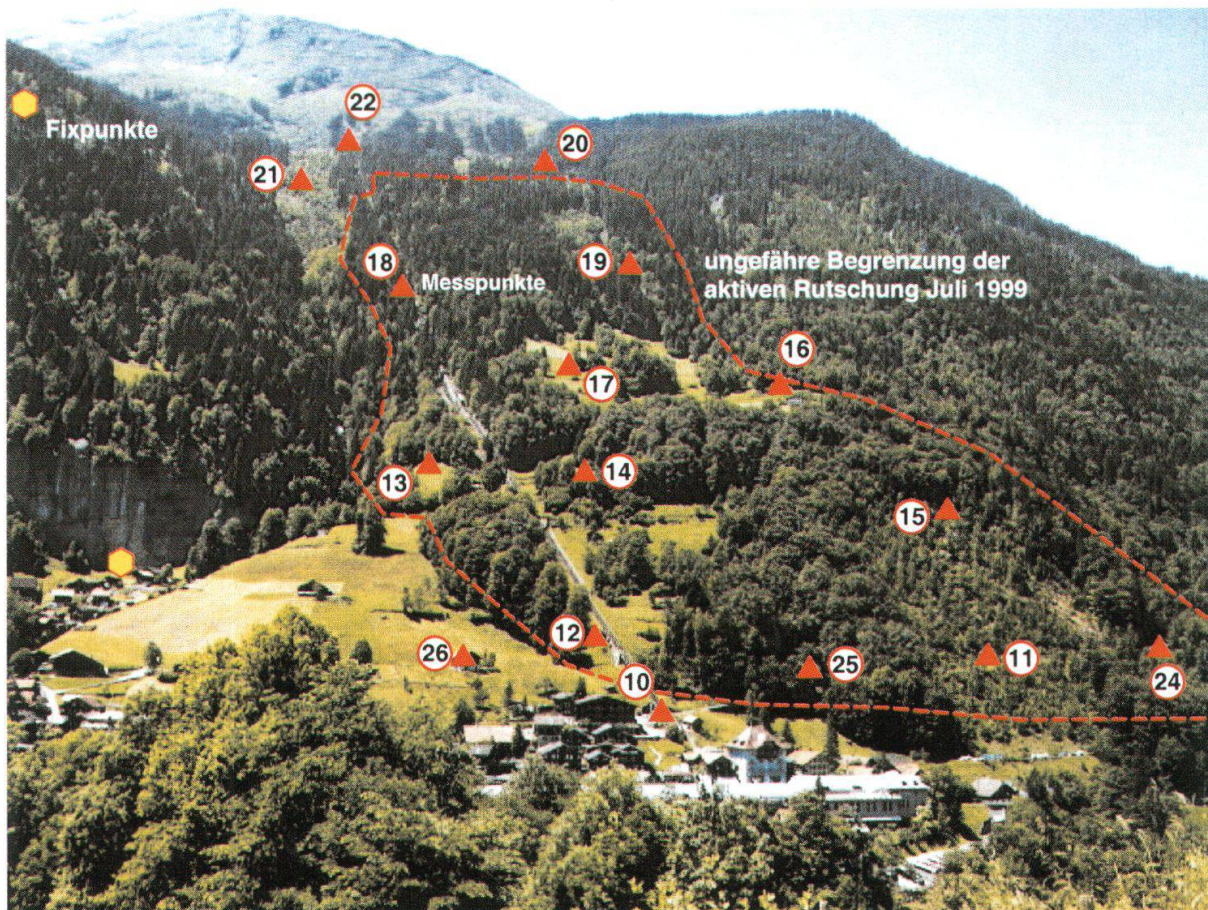


Fig. 1: Blick von Osten (Basisstation Distanzmessungen 853.16 m ü.M.) auf das Rutschgebiet Gryfenbach.

September 1998 und April 1999 betrug die Niederschlagsmenge in Lauterbrunnen insgesamt 1'354 mm. Dies sind 152 % des Normalniederschlags (Fig. 3). Die im April 1999 auf Höhe 2'000 m ü.M. noch über 3 m mächtige Schneedecke mit einem Wasserwert von 1'400 mm baute sich in der Folge rasch ab. Zwischen dem 27.4. und 8.6.1999, d.h. innerhalb von 1½ Monaten wurde damit fast die Wassermenge eines ganzen Jahresniederschlags freigesetzt.

2.2 Das Einsetzen der beschleunigten Rutschbewegung

Wegen der vorhandenen Schneemengen wurde das Rutschgebiet erst spät, im Mai, zugänglich. Bis zu diesem Zeitpunkt waren bereits überall im ganzen Kanton Bern grössere und kleinere Rutschungen erfolgt. Auch die Lüschtentäler waren von grösseren Ereignissen betroffen. Im Gebiet Gryfenbach entstand im sog. Schlosersritt Ende Mai ein grosser, über mehrere Hundert Meter weit verfolgbarer Anriss. Durch die starken Bewegungen wurden die Gleisanlage der BLM beschädigt und ein alter Entwässerungsstollen verschüttet. Nach aufwändigen Reparaturarbeiten konnte der Bahnbetrieb wieder aufgenommen werden.

Zur Überwachung der Hangbewegungen wurden im Sinne von Frühwarndiensten folgende Messungen eingerichtet:

- Drahtmessungen über den oberen Abrissrand;
- Messungen mit einem Kleinlaser entlang des Trassees der BLM;
- Inklinometermessungen in bestehenden Bohrungen;
- Distanzmessungen vom Gegenhang.

Alle Messungen machen die äusserst starke Beschleunigung der Hangbewegung ab Ende Mai 1999 auf bis 10 mm/Tag deutlich. Dies ist kurzzeitig bewachtet das Hundert- bis Dreihundertfache der Hangbewegungen vor 1999.

Die Beschleunigung kann am Inklinometer 93.03 (Gleithorizont in 58 m Tiefe!) und am Triangulationspunkt T₂ veranschaulicht werden (Fig. 4, 5 und 6).

3. Geologie und Hydrogeologie der Rutschung Gryfenbach

Südlich des Gryfenbaches bilden hohe Felswände aus Malm und Dogger den westlichen Rand des Lauterbrunnentales. Im Gebiet der Grütschalpbahn dürfte eine geologische Störung vorhanden sein, der Fels ist versackt und taucht gegen Norden steil ab. Er ist hier von mächtigen Ablagerungen aus Moräne, Block- und Gehängeschutt überdeckt. Bereits auf der Axe der Bahn liegt der Fels in Tiefen von 10–30 m. Bei Bohrung 93.03 beträgt die Felsüberdeckung ca. 60 m, sie dürfte gegen Norden weiter zunehmen.

Die Lockergesteine über dem Fels sind äusserst inhomogen und dokumentieren eine komplexe Entstehungsgeschichte. Tonige moräneartige Sedimente wechseln mit kiesig-blockigen Horizonten.

Wegen des meist hohen Tonanteils sind die Lockergesteine im Allgemeinen gering durchlässig. Die Grundwasserverhältnisse sind äusserst komplex. Es ist kein durchgehender Hangwasserspiegel vorhanden. Einzelne Bohrungen 93.01, 93.02, 93.03, 98.01 und 98.03 sind praktisch trocken. Hangwasser wurde in 95.01, 95.02 und 98.02

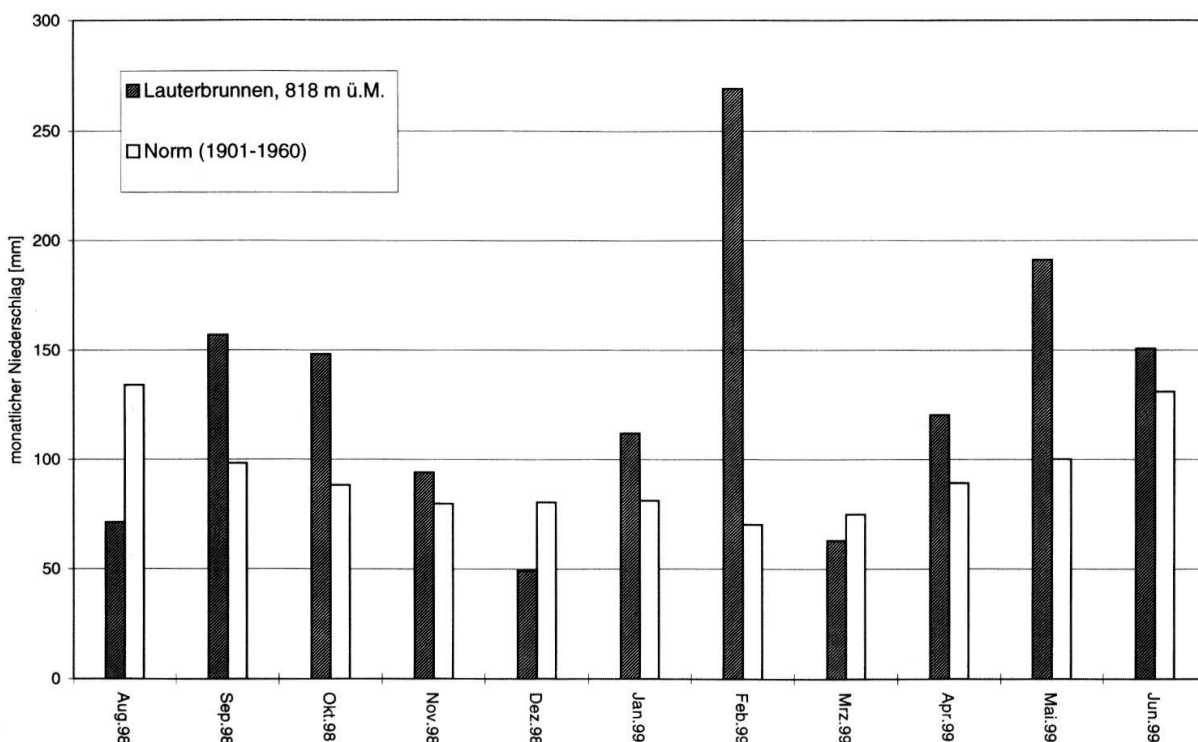


Fig. 3: Monatliche Niederschlagsmengen der Station Lauterbrunnen im langjährigen Vergleich.

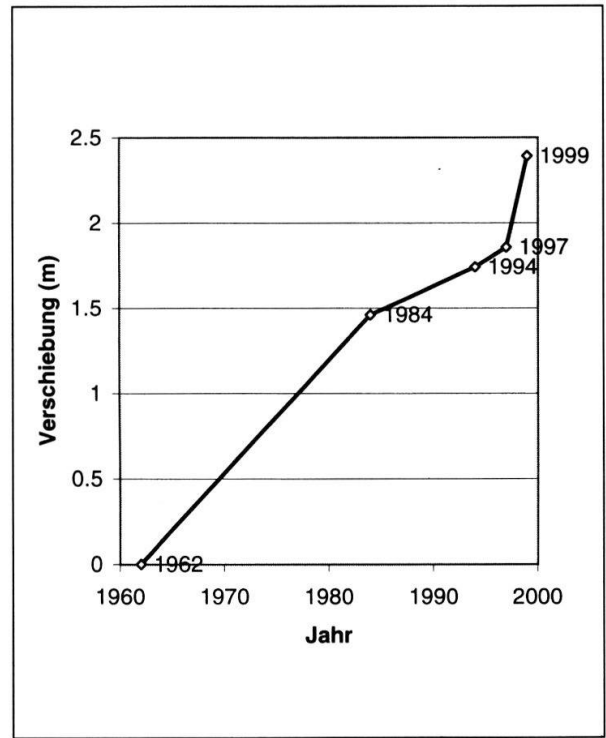
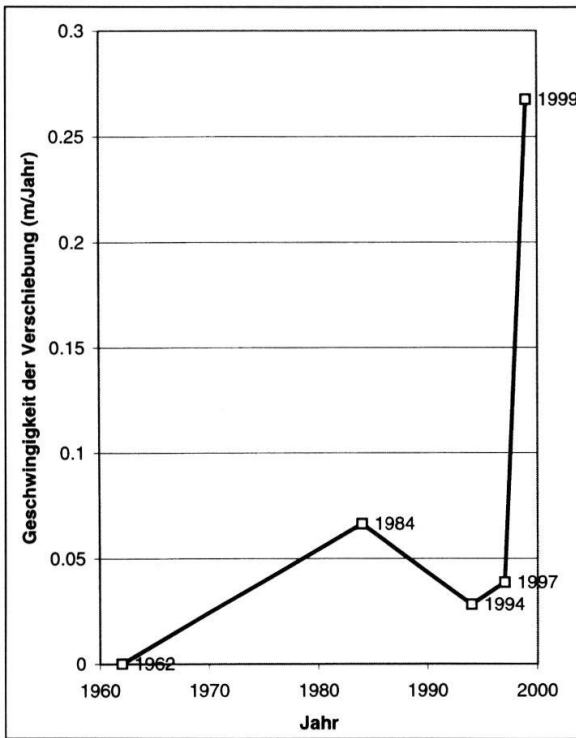


Fig. 4: Die Verschiebung des Triangulationspunktes T2 seit 1962. Azimut der Verschiebung: 99° .

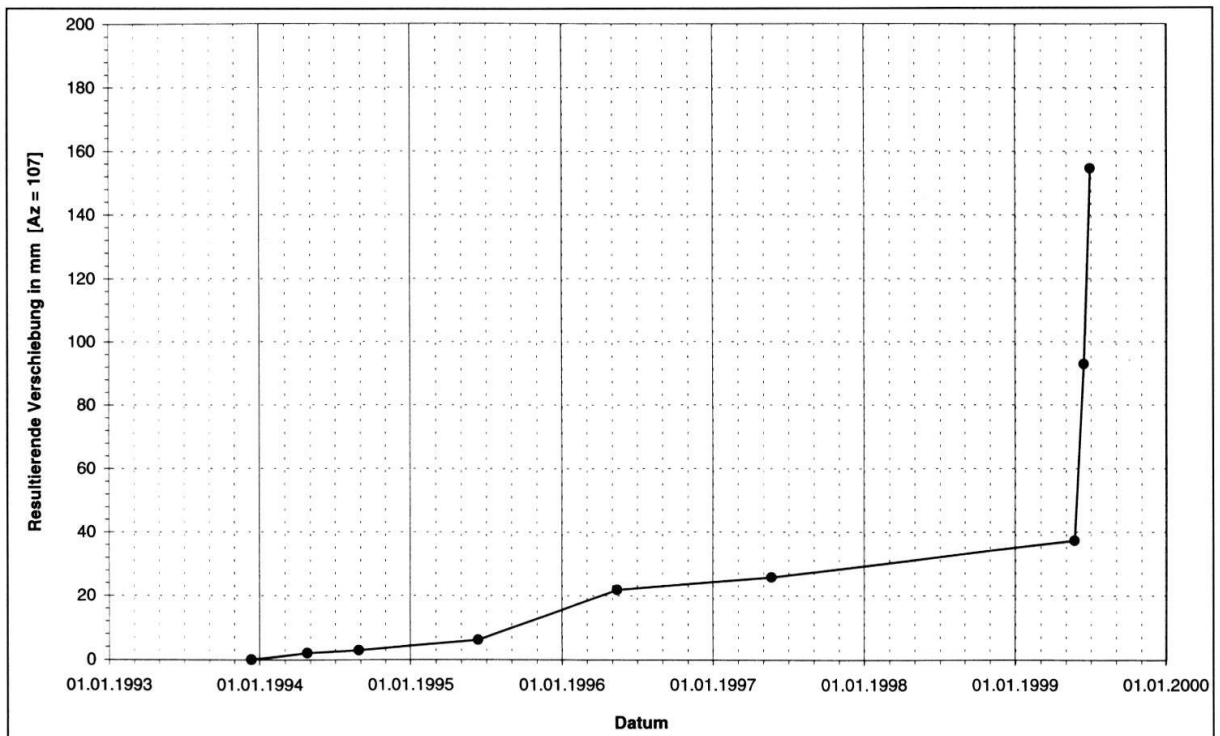


Fig. 5: Die Verschiebung der 58 m mächtigen Rutschmasse bei Inklinometer 93.03 seit 1993: Azimut der Verschiebung: 112° .

Objekt : Sanierung Terrasse West
Auftrag : 91215
Bohrung : B9303
Ort : Lauterbrunnen
Inklinometer- messungen
GEOTEST

Nullmessung:	13.12.1993
-----	14.06.1995
-----	15.05.1996
-----	23.05.1997
-----	25.05.1999
-----	17.06.1999
-----	02.07.1999

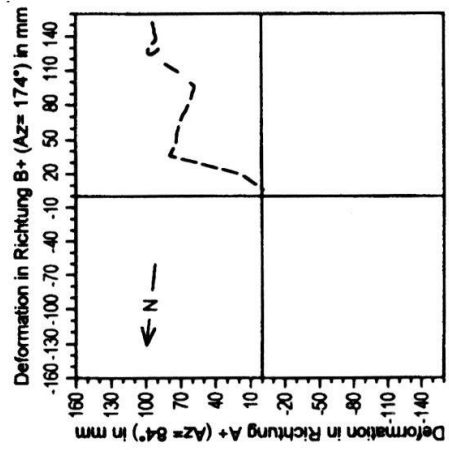
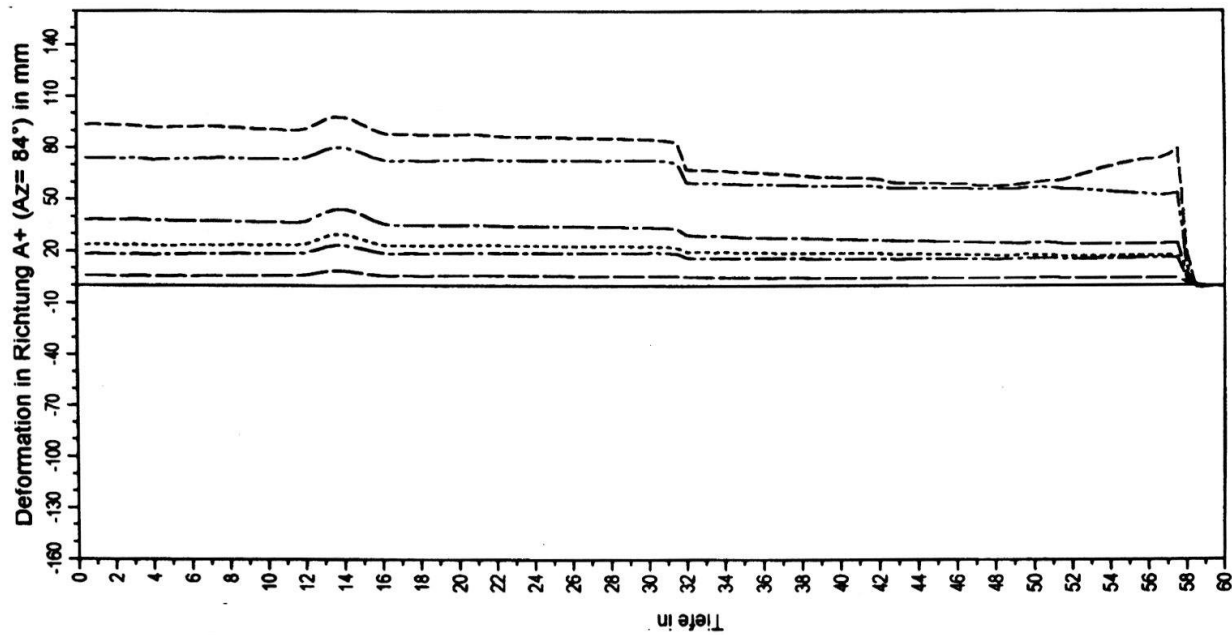
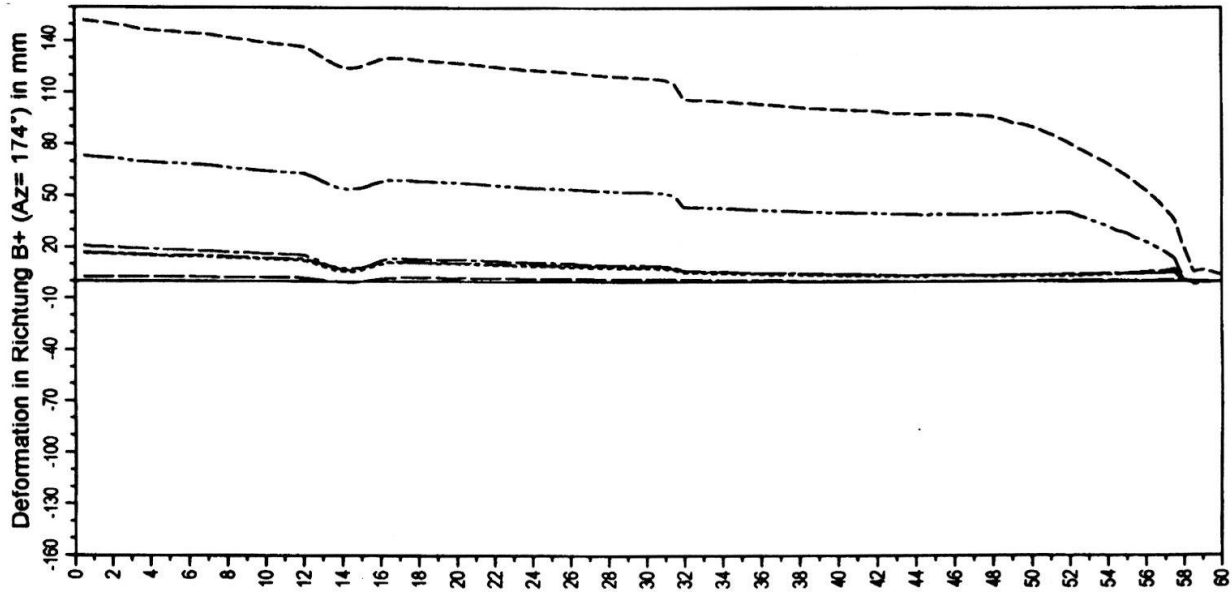


Fig. 6: Inklinometer 93.03.

in Tiefen von ca. 10 – 12 m angetroffen. In diesem Gebiet um den alten Wasserstollen, wo sich auch zahlreiche Wasserfassungen befinden, ist viel Hangwasser vorhanden. Im Übrigen ist das Rutschgebiet trocken und frei von Oberflächengewässern.

4. Geologisches Modell der Rutschung Gryfenbach; Kausalität

Bedingt durch die sehr starken Bewegungen und die dabei entstandenen Anrisse kann das aktive Rutschgebiet gut kartiert und abgegrenzt werden. Es umfasst eine Fläche von ca. 30 – 40 ha. Der Rutschkörper ist ca. 400 – 500 m breit und etwa 800 m lang. Der Anriss befindet sich auf Höhe 1'300, die Stirne bei 850 m ü.M. Die Steilheit des vorwiegend bewaldeten Hanges beträgt ca. 25°. Die südliche Begrenzung bildet der Gryfenbach, wo die Rutschmasse ausdünt. Die obere sehr klare und scharfe Abgrenzung verläuft unter den Felspartien von Schlossersritt. Diese Felsmassen dürften nicht anstehend, sondern viel mehr versackt und tiefgründig zerklüftet sein (Fig. 7).

Die Begrenzung gegen Norden verläuft auf einer Linie, die ca. 400 m weit nördlich von der BLM parallel zu dieser verläuft.

Nicht klar, aber von grösster Bedeutung ist die Abgrenzung der Rutschmasse auf der Talseite. Punkt 10 unmittelbar oberhalb des Lehnenviaduktes bewegt sich deutlich, während Punkt 11 (Unterführung alte Isenfluhstrasse) ruhig ist.

Die bewegte Masse erreicht Mächtigkeiten von über 60 m. Es sind schätzungsweise 15 – 20 Mio m³ Lockergestein in Bewegung.

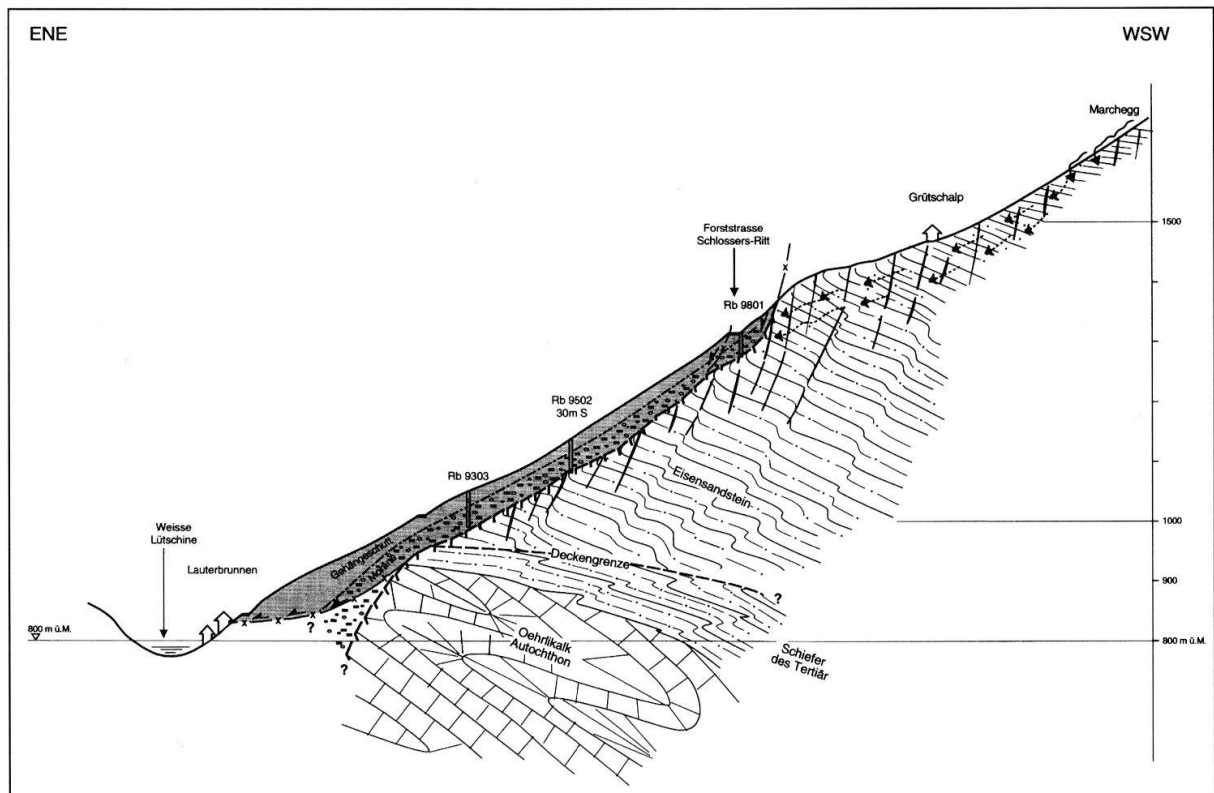


Fig. 7: Geologisches Modell der Rutschung Gryfenbach.

Es ist wahrscheinlich, dass die Rutschmasse in der Nähe der alten Isenfluhstrasse auf stabilerem Untergrund "aufsitzt" und hier "aufbrandet". Die Konsequenzen dieses in Anbetracht der sehr grossen nachschiebenden Masse beunruhigenden Vorganges sind für die Abschätzung des Gefahrenpotentials von grosser Bedeutung.

Neben geologischen Gegebenheiten, welche sich in ungünstigen Materialeigenschaften (Scherfestigkeit) manifestiert, spielt Hangwasser die Hauptursache der Bewegungen.

Das Wasser dürfte über Klüfte und Spalten aus den versackten Felsmassen des Dogger oberhalb des Alpweges (Höhe ca. 1'300 m ü.M.) zufließen. Auf welcher Tiefe der Zufluss stattfindet, ist unbekannt: wahrscheinlich liegt er tiefer als 50 m unter Terrain. Vermutlich trifft hier zerklüfteter Fels mit einer grossen Wasserwegsamkeit auf gering durchlässige Lockergesteine. Durch den so gestörten weiteren Abfluss bauen sich hohe Porenwasserdrücke auf, welche zur beobachteten Hangbewegung führen.

Das Einzugsgebiet des Wassers dürfte in den Flanken von Bletschfluh - Marchegg - Bletschenalp zu suchen sein. Hier versickert das Wasser, insbesondere bei Schneeschmelze, in grossen Mengen in den felsigen Untergrund. Im stark zerklüfteten, versackten Fels fliesst es rasch talwärts ins Rutschgebiet.

Eine Lokalisierung der Wasserwege ist bisher nicht gelungen. Ihre Lage (Ort, Tiefe) ist unbekannt. Dieser Umstand macht die Projektierung von wirksamen Massnahmen, welche auf eine Entwässerung des Hanges anstreben müssen, schwierig.

5. Dynamik der Rutschung

Die ab Mitte Juni 1999 zur Verfügung stehenden systematischen Messungen im ganzen Rutschgebiet (Fig. 8) zeigen eine erstaunliche Dynamik der Hangbewegung. Dabei sind folgende Aspekte besonders bemerkenswert:

a) Das sehr heftige Anspringen der Hangbewegung. Aufgrund von Geländebeobachtungen und der Drahtmessungen begannen die Bewegungen bereits ca. Mitte bis Ende Mai 1999. Die Bewegung erreicht stellenweise über 10 mm/Tag.

b) Die gesamte Rutschmasse von gegen 20 Millionen Kubikmeter verhält sich gleichförmig: sie beschleunigt und verlangsamt sich als ganze Masse. Diese Feststellung ist überraschend und spektakulär, weil die Rutschmasse nicht ein zusammenhängender Felskörper, sondern vielmehr ein inhomogenes Paket aus Lockergesteinen ist. Dieses Verhalten kann dadurch erklärt werden, dass die Rutschmasse trotz ihrer Inhomogenität an der Basis durch eine klare und scharfe Gleitfläche, auf welcher sich der ganze grosse Körper bewegen kann, begrenzt ist. Die Inklinometermessungen bestätigen dies.

Dass sich der untere Teil der Rutschung deutlich langsamer bewegt als der obere illustriert das "Aufsitzen" der Masse im Tal. Was hier genau geschieht, ist noch unbekannt. Vermutlich wölbt sich die Stirne Rutschmasse auf. Dies könnte der Grund für die früheren spontanen Tripfi-Rutschungen (1966, 1983) in diesem Gebiet sein.

c) Ab Ende August 1999 verlangsamt sich die Rutschung zunehmend. Der untere Bereich kommt bereits Ende Jahr zum Stillstand. Bis Anfang Mai 2000 ist die ge-

Lauterbrunnen, Gryfenbach, Ergebnisse der Distanzmessungen

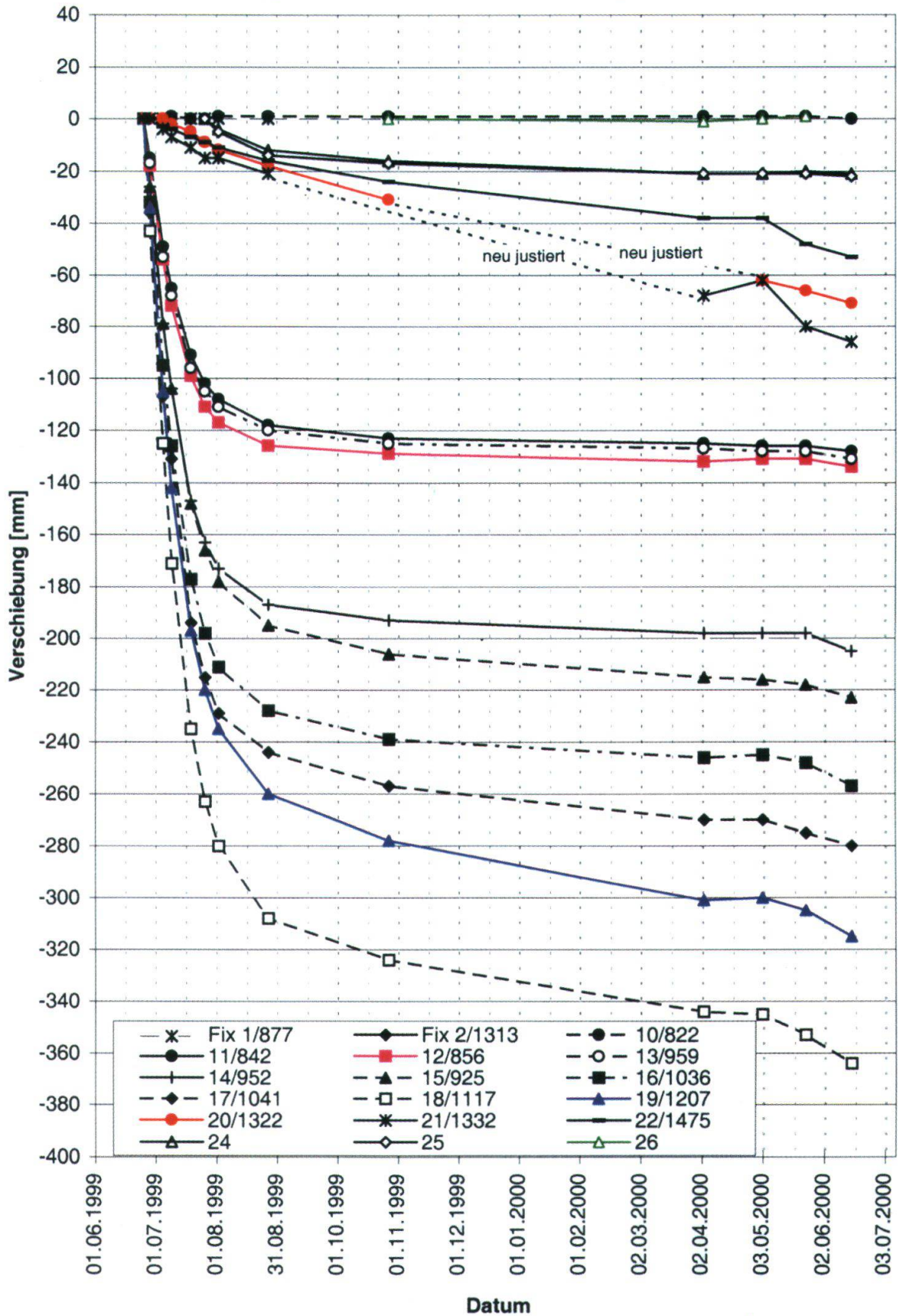


Fig. 8: Ergebnisse der Distanzmessungen zwischen Juni 1999 und Juni 2000.

samte Rutschung praktisch ruhig, um danach langsam zuerst, in den oberen Bereichen wieder "anzuspringen".

Die Schneeschmelze im Einzugsgebiet (Marchegg) setzte im Jahr 2000 ca. Anfang Mai richtig ein. Die Schneemengen und vor allem auch der Wasserwert waren jedoch wesentlich kleiner als ein Jahr zuvor.

Diese Beobachtungen dokumentieren deutlich die Wirkung der Schneeschmelze auf die Dynamik der Rutschmasse. Die Schneeschmelze allein, auch wenn dabei in kurzer Zeit viel Wasser anfallen kann, erklärt aber nicht den ganzen Vorgang. Das Wasser muss zugleich rasch und konzentriert zum Rutschkörper gelangen, um diesen so vehement und auf breiter Front in Bewegung setzen zu können. Beobachtungen im Einzugsgebiet zeigen, dass das Schmelzwasser in Bächen über die Felsflanken abfließt, dann an mehreren Stellen versickert und wahrscheinlich im zerklüfteten, evtl. verkarsteten Felsuntergrund rasch abfließt. Im Gebiet Schlossersritt tritt das Wasser in noch unbekannter Tiefe aus dem Fels und baut auf Anriss- und Gleitfläche des Rutschkörpers einen hohen Porenwasserdruck auf, welcher die Masse grossräumig in Bewegung setzt. Nach dem Rückgang des Wasserzuflusses baut sich der Porenwasserdruck kontinuierlich ab, die Rutschung verlangsamt sich und kommt zum Stillstand. Dieser Vorgang wiederholt sich jedes Jahr mit unterschiedlicher, von den Schneemengen und dem Schmelzvorgang abhängiger Intensität. Sommerliche Starkregen dürften eine vergleichsweise geringe Wirkung haben.

7. Die Bedeutung des Jahres 1999

Die ausserordentliche Witterung von Winter und Frühjahr 1999 haben zu einer dramatischen Entwicklung der seit langem bekannten Rutschung Gryfenbach geführt. Es ist wahrscheinlich, dass in den letzten 110 Jahren kein vergleichbares Ereignis stattfand; ein solches hätte von der Bahn registriert werden müssen. Möglicherweise herrschten im Frühjahr 1889 ähnliche Verhältnisse; die BLM wurde ein Jahr später erstellt.

Dank der aussergewöhnlichen Entwicklung, welche die Einrichtung eines Frühwarndienstes erforderlich machte, kann die Rutschung Gryfenbach heute besser verstanden werden. Viele Fragen sind aber noch offen.

