Vortrag am 6. 11.2003 11:00 – 11:15

MASSENBEWEGUNG STEINLEHNE – GRIES IM SELLRAIN
Mechanik der Sturz- und Gleitvorgänge, Sommer und Herbst 2003

Von DI Dr. Jörg Henzinger

GEOTECHNIK HENZINGER, Plattach 5, 6094 Grinzens

1) Aktuelle Bewegungen – Juli bis Dezember 2003

Ende Juni 2003 traten im Bereich der Steinlehne in Gries im Sellrain massive Blockstürze und Steinschläge auf. Aufgrund der Reichweite der Blockstürze und der damit verbundenen Gefährdung der Siedlung Rechenhöfe und der Landesstraße nach Praxmar waren Sofortmaßnahmen wie die Sperre der Landesstraße und die Evakuierung von Wohngebäuden erforderlich. Schon bei der ersten Befliegung des Geländes wurde klar, dass es sich bei den Vorgängen an der Südseite des Jöchleggs nicht um einzelne Blockabstürze, sondern um eine Massenbewegung größeren Ausmaßes handelt. Die Blockabstürze selbst waren und sind nur Folge der Zerlegung und Zerrüttung des bewegten Bodens.

Im Zusammenhang mit der Einschränkung der Bevölkerung durch Evakuierung und Straßensperre mussten sofort folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Gefährdung liegt vor ?
- Von welcher Bewegungsform muss ausgegangen werden ?
- Wie schnell bewegt sich die Erdmasse, warum entstehen die Blockstürze und wie weit reichen sie ?
- Verlangsamt oder erhöht sich die Bewegungsgeschwindigkeit?

Natürlich lässt sich durch die visuelle Beurteilung einiges feststellen und erklären. Wenn es um die Beantwortung der Frage der weiteren Gefährdung geht, ob also Evakuierungen bestehen bleiben bzw. ob sie ausgedehnt werden müssen, ist die Messung der Verformung unumgänglich. Das Wissen von der Geschwindigkeitsentwicklung in einer Hangbewegung ist wesentliche Grundlage der Gefahrenbeurteilung. Im gegebenen Fall konnte mit Hilfe des Messsystems Dibit sehr schnell der Geschwindigkeitsverlauf und der Umfang der Massenbewegung festgestellt werden.

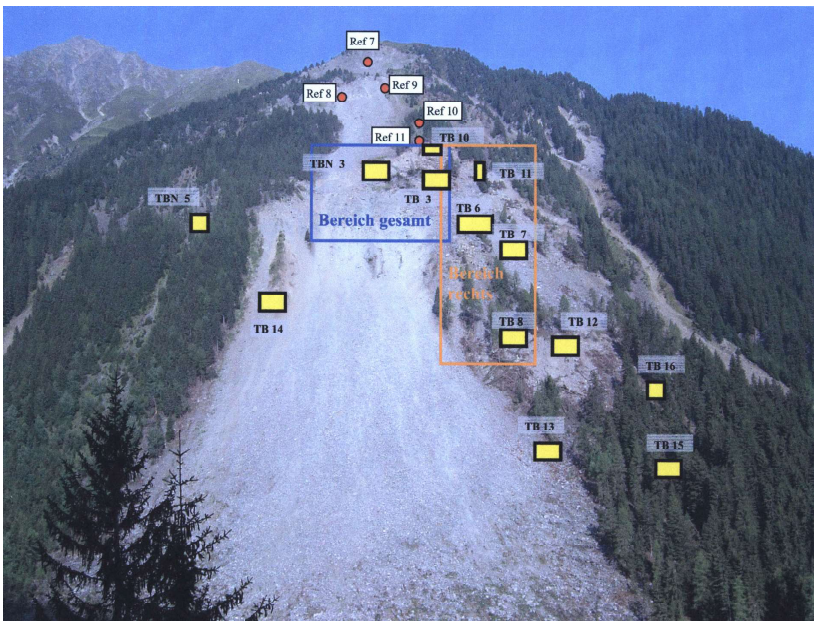

Abbildung 1: Ort der gewählten Messpunkte

Die nachfolgenden Bilder (Abb. 2 bis 7) zeigen den Geschwindigkeitsverlauf.

- DX, ges.: blau - horizontal, in Richtung der Schichtenlinien
- DY, ges.: pink - horizontal, aus dem Hang
- DZ, ges.: gelb – vertikal

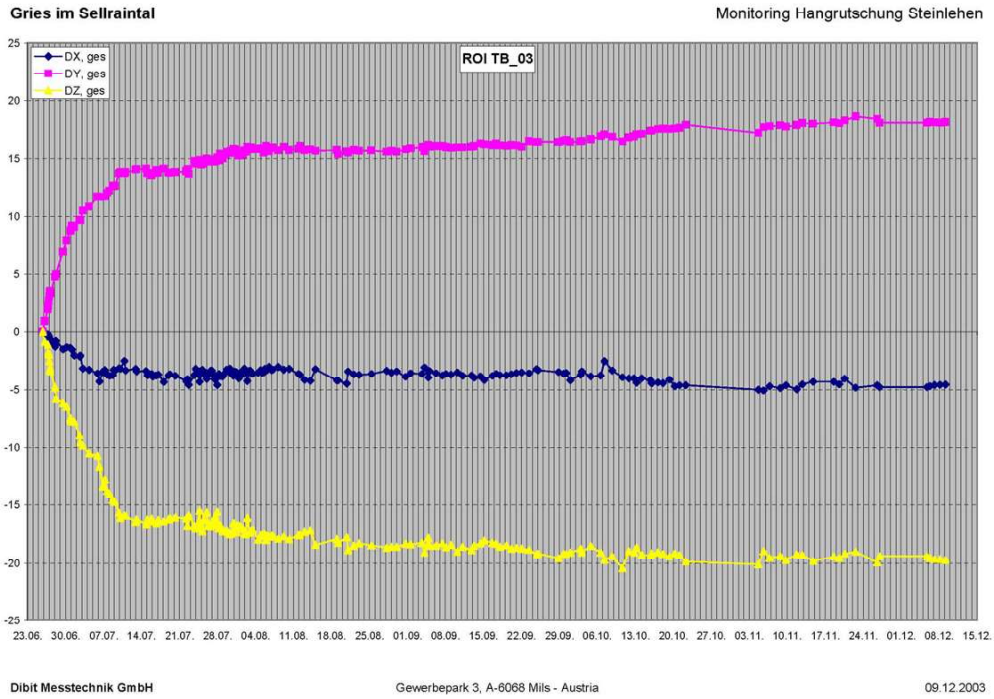

Abbildung 2: Bewegungsverlauf Messfeld TB_03

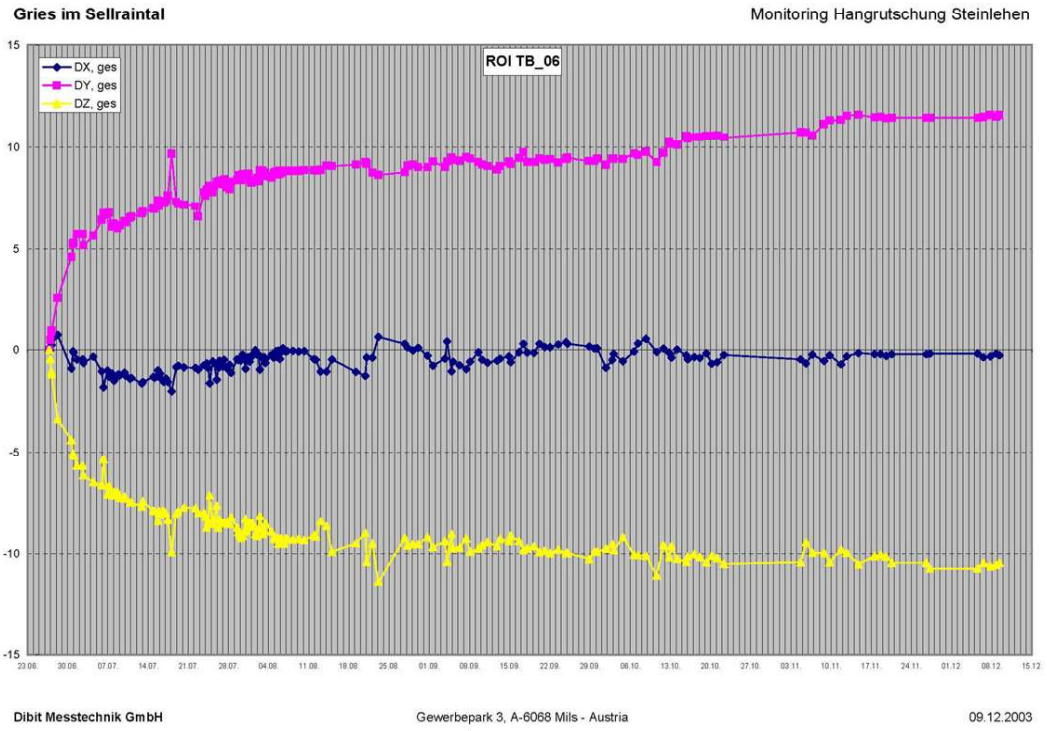

Abbildung 3: Bewegungsverlauf Messfeld TB_06

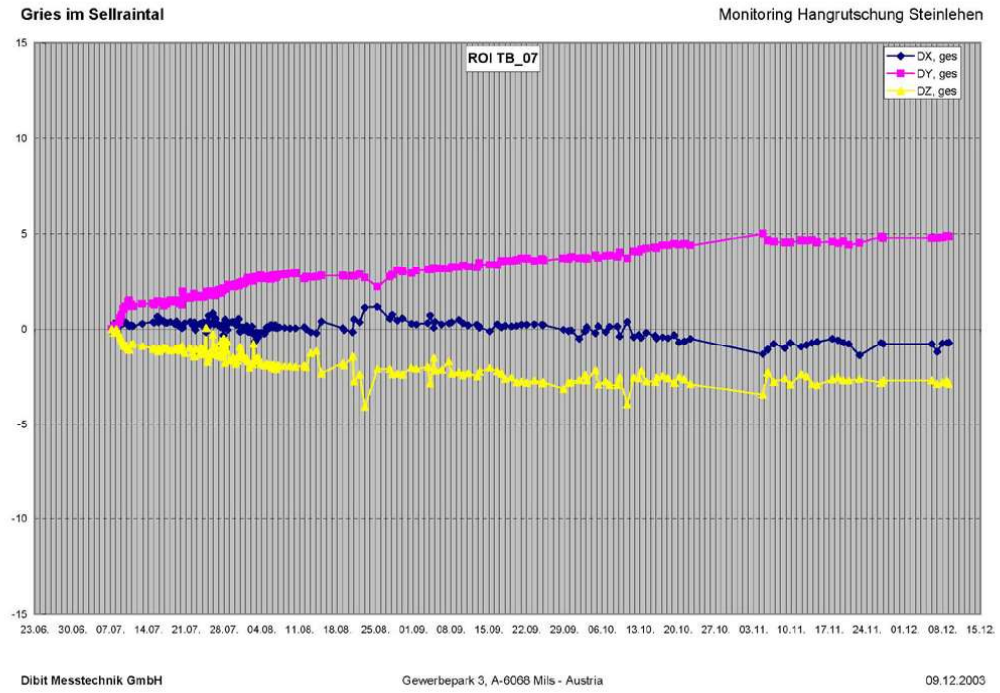

Abbildung 4: Bewegungsverlauf Messfeld TB_07

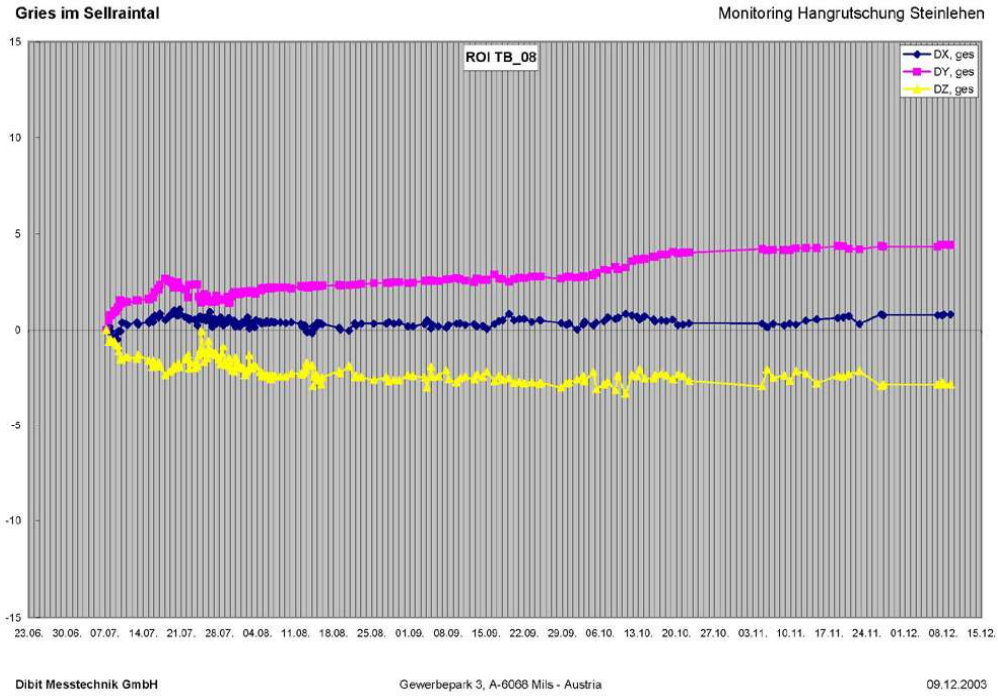

Abbildung 5: Bewegungsverlauf Messfeld TB_08

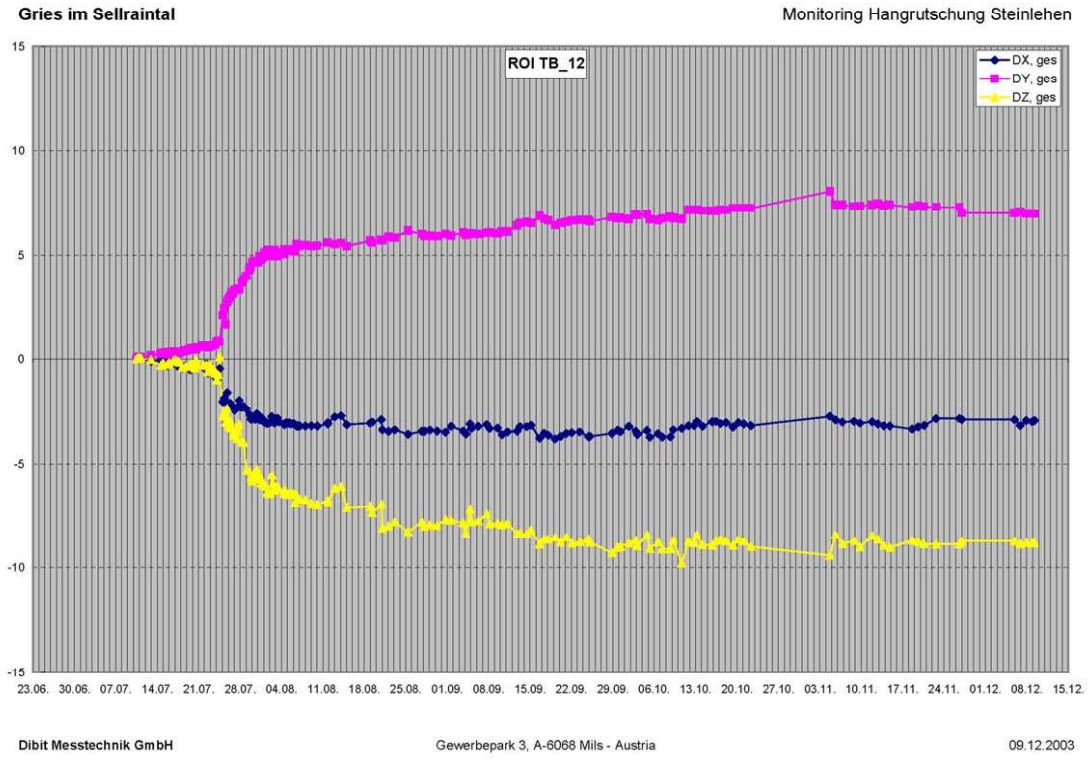

Abbildung 6: Bewegungsverlauf Messfeld TB_12

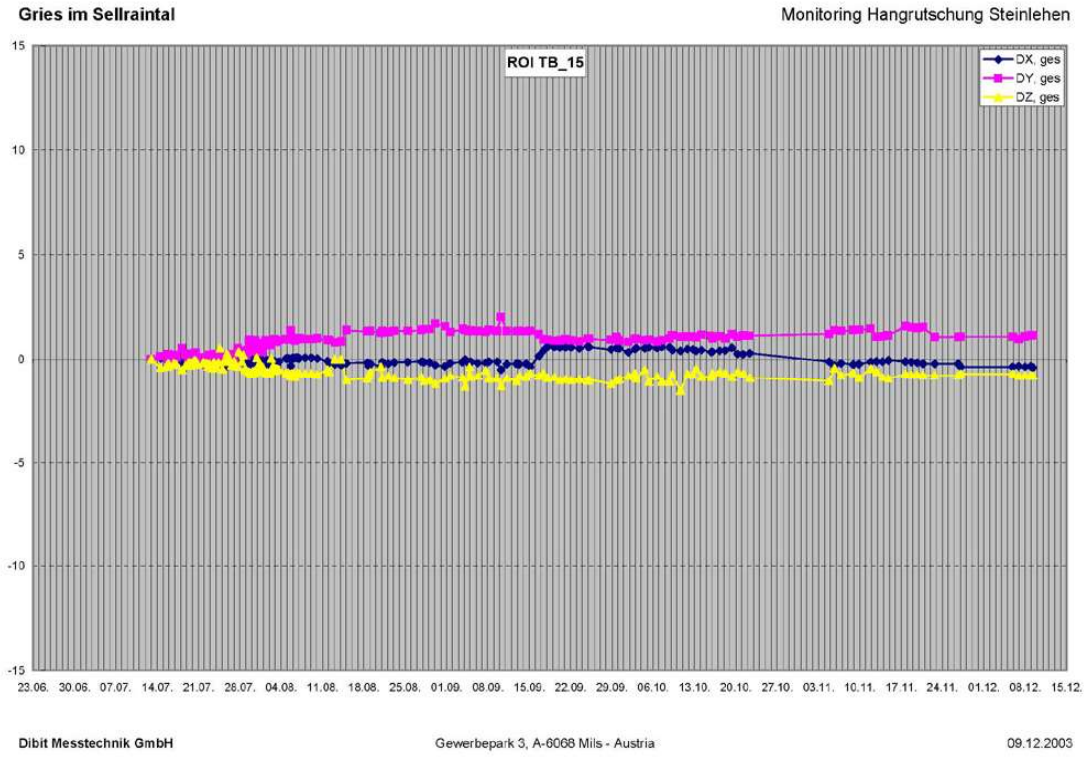

Abbildung 7: Bewegungsverlauf Messfeld TB_15

2) Verformungsgrößen, Verformungsgeschwindigkeiten
Nachfolgend sind die gemessenen Verformungen im Juni und Juli 2003 zusammengestellt. In der Anfangsphase, also noch vor dem Beginn der Vermessung, traten am Top der Rutschung noch größere Verformungsraten je Tag auf.

Punkt	Zeitraum	Tage	Verformung	Geschwindigkeit
TB_3	26.6. – 30.6.03	4	10,2 m	2,5 m/d
	30.6. – 10.7.03	10	11,3 m	1,1 m/d
	10.7. – 28.7.03	18	2,3 m	0,1 m/d
	Gesamtverformung		ca. 24,0 m	
TB_6	27.6. - 1.7.03	4	7,8 m	2,0 m/d
	1.7. – 10.7.03	9	2,6 m	0,3 m/d
	10.7. – 28. 7.03	18	0,8 m	0,04 m/d
	Gesamtverformung		ca. 11,2 m	
TB_12	11.7. – 24.7.03	13	3,5 m	0,3 m/d
	24.7. – 27.7.03	3	3,5 m	1,2 m/d
	Gesamtverformung		ca. 7,0 m	

Abbildung 8: Verformungsgrößen

Bewegungsgeschwindigkeit
Die Abbildungen 2 bis 7 zeigen den Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit. Im August 2003 hat sich die Hangbewegung verlangsamt, im September und Oktober sind die Bewegungen in ein gleichförmiges Gleiten und Kriechen mit einer Bewegungsgeschwindigkeit von 0,5 bis 1 m/Monat übergegangen. Niederschlagsereignisse erzeugen ein kurzfristiges Anwachsen der Bewegungsgeschwindigkeit. Die Häufigkeit der Blockstürze ist geringer geworden. Die großen Bewegungen am Fuß der Sackung sind zeitverzögert zu den Bewegungen am Top der Massenbewegung aufgetreten.

Zusammenfassend kann zu den Verformungsverläufen festgestellt werden, dass die Bewegungen derzeit nicht abgeklungen sind und dass besonders bei Regenereignissen mit einer Beschleunigung der Bewegungen zu rechnen ist.

3) Umfang und Richtung der Massenbewegung
Mit Hilfe der Vermessung einzelner Punkte lässt sich auch der Bewegungsvektor ermitteln. Abbildung 9 zeigt die ermittelten Gesamtverformungen im August 2003 und deren Vektoren im Grundriss. Aus dieser Darstellung und den Beobachtungen im Feld konnte ein Bild von der bewegten Masse und den dazugehörigen Geschwindigkeiten gewonnen werden.

Die Abbildung 9 zeigt auch, dass die Massenbewegung in zwei Teile mit unterschiedlichem Tiefgang gegliedert werden kann. Der nördliche Teil mit einer Fläche von ca. 73.000 m² weist eine geschätzte Mächtigkeit der bewegten Masse von 10 m bis 30 m auf. Dieser Teil zeigt einen ausgeprägten Anriss mit rotierenden Rutschmassen am Top der Massenbewegung und einem Stauchwall am nördlichen Rand und an der Stirn der bewegten Masse mit übersteilen Böschungen. Der südliche Teil ist wesentlich kleiner und

seichter, das Potential an absturzgefährdeten Blöcken ist besonders im südlichen Teil groß. Die Blöcke können nicht in einer bewegten Masse mitschwimmen.

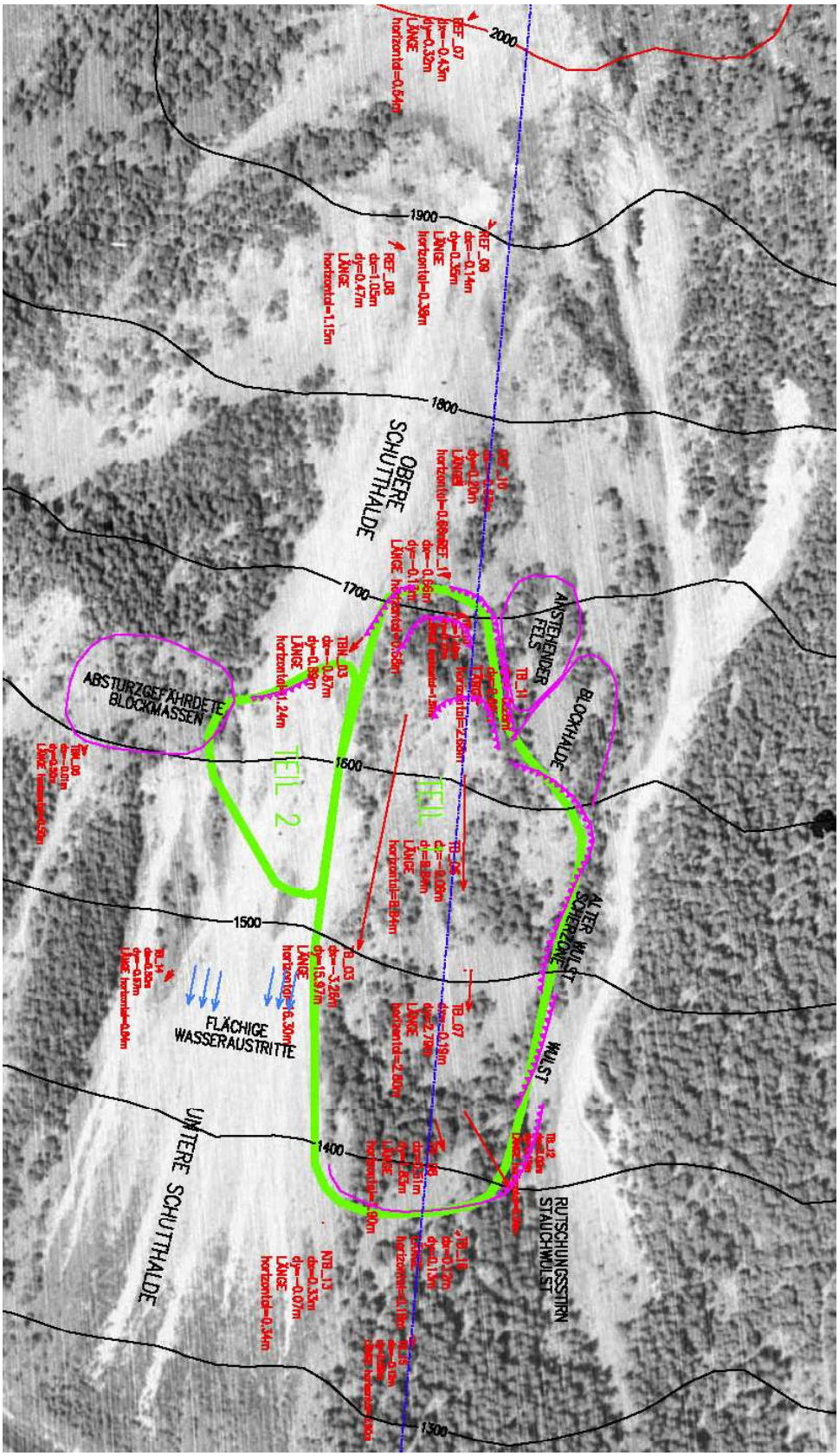

Abbildung 9: Orthofoto mit Massenbewegung und Vektoren der Hangrutschung

4) Art und Ursache der Bewegung

Zu diesem Punkt sind einige Fotos (Abbildung 10 bis 15) von der Hangbewegung von Bedeutung.

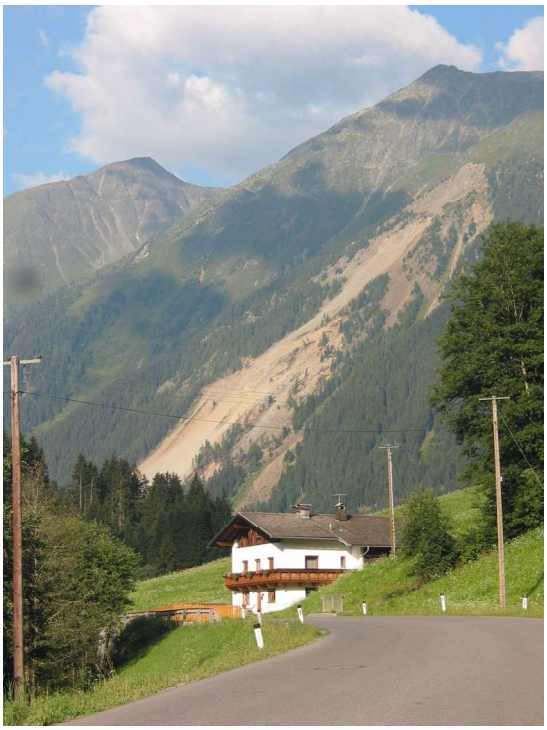

Abbildung 10: Talflanke Jöchlegg, Steinlehne

Abbildung 11: Anriss, rotierende und gleitendeScholle

Abbildung 12: Nordseitiger Rand des Anrisses, Anrissfläche zeigt Lockergestein, Blockschutt mit hohem Schuttanteil

Abb. 13) Bewegte Masse mit rotierendem Bewegungsanteil

Abbildung 14: Stirn der Massenbewegung mit übersteiler Böschung

Abbildung 15: Südlicher Teil der Massenbewegung mit absturzgefährdeten Blöcken

Unter Zugrundelegung der Messergebnisse und der Beobachtungen im Feld kann zusammenfassend zu den nachfolgenden Punkten Folgendes festgestellt werden:

- Bewegungsform
- Ursache der Massenbewegung
- Umfang der bewegten Masse
- Schutzmaßnahme

5) Bewegungsform

Folgende Skizze (Abbildung 16) zeigt die wahrscheinliche Bewegungsform der Massenbewegung.

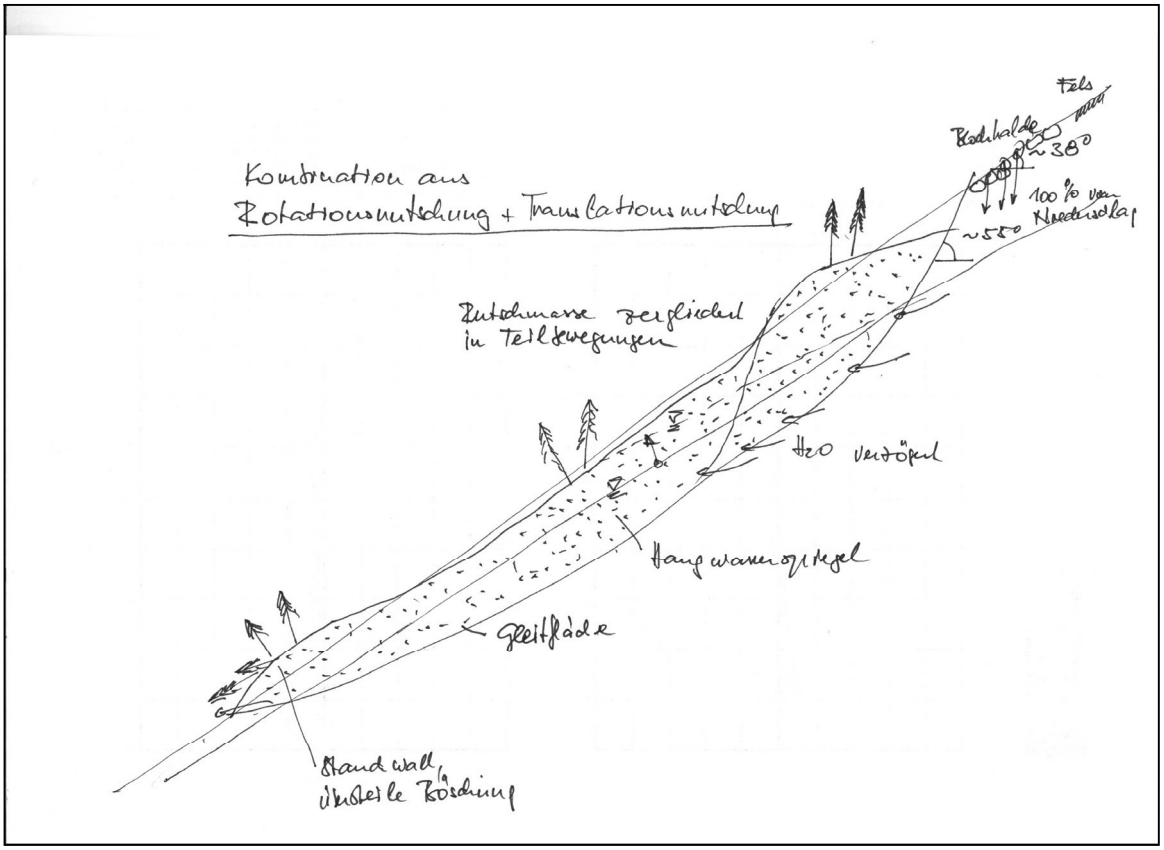

Abbildung 16: Systemskizze Rutschung

Es handelt sich um eine Hangrutschung im Lockergestein mit einer mehr oder weniger klar definierten Gleitebene. Das Lockergestein besteht aus alten Rutschmassen, völlig aufgelöstem Festgestein und aus Hangschutt.

Im Zusammenhang mit der Rutschung treten Blockstürze und Steinschläge in großem Umfang und mit großen Blockkubaturen auf. Die Energien der abstürzenden Blöcke sind besonders im südlichen Teil sehr groß. Dies zeigen die Einschläge im bestehenden Damm bzw. das Überspringen des ca. 12 m hohen Dammes.

6) Ursache

Als Ursache der Hangbewegung gelten primär die großen Niederschläge im Mai und Juni 2003 und damit zusammenhängend das Ansteigen des Hang- und Bergwasserspiegels. Die Geländeoberfläche oberhalb der Rutschung ist stark durchlässig. Sie besteht aus Block- und Steinhalden. Es dringt praktisch 100 % des Niederschlagswassers in den Boden ein und staut sich im zerlegten Fels bzw. bei feinkörnigeren Zerreibungszonen.

Bei den ersten Beobachtungen und auch später zeigte sich ein Horizont von Wasseraustritten auf Höhe 1450 m bis 1500 m. Auch das jüngste Ansteigen der Bewegungen ist Folge der starken Niederschläge in der Woche von 6. zum 10. Oktober 2003.

7) Gleitkreisuntersuchung

Die Rutschung wurde sehr vereinfacht mit einem Gleitkörperprogramm (Gleitkreisprogramm Bishop) nachgerechnet. Auch wenn der tatsächliche Bewegungsvorgang komplexer ist als mittels Gleitkreisberechnung darstellbar, lässt sich doch zeigen, wie schnell die rechnerische Sicherheit bei einem Ansteigen des Hangwasserspiegels absinkt. Abbildung 17 zeigt die Rückrechnung der Scherparameter bei einer Sicherheit 1, ohne hohen Hangwasserspiegel (Zustand vor den großen Bewegungen). Aus dieser Analyse ergeben sich mit einem Reibungswinkel von 39° und einer Kohäsion von 20 kN/m² durchaus plausible Scherfestigkeiten.

Bodenkennwerte (zu Abb. 17) aus η=1 Analyse:

- γ =23 kN/m³
- φ =39°
- c =20 kN/m²

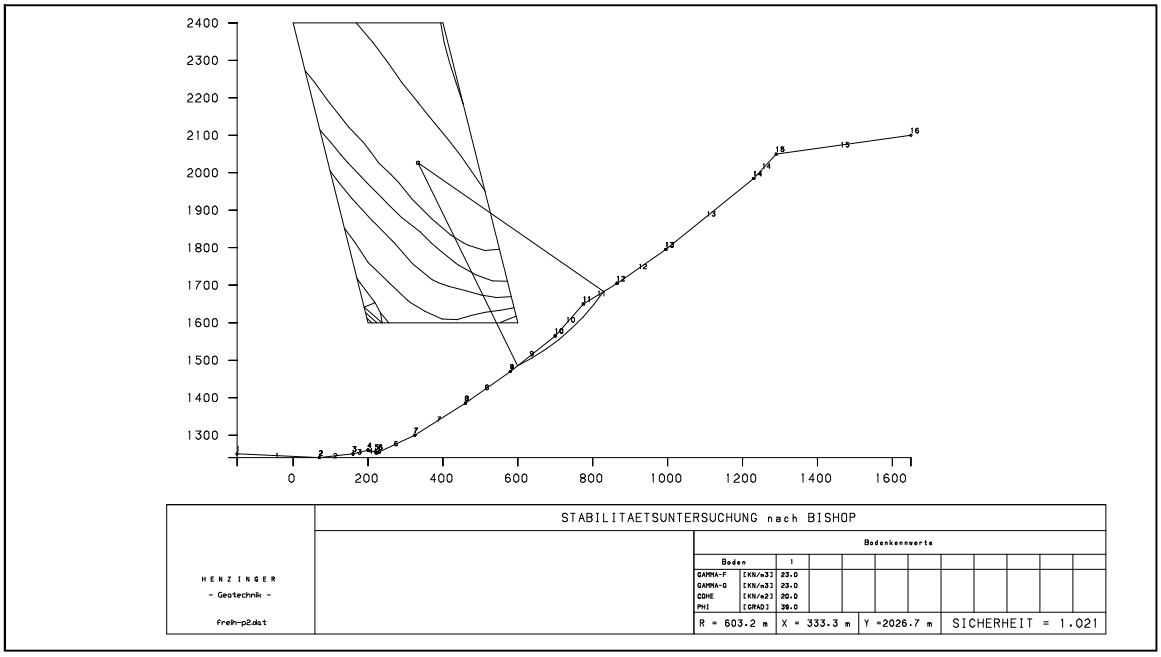

Abbildung 17: Gleitkreisberechnung, η=1 Analyse

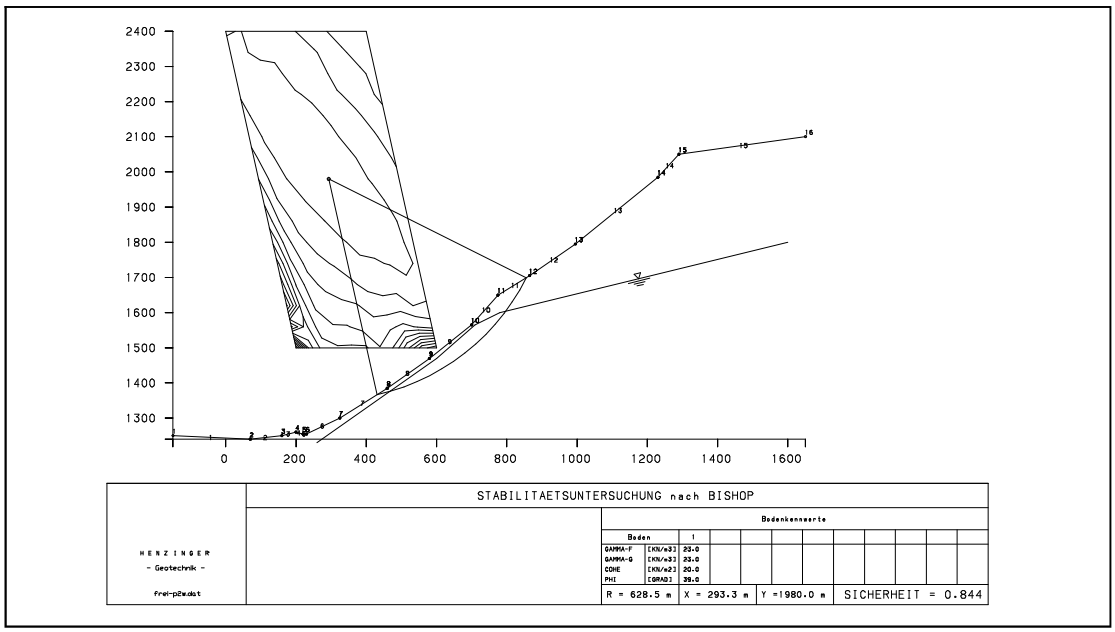

Abbildung 18: Gleitkreisberechnung mit hohem Hangwasserspiegel

Die Abbildung 18 zeigt, dass beim Ansteigen des Hangwasserspiegels sofort das Grenzgleichgewicht verloren geht. Dieser bekannte Zusammenhang bedeutet, dass auch in Zukunft bei Starkregenereignissen mit einem Anwachsen der Bewegungsgeschwindigkeit zu rechnen ist.

8) Umfang der Massenbewegung

Diese Frage ist ohne genaue Kenntnis der Mächtigkeit der Gleitmasse nur näherungsweise zu beantworten. Der nördliche Teil der Gleitmasse weist eine Fläche von ca. 73.000 m² auf. Unter der Annahme einer mittleren Mächtigkeit von 10 m ergibt sich eine bewegte Masse von ca. 700.000 m³,unter der Annahme einer mittleren Mächtigkeit der Gleitmasse von 16 m ergibt sich eine Masse von 1.100.000 m³. Es ist also mit einer bewegten Masse zwischen 700.000 m³ und 1.100.000 m³ zu rechnen.

9) Dammbauwerk

Im Rahmen der wöchentlichen Besprechungen in Gries im Sellrain wurde schon sehr früh überlegt einen Schutzdamm zu errichten. Die Aufgabe eines Schutzdammes ist neben dem Schutz vor Blockstürzen auch die Aufnahme von abgleitenden Massen aus der Stirn der Rutschung. Dieser Überlegung liegt die Annahme zugrunde, dass auch plötzliche Massenbewegungen schrittweise erfolgen und nach einem Teilabgang ausreichend Warnzeit zur Verfügung steht.

Die gesamte derzeit bewegte Masse kann auch durch einen 18 bis 20 m hohen Damm nicht aufgenommen werden. Die dauernde Beobachtung des Geländes ist deshalb Inhalt des Sicherheitskonzeptes und zusätzlich zu den derzeit getätigten Baumaßnahmen auch in Zukunft erforderlich.