

3.13. Mag. Wolfgang Jaritz
(ZT-Büro Moser-Jaritz, A)

Großhangbewegung Rindberg, Gem. Sibratsgfäll, Vlbg. Schadensbild - Ursache - Prognose

Einleitung

Im Frühjahr des Jahres 1999 wurde die Parzelle Rindberg der Gemeinde Sibratsgfäll (Vorarlberg) von einer ausgedehnten Hangbewegung erfasst, von der bis Ende 2000 eine Fläche von schlussendlich rd. 1,4 km² betroffen war. Im Zuge der Bodenbewegungen wurden bis zum jetzigen Zeitpunkt 17 Objekte (Bauernhäuser, Wohnhäuser, Alp-Hütten) zerstört oder schwer beschädigt, 65 ha Waldfläche vernichtet und 85 ha Alpfläche für die Weidewirtschaft unbrauchbar.

Das Ziviltechniker-Büro MOSER/JARITZ (1999, 1999a, 2000) wurde seitens der Wildbach- und Lawinenverbauung/Sektion Vorarlberg mit einer geologischen Beurteilung des Hangbewegungsareales beauftragt. Ziel der Arbeit ist, mittels geologisch-morphologischer Aufnahmen, der Auswertung des vorhandenen Luftbildmaterials, einer hydrogeologischen Kartierung, sowie durch Auswertung relevanter Literaturdaten, Überlegungen zur Kinematik der Hangbewegung anzustellen, die möglichen geologischen Ursachen zu erfassen und eine Prognose der Weiterentwicklung der Bewegung zu formulieren. Durch Ausarbeitung eines bis dato bereits umgesetzten Beobachtungs- und Untersuchungsprogrammes sollten die Grundlagen für allfällige technische Maßnahmen erarbeitet werden.

Lage

Das Hangbewegungsareal befindet sich an der orographisch rechten Talflanke des Rubachtales, östlich der Gemeinde Sibratsgfäll, Vorarlberg. Das Anbruchgebiet der Bewegung liegt in der Kammregion des Höhenzuges zwischen Rennknie und Feuerstätter Kopf auf ca. 1450 m ü.A. Von der Bewegung ist die gesamte, mit durchschnittlich 12° bis 15° geböschte Talflanke bis zum Vorfluter (Rubach, ca. 840 m ü.A.) betroffen.

Chronologie

Die Hangbewegung Rindberg wurde am 18.05.99 kurz vor Bestoßung der Almflächen im Bereich der Lustenauer Riesalpe (1250 m ü.A.) sowie der Wild-Alpe (1225 m ü.A.) in Form von Rissbildungen in der Vegetationsdecke erstmals bemerkt. Bereits am 19.05.99 wurden erste Bewegungsanzeichen im Unterhang in Form von Gebäudeschäden beobachtet. Die Bewegung beschleunigte sich rasch, wobei der größere Teil der installierten Messpunkte sich am Beginn der Hangbewegung in einem maximalen Geschwindigkeitsbereich zwischen 9 und 35 cm/Tag talwärts bewegte. Der Höhepunkt der Bewegung wurde um den 10. bis 15. Juni 1999 festgestellt.

Ab Mitte Juni konnte eine sukzessive Abnahme der Bewegungsgeschwindigkeit, ausgenommen der Schuttstromareale, festgestellt werden. Im Unterhang kam es ab August

zu weiteren größeren Anbruchsystemen, deren Bewegungsraten sich erst ab Oktober kontinuierlich verringerten.

Im Hangbewegungsareal wurden im Jahr 1999 drei Geländeaufnahmen durchgeführt (Mai, Juli und November). Wie sich zeigte, waren bereits Ende Mai alle wesentlichen Bewegungssysteme entwickelt. Es wurden drei Hauptanbruchgebiete unterschieden. Das Anbruchgebiet Feuerstätter auf rd. 1450 m, das Anbruchgebiet Sommerstadel auf rd. 1280 m sowie das Anbruchsystem Vogt auf rd. 1070 m.

Geologischer Rahmen

Das Hangbewegungsareal liegt innerhalb der sehr heterogenen, tektonisch stark beanspruchten, internverfalteten und verschuppten Feuerstätter Decke. Diese findet sich in Vorarlberg und im Allgäu als schmaler Ausstrich meist über Helvetikum bzw. Liebensteiner Decke und war wie letztere der Hauptträger der Deckenüberschiebung des Rhodanubischen Flysches (THOM, 1986). Die Deutung der sie aufbauenden, sehr heterogenen Gesteinsabfolgen wird durch die tektonische Beanspruchung und die schlechten Aufschlussverhältnisse erschwert. Im Hangbewegungsareal treten Gesteine der Serie mit Feuerstätter Sandstein, der Junghansen-Formation, der Schelpen-Serie und der Aptychen-Schichten als Bestandteile der Feuerstätter Decke auf. Ursprünglich als stratigraphische Abfolge gedeutet (RICHTER, 1983), werden die Gesteinsserien heute verschiedenen Faziesräumen am tektonisch zergliederten, europäischen Kontinentalabhang, bei gleichem alttertiärem Bildungsalter, zugeordnet (FESSLER, 1992).

Geologie im Hangbewegungsareal / Charakteristik der Serien

Junghansen-Schichten

Die Junghansen-Schichten werden im großen Anbruchareal Feuerstätter aufgeschlossen. Unter Junghansen-Formation wird eine stark tektonisierte, verschuppte und zerscherte Wechselfolge von schwarzen Peliten und Tonschiefern mit wechselndem Sandgehalt, dunklen Mergeln, unterschiedlichen Psammiten, sowie Konglomeraten und Breccien zusammengefasst. Innerhalb der Junghansen-Formation sind sedimentär die Roten Gschlif-Schichten (bunte, meist rote Pelite) und das Bolgenkonglomerat (polymikte Gerölllagen mit Korngrößen bis 20 cm Durchmesser in einer weichen, pelitischen Matrix) eingeschaltet.

Im unmittelbaren Anbruchareal der von Junghansen-Schichten aufgebauten Bereiche dominieren staffelförmige Rotationsgleitungen. Im Anbruch Feuerstätter, dort, wo Oberflächenwasser kontinuierlich in den Anbruch eindringen kann, gehen die Junghansen-Schichten rasch in eine hochmobile Form über. Der Materialabtransport vollzieht sich in Form von Erdströmen und Suspensionen.

Schelpen-Serie

Die Schelpen-Serie, seit ZACHER (1990) und FESSLER (1992) der Feuerstätter Decke zugeordnet (früher Liebensteiner Decke), setzt sich lithologisch aus grauen bis bräunlichen Tonmergeln und hellbraun bis ocker anwitternden Sandsteinen und Sandkalken zusammen. Die Schelpen-Serie zeigt lithologische Anklänge zu den Gesteinen der Junghansen-Schichten. Eine Differenzierung zu letztgenannten ist im Gelände meist schwierig. Gesteine der Schelpen-Serie bauen vermutlich großräumige Areale im Anbruchbereich Sommerstadel auf. Das Verformungsverhalten ähnelt jenem der aus Junghansen-Schichten aufgebauten Bereiche. Rotationsförmige Staffelbrüche im unmittelbaren Anbruchareal werden

hangabwärts rasch von plastischen Deformationen mit großräumigen Aufwölbungen und Absackungen abgelöst. Bereits wenige 100 Meter unterhalb des Anbruchareals Sommerstadel löst sich die abgesackte Masse oberflächennah in Form eines Erdstromes auf.

Feuerstätter Sandstein

Bei der Serie mit Feuerstätter Sandstein handelt es sich um einen dichten, glaukonithaltigen Sandstein mit scharfkantigem Bruch. Stellenweise treten auch gröbere Einschaltungen mit Korndurchmessern bis zu 4 cm auf. Eine Schichtung ist, wenn überhaupt vorhanden, meist sehr undeutlich entwickelt, was dem Gestein ein massiges Aussehen verleiht. Im Hangbewegungsareal sind Bereiche, die von Gesteinen der Serie mit Feuerstätter Sandstein aufgebaut werden, zumeist kleinräumige, inselartige Vorkommen (z.B. im Bereich Rosslöcher).

Das mechanische Verhalten der Serie mit Feuerstätter Sandstein wird von spröde brechen-der Deformation dominiert. Tiefe Zerrspalten und Kluftgassen sind charakteristische morphologische Phänomene im Hangbewegungsareal.

Aptychen-Schichten

Bei den Aptychen-Schichten handelt es sich um meist hellgraue, dünnbankige Mikrite, deren Farbenspektrum mit fließenden Übergängen von grünlich bis rot reicht. Sie treten in Wechsellagerung mit dunkel- bis hellgrauen Mergeln, teilweise rötlichen bis grünlichen Tonen und Tonmergeln auf. In den rötlichen Kalkbänken sind öfters Hornsteinkonkretionen eingelagert, die als bis zu 15 cm dicke, rote, grüne oder schwarze Horizonte auftreten. Die Aptychen-Schichten bauen die Südflanke des Feuerstätter Kopfes auf. Im Hangbewegungsareal wird ein großräumiges Gebiet im Bereich der Lustenauer Riesalpe von Aptychen-Schichten dominiert.

Das große Anbruchsystem südlich der Lustenauer Riesalpe ist in Aptychen-Schichten angelegt. Der bereits vor der aktuellen Bewegung vorhandene, rd. 40 m hohe Abbruch reagierte im Zuge der jüngsten Bewegung mit Rückböschungen in Form ausgedehnter Felssturzerereignisse. Das am Böschungsfuß und sich noch weit Richtung Tal ausbreitende Blockfeld wird von Kluftkörpern mit 0,02 m³ Größe dominiert. An morphologischen Phänomenen konnten weiters kleinräumige staffelförmige Absetzungen sowie antithetische Strukturen als Reaktion auf Stauchungserscheinungen in den aus Aptychen-Schichten aufgebauten Arealen beobachtet werden.

Lockergesteine

In beinahe allen Anbrüchen im mittleren und unteren Hangabschnitt werden Lockergesteine aufgeschlossen. Die Verbandseigenschaften der meisten Festgesteine sind aufgrund deren geringer Verwitterungsresistenz zumeist völlig zerstört und aufgelöst. Die Matrix der feinkorndominierten Lockermassen wird aus den total entfestigten Mergeln, Tonmergeln und Tonsteinen aufgebaut. Darin eingebettet findet sich Blockwerk aus härteren, gegen Verwitterungseinflüsse resistente Gesteine (Sandsteine, Kalke und Kalkmergel). Einzig in jenen Bereichen, wo Feuerstätter Sandsteine den Untergrund aufbauen, sind noch größere zusammenhängende Felsareale vorhanden. In der im zentralen mittleren Hangabschnitt abgeteufte Erkundungsbohrung wurde eine Mächtigkeit der dort vorhandenen Lockerseimentdecke von rd. 47 m festgestellt.

SCHÜTZ (2000) konnte an Proben aus diesem Bereich Kornzusammensetzungen mit bis zu 65 Gew.-% Schluff/Ton mit einem Wasseraufnahmevermögen von 80% Gew.-% feststellen. Das mechanische Verhalten wird überwiegend von plastischen Verformungen in

Form großräumiger Absetzungen und Aufwölbungen, von sekundären Anbruchsystemen oder der Bildung von Erd-/Schuttströmen dominiert.

Hangbewegung - Charakteristik

Bei der Zusammenschau aller im Hangbewegungsareal auftretenden Phänomene kann folgende Kurzcharakteristik erfolgen:

- Von der Bewegung sind sowohl Festgesteine im Schichtverband (Aptychen-Schichten) als auch veränderlich feste Gesteine (Junghansen-Schichten, Schelpen-Serie) und Lockergesteine betroffen.
- Es konnte sowohl brechende als auch plastische Verformung der im Hangbewegungsareal auftretenden Gesteine festgestellt werden, wobei letztere überwiegt.
- Dementsprechend konnten die unterschiedlichsten Typen von Massenbewegungen im Hangbewegungsareal unterschieden werden, wobei Fließ- und Kriechbewegungen gegenüber Gleiten und Stürzen überwiegen.

Geogener Hintergrund

Die Hangbewegung Rindberg des Jahres 1999 erfasste einen bereits durch mehrere vorangegangene Ereignisse präformierten Hang. Dies wurde durch die geologisch-morphologische Aufnahme des weiteren Hangbewegungsareals in Form alter Anbruchkanten und Zerrspaltensysteme bereits angedeutet und durch C-14-Datierungen an Baumfunden innerhalb der bewegten Lockermassen untermauert. Absolute Altersdatierungen mit der C-14-Methode wurden an 8 Baumproben vom Institut für Isotopenforschung und Kernphysik - Universität Wien (Proben VRI-2005-10) durchgeführt. Dabei zeigten 4 Proben aus unterschiedlichen Fundstellen ein Radiokarbonalter von rd. 4530 \pm 60 a BP (~ cal. BC 3200). Die Radiokarbonalter der übrigen Proben schwankten zwischen einem Zeitraum von 670 a BP bis 2030 a BP (~ cal. BC 100-AD 50 / AD 770-890 / AD 1280-1390).

Ursache/Auslöser/Bewegungsmechanik

Bei der Zusammenschau der morphologischen Gegebenheiten mit den Untergrundverhältnissen wird deutlich, dass alle primären Anbruchareale in veränderlich festen Gesteinen (Junghansen-Schichten, Schelpen-Serie) liegen. Die in diesen Serien vorherrschenden Ton-schiefer- und Tonmergelabfolgen sind als die Schwächezone im Hangbewegungsareal anzusehen. Deren hoher Anteil an kleinen Korngrößen, gepaart mit einem hohen Wasseraufnahmevermögen, begünstigt plastisches Verformungsverhalten bei entsprechender Durchfeuchtung. Das stark ausgeprägte Trennflächengefüge in Form von Schichtung, Klüften, Scher- und Schieferungsflächen kompensiert die geringe Materialdurchlässigkeit und ermöglicht eine tiefgreifende Durchfeuchtung des Gesteins bei entsprechendem Wasserdargebot.

Bei einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von rd. 2500 mm kann demnach von einer kontinuierlichen, sehr langsamen, kaum merkbar ablaufenden Kriechbewegung bestimmter Hangareale ausgegangen werden. Derartige Verformungen äußerten sich in der Vergangenheit in Form von Rissbildungen entlang der Landesstraße oder durch nachzuspannende

oder überspannte Stromleitungen. Schneller ablaufende Bewegungen sind an klimatische Sondersituationen, wie im Frühjahr 1999, gebunden.

Vor einem derartigen Hintergrund sind die großen Niederschlagsmengen im Vorfeld des Hangbewegungsereignisses im Jahr 1999 (im Mai fallen 520,6 mm Regen - entspricht ca. 21 % des Jahresniederschlags) zu bewerten. In Verbindung mit der rasanten Schneeschmelze tragen sie zur Wassersättigung des Untergrundes bei.

Die beschleunigte Kriechbewegung führte zu einem rasanten Massenverlust im Oberhang, während Mittel- und Unterhang vorerst mit langsamem Massenzugewinn reagierten. Der Massenzuwachs und das damit verbundene Hervorwölben des Unterhanges wurde durch die Vermessungsdaten bestätigt. So wiesen die in diesem Hangabschnitt situierten Vermessungspunkte neben einer festgestellten Lageänderung auch einen Höhengewinn von 0,6 m bzw. 0,24 m während der ersten beiden Monate auf. Der Massenverlust im Oberhang vollzog sich überwiegend in Form brechender Deformation durch Rotationen und Staffelbrüche. Im Mittel- und Unterhang dominierten aufgrund des hohen Feinteilgehaltes der Gesteine plastische Verformungen. Der sich vorwölbende, im Verhältnis zu den Materialeigenschaften der ihn aufbauenden Gesteine übersteilte Unterhang baut das Ungleichgewicht in Form sekundärer, im Verhältnis zur Hauptbewegung erst sehr spät einsetzender Anbruchsysteme, sowie flachgründiger Hangbewegungen vom Typ Erd-/Schuttstrom ab.

Dieses vergleichsweise einfache mechanische Bild (Betrachtung der Talflanke als einheitlichen, mehr oder weniger homogenen Körper) wird durch den komplizierten, geologisch-tektonischen Bau erschwert. Im verformten Böschungskörper stecken mehrere, sich starr, mechanisch spröde verhaltende Teilkörper mit gänzlich anderem Versagensmuster. Dabei können kleinräumige ein- und auflagernde Körper aus Feuerstätter Sandstein (z.B. Bereich Roslöcher) und der großräumig auflagernde Körper der Aptychen-Schichten (Bereich Lustenauer Riesalpe) unterschieden werden.

Mittels einer geoelektrischen Tiefensondierung (Multielektrodenanordnung) wurde versucht, Hinweise über den Tiefgang der Bewegung zu erhalten. Im höchstgelegenen der fünf gemessenen Profile (Profil 2: Lustenauer Riesalpe - Sommerstadel) konnte in den Messergebnissen der als deutlich hochhohmig auftretende Körper der Aptychen-Schichten gegenüber seinem offensichtlich feinkorndominierten, eventuell wassergesättigten Untergrund in einer Maximaltiefe von rd. 80 m scharf abgegrenzt werden. Legt man diesen Messergebnissen die Bewegungsstrukturen der Oberflächengeologie zugrunde, ist von einem translationsförmigen Abgleiten des gesamten Aptychen-Schichten-Komplexes im Bereich der Lustenauer Riesalpe auf seiner feinkorndominierten, vermutlich stark wassergesättigten Unterlage (Junghansen-Schichten ?) auszugehen.

Ausblicke

Hangbewegungen dieses Ausmaßes schränken die Palette an sinnvollen technischen Maßnahmen, die auf eine Verbesserung der Ist-Situation oder auf Prävention abzielen, stark ein. In allen bisher durchgeführten, diesbezüglichen Schritten wurde versucht, das im Zuge der Bewegung zerstörte und sich derzeit neu entwickelnde, natürliche Entwässerungssystem des Hanges in geordnete, leicht zu wartende Gräben und Gerinne zu lenken.

Für die Zukunft sind neben der Weiterentwicklung der begonnenen Maßnahmen vor allem Fragen der Flächenwidmung, Flächennutzung sowie rechtliche Fragen (wem gehört das Haus auf Nachbargrund?) zu klären.

Durch ein seitens der WLW, dem Land Vorarlberg, der Geologischen Bundesanstalt und dem ZT-Büro Moser/Jaritz initiiertes Forschungsprojekt (Bund-Bundesländer-Kooperation)

soll die langfristige Kinematik derart rutschgefährdeter Hänge durch Erfassung der maßgeblich bewegungsbeschleunigenden Parameter (Bergwasserdargebot / Untergrund / klimatische Situation / Oberflächenwasserdargebot) besser verstanden werden.

Literatur

- FESSLER, U., KIESLING, T., RISCH, H., ZACHER, W. [1992]: Die vorquartäre Geologie im Andelsbucher Becken [Vorarlberg]. - Jb. Geol. B.-A. Wien.
- SCHÜTZ, B. [2000]: Großhangrutschung Sibratsgfäll - Rindberg und Umgebung. - Unveröff. Diplomarbeit, Lehrstuhl f. Angewandte Geologie TU Karlsruhe.
- THOM, P. [1986]: Zur Geologie der Berge zwischen Balderschwang [Allgäu] und Sibratsgfäll [Vorarlberg]. - Unveröff. Diplomarb. Lehrstuhl f. Angewandte u. Ingenieur-Geologie TU München.
- ZACHER, W. [1990]: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 113 Mittelberg. - Geol. B.-A. Wien.
- ZT-BÜRO MOSER [1999]: Hangbewegung Rindberg, Gde. Sibratsgfäll - Geologische Erstbeurteilung. - Unveröff. Bericht GZ 9907066.
- ZT-BÜRO MOSER [1999]: Hangbewegung Rindberg, Gde. Sibratsgfäll - Weiterführende Untersuchungen. - Unveröff. Bericht GZ 9908075.
- ZT-BÜRO MOSER [2000]: Hangbewegung Rindberg, Gde. Sibratsgfäll - Geologische Interpretation der geophysikalischen Untersuchungen. - Unveröff. Bericht GZ 0001005.



Georisiken – Seminar und Workshop 2001

Chronologie
1999

18.05. erste Bewegungsanzeichen
Oberhang




BRUCHANSBEWEGUNG RINDBERG
Strabenernt - media - Prognose

moser / jaritz

Chronologie
1999

19.05. erste Gebäudeschäden Unterhang



BRUCHANSBEWEGUNG RINDBERG
Strabenernt - media - Prognose

moser / jaritz

Chronologie
1999

Geschwindigkeitszunahme
10.06. Höhepunkt [bis zu 10 m /Tag]



BRUCHANSBEWEGUNG RINDBERG
Strabenernt - media - Prognose

moser / jaritz

Chronologie 1999

August Anbrüche im Unterhang
Geschwindigkeit cm/a



GRUNDKARTENVERMESSUNG RINDSBERG
Anlagenstr. 111-112 • 1010 Wien • Tel. 431 799 01 0

moser / jaritz

Ausdehnung

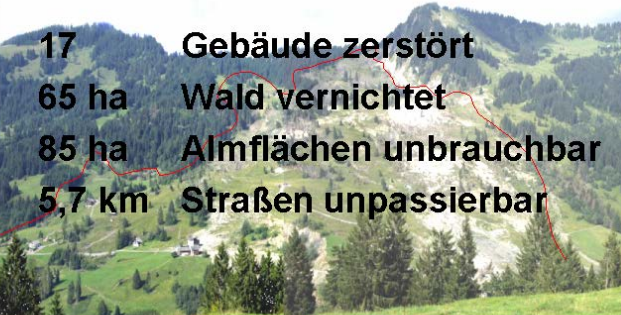


1,1 km Breite
2,5 km Länge
1,4 km² Fläche
(250 Fußballfelder)
70 Mill. m³ Kubatur
(4,6 Mill. LKW-Fuhren)

GRUNDKARTENVERMESSUNG RINDSBERG
Anlagenstr. 111-112 • 1010 Wien • Tel. 431 799 01 0

moser / jaritz

Schadensbild



17 Gebäude zerstört
65 ha Wald vernichtet
85 ha Almflächen unbrauchbar
5,7 km Straßen unpassierbar

GRUNDKARTENVERMESSUNG RINDSBERG
Anlagenstr. 111-112 • 1010 Wien • Tel. 431 799 01 0

moser / jaritz

Georisiken – Seminar und Workshop 2001

Überblick Gegenhangfoto

Sommerstadt Feuerstätter Kopf
Raiblacher Lustenauer Ries
Alpenrose

©Geographisches Institut
Schubertstr. 101/102 - 1070 Wien

moser / jartz

Geologie Überblick

- Rhenodanubischer Flysch
- Helvetikum
- Liebensteiner Decke
- Feuerstätter Decke

©Geographisches Institut
Schubertstr. 101/102 - 1070 Wien

moser / jartz

Geologie Hangbewegungsareal

- Feuerstätter Decke:
 - Junghansen Sch.
 - Schelpen Serie
 - Aptychen Sch.
 - Feuerstätter Sst.

©Geographisches Institut
Schubertstr. 101/102 - 1070 Wien

moser / jartz

Georisiken – Seminar und Workshop 2001



Anbruch Feuerstätter Junghansen Schichten



Lithologie
Pelite/TonS./Sst.

Tektonik
internverfaltet
verschuppt
stark beansprucht

Geotechnik
50Gew% T,U
~35% w_L
50-60 % WaAuf

BRUNNENBEREICHUNG ANHANGEND
BRUNNENBEREICHUNG ANHANGEND

moser / jaritz



Anbruch Sommerstadl Schelpen Serie




Lithologie
Tonmergel
Mürbsandsteine
Flyschcharakter

Tektonik
verschuppt mit JS
Faziesübergang?
stark beansprucht


Geotechnik
~37% w_L
50-60 % WaAuf

BRUNNENBEREICHUNG ANHANGEND
BRUNNENBEREICHUNG ANHANGEND

moser / jaritz



Roßlöcher Feuerstätter Sandstein




Lithologie
massiger Quarzsst.
psammitische Abfolge
glaukonithaltig

Tektonik
Grenze JS/FSst. überprägt

BRUNNENBEREICHUNG ANHANGEND
BRUNNENBEREICHUNG ANHANGEND

moser / jaritz

Georisiken – Seminar und Workshop 2001




Lustenauer Ries Aptychen Schichten

Lithologie
Kalkmikrite m. Mergellagen
dünnbankig
pelagisches Sediment

Tektonik
kleinräumig gefaltet
zerschert

Geotechnik
~37Gew.% T, U (Verw.Z)
~50% w_L (Verw.Z)
60 % WaAuf



SPRINGERWASSERSTADION BUNDEBERG
Schubermittl. – m. m. 2. – 1.0/1.0

moser / jaritz



Mittel-/Unterhang „Lockermassen“

Lithologie
inhomogen/Ton bis Blockwerk

Herkunft
Hangschutt
Rutschmassen
Verwitterung

Geotechnik
65Gew% T,U !!!
11,7 % org. Gehalt !!!
80 % WaAuf !!!
Mixed layers vorhanden



SPRINGERWASSERSTADION BUNDEBERG
Schubermittl. – m. m. 2. – 1.0/1.0

moser / jaritz

Charakteristik

- **Bewegungsmechanik**
spröd brechend bis plastisch
- **betroffene Gesteine**
Festgestein
veränderlich feste Gesteine
Lockergesteine
- **Bewegungstypen**
Fallen /Stürzen
Gleiten
Fließen/Kriechen

SPRINGERWASSERSTADION BUNDEBERG
Schubermittl. – m. m. 2. – 1.0/1.0

moser / jaritz

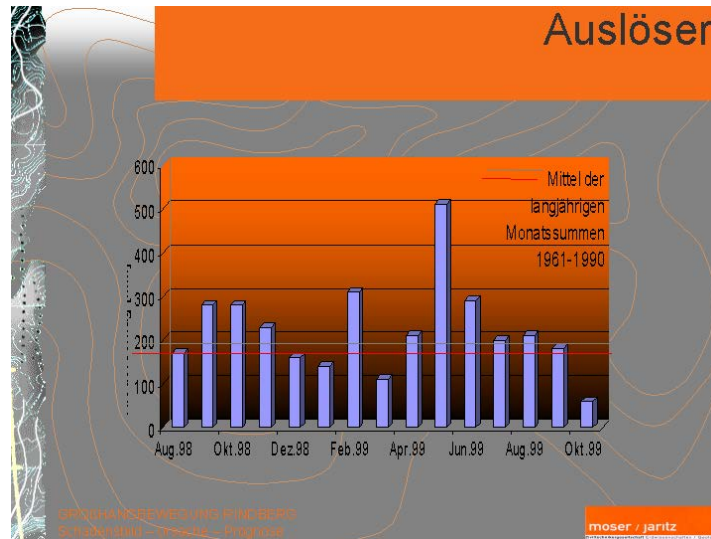
Ursache geogener Hintergrund

Primär-Anbruchgebiete:
veränderlich feste Gesteine

- **Lithologie**
Feinkorn dominiert
hohes WA
- **Tektonik**
Durchtrennungsgrad
Trennflächen
- **Hydrogeologie**
Durchlässigkeiten
sensibel auf Durchfeuchtung
- **Morphodynamik**
präformierter Hang
Initialbewegung
Chronik
Morphologie
Dendrochronologie

GEBIRGSANBRUCHUNG RINDBERG
Schieferung: NNE-SW – Progressiv

moser / jaritz



Bewegungsbild „einfach“

- **Spannungszustand**
lang anhaltendes Kriechen
präformierter Hang, Lithologie, etc.
- **witterungsbedingte Sondersituation**
schneller ablaufende Bewegung
Schneesmelze, Niederschläge
- **Oberhang**
Massenverlust; brechende u. plastische Verformung
- **Mittel-/Unterhang**
Massenzugewinn; überw. plastische Verform.

GEBIRGSANBRUCHUNG RINDBERG
Schieferung: NNE-SW – Progressiv

moser / jaritz

Bewegungsbild „komplex“

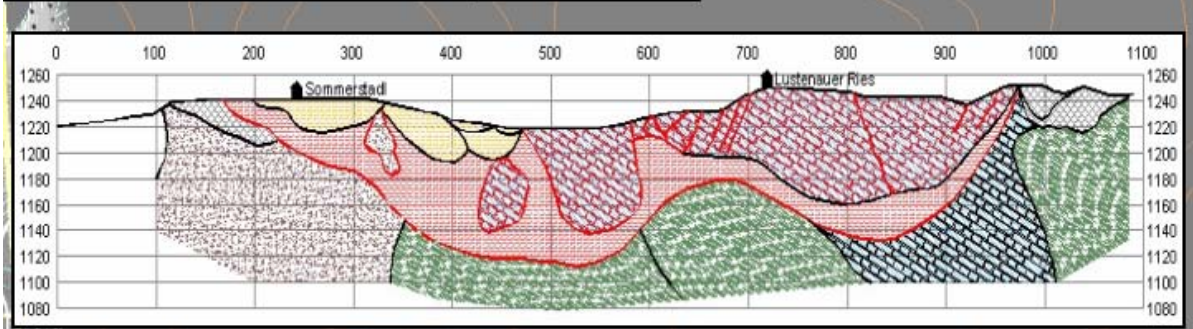
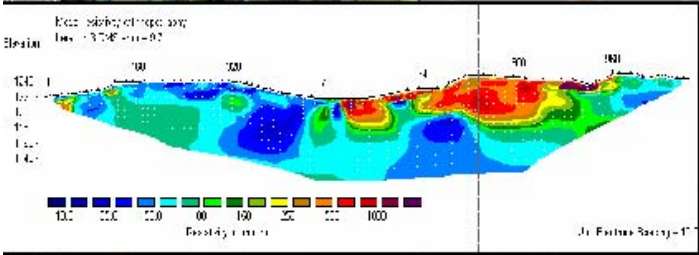

plastisch verformbarer Böschungskörper
mit rigiden Teilkörpern

- kleinflächig; eingelagert ➔ Feuerstätt. Sst.
(Roßlöcher, Kolb, Ochsenberger, etc.)
- großflächig; auflagernd ➔ Aptychen Schi.
(Lustenauer Ries)

GROßHANGBEWEGUNG RINDBERG
Schadensbild – Ursache – Prognose

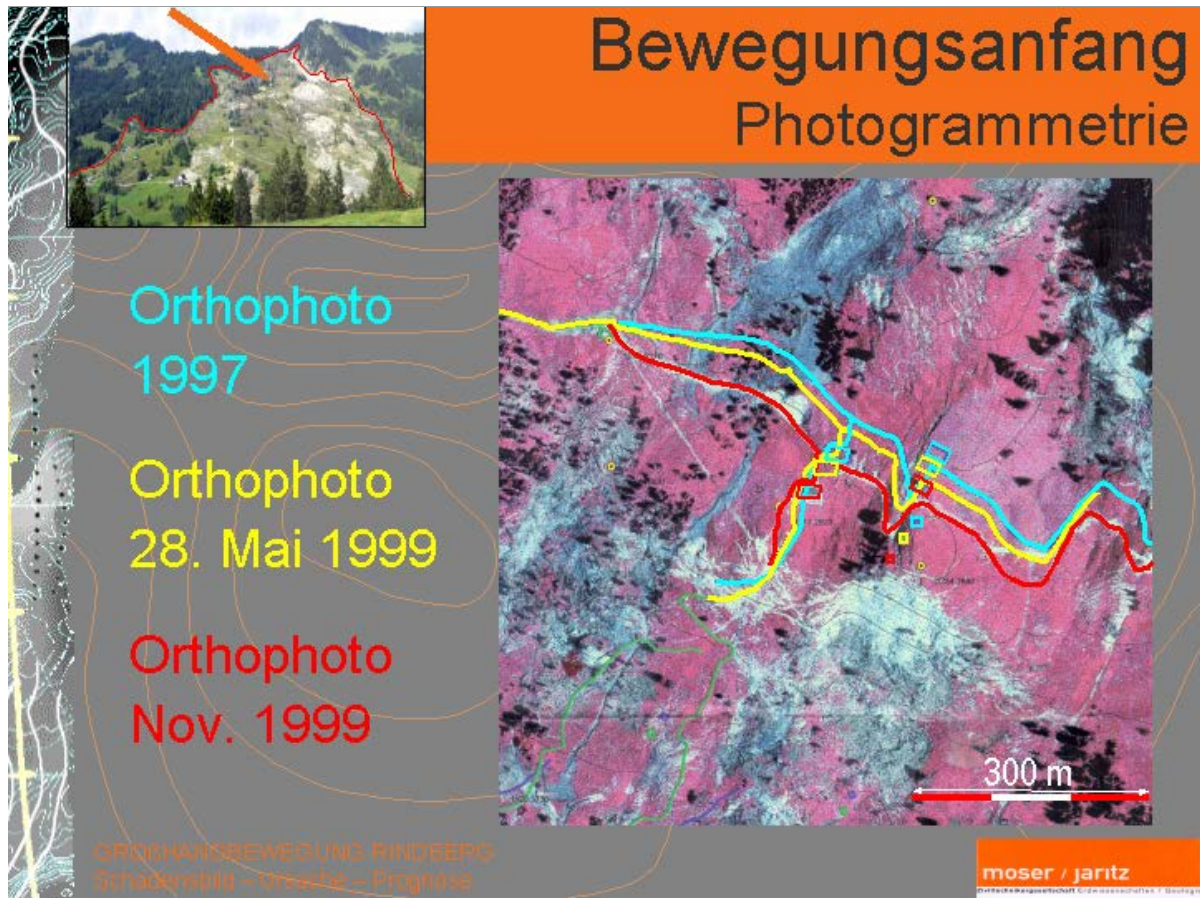
moser / jaritz

Tiefgang Geophysik



GROßHANGBEWEGUNG RINDBERG
Schadensbild – Ursache – Prognose

moser / jaritz



Ausblick

- fachlich
 - weiterführende Untersuchungen
 - Monitoring
 - technische Maßnahmen
- rechtlich
 - Nutzung
 - Besitzverhältnisse

moser / jaritz

GRUNDWASSERBEWEGUNG BINDENBERG
Schadenstilg – Umkehr – Pignase