

Carinthia II	180./100. Jahrgang	S. 405–425	Klagenfurt 1990
--------------	--------------------	------------	-----------------

Geotechnische Untersuchungen an den Großhangbewegungen im hinteren Rudniggraben – Naßfeldgebiet/Kärnten

Von U. GLAWE & M. MOSER

Mit 8 Abbildungen

EINLEITUNG

Das Naßfeldgebiet stellt aufgrund der geologischen Ausbildung der Festgesteine, der hydrographischen Verhältnisse und nicht zuletzt wegen der in jüngster Zeit durchgeführten massiven menschlichen Eingriffe ein äußerst sensibles Gebiet hinsichtlich der Entstehung von Großhangbewegungen dar. Die Palette reicht von kleineren Felsstürzen über perlschnurartig aufgereichte Uferanbrüche in den tief eingeschnittenen Gräben bis hin zu Bergstürzen, Bergzerreißen und großflächigen Talzuschüben. Schon KAHLER & PREY (1963) haben in ihren „Erläuterungen zur geologischen Karte des Naßfeld-Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen“ eindrücklich auf diese Großhangbewegungen hingewiesen und sich auch Detailproblemen zugewandt (FELSER & KAHLER, 1956).

Durch die Schaffung zahlreicher neuer Touristikeinrichtungen inklusive Schilifte und Schipisten und durch das umfassende Verbaunungsprogramm der Wildbachverbauung der Sektion Kärnten (SKOLAUT, 1985) im gesamten Einzugsgebiet des Oselitzenbaches haben besonders die oben angesprochenen Großhangbewegungen eine neue Aktualität erlangt.

Besonders zur Sicherung der Naßfeldbundesstraße am Ausgang des Oselitzenbaches wurden im Bereich der Reppwand-Gleitung umfangreiche geotechnische Untersuchungen durchgeführt, die die strukturelle Gliederung der Talzuschubsmasse, die Kinematik und Dynamik an der Talzuschubsstirn und den Bezug zu externen Faktoren einer solchen tiefgreifenden Hangbewegung betreffen (MOSER et al., 1988; MOSER & WINDISCHMANN, 1989).

Viel weniger auffällig sind dagegen die Großhangbewegungen an den

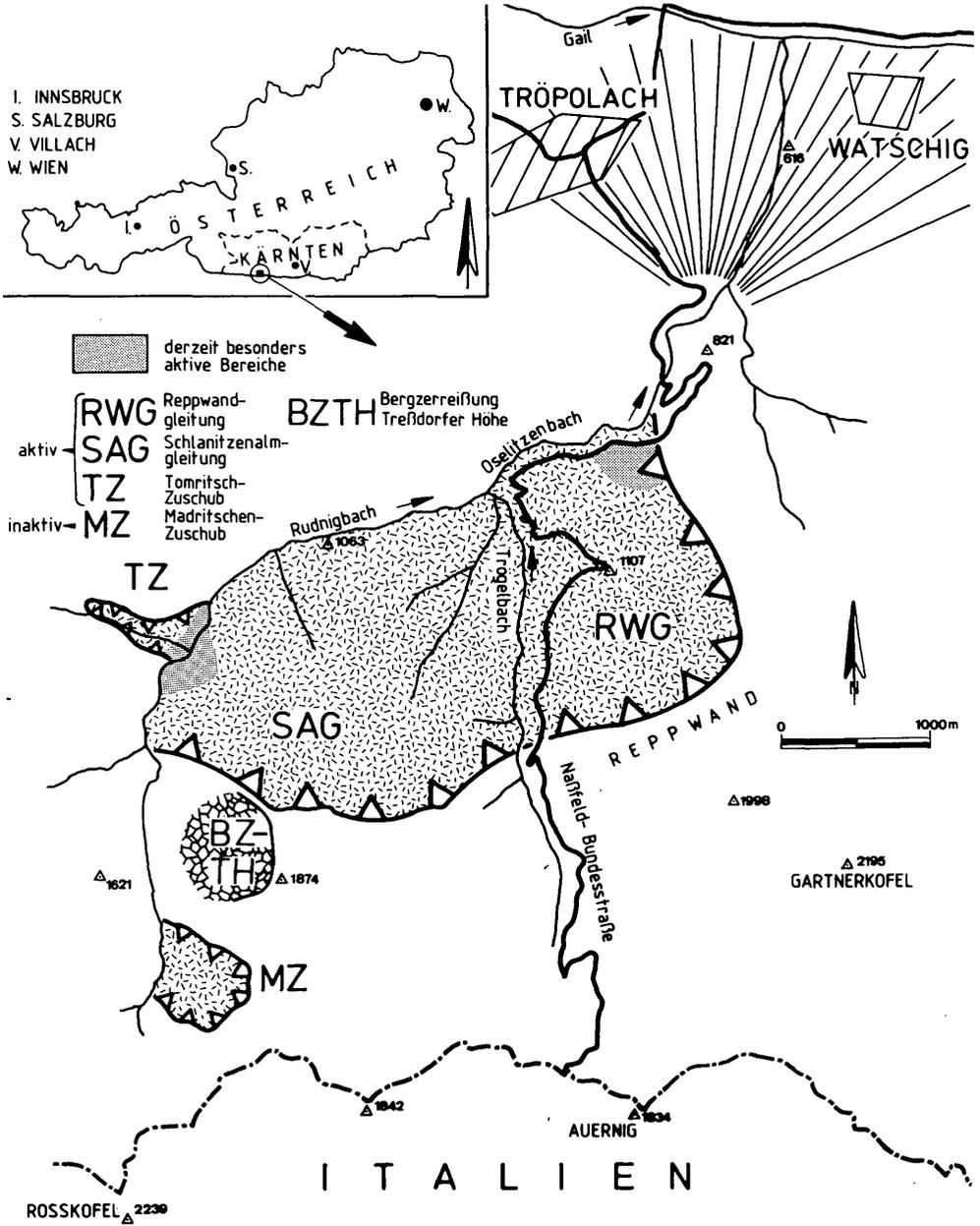


Abb. 1: Übersicht über die wichtigsten Großhangbewegungen des Naßfeldgebietes.

Einhängen des Rudniggrabens, da sie nicht direkt bzw. bis jetzt nicht in einschneidender Weise infrastrukturelle und touristische Einrichtungen beeinträchtigt haben. Wie aber aus Abb. 1 zu entnehmen ist, werden erhebliche Areale im hinteren Rudniggraben von Großhangbewegungen der verschiedensten Art eingenommen.

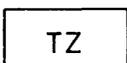
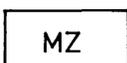
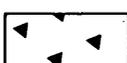
GEOLOGISCHER UND GEOTECHNISCHER ÜBERBLICK

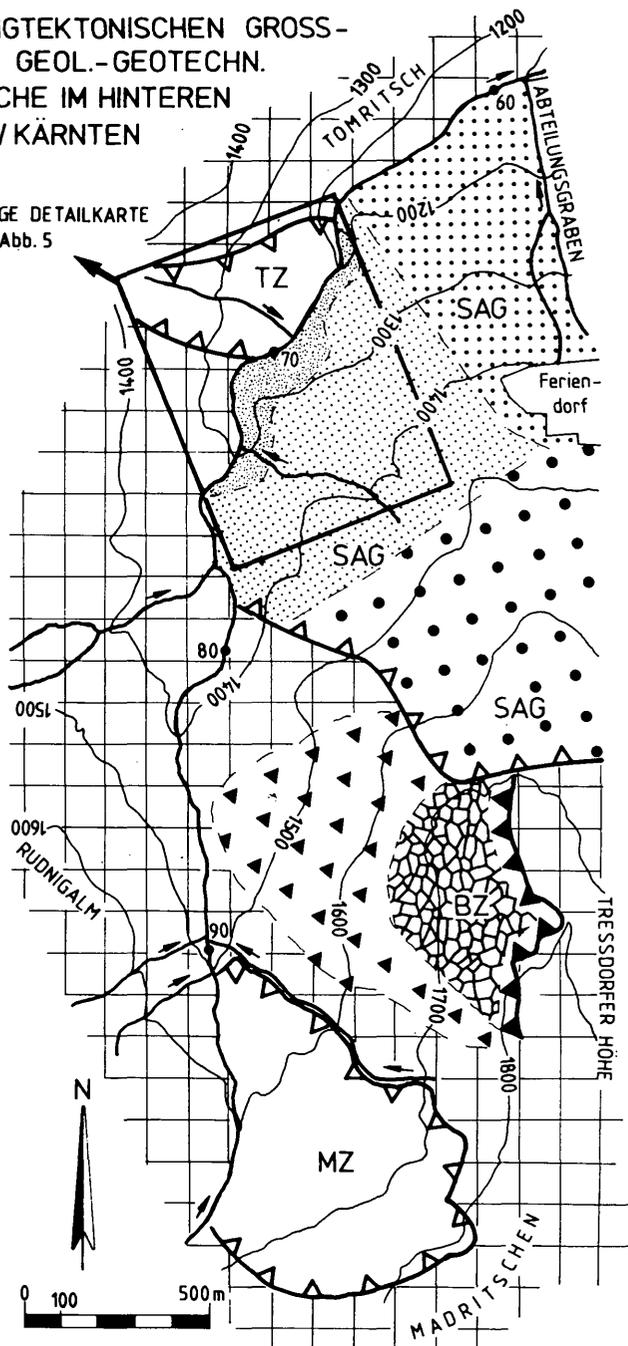
Die Großhangbewegungen werden fast ausschließlich von paläozoischen Sedimenten aufgebaut, die mitunter von einem geringmächtigen Moränenschleier bedeckt sind. Die auftretenden Gesteine lassen sich den oberkarbonen Auernig-Schichten, den Rattendorfer Schichten und den Trogkofel-Kalken des Unter-Perms zuordnen (KAHLER & PREY, 1963; FLÜGEL, E., 1981; VENTURINI et al., 1982; SCHÖNLAUB, 1987). Es handelt sich dabei um wechselgelagerte Siliciklastika (pelitisch bis psephitisch) und meist gebankte Karbonate (s. Abb. 2). Eine genaue lithologische Beschreibung der auftretenden Gesteinseinheiten ist den Arbeiten von KAHLER & PREY (1963), HOMANN (1972) und BUGGISCH et al. (1976) zu entnehmen. Im Zuge der hangtektonischen Aktivitäten wurde das Gebirge z. T. vollständig zerlegt und durchmischt. Aufgrund dieser Tatsache und den damit verbundenen Schwierigkeiten einer exakten stratigraphischen Zuordnung werden die permokarbonen Gesteine (Auernig-Schichten, Rat-

Abb. 3: Hangtektonische Großelemente: 1 Umgrenzung Talzus Schub; 2 Oberste Abrißkluft der Bergzerrei ßung Treßdorfer Höhe; im südlichen Teil undeutlich. Geologisch-geotechnische Homogenbereiche, 3 Schlanitzenalm-Gleitung, Uferanbruchszone (Naßfeld-Schichten); 4 Schlanitzenalm-Gleitung, unterer Teil; stark hangtektonisch beanspruchter Bereich (Naßfeld-Schichten); 5 Schlanitzenalm-Gleitung, unterer Teil; derzeit relativ in Ruhe befindlicher Bereich (Naßfeld-Schichten, z. T. Moränendecke); 6 Schlanitzenalm-Gleitung, oberer Teil; geringe, jedoch tiefgreifende hangtektonische Beanspruchung (Naßfeld-Schichten, Trogkofel- und Treßdorfer Kalke); 7 Tomritsch-Zuschub; besonders an der Zuschubsstirn erhöhte hangtektonische Aktivitäten (Naßfeld-Schichten); 8 Madritschen-Zuschub; derzeit inaktiv (Auernig-Schichten, karbonatische Anteile unbedeutend); 9 Bergzerrei ßungsfeld Treßdorfer Höhe: bis zu 200 m lange Zerrei ßungsklüfte, aus dem Gebirgsverband sich lösende Blöcke, Großblockbewegungen, Zerblockung, in weiten Bereichen derzeit aktiv (Untere Pseudoschwagerinen-Schichten); 10 Grobblockschurthalde der Bergzerrei ßung Treßdorfer Höhe: mächtiger karbonatischer Blockschutt, infolge von Berg- oder Felsstürzen aus dem Bergzerrei ßungsfeld angehäuft (Untere Pseudoschwagerinen-Schichten); 11 Stabile Zonen im hinteren Rudniggraben: teilweise Hang- und Verwitterungsschuttdecke oder Moränenüberlagerung (Auernig- und Rattendorfer Schichten).

Sonstiges: 12 Bach, Gerinne, Rudnigbach hektometriert.

KARTE DER HANGTEKTONISCHEN GROSSELEMENTE UND GEOL.-GEOTECHN. HOMOGENBEREICHE IM HINTEREN RUDNIGGRABEN / KÄRNTEN

- 1  LAGE DETAILKARTE s. Abb. 5
- 2 
- 3  SAG
- 4  SAG
- 5  SAG
- 6  SAG
- 7  TZ
- 8  MZ
- 9  BZ
- 10 
- 11 
- 12  70



tendorfer Schichten) der Talzuschubsbereiche auch als Naßfeldschichten bezeichnet (KAHLER & PREY, 1963).

Entsprechend dem Auftreten dieser sich geotechnisch sehr verschieden verhaltenden Gesteinsabfolgen, aber auch aufgrund ihrer Lage zum Rudnigbach lassen sich die verschiedensten Großhangbewegungen nach Art, Größe und der derzeitigen Aktivität unterscheiden.

Gerade im Hinblick auf das Verbauprogramm des Oselitzenbaches sollen hier schwerpunktmäßig geotechnische Untersuchungsergebnisse im Bereich der westlichen Schlanitzenalm-Gleitung vorgestellt werden.

Dieser Teil der Schlanitzenalm-Gleitung wird sowohl in der Morphologie und in der Ausbildung der kinematischen Homogenbereiche als auch in der Geschiebeherdbildung sehr stark von der Ausbildung der Naßfeldschichten bestimmt, die sich wie folgt beschreiben läßt:

– Große, im Verband befindliche Gleitschollen als Festgesteine bzw. Gesteine der Felsgüteklasse E:

Es handelt sich um durch Steilstufen und Wandabsätze gekennzeichnete, aus der umliegenden Morphologie herauspräparierte Gesteinspakete, deren Existenz sich mit den beobachteten erhöhten Anteilen von Grobklastika (verwitterungsresistente Quarzkonglomerate) oder karbonatischen Einschaltungen erklären läßt. An der Schlanitzenalm-Gleitung finden sich in den Gesteinsschollen bisweilen frische offene Klüfte, die von sich durchpausenden, tiefgreifenden Hangbewegungen herrühren. Häufig ist der Gebirgsverband bereits so stark aufgelockert, daß die Gleitschollen der Felsgüteklasse E (im Sinne BRANDECKERS, 1971) zuzurechnen sind, wobei nicht mehr an Trennflächenscharen gebundene Nischenanbrüche, sondern z. T. rotationsförmige Gleitkörper zu beobachten sind.

– Grobblockschutthalden mit erheblichem Feinanteil:

Bei fortschreitender Zerlegung des Gebirges kommt es zur Ausbildung von Grobblockschutthalden, die einen erheblichen Feinanteil aufweisen. Dieser tonig bis kiesige Kornanteil ist als das Produkt sowohl der erosiven und hangtektonischen Zerstörung von Tonschiefern und Sandsteinen als auch durch die an sehr engständige Trennflächen gebundene Zerlegung der Quarzkonglomerate und Karbonate anzusehen. Der blockige Anteil stellt die Überbleibsel mächtigerer Quarzkonglomerat-, Sandstein- und Karbonatbänke dar. Eine solche Gebirgsausbildung ist an der Schlanitzenalm-Gleitung, am Tomritsch-Zuschub und Madritschen-Zuschub weit verbreitet und zeigt die extreme hangtektonische Beanspruchung des Gebirges im Talzuschubsbereich.

– „Feinkörnige Schutthalden“ der Talzuschubsstirn

Besonders in den grabennahen Zonen der Schlanitzenalm-Gleitung und des Tomritsch-Zuschubs, in denen größte Dislokationsbeträge auftreten, stärkste Deformationen und Auflockerungen das hangtektonische Geschehen bestimmen, sind Schuttbildungen mit überwiegend tonig-sandigen

Komponenten charakteristisch. Der blockige Kornanteil ist unerheblich (<10%). Oberflächlich ist der Feinanteil mitunter ausgewaschen, wobei eine geringmächtige steinig-blockige Lockergesteinsdecke die typische Gebirgsfazies der Talzusubsstirn verschleiert. Eng verknüpft mit „feinkörnigen“ Schuttbildungen der Talzusubsstirn sind mächtige Uferan-

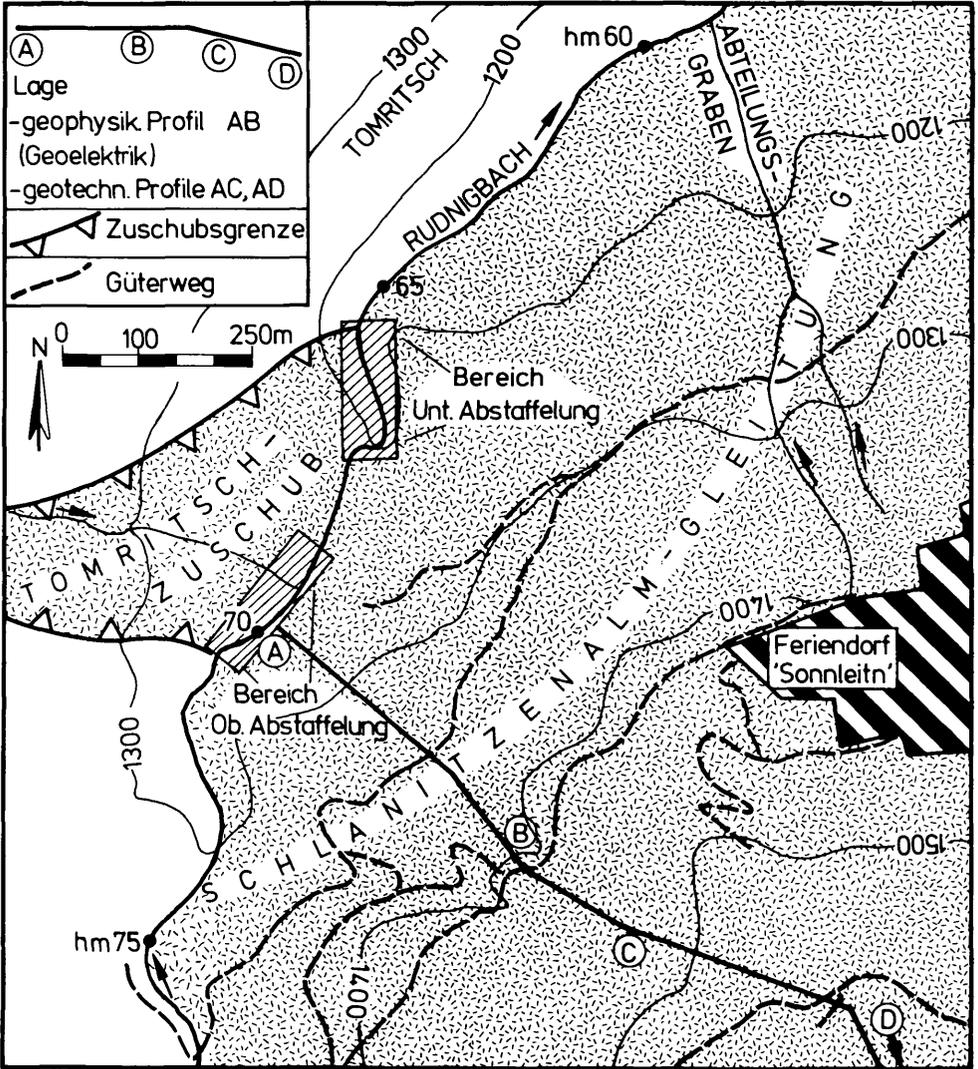


Abb. 4: Übersicht des unteren westlichen Teils der Schlanitzenalm-Gleiting mit der Lage der geotechnischen Profile.

brüche, staffelförmig bergwärts greifende, flache Rotationsanbrüche und ein ständiger Abtransport des Feinmaterials in der Grabensohle.

– Grobblockschutthalden ohne Feinanteil; Blockfelder

Als Blockfelder werden die im oberen Teil der Schlanitzenalm-Gleitung aufliegenden Reste größerer Schollen von Trogkofel- und Treßdorfer Kalcken (Oberes Unter-Perm; s. Abb. 2) bezeichnet. Sie entstanden durch die Zerlegung mächtiger rigider Karbonatstotzen infolge oberflächlicher Dislokationen der Talzusubsmasse. Die Größe der Blöcke variiert stark, ein Hinweis auf ein fehlendes bzw. sehr schlecht ausgebildetes Trennflächengefüge der Riffkarbonate.

SCHLANITZENALM-GLEITUNG (WESTLICHER TEIL)

Die Lage der geotechnischen, geophysikalischen Profile und der geotechnischen Detailkartierung kann der Abb. 3 und 4 entnommen werden.

Die Schlanitzenalm-Gleitung stellt die westliche Fortsetzung der Reppwand-Gleitung dar und läßt sich wie folgt umgrenzen: Naßfeldbundesstraße (Höhe ca. 1250 m) – Treßdorfer Alm (Höhe 1585 m) – Höhe 1670 m, nördlich der Treßdorfer Höhe – Rudniggraben hm 79,0.

Abb. 5: Geotechnischer Lageplan der Talzusubsstirn und angrenzender Bereiche der westlichen Schlanitzenalm-Gleitung.

Hangtektonik: 1 Umgrenzung Talzusub; 2 Ausstrich einer Bewegungsbahn (deutlich/undeutlich); 3 Nischenanbruch in Festgesteinen/Anbruch in Gesteinen der Felsgüteklasse E; 4 Muschelbruch, tiefgründig (Anbruchkörper meist nicht abtransportiert), frisch/verheilt; 5 Muschelbruch, flachgründig; 6 Uferanbruch, verursacht durch Uferunterschneidung und/oder Überschreiten des natürlichen Böschungswinkels durch Einschleiben des Talzusubkörpers in die Grabensohle.

Geotechnische Homogenbereiche: 7 Zone mit derzeit erhöhten Bewegungsbeträgen; oberflächlich stark aufgelockert, extrem unruhige Hangmorphologie; gespanntes Wurzelwerk, schief stehende Bäume usw.; 8 Richtung und relativer Betrag der Hangbewegung (anhand Geländeaufnahme vermutet); 9 Stabile Zone; anstehende Hochwipfelschichten (am Tomritsch) und Auernig-Schichten (westlich des Tomritsch-Zuschubes): keine tiefgreifenden Massenbewegungen; 10 Große, im Verband befindliche Gleitscholle, meist Felsgüteklasse E; Nischen- bzw. Muschelbrüche in übersteilten Partien möglich; Spaltenbildungen infolge sich durchpausender, tiefgreifender Hangbewegungen; 11 Grobblockschutthalde mit erheblichem Feinanteil; Lockergesteinsanbrüche häufig, langanhaltende hangtektonische Lineamente; 12 „feinkörnige“ Schuttbildungen der direkten Grabeneinänge, Gebirge vollständig zerlegt; extrem anbruchsgefährdet (Uferanbrüche); 13 Grobblockschuttstrom mit erhöhtem Feinanteil; an der Schuttstromstirn Wulstbildung.

Sonstiges: 14 Mur- und Wildbachschutt der Grabensohle; 15 Hektometrierung Rudnigbach; 16 Güterweg.

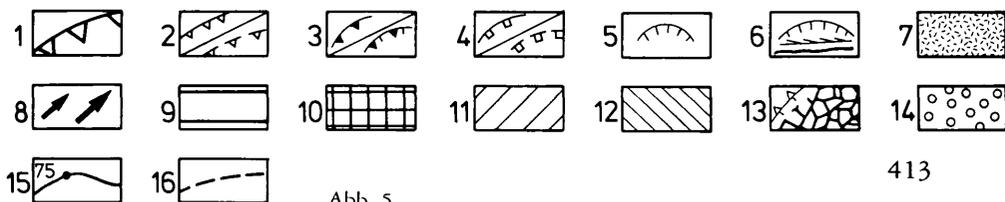
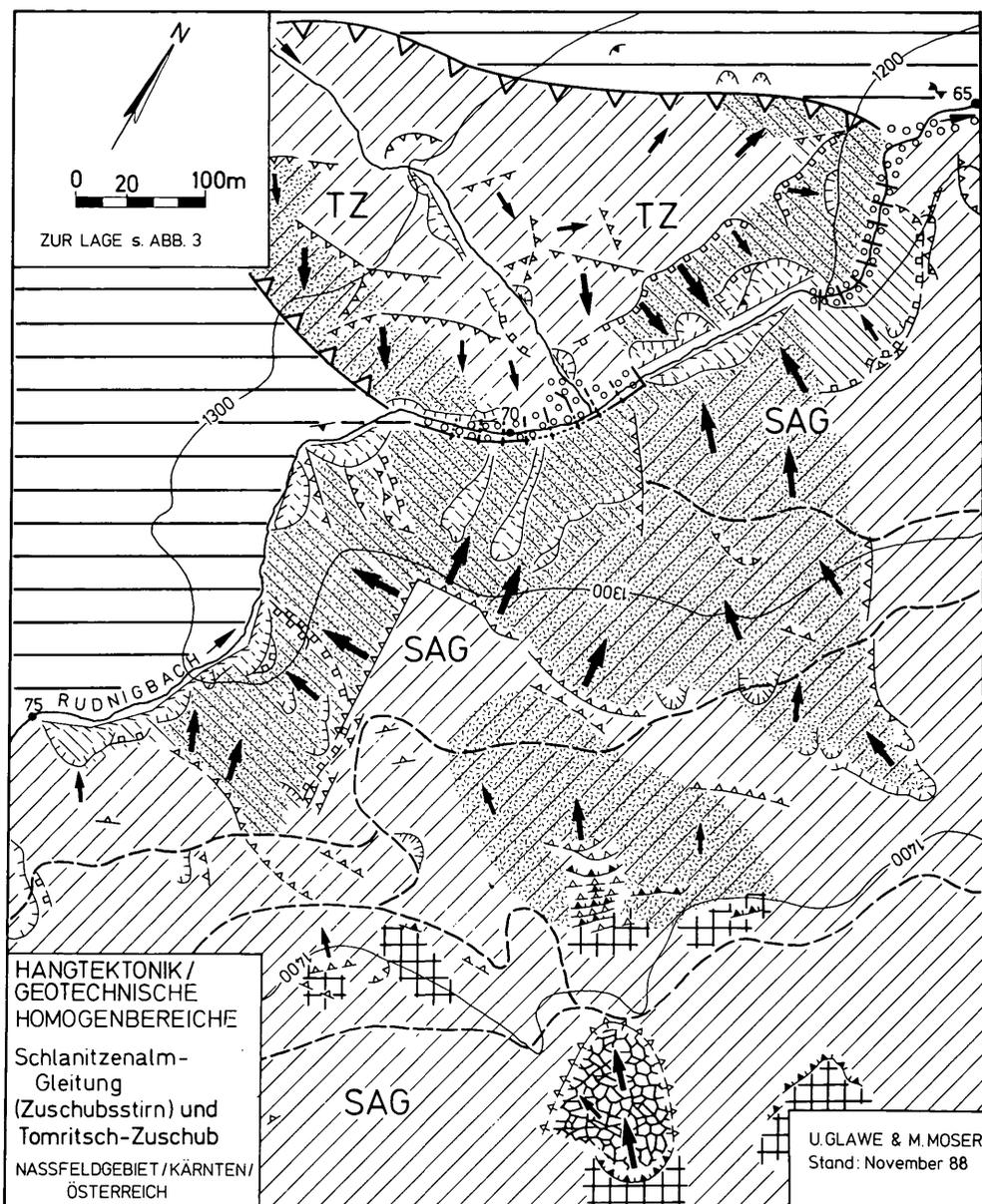


Abb. 5

Während der östlich der Linie Abteilungsgraben gelegene Teil der Schlanitzenalm-Gleitung nur geringfügige Anzeichen eines derzeit aktiven Talzuschubs aufweist, zeigt der westliche Bereich der Talzuschubsmasse deutliche Anzeichen aktiver Hangbewegung.

Gemäß der geotechnischen Ausbildung des Substrates, der hangtektonischen Gegebenheiten und der daraus resultierenden Hangmorphologie lassen sich mehrere Homogenbereiche ausscheiden (in vereinfachter Form in Abb. 3 dargestellt).

Schlanitzenalm-Gleitung; Zuschubsstirn und angrenzende Gebiete hm 59,0–65,9

In diesem Bereich lagert weitflächig eine geringmächtige Moränendecke auf den hangtektonisch bis zur Grobblockschutthalde zerlegten Naßfeldschichten. Es handelt sich um einen momentan relativ schwach bewegten Abschnitt der Schlanitzenalm-Gleitung. Die geringe Dynamik der Einhänge läßt sich mit folgenden Beobachtungen belegen:

- sehr breites (mitunter >60 m), nicht zugeschobenes Bachbett des Rudnigbaches
- geringe Mächtigkeit der Gleitmassen, da Hochwipfelschichten in kleinen Flächen im Abteilungsgraben und 200 m westlich davon zu Tage treten
- ruhige Hangmorphologie (Ausstriche von Bewegungsbahnen nur noch schematisch erkennbar)

Schlanitzenalm-Gleitung; Zuschubsstirn hm 65,9–76,6

Besonders die rechtsufrigen Einhänge des Rudniggrabens von hm 66,9–hm 76,6 zeigen deutliche Anzeichen verstärkter Zuschubsbewegungen. Dies äußert sich durch eine sehr starke Zerlegung des Gebirgsverbandes und in bis zu 60 m hohen Uferanbrüchen. Außerdem findet man langanhaltende deutliche hangtektonische Linien, die durch das Ausstreichen von Bewegungsbahnen relativ großer und tiefgreifender Gleitkörper bedingt sind. Die typische Ausbildung des Gebirges, der vorhandenen Anbrüche und der hangtektonischen Elemente kann der Abb. 5 entnommen werden.

Weiterhin lassen sich in einem geotechnischen Längenschnitt sehr gut die Ausstriche von Bewegungsbahnen, die Bildung großer Gleitkörper im 100-m-Bereich und die starke morphologische Gliederung der Talzuschubsstirn erkennen (s. Abb. 6).

Detaillierte Beschreibung der geotechnischen Verhältnisse am Profil AC (s. Abb. 6):

Eine bis zu 60 m hohe Blaike charakterisiert die Front der Zuschubsmasse im Bereich des Profils AB. Man findet mehrere Vernässungen in den übersteilten Uferanbrüchen in einer Höhe von 1280 m bei hm 69–70 hangparallel aneinandergereiht. Sie deuten auf einen Grundwasserhorizont hin, der für den darüberliegenden Bereich der Zuschubsstirn mit 15 m unter Geländeoberkante angenommen werden kann.

Die bis in ein Niveau von 1350 m extrem stark zerblockte Zone ist das Resultat der

rückschreitenden Gebirgsbewegungen, die durch die Auflockerung an der Zuschubsstirn (Uferanbruchzone) entstanden sind. Es schließt sich bergwärts ein Homogenbereich an, der bis zum Niveau 1390 m reicht. In dieser Zone läßt sich das rotationsförmige Ausgleiten von noch im Verband befindlichen Gesteinsschollen der Felsgüteklasse E beobachten. Außerdem beißt dort die Bewegungsbahn aus, die vermutlich den extrem zerblockten Bereich flachgründig begrenzt. Die großen Gebirgsbewegungen verursachen eine äußerst unruhige, stufige Hangmorphologie. Divergenzmessungen mit einem Bandextensometer zur Ermittlung der Geschwindigkeit aus dem Verband driftender Gesteinspakete ergeben relative Dislokationsbeträge im cm-Bereich/a (GLAWE, 1989).

Ein lokaler Grobblockschuttstrom charakterisiert den Bereich von 1405 m bis 1460 m. Die Abrißzone stellt eine größere Gleitscholle aus wechselgelagerten dickbankigen Karbonaten mit stark angewitterten schluffigen Schiefertönen dar. Unterhalb dieses nahezu halbkreisförmigen Nischen- bzw. Muschelanbruches gleitet die Lockergesteinsmasse als Grobblockschuttstrom mit erhöhtem Feinanteil abwärts. Die Stirn des Schuttstromes überfährt das darunterliegende Gebirge, dabei bildet sich ein Stirnwulst aus. Dieses Phänomen ähnelt morphologisch der Zunge eines vorstoßenden Gletschers.

TOMRITSCH-ZUSCHUB; HM 65,9–70,9 LINKSUFRIG

Die 500 m lange Zuschubsstirn dieses Talzuschubs beeinflusst besonders von hm 65,9–69,2 und von hm 69,5–70,8 die Sohle des Rudnigrabens. Die Mächtigkeit des vorwiegend aus Schiefertönen, Sandsteinen und karbonatischen Anteilen der Auernigschichten (KAHLER & PREY, 1963) bestehenden Zuschubskörpers dürfte 20 m nicht überschreiten. Den geotechnischen Aufnahmen zufolge handelt es sich wie an der Zuschubsstirn der Schlanitzenalm-Gleitung um ein flaches Einschieben der Zuschubsmassen in die Grabensohle. Die geotechnische Situation kann der Abb. 5 entnommen werden.

GEOTECHNISCHE SITUATION IM BEREICH DES ZWEISEITIGEN ZUSCHUBS IN DER GRABENSOHLE VON HM 65,9–70,9

In diesem Bereich liegen die beiden Sperrenabstaffelungen, die bei der Erneuerung im Verbauungsprojekt eine zentrale Stellung einnehmen werden (s. a. Abb. 3).

Untere Sperrenabstaffelung

Linksufrig werden die bestehenden Abstaffelungen vom Tomritsch-Zuschub, der sich hier als überwiegend feinkörnige Schutthalde präsentiert, überschoben. In der Grabensohle findet man acht intakte Steinsperren auf Holzkastenfundament. Die Bereiche dazwischen sind mit steinigem bis blockigem Murmaterial und Wildbachschutt gefüllt. Rechtsufrig zeigt die Schlanitzenalm-Gleitung nur geringfügige Anzeichen von Hangbewegungen.

Obere Sperrenabstaffelung

Linksufrig von hm 68,9–69,2 und hm 69,5–70,8 werden die vorhandenen Sperren durch die ins Bachbett drängenden Zuschubsmassen des Tomritsch-Zuschubs überschoben und beschädigt. Zwischen diesen Bereichen mündet ein bei normaler Witterung nur wenig wasserführendes Gerinne, das aber anläßlich exzessiver Niederschläge erhebliche Geschiebemenen aus dem Tomritsch-Zuschub bereitstellt. Die Grabensohle ist mit blockigem

Murmaterial erfüllt. Die bestehenden Konsolidierungssperren sind sowohl durch den aktiven Gebirgsdruck der Zuschubsmassen von Schlanitzenalm-Gleitung und Tomritsch-Zuschub als auch durch die schürfende Wirkung abgehender Muren stark beschädigt.

Das Areal zwischen den beiden Sperrenabstufungen ist durch starken beidseitigen Zuschub gekennzeichnet und stellt den Hauptgeschiebeherd im Rudniggraben dar. Linksufrig findet man auf der gesamten Strecke flache, durch Uferunterschneidung und Übersteilung entstandene, bis 20 m hohe Muschelanbrüche mit bergwärts staffelförmigem Zurückgreifen in z. T. bindigem Lockergestein vor.

Die Grabensohle ist oft nur zwei bis drei Meter breit und mit großen Blöcken versehen. Rechtsufrig sind flache, bis 15 m hohe Muschelanbrüche in schwachbindigem bis bindigem Substrat ausgebildet. Es läßt sich ständig, auch bei normaler Wasserführung des Rudnigbaches, ein Abtransport von Feinmaterial beobachten.

SCHLANITZENALM-GLEITUNG; OBERER TEIL (HÖHE 1450–1670)

Dieser Bereich der Schlanitzenalm-Gleitung präsentiert sich einerseits in stärker bewegten Zonen, die durch die Zerlegung größerer Schollen von Treßdorfer und Trogkofel-Kalken zu Blockfelder und von größeren absitzenden Gleitkörpern in zerlegten Naßfeldschichten gekennzeichnet sind.

Andererseits existieren schwächer bewegte Gebiete. Man findet hier z. T. mehr als hundert Meter lange, meist undeutliche Ausstriche von Bewegungsbahnen, die auf tiefgründige Bewegungen schließen lassen. Erwähnungswerte Anbrüche kommen im oberen Bereich der Schlanitzenalm-Gleitung nicht vor.

SPEZIELLE GEOTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DER TALZUSCHUBSSTIRN UND ANGRENZENDEN BEREICHEN

Im Verlauf des Studiums der Schlanitzenalm-Gleitung wurden an der Talzuschubsstirn geoelektrische und refraktionsseismische Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt, die maximale Mächtigkeit der bewegten Talzuschubsmasse entlang des Profils AB (Abb. 8; zur Lage s. Abb. 4) zu ermitteln. Die geophysikalischen Aufnahmen sollten die aus der Geländearbeit gewonnenen Erkenntnisse über die geologisch-geotechnische Situation an der Zuschubsstirn ergänzen.

Die gefundene Schichtgrenze zwischen zerlegtem, in Bewegung befindlichem Gebirge (Grobblockschutt mit größeren Festgesteinslinsen und Feinanteil) und kompaktem Gebirge ist vermutlich nicht identisch mit dem tiefsten Gleithorizont.

Geoelektrische Widerstandssondierungen

Die Aufnahme der Sondierungen erfolgte mit der Gleichstromapparatur GGA 30 (Fa. Bodenseewerke). Es wurden Sondierungen an insgesamt sechs Punkten (Abstand je 50 m) durchgeführt (Punkt -2 bis Punkt +3).

Dabei wurde als Elektrodenanordnung die Schlumberger-Anordnung gewählt. Die Elektrodenauslage erfolgte auf dem Profil und senkrecht dazu (transversal). Sechs Meßreihen wurden profilparallel, vier transversal durchgeführt. Die maximale Auslage betrug 900 m ($L/2 = 450$ m). Die Geländearbeiten fanden im November 1987 bei trockenem Wetter statt.

Die Meßergebnisse wurden mit einem PC-Programm, das auf Basis der linearen Filtermethode nach Gosh arbeitet, ausgewertet. Die Ergebnisse dieser computergestützten Berechnungen liefern Schichtmodelle für die jeweiligen Sondierungskurven. Dabei wird bei gegebenen spezifischen Widerstands- und Auslagewerten eine Kurve bestimmt, die der durch Messung ermittelten optimal anzupassen ist.

Bei dem angewandten Verfahren bleiben die prinzipiellen Grenzen der Geoelektrik bestehen. So wird z. B. angenommen, es handle sich um oberflächenparallele Schichtengrenzen; dies ist in der gegebenen geotechnischen Situation jedoch nicht immer der Fall.

Ergebnisse der geoelektrischen Sondierungen

Im Bereich des Profilplanes lassen sich zwei Homogenbereiche bezüglich der Schichtmächtigkeiten trennen (s. Abb. 7).

Bis Höhe 1320 m (Meßpunkte -2 bis 0) erkennt man eine geringmächtige Deckschicht mit max. Widerstandswerten von 32 Ohmm. Die Mächtigkeit schwankt zwischen einem und vier Metern. Den Geländeaufnahmen zufolge handelt es sich um eine stark bewegte Grobblockschutthalde mit erhöhtem Feinanteil.

Oberhalb davon (Meßpunkte +1 bis +3) ist eine vorhandene Deckschicht zwischen 13 und 18 m mächtig. Diese Deckschicht wurde bereits bei der Geländeaufnahme vermutet (s. Abb. 6). Die Geländeaufnahmen zeigen, daß man es mit größeren (bis etwa 20 m³), im Verband befindlichen Blöcken aus Pseudoschwagerinenkalken, die in einer feinkörnigen Matrix oberflächlich abgleiten (sekundäre Massenbewegung der Schlanitzenaln-Gleitung), zu tun hat.

Über das gesamte Meßprofil kann man eine bis max. 85 m mächtige Schicht erkennen, die meist niedrigere Widerstandswerte als die Unterlage aufweist. Die in der Deckschicht auftretenden Schwankungen zwischen 8 und 82 Ohmm sind durch laterale und vertikale Anisotropien im geologischen (folglich petrophysikalischen) Aufbau der Zuschubsmasse bedingt. Mit der Untergrenze dieser Homogenzone kann sowohl die Talzuschubsmasse als auch die darunterliegende, schon im unbewegten, anstehenden Gebirge befindliche und vermutlich einer Kataklastese unterworfenere Auflockerungszone erfaßt sein.

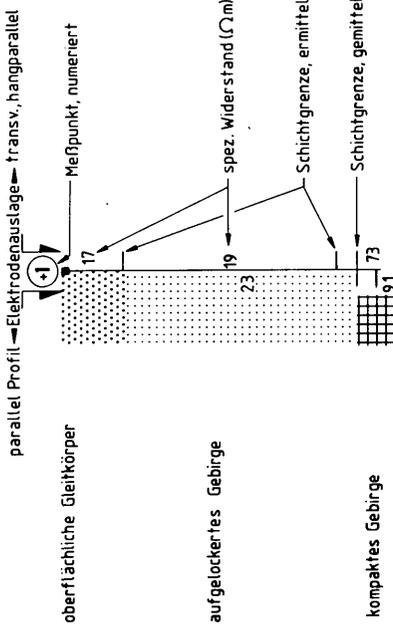
Bei dem bewegten Gebirge dürfte es sich, betrachtet man die spezifischen Widerstände, um stark durchfeuchteten Grobblockschutt von Sandstein, Kalk und Tonschiefern mit einem hohen tonigen Anteil handeln.

GEOELEKTRIK RUDNIGGRABEN, PROFIL AB Schlitzzenalmlleitung / Zuschubsstirn

Geoelektrische Sondierungen
SCHLUMBERGER - Anordnung

Elektrodenauslage

- ③ Transv Profil: 3 - Schichten-Modell (3 SM)
- ② parallel : 4 SM
- ① 3 SM
- ① 3 SM
- ① 2 SM
- ① 3 SM
- ① 3 SM
- ① 4 SM
- ② 3 SM



zur Lage des Profils s. Abb. 4

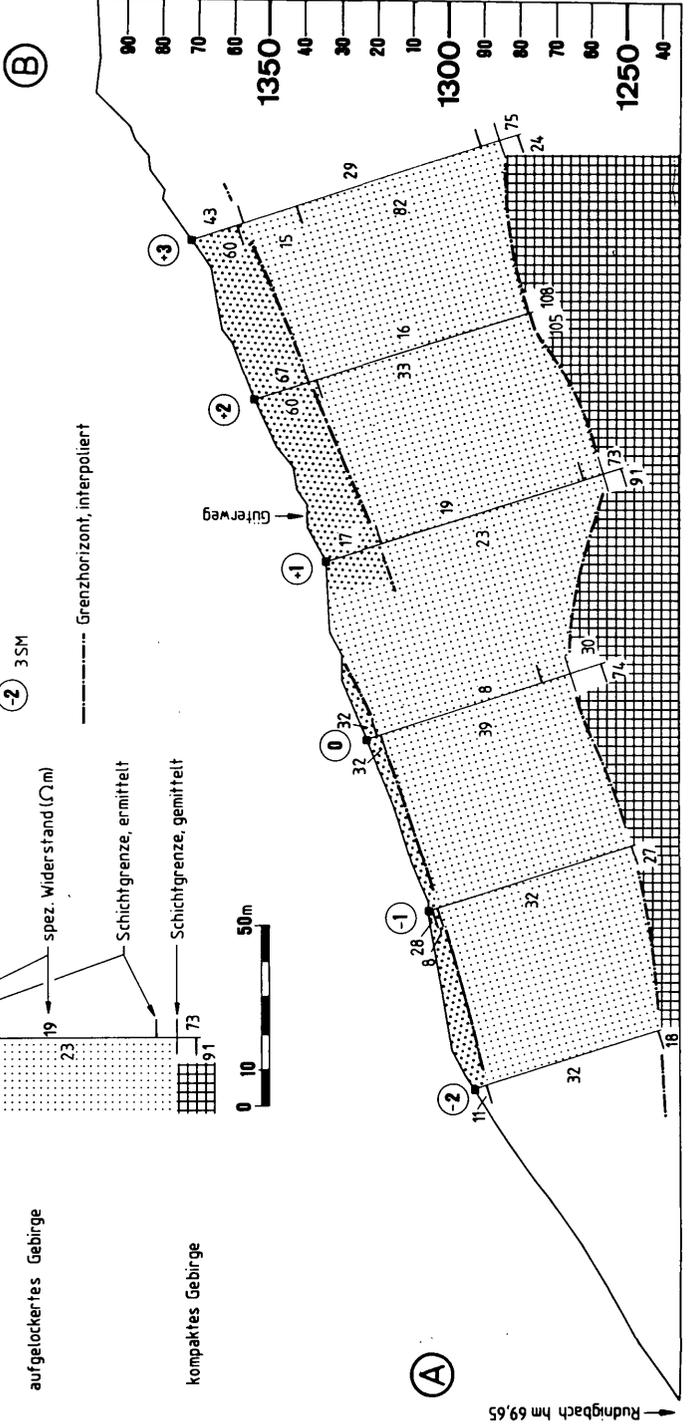


Abb. 7

Der relativ niedrige Widerstand hat seine Ursache in den im zwar aufgelockerten, jedoch nicht bewegten Gebirge vorhandenen Kluft- und Porenwässern. Die dorthin durch Suffosionsprozesse antransportierten gutleitenden tonigen Komponenten dieses Schichtpaketes sind in die Betrachtungen mit einzubeziehen, da sie die Widerstandswerte erheblich herabsetzen können.

Folgerungen aus den Meßergebnissen für die Ausbildung von Gleitkörpern an der Zuschubsstirn der Schlanitzen-Gleitung

Die aufgelockerte Felszone läßt sich deutlich vom kompakten Gebirge abgrenzen. Sie muß jedoch nicht mit der bewegten Talzuschubsmasse übereinstimmen. Die zum Hang hin steigenden Mächtigkeiten dieser Schicht sind signifikant. Lediglich Meßpunkt 0 zeigt eine geringere Mächtigkeit für diese Zone an. Dies könnte man mit einer größeren, im Verband befindlichen Gleitscholle erklären.

Den festgestellten Mächtigkeiten zufolge ist im Bereich der Zuschubsstirn der Schlanitzenalm-Gleitung mit einem insgesamt translationsförmigen Einschleichen der Zuschubsmassen in die Grabensohle zu rechnen. Außerdem heben sich vom Zuschubskörper oberflächliche, sekundäre Gleitkörper ab. Diese Vorstellung unterstreicht auch eine Gesamtbetrachtung der Schlanitzenalm-Gleitung. Die Ausbildung von Bruchmuscheln ist an der Zuschubsstirn durch die Geoelektrik nicht belegbar.

Die Mächtigkeit der Talzuschubsmasse ist gemäß der geoelektrischen Ergebnisse im Bereich mit 50–85 m anzunehmen.

Diskussion Refraktionsseismik – Geoelektrik am Profil AB, Schlanitzenalm-Gleitung – Zuschubsstirn

Bei den refraktionsseismischen Messungen der WLV (ANGERER, 1985) konnte die Grenze zwischen anstehendem und aufgelockertem Gebirge nur zwischen Höhe 1315 m und 1340 m erfaßt werden, wobei die Mächtigkeit der aufgelockerten Schicht etwa 30 bis 40 m beträgt. Hier liegen die geoelektrisch ermittelten Widerstandssprünge dieses Grenzhorizontes 35 m tiefer. Ursache kann das differenzierte Ansprechen der beiden geophysikalischen Meßmethoden auf unterschiedliche petrophysikalische Parameter des Gebirges sein; dadurch wird bei beiden Meßverfahren nicht immer dieselbe Grenze gefunden, ein direkter quantitativer Vergleich kann somit irreführend sein.

Die geophysikalischen Untersuchungen (Seismik, Geoelektrik) lassen ohne Eichung (Bohrlochmessungen) nur bedingt Schlüsse über den Tiefgang der Schlanitzenalm-Gleitung an der Zuschubsstirn zu.

LÄNGENSCHNITT RUDNIGBACH; GRABENSOHLE hm 69,65 bis 1680 m / SCHLANITZENALMGLEITUNG; PROFIL AD zur Lage s. Abb. 4

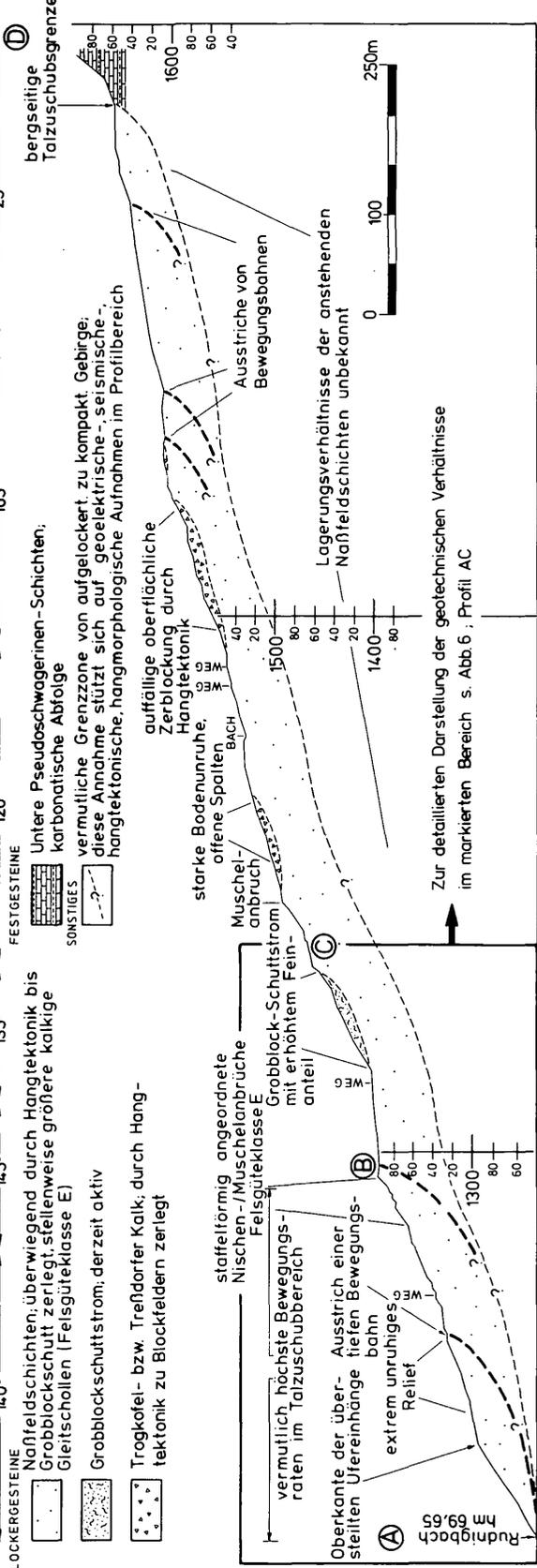


Abb. 8

Folgerungen aus den Geländeaufnahmen und geophysikalischen Untersuchungen für die Lage und Form von Gleitzonen im Bereich des Gesamtprofiles AD (s. a. Abb. 8)

Für die untersten Einhänge der Schlanitzenalm-Gleitung dürfte eine Gleitzzone bei 1330 m unterhalb des Güterweges ansetzen. Für diesen Gleitkörper ergibt sich eine Mächtigkeit von etwa 30 m mit einer basalen Gleitbahn, die an der Grabensohle des Rudnigbaches ausstreicht und ein flaches Einschleiben des Zuschubkörpers in die Grabensohle bedingt. Des Weiteren ist eine tieferliegende Gleitbahn wahrscheinlich, die ihren Ausstrich bei ca. 1400 m besitzt und einen 50 bis 60 m mächtigen Gleitkörper im Niveau von 1330 m vermuten läßt.

Der Talzuschubkörper weist entlang des Profils AD von der Höhenlage 1350 m bis 1600 m eine mehr oder weniger gleichbleibende Mächtigkeit von etwa 60 m auf. Aufgrund der langdurchhaltenden hangtektonischen Elemente ist mit der Ausbildung mächtiger Gleitkörper im oberen Bereich der Schlanitzenalm-Gleitung zu rechnen. Insgesamt gesehen ist die Bewegungsform der Zuschubsmasse für den Bereich des Profils AD translationsförmig anzunehmen. Es liegt jedoch aufgrund der Geländeaufnahmen nahe, daß einzelne kleinere, die Talzuschubsmasse aufbauende Gleitkörper rotationsförmig absitzen.

MADRITSCHEN-ZUSCHUB

Ein weiterer, wahrscheinlich völlig inaktiver, verheilter Talzuschub konnte an den NW-Einhängen des Madritschen auskartiert werden (s. Abb. 3). Dieser Zuschub reicht vom Bachbett bis zur Höhe 1830 m. Die nordöstliche Grenze des Madritschen-Zuschubs bildet ein ständig wasserführendes Gerinne (Mündung in den Rudnigbach bei hm 90,0).

Im Zuschubsgebiet lagern in weiten Teilen mächtige Quarzkonglomerat-schollen und -blöcke auf einer tonig-sandigen Grundmasse. Sie wurden aus den Felsabstürzen knapp westlich der Kammlinie Madritschen-Treßdorfer Höhe in Form von Felsstürzen bzw. absackender, im Verband befindlicher Gebirgskörper antransportiert. Mehr als 100 m lange, verheilte Ausstriche von Bewegungsbahnen und eine wellig-stufige Hangmorphologie weisen auf frühere Massenbewegungen größeren Maßstabes hin. An der Zuschubstirn, den direkten Bacheinhängen, sind große verwaschene Muschelabrüche nur noch schematisch erkennbar. Der Madritschen-Zuschub scheidet wegen seiner derzeitigen Hangstabilität als markanter Geschiebeherd für das obere Einzugsgebiet des Rudnigbaches aus; Anzeichen derzeitiger Instabilitäten konnten am Zuschubkörper nicht beobachtet werden. Jedoch ist mit weiteren Nachbrüchen aus den bis zu 30 m hohen südöstlichen Begrenzungswänden des Talzuschubsgebietes jederzeit zu rechnen.

BERGZERREISSUNG TRESSDORFER HÖHE

Im Gebiet der Treßdorfer Höhe können weitflächige Bergzerreißungsvorgänge beobachtet werden (s. Abb. 3). Bereits FELSER & KAHLER (1956:206) beschrieben dieses Phänomen geologisch-morphologisch und stellten dabei fest, daß „man alle Stadien des Verbruches beobachten kann“.

Aus den am Gipfelkamm der Treßdorfer Höhe mit 10–20° nach W einfallenden, anstehenden, massig und gebankten Unteren Pseudoschwarzerin-Schichten gleiten mächtige Blockmassen auf einer vermutlich planaren, durch Feinklastika vorgezeichneten Gleitzone nach Westen. Diese Gebirgsmassen werden im Lauf der Gleitbewegungen verstellt und zerlegen sich dabei. In Höhe 1670 m ist eine konvexe Hangkante ausgebildet, die das Blockfeld (mittl. Hangneigung 12°) von der Felssturzhalde (mittl. Hangneigung 30°) trennt. Diese Schutthalde aus rein psephitischem Felssturzmateriale verdankt ihre Existenz ausschließlich den postglazialen Bergzerreißungsvorgängen und den damit verbundenen Felsstürzen.

Durch spezielle geotechnische Untersuchungen mit Hilfe von Konvergenz- bzw. Divergenzmessungen (GLAWE, 1989) konnten erste Aussagen über die Kinematik eines solchen Bergzerreißungsfeldes getroffen werden. Im Bereich der obersten Abrißkluft waren in der Zeit von Oktober 1987 bis Juni 1988 keine die Meßgenauigkeit ($\pm 0,3$ mm) übersteigenden Distanzänderungen zu verzeichnen. Dagegen sind die relativen Bewegungsbeträge im Bereich der Hangkante signifikant und liegen im cm-Bereich/Jahr, wobei an einigen Meßstrecken die Geschwindigkeitskurve über den Untersuchungszeitraum linear zu sein scheint.

DANK

Für die Bereitstellung von Meßgeräten danken wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Weiters gilt unser Dank dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, und der Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Kärnten, sowohl für die Überlassung von Unterlagen als auch für die teilweise übernommenen Reisekosten. Für die Beratung und Mithilfe bei den geophysikalischen Untersuchungen sind wir Herrn Dr. J. Pohl, Institut für Allgemeine und Angewandte Geophysik der Universität München, zu Dank verpflichtet.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Naßfeldgebiet der Karnischen Alpen wird der hintere Rudniggraben von den Großhangbewegungen der westlichen Schlanitzenalm-Gleitung, dem Tomritsch-Zuschub, dem Madritschen-Zuschub und der Bergzerreißung Treßdorfer Höhe geprägt. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Erfassung der westlichen Schlanitzenalm-Gleitung und der Bergzerreißung Treßdorfer Höhe mittels geologisch-geotechnischer Gelände-

aufnahmen, Konvergenzmessungen und geophysikalischen Untersuchungen gelegt.

Der Zuschubskörper der Schlanitzenalm-Gleitung wird von permokarbenen Naßfeldschichten mit unterschiedlichem Zerlegungsgrad aufgebaut und läßt sich in mehrere geologisch-geotechnische Homogenbereiche gliedern. Diese Areale unterscheiden sich lithofaziell, hydrogeologisch, in der technischen Gebirgsausbildung und der daraus resultierenden Form von Anbrüchen und hangtektonischen Elementen. Die etwa 1,5 km lange und 45–60 m mächtige Schlanitzenalm-Gleitung weist primär eine translationsförmige Bewegungsform auf, setzt sich jedoch aus rotationsförmig absitzenden Gleitkörpern zusammen. An der Zuschubsstirn kommt es zur Ausbildung von oberflächlich stark bewegten Zonen. Auf einer Strecke von 500 m rückt der Tomritsch-Zuschub von der gegenüberliegenden Talseite in die Sohle des Rudniggrabens; dies führt zur Situation des beidseitigen Zuschubs und starker Geschiebeherdbildung. An der Treßdorfer Höhe kriecht eine karbonatische Abfolge der Unteren Pseudoschwagerinenkalke in Blockform auf einer durch Feinklastika vorgezeichneten Gleitzone talwärts. Diese Bewegung wird von einer Rotation der Großblöcke begleitet, wobei eine vollständige Gebirgszerlegung im Verlauf der Hangbewegung erfolgt.

Im Rahmen des Verbauungsprojektes Oselitzenbach und eines Forschungsprogrammes sind besonders an der westlichen Schlanitzenalm-Gleitung weitere geotechnische Detailuntersuchungen vorgesehen. Sie werden u. a. Bohrlochneigungsmessungen an der Schlanitzenalm-Gleitung, kontinuierliche Präzisionsextensometer- und Horizontalinklinometermessungen an der Bergzerreißung Treßdorfer Höhe umfassen.

LITERATUR

- ANGERER, J. (1985): Bericht über refraktionsseismische Messungen am rechtsufrigen Einhang des Rudniggrabens, Gde. Tröpolach. – Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Gailtal, Villach.
- BUGGISCH, W., E. FLÜGEL, F. LEITZ & G. F. TIETZ (1976): Die fazielle und paläogeographische Entwicklung im Perm der Karnischen Alpen und in den Randgebieten. – Geol. Rdsch., 65, 649–690, Stuttgart.
- BRANDECKER, H. (1971): Die Gestaltung von Böschungen in Lockermassen und in Fels. – Forsch.-Ber. Forschungsges. Straßenwesen im österreichischen Ingenieur- und Architektenverein 3, 59 S., Wien.
- FEISER, K., & F. KAHLER (1956): Die Bildung schmaler Felskämme durch Bergzerreißung und Talzuschub. – Mitt. Geogr. Ges., 98, 204–208, Wien.
- FLÜGEL, E. (1981): Permian reefs in the Southern Alps. – Guide book, Int. Symp. Triassic Reefs 1981, 6–23, Erlangen.
- GLAWE, U. (1989): Geologisch-geotechnische Untersuchungen an der Schlanitzenalm-Gleitung und der Bergzerreißung Treßdorfer Höhe (Karnische Alpen/Österreich). – Unveröffentlichte Diplomarbeit, 100 S., Universität Erlangen–Nürnberg.

- HOMANN, W. (1972): Unter- und tief-mittelpermische Kalkalgen aus den Rattendorfer Schichten, dem Trogkofel-Kalk und dem Treßdorfer Kalk der Karnischen Alpen (Österreich). – *Senck. leth.*, 53, H. 3/4, 135–313, Frankfurt.
- KAHLER, F., & S. PREY (1963): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Naßfeld-Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen. – *Geol. B.-A.*, 115 S., Wien.
- MOSER, M., J. ANGERER & S. SEITZ (1988): Geotechnische Untersuchungsergebnisse des Verbauungsprojektes Oselitzenbach/Kärnten. – *Int. Symp. „Interprävent“* – Graz, Tagungspublikation 3, 77–102, Graz.
- MOSER, M., & T. WINDISCHMANN (1989): Die Reppwandgleitung/Kärnten – Geologische und geotechnische Betrachtungen. – *Oberrhein. geol. Abh.*, 35, 157–176, Stuttgart.
- SCHÖNLAUB, H. P. (1987): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 198/Weißbriach. – *Geol. B.-A.*, Wien.
- SKOLAUT, H. (1985): Technischer Bericht für das Verbauungsprojekt Oselitzenbach. – Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbau, Sektion Kärnten, Villach, 108 S., interner Bericht.
- VENTURINI, C., et al. (1982): La discordanza ercinia, il tardorogeno e il postorogeno nella geologia del Passo di Pramollo. – In CASTELLARIN, A., & VAI, G. (eds.): *Guida Alla Geologia Del Sudalpino Centro-Orientale*. – S.G.I.:305–319, 11 Abb., Bologna.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. M. MOSER, Dipl.-Geol. U. GLAWE, Lehrstuhl für Angewandte Geologie, Universität Erlangen–Nürnberg, Schloßgarten 5, D-8520 Erlangen.