

**FESTSTELLUNG DER URSACHEN DER HANGRUTSCHUNGEN  
IM BEREICH RENIGEN/HAUSROCK (OÖ)**

von

**Leopold Weber**  
mit einem Beitrag von Herbert Heinz

---

Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie;  
Grundlagen der Rohstoffversorgung, Heft 7, Geotechnik  
und Sicherheit im Bergbau - Wasser und Bergbau, Seminar  
in Bad Aussee vom 9. bis 11. Mai 1983, Wien 1984.

**FESTSTELLUNG DER URSACHEN DER HANGRUTSCHUNGEN  
IM BEREICH RENIGEN/HAUSRUCK (OO)**

von Leopold Weber  
mit einem Beitrag von Herbert Heinz

**Zusammenfassung**

Ab März 1979 gerieten im Bereich von Renigen, rd. 3 km NE von Frankenburg im Haueruck (Oberösterreich) entfernt, gewaltige Lockersedimentmassen in Bewegung. Im Frühjahr 1979 hatte der in Rutschung befindliche Bereich bereits ein Ausmaß von 0,6 km<sup>2</sup>. Mehrere Anwesen im Bereich der Ortschaft Renigen wurden dabei derart in Mitleidenschaft gezogen, daß sie wegen akuter Einsturzgefahr abgetragen werden mußten.

Bereits zu Anbeginn der Hangrutschung wurde ein direkter Zusammenhang mit den Abbautätigkeiten der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerke AG vermutet. Durch ein detailliertes geotechnisches Untersuchungsprogramm konnte allerdings der Nachweis erbracht werden, daß zwischen Rutschung und Bergbautätigkeit weder ein indirekter noch ein direkter Zusammenhang steht. Die Rutschung ist vielmehr auf die unglückliche Koinzidenz mehrerer Faktoren wie Unterschneidung des Hangfußes durch verstärkte Erosion, die ungünstige inhomogene lithologische Zusammensetzung des Untergrundes, langsames, aber stetes stromartiges Abgleiten nicht bindiger Lockersedimentmassen in ehemaligen Erosionsrinnen, durch Ionenaustausch begünstigte Rutschfreudigkeit der Tonminerale usw. zurückzuführen.

Die Beweisführung erfolgte in erster Linie durch eine geotechnische Aufnahme des Rutschgeländes einschließlich der näheren Umgebung, hydrochemische Analyse von Quellaustritten und Gerinnen, fotogeologische Auswertung von Luftbildpaaren verschiedener Befliegungen sowie ein geophysikalisches Meßprogramm.

Eine Sanierung des Rutschhanges scheint prinzipiell unter bestimmten Voraussetzungen, allerdings unter enormem Kostenaufwand möglich. Zur Zeit wird die Möglichkeit überprüft, ob die im Rutschbereich befindlichen Kohlenvorkommen wirtschaftlich abgebaut werden können.

Seit März 1979 geriet im Bereich von Renigen, rd. 3 km NE von Frankenburg im Hausruck (Oberösterreich) gelegen, ein Geländestreifen im Ausmaß von 600 m Länge und 1000 m Breite langsam aber stetig in Bewegung.

Im Frühjahr 1980 wurden auch Schäden durch weitere Hanggleitungen am Wetterschacht Ottigen entdeckt.

In der weiteren Folge erreichte das Schadensbild stellenweise ein derart katastrophales Ausmaß, daß mehrere Anwesen in Folge akuter Einsturzgefahr abgesiedelt bzw. abgetragen werden mußten.

Bereits kurz nachdem die ersten Schäden durch die Rutschung an den Gebäuden sichtbar wurden, wurde der Verdacht laut, daß zwischen Rutschung und Abbautätigkeit der WTK ein Zusammenhang bestünde. Tatsächlich befanden sich Ende März 1979 mehrere Strebbaue in unmittelbarer Nähe des Schadensbereiches, sodaß der Verdacht aufs Erste keineswegs unbegründet schien.

Auf Grund dieser Annahme wurden von Dr. Wieser und Dipl.-Ing. Dr. mont. E. Czubik Gutachten erstellt. Während Wieser sowohl eine direkte als auch eine indirekte Beeinflussung durch die Bergbautätigkeit ausschloß, wollte Czubik einen direkten Zusammenhang zwar nicht erkennen, eine indirekte Beeinflussung allerdings auch nicht ausschließen. In letzterem Gutachten wurde allerdings nur ungenügend auf geologische Zusammenhänge eingegangen. Durch ein integrierendes geotechnisches Untersuchungsprogramm durch die Berichtersteller wurde allerdings schrittweise der Nachweis erbracht, daß kein Zusammenhang zwischen Rutschung und Bergbautätigkeit besteht. Auf die mögliche Ursache von Rutschungen dieser Art, sowie die Methoden, die zur Klärung der Auslösung derselben angewendet wurden, wird im folgenden näher eingegangen.

## **1. VORANGEGANGENE UNTERSUCHUNGEN**

Nachdem die ersten Schäden an Terrain und Gebäuden beobachtet wurden, wurden zur Klärung der Ursache der Rutschung Gutachten von Dr. Wieser bzw. Dipl.-Ing. Dr. mont. E. Czubik erarbeitet.

Wieser führte die Schäden an den Gebäuden in erster Linie auf die unsachgemäße Bauweise zurück. Zu- und Umbauten der Häuser wären ohne Berücksichtigung des Untergrundes errichtet worden: "Die Belastung durch die neuen Massivziegelbauten beantwortet der weiche Boden durch Setzungen und Aufwölbungen".

Vollinhaltlich kann auch den Ausführungen von Czubik gefolgt werden, die auszugsweise lauten: "Keines der in Rede stehenden Objekte (der KT inbegriffen) wurde in der Vergangenheit unterbaut, noch sieht dies die zukünftige Abbauplanung vor. Die größte Annäherung des Strebs an das zunächst gelegene Gehöft (Renigen 1, Sommersberger) war Ende März 1979 mit 100 m gegeben, der Höhenunterschied zwischen Abbauniveau und Erdgeschoßniveau des Gehöfts beträgt 44 m, das entspricht einem Begrenzungswinkel von rund  $24^\circ$ . Die aus Messungen abgeleitete Größe des Einwirkungswinkels von  $60^\circ$  bei ähnlichen Verhältnissen läßt auf einen Grenzwinkel von rund  $55^\circ$  schließen, würde man einen völlig unrealistischen Grenzwinkel von  $45^\circ$  den Überlegungen zugrunde legen, so schließen die oben errechneten  $24^\circ$  aus, daß der Abbau das in Rede stehende Gehöft direkt beeinflusst haben kann.

Dazu kommt, daß das Objekt in jedem Falle zum Abbau hin, also nach Osten zu bewegt worden sein müßte, läge eine direkte Abbaueinwirkung vor, stattdessen kommt der Bewegungsschub, der den Garagenbau beeinträchtigt, aus dem Osten, drückt also nach Westen.

Auch die Aufwölbungen des Fußbodens in der nichtunterkellerten Küche des Altbaues können bei dem gegebenen geologischen Schichtaufbau in keinem Fall mit einer direkten Einwirkung des Abbaues aus Streb 2/1 erklärt werden. Der Streb 2/2 wird auf der selben Front wie Streb 2/1 gestoppt werden, eine direkte Einwirkung ist auszuschließen; der Streb 2/3 bleibt noch weiter entfernt, für ihn gilt das Gesagte. Die geringste Entfernung des Abbaues 2/1 vom Anwesen Schnöllhof 12 (Wageneder) war mit Ende März 1979 gegeben, dann wurde der Streb nach Abbau 2/2, gelegen im Süden des Abbaues 2/1, übersiedelt, betrug 510 m. Bei einem Höhenunterschied Abbauniveau - Erdboden beim Gehöft Schnöllhof 12 von 10 m (das Gehöft liegt höher) ergibt sich ein Begrenzungswinkel von  $1,1^\circ$ , eine direkte Abbaueinwirkung ist auszuschließen".

Durch die vorliegenden geologischen, hydrochemischen sowie geophysikalischen Untersuchungen wurde darüberhinaus gezeigt, daß weder ein direkter, noch ein indirekter Zusammenhang zwischen Bergbauaktivitäten und Rutschung besteht.

## **2. MÖGLICHE URSACHEN VON RUTSCHUNGEN**

Hangrutschungen in Lockersedimenten sind schwerkraftbedingte Bewegungen größerer, zusammenhängender Massen. Die Ursachen von Rutschungen sind vielfältig. Meist wird eine Rutschung durch das gleichzeitige Zusammenwirken mehrerer, unabhängiger Faktoren ausgelöst. Im folgenden soll kurz auf einige mögliche Ursachen von Massenbewegungen in Lockersedimenten eingegangen werden:

### **2.1 Unterschneidung des Hangfußes**

Durch fließendes Wasser kann der Hangfuß soweit angeschnitten werden, daß die Hangstabilität nicht mehr gewährleistet ist. Das dabei entstehende Massendefizit wird durch Nachgleiten der Rutschmasse kompensiert. Typische Erscheinungsbilder dafür sind muschelförmige Abtreppungen in Ufernähe, wulstförmiges Überhängen des Ufergeländes.

Eine Rutschung wird solange andauern, bis eine (pseudo-) stabile Lagerung erreicht ist.

### **2.2 Erhöhung des Porenwasserdruckes**

Treten in vorwiegend wasserstauenden tonigen Sedimenten Sandlinsen in Erscheinung, ist die Gefahr von Rutschungen dann gegeben, wenn

- die Lagerung  $\pm$  hangparallel oder steiler ist und
- keine ausreichende Entwässerung erfolgen kann.

Wird nun aus verschiedenen Gründen Wasser zugeführt, kann der Druck des Porenwassers die Höhe des Erddruckes übersteigen, wodurch Rutschungen ausgelöst werden können. "Genügt der erhöhte Wasserdruck allein nicht, um die Stabilität zu

gefährden, kann er aber längere Zeit einwirken, so kann durch den Festigkeitsverlust des Bodenmaterials trotzdem eine Rutschung verursacht werden" (aus: C.VEDER 1979).

### 2.3 Natürliche Elektroosmose

In dem Grenzbereich oxidierender und reduzierender Lockergesteine, so etwa von braungrauen Tonen / Sanden zu grau-blauen oder grünen Tonen / Sanden kann durch eine natürliche Elektroosmose Wasser in vermehrtem Maße zugeführt werden, wodurch eine Rutschgefahr hervorgerufen wird. Bei dieser natürlichen Wasserzufuhr ist im Gegensatz zum normalen drucklosen Kapillarwasseraufstieg die Porenflüssigkeit nicht drucklos. Der merkliche Kapillarwasserüberdruck wirkt sogar gegen einen auflagernden Erddruck und bewirkt eine merkliche Herabsetzung der Scherfestigkeit (vergleiche F.HILBER in C.VEDER 1979).

### 2.4 Ionenaustausch

Bedingt durch tonmineralogische Eigenschaften kann durch den Austausch mehrwertiger Ionen (Kalzium) gegen einwertige Ionen (Natrium, Ammonium, Kalium) die Wasseraufnahme erheblich verstärkt werden. Dadurch wird jedoch die Festigkeit von Tonmineralen erheblich vermindert. Ionenaustausch kann nach C.VEDER 1979 durch

- Stallabwässer
- undichte Jauchengruben und Fäkalsammelgruben
- Versickerung und Verrieselung von Fäkalabwässern und Industrieabwässern
- undichte Abwasserkanäle bzw. freie Gerinne
- Salzstreuung auf Straßen
- Überdüngung mit Kali- und Ammoniumdünger
- Verwitterung von natrium- und kaliumreichen Gesteinen oder Böden

hervorgerufen werden.

Ionenaustausch bewirkt aber gleichzeitig eine verstärkte Wasseraufnahme:

Trockener Montmorillonit nimmt z.B. bereits aus wasserdampf-gesättigter Luft soviel Wasser auf, daß sein Volumen um ca. 30 % zunimmt, und somit eine knetbare Masse entsteht. Ein Gramm Montmorillonit kann dabei etwa 1 Gramm Wasser aufnehmen. In Berührung mit flüssigem Wasser steigt aber der Wassergehalt bis auf 5 Gramm pro Gramm Montmorillonit, wobei sich das Volumen bis auf das 20-fache vergrößern kann und der Widerstand gegen die Verformung gleich Null wird. Man erhält somit eine Masse, die wie Wasser fließt.

## **2.5 Versagen von Dränagesystemen**

Im näheren und weiteren Rutschbereich von Renigen werden die zufließenden Wässer durch Dränage gesammelt. Wird jedoch ein derartiges künstliches Dränagesystem unwirksam (Verlegung der Dränagerohre durch Schlamm, Zerdrückung infolge Belastung schwerer Fahrzeuge etc.) wird unter Umständen jenes Wasser, welches großflächig gefaßt wurde und kontrolliert abgeführt werden sollte, in verstärktem Maße dem Boden unter der Geländeoberfläche zugeführt.

## **2.6 Vermehrtes Eindringen von Oberflächenwässern durch Veränderung der Morphologie**

Der Bereich unterhalb des Wetterschachtes bis zum Renigenbach ist, wie auf Luftbildern verschiedener Befliegungsperioden erkennbar ist, von Bodenwalzen und Wülsten aus früheren aktiven Rutschungsperioden überdeckt gewesen. Da diese wellige Geländeoberfläche für die landwirtschaftliche Nutzung keineswegs günstig war, wurden diese Rutschstrukturen einplaniert. Durch dieses Einebnen wurde jedoch flächenhaft das Sand-Tongebirge bloßgelegt, wodurch das eindringende Oberflächengewässer unverhältnismäßig mehr Fläche zum Eindringen vorfand, als im aufgewölbten, von Rutschwülsten übersäten Gelände.

Durch derartige "oberflächenkosmetische Eingriffe" wird darüber hinaus möglicherweise die inzwischen hergestellte Stabilität erneut gestört.

## **2.7 Verminderung der Stabilität geologischer Körper durch den Grundwasserstrom**

Grundwasser, welches in besonders bevorzugten Bereichen wie Rinnen usw. abströmt, kann, bei besonders geartetem Schichtaufbau des Aquifers, dessen Stabilität negativ beeinflussen. Diese Muldenfüllung kann unter besonderen Voraussetzungen im Bezug zum Rinnenrand stromartig grundwasserabflußparallel bewegt werden, wobei Rutschungen ausgelöst werden können.

## **3. METHODEN DER BEWEISFÜHRUNG**

Um eine objektive Feststellung der Ursachen der Rutschung zu gewährleisten, wurde von Anbeginn der Untersuchung getrachtet, mehrere, voneinander unabhängige Methoden einzusetzen. Aus diesem Grunde gelangten geologische, hydrochemische und geophysikalische Untersuchungsmethoden integrativ zum Einsatz.

Die geologischen Methoden konzentrierten sich in erster Linie auf eine Aufnahme sämtlicher rutschungsrelevanter Erscheinungen wie Abrißnischen, Bodenwalzen, Säbelwuchs von Bäumen (Fig. 1), die Auswertung von rd. 40 Bohrungen der WIK sowie die Interpretation von Luftbildpaaren aus vier Befliegungsperioden. Eine wesentliche Unterstützung der genannten Arbeiten erfolgte durch chemische Wasseranalysen, um allenfalls auf Ionenaustausch rückschließen zu können. Durch die geophysikalischen Vermessungsarbeiten konnte die räumliche Situation einschließlich der qualitativen Zusammensetzung des Rutschareals besser erfaßt werden.

### **3.1 Fotogeologische Interpretation**

Ein besonderes Augenmerk wurde der fotogeologischen Interpretation zugemessen, zumal vier verschiedene Luftbildpaare aus verschiedenen Befliegungszeiträumen zur Verfügung standen.



Das Stereopaar 1 stammt aus dem Jahre 1953, Stereopaar 2 aus dem Jahre 1969, Stereopaar 3 aus dem Jahre 1976 und Stereopaar 4 aus dem Jahre 1979, wurde also bereits während der letzten Rutschungsperiode aufgenommen.

Sämtliche Luftbildpaare erwiesen sich für eine Interpretation bestens geeignet. Generell ist zu bemerken, daß zwischen den Ortschaften Geldigen im Süden und Pehigen im Norden mehrere Rutschareale verschiedenen Alters bestehen. Bereiche, in denen unter stereoskopischer Betrachtung der Luftbildpaare Rutschungen zu beobachten sind, sind von den unversehrten Arealen deutlich unterschieden: Die meist konvexe Oberflächenmorphologie im Rutschbereich ist deutlich buckelig bis wulstförmig, mit relativ deutlichen Abrißnischen sowie Rutschungsstirnen. Die verschiedenen, fleckenartigen Grauwerte im Rutschbereich sind u.a. auf die verschiedene Durchfeuchtung des Bodens, aber auch die stärkere Durchmischung des Bodens mit umgelagertem Schotter, hervorgerufen durch die Rutschbewegung selbst, zurückzuführen. Da die Rutschstrukturen bereits auf dem ältesten Luftbildpaar erkennbar sind, sind diese Massenbewegungen somit keineswegs als Erscheinungen neuester Zeit, sondern vielmehr als alte Ereignisse zu deuten.

Generell sind im bearbeiteten Abschnitt vier Rutschbereiche zu unterscheiden:

- die Rutschung beim Wetterschacht
- die Rutschmasse von Renigen
- der Rutschbereich beim Gehöft Wageneder
- die Rutschung im Bereich von Geldigen

Auf dem Stereopaar aus dem Jahre 1953 sind alle vier Rutschbereiche erkennbar. Im Bereich des Bachbettes sind noch kaum Anzeichen einer verstärkten Erosion bemerkbar. Es fällt außerdem ein massiver Waldbestand auf. Es ist bemerkenswert, daß im Bereich des Gehöfts Wageneder noch keine Fischteiche existieren.

Aus dem Luftbildpaar der Befliegung 1969 (Abb.1) sind ebenfalls alle vier Rutschungen erkennbar. Neben einer leichten Dezimierung des Waldbestandes, ist aber bereits eine merkliche Erosion erkennbar. Im Bereich des Gehöfts Wageneder

sind Fischteiche angelegt. Besonders auffällig ist allerdings eine Schlägerung bzw. Materialentnahme in der Waldzunge südöstlich des Gehöfts Wageneder.

Es ist bemerkenswert, daß auch auf der gegenüberliegenden Talseite Anzeichen von Rutschungen bestehen. Auf dem Luftbild ist unter stereoskopischer Beobachtung klar und deutlich erkennbar, daß ein wulstförmiges Widerlager nicht nur direkt zum Gehöft Wageneder (Schnöllhof) verläuft, sondern auch noch über den Renigenbach hinüberreicht. Dieser Renigenbach erodiert die Rutschungsstirn an breiter Front und schneidet diese nördlich des Schnöllhofes an.

Auch auf dem Luftbild der Befliegung von 1976 sind alle vier Rutschareale deutlich erkennbar. Besonders auffällig ist die merkliche Dezimierung des Waldbestandes beim Gehöft Wageneder, aber auch die gefüllten Fischteiche bei diesem Anwesen. Im Bereich des Renigenbaches sind massive, gegenüber der Befliegung 1969 deutlich weiterentwickelte Erosionsmuscheln vor allem zwischen Schnöllhof und unterhalb des Gehöfts Wageneder erkennbar.

Auf den jüngsten Luftbildern sind ebenfalls alle vier Rutschungen erkennbar. Es fällt auf, daß die Oberfläche im Bereich der Rutschung Renigen planiert wurde, und die Buschgruppe beseitigt wurde. Sowohl beim Gehöft Schnöllhof als auch beim Gehöft Wageneder wurde zugebaut.

Im Bereich des Gehöfts Wageneder fällt eine massive Schlägerung im Bereich des Renigenbaches auf.

### **3.2 Hydrochemie**

Die Analytik der gezogenen Proben erfolgte durch die Geologische Bundesanstalt (Analytiker: P.KLEIN).

**A N A L Y S E N E R G E B N I S S E**  
(Konzentrationsangaben in mg/l)

Probe Nr.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	F
1	7.78	2.34	1.59	49.7	2.7	2.5	9.1	158.7	7.6	0.05
2	7.94	1.93	0.94	75.0	4.5	3.2	18.9	241.3	9.7	0.04
3	7.77	1.98	0.93	60.1	4.9	2.7	12.8	202.0	11.4	0.04
4	7.74	2.29	1.62	68.1	4.3	2.8	14.4	229.2	9.9	0.02
5	7.54	2.17	1.56	63.7	3.3	2.7	14.0	208.4	8.0	0.03
6	6.97	1.08	0.71	32.1	2.1	5.4	1.7	106.5	2.4	0.03
7	7.85	1.81	0.80	53.7	2.2	2.4	11.1	165.1	8.9	0.03
8	7.74	1.91	1.06	46.5	2.0	2.2	11.9	144.9	6.1	0.03
9	7.26	2.30	2.32	40.1	2.8	2.2	12.4	133.3	6.2	0.03
10	7.19	1.71	0.75	48.1	3.7	2.4	14.0	160.2	7.2	0.03
11	7.40	1.87	0.80	52.1	2.3	2.1	16.9	159.3	9.0	0.03
12	7.40	2.90	1.72	28.1	0.7	2.2	16.1	79.9	6.8	0.08
13	7.94	1.95	0.80	49.0	5.5	2.0	16.0	171.2	9.6	0.05
14	7.67	1.94	0.88	47.3	4.1	2.9	16.1	163.5	7.7	0.05

**Tabelle 1**

Die Lage der entnommenen Wasserproben ist aus Fig.2 zu ersehen.

Bereits eine übersichtsmäßige Betrachtung der Analysenwerte zeigt, daß mit Ausnahme der Probe 6 annähernd konstante pH-Werte aufscheinen. Ansonst sind die einzelnen Wässer relativ starken Schwankungen im Chemismus unterworfen, was sicherlich zum Teil auf Ionenaustausch zurückzuführen ist.

Dabei fällt auf, daß z.B. der Renigenbach an jener Stelle, wo keine Rutschungen auftreten, einen Gehalt von 28 mg Ca<sup>2+</sup>/Liter aufweist. Im Bereich der maximalen Rutschungsschäden zeigen die auftretenden Quellaustritte jedoch erhöhte Ca<sup>2+</sup>-Gehalte von 75 mg/Liter (Gerinne neben Gehöft Wageneder, Überlauf bei Wageneder 60,1, Überlauf bei Wageneder Fischteich 68,0 usw.).

Im Gegensatz dazu verhalten sich die Na<sup>+</sup>-Gehalte umgekehrt: so zeigt die Probe 14 (Renigenbach oberhalb des Rutschbereiches 2,90 mg Na<sup>+</sup>/Liter bei 68,1 mg Ca<sup>2+</sup>/Liter, während im

Bereich des Gerinnes beim Gehöft Wageneder lediglich 1,93 mg Na<sup>+</sup>/Liter 75 mg Ca<sup>2+</sup>/Liter gegenüberstehen. Dies mag als deutlicher Hinweis für einen Ionenaustausch gewertet werden.

Eine Abfuhr von Ca<sup>2+</sup>-Ionen zugunsten einwertiger Ionen (K<sup>+</sup>, etc.) bewirkt aber, wie bereits erwähnt, eine wesentliche Minderung der Festigkeit zwischen den Silikatschichten der Tonminerale und eine vermehrte Wasseraufnahmefähigkeit, somit auch eine Erhöhung der Rutschfreudigkeit.

### 3.3 Auswertung der Bohrergergebnisse

Aus dem Bereich der Rutschung standen etwa 40 Bohrungen der WTK zur Verfügung.

Eine geologische Auswertung dieser Bohrungen ergab, daß eine Parallelisierung der einzelnen durchteuften Schichtglieder auf Grund des äußerst inhomogenen Aufbaues des Gebirges nur in groben Zügen möglich war. Einzelne Schichtglieder erwiesen sich aber als so markant, daß sie durchaus als Leit- oder Bezugshorizont angesehen werden konnten, wie z.B. das letztmalige Auftreten eines bestimmten Schotterhorizontes in Bohrprofilen. Eine Auswertung dieser Bohrungen erbrachte überraschende Ergebnisse, welche für die Entstehung der Rutschung von besonderer Relevanz sind (Fig.3).

Während im Bereich um den Wetterschacht ein relativ flaches, regelmäßiges Abtauchen der Schotterunterkante erkennbar ist, ist östlich von Renigen ein markanter Rücken, etwa NE-SW verlaufend, rekonstruierbar. Im NW dieses Rückens ist eine breite Mulde erkennbar, wobei eine E-W-verlaufende schmale Rinne direkt unter der Ortschaft Renigen liegt.

Wesentlich auffallender ist jedoch eine im SE dieses Rückens verlaufende breite Rinne, die auf der Isohypsendarstellung deutlich hervortritt. Der relative Unterschied des "Schotterbezugshorizontes" zwischen Rücken und Mulde beträgt durchschnittlich 30 m. Die Muldenachse, am Ostteil NE-SW streichend, scheint in westlicher Richtung gegen NW umzubiegen. Diese Mulde ist deswegen von besonderer Bedeutung, weil sie u.a. als potentielle Grundwasserabflußrinne dient.

Obwohl aus dem direkten Bereich des Schnöllhofes nur spärliche Bohrerergebnisse vorliegen, ist auch hier erkennbar, daß im Bereich des heutigen Renigenbaches ein markantes Erosionsrelief vorliegt.

Alle diese Erosionsmulden sind, wie aus den Bohrungen hervorgeht, mit wenig bindigen, schotterdurchmengten, grundwasserführenden, umgelagerten Lockersedimenten gefüllt. Durch die Grundwasserströmung wird das muldenparallele Abgleiten der oft schlammartigen Auffüllungen begünstigt. Treten zu diesen grundwasserdurchströmten "Paläo-Canyons" Seitencanyons mit gleicher Muldenfüllung hinzu, wird von hier das Material mitgezogen (Sogwirkung!).

Das hierbei eintretende Massendefizit wird durch das Nachgleiten von Lockersedimenten ausgeglichen, wie auch aus der konkaven Gestalt des Rutschareales beim Gehöft Wageneder erkennbar ist.

### **3.4 Geophysikalische Untersuchungen (H.HEINZ)**

#### **3.4.1 METHODEN**

Zur Klärung der Fragestellung wurden sowohl geoelektrische Verfahren (Tiefensondierungen nach der symmetrischen Schlumberger-Methode, Eigenpotentialmessungen und Messungen der induzierten Polarisation) als auch hammerschlagseismische (refraktionsseismische) Methoden angewendet.

Die geoelektrischen Tiefensondierungen und die Eigenpotentialmessungen zeigten nicht den gewünschten Erfolg: Durch Inhomogenität des Untergrundes und durch die zum Teil großen Schichtneigungen erwiesen sich die Ergebnisse der Tiefensondierungen als nicht auswertbar (am gleichen Sondierungspunkt wurden zwei senkrecht aufeinander stehende Auslagen gelegt, die zwei verschiedene Sondierungskurven ergaben).

Die Ergebnisse der Eigenpotentialmessungen blieben innerhalb des Backgrounds (- 3 bis + 12 mV); auch hier war eine sinnvolle Interpretation der Messungen nicht möglich.

Die refraktionsseismischen Messungen und die induzierte Polarisation (Time domain) hingegen ergaben jedoch gut interpretierbare Werte. Diesbezüglich wird auf die entsprechenden Kapitel verwiesen.

Die Lage der geophysikalischen Profile ist aus Fig.4 zu ersehen.

#### 3.4.1.1 Induzierte Polarisation (IP)

Die IP Profile I-VII umfassen den Bereich der seismischen Profile S1 und S2.

Die in Fig.5 dargestellte Isolinienkarte der Chargeability zeigt vier ausgeprägte Anomalien, die sich zwischen 35 und 55 Millisekunden (Maximalwerte) bewegen. Diese Anomalien lassen sich auf Grund eines Vergleiches mit den seismischen Profilen mit vorwiegend tonigen Sedimenten korrelieren. Jene Bereiche mit niedrigen Chargeability-Werten sind - im Vergleich zu den vorhin zitierten seismischen Profilen - als Bereiche mit einer merklichen Schotterdominanz zu erklären. Die Amplituden der Anomalien weisen ebenso wie deren räumliche Verteilung auf einen inhomogenen, linsigen Aufbau des Gebirges hin.

#### 3.4.1.2 Seismische Messungen

Profil S1, Seismik

Lage: siehe Fig.4

In allen Teilprofilen des Profils S1 (Fig.6) ist ein Dreischichtfall eindeutig ermittelbar. Die oberste Schicht zeigt Geschwindigkeiten zwischen 236 und 417 m/sec und stellt offensichtlich einen aus Ackerbau, leichtem Hangkriechen, besonders im oberen topographischen Teil des Profils aufgelockerten, besonders mächtigen Horizont dar.

Die Schicht 2 erreicht besonders im Nordostteil des Profils S1 große Mächtigkeiten (bis zu 18 m unter GOK) und ist in

diesem Abschnitt offensichtlich nicht wasserführend. Die Fortsetzung dieser Schicht nach Nordwesten zeigt zunehmende Durchfeuchtung (Geschwindigkeiten zwischen 1.400 und 1.560 m/sec). Diese Schicht kann somit als potentieller Grundwasserträger im topographisch oberen Teil und als Grundwasserträger im topographisch unteren Teil betrachtet werden.

Im Liegenden dieser Schicht lassen sich höhere Geschwindigkeiten (bis zu 4.000 m/sec) beobachten. Die wahren Geschwindigkeiten der dritten Schicht deuten im Südwestteil des Profils S1 auf verfestigte Schotterkörper hin, während im Nordostteil der Verfestigungsgrad dieser Schotterkörper als etwas geringer anzusehen ist ( $v_3 = 2.700$  bis 4.000 m/sec bzw. 1.700 - 1.930 m/sec).

Die Rutschgefährdung innerhalb dieses Profils läßt sich unter Verwendung der seismischen Daten dahingehend erklären, daß ab dem Teilprofil RS 3 eine intensive Wassersättigung der Schicht 2 (die Schicht 3 wirkt als Stauer!) des bereits in den Profilen RS 1 und RS 2 vermuteten potentiellen Grundwasserträgers zu beobachten ist.

#### Profil S2

Lage: siehe Fig.4

Das Profil wurde über den in Rutschung befindlichen Teil gelegt (Fig.7). Im Gegensatz zum Profil S1 ist eine merkliche Differenzierung des Schichtaufbaus zu erkennen. Diese Differenzierung ist einerseits auf unterschiedliche Grundwasserhältnisse, andererseits auch auf primäre Unterschiede des Untergrundes zurückzuführen. Die oberste Schicht (Schicht 1) zeigt keine markanten Unterschiede zu jener des Profils S1 (Geschwindigkeiten von 240 m/sec bis 467 m/sec). Die zweite Schicht zeigt im topographisch oberen Teil (im Nordosten) eine eindeutige Grundwasserführung, wobei die dritte Schicht als Stauer fungiert. Gegen Südwesten scheint dieser Stauer (um 1.900 m/sec) das direkte Liegende der Schicht 1 darzustellen, wobei auch innerhalb des Stauers Unterschiede in der Geschwindigkeit auftreten können (Teilprofil RS11). Dieser Stauer ist als verfestigter Schotterkörper zu deuten. Der topographisch untere (südwestliche) Teil des Profils

zeigt die gleichen Verhältnisse, unterscheidet sich jedoch im oberen Teil des Profiles durch die erwähnte direkte Unterlagerung der Schicht 1 durch die Schicht 3 (siehe Teilprofil RS10).

Es ist bemerkenswert, daß die hohen Geschwindigkeiten, wie sie auch im Profil S1 für die dritte Schicht angetroffen wurden, auch innerhalb des Profiles S2 nachzuweisen sind.

Die im Profil S2 dargestellten komplizierten Schichtverhältnisse, die besonders die Schichten 2 und 3 betreffen, zeigen eindeutig eine differenzielle Zergleitung des Schichtpaketes durch Rutschung. Es ist auffallend, daß in diese Rutschmasse auch seismisch eindeutig nachweisbare linsenförmige Schotterkörper miteinbezogen worden sind, die teils grundwasserführend sind, teils durch ihren Verfestigungsgrad als Stauer wirken.

Profil S3a und S3b

Lage: siehe Fig.4

Im Profil 3b (Fig.8) konnte unter der Deckschicht (237 - 390 m/sec) lediglich lockerer, wasserführender Schotter mit den dazugehörigen Geschwindigkeiten nachgewiesen werden. Das östlich der Straße Renigen-Hoblschlag liegende Profil S3a läßt hingegen den erwähnten Stauer als zweite Schicht (Geschwindigkeit: 1.979 m/sec) vermuten. Diese Interpretation stimmt mit dem in Fig.5 dargestellten Isolinienplan der Chargeability überein, der im Bereich des Profiles S3a ein Minimum zeigt, welches eindeutig tonige Sedimente a priori ausschließt.

Profil S4

Lage: siehe Fig.4

Unter der Deckschicht (Geschwindigkeiten von 291 - 305 m/sec) sind grundwasserführende Schichten (Geschwindigkeiten von rund 1.550 m/sec) nachweisbar. Die in den Profilen S1, S2 sowie S3a nachgewiesenen Schichten mit hoher Geschwindigkeit (über 1.900 m/sec), die als Stauer fungieren, wurden in diesem Profil nicht nachgewiesen.



#### Profil S5

Lage: Siehe Fig.4

Bestimmendes Element im Profil S5 ist die Zwischenschaltung einer Schicht mit 320 - 470 m/sec (Fig.9), die die Deckschicht (Schicht 1 ab dem Schußpunkt RS22) vom darunterliegenden Grundwasserträger trennt. Es herrschen daher im westlichen Teil des Profiles i.w. die gleichen Verhältnisse wie im Profil S1. Im Ostteil des Profiles konnte der erwähnte Grundwasserstauer (1.800 - 2.400 m/sec) seismisch nachgewiesen werden.

Aus dem Profil S5 darf geschlossen werden, daß jener Bereich, welcher oberhalb des Grundwasserspiegels gelegen ist, als rutschgefährdet bzw. als in Rutschung begriffen zu definieren ist. Die östliche Wurzel dieses Rutschareals ist von der Straße Renigen-Hoblschlag etwa 90 m hangabwärts zu suchen.

#### Profil S6

Lage: siehe Fig.4

Das quer zum Profil S5 verlaufende Profil S6 (siehe Figuren 4 und 9) vervollständigt das räumliche Bild. Das normal zum Profil S5 gelegte Profil S6 läßt ein Einschwenken der durch Geschwindigkeiten von rund 700 m/sec gekennzeichneten Rutschmasse aus der ursprünglichen E-W-Richtung in eine NE-SW-Richtung erahnen. Die in Fig.9 dargestellten Verhältnisse werden durch das Hinzutreten jener Schicht, welche Geschwindigkeiten um 1.550 m/sec aufweist (Grundwasserträger), zusätzlich kompliziert, was sich jedoch in das Gesamtbild zwanglos einfügt.

#### Profil S7

Lage: siehe Fig.4

Das Profil S7 (Fig.10) läßt sich grundsätzlich durch Zwei- bzw. Dreischichtfälle beschreiben.

Die oberste Schicht zeigt Geschwindigkeiten zwischen 200 und 350 m/sec. Demgegenüber beträgt die Geschwindigkeit der nächsttieferen Schicht im westlichen Teil (topographisch

tieferen) zwischen 940 und 1.350 m/sec. Es scheint, daß dieser topographisch untere Teil des Profiles sedimentologisch durch eine Tonvormacht gekennzeichnet ist, die nach Osten abnimmt und einer poröseren zweiten Schicht (um 1.700 m/sec) Platz macht, welche Grundwasser führt. Als dritte Schicht konnte ein mehr oder minder stark verfestigter Schotter mit Geschwindigkeiten von 2.100 bis 2.500 m/sec ermittelt werden. Der Ostteil des Profiles zeigt gleichfalls hohe Geschwindigkeiten im Liegenden, die hier allerdings die direkte Unterlage der ersten Schicht bilden.

Im topographisch obersten Teil des Profiles (Ortsbereich Renigen, Teilprofile RS35 und RS36) läßt sich als zweite Schicht wiederum ein eindeutig grundwasserführender Horizont nachweisen (1.750 - 1.780 m/sec).

Aus dem oben angeführten Schichtaufbau, wie er auch auf dem Profil Fig.10 ersichtlich ist, sowie den erwähnten lateralen Geschwindigkeitsdifferenzen ist abzuleiten, daß ein in Rutschung befindlicher Bereich vorliegt.

**Die eigentliche Wurzel dieses zur Zeit aktiven Rutschkörpers ist etwa 70 m westlich der Straßenkreuzung zwischen der Straße Renigen-Frankenburg und der Straße Renigen-Schnöllhof zu suchen.**

Profil S8

Lage: siehe Fig.4

Das Profil S8 zeigt i.w. die gleichen Verhältnisse wie sie im Profil S7 beschrieben wurden. Auch hier ist unter einer Deckschicht (250 - 470 m/sec) ein homogener Aufbau der zweiten respektive der dritten Schicht feststellbar. Bestimmendes Element dieses Profiles ist zweifelsohne jene grundwasserführende Schicht, welche zwischen den Teilprofilen RS41 und RS37 eindeutig kontinuierlich verfolgbar ist. Topographisch oberhalb, also östlich dieser Schicht, befindet sich ein linsig aufgebauter Körper, der durch Schichten mit höherer Geschwindigkeit im Liegenden unterlagert wird. Die Grundwasserführung setzt in diesem Bereich völlig aus. Es ist zu erwarten, daß dieser offensichtlich ziemlich plastische Körper durch vermehrte Grundwasserführung in der er-

wähnten Schicht 2 des Westteiles des Profiles mobil werden könnte ("A", Fig.11). Es ist weiters auch anzunehmen, daß die im Profil S8 angetroffene Schicht 1 nichts anderes darstellt als eine durch Rutschvorgänge an die Oberfläche gebrachte Linse, wie sie die erwähnte Schicht 2 im Ostteil des Profiles (603-610 m/sec) repräsentiert.

#### **4. ZUSAMMENFÜHRUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN DER ERGEBNISSE AUS GEOLOGIE, HYDROCHEMIE UND GEOPHYSIK**

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus Geologie, Hydrochemie sowie Geophysik ist erkennbar, daß zwischen der Bergbauaktivität der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks-AG und den Rutschungen im Bereich Renigen aus geologischer und geophysikalischer Sicht weder ein direkter noch ein indirekter Zusammenhang besteht.

Die Rutschungen selbst sind auf mehrere Ursachen zurückzuführen, deren örtliche und zeitliche Koinzidenz zur Katastrophe führten. So konnte nachgewiesen werden, daß

- im Bereich von Geldigen im Süden und Pehigen im Norden mehrere, untereinander weder direkt noch indirekt zusammenhängende Rutschungen auftreten. Im Nahbereich der Rutschungen Geldigen sowie im Rutschbereich Wageneder sind zu keiner Zeit Bergbauaktivitäten betrieben worden.
- seit dem Jahre 1953 (Zeitpunkt der Befliegung des ersten Luftbildpaares) die Erosion des Renigenbaches, nicht zuletzt aufgrund von Schlägerungen im Uferbereich begünstigt, merklich fortgeschritten ist. Es konnte die rasche Entwicklung breit angelegter Erosionsnischen festgestellt werden.
- die Konvergenz der Uferböschungen - u.a. erkennbar am aberranten Baumwuchs - auf beidseitiges Nachfließen von Lockermassen hindeutet, daß also auch der westlich des Renigenbaches gelegene Bereich, wo niemals Bergbau betrieben wurde, in Rutschung begriffen ist.
- die Stirn der Rutschung Renigen (Schnöllhof) sowie Wageneder auf breiter Front von Renigenbach angerissen wird, wobei das durch Erosionen verursachte Massendefizit durch Nachschub der instabilen Hangmasse kompensiert wird.

- in der kohleführenden Serie zwischen dem Mittelflöz und dem Hausruckschotter ein (Erosions-) Relief besteht, welches, mit nichtbindigen Lockersedimenten gefüllt, als bevorzugte Grundwasserabströmungsrinne (Canyon) fungiert. Das durch die Erosion des Renigenbaches entstehende Massendefizit, wird durch Nachgleiten aus diesen "Bereitstellungströgen" ausgeglichen, wobei insbesondere im Bereich des Zusammentreffens der vergrabenen Seitengräben (Renigen-Schnöllhof bzw. Wageneder) mit dem Hauptgraben (Renigenbach) durch eine "Sogwirkung" das Schadensbild der Rutschung erheblich verstärkt wird.
- die Ursache der Rutschung daher nicht im bergbaunäheren Bereich zu suchen ist, sondern im Bereiche der Kreuzungspunkte der Grundwasserrinnen, wo auch die stärksten Schäden an Gebäude und Landschaft erkennbar sind.
- oberhalb des Gehöftes Wageneder Abtreppungen in der Rutschmasse bestehen, die eindeutig darauf hinweisen, daß die Massenbewegungen auf eine bachwärts gerichtete (in Richtung zum Verursacher) Materialabfuhr zurückzuführen ist.
- die Wurzel der zur Zeit aktiven Rutschung Renigen außerhalb der Ausstrichlinie des Grenzwinkels gelegen sind.
- innerhalb des Waldstreifens südlich Wageneder oberflächenmorphologische Eingriffe auf dem Luftbild der Befliegungsphase 1969 nachzuweisen sind, welche innerhalb der Rutschmasse gelegen sind, und somit die Hangstabilität negativ beeinflussen.
- die Wasserproben im Chemismus stark differieren, wobei die Unterschiede in erster Linie auf Ionenaustausch zurückzuführen sind. Dieser Ionenaustausch bewirkt in den Tonmineralen jedoch eine vermehrte Wasseraufnahme, wodurch die Festigkeit erheblich minimiert wird.
- durch die Gewinnungsarbeiten der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks-AG die grundwasserführende Rinne nicht angefahren wurde. Eine "Entwässerung" der Rinne durch etwaige Bergbauaktivitäten hätte möglicherweise sogar eine Stabilisierung der Rutschmasse bewirkt.
- der inhomogene geologische Aufbau des Gebirges, zum Teil durch die Rutschung hervorgerufen, durch die zum Einsatz gebrachten geophysikalischen Methoden nachgewiesen wurden.

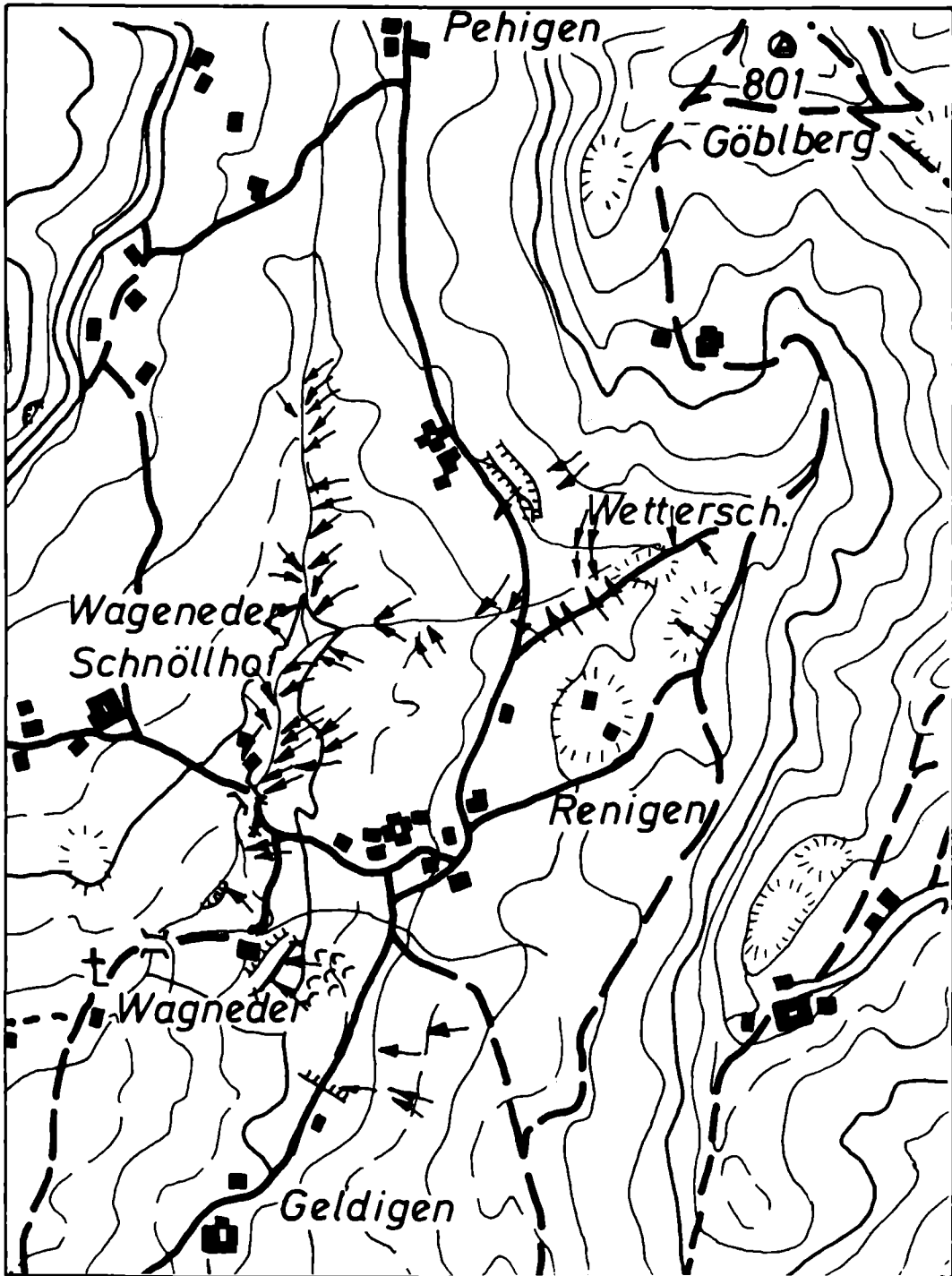
- vor allem im Bereich der Rutschung Wetterschacht Planierungsarbeiten durchgeführt wurden, durch welche die Stabilität eines potentiellen Rutschhanges nachträglich vermindert werden kann.

**Die Rutschungen im besagten Bereich sind daher alleine auf die örtlichen strukturellen sowie hydrogeologischen Verhältnisse zurückzuführen.**

Unter der Prämisse, daß die größten Schäden an Terrain und Gebäuden beim Verursacher zu suchen sind, diese im Bereiche der Kreuzungspunkte der einzelnen Paläocanyons gelegen sind und aus der durchschnittlichen Entfernung dieser Kreuzungspunkte vom Abbau (Westende des Strebs zum Kreuzungspunkt des "Wageneder-Canyons" mit der Renigenbachrinne ca. 600 m, zum Kreuzungspunkt des "Renigen-Schnöllhofs-Canyons" mit der Renigenbachrinne rd. 500 m) kann somit unter keinen Umständen eine direkte oder indirekte Beeinflussung durch den Bergbau abgeleitet werden.

## **5. AUSGEWÄHLTE LITERATUR UND QUELLEN**

- Czubik, E.: Gutachtliche Äußerung betreffend: "Besteht ein Zusammenhang zwischen den seit ca. März 1979 festgestellten Schäden in den Wohn- und Wirtschaftsobjekten Renigen 1, 2, 4, 6 und 7 und Schnöllhof 12 mit der Abbautätigkeit der WIK, Betrieb Schmitzberg?".-Unveröffentl. Gutachten, 6 S., Beil., Leoben 1979.
- Telford, W.M., et al.: Applied Geophysics.-XVII+860 S., zahlr. Abb. und Tab., Cambridge University Press, Cambridge 1976.
- Veder, Ch.: Rutschungen und ihre Sanierung.-XII+231 S., Springer Verlag, Wien - New York 1979.
- Weber, L., WEISS, A.: Bergbaugeschichte und Geologie der Österreichischen Braunkohlenvorkommen.-Arch.f.Lagerst.forsch.Geol.B.-A., 4, 1-317, Wien 1983.
- Wieser, F.: Geländerutschung in Renigen, Marktgemeinde Frankenburg.-Unveröffentl. Gutachten, 8 S., 2 Beil., Linz 1979.







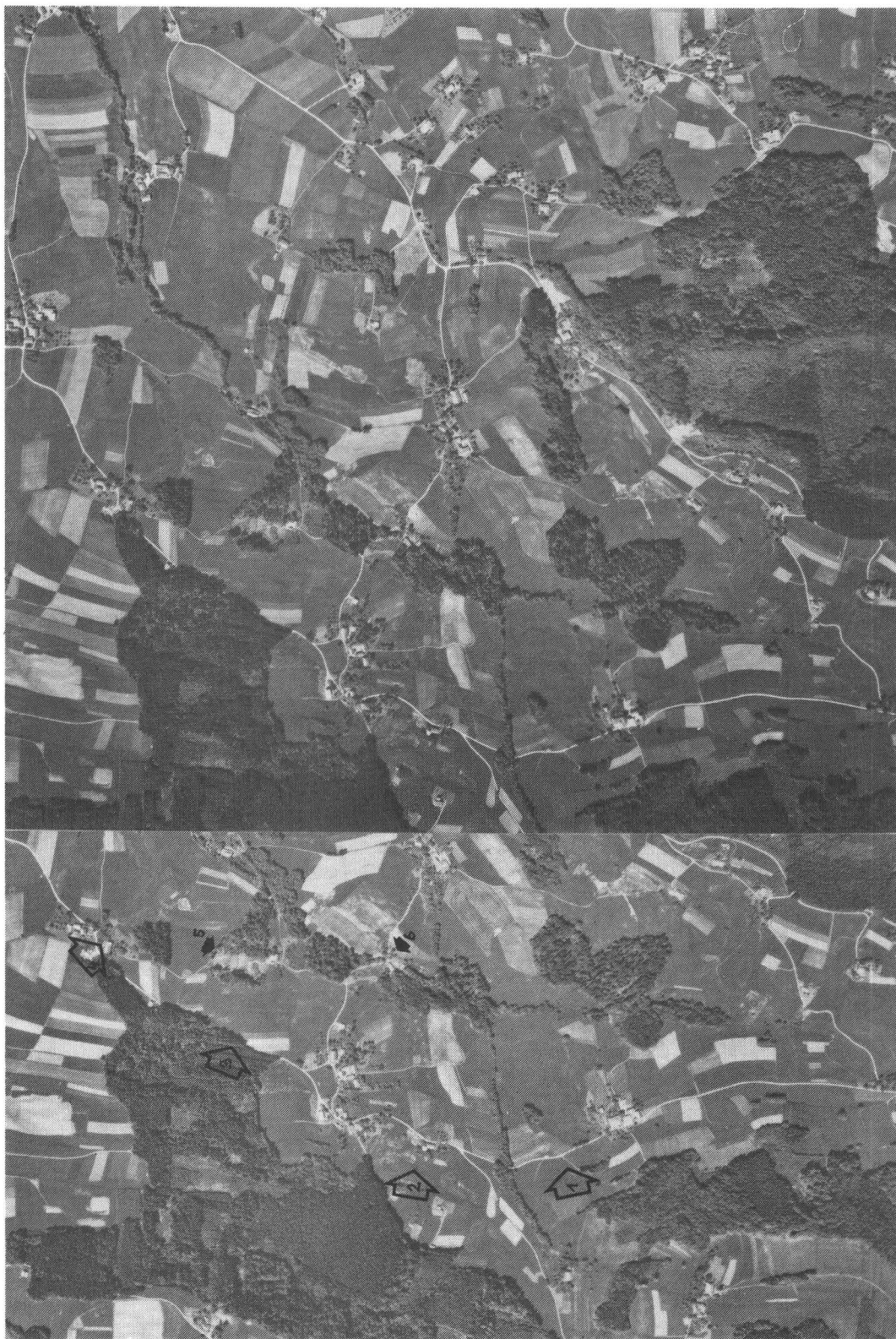
-  Abrißnischen
-  Bodenwalzen
-  aberranter Baumwuchs
-  Bodenwellen

Fig.1: Geotechnische Aufnahme des Rutschbereiches



**Abb. 1: Stereoskopische Montage der Luftbilder der Befliegungsphase 1969**

1 Rutschung beim Wetterschacht, 2 Rutschung Renigen, 3 Rutschung Wagner, 4 Rutschung Geldigen, 5 Materialentnahme, 6 Gehöft Wageneder (Schnöllhof) (Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, Zl. L 61 178/84)

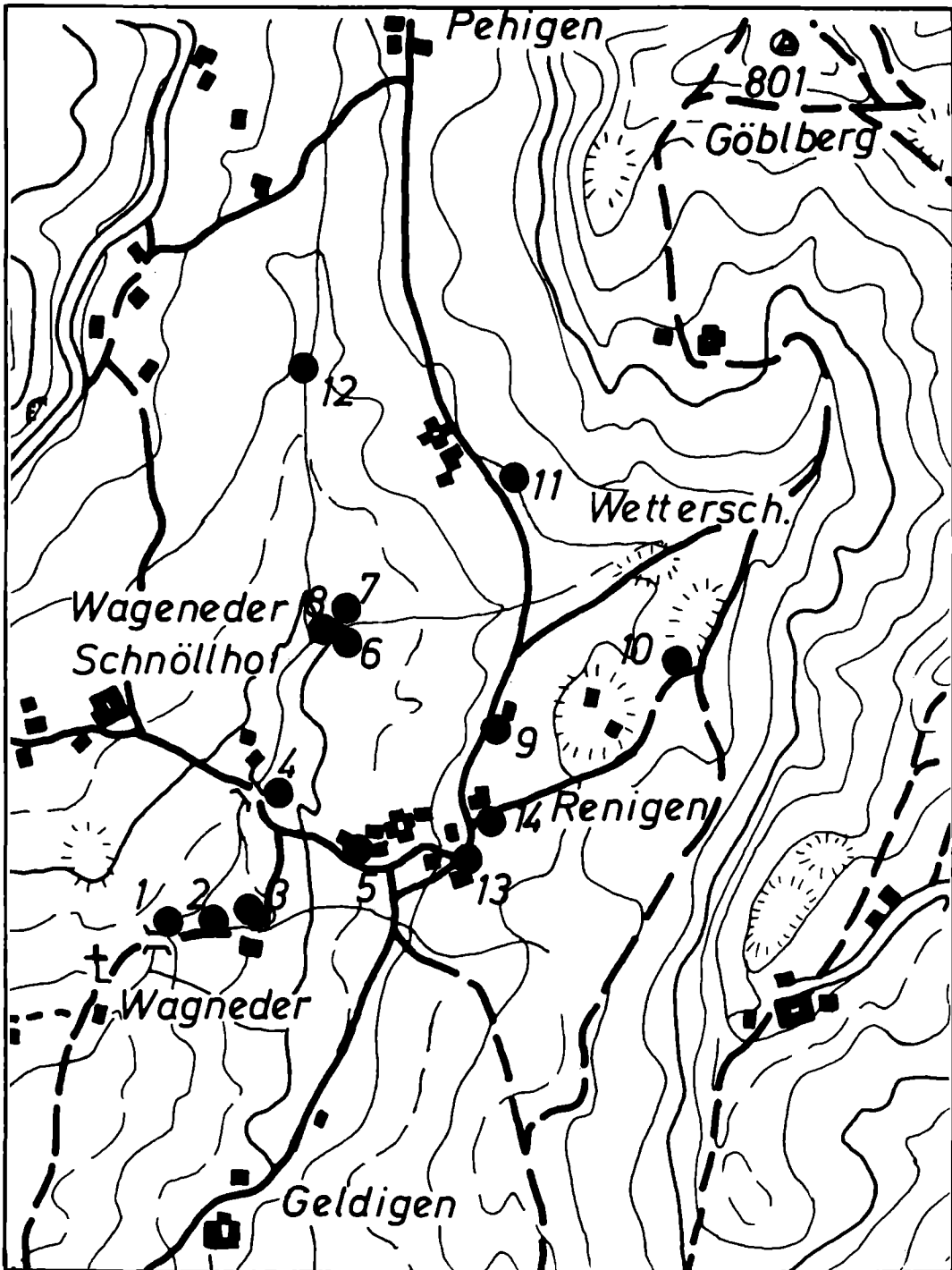
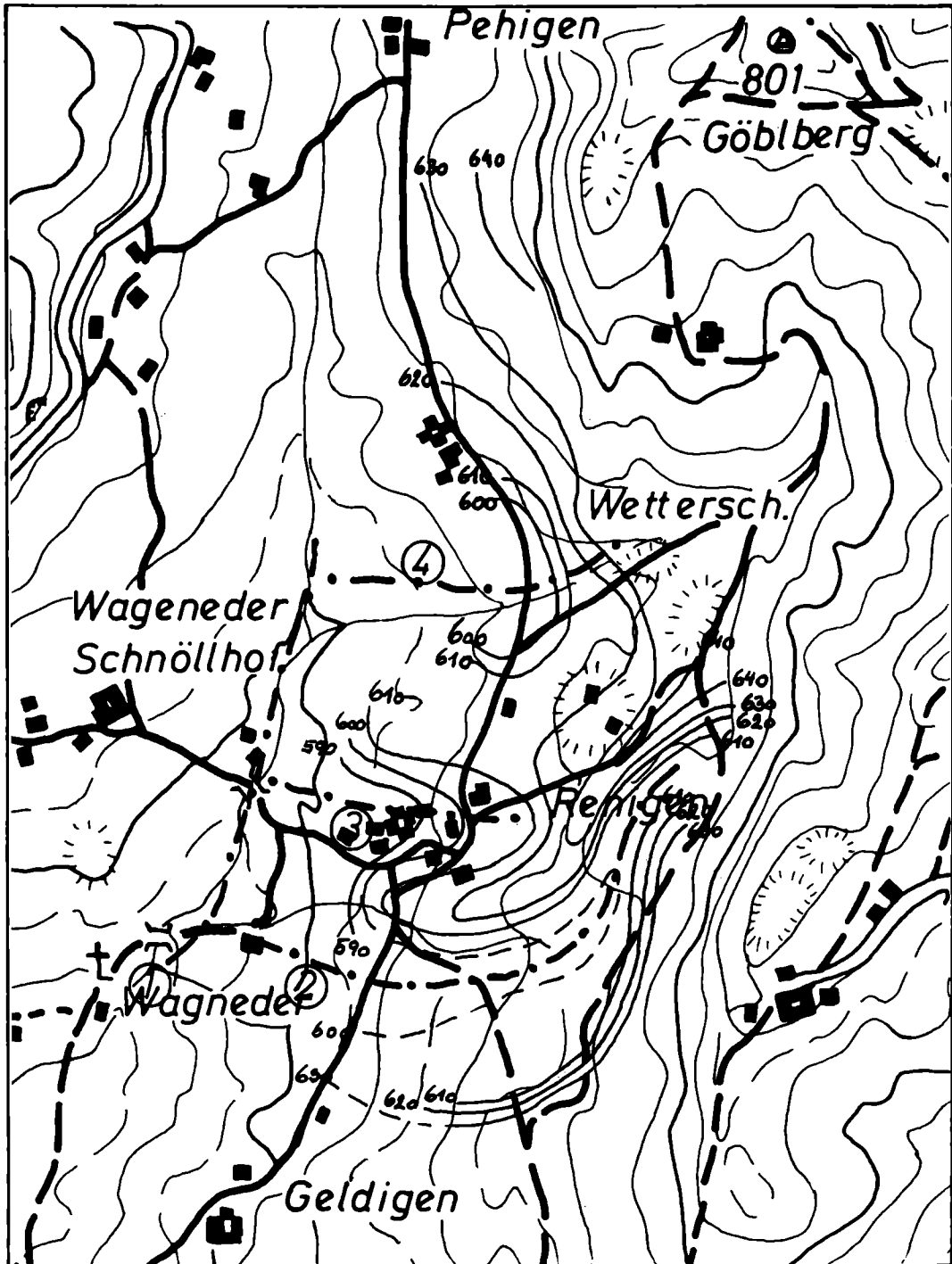


Fig.2: Entnahmepunkte der Wasserproben





- ① Renigenbachcanyon
- ② Wagnedercanyon
- ③ Renigen Schnöllhofcanyon
- ④ Wetterschachtcanyon

Fig.3: Relief der Schotterunterkante

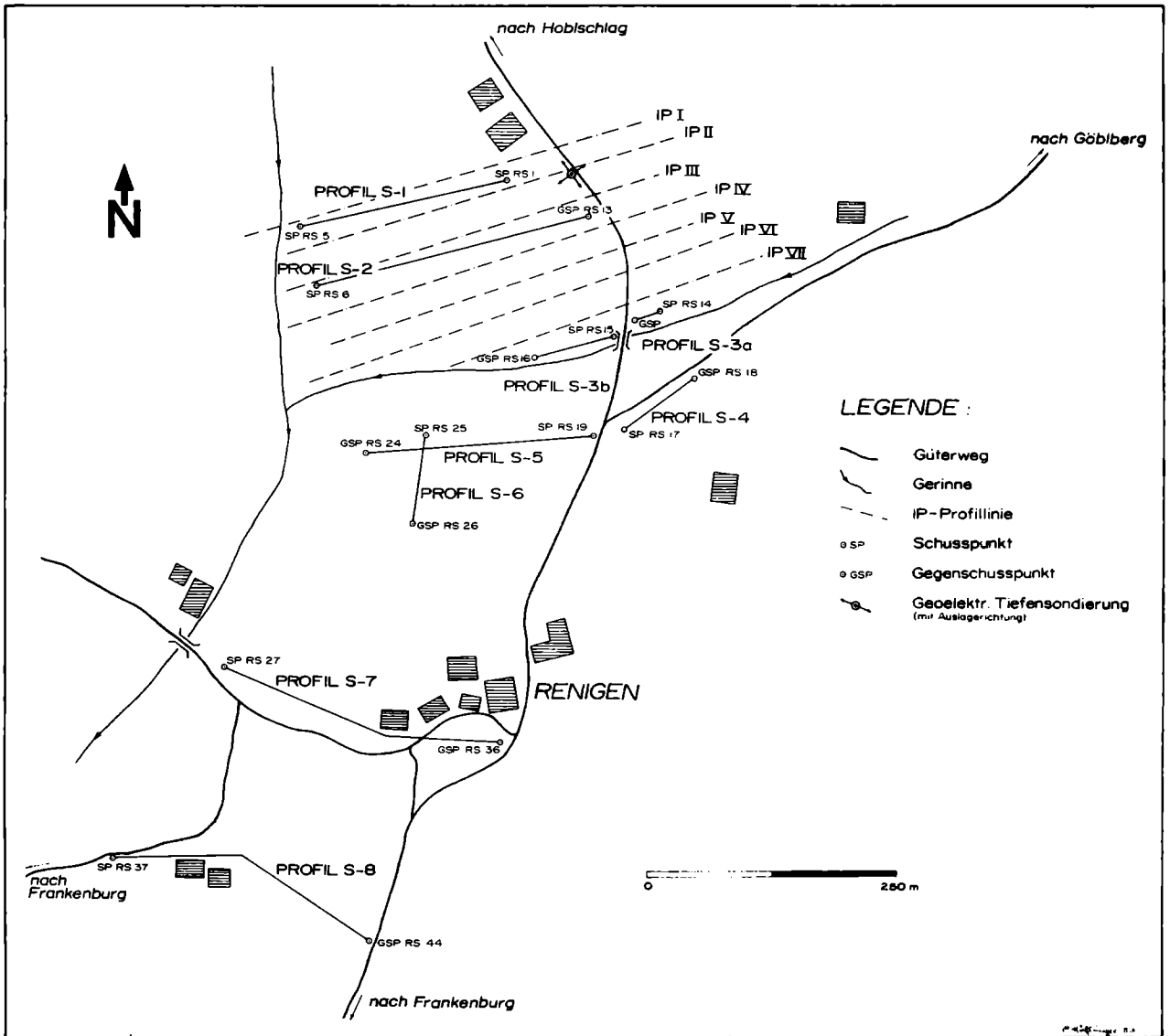


Fig.4: Lage der geophysikalischen Profile

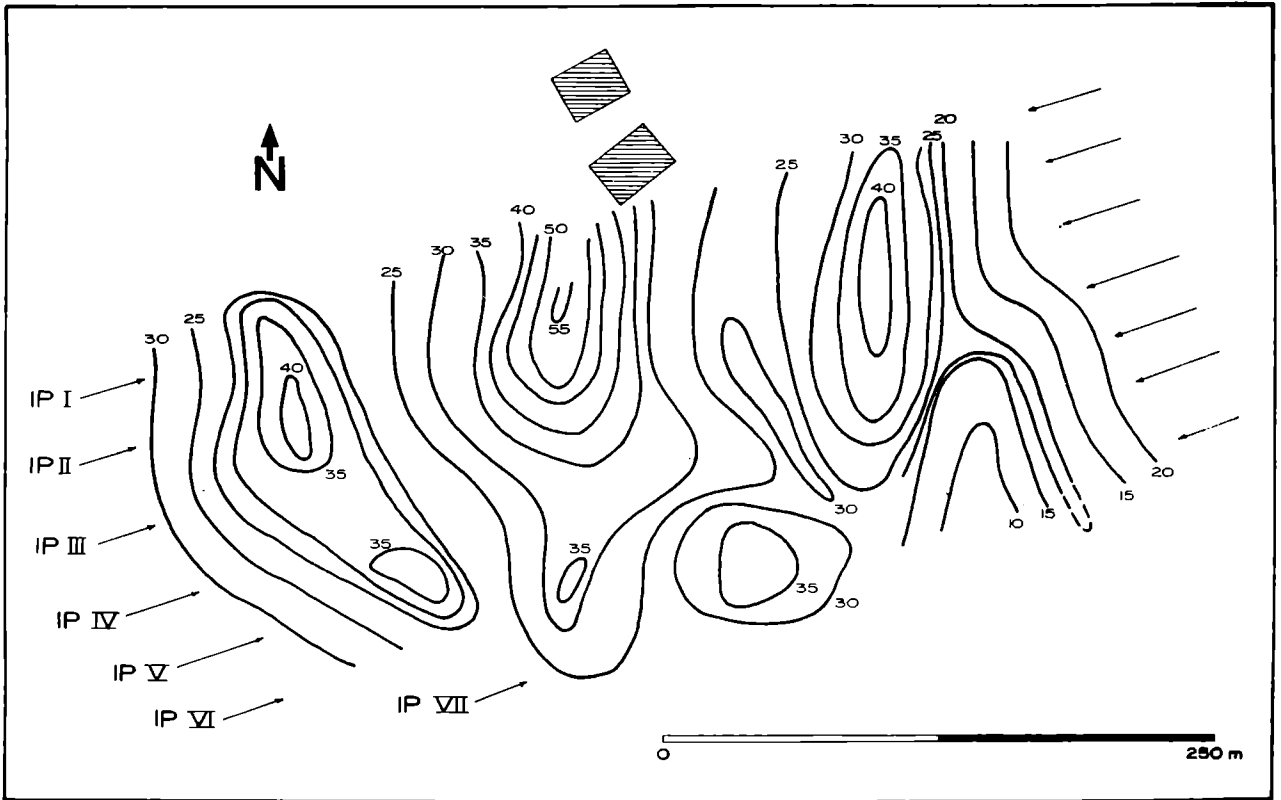


Fig.5: IP; Isolinienkarte der Chargeability

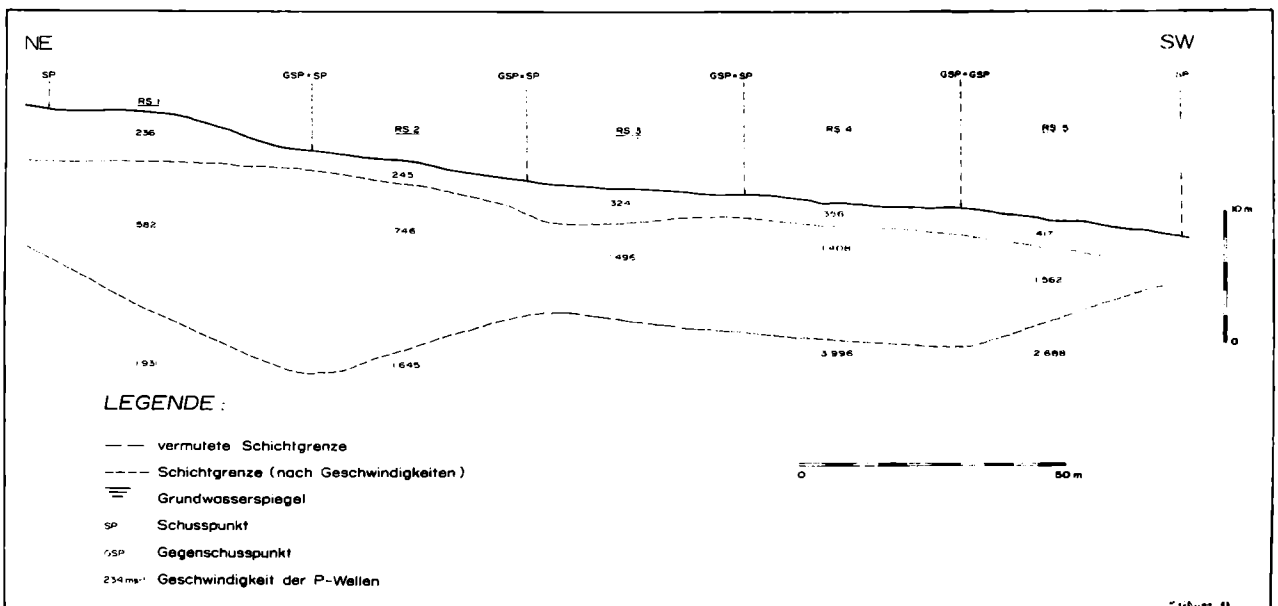


Fig.6: Seismisches Profil 1

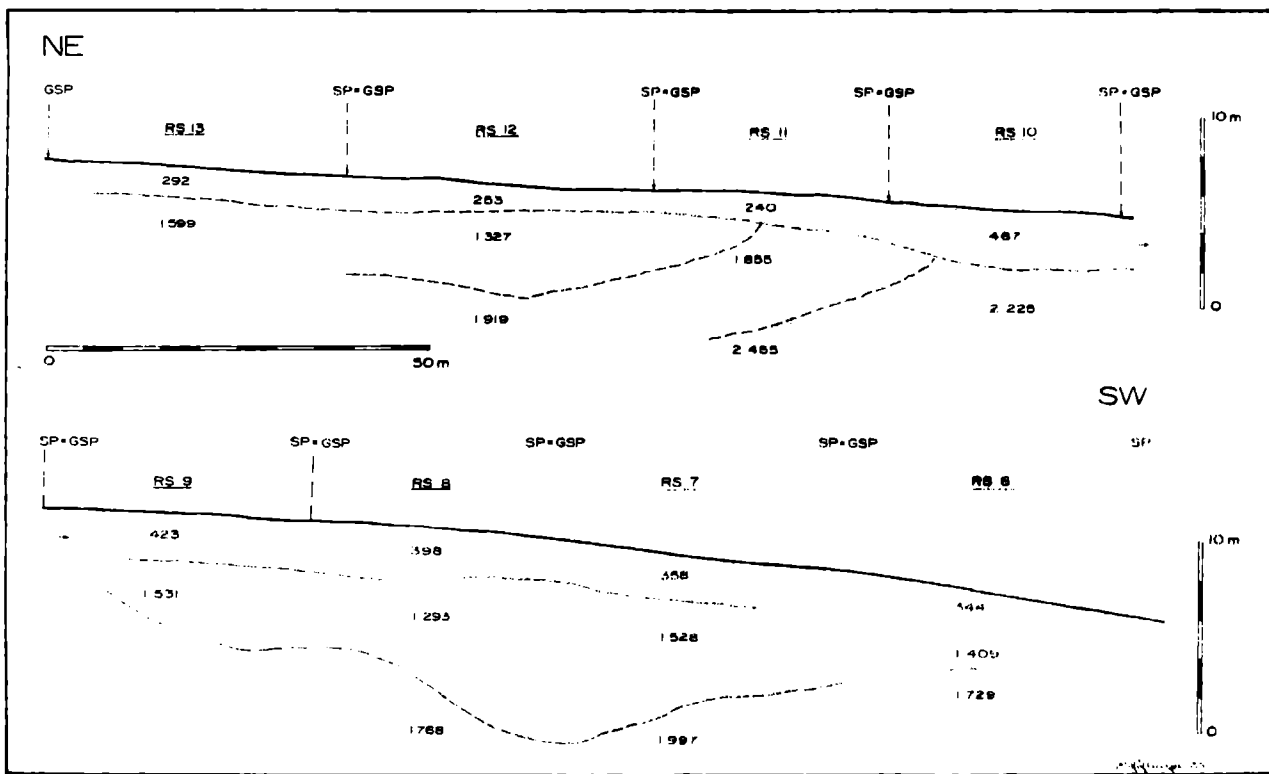


Fig.7: Seismisches Profil 2

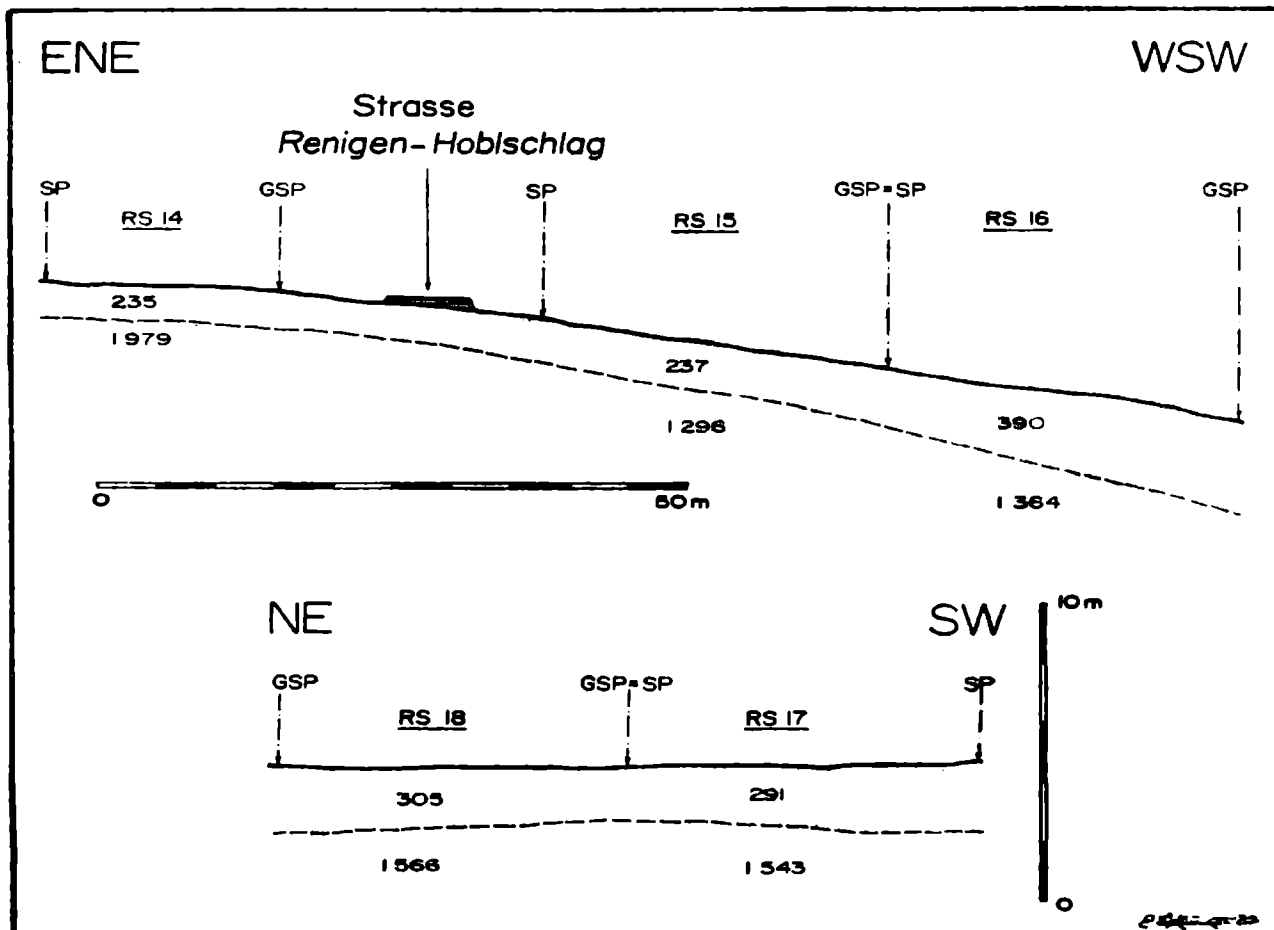


Fig.8: Seismische Profile 3a, 3b und 4

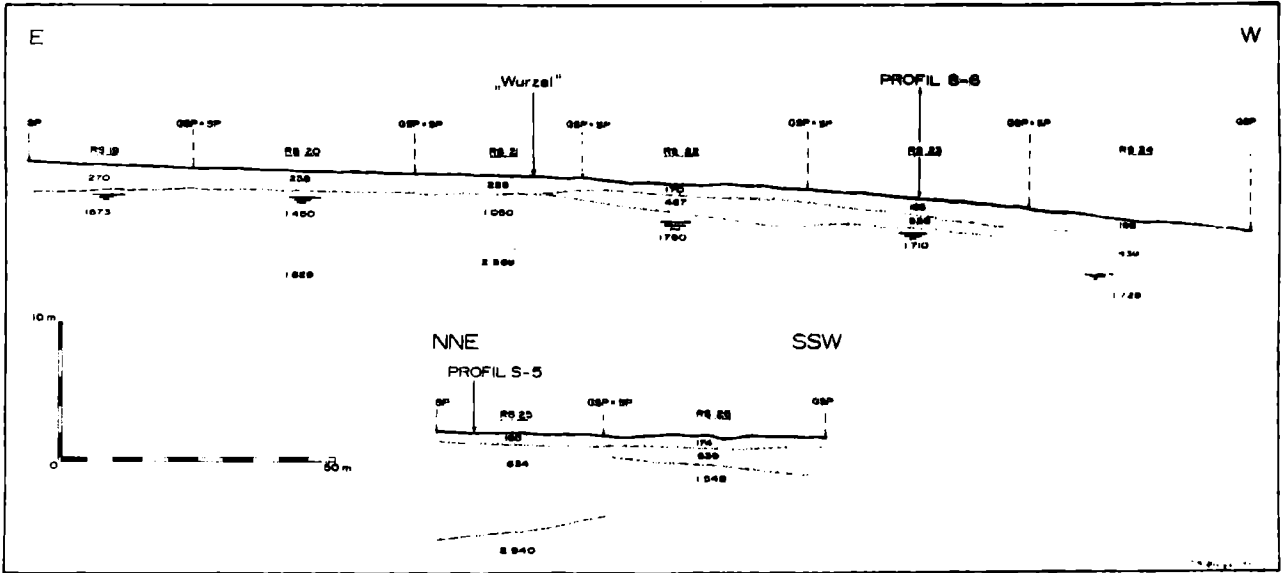


Fig.9: Seismische Profile 5 und 6

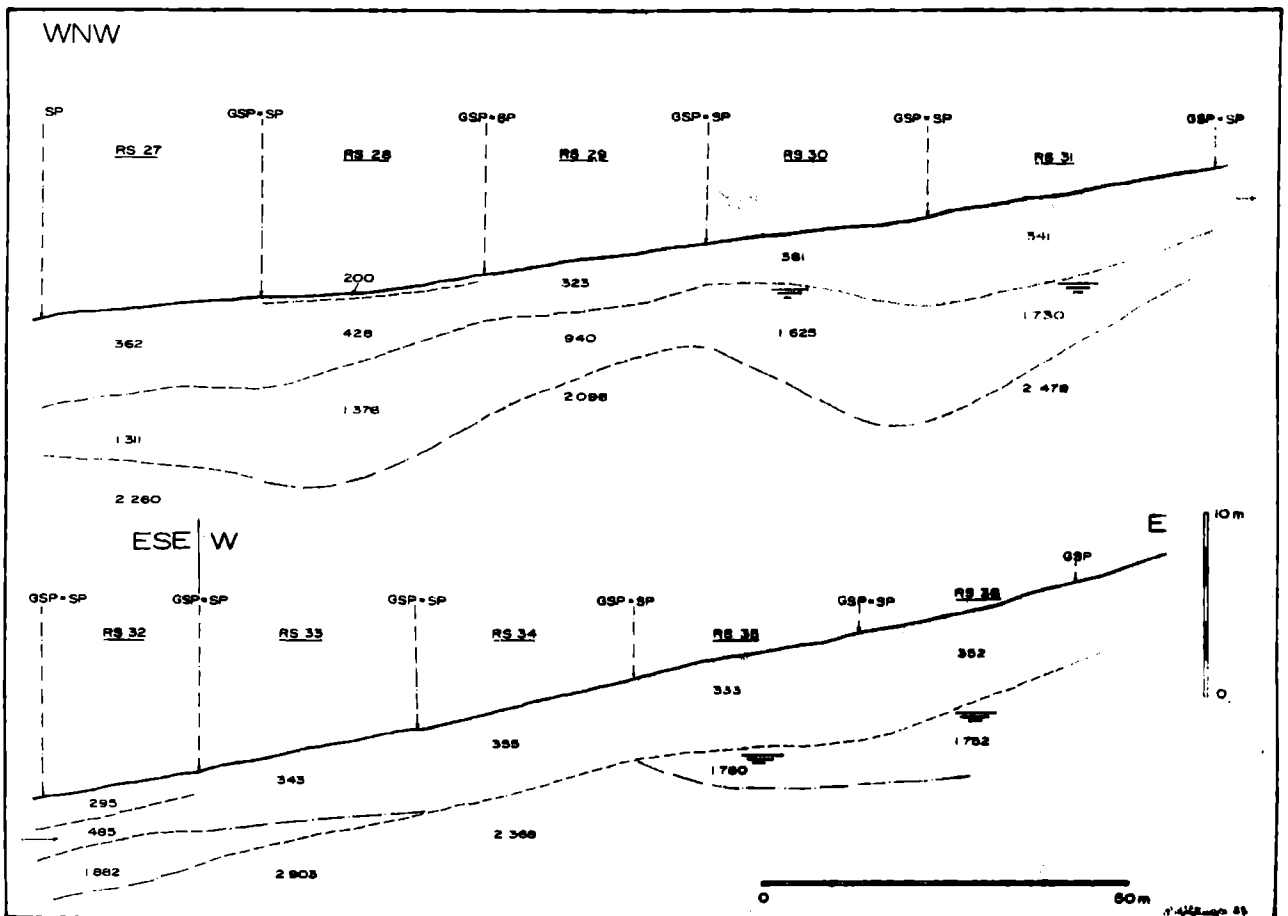


Fig.10: Seismisches Profil 7

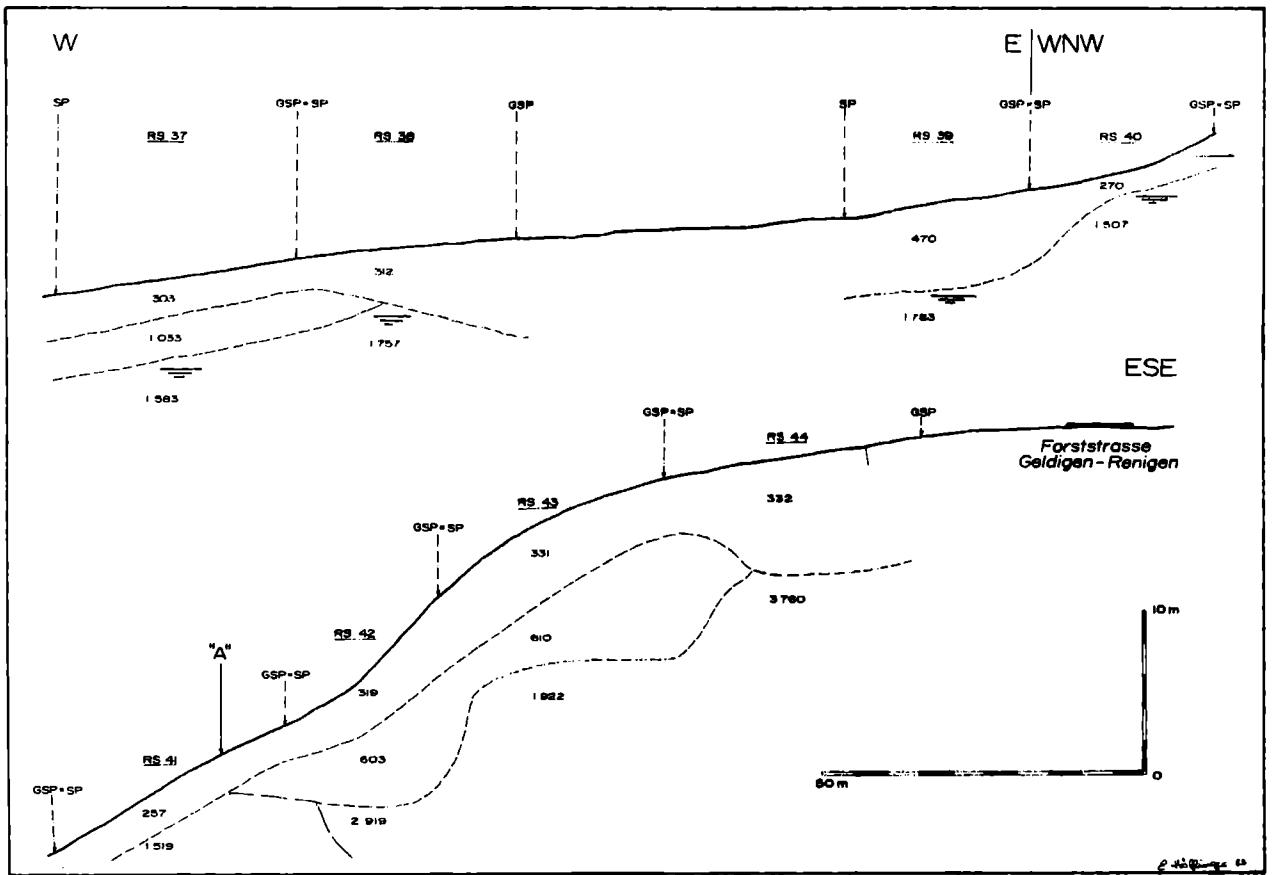


Fig.11: Seismisches Profil 8