

Bemerkungen zur Gewinnung von Trink- und Nutzwasser aus Rutschhängen

Hilmar ZETINIGG, Graz

Innerhalb des Landes Steiermark stellt das west- und auch das oststeirische Tertiärgebiet sowohl auf Grund der geringen Niederschläge, die nach der Niederschlagskarte der Steiermark für das Normaljahr 1901—1950 von J. ZÖTL (1971) z. T. weit unter 800 mm liegen, als auch der Untergrundbeschaffenheit, wie bereits A. WINKLER-HERMADEN (1944) mit gewissen Untergliederungen dargestellt hat, ein Wassermangelgebiet dar. Gerade für die ganz besonders unter Wassermangel, der sowohl die Landwirtschaft als auch die Wasserversorgung der Bevölkerung betrifft, leidenden Hügellzüge, kann die Nutzung von Grundwasser aus Rutschhängen oft eine Lösung des Problems der Wasserbeschaffung bringen. Es ist daher durchaus der Überlegung wert, inwieweit und unter welchen Bedingungen Rutschhänge zur Gewinnung von Trink- und Nutzwasser geeignet sind. Dies um so mehr, als L. BERNHART (1973 a) bei einer Betrachtung der wasserwirtschaftlichen Situation der Steiermark unter anderem ausdrücklich festgestellt hat, daß in Zukunft die Erkundung, Untersuchung und Nutzung neuer Wasservorkommen unumgänglich notwendig sein wird.

Es soll nun festgestellt werden, worauf bei der geologischen Begutachtung solcher Fälle zu achten ist und welche Kriterien für die Entscheidung über die Verwendbarkeit derartiger Grundwasservorkommen von Bedeutung sind.

Da sich bei der Verbauung und Sanierung von Hangrutschungen im Zuge von Straßenbauten immer wieder zeigt, daß Wasser in Mengen bis zu mehreren l/s anfällt, sollten einige Hinweise zur Beantwortung der Frage, ob dieses Grundwasser für Wasserversorgungszwecke Verwendung finden kann, gegeben werden. Es wird dabei nur an eine Verwendung als natürliches, nicht aufbereitetes Trinkwasser gegenüber trinkbarem oder nutzbarem Wasser gedacht. Es soll also der derzeitige österreichische Qualitätsanspruch an Trinkwasser vertreten werden, den L. BERNHART (1973 b) klar formuliert hat. Danach soll Trinkwasser soweit als möglich von Natur aus frei von nachteiligen Verunreinigungen, wohlschmeckend, rein und klar sein und wenn überhaupt, so nur eine geringe, nicht merkbare Aufbereitung erfahren.

Da im Wasserbau gerade über Hangrutschungen weniger Erfahrungen als im Straßenbau vorliegen, sollen unter Heranziehung von Ergebnissen des Straßenbaues Überlegungen über die Verwendbarkeit von Grundwasser derartiger Herkunft angestellt werden. Neben einem ganz kurzen Überblick über die Art der Rutschungen soll dabei von den Anforderungen, die derzeit in qualitativer Hinsicht an Trinkwasser gestellt werden, ausgegangen werden.

Die Untersuchung soll dabei nur auf das steirische Tertiärbecken und die für diesen Raum typischen Arten von Hangrutschungen beschränkt werden. Der Zusammenhang zwischen Hangrutschungen und Wasserführung im Untergrund kommt in Arbeiten von R. SCHMIDT, W. BRANDL & A. HAUSER 1949, W. BRANDL & A. HAUSER 1951 und W. BRANDL & R. SCHMIDT 1951 über Teilbereiche des oststeirischen Tertiärbeckens, wie z. B. den Bezirk Fürstenfeld, bereits gut zum Ausdruck. In allen diesen Arbeiten wird auf den engen und ursächlichen Zusammenhang zwischen Quellen und Hangrutschungen hingewiesen, wobei auf oft vorkommende, dadurch bedingte Verlagerungen der Quellorte aufmerksam gemacht wird. Grundsätzlich wird vermerkt, daß Quellen in auffälliger Zahl an Rutschungen gebunden sind. In der Folge sollen nun aber weniger Quellen, definiert als natürliche Grundwasseraustritte durch Verschneidung der Landoberfläche mit einem Grundwasserleiter, als vor allem Grundwassererschließungen durch Brunnen behandelt werden.

In Beantwortung der Frage der Verwendbarkeit von Grundwässern aus Hangrutschungen wird man sich über folgende Punkte Rechenschaft ablegen müssen, wobei der Wasserbedarf vorausgesetzt wird und die Beschaffung aus anderen Bereichen aus wirtschaftlichen Gründen, wie z. B. Länge der Rohrleitung oder dem Höhenunterschied zwischen Gewinnungsort und Verbraucher, zu aufwendig ist:

1. Welche qualitative und quantitative Anforderungen werden an das Trinkwasser gestellt?
2. Welche qualitative und quantitative Eigenschaften sind demgegenüber von Grundwasser aus Rutschhängen zu erwarten?
3. Ist der Bestand der Fassungsanlage selbst (Brunnen oder Quelfassung) gesichert?

Gerade der letzte Punkt scheint für Rutschungen besonders wichtig und typisch. Bei einer Trinkwasserversorgung ist die Kontinuität des Wasserzulaufes und die Sicherheit des Fassungsbauwerkes eine unabdingbare Forderung, die bei instabilen Bodenverhältnissen nicht gewährleistet erscheint, worauf später noch eingegangen werden muß. Unter Schachtbrunnen, die in Rutschhängen errichtet wurden, findet man zahlreiche Anlagen, die durch das Aufleben der Bodenbewegungen verdrückt oder abgesichert wurden.

Auf die Frage, was eigentlich Trinkwasser ist, findet man in DIN 4046 die Erklärung: „Trinkwasser ist für den menschlichen Genuß und Gebrauch geeignetes Wasser mit Güteeigenschaften nach DIN 2000.“ Sieht man dann in dieser Norm nach, so findet man nur allgemein gehaltene Angaben, wie z. B., daß Trinkwasser hygienisch (chemisch und bakteriologisch) einwandfrei, wohlschmeckend kühl sowie in ausreichender und gleichbleibender Menge vorhanden sein muß. Konkrete Zahlenangaben sind nur für Eisen und Mangan enthalten.

Das europäische Büro der Weltgesundheitsorganisation hat 1956 Richtlinien über die „Einheitliche Anforderung an die Trinkwasserbeschaffenheit in Europa“ herausgegeben, die Grenzwerte für giftige chemische Stoffe (Blei, Arsen, Chrom, Selen) enthalten! Es ist dabei jedoch ausdrücklich vermerkt, daß diese Grenzwerte nicht als endgültig betrachtet werden können, sondern von Zeit zu Zeit revidiert werden müssen.

Die Schwierigkeit, Grenzwerte aufzustellen, beruht einmal darin, daß die Beschaffenheit des Wassers, die vor allem von den geologischen Gegebenheiten abhängt, in verschiedenen Landschaften erhebliche Unterschiede aufweist und zum anderen die Auswirkungen verschiedener Stoffe auf die Gesundheit des Menschen nicht ausreichend bekannt sind. Dabei muß auch die Anpassung des Menschen mitberücksichtigt werden. In manchen ariden Gebieten z. B. ist die Bevölkerung ohne gesundheitliche Schäden an die Verwendung von Sulfat-Wässern gewöhnt, die bei uns zu Magen- und Darmstörungen führen würden.

Es ist daher notwendig, das Wasser sozusagen als Individuum im Ganzen zu beurteilen, anstatt eine Gütebewertung nach einzelnen Stoffen durchzuführen. Es muß also die Kenntnis der chemischen, physikalischen und bakteriologischen Beschaffenheit des Wassers vorausgesetzt werden.

Dieser kurze Abriss soll nur zeigen, wie schwierig und vielschichtig die Definition des Trinkwassers ist, wobei auch weiterhin Abänderungen der Anforderungen nach regionalen Gegebenheiten erwartet werden müssen.

Um nun die Frage zu beantworten, inwieweit Grundwasser aus Hangrutschungen diese Anforderungen erfüllt, sollen die im steirischen Tertiärbecken auftretenden Hangrutschungen entsprechend den Erfahrungen, die bei den zahlreichen Begehungen im Rahmen des mineralogisch-geologischen Landesdienstes gemacht wurden, dargelegt werden. Dabei wird von einer näheren Beschreibung der Rutschungen und ihrer Ursachen abgesehen, da diese von A. THURNER (1965), weiters von A. ALKER, H. HAAS und O. HOMANN (1969) sowie in einem Vortrag von K. METZ und Ch. VEDER (1969) gegeben wurde.

Grundsätzlich soll für die gegenständliche Fragestellung nur zwischen Hangrutschungen, die in einem Abgleiten der sandig-lehmigen Verwitterungsschwarte über wasserstauenden, tertiären Schlufftonen bestehen, und solchen, die in den tertiären Schichtkomplexen selbst eingreifen, unterschieden werden.

Die erste Art von Rutschungen wird durch das Wasseraufnahmevermögen der feinkörnigen Verwitterungsschwarte bedingt, dem auf Grund der geringen Porenweiten und der daraus resultierenden Kapillar- und Oberflächenkräfte (G. KELLER 1969) keine entsprechende Möglichkeit zur Weiterleitung des versickerten Wassers, also zur Funktion als Grundwasserleiter gegenübersteht. Niederschlagswässer und abfließende Oberflächenwässer werden wie von einem Schwamm aufgesogen, so daß nach Erreichen eines Sättigungspunktes die Verwitterungsschwarte als Erdschlipf abgleitet. Diese Art von Bodenbewegungen wird schon auf Grund der schlechten Wasserleitfähigkeit kaum größere Wassermengen abgeben und daher für Wassergewinnung zu Versorgungszwecken ausscheiden, so daß die Bedenklichkeit in qualitativer Hinsicht, die durch die seichte Lage der Sickerwässer gegeben ist, gar nicht weiter hervorgehoben zu werden braucht.

Die weiteren Überlegungen sollen daher ausschließlich auf Hangrutschungen bezogen werden, die entweder einen größeren Tiefgang in Zusammenhang mit einem Grundwasserleiter oder die Einwirkung eines den anstehenden Tertiärschichten zugehörigen Grundwasserleiters auf die Verwitterungsschwarte zeigen, wobei folgende Möglichkeiten auftreten können:

1. Die Hangrutschung ist mit einem Grundwasserleiter verbunden, wobei die Rutschbewegungen bei größerem Tiefgang in die anstehenden tertiären Schichten bzw. den Grundwasserleiter eingreifen.

- a) Es handelt sich um einen geringmächtigen Grundwasserleiter (dm-Bereich) sandig-schluffiger Natur, die anfallenden Wassermengen sind gering (l/min).
 - b) Es handelt sich um einen Grundwasserleiter von mehreren Metern Mächtigkeit, vornehmlich sandiger Natur, die Wassermengen sind daher groß (l/s).
2. Die Hangrutschung ist auf die Verwitterungsschwarte beschränkt, wobei aber unter derselben sandig-schluffige Grundwasserleiter, die sich im Schichtverband der anstehenden tertiären Schichten befinden, ausbeissen. Es erlangt hier neben den Niederschlägen und ablaufendem Oberflächenwasser das Grundwasser eine wesentliche, wenn nicht ausschlaggebende Bedeutung für die Auslösung der Rutschung.

Die Wassermengen sind in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Grundwasserleiter sehr unterschiedlich.

In allen Fällen spielt neben der Grenze zwischen wasserdurchlässiger und wasserundurchlässiger Schichte das Übersteigen eines gewissen Porenwasserdruckes im wasserdurchlässigen Anteil bzw. im Grundwasserleiter die auslösende Rolle für den Beginn der Bewegung. Während die in die Verwitterungsschwarte eindringenden Niederschlags- und aus höheren Hangbereichen ablaufenden Oberflächenwässer nur als Sickerwässer bezeichnet werden sollen, stellen die Wässer in den tertiären Sand- und Schluffschichten Grundwasser gemäß der Ö-Norm B 2400 dar.

Es muß hier festgestellt werden, daß Hangrutschungen vom zweiten Typ im ost- und weststeirischen Tertiärbecken überwiegen. Bei Rutschungen dieser Art, die immer mit großen Einmuldungen sowie meist mit mehreren Quellen verbunden sind, wird grundsätzlich nur die Fassung von Grundwasser aus den tertiären Grundwasserleitern in Frage kommen.

Das Grundwasser aus den Sand- und Kiesschichten der tertiären Hügelzüge in der Ost- und Weststeiermark läßt eine Qualität erwarten, die von folgenden Faktoren bestimmt wird:

1. der gesteinsmäßigen Beschaffenheit des Grundwasserleiters,
2. den Oberflächenverhältnissen im Einzugsgebiet bzw. Nährgebiet des Grundwasserleiters,
3. der Tiefenlage des Grundwasserspiegels (der oft gespannt ist) und der Beschaffenheit der Deckschichte.

Es soll an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht werden, daß für die Qualität des Grundwassers die obersten biologisch aktiven Bodenschichten ausschlaggebend sind. In den obersten 80 cm — wobei manche Autoren auch nur 20 cm annehmen — der Bodenschichte erfolgt die Mineralisierung der organischen Substanzen. Desgleichen verlieren pathogene Keime in diesen Bereichen des Bodenprofils ihre Virulenz (Umwelt + Wasser = Leben. Information über Wasserwirtschaft und Umweltschutz, Hrsg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien 1972).

Diese Ausführungen lassen bereits erkennen, daß bei Hangrutschungen teils mit qualitativ gutem und teils mit qualitativ schlechtem Grundwasser gerechnet werden muß.

Wesentlich für die Verwendbarkeit des Grundwassers aus Hangrutschungen werden jedoch die Verhältnisse im unmittelbaren Bereich der Rutschung sein. Eine generelle Entscheidung über die Verwendbarkeit der aus Rutschungen anfallenden Grundwässer scheint daher nicht möglich. Vielmehr wird in jedem Einzelfall eine gründliche Untersuchung durchgeführt und dann die Entscheidung über die Verwendbarkeit als Trinkwasser getroffen werden müssen.

Diese Feststellung soll nun durch weitere Überlegungen und abschließend durch Beispiele bekräftigt werden.

Die Gewinnung von Grundwasser aus Hangrutschungen (Typ 2), die, wie bereits festgestellt, nur aus den unter der Verwitterungsschwarte ausbeißenden Sandschichten erfolgen soll, wird nur dort möglich sein, wo die Rutschmassen bereits zur Gänze abgeglitten sind und die tertiären Schichten bloßgelegt haben. Es wird sich hier vornehmlich um Schichtquellen bzw. ein horizontgebundenes Auslaufen von Grundwasser handeln. Die im Anstehenden eingebauten Fassungsanlagen werden in ihrem Bestand gesichert sein. Weitere Rutschbewegungen können luftseitig der Fassungen ohne Nachteile für dieselben erfolgen. Grundbedingung ist hier, daß die Fassung selbst bereits bergseitig der noch aktiven Rutschung erfolgt.

Wesentlich für Rutschungen der ersten Art scheint die Untersuchung der Möglichkeiten des Eindringens verunreinigter Oberflächenwässer ohne Filterung in der früher erwähnten biologisch aktiven Bodenschichte entlang von Gleit- und Abrißflächen im Rutschungsbereich selbst. Durch die Möglichkeit des erneuten Auflebens der Rutschung und des Aufreißens von Spalten im Boden wird keine ausreichende Sicherheit für eine Trinkwasserversorgung gewährleistet.

Voraussetzung für die Verwendung von Grundwasser aus Hangrutschungen des ersten Types für die Trinkwasserversorgung ist daher die endgültige Sanierung bzw. Stabilisierung der Rutschung.

Da nur eine vollständige Entwässerung einen dauernden Erfolg bei der Sanierung einer Rutschung bringt, muß eine Möglichkeit gefunden werden, daß Wassergewinnungsanlagen für Trinkwasserzwecke und Entwässerungseinrichtungen (Brunnen, Drainagen aller Art) nebeneinander bestehen können.

Diese Feststellung zeigt deutlich, daß es gefährlich ist, einzelne Quellfassungen oder Brunnen für Wasserversorgungszwecke innerhalb einer Rutschung zu errichten, da sie in ihrem Bestand ständig gefährdet sind.

Die grundsätzliche Forderung nach einem gesicherten Bestand der Fassungsanlage kann daher nur mit einer gleichlaufenden vollständigen Rutschungssanierung, die mit der Fassungsanlage verbunden sein wird, erfüllt werden. Es ist dabei zu prüfen, ob nur Teile oder der gesamte Anfall an Grundwasser für Versorgungszwecke geeignet sind oder benötigt werden.

Abschließend soll bei den generellen Erörterungen noch darauf verwiesen werden, daß für Trinkwasseranlagen Schutzgebiete unbedingt vonnöten sind. Gerade hier wird die Abstimmung der Größe und Form des Schutzgebietes auf die Ausdehnung der Rutschung nicht zu umgehen sein.

Die angeführten Gesichtspunkte gelten sowohl für Quellen und Brunnen als auch für die Entwässerung durch Drainagen. Bei letzteren, die der Vollständigkeit halber auch zu behandeln sind, werden jedoch darüber hinaus die Tiefenlage

der Drainage sowie der Chemismus des Wassers (Verockerungen) ausschlaggebend sein. Derzeit wird Wasser aus Drainagen (Rutschungen) generell für Trinkzwecke abgelehnt. Ein wesentliches Hindernis wird in der flächenmäßigen Ausdehnung sowie in der meist seichten Lage der Drainagen gegeben sein, da die Einrichtung entsprechend großer Schutzgebiete Schwierigkeiten bereitet. Ein weiterer und ganz wesentlicher Gesichtspunkt stellt die Lebensmöglichkeit für Bakterien und Kleintiere (z. B. Krebse) in den Drainagesträngen dar, die eine Nutzung solcher Wässer auch weiterhin ausschließen dürfte. Ausnahmen werden vielleicht in Zukunft bei Tiefdrainagen gemacht werden können, wenn bei diesen die Lebensmöglichkeiten für Kleintiere und Bakterien unterbunden werden könnten.

Als Beispiele einer, den dargelegten Ansprüchen nicht genügenden Wassergewinnung aus einem Rutschhang soll eine Brunnenanlage im Weststeirischen Tertiärbecken, im Bereiche der Florianer Schichten, kurz beschrieben werden. Vorangestellt sei, daß die Florianer Schichten nach K. KOLLMANN (1964) aus Grob- und Feinsanden in Wechsellagerung mit Peliten bestehen. Es sind daher hier sowohl die gesteinsmäßigen als auch morphologischen — Hügelland — Voraussetzungen für Hangrutschungen gegeben, die auch tatsächlich häufig zu beobachten sind.

Die Wassergenossenschaft *Rassach-Hohebeck* (Gemeinde Rassach, Bezirk Deutschlandsberg) errichtete im Jahre 1964 am Nordhang eines von Florianer Schichten, die von Lehmen überdeckt sind, aufgebauten Hügelzuges einen Schachtbrunnen von 8,50 m Tiefe und 1,50 m lichter Weite. Der Brunnenmantel wurde dabei, um dem Wasser Eintrittsmöglichkeiten zu geben, mit Fenstern versehen.

Obwohl die Situierung in einem Rutschhang erfolgte, der die Spuren mehrmaliger alter Bodenbewegungen erkennen läßt, war die Wasserqualität in bakteriologischer Hinsicht anfangs gut. Die durchschnittliche Ergiebigkeit wurde im Wasserrechtsverfahren mit 11.000 l/d angegeben. Das Rutschgebiet stellt das unmittelbare Einzugsgebiet des Brunnens dar, wobei Sande bis Schluffe als Grundwasserleiter fungieren.

Im Herbst des Jahres 1966 verlegte nun der Wasserverband *Stainzthal* eine Rohrleitung, deren Künette ca. 3 m bergwärts des Brunnens mit Tiefen bis zu 2 m den Rutschhang querte. Hier muß bemerkt werden, daß man es verabsäumte, für diesen Brunnen ein Schutzgebiet zu bestimmen. Unmittelbar im Gefolge der Aufgrabung kam es im Zusammenhang mit den starken Niederschlägen, die damals im gesamten ost- und weststeirischen Tertiärgebiet zahlreiche Rutschungen auslösten, auch hier zu einer Rutschung, die lediglich zu einer Überdeckung des Brunnens durch Rutschmassen führte und daher nur einen geringen Tiefgang der Gleitflächen aufwies. Bergwärts des Brunnens bzw. der Künette waren die typischen Muschelabrüche zu erkennen.

Nach Beseitigung der Rutschmassen vom Brunnen und Einebnung der Anrisse sowie einer Pilotierung bergwärts des Brunnens ruhten bis zum Sommer 1970 die Bodenbewegungen. In diesem Jahre zeigten sich dann unmittelbar ober der noch kenntlichen Künette neuerliche Risse und Spalten im Boden. Da bereits ab Jänner 1969 schlechte bakteriologische Befunde (hohe Keimzahlen) des Brunnenwassers zu verzeichnen waren, wurde im Zuge eines Wasserrechtsverfahrens zur

Festlegung eines Brunnenschutzgebietes ein hydrogeologisches Gutachten über die Möglichkeiten zur Sanierung und Sicherung dieser Brunnenanlage eingeholt. Auf Grund der örtlichen Gegebenheiten war ein weiteres Andauern der Rutschbewegungen bzw. in Abhängigkeit von den Niederschlägen ein Wiederaufleben in unregelmäßigen Abständen zu erwarten. Überdies schien die Einbeziehung der gesamten Rutschung in das engere Brunnenschutzgebiet notwendig.

Letztere Forderung war mit der Möglichkeit des Eindringens von Keimen und anderen Verunreinigungen entlang von Anrissen und Spalten im Bereich der Rutschung begründet. Wesentlich war weiters die Überlegung, daß die Einrichtung des Schutzgebietes wohl in bakteriologischer Hinsicht eine Besserung erwarten ließe — die unmittelbare Umgebung des Brunnens fand bis dorthin als Viehweide Verwendung —, aber für den Bestand der Brunnenanlage selbst dadurch keine Sicherheit erlangt werden könne. Maßnahmen zur Rutschungssanierung bzw. Stabilisierung hätten vor allem Entwässerungen dargestellt, in deren Folge ein Ergiebigkeitsrückgang des Brunnens zu befürchten war. Den einzigen Ausweg hätte daher eine neue, mit den Sanierungsmaßnahmen an der Rutschung in Einklang gebrachte Brunnenanlage bedeutet, wie sie im nächsten Beispiel beschrieben werden soll.

Aus allen diesen Gründen wurde nach einer anderen Möglichkeit der Wasserversorgung gesucht und durch den Anschluß an den Wasserverband *Stainzthal* ein Ausweg gefunden.

Abschließend war noch die Frage nach einem ursächlichen Zusammenhang der Rutschung mit der Aufgrabung des Wasserverbandes *Stainzthal* zu klären. Dabei wurden als Grund für die Rutschung die Bodenverhältnisse und Niederschläge ins Treffen geführt und die Aufgrabungen nur als auslösendes Moment betrachtet, wobei sich hier das Fehlen eines Schutzgebietes als grober Mangel bemerkbar machte.

Als zweites Beispiel soll über die Wasserversorgung eines Gasthauses aus einem Brunnen, der zur Sanierung einer Rutschung errichtet wurde, berichtet werden. Die geologische Bearbeitung dieser wirkungsvollen Rutschungssanierung und bis nun klaglosen Wasserversorgung wurde von H. HAAS (1966) durchgeführt, der die Unterlagen zur Verfügung stellte. Beim sogenannten *Kneisslwirt* nördlich von *Pischelsdorf*, im Bereich von Sarmatschichten des oststeirischen Tertiärbeckens (K. KOLLMANN 1964), die aus Tonen in Wechsellagerung mit Schluffen und Feinsanden bestehen, führt die Wechselbundesstraße über einen flachen Damm quer über den oberen Rand einer Hangeinmuldung. Diese Mulde läuft ungefähr in halber Hanghöhe in eine stark vernäßte Verebnung aus, deren Wasserführung auf ihre Entstehung als Quellmulde, in der auch ein alter Schöpfbrunnen bestand, hinweist. Auf Grund der Bodenaufschließungen wurde dabei eine schluffig-sandige Schichte als Grundwasserleiter erkannt und die Quellen als Schichtquellen typisiert. Es ist noch zu vermerken, daß in größerer Entfernung der gleiche Grundwasserleiter von einigen Hausbrunnen genutzt wird.

Geländeform und Untergrundbeschaffenheit ließen im Zusammenhang mit der Wasserführung bereits eine Rutschung befürchten, die nach den starken Regenfällen im Frühjahr und Sommer 1965 auch auftrat und letztlich ein Ausmaß von 2,5 ha erreichte, wobei der Muldenhang in einer die gesamte Fahrbahn durchreißenden Rutschschale absackte.

Sowohl die Form der Bewegung als auch die Bodenaufschließung zeigten, daß über einen schlufftonigen Stauhohizont Schluffsande von 1 bis 4 m Mächtigkeit eine intensive Wasserführung aufweisen. In dieser Zone wurde nun die Rutschung durch die Ausbildung einer Gleitschicht sowie durch Fließbewegungen ausgelöst. Die Wasserführung ist durch die flache Einmuldung der schräg aus dem Hang fallenden Schichten gerade auf diesen Bereich konzentriert. Aus diesen Gründen wurde die Rutschung von H. Haas als typische ausgedehnte Schalenrutschung mit Gleithorizont, ausgeprägter Anriß- und eindeutiger Sackungszone sowie der, aus der Ausbißlinie des Gleithorizontes in die Mulde vorschiebenden Wulstbildung beschrieben.

Die Rutschungssanierung wurde in diesem Fall nun durch die Errichtung einer Brunnenreihe an der Bergseite der Rutschmasse zur Trockenlegung der Schluffsand-schicht in Verbindung mit luftseitigen, als Stützkörper ausgebildeten Tiefdrainagen angestrebt. Vorschlagsgemäß wurden mit beträchtlichen Schwierigkeiten technischer Natur insgesamt 9 Brunnen von 9,45—11,0 m Tiefe und 1,5 m Durchmesser in Abständen von 15 m im Ortsbetonringverfahren hergestellt. Die Brunnen erhielten weiters bergseitig sternförmig ausstrahlende Filterrohrstränge.

Zur Ausleitung des anfallenden Grundwassers wurden die Brunnen in Sohlhöhe mit verrohrten Horizontalbohrungen verbunden. Die weiteren Sanierungsmaßnahmen im Bereich dieser Rutschung, wie insbesondere die Vorgrundentwässerungen, brauchen hier nicht näher dargelegt zu werden.

Wesentlich erscheint jedoch, daß hier durch diese Maßnahmen einerseits eine bisher wirkungsvolle Stabilisierung dieser Hangrutschung und andererseits durch einen der Entwässerungsbrunnen eine in ihrem Bestand gesicherte und einwandfreie Grundwassergewinnung, die zur Wasserversorgung des eingangs erwähnten Gasthauses dient, erreicht wurde.

Abschließend soll ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Gewinnung von Grundwasser aus Hangrutschungen unter gewissen Bedingungen auch bei Einhaltung der früher dargelegten Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen möglich ist. Dies kann vor allem einzelnen Gewerbebetrieben, landwirtschaftlichen Betrieben oder Wassergenossenschaften bei der Wasserbeschaffung wesentliche Erleichterungen bringen. Die Nutzung derartiger Grundwässer durch vor allem in Streulage befindlichen bäuerlichen Anwesen ist ja schon seit langem und sicher auch weiterhin im ost- und weststeirischen Tertiärgebiet üblich. Dabei wurde und wird jedoch nicht in einem der heutigen Zeit entsprechenden Ausmaß auf die Wasserqualität und die Sicherheit der Fassungsanlage geachtet. Die Quellfassungen und Brunnen sind vielfach mitten in den Rutschungsbereichen, die ein Fortdauern der Bodenbewegungen erwarten lassen, lokalisiert.

Literatur

- ALKER, A., HAAS, H. & HOMANN, O.: Hangbewegungen in der Steiermark. — Mitt. Mus. Bergbau, Geologie und Technik Landesmus. Joanneum, 30: 3—35, Graz 1969.
- BERNHART, L.: Wasserverband Hochschwab-Süd — Gedanken zur zukünftigen steirischen Wasserwirtschaft. — Gas — Wasser — Wärme, 27, 9: 182—185, Wien 1973 (1973a).
- , Wasserversorgung aus dem Leibnitzer Feld. — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 24, Graz 1973 (1973b).

- BRANDL, W. & HAUSER, A.: Die hydrogeologischen Verhältnisse im Bezirk Fürstenfeld. — Beiträge zu einer Hydrogeologie Steiermarks, 5: 15—25, Graz 1951.
- BRANDL, W. & SCHMID, R.: Die hydrogeologischen Verhältnisse im Gemeindegebiet von Floing, Bezirk Weiz. — Beiträge zu einer Hydrogeologie Steiermarks, 5: 3—10, Graz 1951.
- HAAS, H.: Baugeologischer Bericht, Wechsel-Bundesstraße Nr. 54, Rutschungsbehebung „Kneisslwirt“. — Graz 1966 (unveröffentl.).
- KELLER, G.: Angewandte Hydrogeologie. — Verl. Wasser u. Boden, Axel Lindow u. Co., Hamburg 1969.
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im steirischen Becken. — Mitt. Geol. Ges. in Wien, 57, 2: 479—632, Wien 1964.
- METZ, K. & VEDER, Ch.: Neuere Arbeiten über Rutschungen im SE-steirischen Tertiär. (Vortrag gehalten am 28. I. 1969 im Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark.)
- SCHMIDT, R., BRANDL, W. & HAUSER, A.: Skizze der hydrogeologischen Verhältnisse des Gemeindegebietes Harl im Bezirk Weiz. — Beiträge zu einer Hydrogeologie Steiermarks, 1: 11—18, Graz 1949.
- THURNER, A.: Rutschungen im steirischen Tertiärgebiet mit besonderer Berücksichtigung der Wasserführung. — Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, N. F., Jg. 1965, 17: 141—162, Graz 1965.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Entwurf einer Übersichtskarte der Wassermangelgebiete und wasserärmeren Bereiche in Steiermark. — Mitt. Reichsanst. Bodenf., Zweigstelle Wien, 1944, 7: 3—16, Wien 1944.
- ZÖTL, J.: Wässer und Gewässer in der Steiermark. — In: Die Steiermark, Land, Leute, Leistung, 2. Aufl., 94—141, Graz 1971.

Anschrift des Verfassers: Baurat Dr. Hilmar ZETINIGG, Wartingergasse 7, 8010 Graz, Österreich.