

Bergrutsche an der nördlichen Fränkischen Alb

von

WOLF HÜTTEROTH

mit 4 Abbildungen

Immer wieder tauchen in der Tagespresse Meldungen über „Hangrutschungen“, „Bergstürze“, „Schuttfließungen“ oder ähnlich bezeichnete Ereignisse auf, die in der Fränkischen Alb Straßen blockieren oder Siedlungen gefährden. Bekannt werden solche Phänomene allerdings immer nur dann, wenn sie konkret für Siedlungen oder Verkehrswege bedrohlich werden oder größere Forstareale vernichten. Die ausgedehnte Rutschfließung am Schwäbischen Albtrauf bei Tübingen 1983 beschäftigte wochenlang die Lokalpresse. Erheblich größer ist jedoch die Zahl der identifizierbaren Rutsch- oder Fließformen unter Wald, die weit weniger Schaden anrichten, weniger spektakulär sind und kaum in der Öffentlichkeit auffallen.

Allerdings wird der aufmerksame Beobachter in der Fränkischen Alb, wenn er abseits der bekannten Wege den Wald durchstreift, sehr bald die Verschiedenheit des Kleinreliefs bemerken: Streckenweise wandert er über mehr oder weniger „glatten“ Waldboden, der höchstens hier und da durch die Wurzelballen gestürzter Bäume ein paar Unebenheiten hat, während er an anderer Stelle – auf gleicher Höhe, in der gleichen geologischen Schicht – über ein sehr unruhiges Kleinrelief klettern muß. Große Kalkbrocken und einzelne Buckel ragen heraus, kleine Feuchtstellen oder Tümpel bilden sich in den zwischenliegenden Senken und unregelmäßige, wulst- oder wallartige Oberflächenformen scheinen sich hangab oder hangparallel anzuordnen.

Derartige „*Buckelhänge*“, wie sie in der Literatur manchmal genannt werden, verteilen sich nun nicht völlig regellos an den Abhängen des Albrandes, und auch ihre Formen sind – aufgrund bestimmter Entstehungsmechanismen – regelhaft beschreibbar. Die „*Buckelhänge*“, in älteren geologischen Karten 1 : 25 000 nach dem Material meist undifferenziert als „Hangschutt“ klassifiziert, lassen sich bei genauer Beobachtung der Einzelformen in eine Vielzahl von Rutschungen oder Rutschfließungen gliedern. Nur sind die Mehrzahl dieser Rutschformen zur Zeit oder schon seit längerer historischer Zeit nicht mehr beweglich und deshalb der Aufmerksamkeit vielfach entgangen.

Im Folgenden soll versucht werden, zur Verbreitung, Typendifferenzierung und Entstehung dieser Formen der Massenbewegung einige Kartierungs- und Beobachtungsergebnisse mitzuteilen sowie diejenigen Besonderheiten herauszustellen, die für die Stufenstirn-Hänge der Fränkischen Alb charakteristisch sind. Dem schon vielfach bearbeiteten Phänomen der Hangrutschungen und seiner geomorphologischen Interpretation sollen damit einige Varianten hinzugefügt werden. Entscheidender

Anlaß dafür ist einmal, daß im Gegensatz zur Schwäbischen Alb und zu den Niedersächsischen Schichtstufen die Frankenalb bisher kaum systematisch auf ihre Berg rutschformen hin untersucht wurde; zum anderen liegt jedoch mit vier großen Kartierungen im Maßstab der Katasterkarte (1 : 5 000) über insgesamt rund 50 km

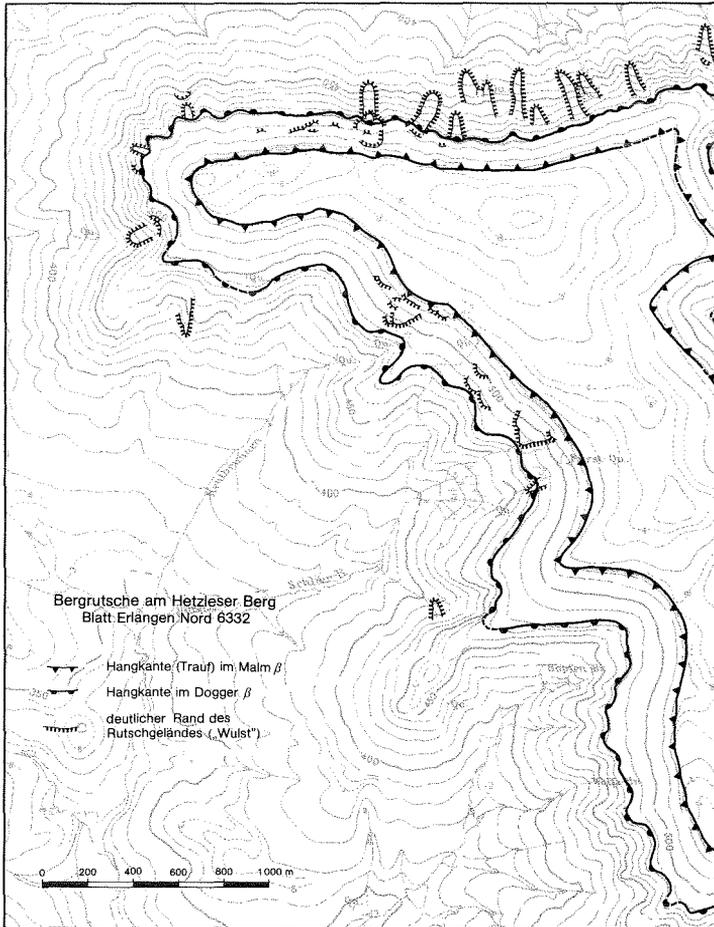


Abb. 1: Die Bergrutsche an der Nord- und Westseite des Hetzleser Berges östlich Erlangen, TK 25 Blatt 6332 Erlangen-Nord. Die Süd- und Ostseite enthält mit Ausnahme einer Rutschung an der Straße nach Pommer keine bekannten weiteren Rutschungen. (Kartierung Hütteroth/Kleber 1967-1983)

Stufenrand (gemessen an der Doggersandsteinkante) ein flächenhaft geschlossenes und quantitativ nicht unbedeutendes Beobachtungsmaterial vor, das generalisierende Aussagen eher erlaubt als viele punktuelle Beobachtungen. An der Geländeaufnahme und Kontrolle waren außer Erlanger Studenten im Praktikum vor allem Christine HABICH (Staffelberg-Gebiet), Hans Georg ZITTE (Lange Meile) und Arno KLEBER (Hetzles) durch eigene Arbeiten oder Geländekontrollen beteiligt.

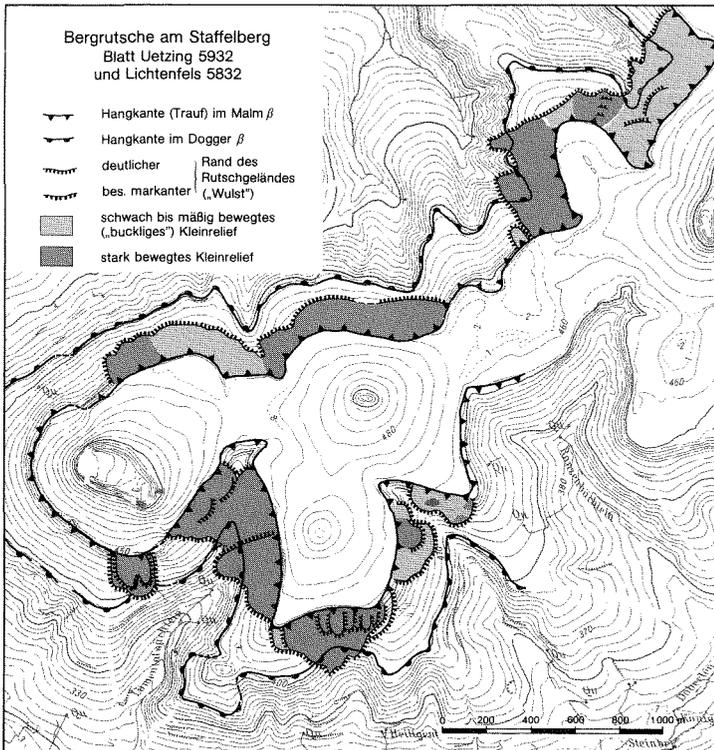


Abb. 2: Berggrutsche am Staffelberg in der nördlichen Frankenalb, TK 25 Blatt 5932 Uetzing und Blatt 5832 Lichtenfels. Die Kalke des unteren Malm sind hier mächtiger als in den anderen Untersuchungsgebieten, deshalb die großzügigere Umrißform der einzelnen Rutschgebiete. (Kartierung Christine Habich, Zulassungsarbeit Erlangen 1978)

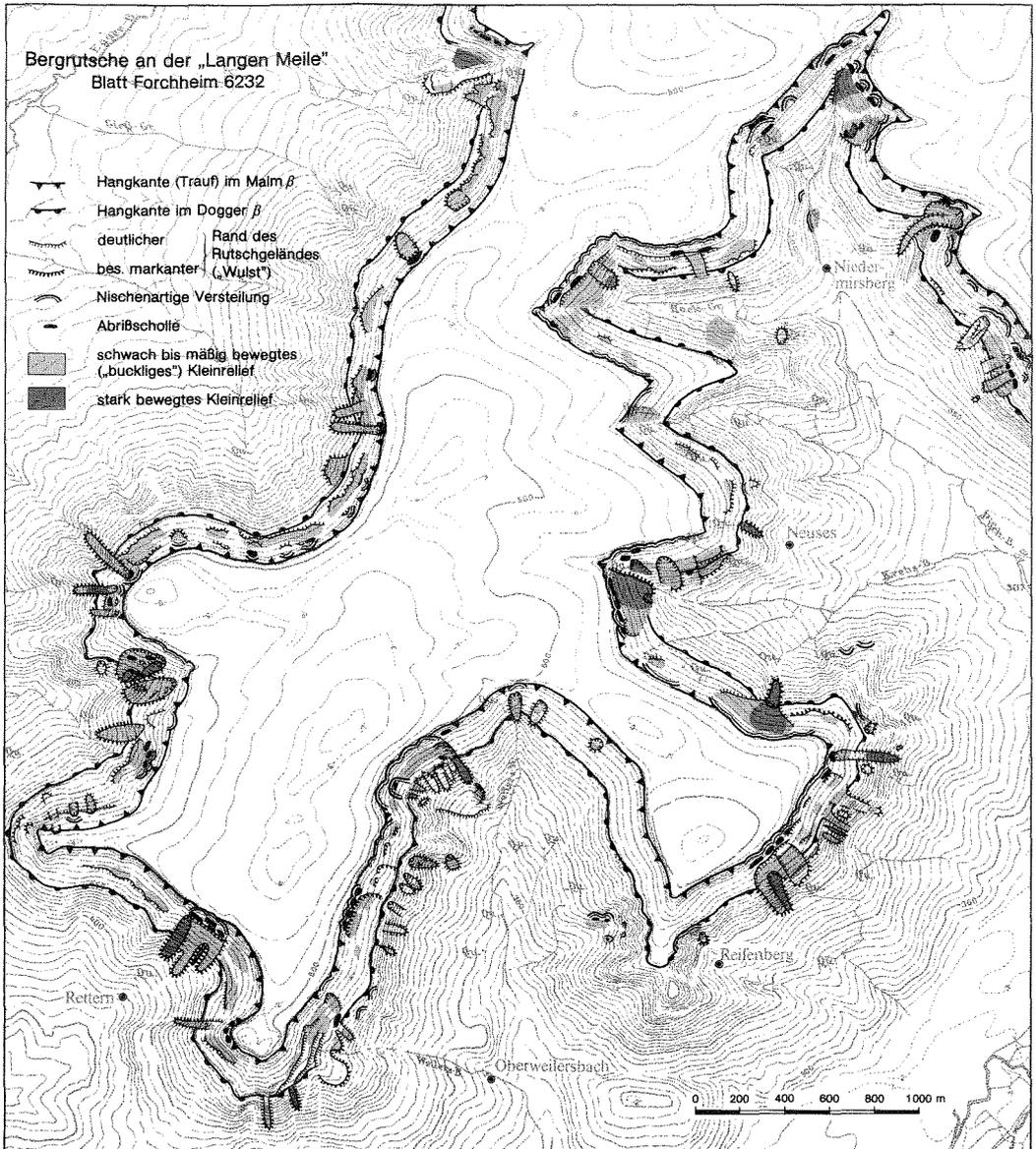


Abb. 3: Berggrutsche rings um die Lange Meile bei Forchheim in Oberfranken, TK 25 Blatt 6232 Forchheim.
(Erste Kartierung Hans-Georg Zitte, Zulassungsarbeit Erlangen 1977; leicht modifiziert durch mehrere Erlanger Geländepraktika 1980-1990)

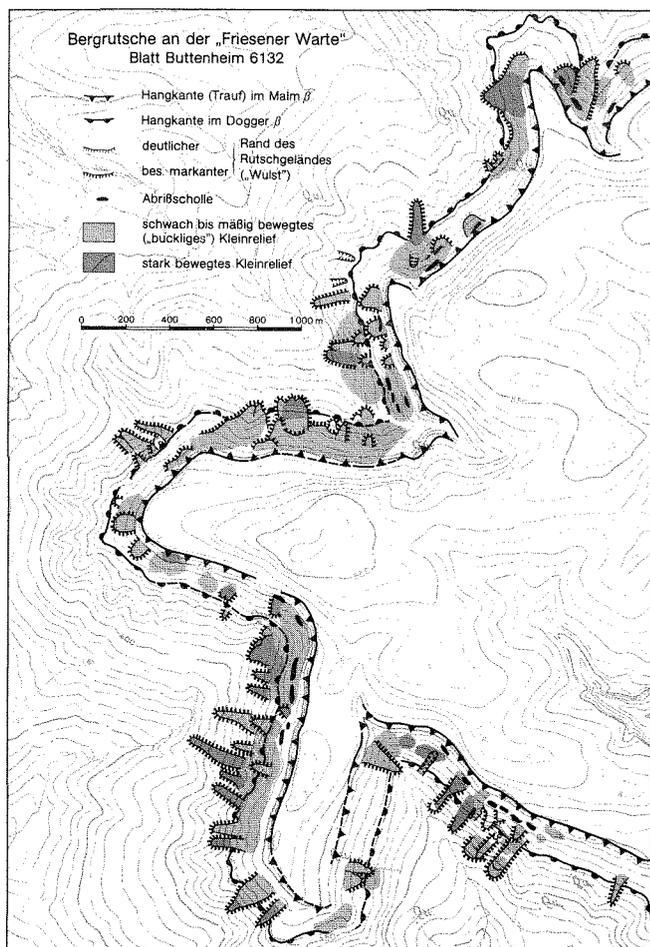


Abb. 4: Bergrutsche an der Friesener Warte zwischen Forchheim und Bamberg, TK 25 Blatt 6132 Buttenheim.
(Kartierung mehrerer Erlanger Geländepraktika 1980-1990)

Der „Idealtyp“ des Stufenhanges und seine Varianten

Wir beginnen mit der Darstellung der Voraussetzungen für die Hangrutschungen; deren wichtigste liegt in der speziellen Konfiguration des Stufenstirnhanges. Die „doppelte Stufung“ dieser Schichtstufe ist mehrfach beschrieben worden. Sie ist in Wirklichkeit jedoch noch etwas komplizierter.

Zweifellos ist die markanteste Linie der Trauf im unteren Malm (meist Malm Beta). Er läßt sich fast durchweg deutlich verfolgen und im Gelände nicht selten auf

den Meter genau festlegen. Selbst wo in der Nähe der Stufenstirn die höheren Schichtglieder des Malm nicht anstehen, ist oberhalb des Traufs oft noch ein leichter Anstieg von 2 bis 5° zu beobachten, in unmittelbarer Traufnähe werden noch größere Winkel erreicht. Es handelt sich also auf weite Strecken um eine „Traufstufe mit Walm“ nach der Terminologie von SCHUNKE/SPÖNEMANN (1972). Wo in der Nähe des Malm-Traufs noch jüngere Glieder des Malm anstehen, folgt oberhalb des Traufs eine leichte Verebnung im Malm Gamma, und oberhalb davon, im Malm Delta, wiederum ein leichter Anstieg, der jedoch selten die Steilheit, Höhe und scharfe Traufausbildung des Malm Beta erreicht. Zudem haben die Mergel des Malm Gamma, im Unterschied zum unten zu besprechenden Dogger Gamma bis Zeta und zum Dogger Beta, eine so geringe Tonkomponente, daß wir sie für die hier zu behandelnden Fragen der Rutschungen am Stufenhang außer Betracht lassen können.

Unterhalb des Traufs setzt nun mit Hangwinkeln zwischen 25° und 35° der steile, obere Stufenhang an, und hier muß bereits im Hinblick auf unsere Fragestellung differenziert werden, weil in erster Annäherung drei verschiedene Formtypen dieses Hangteils vorkommen:

Am markantesten sind, erstens, die Hangpartien, wo Schwammkalk oder Dolomit bis an den Stufenhang heran ansteht. Aufgrund der bekannten Lage der Schwammriffe im unteren Malm (Oxford) ist das bei den äußeren, nach Westen vorspringenden Teilen der Nördlichen Frankenalb nicht häufig zu erwarten. Die schroffen Formen herausragender Felsen, Türme und Hangbastionen sind denn auch, im Gegensatz zu den Talhängen weiter im Inneren der Alb, nur selten zu finden. Dies allerdings sind die einzigen Stellen am Stufenhang, wo stellenweise freie Felsflächen herausgewittert sind und erhalten bleiben.

Zweitens nehmen einen großen Teil der Stufenstirn-Hänge im gebankten Kalk auffallend gerade, gleichförmige Hänge mit gleichmäßigen Hangwinkeln um 30° ein. Die Schichtgrenze Malm Alpha/Beta macht sich im Relief meist nicht bemerkbar. Bis zum Trauf hinauf ist dieser Hangabschnitt von locker liegendem Schutt bedeckt, dessen klirrendes Geräusch beim Gehen jeder Wanderer kennt. Nur an wenigen Stellen ragen zwischen dem Schutt die Schichtköpfe anstehender Kalkbänke ein wenig hervor. Die gleichförmigen Neigungswinkel und die Geradheit dieses Hangstückes sind Kennzeichen eines typischen „Haldenhanges“. Er stellt unter holozänen Klimabedingungen gewissermaßen die „Norm“ dar, von der ausgehend die Modifikationen des dritten Typus verständlich werden:

Als kennzeichnend für diesen dritten Typus lassen sich an bestimmten Hangabschnitten – zusammengenommen an etwa 20 bis 30 % der Malmkalk-Hänge – flache, aber deutlich unterscheidbare „Nischen“ im Hang beobachten, in denen a) der Hang etwas steiler ist und b) der Trauf etwas schärfer herauspräpariert erscheint. Hier treten Hangwinkel um und über 30° auf. Nicht selten verschneiden sich diese Nischen seitlich; stumpfe, leicht vorspringende Rippen bleiben dazwischen stehen.

An derartigen Hangabschnitten läßt sich der Trauf über längere Strecken besonders klar verfolgen. In tieferen Teilen dieser Nischen weisen dann deutliche Buckel, Podeste, oder Hangabsätze mit verlagerten Malmkalk-Paketen darauf hin, daß es sich hier um Abrißstellen von Malmkalk-Schollen handelt. Hier haben also Prozesse der Massenverlagerung bis zum Malmtrauf zurückgegriffen und den höchstgelegenen Teil der Stufenstirn lokal versteilt. Es ist jedoch auffallend und möglicherweise ein besonderes Charakteristikum der nördlichen Frankenalb, daß sich in diesen Nischen kaum freie Felswände (gebankter Kalke) finden. Der holozäne, aktuelle Prozeß der Hangschuttbildung hat den Haldenhang-Winkel rasch wieder hergestellt. Unterhalb dieser Nischen setzen dann meist die mehr oder weniger klar erkennbaren Formen der Massenverlagerung an, von denen später zu reden sein wird.

Die nächst tiefere Etage im strukturbedingten Relief der Schichtstufe ist die Verebnung oder Verflachung, die in der Literatur als „*Doggerterrasse*“ oder „*Ornatenton-Terrasse*“ bezeichnet wird. Sie ist bedingt durch die überwiegend tonige Fazies des oberen Dogger (vor allem Dogger Zeta). Entsprechend den Schwankungen der Mächtigkeit dieser Tone wechseln Breite und Höhe dieser Dogger-Verebnung. Zwischen dem Fuß des Malm-Steilanstiegs und der Kante des Doggersandsteins liegen meist zwischen 150 und 200 m Horizontalabstand, die Hangwinkel überschreiten selten 15°. Die höheren Teile dieser Verebnung sind in der Regel noch von gravitativ verlagertem Hangschutt des Malm bedeckt, der damit auch den wichtigen Quellhorizont an der Schichtgrenze Dogger/Malm verschleiert.

Soweit nicht Rutschformen diesen Hangabschnitt modifiziert haben – was allerdings häufig der Fall ist – erscheinen die flachen Hänge in den Tonen oberflächlich auffallend glatt; „man könnte radfahren“, wenn die Vegetation nicht wäre. Fast jeder Wurzelballen vom Wind geworfener Buchen zeigt allerdings, daß die glatte Oberfläche nicht über den (oberflächlich verwitterten) Tonen ausgebildet ist, sondern über einer Decke von *Solifluktionsschutt mit hohem Anteil von Malmkalk-Scherben*. Gelegentlich ist in Hohlwegeinschnitten die bekannte solifluidale Einregelung der Malmkalk-Scherben deutlich zu sehen. Bisweilen zeigen junge Aufschlüsse auch ziemlich große, kompakte Schollen von Malmkalken dazwischen, über die die Hangoberfläche glatt hinwegzieht.

Hin und wieder wird die flache Doggerterrasse noch gegliedert durch eine niedrige strukturbedingte Stufe: Im Dogger Gamma tritt mit dem Konglomerat der Sowerbyi-Schichten eine unter Umständen reliefbildende Schicht auf. Klar zu beobachten ist die dadurch bedingte, niedrige (3 bis 5 m hohe) Stufe allerdings nur an wenigen Stellen. Unterschiedliche fazielle Ausbildung bewirkt offenbar nur stellenweise eine ausreichende Resistenz (z.B. Hetzleser Berg – Nordseite; Lange Meile – Südosthang W Oberweilersbach). Die liegenden Diszites-Tone, heute meist zum oberen Dogger Beta gerechnet, bilden darunter einen weiteren Quellhorizont. Diese kleine „Sowerbyi-Stufe“ läuft, wo sie auftritt, meist der unterhalb folgenden Doggersandsteinstufe in 10 bis 30 m Horizontalabstand parallel.

Die Sandsteine des Dogger Beta bilden mit 40 bis 70 m Mächtigkeit den mittleren Hauptteil des gesamten Stufenstirnhanges. Entsprechend ihrer zwar wechselnden, insgesamt jedoch deutlich höheren Resistenz gegenüber den hangenden (Dogger Gamma bis Zeta) und liegenden (Dogger Alpha) Tonen sind sie als relativ steile Hänge herauspräpariert. Wichtig für die Gliederung des Reliefs ist, daß sowohl im unteren („Kellersandstein“) wie im oberen („Hauptwerksandstein“) Teil des Dogger Beta mächtige, feinkörnige Sandsteine dominieren, während dazwischen, in den mittleren Horizonten, tonige Zwischenlagen und Sandsteine mit weniger festem Bindemittel vorkommen. Das hat eine Gliederung des Sandstein-Steilhanges zur Folge, mit einer mehr oder weniger deutlichen Hangverflachung zwischen zwei meist steileren Hangabschnitten.

Schon das Isohypsenbild der topographischen Karte läßt erkennen, daß der Sandstein-Steilhang zwar im Großen dem Verlauf des Malm-Traufs parallel läuft, im Detail jedoch viel stärker in spornartige Vorsprünge und dazwischen hinaufgreifende Hangdellen oder Muldentälchen gegliedert ist. An solchen Vorsprüngen – von kleinen Spornen bis zu breiten, viele hundert Meter vorspringenden Riedeln – wird die doppelte Stufung des Doggersandsteins besonders deutlich. Zum Hangenden hin wird der Doggersandstein oft abgeschlossen durch die Austernbank, deren relativ hohe Abtragungsresistenz die Doggerkante vielfach sehr markant hervortreten läßt. Weithin läßt sie sich auf den Meter genau bestimmen. Wo allerdings Sporne etwas weiter vorspringen, setzt der abwärtsige Beginn des oberen Sandstein-Steilhanges etwas tiefer an und erscheint auch flacher geböschet. Das läßt darauf schließen, daß der Hang im Doggersandstein flacher war, bevor die die Sporne gliedernden Muldentälchen und Hangdellen sich bis zum derzeitigen Stand eintieften. Diese Hangdellen oder Muldentälchen sind heute durchweg nur episodisch durchflossen, soweit ihr Boden noch im Sandstein liegt. Wo sie nach unten hin den liegenden Opalinuston erreichen, treten dann Naßstellen auf, und nicht selten setzt dann etwa 100 bis 200 m abwärts die rezente Erosion mit 1 bis 3 m eingetieften Bachkerben ein.

Wo immer der Steilhang im Doggersandstein auf mehrere hundert Meter gerade oder nur wenig gebuchtet verläuft, läßt sich bei gelegentlichen Aufschlüssen feststellen, daß eine Solifluktsdecke mit Malmkalkscherben die Hänge überzieht. Stärker vorspringende Sporne wurden allerdings von dem von oberhalb herabziehenden Solifluktionsschutt nicht mehr erreicht. Autochthoner Sandsteinschutt sammelt sich an den flacheren Hangteilen und zieht von da, wohl auch solifluidal verfrachtet, bis auf die flacheren Hänge im liegenden Opalinuston (Dogger Alpha) hinab. In die Hangdellen muß hingegen der pleistozäne Solifluktionsschutt von der Doggerterrasse verstärkt hineingeglitten sein, und da ihn seither keine nennenswerte lineare Erosion ausgeräumt hat, liegt er da noch heute mit einer Mächtigkeit von deutlich über einem Meter. Der darin enthaltene hohe Anteil von Tonen des oberen Dogger (Dogger Gamma bis Zeta) läßt die tieferen, inneren Teile der Hangdellen „feucht“ erscheinen. Hier liegt ein zweiter Ansatzpunkt für – allerdings flache und wenig ausgedehnte – Hangrutschungen.

Mit einem Übergang von konvexen zu konkaven Hangprofilen auf den Spornen und Riedeln macht sich die untere Schichtgrenze des Doggersandsteins gegenüber den liegenden Tonen des unteren Dogger (Dogger Alpha = Opalinuston) bemerkbar. Vielfach findet sich hier auch die heutige Nutzungsgrenze zwischen Wald und Acker bzw. (häufiger) Grünland. Der hier erwartete Quellhorizont ist in der Regel nur jeweils in den Tiefenlinien der Hangdellen oder Muldentälchen realisiert, direkt vor den Spornen sind kaum nennenswerte Wasseraustritte zu erwarten. Wo etwas tiefer eingreifende Muldentälchen weit vorspringende Sporne des (unteren) Doggersandsteins gliedern, kann es noch einmal zu relativ steilen Hangwinkeln kommen, die sich auch im Opalinuston noch ein Stück weit verfolgen lassen. Dies ist der dritte Lagetyp potentieller Ansatzpunkte von Rutschungen, er tritt mehr an den Flanken als an den Vorsprüngen einzelner Sporne auf.

Die Einzelformen eines Bergrutsches am Albtrauf

Der Idealtyp des Bergrutsches beginnt oben mit Abrißschollen am Trauf von einigen Metern Breite und mehreren Zehnern von Metern Länge (stufenparallel). Die von ACKERMANN (1959) je nach der Verlagerung unterschiedenen Typen von Schollen (Kipp-, Girlanden- und Tür-Schollen) finden sich grundsätzlich auch an der Malmkalk-Stufe. Die Mehrzahl der Schollen sind heute als Podeste oder hangparallele, bisweilen schräg zum Hang liegende längliche Buckel zu erkennen, aus denen an der talwärtigen Seite hier und da die Schichtköpfe geschlossen verlagert und nur mäßig gestörter Malmkalk-Bänke herausragen. Allerdings zeigen diese Schichtköpfe meist ein stärkeres Einfallen der Schichten gegen den Hang als beim Anstehenden; es handelt sich also um *antithetische oder rotierende Verlagerung durch Rutschvorgänge an einer gekrümmten Gleitfläche (Rotationsrutschungen)*. Der umgekehrte Fall hangwärtigen Einfallens, der auf Kippung schließen lassen würde, ist erheblich seltener zu beobachten.

Die Stelle, an der die Scholle im ursprünglichen Schichtverband anstand, erscheint jetzt als flache *Abrißnische* am oberen Hang. Ihre Steilheit nimmt nach oben hin bis auf etwa 35° zu, gelegentlich stehen im obersten Teil wenige Meter Fels an.

Es lassen sich Schollen unterscheiden, die von der Abrißnische durch eine flache Rücktiefe getrennt sind, wo also zum Hang hin auf 10 bis 30 m ein gegenläufiges Gefälle herrscht, und solche, wo das nicht der Fall ist, die Scholle also nur mehr die Form eines Hangpodestes hat – das ist die Mehrzahl. Eigentliche „Abrißschluchten“, wie sie von jungen Bergrutschen an der Wellenkalk-Schichtstufe von Göttingen beschrieben wurden (ACKERMANN 1959), sind hier kaum zu beobachten, ebenso wenig wie höhere Abrißwände mit anstehendem Malmkalk. Bei den weitaus meisten Schollen hat also die Zeit seit dem primären Rutschereignis ausgereicht, durch nachträglich abbröckelnden Schutt die Abrißschlucht zu verfüllen und die abgesetzte Scholle weitgehend zu umhüllen.

Die Dimensionen der Abrißschollen schwanken in der Länge (stufenparallel) zwischen 10 m und 100 m, in der Breite zwischen 4 m und 30 m. Bei den 67 Malmschollen, die auf 17 km Trauflänge zum Beispiel an der Langen Meile bei Forchheim kartiert wurden, liegt (hangparallel) die mittlere Länge bei etwa 25 m.

Alle beobachteten Malmkalkschollen, die sich im Relief noch als Vollform erkennen lassen, liegen noch am Malm-Steilhang oder unmittelbar an seinem Fuß. Die horizontale Verlagerung ist also relativ unbedeutend. Keine einzige Scholle ist als Ganzes über das oberste Drittel der Doggerterrasse hinaus verlagert worden. Wie tief die verlagerten Schollen noch in den Grund reichen, ist nirgendwo festgestellt worden. Folgt man der herrschenden Annahme einer schalig oder schaufelförmig gekrümmten Abscherfläche, die ja notwendigerweise bis in die liegenden Tone hinabgreifen müßte, dann folgt daraus, daß die Hauptmasse der Schollen heute nicht als Vollform herausragt, sondern m.o.w. tief im Schutt und in den durch den Rutschvorgang verquetschten Tonen steckt. Nur ihre höchsten Teile, zudem durch Verwitterung abgeflacht und zugerundet, bilden die oberflächlich erkennbare Form.

Unterhalb der Malmkalkschollen beginnt das kleinbuckelige Rutschgelände, das insgesamt oft die Form einer hangabwärts gestreckten *Rutsch- oder Fließzunge* hat. „Buckeligkeit“ bedeutet dabei, daß die einzelnen Buckel oder kleinen Hügel relative Höhen von 1 bis 3 m und relative Abstände ihrer Kuppen voneinander von 5 bis 10 m aufweisen. In den Buckeln stecken vielfach mächtige Malmkalkbrocken, zum Teil auch noch kleinere Pakete im Schichtverband, jedoch von Dimensionen, die nicht mehr als „Schollen“ im Maßstab 1 : 5 000 kartierbar sind. Reste älterer, ehemals oberhalb gelegener Schollen sind hier also durch den Bewegungsvorgang auseinandergezerrt und mit dem Waldboden, mit pleistozänem Solifluktionsschutt und mit dem anstehenden Ton vermengt. Die mittleren Abmessungen der einzelnen Kalkbrocken in der Schuttzunge nehmen hangabwärts ab, der Anteil des Feinmaterials, vor allem des Tons, nimmt zu. Im angeführten Idealfall reicht eine solche Schuttzunge vom Fuß der Malmkalkscholle bis über die Doggersandsteinkante hinab. Sie ist durchgehend unregelmäßig gebuckelt.

Die Bewegung hat im oberen Teil der Rutschung Material abgeführt, im unteren Teil dagegen angehäuft. Das hat zur Folge, daß das buckelige Rutschgelände im oberen Teil gegenüber der beiderseitigen Hangoberfläche insgesamt eine flache Hohlform bildet. Wer auf einem nicht von Rutschungen betroffenen glatten Hangstück direkt unterhalb des Malmkalk-Steilhanges entlang geht, steigt also zum Rutschgelände eine Böschung von 1 bis 3 m „hinab“. Diese Böschung ist die seitliche Abscherlinie der Rutschmasse. Im oberen Teil des Rutschgeländes greift sie oft durch den pleistozänen Solifluktionsschutt hindurch in die unterlagernden Tone.

Hangabwärts geht diese „nach innen“ abfallende Böschung häufig in einen flachen Schuttwall mit beiderseitigem Gefälle über. Solche Randwälle können das Rutschgelände in seinem mittleren Teil auf beiden Seiten begrenzen. Sie sind die auf seitlich unbewegtem Grund stehengebliebenen Außenböschungen aus der Zeit jenes

Bewegungsstadiums, in dem die Rutschzunge hier eine das Hangniveau flach überragende Vollform war. Während die Bewegungsvorgänge im Inneren der Rutschzunge zu weiterer Abwärtsverlagerung führten, hielt die Reibung an den nicht bewegten Seitenrändern je einen schmalen Streifen der Rutschmasse fest. In diesem Mittelteil der Rutschzunge wurde also die Hauptmasse des Materials *durchtransportiert*. Der letztlich beim Erlahmen der Bewegung liegengebliebene Schutt hat etwa das Niveau des beiderseitigen ungestörten Hanges.

Der untere Teil der Schuttzunge ist immer eine Vollform, deren Gestalt zu der nicht sehr glücklichen Bezeichnung „Erdgletscher“ Anlaß gegeben hat. Die Seiten sind durch scharfe Außenböschungen von 1 bis 3 m Höhe markiert, und an der „Stirn“ der Rutschung, am orographisch tiefsten erreichten Punkt, werden Böschungen bis zu 5 bis 6 m Höhe erreicht, die bei jüngeren Rutschungen (also der letzten Jahrzehnte) auf kleinem Raum bis zu 60° steil sein können.

Damit ist zugleich ein ungefähres Maß für die Mächtigkeit der bewegten Masse, zumindest in ihrem unteren Teil, gegeben: Bei rezent aktiven Formen ist zu beobachten, daß die Spitze der Schuttzunge sich ohne erkennbare abschürfende Wirkung dem Hang *auflegt*. Hier „rutschen“ also nicht mehr geschlossene Schuttpakete, sondern die starke Durchfeuchtung erlaubt eine zäh fließende oder wälzende Bewegungsart. Dickere Bäume werden „umflossen“. Da der flach muldenförmige Boden der Hangdelle, in die die Schuttzunge hineingeflossen ist, von der Seite her leicht rekonstruierbar ist, läßt sich somit die Mächtigkeit und damit das Volumen der Schuttmasse abschätzen. Sie nimmt von der Zunge her nach oben hin mit wachsender Steilheit des Hanges ab und erreicht an der Doggerkante ihr Minimum.

Spätestens an der Stelle, wo die Schuttmasse die Doggersandstein-Terrasse überfahren hat, hat auch der Wechsel der Bewegungsart eingesetzt. Abrupt ändert sich der Hangwinkel von meist unter 10° auf über 20°, bisweilen bis 30° Neigung. Bis hierher vielleicht noch „am Stück“ gerutschte Schuttkomplexe, durch Vegetation und oberflächliche Austrocknung zusammengehalten, verlieren hier ihren Zusammenhalt. Das Material wird erneut durchmischt, es erhält durch die Hangversteilung einen neuen Bewegungsimpuls und vielfach durch den nahe der Doggerkante gelegenen Quellhorizont der Discites-Tone zusätzliche Feuchtigkeit. In Erkenntnis der großen Bedeutung der Fließvorgänge hat ACKERMANN (1959) vorgeschlagen, in solchen Fällen den Ausdruck „Berggrutsch“ durch „*Rutschfließung*“ zu ersetzen.

Die fünf Varianten der Alb-Berggrutsche

Der dargestellte „Idealfall“ tritt als einheitlich erscheinender geschlossener Rutsch- und Fließkomplex mit allen Komponenten relativ selten auf. Zwei Rutschungen an der Nordseite des Hetzleser Berges oder die junge Rutschung oberhalb von Rettern (Kreis Forchheim) sind Beispielfälle. Außerhalb unseres

Untersuchungsgebietes gehört sicher der große Berggrutsch bei Ebermannstadt dazu, der mehrfach beschrieben wurde (vgl. VON FREYBERG 1957, 1961, 1964). Sicher gibt es noch einige mehr, die sich hierunter klassifizieren lassen, aber ebenso sicher bleibt ihr Anteil wohl unter 10 %. In der Regel sind die aufgeführten Einzelformen nicht vollständig zu einer einheitlichen Rutschfließung vom Trauf bis zur Spitze der Schuttlunge am Sandsteinhang vereinigt, oder sie lassen zumindest erkennen, daß sie trotz benachbarter Anordnung nicht im gleichen Prozeß entstanden sind.

Die Varianten, die bei den Rutsch- und Fließformen (eigentliche Berg„sturz“-formen schließen wir hier aus) an der Fränkischen Alb auftreten, kommen auf fünferlei Weise zustande:

1. Durch Begrenzung der einzelnen Rutschbewegung auf eine nur kurze Teilstrecke des potentiellen Bewegungsgebietes;
2. durch annähernd zeitgleich bewegte, aber sich einander räumlich überlagernde Schuttmassen;
3. durch zeitverschiedene Nachbewegungen in einer vorher bereits bewegten Schuttmasse (Sekundärrutschung);
4. durch Alterung der Formen;
5. durch Beteiligung verschiedener Gesteine.

Der **erstgenannte** Fall ist besonders häufig in weniger gebuchteten Abschnitten der Stufe und betrifft Rutschungen, die im wesentlichen *im* pleistozänen Solifluktionsschutt auf der Doggerterrasse ablaufen. Regelrechte Fließ-Zungen kommen zwar vor, dominieren jedoch nicht. Meist erkennt man diese Formen an einem im Großen hangparallel verlaufenden, im einzelnen stark gebuchteten Randwulst. Dieser hat selten mehr als 1 bis 2 m relative Höhe, kann aber bis zu mehreren hundert Metern Länge verfolgbar sein. Hangabwärts folgt der nicht verrutschte glatte Hang, hangaufwärts mehr oder weniger buckeliges Gelände. Letzteres kann weiter hangaufwärts und seitlich ohne markante Begrenzung in den glatten Hang übergehen oder aber in den Haldenhang des Malmkalkes. Auch flache Abrißnischen im Hangschutt selbst können die obere Begrenzung darstellen; bei frischen Formen ist das sogar die Regel. In solchen Fällen erscheint dann eine 1 bis 2 m tiefe, mehrere Meter breite Narbe, an der zu erkennen ist, wie die Schuttdecke abgerissen ist.

Die auseinanderklaffenden Ränder der Bodendecke mit ihrem Wurzelgeflecht scheinen fast noch aneinanderzupassen. Die freiliegende Gleitfläche im Ton zeigt für wenige Jahre die charakteristische „Striemung“ durch Kalkbrocken der bewegten Masse (vgl. Foto bei VON FREYBERG 1957, Abb. 7, 8). Das beweist, daß der Schutt zumindest im oberen Teil der bewegten Masse „en bloc“ verschoben wurde, also in der Art einer flachen Scholle. Die Gleitbahn ist allerdings nicht oder kaum gekrümmt und die Mächtigkeit des bewegten Materials bleibt mit 1 bis 3 m relativ gering. Kleinere Bäume und Sträucher bleiben auf dieser Schuttscholle ungestört stehen und „fahren mit“, größere und tiefwurzelnde Bäume werden in verschiedenen

Richtungen schief gestellt. Die Breite der beobachtbaren flachen Abrißnischen im Schutt läßt darauf schließen, daß die Verlagerungsdistanz einer einzelnen Bewegungsphase selten mehr als einige Meter erreicht. Der vordere Randwulst solcher Schuttrutschungen läßt sich von der gelegentlich im gleichen Gebiet auftretenden Sowerbyi-Stufe durch seinen stärker gebuchteten Verlauf und seine meist geringere Höhe unterscheiden.

Unterhalb der Sandsteinkante findet sich in den Hangdellen ebenfalls Solifluktionsschutt von einer Mächtigkeit, die von hier ausgehende Einzelrutschungen ermöglicht. Der Prozeß ist der gleiche wie oben beschrieben, die Form jedoch – da durch die Breite der Hangdelle determiniert – ist mehr tropfenförmig. Immerhin kommen Längen bis zu 100 m vor.

Wo **zweitens** flächenmäßig größere Areale bewegt werden, vor allem im Zusammenhang mit größeren Rutschungen, da treten die eben beschriebenen Schuttschollen gleichzeitig mehrfach und benachbart auf. Von „Schollen“ läßt sich hier deshalb reden, weil ein gewisses Stück Oberfläche „am Stück“ abrutscht und die Vegetation darauf weitgehend stehen bleibt. Häufig sind derartige Schollen in der Verlagerungsrichtung übereinander gestaffelt, oder auch nebeneinander angeordnet. Unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeit und -reichweite führen dazu, daß einzelne Schuttschollen andere, unterhalb liegende randlich überfahren, oder aber daß hintereinander gestaffelte Abrisse entstehen. Für die großen Rutschungen bei Ebermannstadt sind entsprechende Formen-Vergesellschaftungen unmittelbar nach dem Rutschereignis dokumentiert (HEGENBERGER 1961, Abb. 2). Die individuelle Unterscheidung einzelner Schuttschollen ist nur partiell möglich, am ehesten noch am jeweiligen Abrißrand. Bei gealterten Formen lassen sich kaum mehr die einzelnen Schuttschollen ausgliedern.

Relativ häufig sind **drittens** die Fälle, wo in einer konsolidierten, oberflächlich buckeligen Rutschfläche nachträglich *Sekundärrutschungen oder -fließungen* auftreten. Das kann einmal in Form des Absitzens mehr oder weniger geschlossener Schuttschollen erfolgen, die dann in der älteren Rutschmasse eine kleine Abrißnische hinterlassen. Die Bewegungsart ist, wie oben unter den ersten beiden Punkten beschrieben, vorwiegend gleitend.

Darüberhinaus können jedoch bei überdurchschnittlicher lokaler Durchfeuchtung von Schuttmassen, vor allem im Bereich der Schuttzunge, auch erneut breiartige Ausfließungen auftreten. Auf der älteren Schuttzunge fließt dann seitlich oder an der Spitze eine kleine, jüngere Schuttzunge aus. Derartige Sekundärrutsche sind nur aus ihrer Lage zur älteren Vorform unterscheidbar. Wenn hingegen eine ältere, zungenförmige Rutschmasse als Ganzes erneut in Bewegung gerät, läßt sich eine Unterscheidung in Primär- und Sekundärform nicht mehr treffen.

Kleinere Sekundärrutsche oder -fließungen können auch ohne außergewöhnliche Durchfeuchtung ausgelöst werden, wenn die relative Hangstabilität etwa durch Straßen- oder Forstwegebau gestört wird. Das ist bisher jedoch nur da beobachtet

worden, wo künstliche Einschnitte in den Schutt von Massenverlagerungen (Berg-rutschen) vorgenommen wurden. Wegeeinschnitte in den pleistozän geglätteten Hang *ohne* holozäne Berggrutsche haben bisher nicht zu bekannt gewordenen Berggrutschen geführt. Auch die anthropogen ausgelösten Bewegungen sind also „Sekundär“-rutschungen oder -fließungen.

Die **vierte** Variante betrifft die Alterung der Formen. Beteiligt sind jene Prozesse der *denudativen Abtragung*, die auch im Holozän, unter Wald und im Kleinen wirksam sind: Abbröckeln an Mikro-Steilhängen, kleine Verspülvorgänge, Bodenverlagerungen durch Frostwechsel, subsilvines Bodenfließen. Herausragende Kalkbrocken werden durch Frostsprengung angegriffen. An jedem der einzelnen Buckel gehen diese Prozesse vorstatten, und in den kleinen Hohlformen dazwischen kommt das Material zunächst einmal zur Ablagerung. Laub und Fallholz tragen oberflächlich zum Reliefausgleich bei.

Durch die Buckeligkeit des Rutschgeländes ist der Flächenanteil kleiner Böschungen, die der Denudation Angriffspunkte bieten, eindeutig höher als am glatten Hang. Die aktuelle Denudation arbeitet also, wie zu erwarten, auf eine Abflachung der Buckel und auf eine Auffüllung der Nischen und Wannsen hin. Stark gealterte Rutschungsgebiete zeichnen sich daher durch besondere Flachheit der Buckel aus. Ebenso werden die Randböschungen von Berggrutschen abgetragen und zum Teil bis zur Unkenntlichkeit verwischt. Je länger also ein Rutschgelände nicht bewegt wurde, auch nicht durch Sekundärrutschungen, umso weniger markant ist die Buckeligkeit, umso mehr sind die Abrißnischen verfüllt und der Rand- und Stirnwulst abgeflacht.

Dieses kann durchaus selektiv geschehen sein. Es gibt Fälle, wo gerade noch ein Stück Stirnwulst auszumachen ist, die Buckeligkeit der Zunge jedoch oberflächlich kaum in Erscheinung tritt. Andernorts sind lediglich Reste von seitlichen Randböschungen erhalten, oder aber die Stirn- und Seitenränder sind völlig verwischt und das flachbuckelige Gelände geht ohne erkennbare scharfe Grenze seitlich in den glatten Hang über. Die Vielzahl derartig beobachtbarer Kombinationen verschieden frischer Formen läßt an der generellen Anwendbarkeit von ACKERMANN'S Unterscheidungskriterien (1959, S. 206 ff.) für die Schichtstufe der Fränkischen Alb gewisse Zweifel aufkommen. Zumindest ist im Gegensatz zu ACKERMANN'S Arbeitsgebiet am Göttinger Wald eine plausible zeitliche Unterscheidung verschiedener Rutsch-Schollen noch nicht gelungen. Auch KLOSE (1974) wagt noch keine zeitliche Zuordnung an der Fränkischen Alb.

Fünftens sind *petrographische Formvarianten* zu nennen. Sie treten zunächst da auf, wo Massenkalk den oberen Stufenstirnhang bilden, und zweitens bei Rutschungen von Doggersandstein-Schollen oder -Schuttmassen auf Opalinuston (Dogger Alpha).

Der Einfluß der Massenkalk auf Rutschformen macht sich in dreierlei Weise geltend: Erstens zeigen eventuell abgeglittene Massenkalkschollen am Oberhang

nicht jene „podestartige“ Form, die vielfach ja noch ihre gedankliche Rückführung in ihre Ausgangsposition erlaubt, sondern sie sind viel unregelmäßiger geformt. Zweitens sind bei den häufig wandbildenden Massenkalken Sturzvorgänge viel öfter beteiligt, die bei den Steilhängen in der Schichtfacies des Malm praktisch fehlen. Drittens schließlich ist im Schutt unterhalb des Steilhanges der Anteil sehr großer Blöcke besonders auffallend, bei denen entweder schwer zu entscheiden ist, ob es sich um stehengebliebene und umflossene „Türme“ des Anstehenden handelt oder aber um abgestürzte und/oder gerutschte Schollen (z.B. in der Umgebung der Kapelle 2 km E von Kauernhofen). Letzteres ist nur bei weiterer horizontaler und vertikaler Entfernung vom Malm-Steilhang anzunehmen.

Im Doggersandstein hingegen treten nach bisheriger Kenntnis nirgendwo Rutschungen auf, deren Abriß bereits oben an der Doggerkante ansetzt. Angesichts der Mächtigkeit des Doggersandsteins, der Breite des Ausstrichs und der beschriebenen Stufung ist das auch nicht zu erwarten. Das Absitzen von Doggersandsteinschollen kommt nur an den tieferen Hängen vor, wohl nicht viel mehr als ca. 15 bis 20 m Vertikalabstand oberhalb der Schichtgrenze Dogger Alpha/Dogger Beta. Beteiligt ist damit vor allem der Kellersandstein.

Rutschungen in diesem Sandstein scheinen in ihrem Auftreten an Hangstücke gebunden zu sein, wo relativ steilere Hangwinkel vom leicht konvexen Sandsteinhang noch bis in den Opalinuston hinabreichen. Das ist weniger an den vorspringenden Spitzen der Sandsteinsporne zu erwarten, sondern vielmehr an deren Flanken. Selbst in solchen Positionen ist die Zahl der erkennbaren Rutschungen im Verhältnis zu denen an den höheren Stufenabschnitten auffallend gering.

Wo *Rutschformen im Doggersandstein* an der Schichtgrenze zum Opalinuston auftreten, da unterscheiden sie sich von den Malmkalk-Rutschungen vor allem durch die viel sanfter, stärker abgerundet erscheinenden Vollformen der Schollen und Buckel. Das Absanden und der Zerfall von Kellersandstein-Brocken erfolgt sehr rasch, und dementsprechend findet man auf den einzelnen Buckeln des Rutschgeländes auch kaum noch entsprechende Gesteinsbrocken. Auch wo unterhalb einer erkennbaren Abrißnische eine eindeutige Scholle liegt, ist diese meist schon voll von ihrem eigenen Schutt ummantelt.

Daß das buckelige Rutschgelände unterhalb der Sandsteinrutsche keine besonders langen Schuttzungen bildet, ist wohl mit dem abwärts bald geringer werdenden Hangwinkel zu erklären. Es folgt abwärts keine weitere Hangversteilung, wie auf der Doggerterrasse.

Es bleibt jedoch morphologisch unerklärt, warum die Hänge in den Tonen des unteren Dogger samt ihrer Auflage von Solifluktionsschutt (mit Malmkalk-Scherben) so wenig zu Rutschungen neigen. Bei Hangwinkeln um 10 bis 15° erscheinen hier die Hänge glatt und zeigen auch bei anthropogenen Eingriffen kaum Rutschneigung, während in den Tonen des oberen Dogger (Gamma bis Zeta) und dem aufliegenden Solifluktionsschutt bei gleichen Hangwinkeln an zahlreichen Stellen Rutschungen absitzen.

Sofern nicht noch unterschiedliche mineralogische Eigenschaften herangezogen werden können, bietet sich allenfalls eine an SCHUNKE (1971: 69) anschließende Deutung an: Danach ist für Rutschvorgänge weniger austretendes Quellwasser zur Durchfeuchtung wichtig, als vielmehr das bandartig entlang der ganzen Schichtstufe austretende *Sickerwasser*. Dafür bieten sich jedoch entlang des gestreckteren, weniger gebuchteten Malmkalk-Steilhanges viel bessere Möglichkeiten. Die Oberflächenversickerung auf einem Großteil des jeweiligen Malmkalk-Plateaus speist diese m.o.w. lineare und stratigraphisch „oberste“ Durchfeuchtungszone. Jede hangparallele Wanderung oberhalb der Sandsteinkante belehrt über diesen Zusammenhang: Die Zahl der Feuchtstellen ist außerordentlich groß und dicht gestreut auf der „Ornatenton-Terrasse“.

Sobald das im Schutt oder darüber sickernde oder fließende Wasser jedoch die Doggersandsteinkante erreicht, wird es – soweit es nicht versickert – durch die Hangdellen „kanalisiert“. Der für Rutschungen in Frage kommende Grenzbereich Kellersandstein/Opalinuston ist also im Bereich der Hangdellen und Muldentälchen nur punktuell durchfeuchtet, zudem hat der Doggersandstein selbst nur ein schmales, bandartiges Einzugsgebiet. Unabhängig von der unterschiedlichen Rutschneigung im Dogger Alpha einerseits und im Dogger Gamma bis Zeta andererseits ist also schon von der potentiellen Durchfeuchtung her der Opalinuston erheblich weniger für Rutschungen prädestiniert als der Ornatenton.

Offene Fragen

Bei der Untersuchung der Hangrutschungen bleiben Einzelfragen offen. Vor allem bleibt eine zentrale Frage bisher ungeklärt: Welche Zeitstellung haben die dargestellten Rutschungen (bzw. die Mehrzahl der Rutschungen) an der Frankenalb, und mit welchen Beobachtungen und Überlegungen kommt man einer Aussage zu diesem Problem näher?

Es gibt dafür zunächst Analogie-Hinweise von anderen Rutschgebieten, vor allem im Muschelkalk, wo die sedimentologische Untersuchung eine Datierung der Masse der Rutschungen in das jüngere Pleistozän (ACKERMANN 1959) ergeben hat. Präweichselzeitliche Rutschungen enthalten dort nur noch wenig Kalkbestandteile und sind oberflächlich zumeist nahezu eingeebnet. Das stimmt überein mit Untersuchungen von J. KLOSE (Staatsex.-Arb. Würzburg 1974) und seinen Beobachtungen und Kartierungen an der nördlichen Frankenalb: Ältere (präweichselzeitliche) Rutschungen erscheinen im wesentlichen eingeebnet oder allenfalls als sehr flache Hügel oder kalkreiche Stellen („Kipper“) im Relief. Die Solifluktionsvorgänge der jüngsten Kaltphase scheinen also ältere Rutschformen im wesentlichen beseitigt zu haben. Zahlreiche Beobachtungen von Malmschutt unter völlig glattem Hang, z.B. an jüngeren Wegeeinschnitten an der Doggerstufe, bestätigen das: Mehr oder weniger „einebnende“ Solifluktionsvorgänge haben vor der Entstehung der heute beobachtbaren Bergerschichten an der Glättung der Hänge gearbeitet.

Andererseits macht die wahrscheinlich tiefgründige Gefornis eine Annahme ausgedehnter Rutschungen während der Kaltphasen des Pleistozäns schwierig. Es spricht also einiges dafür, bis auf weiteres eine Übergangszeit als Hauptphase der Berggrutschungen anzunehmen, eine Übergangszeit, in der erstens die ausklingende Bodengeform größere Rutschungen nicht mehr ausschloß, zweitens die im Pleistozän „angestauten“ gravitativen Rutschbewegungen sich jetzt gehäuft lösen konnten, und drittens die Vegetationsentfaltung noch nicht das Hindernis darstellte, das später bei voller Entfaltung gegeben war.

Es wird jedoch nicht als Aufgabe dieses Beitrages angesehen, die Diskussion hierüber fortzuführen; das ist ein gesondertes Thema. Hier ist lediglich als Ergebnis der Detailkartierung festzuhalten, daß die Masse der identifizierbaren Rutschereignisse an der nördlichen Frankenalb *keine* Abrißnischen im Malmkalk hat, die auf aktuelle holozäne Ereignisse hindeuten. Trotz hier und da aktiver Bewegungen in den Rutschmassen scheinen doch holozäne Abrisse von Kalkschollen ziemlich selten. An der ehemaligen „Rückwand“ der Rutschungen im Malm Beta hat sich meist ein ganz normaler, schuttüberstreuter Haldenhang und Haldenwinkel entwickelt. Zudem handelt es sich, wo jüngere Rutschungen auftreten, zumeist um *Nachrutschungen im Schutt*, nicht um Neuabriß von Schollen. Ereignisse, für die ein direkt oberhalb liegender Steinbruch zu berücksichtigen ist, wie z.B. Ebermannstadt (vgl. VON FREYBERG 1957, 1961, 1964) sollen hier nicht mehr mit betrachtet werden.

Diese Annahme stimmt überein mit den Beobachtungen und Schlüssen von ACKERMANN, der ebenfalls die im Muschelkalk beobachtbaren, wenigen jungen Rutsche als „Nachklänge“ einer vorwiegend in das Frühholozän zu datierenden morphologischen Epoche auffaßte. Seine Deutungen passen im übrigen, soweit das bei einer anderen geologischen Formation möglich ist, weitgehend auf die hier dargestellten Verhältnisse der nördlichen Frankenalb. Was an dieser Stelle neu ist, ist vor allem die Detailkartierung mehrerer Beispielgebiete in großem Maßstab (Originale 1 : 5000), wie sie bisher von ACKERMANN (1959) und SCHUNKE (1969, 1971) nicht angestrebt wurde. Was sich dabei herausstellt, ist eine weitgehend expositionsunabhängige Verteilung zahlreicher kleinerer Rutschungen, die insgesamt so häufig sind, daß sie eine Regelform der frühholozänen Gestaltung der Albstufe darstellen.

Literatur

- ACKERMANN, E. 1955: Zur Unterscheidung glazialer und postglazialer Fließerden. In: Geol. Rundschau 43: S. 328-341.
- ACKERMANN, E. 1959: Der Abtragungsmechanismus bei Massenverlagerungen an der Wellenkalk-Schichtstufe. In: Zeitschr. f. Geomorph. Heft 3, Teil I: S. 193-226, Teil II: S. 283-304.
- BACKOFEN, K. 1957: Klassifikation der Rutschungen. In: Geologie und Bauwesen 23: S. 125-130.
- Bayerisches Geologisches Landesamt (Hg.) 1964: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000.

- BIRZER, F. 1952: Rutschneigung und Wasseraufnahme einiger nordbayrischer Tone. In: Geolog. Blätter NO-Bayern 2: S. 142-149.
- BLEICH, K. 1960: Das Alter des Albraufs. In: Jahrbuch d. Vereins f. Vaterländ. Naturkunde in Württemberg, Nr. 115: S. 39-92.
- BRUNNACKER, K. 1958: Über junge Bodenverlagerungen. In: Geol. Blätter NO-Bayern Nr 8: S. 13-24.
- DORN, P. 1925: Die Lagerungsverhältnisse des Hetzlasgebirges. In: Mitt. aus dem Mineralog.-Geolog. Inst. d. Univ. Erlangen, Bd. III: S. 1-6.
- DORN, P. 1958: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000 Blatt 6333 Gräfenberg, mit Erläuterungen. München.
- FREYBERG, B. v. 1957: Bilder vom Bergrutsch bei Ebermannstadt vom 18./19. Februar 1957. In: Geolog. Blätter NO-Bayern 7: S. 125-132.
- FREYBERG, B. v. 1961: Das Bild des Bergrutsches 1961 vom Einbühl bei Ebermannstadt. In: Geolog. Blätter NO-Bayern 11: S. 155-161.
- FREYBERG, B. v. 1964: Zwei Schuttgenerationen auf dem oberen Dogger bei Ebermannstadt. In: Geolog. Blätter NO-Bayern 14: S. 30-31.
- GERMAN, R. 1965: Morphologie des Traufes der Schwäbischen Alb. In: Jahrbuch d. Geolog. Landesamts v. Baden-Württemberg 7: S. 463-474.
- GRUNERT, J.; HARDENBICKER, U. 1991: Hangrutschungen im Bonner Raum - Ihre Genese und Kartierung für Planzwecke. Zeitschr. f. Geomorphol. (N.F.) Suppl. Bd. 89. Berlin/Stuttgart: S. 35-48.
- HABICH, C. 1978: Bergrutsche an der Malmkalkstufe des Staffelberges. Zulassungsarbeit (Hütteroth) Erlangen, nicht publiziert.
- HAMMER, H. 1985: Systematische ingenieurgeologische Untersuchung von Hangrutschungen im nordbayerischen Deckgebirge. Veröff. d. Grundbauinstituts der Landesgewerbeanstalt Bayern H. 42 (103 S.). Nürnberg.
- HARDENBICKER, U. 1991: Verbreitung und Chronologie der Hangrutschungen im Bonner Raum. Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde H. 60: S. 9-18.
- HEGENBERGER, W. 1961: Der Bergrutsch vom Einbühl bei Ebermannstadt. In: Geol. Blätter NO-Bayern 11: S. 148-155.
- HEGENBERGER, W. (Hg.) 1972: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000 Blatt Scheßlitz. München.
- HÖLDER, H. 1952: Erosionsformen am Trauf der Schwäbischen Alb. In: Neues Jahrb. f. Geol. u. Paläontol. 97, Stuttgart: S. 345-378.
- HÜTTEROTH, W.-D. 1968: Morphographische Skizze des nordwestlichen Hetzleser Berges. In: SCHRÖDER, B. 1968: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000 Blatt 6332 Erlangen-Nord. München: S. 69-72.
- KARRENBERG, K.; H. KÜHN-VELTEN; H. SCHOLLHORN; G. STADLER; R. WOLTERS. 1963: Geologische und bodenmechanische Ursachen von Rutschungen, Gleitungen und Bodenfließen. (= Forschungsberichte des Landes NRW, Nr. 1138, Köln, 89 S.).
- KLENGEL, K.J.; PASEK, J. 1974: Zur Terminologie von Hangrutschungen. Zeitschr. f. Angewandte Geologie Bd. 20, H. 3: S. 128-132.
- KLOSE, J. 1974(?): Die pleistozäne und holozäne Entwicklung der Albstufe und ihres Vorlandes östlich von Bamberg. (= Staatsex.-Arb. Würzburg bei Prof. H. Hagedorn, ungedruckt).
- KNOBLICH, K. 1967: Mechanische Gesetzmäßigkeiten beim Auftreten von Hangrutschungen. In: Zeitschr. f. Geomorph. N.F. 11: S. 286-299.

Berggrutsche an der nördlichen Fränkischen Alb

- MORTENSEN, H. 1960: Neues über den Berggrutsch südlich der Mackenröder Spitze und über die holozäne Hangformung an Schichtstufen im mitteleuropäischen Klimabereich. In: Zeitschr. f. Geomorph. Suppl. 1: S. 114-123.
- MORTENSEN, H.; HÖVERMANN, J. 1956: Der Berggrutsch an der Mackenröder Spitze bei Göttingen. Ein Beitrag zur Frage der klimatisch bedingten Hangentwicklung. In: Premier rapport de la comm. pour l'étude des versants, Amsterdam: S. 149-155.
- MÜLLER, K.W. 1957: Der Berggrutsch bei Ebermannstadt (Fränkische Alb) vom 18./19. Februar 1957. In: Geolog. Blätter NO-Bayern 7: S. 119-125.
- SCHRÖDER, B. 1968: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000 Blatt 6332 Erlangen-Nord. München.
- SCHUNKE, E. 1969: Die Schichtstufenhänge des Leine-Weser-Berglandes – Methoden und Ergebnisse ihrer Untersuchung. In: Geol. Rundschau 58/2: S. 446-464.
- SCHUNKE, E. 1971: Die Massenverlagerung an den Schichtstufen und Schichtkämmen des Leine-Weser-Berglandes. (= Nachr. d. Akad. d. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. Nr. 3).
- SCHUNKE, E.; SPÖNEMANN, J. 1972: Schichtstufen und Schichtkämme in Mitteleuropa. In: Göttinger Geogr. Abh. H. 60 (Poser-Festschr.) Göttingen.
- SEIBOLD, E. 1955/56: Ein Hanggrutsch als tektonisches Modell. In: Neues Jahrbuch f. Geol. u. Paläontol., Stuttgart: S. 278-297.
- TRAUZETTEL, G. 1962: Die Rutschungen der Südwürttembergischen Knollenmergel. (= Arbeiten a. d. Geol.-Paläontol. Inst., T.H. Stuttgart, Nr. 32).
- WEIPPERT, D. 1960: Zur Gliederung, Bildung und Altersstellung des Kalksteinschuttes am Trauf der westlichen Schwäbischen Alb. In: Eiszeitalter und Gegenwart 2: S. 24-30.
- ZITTE, H.-G. 1977: Berggrutsche an der Langen Meile – Zur Typologie und Verbreitung einer holozänen Abtragungsform. Zulassungsarbeit (Hütteroth) Erlangen, nicht publiziert.

