

Geomorphologie des Oberen Aurachtals unter besonderer Berücksichtigung der Hangtektonik

PETER BRANDLMAYR*)

7 Abbildungen, 2 Tabellen

*Oberösterreich
Bezirk Gmunden
Neukirchen
Rhenodanubischer Flysch
Ultrahelvetikum
Randcenoman
Geomorphologie
Hangtektonik*

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 66

Inhalt

| | |
|--|-----|
| Zusammenfassung | 603 |
| Abstract | 604 |
| 1. Einleitung | 604 |
| 1.1. Allgemeines | 604 |
| 1.2. Stratigraphische Übersicht | 604 |
| 1.3. Tektonische Übersicht | 605 |
| 2. Geomorphologie | 607 |
| 2.1. Allgemeines | 607 |
| 2.2. Geologie und Massenbewegungen | 608 |
| 2.3. Hydrologisches Modell | 609 |
| 2.4. Exposition der Hänge und anthropogene Einflüsse | 609 |
| 2.5. Massenbewegungsgruppen im Arbeitsgebiet | 609 |
| 2.5.1. Massenbewegungen an der Überschiebungslinie zwischen Ultrahelvetikum und Flysch | 610 |
| 2.5.2. Massenbewegungen an der Überschiebungslinie zwischen Flysch und Randcenoman | 612 |
| 2.5.3. Massenbewegungen an der Überschiebungslinie zwischen Randcenoman und Langbathzone | 612 |
| 2.5.4. Massenbewegungen innerhalb des Randcenomans | 612 |
| 2.5.5. Massenbewegungen innerhalb des Flyschs | 613 |
| 2.5.5.1. Massenbewegungen im Flysch in Verbindung mit Störungen | 613 |
| 2.5.5.2. Massenbewegungen im Flysch in Verbindung mit Bunten Schiefern | 613 |
| 2.5.6. Massenbewegungen im Ultrahelvetikum | 613 |
| Dank | 614 |
| Literatur | 614 |

Zusammenfassung

Das Arbeitsgebiet der vorliegenden Arbeit wird aus 3 tektonischen Einheiten aufgebaut: Randcenoman (Oberostalpin; Losensteiner Schichten), Rhenodanubischer Flysch (Penninikum; Reiselberger Sandstein bis Attlengbacher Schichten) und Ultrahelvetikum (Helvetikum; Neokommgergel, der Grestener Klippenzone; Buntmergelserie der Klippenhülle).

Als tektonische Hauptelemente können im Arbeitsgebiet Überschiebungen und Blattverschiebungen ausgewiesen werden.

Sowohl der Gesteinsbestand (veränderlich feste Gesteine) als auch die tektonischen Linien beeinflussen die Landschaftsbildung maßgeblich, deshalb ist die Morphologie auch bei der geologischen Kartierung und bei der Lösung tektonischer Probleme einbezogen worden. Bei der geomorphologischen Kartierung konnten geologische und hydrologische Zusammenhänge von Massenbewegungen des Kartierungsgebietes herausgearbeitet werden. Das Ultrahelvetikum bildet infolge des großen Mergelreichtums flachere Hangneigungen aus als der Rhenodanubische Flysch, der aus einer Wechsellagerung von Mergel- bis Tonmergel und kompetenten Sandstein- bzw. Kalkmergelbänken besteht. Das Randcenoman weist eine ähnliche Morphologie auf wie das Ultrahelvetikum. Weiters zeigte sich, daß vor allem an Überschiebungslinien (zwischen Ultrahelvetikum und Flysch; zwischen

*) Anschrift des Verfassers: Mag. PETER BRANDLMAYR, Institut für Geologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020-Innsbruck; Berggasse 7, A-4802 Ebensee.

Flysch und Randcenoman; zwischen Randcenoman und Langbathzone) und an Störungen innerhalb des Flyschs, sowie in Verbindung mit den sehr tonmergelreichen Bunten Schiefern des Flyschs größere Massenbewegungen (Erd- und Schuttströme, Felsstürze...) auftreten. Neben lithologischen, tektonischen und hydrologischen Faktoren waren sowohl die Exposition der Hänge als auch anthropogene Einflüsse bei der Entstehung von Massenbewegungen beteiligt. Hauptsächlich an N-NE exponierten Hängen treten Instabilitäten verstärkt auf.

Das Gebiet war während der Würmeiszeit nicht vergletschert. Diese Zeit dürfte unter periglazialen Bedingungen (z.T. Permafrost) erhöhte Aktivität von Solifluktion und Hangtektonik mit sich gebracht haben.

Geomorphology of the Upper Aurach Valley

Abstract

The research area underlying this paper consists of three tectonic units: Randcenoman (Oberostalpin), Rhenodanubian Flysch (Penninikum) and Ultrahelvetikum (Helvetikum). The main tectonical elements can be identified as thrust faults and strike-slip faults. The rocktypes as well as the tectonical lineaments were influential on the formation of the landscape. Therefore the morphology was taken into account for the solution of tectonical problems, which arose during the geological mapping. In course of the work geological and hydrological correlations of massmovements were worked out in the area. Because of its higher content on marl the Ultrahelvetikum develops more gentle slopes than the Rhenodanubian Flysch. A similar morphology as in the Ultrahelvetikum is found in the Randcenoman. Large-scale massmovements (earth glaciers and rock falls) occur at thrust faults, at faults within the Rhenodanubian Flyschzone and finally in connection with the Bunte Schiefer, which are abounding in clay. Lithological, tectonical and hydrological factors as well as the exposition of the slopes and anthropogenic conditions exercised a major influence on the evolution of massmovements.

The research area was not glaciated during the Würm glacial. It can be assumed that periglacial conditions caused a higher activity of solifluktion and other massmovements, in this area.

1. Einleitung

1.1. Allgemeines

Diese Arbeit geht auf den geomorphologischen Teil meiner Diplomarbeit (an der Universität Innsbruck) zurück, die sich mit der Geologie des oberen Aurachtales beschäftigt hat. Das Kartierungsgebiet liegt bei Neukirchen in Oberösterreich zwischen Attersee und Traunsee. Es umfaßt die Hänge orographisch links und rechts der Aurach, zwischen Neukirchen und dem Kirchbergmoosbach. Im Süden stellt die Begrenzung des Gebietes die Überschiebung der Langbathzone auf das Randcenoman dar. Im Zuge der Diplomarbeit wurde eine geologische und geomorphologische Kartierung des gesamten Gebietes im Maßstab 1 : 10.000 vorgenommen. Weiters wurde das Gebiet zwischen Kollmannsberg und Rottensteinerbach südlich der Aurach im Maßstab 1 : 5.000 geomorphologisch kartiert.

Das Arbeitsgebiet der vorliegenden Arbeit wird aus 3 tektonischen Einheiten aufgebaut: Randcenoman (TOLLMANN, 1976, 1985; Oberostalpin; Losensteiner Schichten), Rhenodanubischer Flysch (PREY, 1980; Penninikum; Reiselsberger Sandstein bis Altlangbacher Schichten) und Ultrahelvetikum (PREY, 1980; Helvetikum; Neokommargel, der Grestener Klippenzone; Buntmergelserie der Klippenhülle).

Der Gesteinsbestand dieser Einheiten setzt sich durchwegs aus veränderlichfesten Gesteinen zusammen.

1.2. Stratigraphische Übersicht

Das Ultrahelvetikum (Abb. 1) besteht aus den Gesteinen der Klippenzone (Neokommargel) und der Klippenhülle (Buntmergelserie). Diese treten im Arbeitsgebiet, meist stark zerschert, in Form eines tektonischen Fensters innerhalb des Rhenodanubischen Flyschs auf (JANOSCHEK, 1964). Sie bestehen aus rotem, grauem, grünlichgrauem und schwarzem Mergel, Tonmergel und Kalkmergel. Es handelt sich um bioturbate, stark kondensierte Stillwassersedimente, die am S-Abhang der euroasiatischen Platte abgelagert wurden. Einen wesentlichen Faktor bei der Sedimentation dürfte die Umlagerung durch Wasserströmungen und möglicherweise auch durch subaquatische

Rutschungen gespielt haben. Die Gesteine des Ultrahelvetikums zeichnen sich durch ihren Reichtum an Foraminiferen (*Hedbergella* (BRÖNNIMANN & BROWN), *Globotruncana* (CUSHMAN) ...) aus.

Im tektonisch nächsthöheren tektonischen Stockwerk befindet sich der Rhenodanubische Flysch. Es handelt sich dabei um Sedimente, die in einer Tiefseerinne abgelagert worden sind. Typisch dafür sind gravitative Sedimente, die in Form von Boumasequenzen sedimentiert wurden.

Der Flysch setzt sich aus einer Wechselfolge von klastisch geschütteten Sandsteinen und Kalkareniten und aus dem pelagischen Hintergrundsediment (Tone bis Mergel) zusammen. Es treten häufig Sedimentstrukturen auf, wie zum Beispiel Flood casts, Groove casts, Belastungsmarken, Entwässerungsstrukturen, Rippelschichtung... etc. Charakteristisch ist auch das Vorkommen von Spurenfossilien, wie zum Beispiel *Chondrites* und *Helminthoida*. Der Rhenodanubische Flysch besteht aus folgenden Schichtgliedern (Abb. 1):

Reiselsberger Sandstein: Wechsellagerung von graubraunen mürb verwitternden Sandsteinen und grauem zum Teil glimmerigem Mergel. Sedimentstrukturen und Spurenfossilien sind hier selten.

Obere Bunte Schiefer: Lithofaziell handelt es sich um roten, grünen, grauen und schwarzen Mergel bis Tonmergel, der mit 5–10 cm mächtigem Kalkmergel und Sandsteinen wechsellagert. Auffallend ist auch das häufige Auftreten von Sedimentstrukturen (Groove casts; Rippelschichtung). Es treten meist unvollständige Boumasequenzen auf, wobei das Intervall A völlig fehlt und das Intervall B nur selten vorhanden ist. Meist bestehen die Boumasequenzen aus den Abschnitten C, D, E. Die geringe Mächtigkeit und der lange Zeitraum, in der die Bunten Schiefer abgelagert wurden, zeigen, daß es sich um eine Phase der Mangelsedimentation handelte.

Die Zementmergelserie besteht aus einer Wechsellagerung von grauem Kalkmergel und Mergel bis Tonmergel. Bei dem Kalkmergel handelt es sich um Kalziturbidite. Gegen das Hangende der Zementmergelserie nimmt die Mächtigkeit der Turbidite zu.

Oberste Bunte Schiefer: Diese fehlen im Arbeitsgebiet wahrscheinlich schon primär.

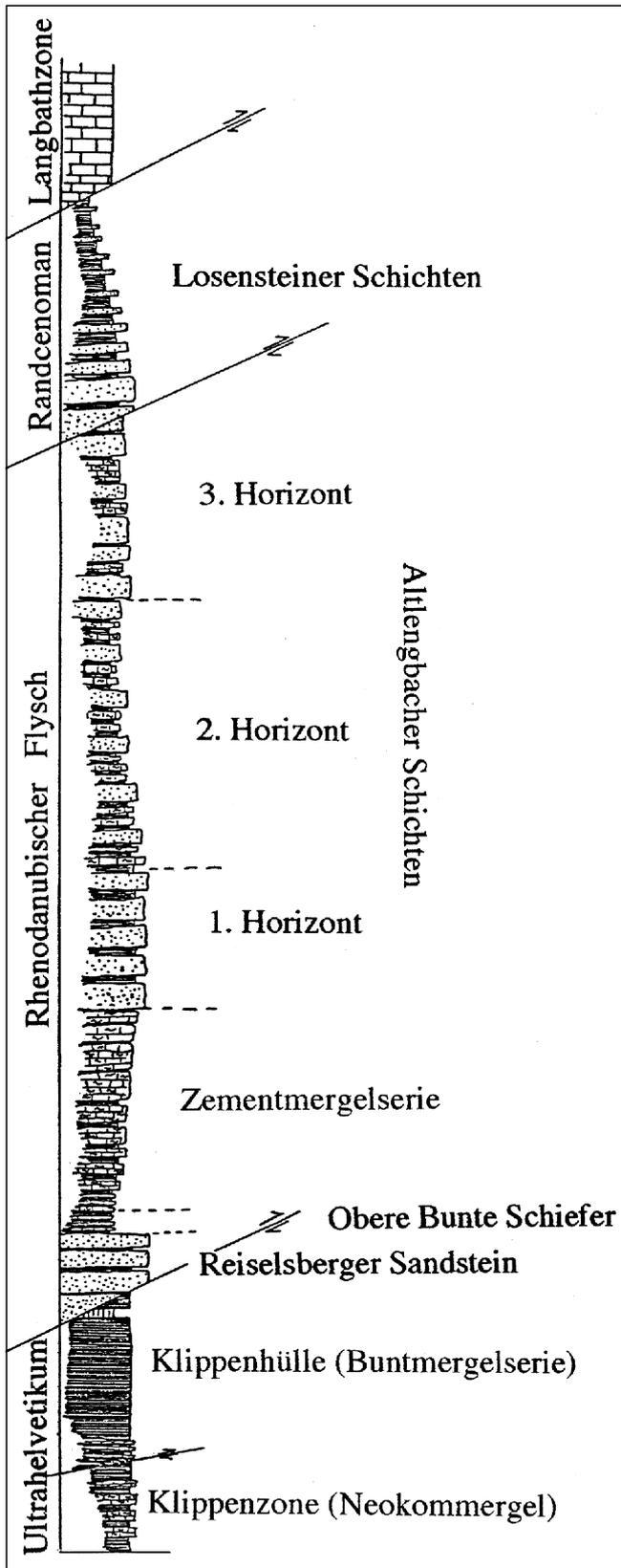


Abb. 1. Schematische Übersicht über die Stratigraphie des Arbeitsgebietes.

Die Altenglbacher Schichten können in 4 Horizonte untergliedert werden, von denen die unteren 3 im Kartierungsgebiet aufgeschlossen sind.

Der erste Horizont ist eine siliziklastische Abfolge, die sich aus Sandsteinen, quarz- und glimmerreichen Feinbreccien, Mergel und Tonen zusammensetzt. Die bis 2 m

mächtigen meist strukturlosen Sandsteinbänke wittern wie jene des Reiselsberger Sandsteins mürb an.

Im Hangenden schließt ein zweiter Horizont an, der aus einer klastisch karbonatisch-siliziklastischen Mischfazies besteht. Es treten hier Sandsteine und Kalkmergel neben mergeligen bis tonigen Zwischenlagen auf. Der Kalkmergel ist sehr unterschiedlich mächtig (dm-Bereich bis zu 1,5 m) und gleicht dem der Zementmergelserie. Es können hier viele Sedimentstrukturen gefunden werden (Entwässerungsstrukturen, Rippelschichtung, Groove casts, Horizontalschichtung..). Sie wechsellagern mit grauem Mergel und schwarzen Tonen (Hintergrundsediment), die bis 2 m mächtig werden können. In diese Wechselfolge von Kalkmergel und Mergel sind immer wieder bis zu 2 m mächtige Sandsteine eingeschaltet. Die Sandsteine sind denen des ersten Horizonts sehr ähnlich, abgesehen davon, daß hier häufiger Sedimentstrukturen auftreten (Groove casts, Horizontal- und Rippelschichtung). In diesem Abschnitt der Altenglbacher Schichten treten sehr häufig Spurenfossilien auf (*Helminthoidea*, *Chondrites*). Weiters konnten hier auch noch einige Male vollständige Bouma-sequenzen gefunden werden. Am häufigsten sind die Intervalle B, C, D, E.

Darauf folgt der dritte Horizont der Altenglbacher Schichten. Dieser ist wieder eine siliziklastisch dominierte Abfolge, in der aber vereinzelt bis zu 2 m mächtiger Kalkmergel eingeschaltet sein kann. Wieder treten Mergel und Tone als Zwischenlagen auf.

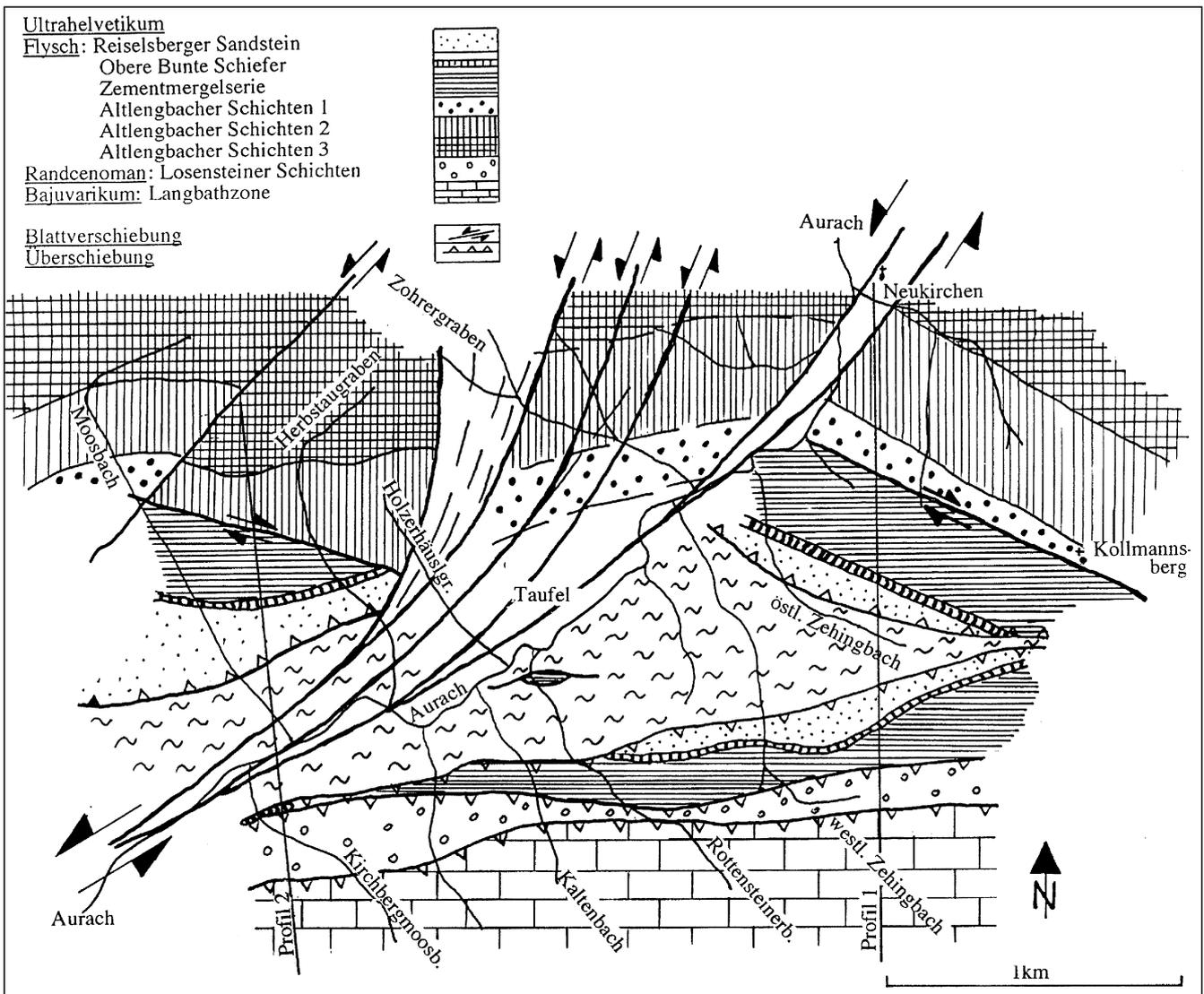
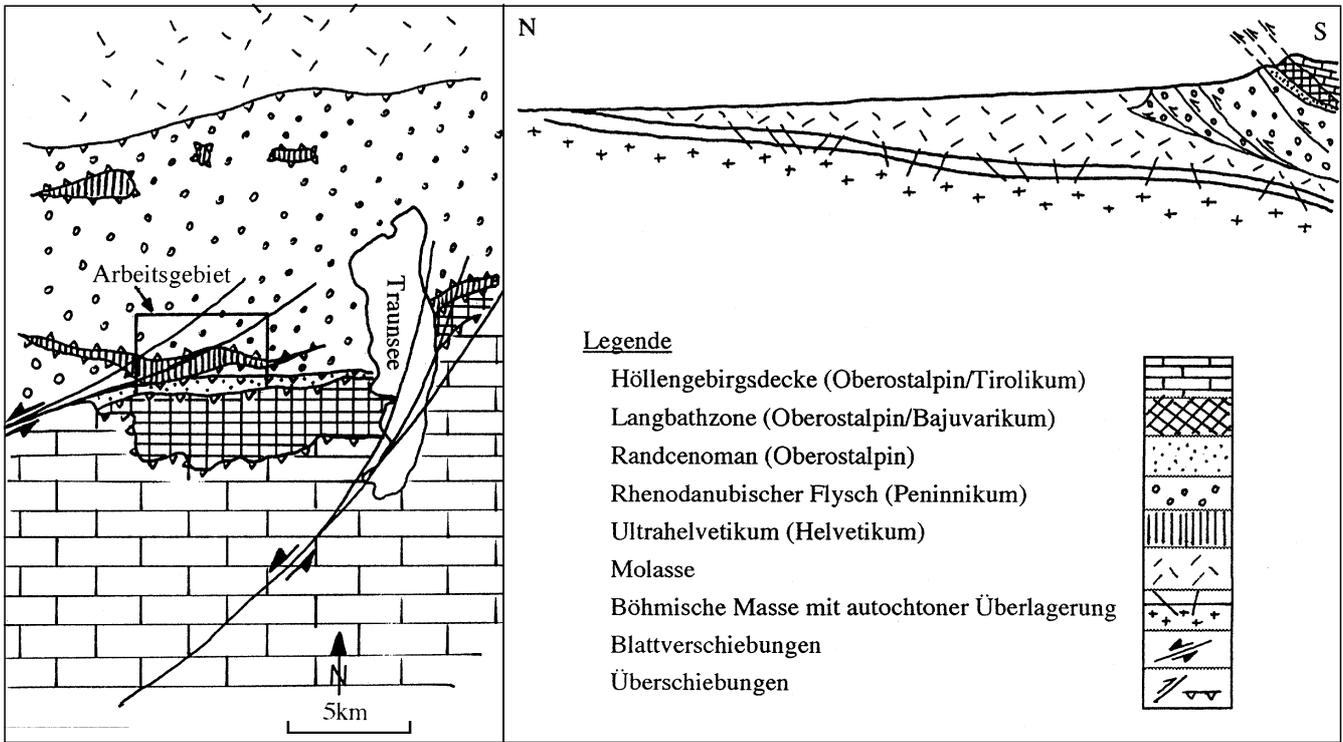
Im nächsthöheren tektonischen Stockwerk befinden sich dem Flysch sehr ähnliche Sedimente, das Randcenoman. Dieses besteht aus Losensteiner Schichten, die einen schmalen Streifen zwischen Flysch und Langbathzone bilden. Die Losensteiner Schichten sind flyschoid Sedimente, die aus einer Wechselfolge von Sandsteinen und Mergel bestehen. Zum Teil treten auch Bereiche mit rotem Mergel auf.

Quartär: Da das Kartierungsgebiet während den letzten Eiszeiten nicht vergletschert war (VAN HUSEN, 1977), wurden fluvio-glaziale Sedimente abgelagert. Neben Flußschottern konnten in Dentling auch Bändertone gefunden werden, die Zeugen eines in der Würmeiszeit entstandenen lokalen Sees sind.

1.3. Tektonische Übersicht

Da für die Massenbewegungen nicht nur der Gesteinsbestand sondern auch die Tektonik einen Grundfaktor darstellt, möchte ich noch kurz auf die wesentlichen tektonischen Elemente eingehen, die das Arbeitsgebiet prägen. Mein Kartierungsgebiet umfaßt, wie schon erwähnt, 3 tektonische Einheiten: Randcenoman (Ostalpin), Rhenodanubischer Flysch (Penninikum) und Ultrahelvetikum (Helvetikum). Abb. 2 zeigt die tektonische Umgebung. Südlich des Gebietes liegt die Langbathzone (Bajuvarikum w.s.), die im Süden von der Höllengebirgsdecke (Tirolikum) überschoben wurde. Im Norden der Langbathzone folgt das Randcenoman (Bajuvarikum), das auf den Rhenodanubischen Flysch aufgeschoben wurde. In der Flyschzone findet man als tektonische Fenster Ultrahelvetikum vor, von denen nur das hier südlichste noch in meinem Arbeitsgebiet liegt.

Das Arbeitsgebiet wird von einer großen E-W-streichenden Antiklinale dominiert. Als tektonische Elemente treten vor allem Überschiebungen und Blattverschiebungen auf (Abb. 3). Das gesamte Gebiet wurde tektonisch stark überprägt. Das ultrahelvetische Fenster, das in sich sehr stark verschuppt ist, wird vom Rhenodanubischen





Flysch durch eine Schuppenzone getrennt. Eine weitere Schuppenzone befindet sich zwischen Flysch und Randcenoman.

Weiters finden wir SW–NE-verlaufende sinistrale Blattverschiebungen vor, die der Extrusion (RATSCHBACHER et al., 1991) der Ostalpen gegen E zuzuweisen sind.

Eine detailliertere Darstellung der Stratigraphie und Tektonik ist in diesem Heft auf den Seiten 583–602 zu finden (BRANDLMAYR, 1995).

2. Geomorphologie

2.1. Allgemeines

Die Geomorphologie ist ein vernetztes System aus Geologie (Gesteinsbestand, Tektonik etc.), Exposition, Hydrologie, Klima, Vegetation und anthropogener Einflußnahme. Im Kartierungsgebiet herrschen generell veränderlichste Gesteine (Kalkmergel, Sandsteine, Mergel bis Tonmergel) vor. Diese zeichnen sich als besonders verwitterungsfreundlich aus und neigen zur Ausbildung aller Arten von Massenbewegungen (BUNZA, 1976; KARL & MANGELSDORF, 1976). Da die Geologie und die Hydrologie die Grundfaktoren der Morphodynamik darstellen, entwickelten sich unterschiedliche morphologische Formen je nach geologischem Untergrund. Der Jahresniederschlag (Gesellschaft für Meteorologie, 1988) liegt zwischen 1174 mm (Gmunden) und 1611 mm (Ebensee).

Wie schon erwähnt wurde, finden wir im Arbeitsgebiet drei tektonische Einheiten vor: Ultrahelvetikum, Flysch, Randcenoman. Neben diesen bilden auch Störungszonen spezifische Landschaftsformen aus.

Während der letzten Eiszeit war das Kartierungsgebiet nicht vergletschert (VAN HUSEN, 1977). Dies läßt den Schluß zu, daß auch fossile Solifluktionerscheinungen im Arbeitsgebiet auftreten könnten, doch da die kartierten Massenbewegungen auch postglazial aktiv waren, kann die Solifluktion kaum nachgewiesen werden. Der Umstand, daß die großen Massenbewegungen postglazial aktiv waren, leitet sich aus Vernässungen ab, die sich auf glazialen Schotterterrassen der Würmeiszeit befinden. Dies konnte beim Rotationsanbruch am Prallhang der Aurach östlich der Mündung des Rottensteinerbaches beobachtet werden. Im Hinterland dieser Massenbewegung finden wir eine vernäßte Wiese vor. Bei einer 1 m tiefen Grabung konnte ich rote und graue Tone feststellen, die wenige bis 1 cm große „Sandsteinleichen“ enthielten. In der Rutschung selbst befinden sich große Schollen (bis 5 m groß), die aus zementierten glazialen Schottern bestehen. Letztere dürften in 2 m Tiefe unter den Tonen folgen. Die Tone, die zur Bildung der vernäßten Wiese führten, stammen wahrscheinlich von den Erd- und Schuttströmen vom Kainzenberg.

Im gesamten Gebiet zwischen den Gräben sind Reste von Terrassen erhalten geblieben, auf denen Hangschuttfächer mit Material von Massenbewegungen abgelagert wurden.

Heute herrschen in allen Massenbewegungszonen des Arbeitsgebietes kriechende Bewegungen vor. Nur wenige Rotationsrutschungen, Ufer- und Feilenanbrüche weisen eine größere Aktivität auf. Die Mächtigkeit der Schuttdেকে liegt meist bei 1–2 m, sofern es sich nicht um Akkumulationen von größeren Massenbewegungen handelt.

Im wesentlichen ist die Landschaftsbildung südlich der Aurach weiter fortgeschritten als im Norden. Die großen Massenbewegungen an der Überschiebungslinie zwischen Ultrahelvetikum und Flyschzone weisen heute nur noch kriechende Bewegungen auf. Das flache Gefälle der Bäche im Ultrahelvetikum (Zehingbäche, Rottensteiner Bach, Kaltenbach,...), wie auch im Randcenoman (Kirchbergmoosbach) lassen heute kaum mehr stärkere Murtätigkeit der Bäche zu. Alte Murdämme im Bachbett (Zehingbäche, Rottensteiner, Kaltenbach, Kirchbergmoosbach...) zeigen jedoch, daß die Bäche einst sehr wohl murtätig waren. Siedlungen finden wir hauptsächlich dort, wo flache Hangneigungen sind, wodurch das Gefährdungspotential geringer ist als im Norden der Aurach.

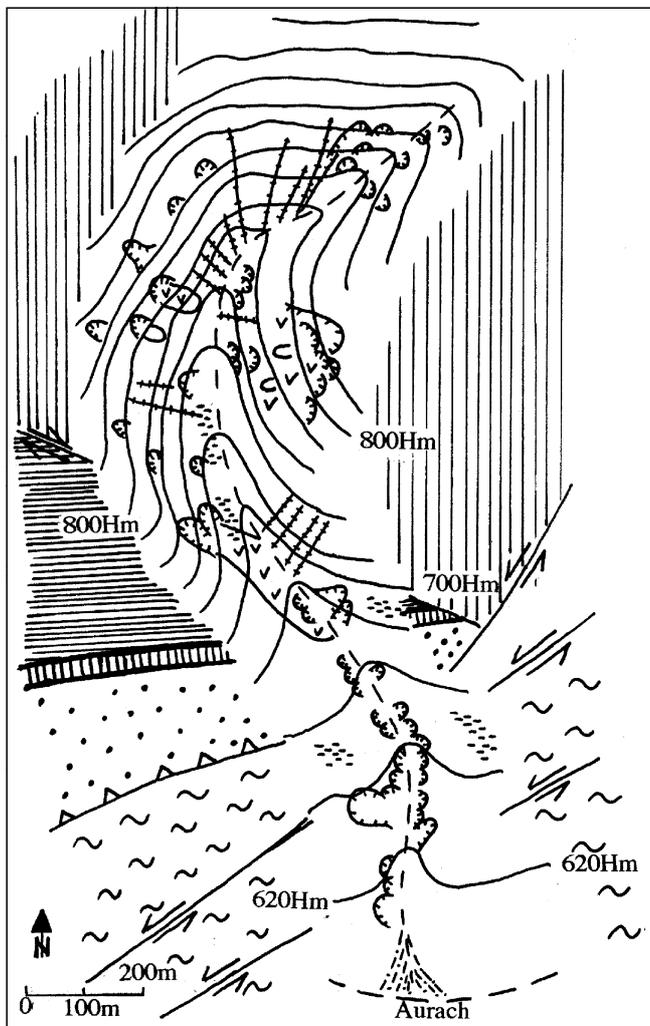
Nördlich der Aurach finden wir steilere Hänge vor, vor allem auch mit stärkerer Besiedelung, wodurch das Gefährdungspotential steigt. Die Bäche besitzen ebenfalls ein steileres Gefälle in dem im Norden der Aurach viel breiteren Abschnitt der Flyschzone. Gefahrenquellen stellen heute vor allem der Herbstau- und der Zohrergraben dar, was Murdämme in den Gräben beweisen.

Der Herbstaugraben (Abb. 4) verläuft hauptsächlich durch den Flysch. Nur im Unteren Bereich durchfließt er das Ultrahelvetikum, bis er in die Aurach mündet. Das Gefälle des Baches ist in Gesteinen des Flyschs aufgrund der Wechsellagerung von kompetenten und inkompetenten Gesteinen größer als in den Mergeln des Ultrahelvetikums. Als Feststofflieferant ist vor allem die Störungszone zwischen Ultrahelvetikum und Flysch zu nennen, wo verstärkt aktive Uferanbrüche und Rotationsrutschungen zum Bach hin auftreten.

Der Zohrergraben durchläuft ausschließlich Gesteine der Flyschzone und weist daher im ganzen Verlauf ein starkes Gefälle auf. Als Feststofflieferant kommt vor allem der oberste Teil des Baches in Frage. Ab 740 Hm finden wir stark gestörte Gesteine vor. Frische Uferanbrüche, Sinter, aktive Rinnenerosion mit Schuttfächern an der Mündung in den Zohrergraben und Rotationsrutschungen vor allem am orographisch rechten Einhang (NE exponiert) stellen laufend Feststoffe zur Verfügung, die bei starker Wasserführung abtransportiert werden. Zum Teil stellen auch alte Holzsperrn potentielle Geschiebeherde bei Versagen dar, wie zum Beispiel in 675 Hm.

Abschließend möchte ich noch auf die Arbeit von DOLLINGER (1987) verweisen. In dieser Arbeit wurde das Potential der Rutschgefährdung im oberen Aurachtal unter Annahme verschiedener Gefahrenquellen flächenmäßig bestimmt. Mein Arbeitsgebiet befindet sich bei allen Annahmen im Bereich hoher Rutschgefährdung, was durch die geomorphologische Kartierung bestätigt werden kann.





Legende

- Anbruch
- Rutschmasse
- Rutschbuckel
- Rinnenerosion
- Vernässung
- Ultrahelvetikum
- Reiselsberger Sandstein
- Bunte Schiefer
- Zementmergelserie
- Altlenzbacher Schichten
- Störung/Überschiebung

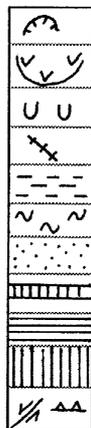


Abb. 4. Vereinfachte hangtektonische Situation des Herbstaugrabens. Man erkennt deutlich, daß im Ultrahelvetikum flache Hangneigungen und viele Rotationsrutschungen zum Bach hin auftreten. Im Flysch dagegen dominieren steilere Hänge mit Rotationsrutschungen, Erd- und Schuttströmen und Rinnenerosion.

2.2. Geologie und Massenbewegungen

Das Ultrahelvetikum zeichnet sich vor allem durch sein flaches Hangprofil aus, das vom Mergel- bis Tonmergelreichtum der Abfolge zeugt. Der Gehalt an Smektiten ist mit Ausnahme der Buntmergelserie des Albs und Cenomans relativ gering. Als Tonminerale dominieren meist

Illit und Kaolinit. Als Massenbewegungen treten vor allem Rotationsrutschungen auf, die in Verbindung mit der steigenden Hangneigung vom Ultrahelvetikum zum Flysch an dieser Überschiebungslinie Erd- und Schuttströme ausbilden. Weiters konnte Mantelkriechen festgestellt werden. An den Bächen kommt es zu zahlreichen Feilen- und Uferanbrüchen und Rotationsrutschungen. Infolge der geringen Hangneigung sind die Bäche im Ultrahelvetikum kaum murfähig. Jene Bäche, wie der östliche Zehingbach, in deren Einzugsgebiet große Massenbewegungsgebiete liegen, zeigen zum Teil deutlich ausgebildete Murdämme. Auch jene Wildbäche, die nicht nur im Ultrahelvetikum verlaufen, sondern auf ihrem Weg auch durch Gesteine des Randcenomans oder des Flyschs fließen, wiesen eine rege Murtätigkeit auf. Ein Beispiel dafür ist der westliche Zehingbach.

Das Randcenoman zeigt, was die morphologische Gestaltung anbelangt, große Ähnlichkeit mit dem Ultrahelvetikum. Neben der ähnlichen Tonmineralogie treten hier ebenso flache Hangneigungen, Mantelkriechen und Feilen- und Uferanbrüche auf. Die Schichtfolge ist sehr mergel- bis tonmergelreich. Im Unterschied zum Ultrahelvetikum treten aber häufig kompetente Bänke auf. Die Losensteiner Schichten neigen aufgrund des Mergel- und Tonmergelreichtums sehr zur Ausbildung von Vernässungszonen. Dadurch kann man die E-W verlaufende Zone des Randcenomans auf der geomorphologischen Karte 1 : 10.000 gut erkennen.

Die Wildbäche weisen in den Losensteiner Schichten viele Feilen- und Uferanbrüche auf, die den Mergel- bis Tonmergelreichtum der Losensteiner Schichten zeigen. Die Feilen- und Uferanbrüche bewirken auch die Murfähigkeit der Bäche. Als Beispiel sei hier der Kirchbergmoosbach genannt, der neben Murdämmen auch noch einige deutliche Murkegel im Aurachtal gebildet hat.

Der Flysch unterscheidet sich deutlich von den vorher genannten beiden Einheiten. Zum Unterschied von Ultrahelvetikum und Randcenoman ist der Flysch vom Gesteinsbestand her weniger einheitlich aufgebaut. Es treten deutliche Wechselfolgen von inkompetenten und kompetenten Gesteinen auf. Daher dominieren im Flysch, bis auf Ausnahme der Bunten Schiefer, steilere Hangneigungen, als sie im Ultrahelvetikum und Randcenoman auftreten.

Als Ausnahme innerhalb des Flyschs sind hier die Bunten Schiefer zu betrachten, die infolge des Mergel- bis Tonmergelreichtums Verflachungszonen bilden, die in Verbindung mit Vernässungszonen, Quellen und zahlreichen Massenbewegungen stehen. Als Massenbewegungen treten meist Rotationsrutschungen auf, aus denen auch Erd- und Schuttströme hervorgehen können. Die starke Neigung zu Feilen- und Uferanbrüchen und Rotationsrutschungen an Bächen (dominierende Seitenerosion) sind weiters innerhalb der Flyschabfolge charakterisierend für die Bunten Schiefer.

Die restlichen Schichtglieder des Flyschs, Reiselsberger Sandstein, Zementmergelserie und Altlenzbacher Schichten bilden meist tiefe Gräben aus, da der natürliche Böschungswinkel dieser Gesteine aufgrund des höheren Anteils an kompetenten Einschaltungen (und deren größeren Mächtigkeiten) größer ist als jener der Bunten Schiefer. Diese Tiefenerosion der Bäche ruft auch Feilen- und Uferanbrüche hervor. Auch Erosionsrinnen stellen ein typisches Merkmal dieser Gräben mit steilen Einhängen dar.

Als Massenbewegungen treten im Flysch generell Mantelkriechen in Verbindung mit flachen Rotationsrutschungen auf, was zur Bildung eines buckeligen Hangreliefs

führt. Nur wo Bunte Schiefer oder größere Störungszonen im Flysch auftreten, kommt es zu größeren Rotationsrutschungen.

Murdämme zeigen weiters, daß die Wildbäche zu stärkerer Murtätigkeit neigten (Holzerhäusgraben, Moosbach) und zum Teil noch neigen (z.B. Zohrergraben, Herbstaugraben).

Tektonische Störungen bilden in Verbindung mit dem Flysch verstärkt Rotationsrutschungen und Erd- und Schuttströme aus, da im Flysch Zerrüttungszonen mit Mylonitisierung und Lösungsmobilisationen ausgebildet sind. Ein Beispiel dafür ist die ESE-WNW verlaufende Störung vom Moosbach nach Tafel oder auch die Störung an der Überschiebungslinie zwischen Ultrahelvetikum und Flysch oder diejenige zwischen Randcenoman und Flysch. In Bächen treten, wo sie die Störungszonen queren, Ufer- und Feilenanbrüche und Rotationsrutschungen auf. An der Überschiebungslinie zwischen Flysch und Ultrahelvetikum finden wir zwischen den Gräben große Erd- und Schuttströme, infolge der ansteigenden Hangneigung vom Ultrahelvetikum zum Flysch, vor.

Auch die Zweigstörungen der AAS (Attersee-Aurachtal-Störung) führten im Flysch zu verstärktem Auftreten von Rinnenerosion, Rotationsrutschungen und Erd- und Schuttströmen.

Innerhalb des Randcenomans und des Ultrahelvetikums sind meist kleine Störungen ausgebildet, infolge der plastischen Reaktion auf Druckbeanspruchung. Die AAS, die einzige große Störung innerhalb des Ultrahelvetikums, wirkt sich im Ultrahelvetikum kaum aus, da sowohl die Gesteine der Störungzone, als auch die des Ultrahelvetikums plastisch auf Druckbeanspruchung reagieren.

2.3. Hydrogeologisches Modell

Meist verläuft die Hangwasserbewegung im Hangschutt. Dort, wo kompetentere Schichtglieder auftreten, ist die Mächtigkeit der Hangschuttdecke geringer, da der natürliche Böschungswinkel größer ist als bei mergel- bis tonmergelreicheren Abfolgen, und da kompetentere Schichtglieder weniger stark verwittern. Daraus resultiert ein Relief unter der Hangschuttdecke, das dazu führt, daß es beispielsweise unterhalb der Bunten Schiefer zu massiven Quellaustritten kommt (Abb. 5).

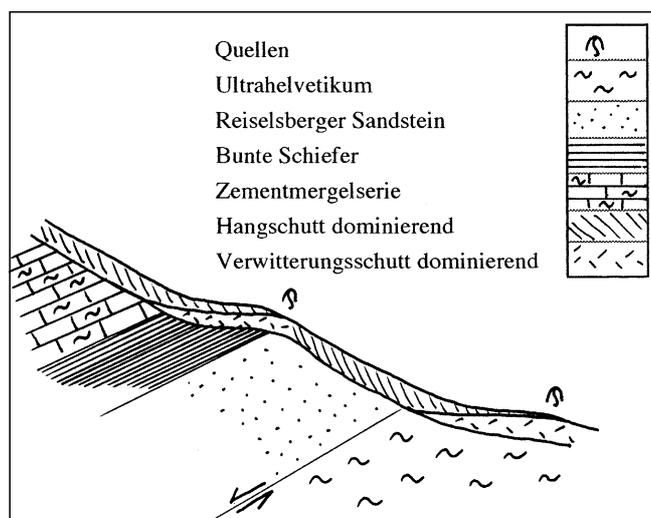


Abb. 5. Hydrogeologisches Modell für die Erklärung der Quellbildung im Zusammenhang mit mergel- und tonmergelreichen Gesteinen.

Einen bedeutenden Faktor dabei stellt auch der wechselnde Tongehalt des Hang- und Verwitterungsschutts dar. Wenn zum Beispiel das im Hangschutt laufende Hangwasser zur Überschiebungslinie zwischen Flysch und Ultrahelvetikum gelangt, kommt es durch den vom Flysch zum Ultrahelvetikum im Hang- und Verwitterungsschutt stark ansteigenden Tongehalt zu Quellbildungen (Abb. 5). Auch bei den Bunten Schiefen dürfte der höhere Tongehalt gegenüber den restlichen Schichtgliedern des Flyschs die Quellbildung fördern.

2.4. Exposition der Hänge und anthropogene Einflüsse

Neben geologisch-hydrologischen Faktoren waren sowohl die Exposition als auch anthropogene Einflüsse im Arbeitsgebiet deutlich zu erkennen. Hauptsächlich an N-NE-exponierten Hängen ist die Neigung zu Instabilitäten größer. Dies kann der geomorphologischen Karte 1 : 10.000 entnommen werden. Die Ursache für diesen Zusammenhang zwischen Massenbewegungen und Exposition ist die geringere Sonnenbestrahlung. Durch diese findet die Schneeschmelze an den N-NE-Hängen relativ spät statt. Es kommt auch hier kaum zur Auftrocknung der Vernässungszonen, was die Entstehung von Massenbewegungen begünstigt. Andererseits kommt es durch die relativ kontinuierliche Schneeschmelze zu keinen Spitzenabflußwerten der Bäche, wodurch die Bäche weniger Erosionskraft besitzen.

Zu den anthropogenen Faktoren zählen hauptsächlich die zahlreichen Forststraßen, die das Hanggleichgewicht stören und Massenbewegungen auslösen können. Durch den Bau wird dem Hang oberhalb der Straße ein Stück Widerlager genommen, wodurch direkt über der Straße steilere Böschungen entstehen, was kleine Rotationsrutschungen (Nachböschungen) zur Forststraße hin verursacht. Auch Hangentwässerung, die dann zum Teil zur Forststraße hin verläuft, spielt in diesem Prozeß eine Rolle. Unterhalb der Forststraßen sind meist wieder steilere Böschungen, als sie vor dem Straßenbau natürlich vorhanden waren. Bei starken Niederschlägen führen oft von den Forststraßen in den Unterhang fließende Rinnsale zu Massenbewegungen.

An der Westseite des Kainzenberges unterhalb der Forststraße von Rottenstein nach Kirchbergmoos erkennt man zahlreiche jüngere Rutschungen, die durch den Straßenbau mitbedingt wurden. Ein weiteres Beispiel ist die Moosbachstraße. Östlich des Moosbaches können an ihr aufgefädelt sowohl oberhalb als auch unterhalb der Straße flache Rotationsrutschungen beobachtet werden. Auf der Straße fallen zum Teil auch Sackungen auf. Der Straßenabschnitt am E-Hang westlich des Herbstaugrabens zeigt durch die unruhige Straßenoberfläche (zum Teil auch Ribbildungen), daß der gesamte Hang in kriechender Bewegung ist (Mantelkriechen).

An der Forststraße Kollmannsberg-Rottenstein zwischen den Massenbewegungen D und E kam es zur Ausbildung von Sackungen und von Rissen (Vorbruchbewegungen) in der Forststraße.

2.5. Massenbewegungsgruppen im Arbeitsgebiet

Es wurde versucht, Massenbewegungen aufgrund geologisch-hydrologischer Faktoren in 6 verschiedene Gruppen zu unterteilen, die im folgenden genauer behandelt werden (Tabellen 1 und 2).

Tabelle 1.
Gruppen von Massenbewegungen südlich der Aurach.

| Nummer | Massenbewegungsgruppe | Gestein | Störung Exposition | Massenbewegungen |
|--------|--|------------------|--------------------|---|
| 1 | Überschiebung Ultrahelvetikum - Flysch | veränderlichfest | + N | Erd-, Schuttströme, Feilen-, Uferanbrüche Rotationsrutschungen |
| 2 | Überschiebung Randcenoman - Flysch | veränderlichfest | + N | Erd-, Schuttströme, Feilen-, Uferanbrüche |
| 3 | Überschiebung Randcenoman - Langbathzone | veränderlichfest | + N | Feilen-, Uferanbrüche; Mantelkriechen |
| 4 | Im Randcenoman | veränderlichfest | N | Feilen-, Uferanbrüche; Mantelkriechen |
| 5 | Im Flysch | veränderlichfest | + N-NW | Erd-, Schuttströme, Feilen-, Uferanbrüche, Rotationsrutschungen, Mantelkriechen, |
| 6 | Im Ultrahelvetikum | veränderlichfest | N | Feilen-, Uferanbrüche, Rotationsrutschungen Mantelkriechen |

2.5.1. Massenbewegungen an der Überschiebungslinie Ultrahelvetikum/Flysch

Nördlich der Aurach wie auch westlich des Kainzenberges, wo die Hangneigung vom Ultrahelvetikum zum Flysch kaum ansteigt, treten an den Bächen Massenbewegungen auf.

Es kommt hier zu einer starken Häufung von Rotationsrutschungen und Feilen- und Uferanbrüchen, die hauptsächlich aus Störungsmaterial bestehen (Mylonit und klüftige Kalkmergellinsen mit schwar-

zen Scherflächen). Weiters konnten hier immer verstürzte Bäume und eine unruhige Morphologie festgestellt werden. Aufgrund dieser morphologischen Kennzeichen kann diese Störungszone im Gelände gut kartiert werden.

Als Faktoren, die die Massenbewegungen verursachen, sind hauptsächlich der Mergelreichtum der Buntmergelschichten, die Mylonite, die Vernässungszonen schaffen, die tektonische Beanspruchung, die Rutschfreudigkeit der Gesteine (bedingt durch den Mergelreichtum) sowie die relativ starke Unterspülung der Ufer (Seitenerosion) von Bedeutung.

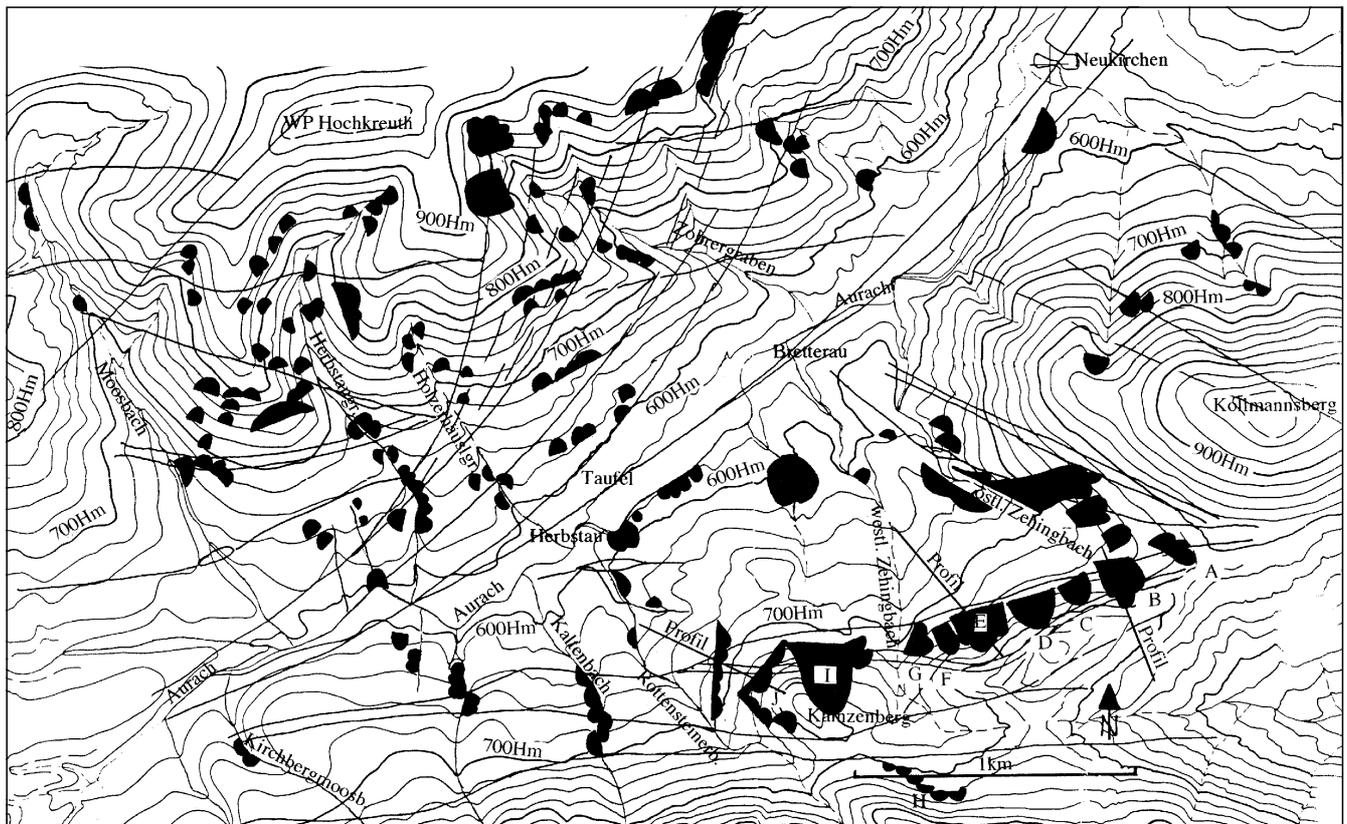


Abb. 6. Überblick über größere Massenbewegungen (Rotationsrutschungen, Erd- und Schuttströme) des Arbeitsgebietes. Auf der Abbildung wurden Störungen und Schichtgrenzen (vgl. geologische Karte Abb. 2) eingezeichnet, um Zusammenhänge zwischen Stratigraphie, Tektonik und Massenbewegungen aufzuzeigen. Deutlich ist dabei ein solcher zwischen Störungen und Massenbewegungen (v.a. im SE des Arbeitsgebietes) zu erkennen. Weiters zeigt die Abbildung, daß für Randcenoman, Ultrahelvetikum und Störungen meist eine flache Morphologie typisch ist, wogegen die Gesteine der Flyschzone meist steilere Hänge ausbilden.

Tabelle 2.
Gruppen von Massenbewegungen nördlich der Aurach.

| Nummer | Massenbewegungsgruppe | Gestein | Störung Exposition | Massenbewegungen |
|--------|-----------------------|------------------|--------------------|--|
| 1 | Übersch. UH - Flysch | veränderlichfest | + S | Feilen-, Uferanbrüche, Rotationsrutschungen |
| 5 | Im Flysch | veränderlichfest | + S/ E-W | Erd-, Schuttströme, Feilen-, Uferanbrüche, Rotationsrutschungen, Mantelkriechen, Rinnenerosion |
| 6 | Im Ultrahelvetikum | veränderlichfest | S | Feilen-, Uferanbrüche, Rotationsrutschungen, Mantelkriechen |

Wie man im Herbstaugraben erkennen kann, sind die Feilen- und Uferanbrüche (z.T. auch die Rotationsanbrüche) heute sehr aktiv und als Feststofflieferanten der Wildbäche von Bedeutung.

Östlich des Kainzenberges steigt die Hangneigung vom Ultrahelvetikum zum Flysch sprunghaft an. Hier treten auch Massenbewegungen außerhalb der Gräben auf. Es kam hier zur Ausbildung zahlreicher Erd- und Schuttströme (Abb. 6, 7). Das Abbruchgebiet zeigt einen Rotationsanbruch. Durch steigenden Wassergehalt kommt es hangabwärts innerhalb eines Erd- und

Schuttstromes zur Homogenisierung. Im oberen Teil tritt Schollenbildung auf. Der steigende Wassergehalt führt im unteren Teil der Rutschmasse zu Erd- und Schuttstromfließen. Diese Massenbewegungen sind bis zur Aurach vorgedrungen, wo sie Vernässungszonen schufen.

Die Ausstrichflächen der Erd- und Schuttströme (Anbruchnische) weisen meist Steigungen zwischen 30 und 40° auf. Die Gleitflächen dürften seichter als 20 m liegen.

Sekundär kam es zur Ausbildung von zahlreichen flachen und oberflächennahen Rutschungen. Diese treten

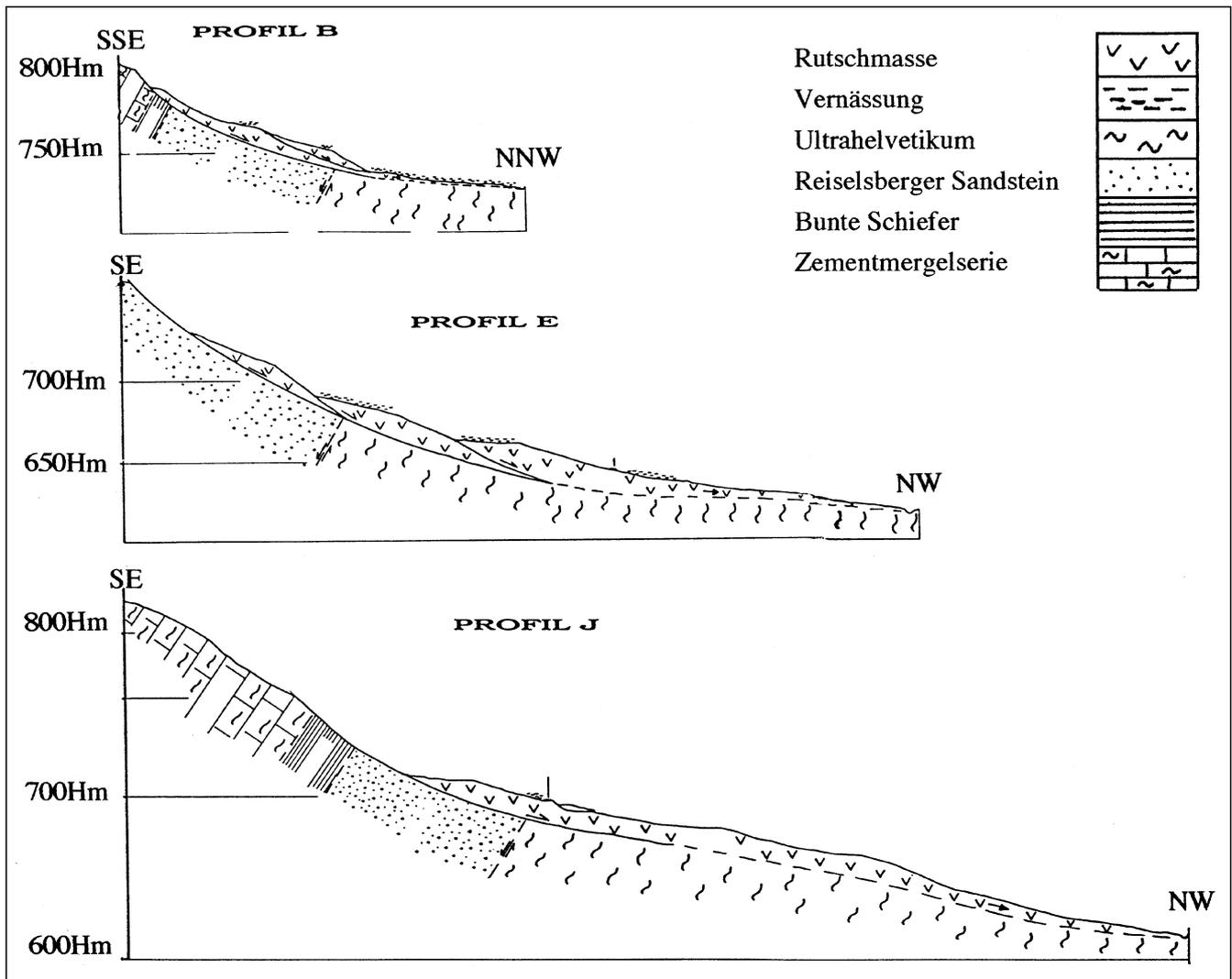


Abb. 7.
Geomorphologische Profile der Erd- und Schuttströme B, E und J.

sowohl innerhalb der Erd- und Schuttströme, als auch in Form von rückschreitenden und seitlichen Nachbrüchen auf.

An den Massenbewegungen A bis J (Abb. 6, 7) kann man kleine Seen und stark vernäßte Gebiete beobachten, wo es zur Akkumulation von stauenden Sedimenten kam. Hier treten auch wieder verstärkt sekundäre oberflächennahe Rutschungen auf. Die Massenbewegungen A bis J wurden nicht durch Unterschneidung eines Baches gebildet, sondern durch die relative Zurückwitterung des Ultrahelvetikums gegenüber dem Flysch.

Neben den schon erwähnten Gründen spielen auch die Nord-Exposition (Nordstaulage) und die Bunten Schiefer (Quellhorizont) eine bedeutende Rolle. Einen weiteren Quellhorizont stellt die Buntmergelserie (bzw. die Überschiebungslinie) dar. Als Hauptfaktoren, deren Zusammenhänge ich im allgemeinen Teil schon kurz erwähnt habe, sind folgende zu nennen: Exposition; tektonische Zerrüttung und Mylonitisierung an der Überschiebungslinie; in Verbindung damit Vernässungen und Quellen; Vernässungen und Quellen, die durch die Bunten Schiefer südlich der Anrisse verursacht werden; der Hangprofil-sprung zwischen Ultrahelvetikum und Flysch und die Rutschfreudigkeit der veränderlichfesten Gesteine.

Diese Massenbewegungen setzen sich aus Geröllen des Flyschs (Reiselsberger Sandstein bis Zementmergelserie und klüftige Kalkmergellinsen mit schwarzen Scherbahnen) zusammen, die in einer tonig-mergeligen Matrix schwimmen. Die Matrix setzt sich entweder aus rotem, grauem oder schwarzem Mergel der Buntmergelserie, aus Mergel und Tonmergel des Flyschs oder aus schwarzen Myloniten der Störungszone zwischen Ultrahelvetikum und Flysch zusammen.

Rezent herrschen ausschließlich kriechende Bewegungen vor. Feststoffherde für Wildbäche stellen sie nur noch untergeordnet in Form von Feilen- und Uferanbrüchen im Akkumulationsgebiet dar. Daß die Erd- und Schuttströme postglazial aktiv waren, zeigen die bei dem Rotationsanbruch am Prallhang (Rottenstein) der Aurach festgestellten 2 m mächtigen Ablagerungen der Erd- und Schuttströme vom Kainzenberg, die Würmeiszeitliche fluvioglaziale Schotter (Terrassen) überlagern und Vernässungen bilden.

2.5.2. Massenbewegungen an der Überschiebungslinie zwischen Flysch und Randcenoman

An der Störung und südlich dieser auf randcenomanen Gesteinen (Losensteiner Schichten) treten meist Vernässungen in relativ flach geneigten Hängen auf. Die Störungszone kann im Gelände aufgrund der vorher genannten morphologischen Charakteristika relativ gut verfolgt werden. Dort, wo sie Bäche (z.B. den westlichen Zehingbach) überquert, sind Feilen- und Uferanbrüche und Rotationsrutschungen ausgebildet, die z. T. auch heute noch aktiv sind. Nur östlich vom Kainzenberg ist ein derartiger Hangneigungsunterschied zwischen dem Randcenoman und dem Flysch vorhanden, daß es zur Ausbildung von größeren Massenbewegungen kam. Am Kainzenberg S-Abhang konnten kriechende Bewegungen Richtung S festgestellt werden. Gegen SW kam es im Flysch auch zur Ausbildung größerer Rutschungen, die Erd- und Schuttströme ausbildeten (südwestliche Massenbewegungen der Zone J (Abb. 6)). Diese entstanden vor allem aufgrund der größeren Zurückwitterung des Randcenomans, wie sie weiter östlich in der Scharte zwischen Kainzenberg und Langbathzone auftritt. Ein wei-

terer Faktor ist die starke tektonische Beanspruchung des „Flyschspans“, der zwischen zwei Überschiebungslinien liegt. An dieser Störung treten Vernässungen und Quellen auf. Auch die Übersteilung des Hanges und die veränderlichfesten Gesteine tragen zur Entstehung dieser Massenbewegungen bei. Wie auch bei der Massenbewegungsgruppe 1) zeichnen sich diese Massenbewegungen durch rezente Kriechbewegungen aus. Die Erd- und Schuttströme dürften auch postglazial mit denen des Kainzenberg-nordabhangs entstanden sein (siehe Massenbewegungsgruppe 1). Am Aufbau der Rutschmassen sind neben Störungsmaterial (schwarze bis rote mylonitisierte Mergel bis Tonmergel und Kalkmergellinsen...) auch Gerölle von Zementmergelserie und Losensteiner Schichten beteiligt.

2.5.3. Massenbewegungen an der Überschiebungslinie zwischen Randcenoman und Langbathzone

Nord-Exposition, Vernässungen, die Anwesenheit von veränderlichfesten Gesteinen in einer großen Störungszone stellen Grundfaktoren der Massenbewegungszone H dar (Abb. 6).

Die Überschiebungslinie zwischen Randcenoman und Langbathzone verursachte in den Gesteinen der Langbathzone (Hauptdolomit, Ruhpoldinger Radiolarit...) eine starke Zerrüttung. Durch das Zurückwittern des, aufgrund seines hohen Gehalts an Mergel bis Tonmergel sehr leicht verwitternden, Randcenomans kam es zur Übersteilung des N-Abhangs der Langbathzone. In der stark tektonisch zerlegten Langbathzone kam es zu Felsstürzen und zu Anbrüchen, die zum Teil im Schutt, aber auch zum Teil im Festgestein verlaufen. Auf dem aus Losensteiner Schichten bestehenden Randcenoman kam es zur Akkumulation des Massenbewegungsmaterials. Sowohl das Austreten von Quellen an der Überschiebungslinie als auch die Auflast auf die durch den hohen Mergel- bis Tonmergelgehalt zum Kriechen und zu Vernässungen neigenden Losensteiner Schichten verursachten ausgeprägte Kriechbewegungen in Verbindung mit Rutschungen. Am westlichen Zehingbach bildeten sich weiters zahlreiche Feilen- und Uferanbrüche und Rotationsrutschungen aus. In Folge dieser Massenbewegungen kam es beim westlichen Zehingbach zu reger Murtätigkeit, was die alten Murdämme und die Felssturzblöcke der Langbathzone, die sogar noch bei der Forststraße Kollmannsberg-Rottenstein im Bachbett vorgefunden wurden, bezeugen.

Wahrscheinlich handelt es sich bei den Felsstürzen und Anbrüchen um postglaziale Massenbewegungen. Heute konnten nur kriechende Bewegungen festgestellt werden.

2.5.4. Massenbewegungen innerhalb des Randcenomans

In Folge der flachen Hangneigung herrscht im Randcenoman hauptsächlich Mantelkriechen vor. Nur an Wildbächen kommt es durch den hohen Gehalt an Mergel bis Tonmergel zu Massenbewegungen (Feilen- und Uferanbrüche). Dieser Mergel- bis Tonmergelreichtum verursacht auch die Vernässungen, die in den Wiesen des Randcenomans auftreten. Zahlreiche Feilen- und Uferanbrüche konnten vor allem am westlichen Zehingbach und zwei Bäche westlich des Kaltenbaches beobachtet werden.

2.5.5. Massenbewegungen innerhalb des Flyschs

Im Flysch treten die verschiedensten Massenbewegungen auf. Generell ist für den Flysch Mantelkriechen charakteristisch, das zum Teil in Verbindung mit Rotationsrutschungen steht. An steileren Hängen kommt es im Hangschutt verstärkt zu diesen Rutschungen, was zur Bildung eines buckeligen Hangreliefs führt. Typisch für die Flyschzone sind steile Einhänge der Bäche mit zum Teil von Murgängen stammenden Erosionsrinnen und Ufer- und Feilenanbrüche an den Bächen.

Größere Rotationsrutschungen, meist mit steilen Gleitflächen, sowie Erd- und Schuttströme sind fast ausnahmslos kausal an Störungszonen oder Bunte Schiefer gebunden.

2.5.5.1. Massenbewegungen im Flysch in Verbindung mit Störungen

Die größeren Massenbewegungen an der westlichen Talflanke des Zohrergrabens sind wahrscheinlich durch Störungen mitbedingt. Die Übertiefung des Zohrergrabens zeugt auch von einer großen tektonischen Zerlegung der Gesteine. Auch die NE-Exposition des orographisch rechten Einhangs sowie die vielen Vernässungen und Quellen begünstigten die Instabilität der Talflanke. Es handelt sich auch hier um größere Rutschungen, die sekundäre Anrisse sowohl innerhalb der Rutschmasse als auch an der Rutschungsstirn aufweisen. Wie auch bei den Massenbewegungen A–J (Abb. 6, 7) konnten auch hier, infolge der Übersteilung im Abrißgebiet, sekundäre Nachbrüche und kriechende Bewegungen zu den Abrißkanten hin festgestellt werden. Jüngere kleinere Rotationsrutschungen haben sich oberhalb und unterhalb der Forststraße gebildet.

In die Gruppe der störungsbeeinflussten größeren Rutschungen fallen auch jene am Kainzenberg-W-Abhang. Es handelt sich um Erd- und Schuttströme, die einen Rotationsanbruch aufweisen.

Nördlich des Grabens, der sich östlich des Zohrergrabens befindet, konnten große Erd- und Schuttströme vorgefunden werden. Diese weisen einen rotationsförmigen Anbruch auf. Unterhalb des Abbruchgebietes finden wir Schollen mit Vernässungszonen und Säbelwuchs der Bäume vor. Weiter gegen Süden zeigt sich eine Verflachung mit Vernässungszonen und einem kleinen See. Darunter ist Mantelkriechen (kriechende Hangschuttdecke) in Verbindung mit Rutschungen zu erkennen (buckeliges Hangrelief).

Ein weiterer Erd- und Schuttstrom im Flysch, der mit einer Störung in Verbindung stehen dürfte, befindet sich auf Hm 720, orogr. links des Baches östlich des Zohrergrabens. Wieder ist ein rotationsförmiger Abbruch vorhanden. Die Akkumulation reicht bis auf Hm 640. Auch bei den Massenbewegungen nördlich der letztbeschriebenen handelt es sich um Erd- und Schuttströme innerhalb des Flyschs, deren Entstehung durch Störungen begünstigt wurde.

Auch in Taufel und am Herbstaugraben sind Erd- und Schuttströme zu finden. Derjenige am Herbstaugraben (orogr. links; Hm 740) besteht auch aus schwarzen Myloniten und Kalkmergellinsen, wie sie für Störungen im Flysch typisch sind.

Von Taufel bis nach Herbstau zieht ein Streifen flacherer Neigung, auf dem großräumige Vernässungen ausgebildet sind. Auf den buckeligen Wiesen findet man selten größere, alte Hohlformen von Abbrüchen. Es besteht daher Grund zur Annahme, daß es auf den buckeligen Hängen

nördlich der Aurach auch zur Ausbildung von Erd-, Schuttströmen kam, die im Verflachungsbereich im Aurachtal und vor allem auf den fluvio-glazialen Schotterterrassen Vernässungen verursachten. Aufgrund der Vielzahl der Ereignisse können aber nur noch wenige Hohlformen und Rutschmassen eindeutig als solche erkannt werden. Weitere Hinweise für diese Massenbewegungen sind die buckelige Landschaft, die orographisch links zwischen Rottenstein und Bretterau im sonst flachen Tal der Aurach ausgebildet ist, und die dort auch fehlenden glazialen Schotterterrassen. Die Buckellandschaft stellt wahrscheinlich Akkumulationen von Erd-, Schuttströmen dar, die vom nördlichen Einhang stammen. Dort, wo diese Akkumulationen ins Aurachtal herabreichen, fällt das Fehlen oder zum Teil die undeutliche Ausbildung der fluvio-glazialen Schotterterrassen der Würmeiszeit auf. Möglicherweise kam es durch die Erd- und Schuttströme zu einem teilweisen Abtrag oder zur Überdeckung der glazialen Schotter, die von E bis Bretterau eine morphologische Terrasse bilden.

Das Alter dieser Massenbewegungen ist also mit postglazial anzugeben.

Sowohl im Herbstaugraben als auch im Holzerhäuslgraben sind aufgrund der von Störungen verursachten Verflachungen, Vernässungen und Quellen zahlreiche Feilen- und Uferanbrüche und Rotationsrutschungen ausgebildet, die zum Teil beachtliche Größen aufweisen.

2.5.5.2. Massenbewegungen im Flysch in Verbindung mit Bunten Schiefnern

Bei der Anwesenheit von Bunten Schiefnern können ähnliche Phänomene beobachtet werden, wie sie an Störungen auftreten. Ebenso wie Störungszonen zeichnen sie sich als Wasserstauer aus, bilden also Vernässungen und Quellen, woraus eine verstärkte Neigung zu Massenbewegungen resultiert, was durch den Mergel- bis Tonmergelreichtum der Abfolge unterstützt wird. In Verbindung mit dem Auftreten von Bunten Schiefnern können flache Hangneigungen beobachtet werden. Sowohl hangab- als auch hangaufwärts von Bunten Schiefnern treten zum Teil große Rotationsrutschungen auf. Über den Bunten Schieferschlüssen an der östlichen Talflanke des Moosbaches findet man solche Rotationsrutschungen vor. Die Gleitbahn befindet sich in einer geringeren Tiefe als 10 m. Weiter hangaufwärts treten verstärkt Rotationsrutschungen und stark ausgeprägtes Mantelkriechen auf.

Die Bunten Schiefer bilden in allen Aufschlüssen (ausnahmslos an Bächen) zahlreiche zum Teil auch heute aktive Rotationsrutschungen und Feilen- und Uferanbrüche.

Bei den Massenbewegungen in Taufel dürften die Bunten Schiefer neben Störungen eine bedeutende kausale Rolle spielen. Auch die Erd- und Schuttströme A bis J (Abb. 6, 7) und jene am W-Abhang des Kollmannsberges sind genetisch an die Bunten Schiefer gebunden. Die Bunten Schiefer ziehen knapp oberhalb der Anbrüche vorbei, bilden Vernässungen und Quellen und riefen so neben den schon erwähnten Faktoren (siehe Massenbewegungsgruppe 2.5.1.) die Massenbewegungen A–J hervor.

2.5.6. Massenbewegungen im Ultrahelvetikum

Das Ultrahelvetikum verhält sich ähnlich wie das Randenoman. Es treten hauptsächlich Feilen- und Uferanbrüche, an Bächen aufgefädelt Rotationsrutschungen und kriechende Bewegungen auf. Die Hangneigung ist gering. Als Faktoren sind

wieder Vernässungen, Unterspülung durch Bäche und Mergelreichtum der Gesteine anzusehen. Im Gegensatz zum Randcenoman finden wir hier auch größere Rotationsrutschungen an Bächen vor (Rottensteinerbach, Aurach etc.).

Rotationsanbruch der Aurach bei der Mündung des Rottensteinerbaches:

Am Prallhang der Aurach befindet sich ein Rotationsanbruch. Das Hinterland bildet eine vernäßte Wiese. Bei der Anlage eines 1 m tiefen Schürfgrabens konnten rote und graue Tone vorgefunden werden, in denen wenige bis Zentimeter große Sandsteinleichen zu finden waren. Es handelt sich um ultrahelvetische Tone, in denen Sandsteine aus dem Flysch schwimmen. Unterhalb dieser Tone, die von Erd- und Schuttströmen stammen, befinden sich, wie man in der Rutschung selbst erkennen kann, glaziale Schotter. Im Liegenden folgt die Buntmergelerde des Ultrahelvetikums.

Die Gleitfläche der Rotationsrutschung verläuft in ungefähr 12 m (aus Profil interpoliert) Tiefe in Gesteinen des Ultrahelvetikums. Als Hauptfaktor ist die Seitenerosion am Prallhang der Aurach zu bewerten. Die Gleitfläche bildete sich vor allem in der Buntmergelerde aus und durchschlägt die glazialen Schotter und die Ablagerungen von Erd- und Schuttströmen, die die Ursache für die Vernässung der Wiese darstellen, an der Abrißstelle auf kurzer Distanz. Einige Schollen innerhalb der Rutschung bestehen aus zementierten glazialen Schottern.

Heute kommt es in der Wiese südlich der Rutschung zu kriechenden Bewegungen in Richtung Abrißkante. Diese Bewegungen dürften sich auf die obersten zwei Meter (die Erd- und Schuttstromakkumulationen) beschränken. Gefahr von Nachbrüchen besteht dann, wenn die Aurach den Prallhang weiter untergräbt und die Rutschmassen erodiert.

Es wurden zwei Pflockprofile über die Rutschung gelegt, die zweimal im Abstand von 8 Monaten vermessen wurden. Es konnten dabei keine wesentlichen Bewegungen festgestellt werden. Wahrscheinlich handelt es sich um eine langsame Kriechbewegung, für die der Beobachtungszeitraum und die Meßgenauigkeit zu klein waren.

Das Material der Rutschung besteht hauptsächlich aus Mergeln der Buntmergelerde und glazialen Schottern, die zum Teil bis 5 m große Schollen bilden.

Dank

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen jenen bedanken, die mich bei der Diplomarbeit unterstützt haben. Neben den Betreuern, Doz. Dr. W. RESCH, der den geologisch-mikropaläontologischen Teil der Arbeit betreut hat, und Dr. W. FRIEDL, der die Betreuung des angewandten Teils der

Diplomarbeit übernahm, gilt hier vor allem auch der geologischen Stelle der Wildbachverbauung in Innsbruck mein Dank. Ein weiteres Dankeschön geht an Dr. W. FRIEDL und Doz. Dr. W. RESCH für die Durchsicht des Manuskripts der hier vorliegenden Arbeit.

Literatur

- BRANDLMAYR, P. (1995): Die Geologie des Oberen Aurachtals. – Dieses Heft.
- BRANDLMAYR, P. (1994): Die Geologie des Oberen Aurachtals (OÖ) unter besonderer Berücksichtigung der Hangtektonik. – Diplomarbeit, unveröffentlicht.
- BUNZA, G. (1976): Systematic and Analyse alpiner Massenbewegungen. – In: BUNZA, G., KARL, J. & MANGELSDORF, J.: Geologisch-geomorphologische Grundlagen der Wildbachkunde. – Schriftenreihe der Bayrischen Landesstelle für Gewässerkunde, **11**, 1–128, München.
- DOLLINGER, F. (1985): Das Naturraumrisiko im oberen Aurachtal. – Salzburger Geogr. Arbeiten, **13**, Salzburg.
- HUSEN VAN, D. (1977): Zur Fazies und Stratigraphie der jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal. – Jb. Geol. B.-A., **120**, 1–130, Wien.
- JANOSCHEK, W. (1964): Geologie der Flyschzone und der helvetischen Zone zwischen Attersee und Traunsee. – Jb. Geol. B.-A., **107**, 161–214, Wien.
- KARL, J. & MANGELSDORF, J. (1976): Die Wildbachtypen der Ostalpen. – In: BUNZA, G., KARL, J. & MANGELSDORF, J. (Hrsg.): Geologisch-morphologische Grundlagen der Wildbachkunde, Schriftenreihe der Bayrischen Landesstelle für Gewässerkunde, **11**, 1–128, München.
- PREY, S. (1980): Helvetikum, Flysche und Klippenzone von Salzburg bis Wien. – In: OBERHAUSER, R.: Der geologische Aufbau Österreichs, 189–217, Wien.
- RATSCHBACHER, L., FRISCH, W., LINZER, H.G. & MERLE, O. (1991): Lateral extrusion in the Eastern Alps, Part 2: Structural analysis. – Tectonics, **10**, 257–271, Washington.
- SCHÄFFER, G. (1983): Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1983 (Gmunden, OÖ). – 65 S., Offsetschnelldruck Pavlu, Wien.
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – 1–580, Deuticke Verlag, Wien.
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich. – 2, 1–710, Deuticke Verlag, Wien.
- ZENTRALAMT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (1988): Klimadaten von Österreich 1951–1980. – Österreichische Gesellschaft für Meteorologie und Geodynamik, Publikation Nr. 326, Wien.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 22. Mai 1995