



Bohrkernaufnahmen und Dokumentation von Massenbewegungen an der II. Wiener Hochquellenleitung in der Gemeinde Kirnberg an der Mank (Niederösterreich) sowie Dokumentation eines ehemaligen Ton-Abbaus

GERLINDE POSCH-TRÖZMÜLLER¹, STJEPAN ČORIĆ¹, KLEMENS GRÖSEL², MANDANA PERESSON¹,
HOLGER GEBHARDT¹ & OLEG MANDIĆ³

17 Abbildungen, 8 Tabellen

Österreichische Karte 1:50.000
BMN / UTM
54 Melk / NM 33-11-28 Scheibbs

Niederösterreich
Kirnberg an der Mank
Kernbohrungen
Massenbewegungen
Stratigrafie
Allochthone Molasse
Rhenodanubische Flyschzone
Mineralogische Analysen

Inhalt

Zusammenfassung	40
Abstract	40
Einleitung	40
Geografische Lage	41
Geologischer Überblick	41
Aufnahme der Kernbohrungen und Analysen der Proben	42
Labormethodik	42
Beschreibung der Kernbohrungen auf den Hängen Sigritsberg und Schonaberg	43
Kernbohrung INK 79.450-20 Sigritsberg	43
Kernbohrung INK 79.600-20 Sigritsberg	44
Kernbohrung INK 80.680-20 Schonaberg	46
Dokumentation und Probenahme in einem ehemaligen Ton-Abbau (GBA Abbaudatenbank Nr. 054/909) in Kirnberg an der Mank	47
Proben und Analysen	47
Stratigrafische Analysen	48
Bestimmung von Mollusken	48
Analysen des kalkigen Nannoplanktons	48
Analysen auf Foraminiferen	50
Ergebnisse der stratigrafischen Untersuchungen	50
Paläoökologie	51
Mineralogische Untersuchungen	51
Gesamtmineralogische Analysen	51
Tonmineralogische Analysen	52
Massenbewegungen im Raum Kirnberg an der Mank mit Schwerpunkt auf den Hang Sigritsberg	54
Erforschungsgeschichte der Massenbewegungen	54
Beschreibung der Massenbewegung Sigritsberg	55
Hauptablagerungsbereich/Ablagerungskegel (Wiese mit dem Gehöft „Furth“)	55
Graben östlich des Hanges Sigritsberg	56
Oberer Bereich der Wiese bis zum Bergrücken	57
Interpretation – Zusammenschau der Ergebnisse von 1998, der Begehung 2020 und der Bohrkernaufnahmen von 2020	58
Dank	60
Literatur	61

1 GERLINDE POSCH-TRÖZMÜLLER, STJEPAN ČORIĆ, MANDANA PERESSON, HOLGER GEBHARDT: Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien. gerlinde.posch@geologie.ac.at, stjepan.coric@geologie.ac.at, mandana.peresson@geologie.ac.at, holger.gebhardt@geologie.ac.at

2 KLEMENS GRÖSEL: Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Niederösterreichische Umweltschutzverwaltung, Neues Landhaus, Wienerstraße 54, 3109 St. Pölten. klemens.groesel@noel.gv.at

3 OLEG MANDIĆ: Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, 1010 Wien. oleg.mandic@nhm-wien.ac.at

Zusammenfassung

Die II. Wiener Hochquellenleitung verläuft auf ihrem Weg vom Quellgebiet am Hochschwab nach Wien unter anderem in instabilen Hängen im Überschiebungsbereich der Rhenodanubischen Flyschzone auf die Allochthone Molasse. Auf bekannten Rutschhängen in der Gemeinde Kirnberg an der Mank wurden drei Kernbohrungen geologisch dokumentiert und beprobt, die Proben wurden makro-, mikro- und nanostratigrafisch sowie mineralogisch analysiert. Zu Vergleichszwecken wurde auch ein ehemaliger Ton-Abbau in Kirnberg an der Mank aufgenommen und beprobt.

Die Übersichtskartierung der Massenbewegungen des Hanges Sigritsberg aus dem Jahr 1998 wurde bestätigt und ergänzt, wobei die morphologisch unterschiedlich ausgebildeten Bereiche verschiedene Bewegungszonen und Mechanismen repräsentieren. Zum Teil sind diese auch heute – wenn auch nur in geringem Ausmaß – aktiv. Das Massenbewegungsrisiko wurde abgeschätzt und bewertet.

Documentation of drill cores and mass movements along the Second Vienna Mountain Spring Pipeline in the community of Kirnberg an der Mank (Lower Austria), and documentation of an old clay pit

Abstract

From the source area at the Hochschwab to Vienna the Second Vienna Mountain Spring Pipeline also passes through instable slopes in the thrust area of the Rhenodanubian Flyschzone onto the Allochthonous Molasse. On known landslide-prone slopes in the community of Kirnberg an der Mank three cores were drilled, documented geologically and samples taken. The samples were analyzed macro-, micro- and nanostratigraphically, as well as mineralogically. For the purpose of comparison, also a former clay pit in Kirnberg an der Mank was documented and sampled.

The general mapping of the mass movements of the slope Sigritsberg from the year 1998 was verified and extended. The different morphological areas represent specific areas and mechanisms of movement. To a small extent the movements have been active until today. The landslide risk was estimated and assessed.

Einleitung

Aufgrund wiederkehrender Schäden an der II. Wiener Hochquellenleitung in der Gemeinde Kirnberg an der Mank (Abb. 1) wandte sich Prof. Dr. Rainer Poisel (TU Wien) auf Vermittlung von Mag. Klemens Grösel (Land NÖ) Ende Juni 2020 an die Erstautorin mit der Bitte um die Aufnahme von Bohrkernen, die als Inklinometerbohrungen in Rutschhängen abgeteufelt wurden. Am 8. Juli 2020 wurden die Bohrkernkerne auf dem Hang Sigritsberg von Rainer Poisel, Vertretern der Magistratsabteilungen 31 (MA 31 – Wiener Wasser) und 29 (MA 29 – Brückenbau und Grundbau) der Stadt Wien sowie von Gerlinde Posch-Trözmüller und Stjepan Ćorić begutachtet und im Anschluss daran von Gerlinde Posch-Trözmüller und Stjepan Ćorić aufgenommen und beprobt. Am 24. Juli 2020 wurde eine weitere Kernbohrung (Inklinometerbohrung) auf dem Hang Schonberg, welcher ebenfalls von Massenbewegungen betroffen ist, gleichermaßen aufgenommen. Die Bohrprofile wurden der MA 29 bereits im August 2020 übermittelt und in die Datenbank der MA 29 eingearbeitet.

Bereits Ende Mai 1998 wurden im Rahmen eines Geophysik-Praktikums der Universität für Bodenkultur unter der Leitung von Rainier Arndt und Alexander Römer (Geologische Bundesanstalt) am Hang Sigritsberg (Gehöft Furth), Gemeinde Kirnberg an der Mank, bodengeophysikalische Messungen durchgeführt. Diese waren Teil eines Auftrags der MA 31 und MA 29, der Auftrag wurde erteilt, nachdem in der II. Wiener Hochquellenleitung, die diesen Hang in seinem Fußbereich quert, Schäden im Abschnitt von Leitungskilometer 79,2 bis 79,7 entdeckt wurden. Die Ergebnisse der Bodengeophysik wurden in RÖMER et al. (1999) dargestellt.

Im Rahmen dieses Praktikums wurde eine geologisch-geomorphologische Übersichtskartierung des Hanges durchgeführt (POSCH & SKUK, 1998), die als Grundlage für die gegenständliche Fragestellung gescannt, georeferenziert und mit einem digitalen Geländemodell aus Airborne Laserscan Daten (Laserscan) überlagert wurde.

Am 9. November 2020 erfolgte eine gemeinsame Begehung der Massenbewegung auf dem Hang Sigritsberg durch Klemens Grösel und Gerlinde Posch-Trözmüller, um die Gefahr einer Beschleunigung der Hangbewegung und damit eine potenzielle Gefährdung für die II. Wiener Hochquellenleitung abschätzen zu können. Dabei wurde die Kartierung aus dem Jahr 1998 verifiziert, geringfügig korrigiert und ergänzt.

Im Zuge der Bohrkernaufnahmen wurde am 24. Juli 2020 auch eine ehemalige Tongrube (Nr. 054/909 in der Abbau-datenbank der Geologischen Bundesanstalt) in Kirnberg an der Mank aufgenommen und beprobt, um das aufgeschlossene Material mit dem aus den Bohrungen lithologisch und stratigrafisch vergleichen zu können.

Diese Publikation stellt eine Zusammenfassung des Jahresendberichtes 2020 des Projekts NC-095 (POSCH-TRÖZMÜLLER et al., 2021) dar.



Abb. 1. Lage des Bearbeitungsgebietes in Niederösterreich, hinterlegt mit der Geologischen Karte von Österreich 1:2.000.000 (EGGER et al., 1999, verändert).

Geografische Lage

Die Kernbohrungen wurden in der Gemeinde Kirnberg an der Mank (ÖK50-BMN Blatt 54 Melk) auf den Hängen Sigritsberg und Schonaberg abgeteuft, wobei der Hang Sigritsberg (Gehöft „Furth“), welcher im Jahr 1998 Gegenstand von bodengeophysikalischen Messungen war, etwa 2,4 km WSW, der Hang Schonaberg etwa 1,4 km SW bis WSW der Ortschaft Kirnberg an der Mank liegt. Beide Hänge befinden sich südlich der Straße Kirnberg–Oberndorf. Die ehemalige Tongrube 054/909, welche zu Vergleichszwecken dokumentiert und beprobt wurde, liegt in der Ortschaft Kirnberg an der Mank in der gleichnamigen Gemeinde, wenig nördlich des Ortszentrums an der Hauptstraße 11 (Tab. 1, Abb. 2).

Geologischer Überblick

Die beiden Hänge Sigritsberg und Schonaberg liegen im Grenzbereich zweier tektonischer Einheiten, des Rhodanubischen Deckensystems im Süden und der Allochthonen Molasse im Norden. Die Überschiebung der Flyschzone über die Molasse verläuft im Bereich dieser Hänge. Die ehemalige Tongrube (054/909) liegt gänzlich im Bereich der Allochthonen Molasse (Abb. 3).

Nach der GEOFAST-Karte Blatt 54 Melk (KREUSS & LINNER, 2018) wird die Allochthone Molasse im Bereich der Aufnahmen von Hall-Formation und Puchkirchen-Gruppe aufgebaut, die geologische Karte von Niederösterreich (SCHNABEL et al., 2002) weist hier zusammengefasst „Sedimente der Subalpinen Molasse zwischen Enns und Mank; Egerium bis Eggenburgium (Mergel, Sand, Sandstein)“ aus, wobei es sich größtenteils um Haller Schlier (Eggenburgium) handeln dürfte, gegen Westen aber auch Sedimente des Egeriums in einer dem Älteren Schlier lithologisch analogen Ausbildung vorhanden sein dürften

Bohrung/ Aufschluss	RW_M34	HW_M34	Datum
INK 79.450-20	672508,079	325505,423	08.07.2020
INK 79.600-20	672648,93	325550,899	08.07.2020
INK 80.680-20	673572,92	325769,724	24.07.2020
Abbau 054/909	674778,929	326638,567	24.07.2020

Tab. 1.
Koordinaten (BMN) der im Jahr 2020 durchgeführten Kernbohrungen und des ehemaligen Ton-Abbaus 054/909 in Kirnberg an der Mank mit dem Datum der Aufnahme.

(ROETZEL, 2002). Westlich von Mank erfolgte jedenfalls noch keine genaue Aufgliederung der Sedimente des Eggenburgiums bis Ottnangiums, daher wird hier nach wie vor die Bezeichnung „Sandstreifenschlier“ verwendet, der in Oberösterreich Äquivalente des „Haller-Schliers“ und des „Robulus-Schliers“ umfasst (WESSELY, 2006).

Die Hall-Formation (vollmariner „Haller Schlier“) besteht ebenso wie der Robulus-Schlier (unteres Ottnangium, Ablagerung im tiefen Sublitoral) und seine Äquivalente zu meist aus mergeligen Schluffen mit Einschaltungen von teils zu Sandstein verhärteten Fein- bis Mittelsanden (ROETZEL, 2002).

Die Rhodanubische Flyschzone wird in diesem Gebiet nach der GEOFAST-Karte Blatt 54 Melk von der Altengbach-Formation der Greifenstein-Decke vertreten, welche die vorherrschende Formation der Flyschzone in Niederösterreich darstellt. Sie besteht aus siliziklastischem Sandstein, Kalksandstein, Kalkmergel, Tonmergel und Tonstein des oberen Campaniums bis Thanetiums (KREUSS & LINNER, 2018).

Die Anfälligkeit dieses geologischen Aufbaus für Massenbewegungen wird im Laserscan deutlich (Abb. 4).

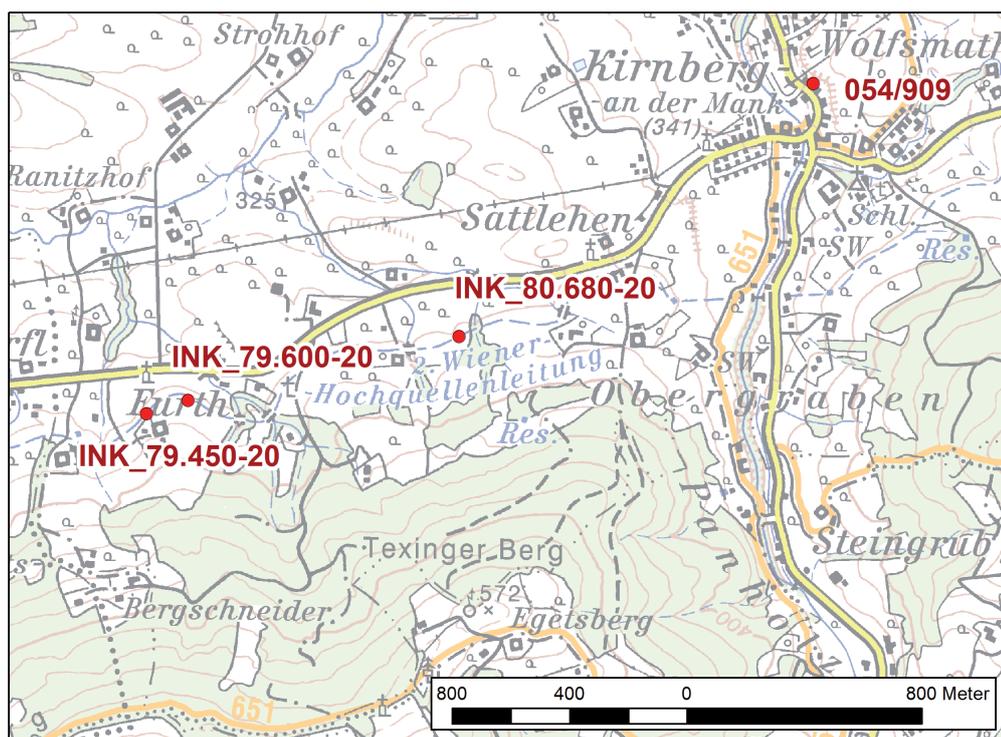


Abb. 2.
Lage der drei Kernbohrungen auf den Hängen Sigritsberg und Schonaberg sowie jene des ehemaligen Ton-Abbaus (054/909) in Kirnberg an der Mank auf ÖK50-BMN Blatt 54 Melk.

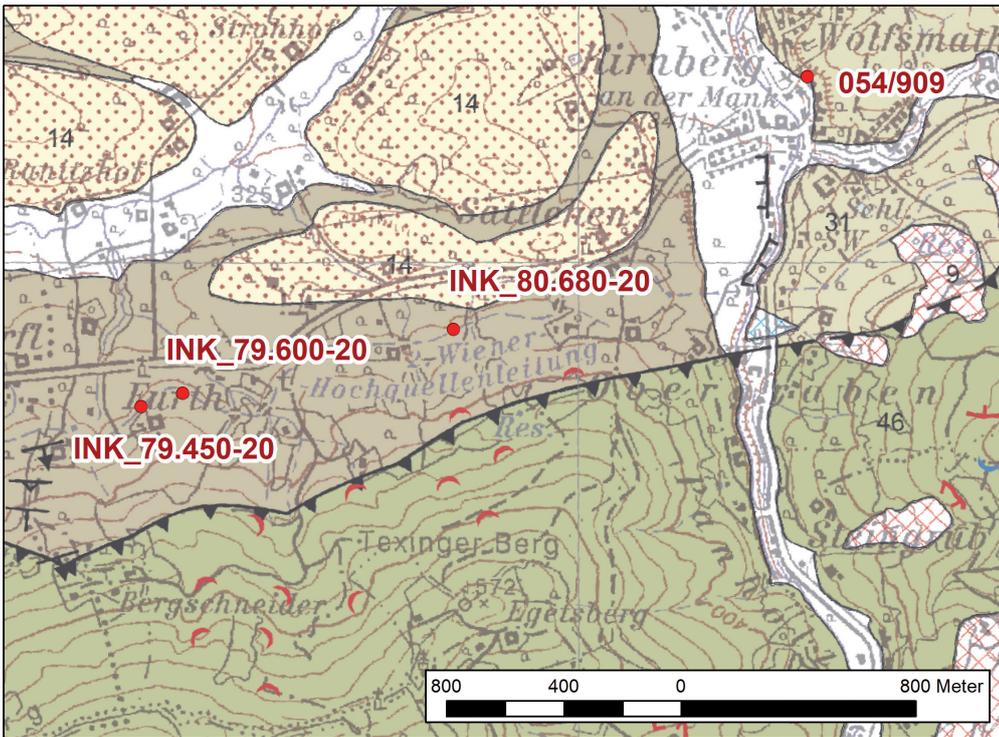


Abb. 3. Lage der Kernbohrungen auf den Hängen Sigrisberg und Schonberg sowie des ehemaligen Ton-Abbaus 054/909 auf der GEOFAST-Karte Blatt 54 Melk (KREUSS & LINNER, 2018). Die olivbraune Signatur nördlich der Überschiebung, auf welcher die Bohrpunkte liegen, bezeichnet die Hall-Formation und Puchkirchen-Gruppe, die heller grüne Signatur im NW der Karte (Nr. 31) die Hall-Formation und die olivgrüne Signatur südlich der Überschiebung (Nr. 46) steht für die Altlenzbach-Formation der Greifenstein-Decke.

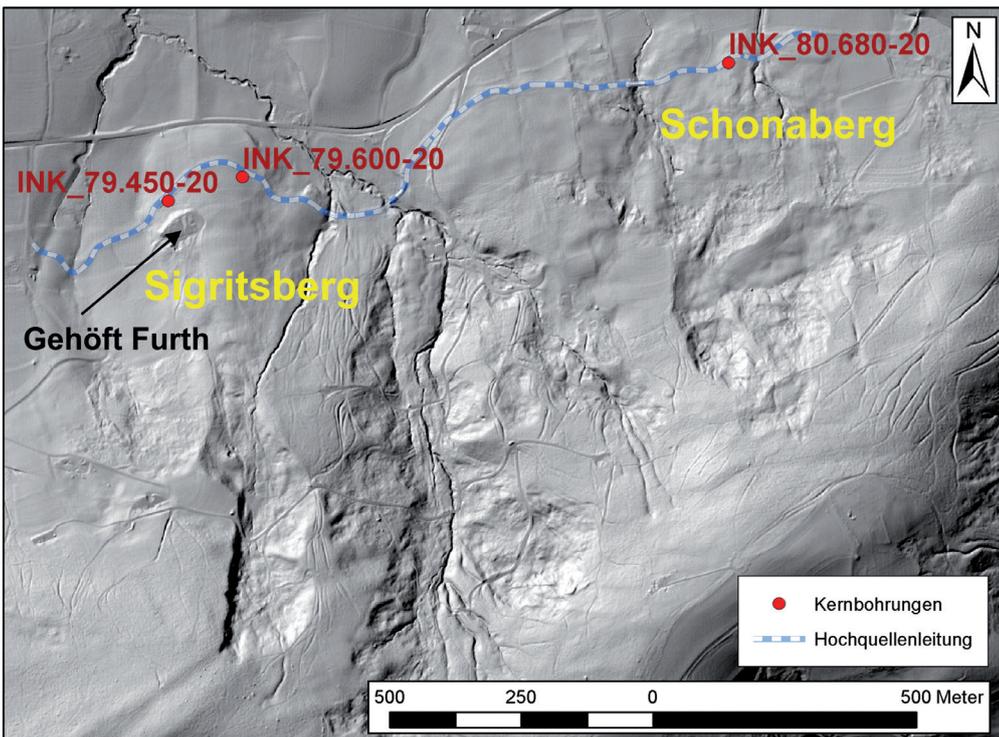


Abb. 4. Lage der Kernbohrungen auf den Hängen Sigrisberg und Schonberg auf dem Laserscan inklusive Verlauf der II. Wiener Hochquellenleitung. Gut zu sehen ist hier die Prägung der Morphologie durch Massenbewegungen, wovon die Hänge betroffen sind, durch welche die Hochquellenleitung verläuft (Laserscan: © Land Niederösterreich).

Aufnahme der Kernbohrungen und Analysen der Proben

Labormethodik

Gesamtmineralbestand

Die Proben werden getrocknet und in einer Scheibenschwingmühle zu Analysenfeinheit vermahlen. Um die für die Auswertung der RDA-Diagramme notwendigen texturfreien Präparate zu erhalten, wird das sogenannte

„Back-loading“-Verfahren angewandt. Anschließend werden die Proben einer röntgenografischen Phasenanalyse mit folgenden Messbedingungen unterzogen:

- Messbedingungen im Bereich von $3^{\circ} 2 \text{ Theta}$ bis $70^{\circ} 2 \text{ Theta}$.
- Röntgendiffraktometer PANalytical X'Pert Pro Powder.
- Goniometer PW3050/60 (Theta/Theta).
- Cu-K α -Keramikköhre.
- PIXel-Detektor.

- Continuous scans, Schrittweite 0.013°.
- 40 kV, 40 mA.
- Messzeit 10 sec/Schritt.

Zur qualitativen Bestimmung der Mineralphasen werden die Röntgenbeugungsreflexe mit der zugehörigen Auswertesoftware X'Pert Highscore von PanAlytical bearbeitet und identifiziert. Die quantitative Auswertung der einzelnen Minerale erfolgt mittels Fundamentalparameter-Rietveldsoftware AutoQuan (Fa. Seifert; Version 2.70). Dabei wird eine Röntgenbeugungsaufnahme unter Verwendung geeigneter Kristallstrukturmodelle analysiert.

Tonmineralanalyse an der Fraktion < 2 µm

Zur Herstellung von Texturpräparaten sind ca. 10–30 g Probenmaterial notwendig. Für die Bestimmung des Tonmineralbestandes wird die Fraktion < 2 µm, die durch Abzentrifugieren gewonnen wird, herangezogen. Es werden je Probe zwei streng texturierte Präparate angefertigt, die durch Einlagerungen organischer Verbindungen (Dimethylsulfoxid, Äthylenglykol, Glycerin) Quell- und Kontraktionsversuchen unterzogen werden. Durch diese Behandlung können im Vergleich mit dem Originalzustand der Probe die unterschiedlichen Schichtabstände der Tonminerale qualitativ identifiziert und zugeordnet werden. Es wird jeweils der Bereich von 2° 2 Theta bis 50° 2 Theta abgefahren (vgl. BROWN & BRINDLEY, 1984; MOORE & REYNOLDS, 1989; THOREZ, 1976). Die semiquantitative Auswertung der Proben erfolgt nach der Methode von SCHULTZ (1964).

Kalkiges Nannoplankton

Für nannostratigrafische Untersuchungen wird das Sediment für kurze Zeit im Ultraschallbad behandelt, danach wird ein Präparat für die Untersuchung unter dem Lichtmikroskop (Vergrößerung 1.000 x) angefertigt. Standardzonierungen von MARTINI (1971) für das Neogen und von SINGH (1977) für das Mesozoikum werden verwendet.

Foraminiferen

Die Proben werden getrocknet, 200 g getrocknetes Sediment werden in 10 % Wasserstoffperoxid aufgelöst und durch ein Sieb (0,063 mm) gewaschen. Der Rückstand

wird getrocknet und in Fraktionen von 0,063 bis 1,125 mm und 0,125 bis 1 mm gesiebt. Foraminiferen werden unter dem Lichtmikroskop aussortiert, bestimmt und gezählt.

Beschreibung der Kernbohrungen auf den Hängen Sigrisberg und Schonaberg

Auf dem Hang Sigrisberg wurden zwei Kernbohrungen für den Inklinometer-Einbau durchgeführt, unterhalb des Gehöftes „Furth“ wurde die Bohrung INK 79.450-20, 150 m östlich davon die Bohrung INK 79.600-20 abgeteuft (die Nummerierung der Inklinometerbohrungen entspricht der Kilometrierung der II. Wiener Hochquellenleitung). Auf dem Hang Schonaberg, bei dem es sich, wie bei dem Hang Sigrisberg, um einen von Massenbewegungen betroffenen Hang handelt, wurde ebenfalls eine Kernbohrung (INK 80.680-20) für den Inklinometer-Einbau abgeteuft (Abb. 2–4).

Die vollständige Fotodokumentation der Bohrungen sowie die detaillierten Bohrprofile sind in POSCH-TRÖZMÜLLER et al. (2021) zu finden.

Kernbohrung INK 79.450-20 Sigrisberg

Das Bohrprofil der Bohrung INK 79.450-20 (Abb. 5A, Tab. 2) zeigte unter 1,2 m Mutterboden und Anschüttung teils sandige, braune bis graue, nur schwach kalkhaltige Schluffe. Diese wiesen keinerlei Strukturen auf, sie enthielten aber viele unterschiedlich große Bruchstücke aus feinkörnigem, kalkhaltigem Sandstein der Flyschzone (Abb. 5B). Der Sandgehalt variierte je nach Zersetzungsgrad der Sandsteine, stellenweise war reiner, meist ockerbrauner Sand zu sehen, der aufgrund von Ausschwemmung des calcitischen Zements kalkfrei war. Diese bis in 11,3 m Tiefe reichende Lage wurde als Material aus der Flyschzone interpretiert, welches im Zuge einer Massenbewegung durchbewegt wurde und von hangaufwärts als Erd-/Schuttstrom niedergegangen und hier zur Ablagerung gekommen war.

Von 11,3 bis 13,0 m Tiefe folgte eine Lage aus horizontal laminierten, feinsandigen, gelbbraunen Schluffen, die

Furth/Sigrisberg	
INK 79.450-20 Bohrprofil 08.07.2020	
Tiefe	Beschreibung
0–0,2 m	Mutterboden.
0,2–1,2 m	Anschüttung (Kies, bis 0,5 m mit Schluff/Lehm).
1,2–11,3 m	Material aus der Flyschzone, durchbewegt im Zuge einer Massenbewegung: Schluff/Mergel/Lehm, teils sandig, mit Bruchstücken aus Flysch-Sandstein (feinkörnig, zumeist kalkhaltig, glimmerreich, mit Calcit-Adern).
11,3–13,0 m	Sedimente der Molassezone: Hall-Formation bis <i>Robulus</i> -Schlier (Eggenburgium–Ottangium, obere Nannoplanktonzone NN2/NN3; MARTINI, 1971), horizontale Lagerung: Schluff, feinsandig, gelbbraun, teilweise laminiert, mit Bruchstücken aus Sandstein (bis einige Zentimeter im Durchmesser).
13,0–35,4 m (ET)	Sedimente der Molassezone: Hall-Formation bis <i>Robulus</i> -Schlier (Eggenburgium–Ottangium, obere Nannoplanktonzone NN2/NN3; MARTINI, 1971), teilweise Tektonisierung erkennbar, mittelsteil bis steil gelagert: Schluff/Mergel, teils feinsandig, dunkelgrau, teilweise weicher, teilweise hart, teilweise laminiert; teils mittelsteil, teils steil gelagert, mit steilstehenden Harnischflächen, mit Mollusken (Bivalven) in 32,1–32,2 m und 33,2–33,3 m Tiefe.

Tab. 2.
Vereinfachtes Bohrprofil der Kernbohrung INK 79.450-20 Sigrisberg.

kleine Bruchstücke aus kalkhaltigem Sandstein enthielten (Abb. 5C). Dabei handelte es sich bereits um Sedimente der Molassezone, vermutlich Hall-Formation bis *Robulus*-Schlier (Eggenburgium–Ottningium).

Darunter schloss die Bohrung bis zur Endteufe in 35,4 m teils feinsandige, dunkelgraue, laminierte Schluffe bis Mergel auf. Diese waren teils hart, teils weicher und zeigten ein teils mittelsteiles (Abb. 5D), teils steiles Einfallen. Außerdem waren steilstehende Harnischflächen vorhanden. In 32,1 m und 33,2 m Tiefe waren Bivalven im Sediment zu sehen (Abb. 5E, 5F). Auch hierbei handelte es sich um Sedimente der Molassezone, vermutlich Hall-Formation bis *Robulus*-Schlier (Eggenburgium–Ottningium).

Kernbohrung INK 79.600-20 Sigrisberg

Die Bohrung INK 79.600-20 (Abb. 6A) wurde 150 m östlich der Bohrung INK 79.450-20, wenige Meter nördlich der Hochquellenleitungstrasse abgeteuft. In Tabelle 3 ist das Bohrprofil dargestellt.

Unter einem halben Meter Mutterboden und Lehm wurden, vergleichbar mit der Bohrung INK 79.450-20, graue und

braune, teils sandige, teils kalkhaltige Schluffe und Mergel erbohrt, die keinerlei sedimentäre Strukturen zeigten, aber Bruchstücke aus kalkhaltigem Sandstein der Flyschzone führten (Abb. 6B). Auch hier wurden diese Ablagerungen, die bis in 9,5 m Tiefe reichten, als Ablagerungen eines Erd-/Schuttstromes aus Material der Flyschzone interpretiert.

Von 9,5 bis 14,8 m Tiefe wurden teils feinsandige, sehr stark kalkhaltige Mergel mit heller graubrauner bis gelbbrauner Farbe erbohrt, die teilweise undeutlich horizontal geschichtet waren. In 11,2 m Tiefe war diese Schichtung sehr deutlich zu erkennen (Abb. 6C). Wenige, kleine Sandsteinbruchstücke waren darin enthalten. Bei dieser Schicht handelte es sich um Sedimente der Molassezone, vermutlich Hall-Formation bis *Robulus*-Schlier (Eggenburgium–Ottningium), sie ist mit der Schicht in 11,3 bis 13,0 m Tiefe in INK 79.450-20 zu vergleichen.

Darunter waren bis zur Endteufe in 35,3 m feinsandige, dunkelgraue, sehr stark kalkhaltige Schluffe bis Mergel zu sehen. Diese waren zumeist massig, stellenweise war aber eine Schichtung erkennbar, die von mittelsteil bis senkrecht variierte (Abb. 6D) und stellenweise Entwässerungs-

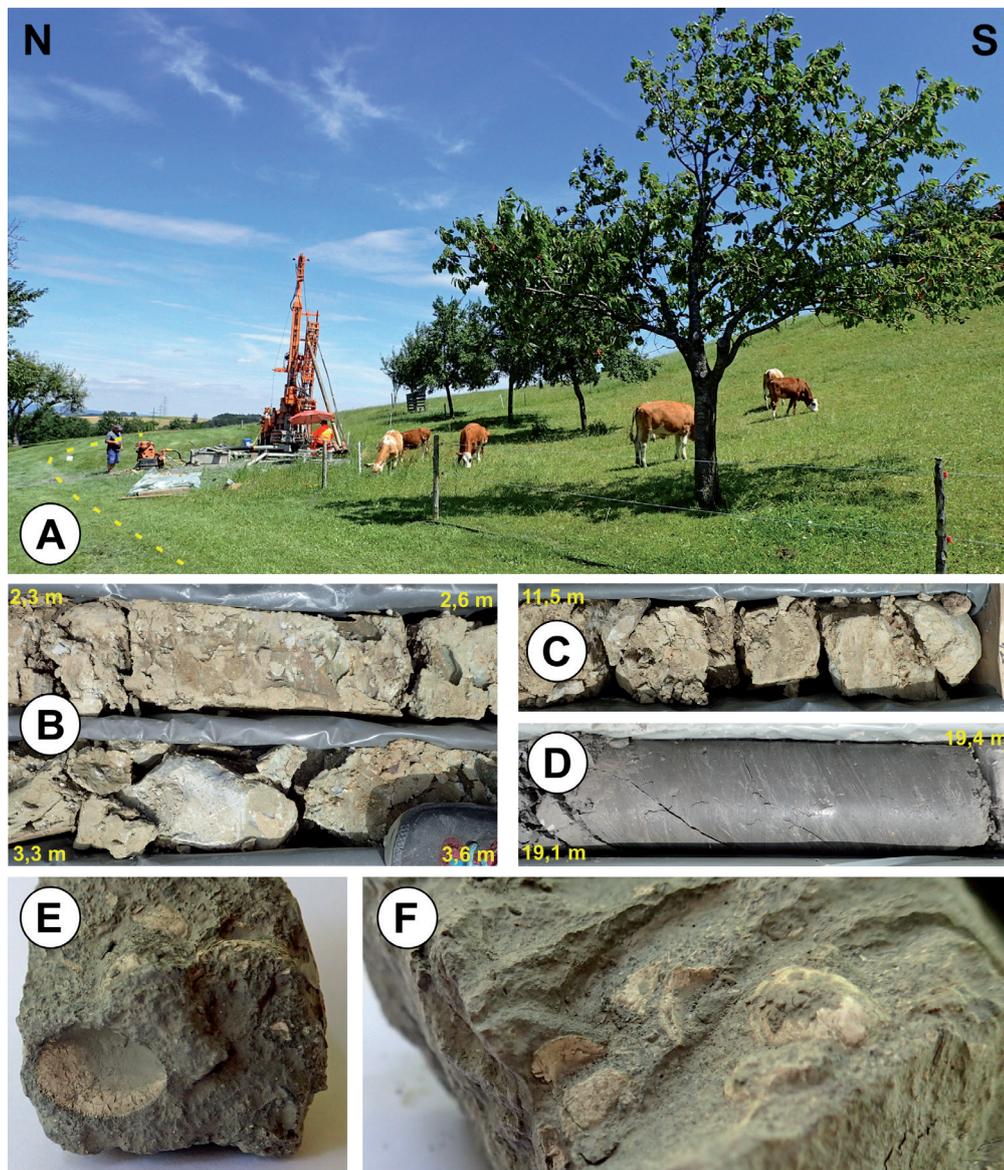


Abb. 5.
Kernbohrung INK 79.450-20 auf dem Hang Sigrisberg:
A: Situation der Bohrung. Die gelbe, strichlierte Linie weist auf den Verlauf der II. Wiener Hochquellenleitung hin.
B: Detail von INK 79.450-20: Sandige Schluffe mit teils großen Sandsteinbruchstücken in 2,3 bis 2,6 und 3,3 bis 3,6 m Tiefe.
C: Detail von INK 79.450-20: Horizontal geschichtete, gelbbraune Schluffe mit kleineren Sandsteinbruchstücken in 11,5 bis 12,0 m Tiefe.
D: Detail von INK 79.450-20: Mittelsteil einfallende, laminierte, graue Schluffe bis Mergel in 19 m Tiefe (der Kern wurde befeuchtet, um die Strukturen sichtbarer zu machen).
E: Bivalven in der Probe aus 32,2 m Tiefe der Bohrung INK 79.450-20, die links unten abgebildete Klappe ist 11,1 mm lang und 7,3 mm hoch.
F: Bivalven in der Probe aus 33,2 m Tiefe der Bohrung INK 79.450-20, die rechts der Mitte abgebildete Klappe ist 11,6 mm lang und 10,1 mm hoch.

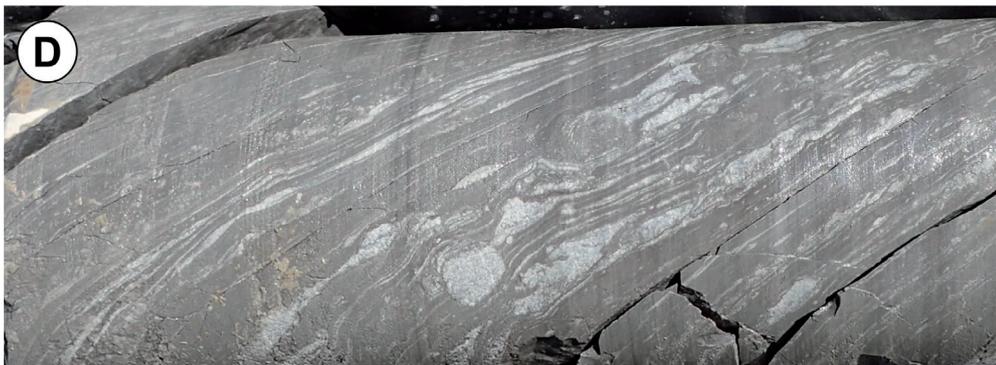
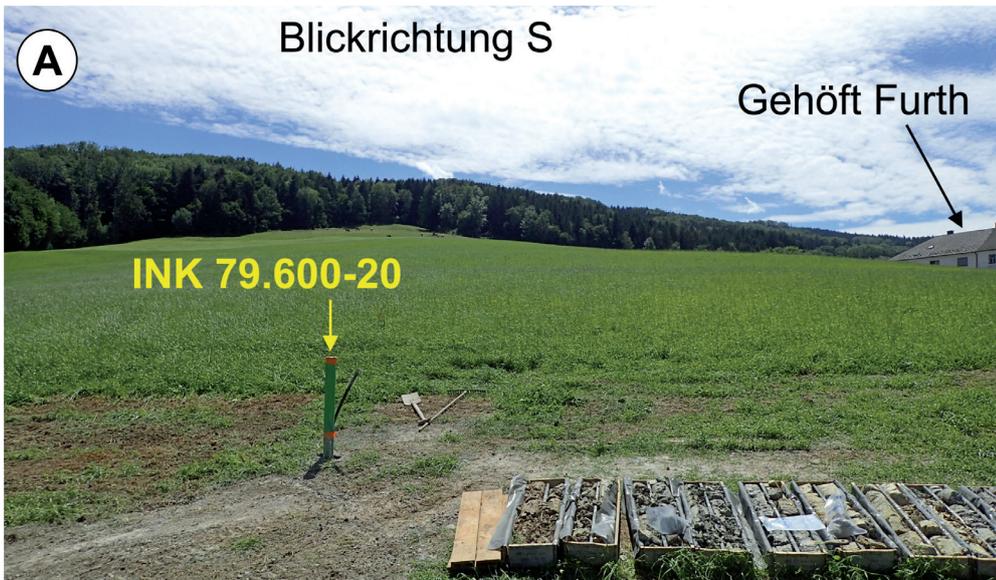


Abb. 6.
Kernbohrung INK 79.600-20 auf dem Hang Sigritsberg:
A: Situation der Bohrung.
B: Detail von INK 79.600-20 in 6 bzw. 7 m Tiefe: Graue Schluffe mit Bruchstücken aus Sandstein, Strukturen sind nicht erkennbar.
C: Detail von INK 79.600-20: Horizontal geschichtete Mergel mit Feinsandlagen in 11 und 12 m Tiefe.
D: Detail von INK 79.600-20: Graue Mergel in 34,5 bis 34,8 m Tiefe, der Kern zeigt mittelsteile Schichtung und Entwässerungsstrukturen.

Tab. 3.
Vereinfachtes Bohrprofil der Kernbohrung INK 79.600-20 Sigritsberg. ▼

Furth/Sigritsberg	
INK 79.600-20 Bohrprofil 08.07.2020	
Tiefe	Beschreibung
0–0,4 m	Mutterboden, braun, teilweise beige gefleckt; Lehm, sandig, kalkfrei.
0,4–0,5 m	Lehm, braun, sandig, kalkfrei.
0,5–9,5 m	Material aus der Flyschzone, durchbewegt im Zuge einer Massenbewegung: Schluff, Mergel mit Bruchstücken aus Flysch-Sandstein: Schluff, sandig, mit zumeist kleinen (< 1 cm im Durchmesser), selten großen Bruchstücken aus Flysch-Sandstein (feinkörnig, glimmerreich), kalkhaltig, ab 1,5 m Tiefe heller braun und mit kleinen roten Tonsteinbruchstücken.
9,5–14,8 m	Sedimente der Molassezone: Hall-Formation bis <i>Robulus</i> -Schlier (Eggenburgium–Ottangium, obere Nannoplanktonzone NN2/NN3; MARTINI, 1971), horizontale Lagerung: Mergel, teilweise feinsandig, sehr stark kalkhaltig, nach einem Übergang ab 9,7 m heller graubraun bis gelbbraun, teilweise undeutlich horizontal geschichtet; 11,2 m: deutliche Schichtung mit Laminae (sedimentär!) in einem 5 cm mächtigen Kernstück; mit sehr wenigen kleinen Sandsteinbruchstücken (stärker verwittert), dafür mit Sandlagen (aus verwitterten Sandsteinbruchstücken).
14,8–35,3 m (ET)	Sedimente der Molassezone: Hall-Formation bis <i>Robulus</i> -Schlier (Eggenburgium–Ottangium, obere Nannoplanktonzone NN2/NN3; MARTINI, 1971), teilweise Tektonisierung erkennbar, mittelsteil bis steil gelagert: Schluff/Mergel, feinsandig, dunkelgrau, sehr stark kalkhaltig, zumeist massig, stellenweise aber Schichtung erkennbar (Einfallen ca. 30° bis steil), Harnischflächen (steil bis senkrecht, teilweise schichtparallel), teilweise mit kleinen Kalkausfällungen, teilweise stärker sandig, teilweise hart, teilweise aufgeweicht.

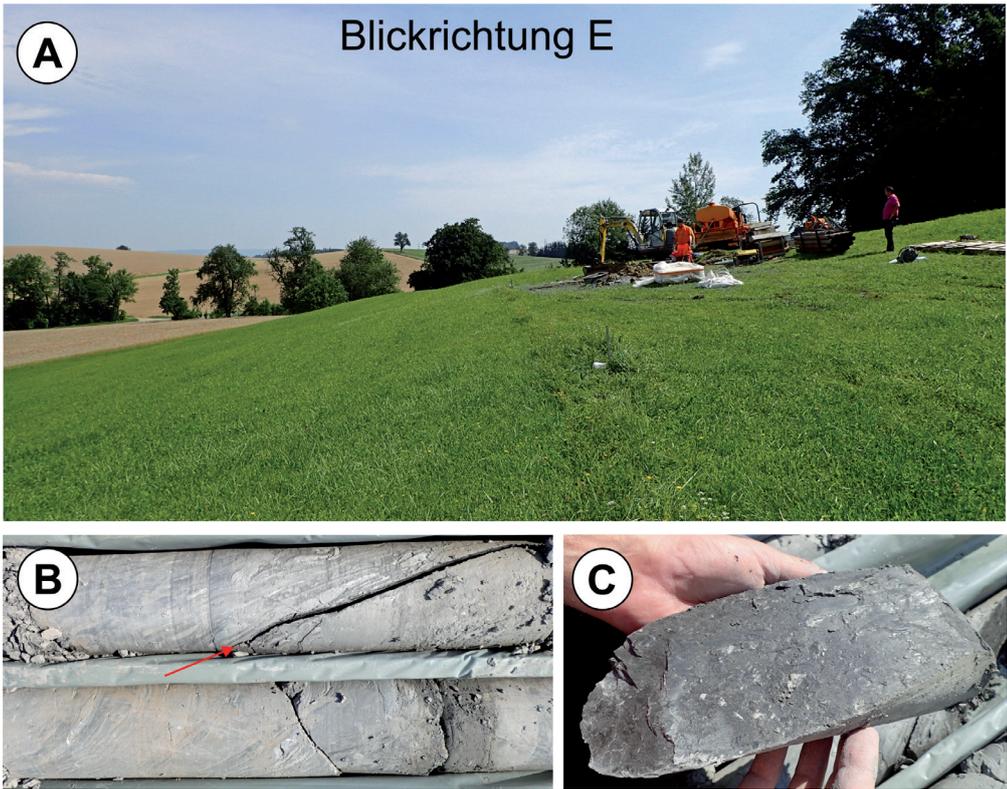


Abb. 7.
Kernbohrung INK 80.680-20 auf dem Hang Schonberg:
A: Situation der Bohrung.
B: Detail von INK 80.680-20: Feste Kerne aus Schluff bzw. Mergel mit sedimentären Strukturen. Der rote Pfeil weist auf eine Harnischfläche in 28,3 bis 28,5 m Tiefe hin.
C: Detail von INK 80.680-20: Harnischfläche in 28,3 bis 28,5 m Tiefe.

strukturen erkennen ließ. Auch steile bis senkrechte Harnischflächen waren zu sehen. Teilweise war das Sediment stärker sandig, beispielsweise in 19,0 bis 20,0 m Tiefe.

Kernbohrung INK 80.680-20 Schonberg

Auf dem Hang Schonberg (Abb. 7A, Tab. 4) wurde eine Kernbohrung für den Inklinometer-Einbau durchgeführt – INK 80.680-20.

Obwohl die Kernbohrung auf dem Hang Schonberg knapp 1 km von INK 79.600-20 auf dem Hang Sigritsberg entfernt abgeteuft wurde, war das Bohrprofil INK 80.680-20 mit den beiden Bohrprofilen des Hanges Sigritsberg eindeutig zu vergleichen. Bei beiden Hängen handelte es sich um Massenbewegungshänge. Das Bohrprofil ist in Ta-

belle 4 dargestellt, die vollständige Dokumentation ist in POSCH-TRÖZMÜLLER et al. (2021) zu finden.

Unter 20 cm Mutterboden wurde brauner bis braungrauer, teils sandiger Lehm/Schluff/Ton erbohrt, der teils kleine, teils große Bruchstücke von kalkhaltigem Sandstein führte und keinerlei sedimentäre Strukturen aufwies. Auch hier handelte es sich um Material aus der Flyschzone, das durch eine Massenbewegung durchmischt und transportiert wurde.

Von 8,9 bis 10,5 m Tiefe wurden feinsandige, heller graue, sehr stark kalkhaltige Schluffe aufgeschlossen. Diese sehr stark kalkhaltigen Sedimente waren flach bis horizontal geschichtet. Im Gegensatz zu den Kernbohrungen auf dem Hang Sigritsberg konnten hier keine Bruchstücke aus

Schonberg	
INK 80.680-20 Bohrprofil 24.07.2020	
Tiefe	Beschreibung
0–0,2 m	Mutterboden
0,2–8,9 m	Material aus der Flyschzone, durchbewegt im Zuge einer Massenbewegung: Schluff, Mergel mit Bruchstücken aus Flysch-Sandstein: Lehm, Schluff, Ton, etwas sandig, grau-graubraun gefleckt, mit Bruchstücken aus feinkörnigem, glimmerreichem Sandstein der Flyschzone (kalkhaltig, zumeist klein, aber Durchmesser bis 10 cm zu beobachten), mit sandigen Einschlüssen (aus zersetztem Sandstein), vorwiegend kalkfrei (mit Ausnahme der Komponenten und Sandeinschlüsse), bindig.
8,9–10,5 m	Sedimente der Molassezone: Hall-Formation bis <i>Robulus</i> -Schlier (Untermiozän), horizontale Lagerung: Schluff, feinsandig, heller grau, flach bis horizontal geschichtet, sehr stark kalkhaltig, nicht bindig.
10,5–40,5 m (ET)	Sedimente der Molassezone: Hall-Formation bis <i>Robulus</i> -Schlier (Eggenburgium-Ottangium, obere Nannoplanktonzone NN2/NN3; MARTINI, 1971), teilweise Tektonisierung erkennbar, mittelsteil bis steil gelagert: Schluff/Mergel, teils feinsandig, teils tonig, dunkelgrau, stark kalkhaltig, vorwiegend fester Kern mit einzelnen aufgeweichten Bereichen, geschichtet, mittelsteil bis steil gelagert, mit sedimentären Strukturen und Harnischflächen.

Tab. 4.
Vereinfachtes Bohrprofil der Kernbohrung INK 80.680-20 Schonberg.

Kalksandstein festgestellt werden. Dabei handelte es sich um Sedimente der Molassezone, vermutlich Hall-Formation bis *Robulus*-Schlier (Eggenburgium–Ottningium).

Darunter folgten bis zur Endteufe in 40,5 m dunkelgraue, stark kalkhaltige Schluffe bzw. Mergel. Sie waren teils feinsandig und lagen vorwiegend als fester Kern vor, nur einzeln waren „aufgeweichte“ Bereiche zu sehen. Die Sedimente waren geschichtet und zeigten eine mittelsteile bis steile Lagerung, auch sedimentäre Strukturen und Harnischflächen waren zu sehen (Abb. 7B, 7C). Auch hier handelte es sich um Sedimente der Molassezone, vermutlich Hall-Formation bis *Robulus*-Schlier (Eggenburgium–Ottningium).

Dokumentation und Probenahme in einem ehemaligen Ton-Abbau (GBA Abbaudatenbank Nr. 054/909) in Kirnberg an der Mank

Ein ehemaliger Abbau auf Ton (Abb. 2, 3) wurde in Kirnberg an der Mank am 24. Juli 2020 dokumentiert und beprobt, um die stratigrafische Stellung und mineralogische Zusammensetzung des aufgeschlossenen Materials mit jenem aus den Bohrungen Sigritsberg und Schonaberg zu vergleichen. Die L-förmige Aufschlusswand war größtenteils gut zugänglich, obwohl das Areal mittlerweile von einer Autowerkstatt genutzt wird (Abb. 8, 9B).

Die Dimensionen des Abbaus betragen etwa 50 x 20 m bei einer Aufschlusshöhe von 10 bis 15 m. Im Aufschluss konnten graue, horizontal geschichtete Schluffe, welche gelbbraun verwitterten, mit festen Mergellagen beprobt werden (Abb. 9C, 9D).

Laut der GEOFAST-Karte Blatt 54 Melk (KREUSS & LINNER, 2018) handelt es sich hier um marine, siltreiche, feinsandige Mergel mit Feinsandlagen der Hall-Formation (Eggenburgium, Abb. 9A). Im Bereich der Bohrungen fasst die GEOFAST-Karte die Hall-Formation und die Puchkirchen-Gruppe zusammen (Tonmergel, siltig-sandig, Kalksandstein, Konglomerat, marin, Egerium–Eggenburgium).

Proben und Analysen

Insgesamt wurden aus den Kernbohrungen auf den Hängen Sigritsberg und Schonaberg 21 Proben entnommen, eine weitere Probe wurde zu Vergleichszwecken aus einem ehemaligen Ton-Abbau in Kirnberg an der Mank entnommen. Die an den Proben durchgeführten Analysen sind in Tabelle 5 angeführt.

Proben aus den Kernbohrungen der Hänge Sigritsberg und Schonaberg sowie aus dem ehemaligen Ton-Abbau 054/909 in Kirnberg an der Mank		
Bohrung/Aufschluss	Teufe	Analysen
INK 79.450-20 Sigritsberg	3,6–3,7 m	Mineralogie, Nannoplankton
	7,4–7,5 m	Mineralogie, Nannoplankton
	12,0–12,1 m	Mineralogie, Nannoplankton
	20,2 m	Mineralogie, Nannoplankton
	30,3–30,4 m	Mineralogie, Nannoplankton
	32,2 m	Mollusken
	33,1–33,3 m	Mollusken
INK 79.600-20 Sigritsberg	33,4 m	Nannoplankton
	5,1–5,2 m	Mineralogie, Nannoplankton
	8,4 m	Nannoplankton
	11,2 m	Mineralogie, Nannoplankton
	12,0–12,1 m	Nannoplankton, Foraminiferen
	22,2–22,3 m	Mineralogie, Nannoplankton
INK 80.680-20 Schonaberg	28,3 m	Nannoplankton, Foraminiferen
	34,4 m	Nannoplankton
	3,2–3,3 m	Mineralogie, Nannoplankton
	9,2–9,3 m	Mineralogie, Nannoplankton
	11,4 m	Nannoplankton
Ton-Abbau 054/909	16,3 m	Nannoplankton
	28,6 m	Mineralogie, Nannoplankton
	36,6 m	Nannoplankton
		Mineralogie, Nannoplankton

Tab. 5. Liste der analysierten Proben aus den Kernbohrungen der Hänge Sigritsberg und Schonaberg, aus dem ehemaligen Ton-Abbau 054/909 in Kirnberg an der Mank sowie durchgeführte Analysen.



Abb. 8. Der ehemalige Ton-Abbau 054/909 auf dem Orthofoto (Quelle: www.base-map.at). Deutlich zu sehen ist eine nahezu W–E verlaufende Abbauwand nördlich des Hauses, das als Autowerkstatt genutzt wird, sowie die durch Bäume verdeckte, nahezu N–S streichende Abbauwand.

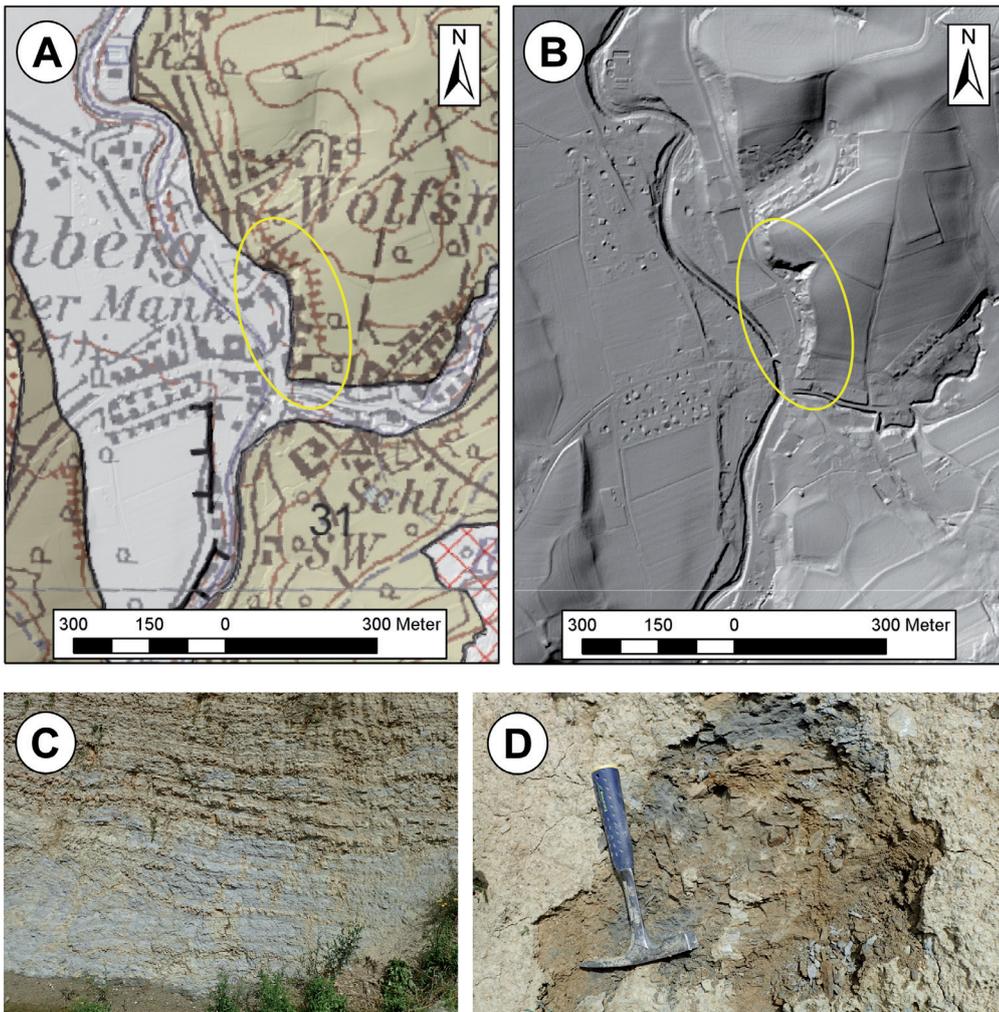


Abb. 9. Ehemaliger Ton-Abbau 054/909 in Kirnberg an der Mank:
 A: Lage des ehemaligen Ton-Abbaus 054/909 auf der GEOFAST Karte Blatt 54 Melk in Sedimenten der Hall-Formation.
 B: Lage des ehemaligen Ton-Abbaus 054/909 auf dem Laserscan (© Land Niederösterreich).
 C: Detail der W-E verlaufenden Abbauwand: Weitgehend horizontal geschichtete Schluße und Mergel, welche gelbbraune Verwitterungsfarben zeigen.
 D: Detailaufnahme und Probenpunkt im ehemaligen Ton-Abbau 054/909: Graue, braun verwitternde Schluße und Mergel.

Stratigrafische Analysen

Bestimmung von Mollusken

Zwei Proben der Kernbohrung INK 79.450-20 enthielten bestimmbare Mollusken (Abb. 5E, 5F). Dabei handelte es sich um Proben aus 32,2 und 33,2 m Tiefe, Oleg Mandic (NHMW) ordnete diese der Familie der Nuculidae (gen. et sp. indet.) zu. Diese stellen typische, marine Bivalven des Ottnangiums dar, allerdings sind sie nicht auf das Ottnangium beschränkt (MANDIC et al., 2020).

Insgesamt konnten in den Proben etwa 10 Individuen von 1–2 Arten festgestellt werden. Der Erhaltungszustand, besonders der des Schlosses, ließ leider zu wünschen übrig. Die Familie lässt sich trotzdem aufgrund des ovalen Umrisses der Klappen, ihrer glatten, porzellanartigen Oberfläche, der internen säulentragenden Schalenskulptur (Abb. 5F) und des gekerbten Innenrandes (Abb. 5E) eindeutig erkennen (TAYLOR et al., 1969; MOORE, 1969). Nuculidae sind vollmarine Mollusken, sie leben in tonigen Böden (Schlamm) von seichtem bis sehr tiefem Wasser und ernähren sich von Detritus (STANLEY, 1970; POPPE & GOTO, 1993). Die Schalen in den Proben waren chaotisch angeordnet, außerdem waren in diesem Bereich der Bohrung Parallellamination und Slump-Strukturen zu sehen. All dies weist auf ein hochenergetisches Ablagerungsmilieu und somit auf einen Transport der Schalen vor der Ablagerung hin.

Analysen des kalkigen Nannoplanktons

Insgesamt wurden sechs Proben aus der Kernbohrung INK 79.450-20 Sigrisberg (Tab. 6), fünf Proben aus der Kernbohrung INK 79.600-20 Sigrisberg (Tab. 7), sechs Proben aus der Kernbohrung INK 80.680-20 Schonaberg (Tab. 8) sowie eine Probe aus der ehemaligen Tongrube 054/909 in Kirnberg an der Mank auf ihren Gehalt an kalkigem Nannoplankton untersucht.

Die Probe aus dem ehemaligen Ton-Abbau 054/909 in Kirnberg an der Mank enthielt nur einen geringen Gehalt an kalkigem Nannoplankton, daher konnte die nannostratigrafische Zuordnung nicht genauer als „Untermiozän“ getroffen werden:

Nannoplankton: sehr selten, mäßig erhalten, biostratigrafische Bestimmung: Untermiozän, folgende Formen wurden identifiziert:

- Ascidian didemnid Spikulen selten
- Coccolithus pelagicus* (WALLICH, 1877) SCHILLER, 1930
- Cyclicargolithus floridanus* (ROTH & HAY, in HAY et al., 1967) BUKRY, 1971
- Dictyococcites hesslandii* HAQ, 1971
- Reticulofenestra excavata* LEHOTAYOVÁ, 1975
- Reticulofenestra pseudumbilicus* (GARTNER, 1967) GARTNER, 1969
- Sphenolithus moriformis* (BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960) BRAMLETTE & WILCOXON, 1967

INK 79.450-20	Häufigkeit/Erhaltung	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Cyclicargolithus floridanus</i>	<i>Dictyococcites hesslandii</i>	<i>Helicosphaera ampliaperata</i>	<i>Helicosphaera carteri</i>	<i>Helicosphaera euphratis</i>	<i>Reticulofenestra excavata</i>	<i>Reticulofenestra minuta</i>	<i>Reticulofenestra perplexa</i>	<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i>	<i>Sphenolithus disbelemnos</i>	<i>Sphenolithus dissimilis</i>	<i>Sphenolithus tintinnabulum</i>	<i>Sphenolithus moriformis</i>	<i>Sphenolithus sp.</i>	Eozän/Oligozän	Oberkreide	MARTINI, 1971
3,6–3,7 m	steril																			
7,4–7,5 m	steril																			
12,0–12,1 m	häufig, gut		sh	s		s	s		s						s	s			h	h
20,2 m	häufig, gut		sh	s		s		s	s	s				s			s			s
30,3–30,4 m	selten, mäßig	s	sh		s				s		s	s	s						s	s
33,4 m	selten, mäßig		sh	s	s				s	s		s				s			s	s

Tab. 6.
Kalkiges Nannoplankton aus der Kernbohrung INK 79.450-20 Sigrisberg (sh = sehr häufig, h = häufig, s = selten).

INK 79.600-20	Häufigkeit/Erhaltung	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Cyclicargolithus floridanus</i>	<i>Dictyococcites hesslandii</i>	<i>Helicosphaera ampliaperata</i>	<i>Helicosphaera scissura</i>	<i>Reticulofenestra minuta</i>	<i>Reticulofenestra perplexa</i>	<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i>	<i>Sphenolithus disbelemnos</i>	<i>Sphenolithus moriformis</i>	Eozän/Oligozän	Oberkreide	MARTINI, 1971	SISSINGH, 1977
5,1–5,2 m	steril														
8,4 m	sehr selten, mäßig												s		UC10-UC20
11,2 m	selten, mäßig	x		x	x		x	x	x	x			x		
12,0–12,1 m	selten, mäßig	x	x	x	x				x		x		x		
22,2–22,3 m	sehr selten, mäßig	x									x		x		
28,3 m	sehr selten, mäßig	x		x				x	x			x	x		
34,4 m	sehr selten, mäßig	x			x	x		x	x				x		

Tab. 7.
Kalkiges Nannoplankton aus der Kernbohrung INK 79.600-20 Sigrisberg.

INK 80.680-20	Häufigkeit/Erhaltung	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Cyclicargolithus floridanus</i>	<i>Reticulofenestra haqii</i>	<i>Dictyococcites bisectus</i>	<i>Dictyococcites hesslandii</i>	<i>Helicosphaera euphratis</i>	<i>Reticulofenestra excavata</i>	<i>Reticulofenestra haqii</i>	<i>Reticulofenestra lockeri</i>	<i>Reticulofenestra perplexa</i>	<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i>	<i>Sphenolithus moriformis</i>	Eozän/Oligozän	Oberkreide	MARTINI, 1971
3,2–3,3 m	steril															
9,2–9,3 m	selten, gut	sh	s	s		s					s	s		s	s	
11,4 m	häufig, gut	sh	s			s	s	s	s	s	s	s	s	h	h	
16,3 m	selten, gut	sh	s					s	s		s	s		h	s	
28,6 m	selten, gut	sh	s			s		s			s	s	s	s	s	
36,6 m	selten, gut	sh	s		s						s			h		

Tab. 8.
Kalkiges Nannoplankton aus der Kernbohrung INK 80.680-20 Schonaberg (sh = sehr häufig, h = häufig, s = selten).

Umgelagert aus der Oberkreide:

Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA, 1959

Watznaueria barnesiae (BLACK in BLACK & BARNES, 1959)

PERCH-NIELSEN, 1968

Analysen auf Foraminiferen

Zwei Proben der Kernbohrung INK 79.600-20 (Sigrisberg) wurden für eine Analyse auf Foraminiferen ausgewählt. Dafür stand die Frage im Vordergrund, ob zwischen den horizontal geschichteten Molassesedimenten unterhalb der Massenbewegungsablagerungen aus Flyschmaterial und den mittelsteil bis steil gelagerten, tektonisierten Molassesedimenten in den unteren Metern der Bohrungen ein stratigrafischer Unterschied auszumachen ist, was aber nicht der Fall war.

In beiden Proben waren Foraminiferen (Fraktion 0,125–1,000 mm) relativ häufig vorhanden, wiesen aber einen sehr schlechten Erhaltungszustand auf. Sämtliche Foraminiferen waren rekristallisiert, oft zerdrückt, nahezu nur dickschalige und lösungsresistente Arten waren erhalten. Planktische Foraminiferen konnten deutlich seltener beobachtet werden als benthische. Zusätzlich wurden in der Probe in 28,3–28,4 m Tiefe Schwammnadeln (Rhaxen) gefunden.

Die gefundenen Assoziationen sind typisch für den Zeitraum des oberen Eggenburgiums bis unteren Ottnangiums. Dies entspricht den planktischen Foraminiferenzonen M2 bis M3.

Folgende Formen konnten identifiziert werden:

INK 79.600-20-Sigrisberg, Probe 12,0–12,1 m: Probe aus Sedimenten der Molassezone (obere Schicht, horizontale Lagerung).

Benthische Foraminiferen:

Ammonia beccarii
Ammonia pseudobeccarii
Asterigerinata planorbis
Bolivina dilatata
Bolivina fastigia
Bolivina hebes
Bulimina mexicana
Cibicidoides lopjanicus dominierend
Cibicidoides cf. pachyderma
Cibicidoides tenellus
Cibicidoides ungerianus
Elphidium fichtelianum
Elphidium ortenburghense
Globocassidulina globosa
Gyroinoides octocameratus
Lenticulina spp.
Nodosaria sp.
Pullenia bulloides
Pullenia quinqueloba
Semivulvulina pectinata
Siphonodosaria consobrina
Uvigerina cf. popescui
Uvigerina spp.

Planktische Foraminiferen:

Cassigerinella globulosa
Globigerina lentiana
Globigerina ottnangiensis
Globigerina praebulloides
Paragloborotalia acrostoma
Tenuitellinata angustiumbilocata
Trilobatus trilobus

INK 79.600-20-Sigrisberg, Probe 28,3–28,4 m: Proben aus Sedimenten der Molassezone (untere Schicht, mittelsteil bis steil gelagert, tektonisiert).

Benthische Foraminiferen:

Asterigerinata planorbis
Bolivina dilatata
Bolivina hebes
Bolivina scalprata
Cibicidoides lopjanicus
Cibicidoides cf. pachyderma
Cibicidoides tenellus
Elphidium fichtelianum
Elphidium ortenburghense
Fissurina sp.
Lenticulina inornata
Pullenia bulloides
Pullenia sp.
Semivulvulina pectinata
Siphonodosaria consobrina
Siphotextularia concavata
Stilostomella cf. adolphina
? Trochammina sp.

Planktische Foraminiferen:

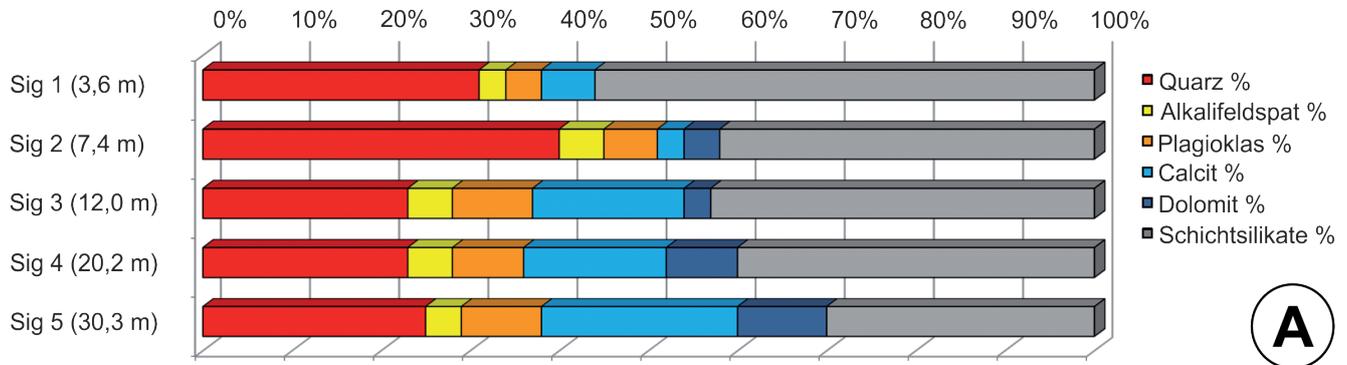
Cassigerinella globulosa
Globigerina ottnangiensis
Tenuitellinata angustiumbilocata

Ergebnisse der stratigrafischen Untersuchungen

Bis auf eine Probe sind die Proben aus der obersten Schicht der Kernbohrungen Nannoplankton-steril. Diese Schicht besteht aus strukturlosen, durchbewegten feinkörnigen Sedimenten mit zahlreichen Bruchstücken von Kalksandstein und wurde als Material der Flyschzone, das durch eine Massenbewegung abgelagert wurde, interpretiert (Tab. 6–8). Eine Probe (INK 79.600-20 in 8,4 m Tiefe) konnte aufgrund ihres zwar seltenen, aber gut erhaltenen Nannoplanktongehaltes in die Oberkreide (Coniacium-Maastrichtium, Nannoplankton-Zonen UC10–UC20) gestellt werden, was mit der Interpretation, dass es sich bei diesem Material um Gesteine der Flyschzone handelt, korreliert.

Die biostratigrafische Einstufung der neogenen Proben in den oberen Abschnitt der Nannoplankton-Zone NN2 bis NN3 (Abb. 10) erfolgte durch das seltene Auftreten des Zonenmarkers *Helicosphaera ampliapertura* BRAMLETTE & WILCOXON, 1967, der eine Reichweite von der oberen NN2 (20,43 MJ) bis zum Ende der Zone NN4 (14,9 MJ) hat. Die Abwesen-

GESAMTMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG							Lithologie /Stratigraphie
Probenummer	Quarz%	Alkalifeldspat%	Plagioklas%	Calcit%	Dolomit%	Schichtsilikate%	
Sig1 (3,6m)	31	3	4	6	0	56	Schluff, Kalksandstein (Massenbewegung Flyschzone)
Sig2 (7,4m)	40	5	6	3	4	42	Schluff, Kalksandstein (Massenbewegung Flyschzone)
Sig3 (12,0m)	23	5	9	17	3	43	Schluff, Kalksandstein (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottningium)
Sig4 (20,2m)	23	5	8	16	8	40	Schluff, Sandstein (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottningium)
Sig5 (30,3m)	25	4	9	22	10	30	Schluff, Sandstein (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottningium)



TONMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG						Lithologie /Stratigraphie
Probenummer	Smektit % (hoch/niedriggel.)	Illit-Glimmer%	Kaolinit%	Chlorit%	Vermiculit%	
Sig1 (3,6m)	0	50	23	0	27	Schluff, Kalksandstein (Massenbewegung Flyschzone), Mixed-Layer
Sig2 (7,4m)	0	65	16	17	2	Schluff, Kalksandstein (Massenbewegung Flyschzone), Mixed-Layer
Sig3 (12,0m)	28	39	0	9	24	Schluff, Kalksandstein (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottningium)
Sig4 (20,2m)	28	52	0	20	0	Schluff, Sandstein (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottningium)
Sig5 (30,3m)	27	53	0	20	0	Schluff, Sandstein (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottningium)

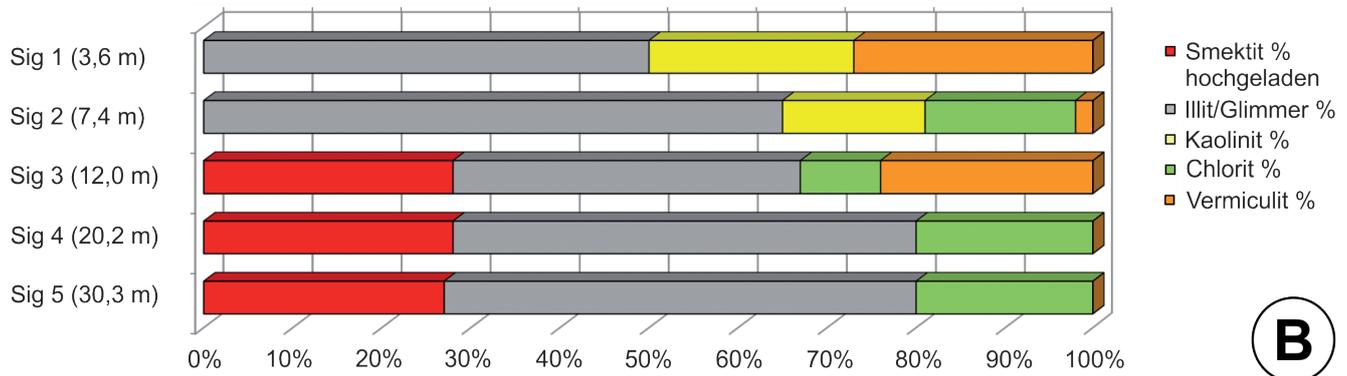


Abb. 11. Ergebnisse der mineralogischen Analysen der Kernbohrung INK 79.450-20 Sigrtsberg: A: Gesamtmineralogie. B: Tonmineralogie.

Bohrung INK 80.680-20 (Schonaberg, Abb. 13A)
 Gesamtmineralogisch wurden drei Proben aus den Teufen 3,2 m, 9,2 m und 28,6 m bearbeitet. Die Probe aus 3,2 m Tiefe stammte aus der großtektonischen Einheit der Flyschzone und war durch ein karbonatfreies Spektrum gekennzeichnet, im Gegensatz zu den beiden Proben aus der Molassezone (Schonaberg 9,2 m und 28,6 m). Auch in dieser Bohrung lag der markante Unterschied zwischen den Proben der beiden Einheiten im Karbonatgehalt. Die Sedimente der Molassezone wurden durch relativ hohe Karbonatanteile rund um 30 Gew.% aufgrund ihres Fossilinhaltes charakterisiert. Generell dominierte der Schichtsilikatanteil über dem Quarzgehalt. Der fehlende Karbonatanteil innerhalb des Flysches wurde durch höhere Schichtsilikatgehalte und Quarzanteile kompensiert im Vergleich zu den Molassesedimenten.

Ehemaliger Ton-Abbau 054/909 (Kirnberg an der Mank, Abb. 14A)

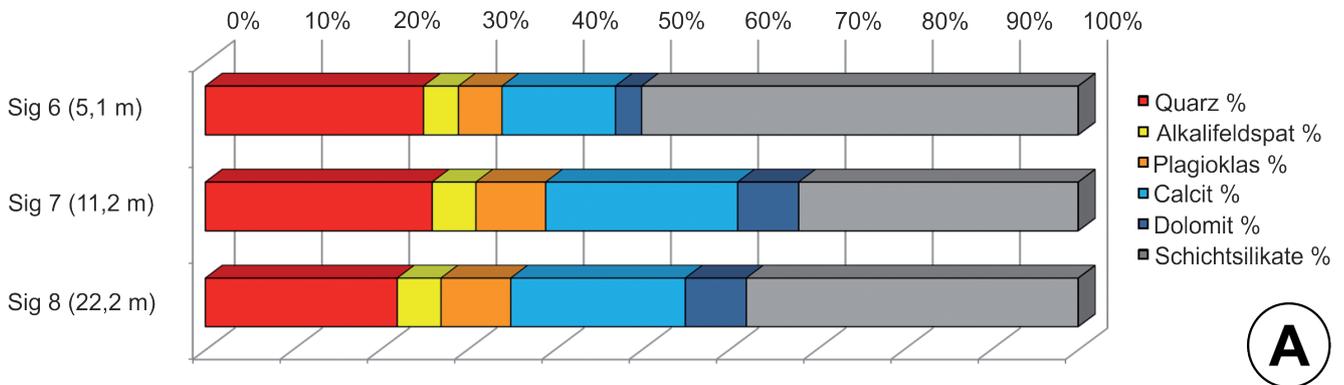
Die entnommene Probe aus Molassesedimenten zeichnete sich durch ein relativ ausgewogenes Verhältnis zwischen Schichtsilikatanteilen (31 Gew.%), Quarz (28 Gew.%) und Gesamtkarbonatgehalten (27 Gew.%) aus. Innerhalb der Karbonate dominierte in typischer Art Calcit über Dolomit aufgrund der Schalenreste, die häufig innerhalb der Molassesedimente zu finden sind. Die Feldspatgruppe lag unter 15 Gew.%.
Tonmineralogische Analysen
 Die tonmineralogischen Analysen wurden an der Fraktion < 2 µm durchgeführt.

Tonmineralogische Analysen

Die tonmineralogischen Analysen wurden an der Fraktion < 2 µm durchgeführt.

Generell ließ das Gesamtbild der röntgenografischen Phasenanalyse auf relativ gute Kristallinität der Tonminerale schließen. Die Basisreflexe der Minerale waren zumeist

GESAMTMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG							Lithologie /Stratigraphie
Probenummer	Quarz%	Alkalifeldspat%	Plagioklas%	Calcit%	Dolomit%	Schichtsilikate%	
Sig6 (5,1m)	25	4	5	13	3	50	Schluff, Mergel, Kalksandstein (Massenbewegung Flyschzone)
Sig7 (11,2m)	26	5	8	22	7	32	Mergel, Kalksandstein (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottnangium)
Sig8 (22,2m)	22	5	8	20	7	38	Schluff, sandig (Molassesedimente: Eggenburgium-Ottnangium)



TONMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG						Lithologie /Stratigraphie
Probenummer	Smektit % (hoch/niedriggel.)	Illit-Glimmer%	Kaolinit%	Chlorit%	Vermiculit%	
Sig6 (5,1m)	0	75	14	11	0	Schluff, Kalksandstein (Massenbewegung Flyschzone), Mixed-Layer

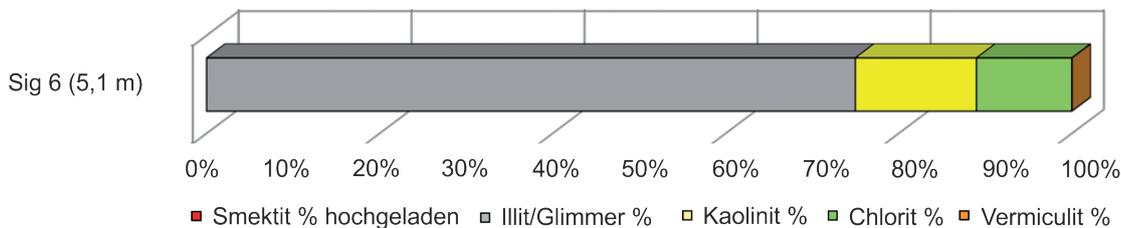


Abb. 12. Ergebnisse der mineralogischen Analysen der Kernbohrung INK 79.600-20 Sigrisberg: A: Gesamtmineralogie. B: Tonmineralogie.

schmal und zeigten relativ gute Intensitäten. Der markanteste Unterschied zwischen der tonmineralogischen Zusammensetzung aus den Proben der Flyschzone und der Molassezone lag in der An- und Abwesenheit von Kaolinit. In der Flyschzone ist Kaolinit immer im Spektrum vertreten, in der Molassezone fehlt dieser.

Bohrung INK 79.450-20 (Sigrisberg, Abb. 11B)
Die beiden Proben aus der Flyschzone (Sig1 – 3,6 m Tiefe, Sig2 – 7,4 m Tiefe) waren durch einen deutlichen Überhang der Illit-Hellglimmerminerale mit bis zu 65 Gew.% und sehr hohe Anteile an Kaolinit mit bis zu 23 Gew.% gekennzeichnet. Vermiculit war immer nachweisbar, allerdings mit großen Schwankungsbreiten von 2 bis 27 Gew.%. Chlorit zeigte ebenfalls große Variationen von 17 Gew.% bis zu gar nicht vorhanden. Smektit fehlte gänzlich im Spektrum. Es dürften hier Verwitterungsprozesse für das Fehlen bzw. verstärkte Auftreten einzelner Phasen (Vermiculit und Chlorit in Wechselwirkung) verantwortlich sein. Quellfähige Wechsellagerungsminerale konnten ebenfalls identifiziert werden.

Markantestes Merkmal der drei Proben aus der Molassezone (Sig3 – 12,0 m Tiefe, Sig4 – 20,2 m Tiefe, Sig5 – 30,3 m Tiefe) war das Fehlen von Kaolinit in sämtlichen Proben. Illit-Hellglimmer und quellfähige Dreischichtminerale in Form von Smektiten verkörperten die Hauptpha-

sen im Spektrum. Chlorit lag mit bis zu 20 Gew.% in allen Proben vor, Vermiculit konnte nur in einer Probe nachgewiesen werden, und zwar in der Probe, die den geringsten Chloritanteil aufwies, was auf Verwitterungsbildungen zurückzuführen ist (Sig3 – 12,0 m Tiefe).

Bohrung INK 79.600-20 (Sigrisberg, Abb. 12B)
Es wurde nur eine Probe aus der Flyschzone (Sig6 – 5,1 m Tiefe) tonmineralogisch bearbeitet. Es überwog Illit-Hellglimmer sehr markant mit 75 Gew.%. Kaolinit und Chlorit waren mit jeweils unter 15 Gew.% vorhanden, Smektit fehlte im Spektrum. Wechsellagerungsminerale konnten ebenfalls nachgewiesen werden.

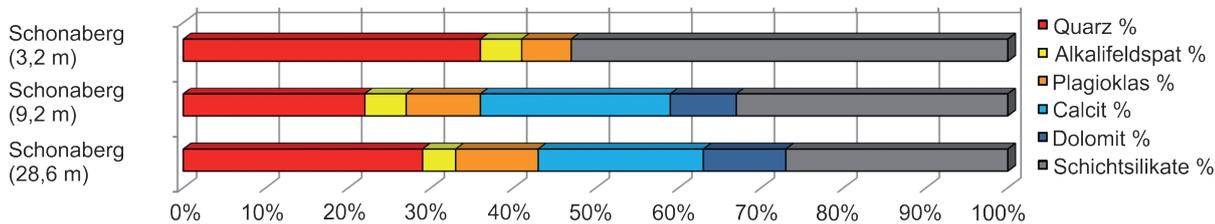
Die Proben aus der Molassezone konnten nicht vollständig aufgeschlossen werden, daher wurde keine tonmineralogische Untersuchung an der Fraktion < 2 µm durchgeführt. Es war allerdings im gesamtmineralogischen Pulverdiagramm zu erkennen, dass Kaolinit im Spektrum fehlte.

Bohrung INK 80.680-20 (Schonberg, Abb. 13B)
Es wurde nur eine Probe aus der Flyschzone (Schonberg 3,2 m Tiefe) tonmineralogisch bearbeitet. Es überwog quellfähiger Smektit mit mehr als doppelt so hohen Werten (48 Gew.%) über Illit-Hellglimmer (22 Gew.%) und Kaolinit (21 Gew.%). Vermiculit erreichte 9 Gew.%, Chlorit fehlte gänzlich im Spektrum.

GESAMTMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG

Probenummer	Quarz%	Alkalifeldspat%	Plagioklas%	Calcit%	Dolomit%	Schichtsilikate%	Lithologie/ Stratigraphie
Schonberg (3,2m)	36	5	6	0	0	53	Schluff, Ton, Sandstein (Flyschzone)
Schonberg (9,2m)	22	5	9	23	8	33	Schluff, tonig (Hall-Formation, Molasse); Pyrit
Schonberg (28,6m)	29	4	10	20	10	27	Schluff, tonig (Hall-Formation, Molasse); Pyrit

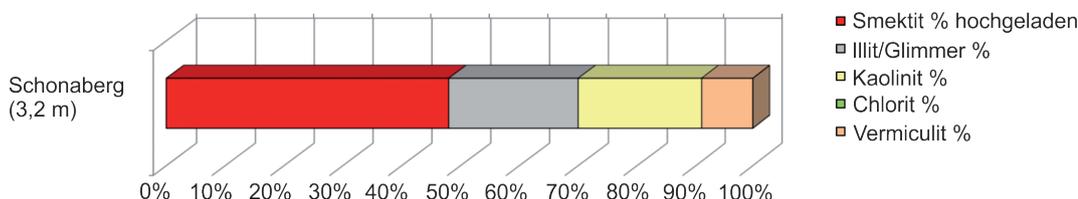
Kaolinit fehlt!
Kaolinit fehlt!



A

TONMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG

Probenummer	Smektit% hochgeladen	Illit/Glimmer%	Kaolinit%	Chlorit%	Vermiculit%	Lithologie
Schonberg (3,2m)	48	22	21	0	9	Schluff, Ton (Flyschzone)



B

Abb. 13. Ergebnisse der mineralogischen Analysen der Kernbohrung INK 80.680-20 Schonberg: A: Gesamtmineralogie. B: Tonmineralogie.

Die Proben aus der Molassezone konnten nicht vollständig aufgeschlossen werden, daher wurde keine tonmineralogische Untersuchung an der Fraktion < 2 µm durchgeführt. Es war allerdings im gesamtmineralogischen Pulverdiagramm zu erkennen, dass Kaolinit im Spektrum fehlte.

Ehemaliger Ton-Abbau 054/909 (Kirnberg an der Mank, Abb. 14B)

Die tonmineralogische Zusammensetzung zeigte das für die miozänen Molasseablagerungen typische Spektrum mit dem Hauptcharakteristikum des Fehlens von Kaolinit. Illit-Hellglimmerminerale zeichneten sich durch einen deutlichen Überhang von 50 Gew.% aus. Smektit und Chlorit waren mit Werten von 24 und 22 Gew.% vertreten, Vermiculit war nur akzessorisch vorhanden (4 Gew.%).

Massenbewegungen im Raum Kirnberg an der Mank mit Schwerpunkt auf den Hang Sigritsberg

Erforschungsgeschichte der Massenbewegungen

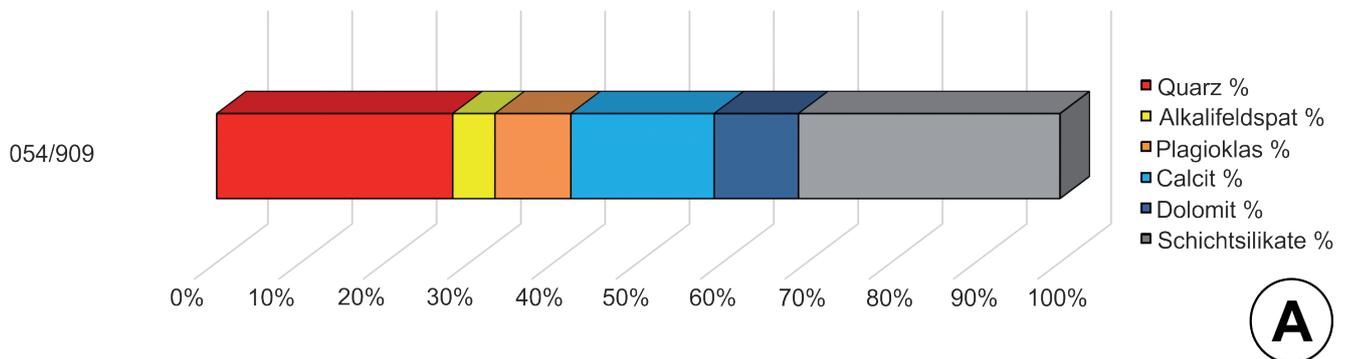
In den Jahren 1989 und 1990 wurde durch das Büro Dr. Nowy (Durchführung: R. Schimana) eine geologisch-geotechnische Aufnahme und Beurteilung auf ÖK50-BMN Blatt 54 Melk entlang der II. Wiener Hochquellenleitung zwischen Scheibbs und Kirnberg (Leitungskilometer 65,2–83,0) durchgeführt, da dieser Abschnitt bereits seit der Fertigstellung der Leitung immer wieder durch

Schäden, deren Ursache in Massenbewegungen begründet ist, Probleme in der Instandhaltung verursachte. Die Arbeiten umfassten detaillierte Untersuchungen kritischer Abschnitte der Hochquellenleitung, neben Scheibbs, Haberöd, der Senke Oberndorf auch die Hänge Sigritsberg und Sattlehen (= Schonberg). Die zahlreichen großflächigen und zum Teil tiefgründigen Rutschareale zwischen dem Hochpyhrastollen und Kirnberg führte SCHIMANA (in NOWY & SCHIMANA, 1991: 13) auf die „*Vernässungen und den im Grenzbereich Molassezone/Flyschzone anstehenden Tonmergeln und Mürlsandsteinen*“ zurück und wies auf die Wichtigkeit der Instandhaltung bestehender Drainagesysteme und der Beseitigung neu auftretender Vernässungen hin.

Es stand damals sogar die Errichtung eines Ersatzstollens und Umgehung dieser Bereiche von Neubruck bis Kirnberg zur Diskussion. Im Bereich Neubruck wurde ein 1,1 km langer Ersatzstollen errichtet und 2016 fertiggestellt. Die Erkundungsbohrungen dafür wurden seitens der Geologischen Bundesanstalt 2013 aufgenommen und beprobt (POSCH-TRÖZMÜLLER et al., 2014).

Im Jahr 1998 wurden von der Geologischen Bundesanstalt bodengeophysikalische Messungen auf dem Hang Sigritsberg durchgeführt, die Ergebnisse sind in RÖMER et al. (1999) dargestellt. Unter anderem konnte in einem Geoelektrik-Profil der Bereich sichtbar gemacht werden, in dem damals wie heute die größten Schäden an der Hochquellenleitung auftreten. Im Zuge dessen wurde eine geologisch-geomorphologische Übersichtskartierung des Hanges durchgeführt (POSCH & SKUK, 1998).

GESAMTMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG							
Probenummer	Quarz%	Alkalifeldspat%	Plagioklas%	Calcit%	Dolomit%	Schichtsilikate %	Lithologie/ Stratigraphie
054/909	28	5	9	17	10	31	Schluff, sandig (Molasse, Neogen)



TONMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG						
Probenummer	Smektit%	Illit-Glimmer%	Kaolinit%	Chlorit%	Vermiculit%	Lithologie
054/909	24	50	0	22	4	Schluff, sandig (Molasse, Neogen)

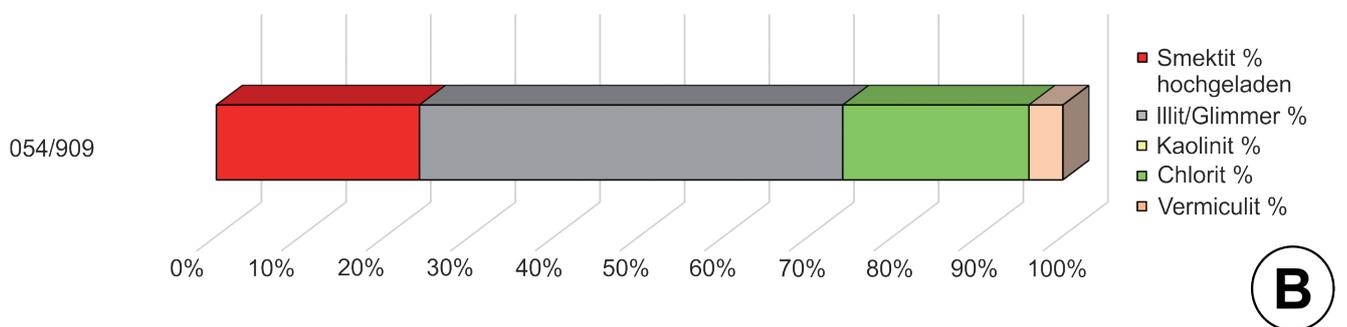


Abb. 14. Ergebnisse der mineralogischen Analysen der Probe aus dem ehemaligen Ton-Abbau 054/909: A: Gesamtmineralogie. B: Tonmineralogie.

Am 9. November 2020 wurde diese Kartierung verifiziert und ergänzt. Die Ergebnisse wurden in Abbildung 15 zusammengefasst dargestellt.

Beschreibung der Massenbewegung Sigritsberg

Im unteren Hangbereich, etwa 20 Höhenmeter hangaufwärts der Straße Oberndorf-Kirnberg und etwas über 30 Höhenmeter oberhalb des Schweinzbaches, wird der in diesem Projekt untersuchte Hang von der II. Wiener Hochquellenleitung gequert. Laut Auskunft bilden sich immer wieder Risse in der (gemauerten) Hochquellenleitung, wobei sich die hauptsächlichliche Schadstelle in der Leitung in dem Bereich befindet, an dem diese in den Ablagerungskegel eines Erd-/Schuttstroms eintritt, der dem Hang seine charakteristische Morphologie verleiht (Abb. 4). Weiters steht ein Vierkanthof (Gehöft „Furth“, Abb. 16A) auf diesem bereits als Rutschhang bekannten Hang. Von Seiten des Bauernhofes wurden bisher keine Schäden gemeldet.

Hauptablagerungsbereich/Ablagerungskegel (Wiese mit dem Gehöft „Furth“)

Der im Jahr 1998 bodengeophysikalisch vermessene Teil des Hanges (RÖMER et al., 1999), der im Osten durch einen Graben, in welchem ein Bach fließt, im Westen durch eine deutliche Geländekante mit einem undeutlichen Graben, der zeitweise Wasser führt (Abb. 2, 4, 15), im Nor-

den durch die Straße Oberndorf-Kirnberg und im Süden durch den Waldrand begrenzt wird, zeichnete sich durch eine sehr sanftwellige Morphologie aus. Im Laserscan war deutlich zu sehen, dass es sich bei diesem N-S orientierten Rücken um einen Ablagerungskegel, vermutlich eines Erd- oder Schuttstroms handelt (Abb. 15, 16A), mit einer deutlich steileren Hangneigung im Bereich des Hangfußes (zwischen Straße und Hochquellenleitung), welcher die Stirn des Ablagerungskegels darstellt.

Auffällig waren bei der Begehung im Jahr 2020 Vernässungen, besonders oberhalb der Hochquellenleitung WNW des Gehöftes Furth (Abb. 16B), aber auch westlich des Überganges der Leitung über den Bach östlich des Hanges. Auch im oberen Bereich der Wiese war der Boden immer wieder stark aufgeweicht, was sich mit den Aufzeichnungen von 1998 deckt, und dies, obwohl der Hang von einer Reihe älterer Drainagen durchzogen ist. Zumindest ein Teil der Drainagen schien nach wie vor zu funktionieren, was akustisch wahrnehmbar war. Die Lage der Drainagen ist unter anderem in RÖMER et al. (1999) dargestellt.

Im östlichsten Bereich zeigte der Hangfuß zwischen der Straße und der Hochquellenleitung eine klare Abrisskante mit abgerutschter Masse zum Bach hin, von hier setzte sich eine großflächige, sanfte Rinne bzw. Mulde nach oben hin fort. Diese Mulde zeigte trotz gleicher landwirtschaftlicher Bearbeitung sowohl im Gelände, als auch auf dem Laserscan eine kleinräumiger unruhige Morphologie als der restliche Hang.

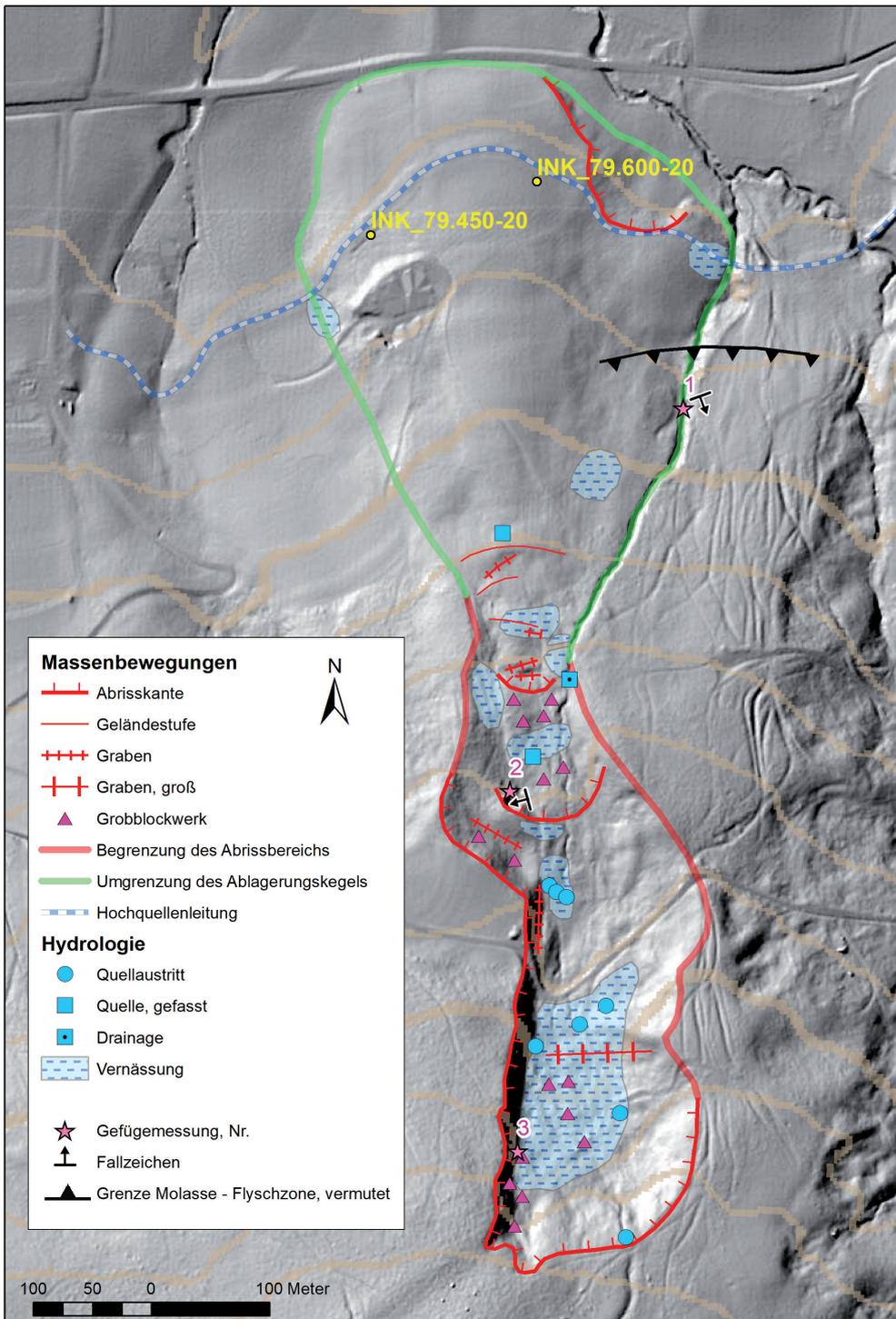


Abb. 15. Geomorphologische Karte des Hanges Sigriftsberg nach POSCH & SKUK (1998), ergänzt von POSCH-TRÖZMÜLLER und GRÖSEL 2020 auf dem Laserscan (© Land Niederösterreich). Neben charakteristischen Formen der Massenbewegung und hydrologischen Elementen wurde die Lage der zwei Kernbohrungen INK 79.450-20 und INK 79.600-20 in einer Höhe zwischen 360 und 370 m sowie der Verlauf der Hochquellenleitung und die vermutete Grenze zwischen Molassezone im Norden und Flyschzone im Süden eingetragen. Die Nummern der Gefügemessungen (1 bis 3) finden sich im Text wieder. Die Grenze zwischen der Wiese im unteren Hangbereich (N) und dem Wald (S) befindet sich ziemlich genau in der Bildmitte, im Übergangsbereich vom Abrissbereich zum Ablagerungskegel.

Graben östlich des Hanges Sigriftsberg

Der Graben, der den Messbereich von 1998 bzw. die Wiese im Osten begrenzte, war stellenweise bis zu 3 m tief eingeschnitten. Aus diesem Grund waren entlang des Baches auch immer wieder kleinere Seitenanbrüche zu sehen. Aufschlüsse fand man besonders im unteren Bereich des Baches, nordöstlich der Wiese. Unter einem halben Meter Bodenhorizont herrschte Schluff und Ton vor, darin waren faustgroße bis kubikmetergroße Sandsteinblöcke eingelagert. Auch Mergel und sandiges Material traten auf. Strukturen, die auf eine Lagerung hindeuteten, waren in diesem Bereich (1998) nicht zu finden.

Etwa ab der mittleren Höhe der Wiese traten im Graben unter stark verwitterten Tonen Lagen aus Flysch hervor. Mergel- und Sandsteinlagen wechselten in Dezimeter-Abständen. Die Schichtung fiel hier mit ca. 45 bis 60° gegen Süden bis SSE in den Hang ein (Schichtung: 160/60, 200/45, Trennflächen: 020/30, 105/60, Punkt Gefüge Nr. 1 in Abb. 15). Bei diesem 2020 im Bach entdeckten Flysch-Aufschluss handelte es sich um anstehendes Gestein (Abb. 16C). Schließt man eine Verstellung durch eine alte, tiefgründige Massenbewegung im Fels aus, würde dies bedeuten, dass hier die Grenze zwischen Molassezone und Flyschzone etwa 180 m weiter nördlich liegt, als auf der GEOFAST-Karte ÖK 54 eingetragen.

Oberer Bereich der Wiese bis zum Berggrücken

Im obersten Bereich der Wiese (ab 420 m Höhe) war eine morphologische Abstufung des Geländes zu erkennen. Auf eine deutliche Geländestufe in 420 m Höhe, an deren Stirn eine gefasste Quelle mit Überlauf zu sehen war, folgte unmittelbar südlich/hangaufwärts eine hangparallele Verebnungsfläche, die eine leichte Hohlform (Graben) mit einer maximalen Tiefe von 1 m erkennen ließ (Abb. 15, 16D, 16E). Anzeichen auf Stauanässe waren hier 1998 trotz des vortägigen starken Regens nicht zu sehen, auch 2020 war im Bereich dieser Hohlform keine nennenswerte Vernässung zu beobachten. Südlich (hangaufwärts) davon waren bis zum Waldrand noch zwei weitere kleinere Geländestufen zu erkennen, wobei das Top der oberen Geländestufe im Jahr 2020 stark vernässt und aufgeweicht war. Hier wurden 1998 keine Vernässungen eingetragen.

Unmittelbar südlich des Waldrandes befand sich eine kleine Verebnung mit einer geringen Vertiefung, südlich davon eine weitere kleine Geländestufe, hinter der ein deutlicher, etwa 2 m tiefer, 50–70 m langer, hangparalleler Graben zu sehen war, der im Süden von einer steileren Geländestufe begrenzt wurde (Abb. 16F, 16G).

Südlich (oberhalb) dieser Stufe änderte sich die Morphologie wiederum, das Gelände präsentierte sich hier deutlich flacher, aber kleinräumig sehr unruhig. Viele Schollen aus abgerutschtem Material sowie größere und kleinere Felsblöcke – stark verwitterte und bewachsene Sandsteine bis Feinkonglomerate – prägten die Morphologie zwischen 440 und 460 m Höhe.

Bei diesem Bereich handelte es sich um einen flachen, schmalen, morphologischen Rücken aus Rutschmas-

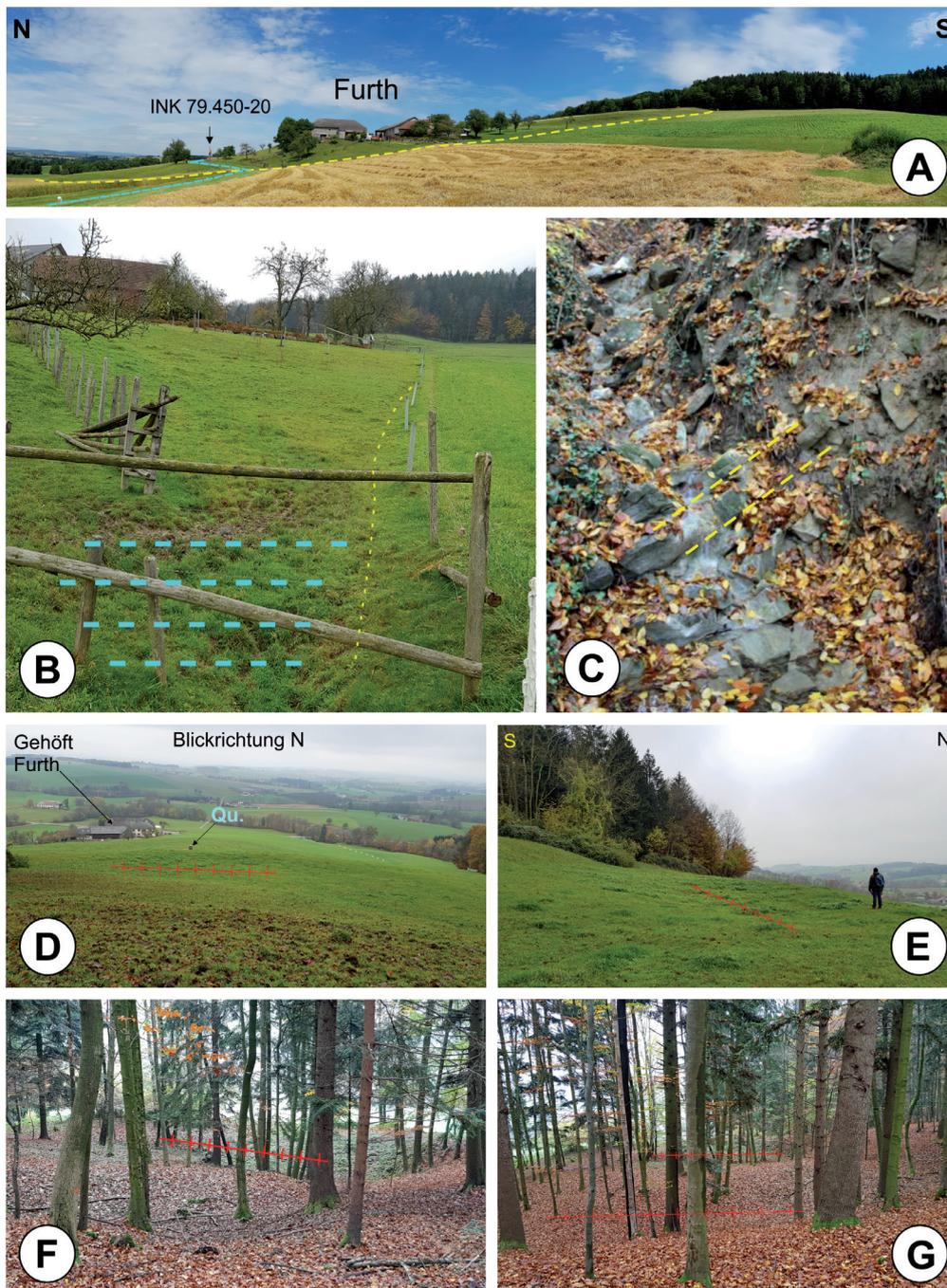


Abb. 16.
Massenbewegung Sigritsberg:
A: Blick auf den Hang Sigritsberg von West nach Ost. Die türkisfarbene Linie zeichnet den Verlauf der II. Wiener Hochquellenleitung nach, die gelbe Linie skizziert die morphologische Basis des Ablagerungskegels des Erd-/Schuttstromes, dessen Liefergebiet im Wald oberhalb zu finden ist. Links der Bildmitte sieht man das Gehöft „Furth“, darunter ist die Kernbohrung INK 79.450-20 sichtbar.
B: Vernässung (blaue Signatur) und gerinneförmige Vertiefung (gelbe Linie) am westlichen morphologischen Rand des Ablagerungskegels (links im Bild), Blickrichtung Süd.
C: Anstehender Flysch-Aufschluss im Graben östlich des Hanges Sigritsberg in ca. 390 m Höhe, die gelben Linien skizzieren die Raumlage der Schichten, die hier mittelsteil bis steil Richtung Süden bis SSE einfallen.
D: Blick vom obersten Punkt der Wiese hangabwärts Richtung Norden, deutlich zu sehen ist die aufgewölbte Geländeform des Ablagerungskegels. Im Bereich der Quelle (Qu.) ist eine markante Geländestufe zu sehen, unmittelbar südlich davon ist eine grabenartige Hohlform ausgebildet (rote Markierung), die trotz Regens am Vortag nicht vernässt war, während die Kuppe darüber – im Vordergrund des Bildes – sehr starke Vernässungen zeigte.
E: Blick von Ost nach West in die grabenartige Hohlform in 420 m Höhe.
F: Verebnung mit geringer Vertiefung unmittelbar südlich des Waldrandes (rote Markierung).
G: Etwa 2 m tiefer Graben (rote Markierung im Vordergrund) und Verebnung mit geringer Vertiefung (rote Markierung im Hintergrund) südlich des Waldrandes.

se, der im Osten und Westen von flachen, rinnenartigen Vertiefungen begrenzt war. Diese rinnenartigen Vertiefungen waren 1998 stark vernässt, was 2020 bestätigt werden konnte. In den im Osten dieses Abschnittes fließenden Bach mündete in 450 m Höhe eine alte Drainage, die 2020 etwa fingerdick Wasser produzierte (Abb. 17A).

Inmitten einer weiteren Vernässung in 460 m Höhe war eine gefasste Quelle zu sehen. Südlich (oberhalb) dieser Quelle war eine deutliche Abrisskante im Fels ausgebildet (Abb. 17B, 17C). Es handelte sich dabei um Grobsandsteine bzw. Feinkonglomerate, die mit 30 bis 35° Richtung WSW (Messungen 2020: 260/30, 255/35, Punkt Gefüge Nr. 2 in Abb. 15) einfielen. Aufgrund der Aufschlussverhältnisse sind diese Werte aber mit Vorsicht zu genießen. Der Aufschluss war etwa 3–4 m hoch und sehr stark zerlegt, das Gestein stark verwittert und bewachsen (sowohl 1998 als auch 2020), was für ein höheres Alter des Abrisses spricht.

Dieser Abriss bildete die nördliche Begrenzung einer hangparallelen Rippe, südlich (hangaufwärts) davon wurde bereits 1998 ein ESE–WNW streichender, knapp 100 m langer und mehrere Meter tiefer Graben kartiert. Auch hier konnten im Jahr 2020 Vernässungen festgestellt werden, die aus einigen Quellaustritten (Abb. 17D) resultierten.

Südlich bzw. südwestlich des Grabens war eine Abrisskante ausgebildet, aus welcher vereinzelt Felsblöcke herausragten. Oberhalb (südwestlich) dieser mehrere Meter hohen Kante lag eine bewirtschaftete Wiese, die keinerlei Anzeichen auf Massenbewegungen zeigte. Die Abrisskante bog östlich der Almwiese in N–S-Richtung ab (Abb. 17E). Diese gerade, scharfe Kante schien tektonisch vorgezeichnet zu sein, an einem aus der Kante ragenden Felsaufschluss konnte eine Kluft- bzw. Störungsrichtung von 270/60 gemessen werden (Punkt Gefügemessung Nr. 3 in Abb. 15, Abb. 17F), was einem exakt N–S-Streichen der Fläche entspricht. In 550–560 m Höhe bildete die Abrisskante eine Nische, dabei handelte es sich um die obere Begrenzung der Massenbewegung, wie auch im Laserscan (Abb. 15) deutlich zu sehen ist.

Im Bereich der Nische zwischen der Straße, die zum Gehöft Bergschneider führt, und der oberen Begrenzung der Massenbewegung konnten immer wieder Felsabrisse beobachtet werden, diese schienen aber bereits verstellt zu sein. Der von dieser Abrissnische eingeschlossene Bereich war morphologisch als sehr stark kleinräumig unruhig zu beschreiben und durch Felsblöcke und Anhäufungen von Felsblöcken geprägt, auch krummwüchsige oder schiefe Bäume konnten beobachtet werden. Der gesamte Bereich war bereits 1998 sehr stark vernässt, was 2020 bestätigt werden konnte.

Unmittelbar oberhalb (südlich) der Straße, die in 480 m Höhe zum Gehöft Bergschneider führt, traten aus dem vernässen Bereich mehrere Quellen aus (Abb. 15), die letztlich ein gemeinsames Rinnsal bildeten und in den Graben unterhalb der Forststraße flossen. Diese bildeten den Beginn des Baches, der letztlich im Bereich des Gehöftes Furth und der II. Wiener Hochquellenleitung im Osten des Hanges zu Tal fließt.

Die Bereiche oberhalb von 550 bzw. 560 m Höhe sowie westlich der N–S streichenden Abrisskante oberhalb der Almwiese bis zum Bergrücken wiesen keine Anzeichen einer Hangbewegung auf.

Interpretation – Zusammenschau der Ergebnisse von 1998, der Begehung 2020 und der Bohrkernaufnahmen von 2020

Seit der Übersichtskartierung im Jahr 1998 dürften in den vergangenen 23 Jahren im Bereich Sigrisberg keine wesentlichen Veränderungen stattgefunden haben, die Kartierung der Massenbewegung von 1998 konnte 2020 bestätigt werden (Abb. 15). Durch die mittlerweile vorhandenen Laserscans sowie die Aufnahme der Kernbohrungen im August 2020 änderte sich jedoch die Interpretation dieser Hangbewegungen und unterscheidet sich von POSCH & SKUK (1998).

Bei dem oben beschriebenen Hang handelt es sich um eine alte Hangbewegung. Die morphologisch unterschiedlich ausgebildeten Bereiche lassen auf verschiedene Bewegungszonen und Bewegungsmechanismen schließen, zum Teil sind diese auch heute – wenn auch nur in geringem Ausmaß – aktiv. Die gesamte Massenbewegung weist eine Länge von etwa 1.000 m in ihrer Nord–Süd-Erstreckung auf.

Im untersten Bereich des Hanges, dem Messbereich von 1998 (Wiese, Gehöft Furth, „Umgrenzung des Ablagerungskegels“ in Abb. 15), ist deutlich der Kegel eines Erd-/Schuttstromes zu sehen. Sowohl aus den Aufschlüssen im unteren Abschnitt des Bachbettes östlich des Hanges, als auch aus den zwei Kernbohrungen aus dem Jahr 2020 inklusive der durchgeführten stratigrafischen und mineralogischen Analysen geht eindeutig hervor, dass das mobilisierte und abgelagerte Material aus der Flyschzone stammt, die weiter hangaufwärts ansteht. Die Dimensionen dieses Kegels sind vor allem im Laserscan sehr deutlich sichtbar, an seiner breitesten Stelle weist der Kegel eine E–W-Breite von 360–400 m auf, seine Länge kann mit etwa 550–600 m in N–S-Erstreckung angegeben werden, wenn sein Apex in 460 m Höhe angenommen wird. Aus den Kernbohrungen ist abzulesen, dass die Mächtigkeit des Kegels auf Höhe der Bohrpunkte bis etwa 10 m beträgt. Im Bereich der Bohrungen wurde er auf Sedimente der Allochthonen Molasse abgelagert, die hier vorwiegend aus Schluffen und Mergeln der Hall-Formation bis *Robulus*-Schlier (Eggenburgium–Ottnangium, obere Nanoplanktonzone NN2/NN3; MARTINI, 1971) besteht.

Der Stirnbereich des Ablagerungskegels liegt jedenfalls unterhalb der Hochquellenleitung in ca. 350 m Höhe. Die seitliche Begrenzung dieses Kegels stellt im Osten wohl der tiefe, ein Bächlein führende Graben dar, im Westen ist die Begrenzung morphologisch gut sichtbar und wird in der Leitung durch die Lage der wiederholt auftretenden Risse ersichtlich. Diese treten an der Stelle auf, an welcher die Hochquellenleitung in den bewegten Bereich, in den Ablagerungskegel eintritt. Westlich des Kegels wurde das Gelände zwar in der Vergangenheit planiert, trotzdem wird dieser Bereich als relativ stabil betrachtet.

Bei der deutlichen, aber sanft ausgebildeten Abrisskante im Nordosten des Hangfußes handelt es sich lediglich um einen seichten Anbruch zum Bach hin. Es ist aber eine leichte Rinne als Fortsetzung dieser Bewegung oberhalb der Hochquellenleitung mit deutlich abweichendem Mikrorelief zu sehen, die im Osten des Ablagerungskegels Richtung Süden zieht (Laserscan in Abb. 15). Eine zukünftige Bedrohung für die Leitung durch diese Rinne kann nicht

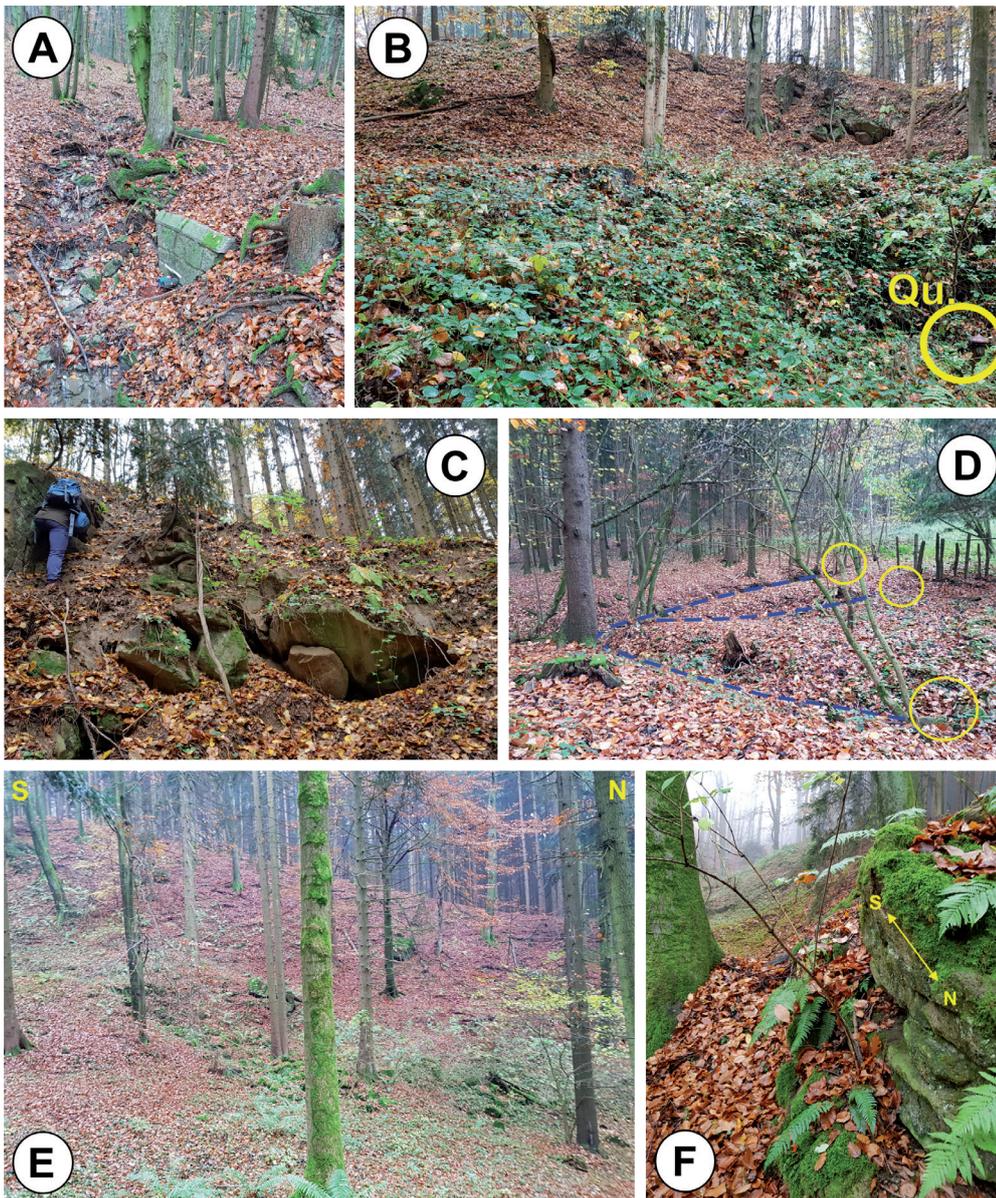


Abb. 17.
Massenbewegung Sigritsberg:
A: Alte Drainage, die am Tag der Begehung fingerdick Wasser produzierte.
B: Abrisskante im Fels, im Vordergrund rechts ist eine Quelfassung zu sehen (Qu).
C: Detail der in B dargestellten Abrisskante in Grobsandsteinen bzw. Feinkonglomeraten mit einem mittelsteilen Einfallen Richtung WSW.
D: Drei Quellaustritte, deren Wasser sich bereits nach wenigen Metern in einem kleinen Bächlein vereinigt. Das Gelände dahinter bzw. darüber (rechts im Bildhintergrund) ist stark vernässt.
E: Blick Richtung Westen auf die S–N verlaufende Abrisskante, welche die westliche Begrenzung der Massenbewegung darstellt.
F: Felsaufschluss (Flyschsandstein) mit S–N streichender Kluftrichtung in der S–N streichenden Abrisskante, welche die westliche Begrenzung des bewegten Bereiches darstellt.

ausgeschlossen werden. Möglicherweise aber wirkt in diesem Bereich die Hochquellenleitung sogar stabilisierend auf diese seichte Bewegung.

Das Liefergebiet für den Erd-/Schuttstrom ist zwischen 460 und 560 m Höhe zu suchen und ist besonders im Westen und Süden durch hohe Abrisskanten, die teils Felsaufschlüsse aufweisen, umgrenzt. Besonders die N–S verlaufende, ausgesprochen markante Abrisskante, die das Liefergebiet im Westen in 490 bis 560 m Höhe begrenzt, deren Orientierung sich auch in Kluftrichtungen wiederfindet, stellt offenbar ein strukturgebendes Element dar und könnte ursächlich an der Bildung der Massenbewegung beteiligt gewesen sein.

Vermutlich ereignete sich hier zunächst eine Massenbewegung, möglicherweise eine Gleitung, in weiterer Folge wurde das stark beanspruchte, bewegte und dadurch zerlegte sowie durchnässte Material in einem oder mehreren Events als Schuttstrom talabwärts befördert und in Form des heute vorliegenden Kegels auf die Allochthone Molasse abgelagert.

Der Bereich des Liefergebietes präsentiert sich mit vermehrt kleineren Geländestufen, hangparallelen Gräben und Verebnungsflächen, welche eine kleinräumige Zerlegung des Hanges in einzelne Schollen anzeigen. Bei diesen Schollen (Rutschkörpern) dürfte es sich um weitere Nachsackungen im nunmehr weitgehend „ausgeräumten“ Liefergebiet handeln.

Auffällig ist die Menge an Wasser im gesamten Bereich der Hangbewegung – also sowohl in Teilen des Ablagerungskogels, als auch im „Liefergebiet“, welches durch Vernässungen und Quellaustritte allgegenwärtig sichtbar ist, obwohl eine Reihe von Drainagen – vorwiegend im Bereich des Ablagerungskogels, der Wiese – vorhanden ist. Im Bereich des „Liefergebietes“ ist zu erwarten, dass sich auch in Zukunft kleinere Rutschungen und Sackungen ereignen werden. Diese sind jedenfalls weit genug vom Gehöft Furth und der Hochquellenleitung entfernt, um dort direkte Auswirkungen zu zeigen.

Dass sich der Ablagerungskogel geringfügig bewegt, ist nicht verwunderlich, bedenkt man das Material, aus welchem er besteht in Zusammenhang mit den Vernässun-

gen, die an mehreren Stellen deutlich sind (2020) und waren (1998). Inwieweit der Kegel des Ablagerungsgebietes, durch welchen auch die Hochquellenleitung geführt wird, in Zukunft von größeren Bewegungen betroffen sein wird, ist derzeit schwer abzuschätzen.

Wann sich geologisch gesehen der Erd-/Schuttstrom ereignete, kann derzeit nicht mit Sicherheit beantwortet werden, einzig, dass es vermutlich im Quartär passierte. Denkbar wäre eine Phase des Holozäns, in der das Klima deutlich feuchter war als heute, wie das Atlantikum. Denkbar ist auch ein Ereigniszeitraum im Pleistozän im Zusammenhang mit solifluidalen Prozessen. Das Material, welches durch den Erd-/Schuttstrom transportiert und im Bereich der Wiese abgelagert wurde, besteht aus feinkörnigem, fast gänzlich fossilieerem Material mit Gesteinsbruchstücken (Sandstein) der Flyschzone. Bei diesem feinkörnigen Material dürfte es sich vorwiegend um Verwitterungsprodukte der Flyschzone (Lehm) handeln. Vermutlich waren aber teilweise auch die obersten Lagen der Molassesedimente betroffen.

Als Voraussetzungen für die Instabilitäten wurden bereits 1998 (POSCH & SKUK), abgesehen von den bereits schlechten bodenmechanischen Eigenschaften turbiditischer Ablagerungen (Flysch), folgende vier Faktoren genannt, welche die Stabilität in diesem Gebiet maßgeblich beeinflussen:

- Tektonik: Die Flyschablagerungen wurden im Laufe der Gebirgsbildung tektonisch beansprucht, besonders im betroffenen Bereich, da es sich hier um die Überschiebungstirn der Greifenstein-Decke des Rhenodanubikums auf die Allochthone Molasse handelt.
- Periglaziale Bedingungen: In den Kaltzeiten des Quartärs war dieses (unvergletscherte) Gebiet periglazialen Bedingungen ausgesetzt, was zu einer Beanspruchung des Untergrundes durch Frostprozesse führte.
- Verwitterung: Da dieses Gebiet nicht vergletschert war, ist eine tiefgründige präquartäre Verwitterung vorhanden.
- Gravimetrische und hydrologische Faktoren: Durch Wasserzufuhr aus dem oberen Bereich des Hanges kommt es einerseits zur Verminderung der inneren Reibung, andererseits nimmt vor allem nach starken Niederschlägen das Gesamtgewicht des Hanges beträchtlich zu.

Da wiederholt die Frage nach einer Gleitfläche im Bereich des Ablagerungskegels (Bereich „Wiese“) gestellt wird, muss festgehalten werden, dass hier keine Gleitfläche im herkömmlichen Sinne vorhanden ist, da es sich bei dem Bewegungsprozess des Ablagerungskegels nicht um eine Gleitung handelt, selbst, wenn im Bereich des Liefergebie-

tes vermutlich eine Gleitung den primären Bewegungsmechanismus darstellte, und dadurch das Material, welches später als Erd-/Schuttstrom mobilisiert wurde, zur Verfügung stellte. Auf die Sedimente der Molassezone und auch teilweise der Flyschzone (im oberen Bereich der Wiese) wurde ein Erd-/Schuttstrom abgelagert, der eine Mächtigkeit von ca. 10 m aufweist, wie aus den Kernbohrungen INK 79.450-20 und INK 79.600-20 hervorgeht. Die Grenzfläche stellt keine Gleitfläche dar, sie ist lediglich durch einen Materialunterschied gekennzeichnet. Die aktiven Bewegungen in der Größenordnung von 1 mm pro Jahr, welche immer wieder zu Schäden an der Hochquellenleitung führen, nehmen laut vorhandener Inclinometerdaten kontinuierlich mit der Tiefe des Untergrundes ab (mündl. Mitt. RAINER POISEL, 2020).

Für den Hang Schonaberg, wo im Jahr 2020 eine Kernbohrung abgeteuft wurde, liegt keine Detailkartierung vor. Der Laserscan (Abb. 4) und das Bohrprofil aus dem Jahr 2020 legen jedoch nahe, dass es sich hier nicht nur um den gleichen geologischen Untergrundaufbau handelt, sondern auch der Bewegungsmechanismus vergleichbar ist, auch wenn im unteren Hangbereich kein derartig deutlicher Ablagerungskegel zu sehen ist wie auf dem Hang Sigritsberg. Auch hier bildet eine durchmischte, strukturelose Schicht aus Schluff, Ton und Lehm mit Bruchstücken aus Kalksandstein eine knapp 9 m mächtige Auflage über Sedimenten der Molassezone, wobei es sich wie auf dem Hang Sigritsberg um Ablagerungen einer Massenbewegung handelt.

Dank

Für die gute Zusammenarbeit und interessante Diskussionen sei besonders RAINER POISEL (TU Wien) herzlich gedankt. Auch CHRISTINE JAWECKI (MA 29) und ALEXANDER RÖMER (FA Geophysik, Geologische Bundesanstalt) gebührt großer Dank für den Datenaustausch. Den Kollegen der Geologischen Bundesanstalt, vor allem BERNHARD ATZENHOFER, sei sehr herzlich für die Unterstützung bei der GIS-Bearbeitung und LJILJANA BARBIR für die unermüdliche Aufbereitung der Proben gedankt.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Vollzuges des Lagerstättengesetzes im Projekt NC-095 „Geo-Dokumentation aktueller Baustellen in Niederösterreich“ im Auftrag des Landes Niederösterreich, des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung sowie des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus durchgeführt.

Literatur

- BROWN, G. & BRINDLEY, G.W. (1984): X-ray diffraction procedure for clay mineral identification. – In: BRINDLEY G.W. & BROWN, G. (Eds.): *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification*, 2nd edition, 305–360, Mineralogical Society, London.
- EGGER, H., KRENMAYR, H.G., MANDL, G.W., MATURA, A., NOWOTNY, A., PASCHER, G., PESTAL, G., PISTOTNIK, J., ROCKENSCHAUB, M. & SCHNABEL, W. (1999): Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich 1:2.000.000. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- GRUNERT, P., SOLIMAN, A., HARZHAUSER, M., MÜLLEGGER, S., PILLER, W.E., ROETZEL, R. & RÖGL, F. (2010): Upwelling conditions in the Early Miocene Central Paratethys Sea. – *Geologica Carpathica*, **61/2**, 129–145, Bratislava.
- KREUSS, O. & LINNER, M. (2018): Geofast – Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 – Blatt 54 Melk, Stand 2018, Ausgabe 2018/03, Wien.
- MANDIC, O., SCHNEIDER, S., HARZHAUSER, M. & DANNINGER, W. (2020): Bivalves from the Inviertel Group of Allering in the North Alpine Foreland Basin (lower Miocene, Upper Austria). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie: Abhandlungen*, **297/1**, 47–100, Stuttgart (Schweizerbart).
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. – *Proceedings of the II Planktonic Conference, Roma 1970: Volume 2, L–Z*, 739–785, Roma.
- MOORE, D.M. & REYNOLDS, R.C. JR. (1989): X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. – XVI + 332 S., Oxford (University Press).
- MOORE, R.C. (Ed.) (1969–1971): *Treatise on invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca 6. Bivalvia*. – 1224 S., Lawrence (Geological Society of America and University of Kansas Press).
- NOWY, W. & SCHIMANA, R. (1991): Geologisch-geotechnische Kartierung Leitungsabschnitt ÖK 54 Melk, Km 65,2–83,0, Scheibbs – Kirnberg. – Unveröffentlichter geotechnischer Bericht, 13 S., 12 Kartenbeilagen, Klosterneuburg.
- POPPE, G.T. & GOTO, Y. (1993): *European Seashells, Vol. 2: Scaphopoda, Bivalvia and Cephalopoda*. – 221 S., Wiesbaden (Hemmen).
- POSCH, G. & SKUK, S. (1998): Geologische Beschreibung der Massenbewegung Sigrisberg. – Unveröffentlichter Bericht, 4 S., Wien. [GBA, Wissenschaftliches Archiv, Nr. A 20025-R]
- POSCH-TRÖZMÜLLER, G., PERESSON, M., ATZENHOFER, B., BRYDA, G., ČORIĆ, S., GEBHARDT, H., HOBIGER, G., LOTTER, M., RABEDER, J. & ROETZEL, R. (2014): Geologische Bearbeitung kurzfristiger Aufschlüsse in Niederösterreich mit Schwerpunkt auf infrastrukturelle Bauten in schlecht aufgeschlossenen Regionen und auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. Neue Bauaufschlüsse – neues Geowissen: Niederösterreich. – Unveröffentlichter Jahresbericht 2013, Bund-/Bundesländer-Rohstoffprojekt NC-083/2012–2014, 505 S., Wien. [GBA, Wissenschaftliches Archiv, Nr. A 18047-R]
- POSCH-TRÖZMÜLLER, G., PERESSON, M., ČORIĆ, S., GEBHARDT, H., HOBIGER, G., RABEDER, J., RANFTL, E.-M., ROETZEL, R. & WESSELY, G. (2021): Geologische Bearbeitung und integrative Dokumentation aktueller Bauaufschlüsse in Niederösterreich mit rohstoffwissenschaftlichem, umweltrelevantem und grundlagenorientiertem Schwerpunkt. Geo-Dokumentation aktueller Baustellen in Niederösterreich: Jahresendbericht 2020. – Unveröffentlichter Jahresbericht, Bund-/Bundesländer-Rohstoffprojekt NC-095/2018–2021, 379 S., Wien. [GBA, Wissenschaftliches Archiv, Nr. A 20281-R]
- RAFFI, I., WADE, B.S. & PÄLIKE, H. mit Beiträgen von BEU, A.G., COOPER, R., CRUNDWELL, M.P., KRIJGSMAN, W., MOORE, T., RAINE, I., SARDELLA, R. & VERNYHOROVA, Y.V. (2020): The Neogene Period. – In: GRADSTEIN, F.M., OGG, J.G., SCHMITZ, M.D. & OGG, G.M. (Eds.): *Geologic Time Scale 2020, Volume 2*, 1141–1215, Amsterdam (Elsevier).
- ROETZEL, R. (2002): 2.2. Molasse (T2 – T5). – In: SCHNABEL, W. (Red.): *Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 – Legende und kurze Erläuterung*, 24–28, Geologische Bundesanstalt/Land Niederösterreich, Wien.
- RÖMER, A., HÜBL, G. & ARNDT, R. (1999): Bodengeophysikalische Messungen zur Unterstützung geologischer Kartierungen, sowie von hydrogeologisch- und rohstoffrelevanten Projekten. – Unveröffentlichter Bericht, Bund-/Bundesländer-Rohstoffprojekt Ü-LG-035/98, 1998/1999, Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Geophysik, Wien.
- SCHNABEL, W. (Koord.), FUCHS, G., MATURA, A., BRYDA, G., EGGER, J., KRENMAYR, H.G., MANDL, G.W., NOWOTNY, A., ROETZEL, R. & SCHARBERT, S. (2002): *Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 mit Legende und Kurzerläuterung*. – 2 Blätter, Geologische Bundesanstalt/Land Niederösterreich, Wien.
- SCHULTZ, L.G. (1964): Quantitative interpretation of mineralogical composition from x-ray and chemical data for Pierra Shale. – *Geological Survey Professional Paper*, **391-C**, 38 S., Washington, D.C.
- SISSINGH, W. (1977). *Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton*. – *Geologie en Mijnbouw*, **56/1**, 37–65, Den Haag.
- STANLEY, S.M. (1970): Relation of Shell Form to Life Habits of the Bivalvia. – *The Geological Society of America Memoir*, **125**, XIII + 296 S., Boulder.
- TAYLOR, J.D., KENNEDY, W.J. & HALL, A. (1969): The shell structure and mineralogy of the bivalvia. – *Bulletin of the British Museum (Natural History): Zoology, Supplement* **3**, 1–125, London.
- THOREZ, J. (1976): *Practical identification of clay minerals. A handbook for teachers and students in clay mineralogy*. – 90 S., Dison (Lelotte).
- WESSELY, G. (Red.) (2006): *Geologie der österreichischen Bundesländer, Niederösterreich*. – 416 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.