



Geologischer Atlas der Schweiz
Atlas géologique de la Suisse
Atlante geologico della Svizzera

1:25 000

1109 Schöffland

Erläuterungen

HANS RUDOLF GRAF, JÜRIG JOST, MARK EBERHARD, HENRI KRUYSSSE
und OLIVER KEMPF

2012



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

150

Geologischer Atlas der Schweiz
Atlas géologique de la Suisse
Atlante geologico della Svizzera

1:25 000

1109 Schöftland

Erläuterungen

13 Textfiguren und 4 Tafelbeilagen

verfasst von

HANS RUDOLF GRAF, JÜRIG JOST, MARK EBERHARD,
HENRI KRUYSSSE und OLIVER KEMPF

2012



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Empfehlung für die Angabe in einem Literaturverzeichnis

Karte

GRAF, H. R., JOST, J., EBERHARD, M., KRUYSE, H., REBER, D. & WILLENBERG, H. (2012): Blatt 1109 Schöftland. – Geol. Atlas Schweiz 1: 25 000, Karte 150.

Erläuterungen

GRAF, H. R., JOST, J., EBERHARD, M., KRUYSE, H. & KEMPF, O. (2012): Blatt 1109 Schöftland. – Geol. Atlas Schweiz 1: 25 000, Erläut. 150.

Titelbilder

Umschlag

Schräggeschichteter Kies und Sand im Gutsch-Schotter der Kiesgrube Hombrig bei Kulmerau (Kt. Luzern). Bildbreite ist ca. 12 m. Foto H. R. Graf, 2011.

Erläuterungen

Fossiler Unterkieferzahn eines Siebenkiemerhaies (*Notorynchus primigenius*) von der Fundstelle Zofingen-Chuzehöhli (Koord. ca. 639.8/238.1), Safenwil-Muschelsandstein. Der Zahn ist 25 mm lang. Foto J. Jost, 2012.

Herausgeber

© 2012, Bundesamt für Landestopografie, CH-3084 Wabern. – Alle Rechte vorbehalten. Übersetzungen und analoge oder digitale Vervielfältigungen dieses Dokuments oder von Teilen davon, die nicht ausschliesslich dem privaten Eigengebrauch dienen, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers gestattet.

Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo ist ein Unternehmensbereich der armasuisse.

ISSN 1420-2913

ISBN 978-3-302-40062-4



INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	4
Zusammenfassung	5
Résumé	6
Riassunto	7
Summary	8
Stratigraphie	10
Jura	10
Paläogen-Neogen	11
Eozän	11
Oligozän-Miozän	11
Quartär	31
Pleistozän	33
Pleistozän oder Holozän	52
Holozän	54
Felsoberfläche	59
Tektonik	61
Hydrogeologie	63
Mineralische Rohstoffe	65
Ur- und Frühgeschichte	68
Bohrungen	69
Literaturverzeichnis	72
Publizierte geologische Karten	76
Anhang	79

VORWORT

Mit Atlasblatt Nr. 150 des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000 liegt nun eine aktuelle, detaillierte und umfassende geologische Aufnahme im Gebiet des Kartenblattes Schöffland vor.

Im Jahr 1975 erhielt Dr. H. Kruysse von der Schweizerischen Geologischen Kommission den Auftrag zur Aufnahme des Kartenblattes Schöffland; seine Kartierung erfolgte 1975–1990 und mit Unterbrüchen bis 1999. Im Jahr 1999 beauftragte die Geologische Landesaufnahme zusätzlich Dr. M. Eberhard mit der gemeinsamen Kartierung des Kartenblattes, die im Zeitraum 1999–2004 erfolgte. Aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse wurde eine Gesamtrevision notwendig, die von Dr. H. R. Graf (Anteil Quartär, 2009–2011) und J. Jost (Anteil Molasse, 2008–2011) durchgeführt wurde.

Ein erstes Manuskript der Erläuterungen wurde von M. Eberhard und H. Kruysse angefertigt. Aufgrund der Revision des Kartenblattes erfolgte auch eine umfangreiche Überarbeitung des Manuskripts: Die stratigraphische Gliederung der Molasse basiert neu auf den Untersuchungen und Daten von J. Jost, diejenige des Quartärs auf dem stratigraphischen Konzept von H. R. Graf. Das Kapitel Ur- und Frühgeschichte stammt wiederum von J. Jost. PD Dr. O. Kempf unterzog die Karte und die Erläuterungen einer umfassenden redaktionellen Bearbeitung und steuerte das Kapitel zur Tektonik bei.

Im Auftrag der Schweizerischen Geologischen Kommission begutachteten Prof. Dr. Christian Schlüchter und Prof. Dr. Adrian Pfiffner (beide Universität Bern) den Inhalt von Karte und Erläuterungen. Eine weitere Begutachtung erfolgte durch Dr. Hans Burger (Kt. Aargau, Amt für Umwelt), der zusätzliche Bohrdaten beisteuerte, Dr. Reto Burhalter (swisstopo) sowie Dr. Thomas Burri (Naturhistorisches Museum Bern). Weitere Daten ebenso wie fachlichen Austausch lieferten Dr. D. Kälin (swisstopo), Dr. B. Müller (SMD Kölliken), Dr. F. Schenker (Schenker Korner + Partner GmbH), Dipl.-Geol. Thomas Gubler (magma AG) und Dr. Michael Schnellmann (Nagra). Übersetzungen ins Französische bzw. Italienische erfolgten durch Dr. Y. Gouffon (swisstopo) und Dipl.-Geol. A. Vandelli (Museo dei fossili del Monte San Giorgio). B. Lüdi unterstützte J. Jost bei Grabungen, Beprobungen und Transporten im Feld, B. Höhn mit Korrekturlesungen der Manuskripte.

Die kartographischen Arbeiten führten A. Baumeler (Digikarto), M. Etter-Seitz (Orell Füssli) und R. Trüssel (swisstopo) aus, den Schriftsatz gestaltete B. Schulz (swisstopo).

Die Landesgeologie dankt den Autoren und allen Beteiligten für die geleistete Arbeit, für ihre Beiträge und für die Weitergabe von Informationen.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Gebiet des Kartenblattes Schöftland zählt zum zentralen schweizerischen Mittelland südlich des Faltenjuras und befindet sich zum grösseren Teil im Kanton Aargau und zu einem kleineren Teil im Süden im Kanton Luzern. Bei Walterswil im Nordwesten wird noch solothurnisches Kantonsgebiet erreicht. Die Landschaft ist durch die grossen, bis zu 1,6 km breiten Talebenen mit ihren generell nach Norden fliessenden Flüssen Wigger, Suhre und Wyna sowie ihren ebenfalls nordwärts entwässernden Seitentälern von Uerke und Ruederche geprägt. Die dazwischen liegenden Höhenzüge erreichen Höhen von 769 m ü.M. am Chrüzberg südöstlich von Reiden und von 872 m ü.M. am Stierenberg im Südosten zwischen Gontenschwil und Rickenbach. Der tiefste Punkt wird mit 427 m ü.M. bei Zofingen im Nordwesten gemessen. Während die intensiv besiedelten Talebenen hauptsächlich landwirtschaftlich und gewerblich genutzt werden, sind die dünn besiedelten Höhenzüge meist stark bewaldet.

Geologisch bilden die Abfolgen der mittelländischen Molasse das morphologische Rückgrat der Höhenzüge, in denen tonig-sandige Abfolgen der Unteren und Oberen Süsswassermolasse (USM, OSM), hauptsächlich jedoch Sandstein und z.T. Nagelfluh der Oberen Meeresmolasse (OMM) angetroffen werden. Aufschlüsse sind in der Regel spärlich, die besten Einblicke in die Molasse bieten neben Bachtobeln steile Felswände an Talflanken sowie zahlreiche stillgelegte Steinbrüche. Am äussersten Nordwestrand bei Walterswil sind Kalke des Faltenjuras aufgeschlossen, die hier den Südrand der Born-Engelberg- und Kölliken-Antiklinale bilden. Das generelle Schichtfallen der Molasseschichten ist schwach nach Südosten gerichtet.

Quartäre Lockergesteine prägen v.a. den Ostteil des Gebiets, wo glazigene Ablagerungen weit verbreitet sind und Einblicke in verschiedenste Epochen des Eiszeitalters bieten. Neben Ablagerungen der Höheren und Tieferen Deckenschotter bedecken hauptsächlich grössere und kleinere Vorkommen verschiedener mittelpleistozäner Schotter die Höhenzüge, wo sie teilweise hervorragend in Kiesgruben aufgeschlossen sind. Die Talböden werden grossteils oder vollständig (Wiggertal) von letzteiszeitlichen Schottern der Niederterrasse eingenommen, im Suhre- und Wynetal befinden sich zudem prächtig entwickelte Endmoränenwälle der Birrfeld-Eiszeit (Letzte Eiszeit). Die Position der Wälle und die Verbreitung letzteiszeitlicher glazialer Sedimente (v.a. Till) markieren in etwa die maximale Ausdehnung des letzteiszeitlichen Eisvorstosses des in Zungen gegliederten Reussgletschers ins Mittelland, der somit weite Teile des Kartengebiets nicht mehr erreicht hat. Dies zeigt sich auch in der viel stärker ausgeprägten Zertalung der Höhenzüge ausserhalb des letzteiszeitlichen Maximalstands. Talaufwärts gelegene gestaffelte Moränenwälle im Suhretal bei Triengen zeugen von kurzen Wiedervorstössen oder einem Halt des Gletschers.

Wichtige Informationen zum geologischen Untergrund liefern die zahlreichen, im Zusammenhang mit geologisch-hydrogeologischen Untersuchungen abgeteufte Sondierbohrungen. Die Talsohlen sind grossteils mit mächtigen Schottern gefüllt, deren Grundwasser intensiv als Trinkwasser genutzt wird. Dies betrifft insbesondere das Wiggertal, das untere Suhretal und das Wynetal.

RÉSUMÉ

La région couverte par la feuille Schöftland se trouve au centre du Plateau suisse, au pied sud du Jura plissé. Elle dépend en grande partie du canton d'Argovie, mais la partie sud appartient au canton de Lucerne. A Walterswil, au nord-ouest, le canton de Soleure est également touché. Le paysage a été sculpté par les rivières Wigger, Suhre et Wyna, de même que par leurs affluents Uerke et Ruederche, qui coulent toutes vers le nord; les premières traversent des plaines atteignant une largeur de 1,6 km. Les chaînes de collines qui les séparent atteignent une altitude de 769 m au Chrüzberg, au sud-est de Reiden, et de 872 m au Stierenberg, entre Gontenschwil et Rickenbach. Le point le plus bas a été mesuré à 427 m à Zofingue, tout à l'ouest de la feuille. Alors que les plaines, intensivement peuplées, sont principalement utilisées par l'agriculture et l'industrie, les collines, très peu habitées, sont surtout couvertes de forêts.

Les roches de la Molasse du Plateau forment le squelette des collines. Il s'agit des séries argilo-sableuses des Molasses d'eau douce inférieure et supérieure (USM, OSM), mais surtout des grès et poudingues associés de la Molasse marine supérieure (OMM). Les affleurements sont généralement rares; les meilleurs aperçus de la Molasse sont fournis par les ravins et leurs flancs rocheux abruptes, de même que par les nombreuses carrières abandonnées. Les couches de la Molasse ont un pendage général légèrement incliné vers le sud-est. A la bordure nord-ouest de la carte, près de Walterswil, affleurent des calcaires du Jura qui forment le flanc sud des anticlinaux de Born-Engelberg et de Kölliken.

Les roches meubles du Quaternaire occupent principalement la partie orientale de la région, où les dépôts glaciaires sont très répandus et offrent un aperçu de différentes glaciations. A part les sédiments des «Höhere» et «Tiefere Deckenschotter», les collines sont essentiellement couvertes par de petits et grands gisements de différents graviers du Pléistocène moyen, parfois bien visibles dans les gravières. Le fond des vallées est principalement ou entièrement (Wiggertal) occupé par les graviers de la «Niederterrasse» (glaciation du Birrfeld, dernière glaciation). Des vallums morainiques frontaux de la dernière glaciation sont magnifiquement développés dans les vallées de la Suhre et de la Wyna. L'expansion maximale du glacier de la Reuss et de ses différentes langues est indiquée approxi-

mativamente per la posizione dei vallums e l'etendue dei sedimenti glaciali (moraine ou «till») qu'il a laissés. Lors de la dernière glaciation, il n'a donc jamais couvert tout le territoire de la feuille Schöftland. Ceci est également marqué par le découpage plus intense des collines au-delà de l'extension maximale du glacier. Les vallums situés en amont de celle-ci sont les témoins de courtes réavancées ou de stades de retrait du glacier.

Les nombreux forages effectués dans le cadre de recherches géologiques ou hydrogéologiques fournissent des informations importantes sur le sous-sol. Les épais graviers des fonds de vallées contiennent d'importantes nappes phréatiques, intensivement exploitées pour l'eau potable, notamment dans les vallées de la Wigger et de la Wyna, ainsi que dans la partie inférieure de la Suhre.

RIASSUNTO

La regione rappresentata sul foglio Schöftland si trova al centro dell'Altipiano svizzero, ai piedi del Giura a pieghe. Essa è in gran parte nel Canton Argovia, ma la zona meridionale appartiene al Canton Lucerna, mentre a Walterswil, nel nord-ovest, è toccato anche il Canton Soletta. Il paesaggio è stato scolpito dai fiumi Wigger, Suhre e Wyna, i quali attraversano pianure che possono raggiungere una larghezza di 1,6 km e scorrono verso nord, così come gli affluenti Uerke e Ruederche. Le catene di colline che li separano raggiungono un'altitudine di 769 m sul Chrüzberg, a sud-est di Reiden, e di 872 m sullo Stierenberg, tra Gontenschwil e Rickenbach. Il punto più basso è stato misurato a Zofingen, completamente a ovest del foglio. Le pianure, intensamente popolate, sono utilizzate principalmente per l'agricoltura e l'industria, mentre le colline, poco popolate, sono ampiamente ricoperte da boschi.

Lo scheletro del rilievo è formato dalle rocce della Molassa dell'Altipiano. Si tratta di serie argillo-sabbiose della Molassa di acqua dolce inferiore e superiore (USM, OSM), ma soprattutto di arenarie e puddinghe della Molassa marina superiore (OMM). Gli affioramenti sono generalmente rari, i luoghi migliori per osservare la Molassa sono le valli con ripidi fianchi rocciosi e le numerose cave abbandonate. Gli strati della Molassa hanno una giacitura generale leggermente inclinata verso sud-est. Sul bordo nord-ovest della carta, nei pressi di Walterswil, affiorano i calcari del Giura che formano il fianco meridionale delle anticlinali di Born-Engelberg e di Kölliken.

I depositi sciolti del Quaternario occupano soprattutto la parte orientale della regione, dove i depositi glaciali sono molto diffusi e offrono una visione d'insieme delle diverse glaciazioni. Ad eccezione dei sedimenti dei «Deckenschotter» (Inferiore e Superiore), le colline sono essenzialmente ricoperte da piccoli e grandi giac-

cimenti di diverse ghiaie del Pleistocene medio, talvolta ben visibili nelle cave di ghiaia. I fondovalle sono principalmente o interamente (Wiggertal) occupati da ghiaie della «Niederterrasse» (era glaciale del Birrfeld, ultima glaciazione). Nelle valli della Suhre e della Wyna sono sviluppati in modo esemplare i valli morenici frontali dell'ultima glaciazione. L'espansione massima del ghiacciaio della Reuss e delle sue molteplici lingue è indicata approssimativamente dalla posizione dei valli e dall'estensione dei sedimenti glaciali (morene o «till») lasciati dal ghiacciaio stesso, il quale non ha mai ricoperto l'intero territorio del foglio Schöftland durante l'ultima glaciazione. Le colline all'infuori della zona raggiunta dall'estensione massima del ghiacciaio mostrano, infatti, un'incisione più intensa e i valli situati a monte delle stesse testimoniano dei brevi ri-avanzamenti o di stadi di ritiro del ghiacciaio.

I numerosi sondaggi effettuati nell'ambito delle ricerche geologiche e idrogeologiche forniscono importanti informazioni sul sottosuolo. Gli spessi depositi di ghiaia dei fondovalle contengono importanti falde freatiche, sfruttate in modo intensivo per l'acqua potabile, notoriamente nelle valli del Wigger e del Wyna, così come nella parte inferiore della Suhre.

SUMMARY

The area of map sheet Schöftland of the Geological Atlas of Switzerland 1: 25 000 is part of the central Swiss midlands south of the Jura Mountains and belongs mainly to the cantons of Aargau and Lucerne. Only in the northeasternmost corner near Walterswil the canton of Solothurn is touched.

Large, up to 1.6-km-wide alluvial plains and their north-draining rivers Wigger, Suhre and Wyna, as well as the most important side-valleys of Uerke and Ruederche characterize the landscape. The hilly ranges in-between reach a height of 769 m a.s.l. at Chrüzberg southeast of Reiden and of 872 m a.s.l. at Stierenberg in the southeast between Gontenschwil and Rickenbach. The lowest point at 427 m a.s.l. is situated near Zofingen in the northwest. While the intensely populated alluvial plains are covered by industrial and agricultural areas, the sparsely populated hills are densely forested.

Molasse units forming the morphological backbone of the hills consist of mudstones and sandstones of the Lower and Upper Freshwater Molasse (USM, OSM), but essentially of sandstones and partly of conglomerates of the Upper Marine Molasse (OMM). Outcrops are rather sparse, best insights into the Molasse units are provided by small creeks, steep rock walls along the valley flanks, and numerous abandoned quarries. Limestone beds exposed in the northeast are part of the folded Jura Mountains, which is here represented by the Born-Engelberg

and Kölliken Anticlines. Molasse beds are slightly dipping with few degrees towards south to southeast.

Quaternary drift deposits, in particular glacial sediments, characterize the eastern part of the area and provide insight into various epochs of the Pleistocene glacials. Together with Early Pleistocene gravel deposits of the Higher and Lower Deckenschotter, various gravels of Middle Pleistocene age (Hochterrasse) cover much of the hilltops, where they are frequently exposed in gravel pits. Most of the valley floor is covered by gravel deposits of the Niederterrasse, beautiful terminal moraines of the last glacial (Birrfeld Glacial) are located in the valleys of Suhre and Wyna. The position of these terminal moraines and the distribution of glacial sediments (mostly till) mark the maximum extend of Last Glacial ice advances of individual tongues of the Reuss glacier into the Swiss midlands, which thus did not reach far into the map area. This is also indicated by a much more distinct fluvial erosion outside the Last Glacial Maximum (LGM). Staggered moraine walls upstream in the Suhre Valley near Triengen document multiple short-lived re-advances or halts of the glacier after the LGM.

Numerous drillholes that were carried out during geological-hydrogeological investigations form an important subsurface data base. The valley floors are mostly filled with gravel deposits, which contain groundwater that is intensely used for drinking water, especially in the valleys of Wigger, Suhre and Wyna.

STRATIGRAPHIE

JURA

Die Verbreitung des Juras im Gebiet von Blatt Schöftland beschränkt sich auf den äussersten Nordwesten, wo lediglich Gesteine des Malms aufgeschlossen sind. Massig gebankte Kalke der Villigen-Formation finden sich bei Bad Lauterbach/Oberloo und bei Walterswil. Bei Lischmatt sind zusätzlich Gesteine der Burghorn-Formation aufgeschlossen. Die Malmkalke sind teilweise verkarstet. Weitere Informationen zum Jura liefert die Bohrbeschreibung der ca. 1 km südlich von Bad Lauterbach gelegenen EWS-Bohrung Oftringen (ALBERT & BLÄSI 2008; s. Kapitel Bohrungen). Eine sehr ausführliche Beschreibung der mesozoischen Gesteinsabfolge im aargauischen Jura findet sich in JORDAN et al. (2011).

i₆ Villigen-Formation

In der EWS-Bohrung Oftringen (ALBERT & BLÄSI 2008) umfassen die jüngsten Gesteine des Malms das Wangen- und Letzi-Member der Villigen-Formation (Spätes Oxfordien–Frühes Kimméridgien; GYGI 2003, 2012¹⁾), die anhand der Cuttings allerdings nicht differenziert werden konnten. Es handelt sich um eine 23 m mächtige Abfolge von beigem, teils bräunlich geflecktem mikritischem Kalk. Er ist teilweise arenitisch oder Biodetritus führend, selten auch oolithisch oder Glaukonit führend. Das Crenularis- und das Geissberg-Member–knolliger Kalkarenit mit grünlichem Mergel und Biodetritus bzw. hellbeiger mikritischer Kalk – erreichen in der Bohrung eine Mächtigkeit von 16,3 m bzw. 17,5 m; beide Member zählen zur Villigen-Formation. Damit liegt die Villigen-Formation in einer Gesamtmächtigkeit von rund 57 m vor (vgl. Taf. I, Profil 1).

i₇ Burghorn-Formation

Die Burghorn-Formation (Kimméridgien) ist nur im äussersten Nordwesten des Kartenblattes, nordöstlich von Walterswil-Lischmatt, aufgeschlossen (Koord. 640.250/241.950). Die Formation besteht aus dickbankigem, beigem, dichtem mikritischem Kalk, der einen guten Baustein darstellt (NIGGLI 1913).

¹⁾ In seiner nach der Drucklegung von Blatt Schöftland erschienenen Publikation setzt GYGI (2012) die Oxfordien/Kimméridgien-Grenze an den Top der Villigen-Formation.

PALÄOGEN-NEOGEN

Eozän

Siderolithikum

Gesteine des Eozäns beschränken sich im Gebiet des Blattes Schöffland auf punktuelle, schlecht aufgeschlossene Vorkommen von Siderolithikum nordöstlich von Walterswil. NIGGLI (1912) verzeichnete einen schmalen Streifen von eozänen Ablagerungen bei «Rotacker» – dem heutigen Rothacker, einem Ortsteil von Walterswil. Diese Flurbezeichnung deutet bereits auf das Vorhandensein eisenhaltiger Gesteine hin. Bei den Ablagerungen des Siderolithikums handelt es sich um Verwitterungsrückstände, wie z.B. den roten, stark eisen- und kaolinhaltigen Boluston, welcher oft bis haselnussgrosse Eisenerzkonglomerationen (Bohnerz) enthält. Die Ablagerungen des Siderolithikums bildeten sich durch Verwitterung in einem subtropisch-semiariden Klima (WULLSCHLEGER 2005) und stellen lokal begrenzte Füllungen von Karsttaschen oder Klüften dar.

Eozäne Ablagerungen bestehen im Gebiet von Blatt Schöffland aus Nestern oder Lagen von Quarzsand sowie gelbbraunem bis rotem Ton, der vereinzelt kleine Bohnerzkügelchen enthält (NIGGLI 1913). Die Ablagerungen sind schlecht aufgeschlossen und meist unter Waldboden verborgen (Koord. ca. 639.6/241.9). In der EWS-Bohrung Oftringen wurden in einem etwa 1 m mächtigen Abschnitt Ablagerungen des Siderolithikums erbohrt (ALBERT & BLÄSI 2008). In Cuttings konnten Bruchstücke von rotem und ockerfarbenem Tonstein (Boluston) gefunden werden.

Oligozän–Miozän

Das Gebiet des Blattes Schöffland umfasst die schwach nach Süden einfallende mittelländische Molasse, die sich hier aus Sedimenten der Unteren Süsswassermolasse (USM), der Oberen Meeresmolasse (OMM) und der Oberen Süsswassermolasse (OSM) zusammensetzt. Die Molasseeinheiten umfassen den Zeitraum von Chattien bis Langhien, der stellenweise durch Fossilien belegt ist.

Die bisherigen Versuche, die OMM in der zentralen mittelländischen Molasse zu gliedern, basierten auf lithofaziellen Kriterien (BÜCHI 1957) und orientierten sich an gut erkennbaren Horizonten, wie dem Muschelsandstein oder der Nagelfluh («Basiskonglomerat»). Aufgrund neuer Erkenntnisse zur Molassestratigraphie – in erster Linie basierend auf dem Fossilinhalt der marinen Sandsteine – hat sich eine neue Gliederung ergeben, die von der bisherigen zum Teil erheblich abweicht. So wird neu die Basis der OMM nicht mit dem Auftreten erster Muschelsandsteine definiert, sondern beginnt deutlich tiefer mit den ersten marine

Faunen führenden, massigen Sandsteinen. Es kann weiter gezeigt werden, dass die St.-Gallen-Formation ebenfalls deutlich vor der Nagelfluh einsetzt und das Bild eines «Basiskonglomerats» so nicht mehr haltbar ist. Stattdessen konnte ein Horizont (Staffelbach-Grobsandstein, s.u.) identifiziert werden, der neu als Basisbildung der St.-Gallen-Formation gelten kann (JOST et al. 2012).

Untere Süsswassermolasse (USM)

o₃ «Untere bunte Molasse»

Ablagerungen der «unteren bunten Molasse» sind im Kartengebiet am äussersten Nordrand unter geringmächtiger Quartärbedeckung oder in Bohrungen aufgeschlossen. In der EWS-Bohrung Oftringen (ALBERT & BLÄSI 2008) wurden 337 m Sedimente der USM erbohrt, die Basis der nachfolgenden Oberen Meeresmolasse wurde nicht angetroffen. Die Abfolge gehört dem Oligozän (Chattien) an. Eine darüber liegende «Kalksandstein-Serie» (vgl. HABICHT 1987), wie sie im westlich benachbarten Gebiet des Blattes Murgenthal auftritt (JORDI et al 2003), kann für den oberen Abschnitt der Bohrung Oftringen (178–25 m) nur vermutet werden; dagegen ist weder Aarwanger Molasse («Blättermolasse») noch Wynauer Süsswasserkalk ausgebildet. Weitere chattische Anteile der USM sind weiter westlich und nördlich aufgeschlossen, so bei Boningen (Blatt 1108 Murgenthal) und Rickenbach (Blatt 1088 Hauenstein) bzw. bei Küttigen (Blatt 1089 Aarau). Die USM der EWS-Bohrung Oftringen wird von einer geringmächtigen Lage roten Tonsteins (Boluston des Siderolithikums) unterlagert. Gegen oben ist sie von quartären Sedimenten bedeckt.

Die in dieser Bohrung angetroffenen Sedimente umfassen vorherrschend Mergel, der meist bunt gefleckt (ocker, rostrot bis grün) und teilweise sandig ist. Er wechsellagert mit mässig zementiertem und bis 5 m mächtigem, teilweise ripelgeschichtetem Mittel- bis Grobsandstein mit z.T. erosiver Basis. Weiter sind Siltsteinlagen, feine Kohlesplitter und typische pedogene Horizonte mit Karbonatkonkretionen (Caliche) anzutreffen. Im oberen Abschnitt (178–25 m) treten vermehrt Sandsteinbänke auf, die sich mit bunt geflecktem, sandigem Mergel, Silt- und Feinsandsteinlagen sowie schwarzem Tonmergel abwechseln. Im untersten gekernten Abschnitt (231–212 m) wurden ölprägnierte Sandsteinbänke angetroffen, darunter folgen grösstenteils bunt gefleckter Mergel und Tonstein mit Silt- und Feinsandsteinbänken sowie wenige, bis 5 m mächtige Grobsandsteinbänke.

Eine altersmässige Gliederung der USM ist anhand der vorliegenden Daten sehr schwierig durchzuführen. Die bislang zuverlässigste Gliederung basiert daher immer noch auf petrologischen und lithofaziellen Erwägungen, die jedoch nur im Westen (Taf. I, Profil 1) eine einigermaßen zuverlässige Unterteilung der USM in einen älteren, chattischen (Oligozän) und einen jüngeren, aquitanen (Miozän) Anteil erlauben.



Fig. 1: Temporärer Aufschluss einer ca. 8 m breiten Baugrube in Zofingen-Bärenhubel (Koord. 638.600/238.275, 465–470 m ü. M.) mit buntem Mergel der USM («untere bunte Mergel»). Foto J. Jost, 2008.

m₁ «Obere bunte Molasse»

Die Abfolge der «oberen bunten Molasse» besteht aus vorwiegend buntem, gelegentlich auch hellgrauem bis schwarzem Mergel sowie gelblichem bis bräunlichem Silt- und Sandstein, der vereinzelt Knauer- und Aufarbeitungslagen mit Mergelgeröllen und Caliche führt. Aufschlüsse sind sehr spärlich und beschränken sich auf die Gegend um Zofingen-Safenwil und Holziken-Hirschtal im nördlichen Gebiet des Kartenblattes. Beste Einblicke in die jüngere USM geben, neben temporären Aufschlüssen von vorwiegend buntem Mergel in Baugruben in den Regionen Zofingen (Fig. 1), Safenwil und Hirschtal, v. a. die Aufschlüsse bei Oftringen-Finsterthüelen (roter Mergel bei Koord. 638.850/240.325, 510 m ü. M.) und Zofingen-Bärenhubel (bräunlicher Mergel mit wenigen Fossilien bei Koord. 638.700/238.475, 470 m ü. M.). Weitere Informationen zum lithologischen Aufbau der USM liefern zahlreiche Erdwärmesondenbohrungen, die vor allem in den dicht besiedelten Gebieten von Zofingen, Safenwil und Schöftland durchgeführt

wurden. Auch in diesen Bohrprofilen dominieren bunter Mergel und Siltstein, während fein- bis mittelkörniger Sandstein nur untergeordnet angetroffen wird.

Die Mächtigkeit der «oberen bunten Molasse» kann im Nordwesten von Blatt Schöftland auf etwa 100–150 m geschätzt werden, die gesamte Mächtigkeit der USM beträgt dort somit etwa 450–500 m (Taf. I, Profil 1). Im Süden des Blattgebiets bietet die Tiefbohrung Altishofen (Atlasblatt 84 Sursee) den einzigen Anhaltspunkt zur Mächtigkeit der USM. Dort, wenige km südlich der Grenze zu Blatt Schöftland gelegen, wurden 980 m Sedimente der USM erbohrt, wovon 272 m auf die «untere bunte Molasse», 188 m auf die «Kalksandstein-Serie» und 520 m auf die «obere bunte Molasse» entfallen (KOPP 1952).

Bisher konnten im Gebiet von Blatt Schöftland keine Fossilien, die eine altersmässige Einstufung erlauben würden, gefunden werden. Im Gebiet von Blatt Aarau hingegen ist mit Oberentfelden-Eistel 1 (Koord. 647.150/244.250, 450 m ü. M.; s. Anh. A) eine Fundstelle aus dem jüngsten Teil der USM bekannt (JORDAN et al. 2011). Diese Fundstelle erlaubt eine biostratigraphische Einstufung in ein jüngerer MN2a oder älteres MN2b (spätes Aquitanien, KÄLIN 1997).

Obere Meeresmolasse (OMM)

Im schweizerischen Molassebecken wird die OMM (Burdigalien) traditionell in eine ältere Luzern-Formation (KAUFMANN 1872) und eine jüngere St.-Gallen-Formation (MILLER 1977) gegliedert. Diese Gliederung ist insbesondere für den Südteil des Beckens, wo die Sedimente ihre grössten Mächtigkeiten erreichen und hervorragend aufgeschlossen sind, gut etabliert (KELLER 1989). Im zentralen Becken hingegen gelang eine Gliederung der OMM bisher nur unzureichend; sie geht im Wesentlichen auf die Arbeiten von BÜCHI (1957, 1958) zurück (Fig. 2). Er unterteilte den älteren Abschnitt der OMM («Burdigalien») lithostratigraphisch in vier Zonen, die er, von unten nach oben, als «Burdigale Basiszone», «untere Sandsteinzone», «Muschelsandstein» und «obere Sandsteinzone» bezeichnete. Den jüngeren Abschnitt («Helvétien») gliederte BÜCHI (1957) in «Basiskonglomerat» und «obere Sandsteinzone». Die beiden Begriffe «Burdigalien» und «Helvétien» wurden im Lauf der Zeit durch die Luzern- bzw. St.-Gallen-Formation ersetzt (vgl. JORDI et al. 2003, BITTERLI et al. 2011). Dank neuer paläontologischer Daten wird nun erkennbar, dass diese bisherige Grenzziehung kaum geeignet ist, die OMM im zentralen Becken zu unterteilen.

Umfangreiche Untersuchungen der Sedimente der OMM im zentralen Mittelland durch J. Jost führten zur Entdeckung neuer Leithorizonte, die eine zuverlässige Gliederung der OMM erlauben und darüber hinaus die Zuordnung zu den beiden genannten Formationen ermöglichen (JOST et al. in Vorb.). Die Basis der OMM bildet die erste marine Sandsteinlage der «Burdigalen Basiszone» (BÜCHI 1957), die lokal von Aufarbeitungslagen begleitet wird. Der prominente Muschelsandstein, ein regional verfolgbarer, Echinodermenreste führender Sandstein, wird

OSM	Gliederung nach BÜCHI (1957)		Aktuelle Gliederung		MN-Einheit
Obere Meeresmolasse OMM	«Helvétien»	Obere Sandsteinzone	St.-Gallen-Formation	Limnischer Horizont	★★★ MN4b
		Basisnagelfluh		Sandsteinabfolge	Quarzitnagelfluh
	«Burdigalien»	Muschelsandstein		Staffelbach-Grobsandstein	★ ★ MN4b
		Untere Sandsteinzone		Luzern-Formation	Safenwil-Muschelsandstein
	Burdigale Basiszone	Sandsteinabfolge	Aufarbeitungslagen	★ ★ ★ MN3a	
USM					★ MN2 MN2b MN2a

★ Kleinsäuger-Fossilfundstelle

Fig. 2: Gegenüberstellung der aktuellen und der alten Gliederung der OMM. Rechte Spalte: Stratigraphisch bedeutende Fundstellen von Kleinsäugerzähnen und ihre Einstufung in die MN-Zonierung.

im Gebiet von Blatt Schöffland neu als *Safenwil-Muschelsandstein* bezeichnet; er bildet den Abschluss der Luzern-Formation. Unmittelbar darüber folgt mit dem teilweise kiesigen *Staffelbach-Grobsandstein* ein neuer Leithorizont, der nun neu die Basis der St.-Gallen-Formation markiert. Gründe hierfür liegen in erster Linie in der Zusammensetzung der marinen Faunen dieses Sandsteins, welche einen tiefgreifenden Wechsel im Ablagerungsmilieu belegen. Ebenfalls neu entdeckt

wurde ein *limnischer Horizont* im höheren Teil der St.-Gallen-Formation. Es handelt sich hierbei um einen wenige Meter mächtigen, lithologisch variablen limnischen Einschub in die marinen Sedimente der OMM. Angaben zu den geschlammten Sedimentmengen der einzelnen Horizonte finden sich in Anhang B. Wo nicht anders vermerkt, sind alle Fundorte durch J. Jost entdeckt worden, und sämtliche aufgelisteten Fossilien entstammen seiner privaten Sammlung.

m₂ Luzern-Formation

Sandsteinabfolge («untere Sandsteinzone» BÜCHI 1957)

Die Luzern-Formation besteht aus überwiegend olivgrünem, grauem bis beige, Glaukonit führendem Sandstein, der teils weich ist, teils in Form harter Sandsteinbänke vorliegt. Es handelt sich um oft monotone, massig wirkende, strukturlose Abfolgen ohne Fossilien oder Gerölle, die meist über wenige Meter aufgeschlossen sind. Im tiefsten Teil der Formation sind gelegentlich lokale Muschelsandsteine und Aufarbeitungslagen zu erkennen (vgl. auch NIGGLI 1912, 1913, S. 47f.). Diese lokal verbreiteten Sandsteine besitzen eine erosiv eingetiefte Rinnebasis und führen alpine Gerölle und Schlammsteingerölle sowie Fossilien. Den Abschluss nach oben bildet der regional verfolgbare, Scutellen führende Safenwil-Muschelsandstein. Die Luzern-Formation umfasst eine im Norden des Kartengebiets rund 80 m, im zentralen Gebiet 100–130 m und im Süden wahrscheinlich über 250 m mächtige Abfolge.

Im Folgenden wird die Luzern-Formation nicht durch Zonen gegliedert, sondern es werden charakteristische Leithorizonte ausgeschieden, die im Gelände gut zu erkennen sind (Fig. 2). Es liegen bisher lediglich Kleinsäugerfunde aus dem tiefsten Abschnitt der Luzern-Formation vor, die eine Einstufung in jüngeres MN3a (frühes Burdigalien) erlauben. Die wichtigsten Fossilfundorte sind im Anhang A aufgelistet, wichtige Aufschlüsse der Luzern-Formation finden sich bei:

- Uerkheim (644.000/238.800/470–480, wenig unterhalb des Safenwil-Muschelsandsteins), Schöffland (645.450/239.900/475), Safenwil (640.250/240.250/555–565 sowie Aufschlüsse im Bereich Scherenberg), Zofingen (639.685/237.025/520 sowie weitere Aufschlüsse im Bereich Brunngraben, 640.195/236.540/540–550), Wikon (640.175/235.000/540 und weitere Aufschlüsse im Bereich Marienburg), Reiden (tiefere Teile der Gräben am Brättschälberg), Dagmersellen (640.900/231.520/480) und Triengen im Profil Teuffegrabe auf ca. 520 m ü. M. (647.775/233.890; vgl. Taf. II).

Aufarbeitungslagen, lokale Muschelsandsteinhorizonte

Aufarbeitungslagen treten lokal im Bereich der OMM-Basis auf, bilden jedoch keinen durchgehenden Horizont (vgl. Taf. I, III). Es handelt sich um grauen oder gelblich-braunen, z.T. gebankten Sandstein mit dünnen, bräunlich-gelblichen, siltig-feinsandigen Bändern. Eingelagert sind diskrete Lagen mit bis faust-

grossen alpinen Geröllen, Geröllen bunter USM-Mergel sowie Kalkkonkretionen (Caliche), vereinzelt tritt auch lokaler Muschelsandstein – Mollusken führende Bänke – auf. Diese Lagen treten im Norden generell ca. 10–20 m, im Süden auch etwas höher über der OMM-Basis auf. Die Sandsteinlagen besitzen häufig eine rinnenförmige Basis und zeigen oft Wellenrippeln und Schrägschichtung, die teilweise auf einen tidalen Ursprung schliessen lassen. Eine scharfe Abgrenzung zur USM ist aufgrund der schlechten Aufschlussverhältnisse schwierig.

Kleinsäugerzähne vieler Fundstellen (s. Anh. A) erlauben eine Einstufung in jüngeres MN3a (frühes Burdigalien). Wichtigstes Leitfossil ist *Eucricetodon* nov. sp. (KÄLIN 1997). Diese Einstufung ist durch umfangreiche Schlammungen (s. Anh. B), die Hunderte von Säugerzähnen zahlreicher Arten lieferten, im Gebiet der Atlasblätter Schöffland und Aarau abgesichert. Die Fundstelle Zofingen-Bierkeller (Koord. 640.225/238.825, 490 m ü. M.) ist zudem Referenzlokalität für jüngeres MN3a in der Schweiz (ENGESSER 1990, 1989). Im Gebiet von Blatt Aarau liegt zwischen den Lokalitäten Oberentfelden-Eistel 1 (MN2b) und Oberentfelden-Eistel 2 (jüngeres MN3a) mit grosser Wahrscheinlichkeit eine Schichtlücke vor (JORDAN et al. 2011). Es ist anzunehmen, dass dies auch für das nördliche Gebiet von Blatt Schöffland zutrifft. Aufschlüsse von Aufarbeitungslagen und lokalen Muschelsandsteinen finden sich an folgenden Orten:

- Aufarbeitungslagen: Oftringen (639.650/239.025/490), Zofingen (639.425/236.410/450–460), Safenwil (640.150/240.400/540), Mühletal (640.360/239.000/490), Brittnau (637.550/234.100/475–485; 638.275/234.175/480–490; 638.625/233.850/475), Wikon (639.600/235.900/480; 640.075/235.250/480), Hirschthal (647.625/241.140/495) und Muhen (647.700/241.775/490).
- Lokale Muschelsandsteinhorizonte: Safenwil (640.200/240.550/540; 641.225/240.675/520), Zofingen (639.825/237.300/540; 639.600/238.460/520), Riedtal (639.875/236.700/530), Mühletal (640.280/238.910/485; 640.000/238.950/500), Brittnau (639.010/233.500/460), Wikon (640.300/235.025/520) und Reiden (638.800/232.825/465).

Safenwil-Muschelsandstein

Der Safenwil-Muschelsandstein besteht aus meist hartem bis sehr hartem, plattigem, gelblich-grauem Sandstein mit alpinen Geröllen und Schlammsteingeröllen. Auffallend sind neben den Mollusken die meist massenhaft vorkommenden Trümmer von irregulären Seeigeln (*Scutella* sp.). Der Safenwil-Muschelsandstein wird bis zu mehrere Meter mächtig, ist meist deutlich schräggeschichtet (Fig. 3) und zeigt häufig Wellenrippeln. Seine Basis ist meist rinnenförmig ins Liegende eingeschnitten. Unterlagert wird der Safenwil-Muschelsandstein in der Regel von bräunlich-gelben, siltig-feinsandigen Bändern sowie von Sandstein, der sehr viele bräunlich-gelbe Schlammsteingerölle führt. Die wenigen Funde von Kleinsäugerzähnen lassen keine eindeutige Einstufung in die MN-Zonierung zu.

Im nördlichen Teil des Gebiets von Blatt Schöffland und im Südteil des angrenzenden Gebiets von Blatt Aarau ist der Safenwil-Muschelsandstein über weite Strecken präsent. Im südlichen Gebiet von Blatt Schöffland ist er schwieriger zu



Fig. 3: Intensiv schräggeschichteter Safenwil-Muschelsandstein bei Muhen-Rütisgraben (Blatt Aarau, Koord. 648.225/243.030, 560 m ü. M.), Aufschluss entlang Forstweg. Foto J. Jost, 2009.

lokalisieren, da er dort in mehreren Lagen übereinander auftritt und aufzufächern scheint. Die dort auftretenden Muschelsandsteine mit Scutellentrümmern lassen sich jedoch weder faziell noch vom Fossilinhalt her vom eigentlichen Safenwil-Muschelsandstein unterscheiden. Meist gute Aufschlüsse des Safenwil-Muschelsandsteins finden sich in zahlreichen, heute stillgelegten Steinbrüchen (s. Kapitel Rohstoffe).

- Safenwil (640.475/240.025/570–580; 641.100/240.250/555; 641.350/240.600/560; 642.125/240.725/560), Kölliken (643.800/240.500/515; 644.000/240.400/490), Zofingen (640.500/239.275/540; 640.375/239.450/550; 639.800/238.150/575), Reiden (638.650/232.100/540), Dagmersellen (640.300/229.975/520–530), Uerkheim (644.150/239.400/470; 643.675/238.650/490), Schöftland (647.025/240.175/550; 647.200/239.500/480–490, 646.200/238.750/470–480), Staffelbach (645.400/237.150/505) und Triengen im Profil Teuffegrabe (647.775/233.890/530; vgl. Taf. II).
- Mehrere übereinander liegende Muschelsandstein-Bildungen mit Scutellen finden sich im Süden bei Reiden (639.400/230.575/500–510; 639.800/230.575/485).

Untersuchungen im Gebiet der benachbarten Atlasblätter Wohlen, Langenthal und Sursee lassen vermuten, dass die Muschelsandsteine mindestens vom Raum Lenzburg über Entfelden, Safenwil, Brittnau, Roggliswil und Madiswil («Bisig-Muschelsandstein», GERBER & KOPP 1990, GERBER 1994) gleichen Alters und Ursprungs sind (J. Jost, mündl. Mitt.).

Fossilien und Paläoökologie

Basale Aufarbeitungslagen und lokale Muschelsandsteinhorizonte: Durch Schlämmung des Sediments können in den basalen Aufarbeitungslagen im ältesten Teil der OMM regelmässig Selachierzähne gefunden werden. Häufig sind Zähne von Stechrochen (*Dasyatis*), Katzenhaien (*Scyliorhinus*) sowie Sandhaien (*Carcharias*). Eine seltene, aber regelmässig auftretende Leitform bei Haien ist *Physogaleus singularis* PROBST, 1878. In den lokalen Muschelsandsteinbänken sind *Cardium*, *Tapes* sowie *Pecten* dominant. Oft sind eingeschwemmte Zähne von Süsswasserfischen (v.a. Cypriniden), aber auch von Reptilien (Krokodilen) sowie Kleinsäugetern vorhanden.

In den basalen Aufarbeitungslagen sind ausschliesslich Selachierarten zu finden, die sehr flaches Wasser bevorzugen. Die Artenzahl ist mit ungefähr zehn Hai- und sechs Rochenarten sehr bescheiden. Beim ehemaligen Ablagerungsraum dürfte es sich um den Uferbereich eines Flachmeeres mit wandernden Gezeitenrinnen, in denen sich die Fossilien konzentrierten, gehandelt haben. Zusätzlich wurden terrestrische Fossilien durch Flüsse in den marinen Raum verfrachtet. Die zumeist sehr gute Erhaltung der Säugerzähne lässt einen kurzen Transportweg vermuten. Wahrscheinlich waren die Sedimentationsverhältnisse ruhig, da die oft fragilen Selachierzähne sehr gut erhalten sind.

Sandsteinabfolge («untere Sandsteinzone» BÜCHI 1957): In höheren Abschnitten der Luzern-Formation treten wiederum in Aufarbeitungslagen häufig Selachier- und Knochenfischzähne auf, die durch Schlämmung zu finden sind. Im Vergleich zu den basalen Vorkommen wird die Selachierfauna nun deutlich reicher. Vor allem die Familie der Requiemiahaie (Carcharhinidae) tritt mit zahlreichen neuen Arten auf. Aber auch Riesenhaie (*Cetorhinus*), Kammzählerhaie (*Notorynchus*), Fuchshaie (*Alopias*), Makohaie (*Cosmopolitodus*), Engelhaie (*Squatina*) sowie weitere Gattungen kommen dazu. Bei den Rochen sind immer noch die Stechrochenarten (*Dasyatis*) dominant, häufiger werden die Kuhnasenrochen (*Rhinoptera*) sowie die Adlerrochen (*Myliobatis* und *Aetobatus*). Neu kommen auch Geigenrochen (*Rhynchobatus*) sowie Echte Rochen (*Raja*) dazu. Auch bei den Knochenfischen wird das Artspektrum breiter. Schliesslich treten bereits selten, im südlichen Teil des Kartengebiets auch häufiger, Trümmer – vereinzelt auch vollständige Exemplare – von irregulären Seeigeln (*Scutella* sp.) auf.

Oberhalb der basalen Aufarbeitungslagen sind Selachierarten häufig, die flaches Wasser bewohnen. Die Artenzahl ist mit rund zwanzig Hai- und zehn Rochenarten deutlich höher als in den basalen Aufarbeitungslagen. Die Ablagerungen dürften weiterhin aus einem Flachmeer stammen, in dem sich in Prielen Fossilien angereichert haben. Der Erhaltungszustand ist nicht mehr durchwegs so gut wie in der Basiszone, es finden sich viele gerollte Haizähne. Es scheint also gegenüber der Basiszone eine Energiezunahme in Form von Wellen und Strömungen stattgefunden zu haben.

Safenwil-Muschelsandstein: Im Safenwil-Muschelsandstein sind Selachier- und Knochenfischzähne häufig, die nur durch Schlämmung weicherer Sandta-schen ihre ganze Artenvielfalt zeigen. Man findet aber auch in den harten Sandsteinen oft Haizähne. Meist handelt es sich um Zähne von Sandhaien (*Carcharias*), Tigerhaien (*Galeocerdo*) oder Makohaien (*Cosmopolitodus*). Mit viel Glück kann man auch einen Zahn von *Megaselachus*²⁾, einer ausgestorbenen Makrelenhaiart (*Megaselachus megalodon*, früher *Carcharodon megalodon*), finden, die bis 15 cm lang sein können. Die Artstruktur im Safenwil-Muschelsandstein nimmt nicht wesentlich zu. Regelmässig sind auch Zähne von Delphinen zu finden. Wie erwähnt, treten massenhaft Trümmer von irregulären Seeiegeln auf (*Scutella* sp.). Molluskenreste (Herzmuscheln, Venusmuscheln, Jakobsmuscheln, Austern usw.) sind häufig vertreten, sowohl als Steinkerne als auch in Schalenerhaltung. Oft finden sich auch Schwemmholzreste.

Das Ablagerungsmilieu des Safenwil-Muschelsandsteins ist ähnlich wie das der liegenden lokalen Muschelsandsteinhorizonte. Eine nochmalige Zunahme der Energie in Form von Strömung und Wellen ist wahrscheinlich. Auffallend ist die grosse Häufigkeit der irregulären Seeigel, die meist im Sand und Schlamm eingegraben lebten.

Grenzziehung Luzern-/St.-Gallen-Formation

BÜCHI (1957) definierte die Grenze zwischen dem «Burdigalien» und dem «Helvétien» lithostratigraphisch und legte für das vorliegende Gebiet die Grenze an die Basis der «Basisnagelfluh» (Quarzitnagelfluh; Fig. 2). KELLER (1989) konnte zeigen, dass am Südrand der mittelländischen Molasse die Luzern-Formation durch einen Regressionshorizont von der transgressiv darüber liegenden St.-Gallen-Formation getrennt ist. Der Grenzbereich zwischen Luzern- und St.-Gallen-Formation wurde mittels Säugetierfunden zuverlässig in MN3b datiert (KELLER 1989). Die aus dem Gebiet der Blätter Schöftland und Aarau vorliegenden biostra-

²⁾ Die meisten grösseren Zähne von Haien, die in den Sammlungen der Schweizer Museen vorhanden sind, stammen aus dem Muschelsandstein. Solch grosse Zähne sind aber weitaus seltener, als es die Sammlungen suggerieren, denn sie wurden über Jahrzehnte beim manuellen Abbau durch die Steinbrucharbeiter gefunden.

tigraphischen Daten zeigen, dass Faunen von MN4-Alter bereits im Liegenden der Quarzitnagelfluh («Basisnagelfluh» von BÜCHI 1957) auftreten. Dies zusammen mit einer aus Fischfaunen abgeleiteten Vertiefung des vollmarinen Ablagerungsraums erfordert eine neue, an Paläoökologie angepasste und durch Biostratigraphie datierte Grenze zwischen Luzern- und St.-Gallen-Formation. Sie wird neu an die Basis des Staffelbach-Grobsandsteins gelegt, in dem der faunistische Umschwung erstmals auftritt (JOST et al. in Vorb.).

m₃ St.-Gallen-Formation

Sandsteinabfolge («obere Sandsteinzone» BÜCHI 1957)

Die Basis der St.-Gallen-Formation bildet häufig ein lokaler, grobkörniger, teilweise kiesiger Sandstein, gelegentlich auch ein Konglomerat, der Staffelbach-Grobsandstein (Fig. 4). Die Sedimentabfolge im Hangenden besteht aus zumeist grauem bis beige, weicherem und hartem, Glaukonit führendem Sandstein mit wenigen alpinen Geröllschnüren und oft massenhaft auftretenden, plattigen, grauen Schlammsteingeröllen. Zahlreiche graue, z.T. auch gelblich-braune Siltsteinlagen sind zwischengelagert. Selten schaltet sich auch dunkelgrauer, horizontal laminiertes siltiger Feinsandstein ein. Im gröberen Sandstein befinden sich immer wieder umgelagerte, stark verwitterte inkohlte und pyritisierte Holzreste. Darüber folgt die gelegentlich fehlende, lokal aber auch sehr mächtige Quarzitnagelfluh, in deren unmittelbarem Liegenden vermehrt alpine Gerölle und plattige, gelbliche Schlammsteingerölle im Sandstein auftreten. Im stratigraphisch höchsten Abschnitt der St.-Gallen-Formation (d.h. oberhalb der Quarzitnagelfluh, wo vorhanden) herrscht gelblich-brauner Sandstein mit einzelnen alpinen Geröllschnüren und Schlammsteingeröllen vor, der ausserdem oft grosse Mengen von Bryozoen-trümmern enthält. Charakteristisch sind Knauerlagen im Sandstein. In dieser Sandsteinabfolge sind lokal limnische Sedimente eingelagert.

Eine genaue Datierung des Staffelbach-Grobsandsteins mithilfe von Kleinsäugerzähnen ist aufgrund seiner starken Aufarbeitung problematisch. Die wenigen Funde von Kleinsäugerzähnen aus dem höheren Teil der St.-Gallen-Formation im Gebiet der Blätter Schöftland und Langenthal sind hingegen mit MN4a oder MN4b zu datieren. Die wichtigste Fossilfundstelle aus dieser Schichtabfolge ist Dürrenäsch-Stalten (s. Anh. A), die mit MN4b datiert werden kann (D. Kälin, mündl. Mitt.). Wenige Funde von Kleinsäugerzähnen in den Bryozoen führenden Sandsteinen deuten ebenso auf ein MN4b-Alter hin wie die reichen Kleinsäugerfaunen des limnischen Horizonts.

Die Mächtigkeit der St.-Gallen-Formation ist im Gebiet von Blatt Schöftland schwierig zu ermitteln, da der Kontakt zur nachfolgenden OSM nirgends abgeschlossen ist. Sie bewegt sich im Nordosten um 80 m und nimmt gegen Süden bis auf rund 200 m deutlich zu (Taf. I). Im Südosten kann die Mächtigkeit aufgrund

der Aufschlussverhältnisse und der weit verbreiteten Quartärsedimente nur grob geschätzt werden. Typische Aufschlüsse von Sandsteinen der St.-Gallen-Formation finden sich unter anderem an folgenden Lokalitäten:

- Uerkheim (643.300/239.560/500; 644.450/238.575/520), Zofingen (640.960/238.025/580), Wikon (641.300/234.960/575; 640.400/235.150/600), Reiden (640.850/231.750/580 sowie entlang des Wegs oberhalb Höchflue Richtung Erdwall Gaittschflüeli, 638.300/ 231.750/595), Dagmersellen (640.025/230.200/565; 642.550/231.225/570; 642.675/231.325/585; 642.750/231.425/610), Bottenwil (641.400/237.050/595; 642.800/237.875/580), Schöffland (647.500/240.125/560–570), Staffelbach (643.900/236.500/590) Kirchleerau (647.850/236.525/545; 647.400/236.500/570), Kirchrued (649.725/237.020/520), Schmiedrued (650.250/235.380/580) und Triengen im Profil Teuffegrabe (648.050/233.900/560; 648.050/233.900/570; vgl. Taf. II).
- Aufschlüsse von bryozoenrümmerreichem Sandstein aus dem oberen Teil der St.-Gallen-Formation finden sich bei Reiden (642.725/231.800/660), Dagmersellen (644.325/231.275/670), Schöffland (648.500/239.900/615), Unterkulm (649.300/240.225/580), Oberkulm (651.875/240.025/530; 650.680/238.100/560; 651.010/238.775/540; 652.025/237.575/550), Schmiedrued (649.475/236.025/600; 651.200/236.375/585; 649.950/235.225/600; vgl. Taf. II) und Gontenschwil (652.825/236.150/560).

Staffelbach-Grobsandstein

Beim Staffelbach-Grobsandstein (Fig. 4) handelt es sich um einen grobkörnigen, locker gelagerten bis harten Sandstein mit zahlreichen alpinen Geröllen und Schlammsteingeröllen. Er ist lokal als Konglomerat ausgebildet. Er liegt entweder direkt auf dem Safenwil-Muschelsandstein oder über dazwischen geschaltetem, graue, plattige Ton-/Siltsteingerölle führendem Sandstein. Häufigste Gerölle sind grüne Quarzite – eigentlich Arkosen mit chloritisch-serizitischer Matrix –, die aus dem Verrucano stammen dürften. Sie sind das distale Äquivalent der Schöpferegg-Nagelfluh und somit Teil der Napf-Schüttung (MATTER 1964). In seiner typischen Ausbildung ist der Staffelbach-Grobsandstein wenige Zentimeter bis rund 3 m mächtig. Lokal kann er aber auch fehlen oder atypisch ausgebildet sein.

Die wenigen Kleinsäugerzahnfunde aus dem Staffelbach-Grobsandstein von Atlasblatt Schöffland deuten auf ein Maximalalter von MN3b oder MN4a (Staffelbach-Lochmatt; s. Anh. A). Wichtigster Beleg ist der Zahnfund eines Elefantenartigen (Proboscidea) von Staffelbach, da aus Europa keine Funde älter als MN3b bekannt sind. Gute Lokalitäten für Aufschlüsse des Staffelbach-Grobsandsteins befinden sich bei:

- Safenwil (640.525/239.975/580; 641.300/240.350/570; 642.625/240.850/580), Kölliken (643.875/240.250/500), Uerkheim (643.225/239.540/490; 644.025/239.460/500; 644.400/238.600/510), Zofingen (639.800/238.150/580; 641.020/238.175/560), Reiden (641.175/232.650/545; 638.650/231.550/560; 642.100/231.825/550), Dagmersellen (641.650/231.100/550; 642.225/231.150/550; 640.050/230.200/550; 641.225/231.375/550; 641.925/230.250/540), Staffelbach (645.175/237.000/540), Hirschtal (648.500/240.650/550; 648.525/240.675/550), Schöffland (646.525/238.300–238.350/500) und Triengen im Profil Teuffegrabe (647.775/233.890/535; vgl. Taf. II).

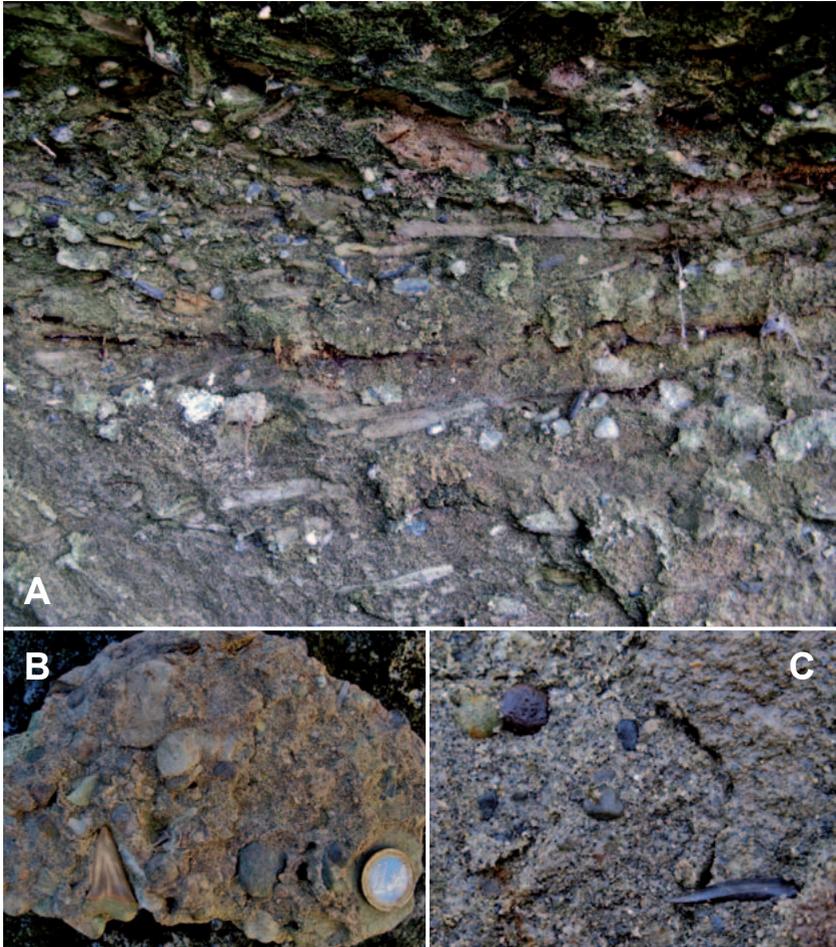


Fig. 4: Staffelbach-Grobsandstein (A) mit zahlreichen alpinen Geröllen und Schlammsteingeröllen im Aufschluss von Kirchleerau-Nack (Koord. 647.150/236.500, 515 m ü. M.), Bildbreite ca. 1 m; (B) Handstück der konglomeratischen Ausbildung mit Selachierzahn von der Referenzlokalität Staffelbach-Böl (Koord. 645.450/236.950, 540 m ü. M.) und (C) als kiesiger Sandstein ebenfalls mit Selachierzahn an der Lokalität Oberentfelden-Schornig (Blatt Aarau, Koord. 647.500/244.500, 560 m ü. M.), Bildbreite ca. 6 cm. Fotos J. Jost, 2008, 2009.

- Staffelbach-Grobsandstein in konglomeratischer Ausbildung ist an folgenden Orten aufgeschlossen: Referenzlokalität Staffelbach-Böi (645.275/236.925 – 645.450/236.950/540) und Kirchleerau-Nack (647.150/236.500/515).

Quarzitnagelfluh

Die Quarzitnagelfluh setzt sich aus einzelnen oder mehreren amalgamierten, meist sehr schlecht sortierten, sandig gebundenen, massigen Konglomeratlagen zusammen, die z.T. von gelblich-grauem, teils knauerigem, häufig Gerölle führendem Sandstein unterbrochen sind. Gelegentlich ist grossmassstäbliche Schrägschichtung zu erkennen und selten enthält die Quarzitnagelfluh Austern. Die Gerölle erreichen Durchmesser von wenigen Zentimetern bis 35 cm – nach NIGGLI (1913) am Fuchsloch südlich Safenwil sogar bis 50 cm – und sind in ihrer Zusammensetzung mit dem konglomeratischen Typ des Staffelbach-Grobsandsteins vergleichbar. Die Quarzitnagelfluh variiert sehr stark in ihrer Mächtigkeit und kann stellenweise sogar ganz fehlen. Einzelne Konglomeratlagen sind 1–5 m mächtig, im Profil Teuffegrabe (Koord. ca. 648.250/233.800, vgl. Taf. II) erreichen die amalgamierten Konglomeratlagen Mächtigkeiten von 16–20 m, die über einen Bereich von rund 43 m, durch Sandsteinlagen getrennt, aufgeschlossen sind. Die Quarzitnagelfluh kann in Dürrenäsch-Stalten (Koord. 653.750/241.440, 520 m ü.M.), wo sie als Gerölle führender Knauersandstein vorliegt, mit MN4b datiert werden. Schöne Aufschlüsse finden sich an folgenden Lokalitäten:

- Zofingen (640.625/239.725/630; 641.800/238.900/580; 640.650/237.950/640), Uerkheim (643.500/238.925/550), Wiliberg (643.625/235.375/610–620), Wikon (640.500/235.225/630; 641.400/235.025/620), Reiden (642.500/231.750/590–605), Dagmersellen (641.850/231.250/610), Reitnau (643.800/233.675/570–590), Teufenthal (652.600/241.900/530), Unterkulm (650.025/240.275/530), Oberkulm (651.200/238.720/500), Schlossrued (648.990/238.750/530), Schmiedrued (650.800/236.375/540; 650.700/236.000/560; 650.225/235.370/585) und Kirchleerau (647.825/236.625/590).
- Austern führende Quarzitnagelfluh befindet sich bei Schöffland (648.375/239.900/585), Schlossrued (649.850/237.500/520–530) und Reiden (642.725/231.800/600).

Limnischer Horizont

Ein limnischer Horizont ist an verschiedenen Orten im Gebiet von Blatt Schöffland aufgeschlossen, jedoch stets in vergleichbarer stratigraphischer Position. Es treten sehr starke Unterschiede in der lithologischen und faziellen Ausprägung auf. An der Referenzlokalität Mauensee (Atlasblatt 83 Sursee; REICHENBACHER et al. 2005, JOST et al. 2006) liegen die Sedimente stark mergelig bis kalkig vor. Im Gebiet von Atlasblatt Schöffland ist der Einschub bei Schmiedrued (Koord. 650.720/235.410, 600 m ü.M.) und Gontenschwil (Fig. 5; Koord. 653.025/235.800, 545 m ü.M.) als rein limnischer, mergelig-feindetritischer Horizont mit reicher Otolithenfauna ausgebildet. Bei den meisten Lokalitäten handelt es sich je-



Fig. 5: Dach des limnischen Horizonts bei Gontenschwil-Hübel (Koord. 653.025/235.800, 545 m ü. M.). Der limnische Horizont liegt hier als dunkelgrauer tonig-feinsandiger Mergel im Bachanschnitt vor und wird scharf vom hangenden Sandstein begrenzt. Der Bildausschnitt ist ca. 20 cm breit. Foto J. Jost, 2010.

doch um Aufarbeitungslagen z.T. mit alpinen Geröllen sowie sehr vielen Schlammsteingeröllen. Gelegentlich präsenste Calicheknöllchen deuten auf zeitweilige Bodenbildung. Die Sedimente des limnischen Horizonts sind meist leicht marin beeinflusst. Anhand von Kleinsäugerzähnen kann er mit MN 4b datiert werden. Aufschlüsse finden sich bei:

- Gontenschwil (653.300–653.400/241.850/560–570), Unterkulm (649.575/240.300/575) und Schmiedruef (649.475/236.100/590; 649.485/236.050/595; 650.750/236.375/575; 651.100/236.425/570).

Fossilien und Paläoökologie

Staffelbach-Grobsandstein: Im Staffelbach-Grobsandstein findet sich eine sehr reiche Selachierfauna (mindestens 50 Hai- und 15 Rochenarten); auch die Knochenfischarten nehmen gegenüber dem Safenwil-Muschelsandstein markant zu. In wenigen Kilogramm Material sind oft Hunderte kleiner Selachier- und Knochenfischzähne zu finden. Es kommen nun – neben den bereits im Safenwil-Muschelsandstein vorhandenen Gattungen – neue dazu, die tieferes Wasser bevorzugen: unter anderem Kobold- oder Nasenhai (*Mitsukurina*), Krokodilshai (*Pseudocarcharias*), Schildzahnhai (*Odontaspis*), der ausgestorbene Kammzähnerhai *Paraheptranschias* sowie Dornhaiarten (*Centrophorus*, *Deania*, *Isistius*). Regelmässig sind auch Zähne mehrerer Delphinarten zu finden sowie an einigen Fundstellen immer noch massenhaft Trümmer von irregulären Seeigeln (*Scutella* sp.).

Die Paläoökologie des Staffelbach-Grobsandsteins zeichnet ein erstaunlich vielfältiges Bild. Einerseits sind immer noch Flachwasser liebende Selachierarten des Safenwil-Muschelsandsteins vertreten, andererseits kommen zahlreiche neue Formen vor, die in tieferem Wasser leben. Eine Rekonstruktion der Verhältnisse ist dadurch schwierig. Ein tieferer, offenmariner Ablagerungsraum scheint jedoch wahrscheinlich, da flachmarine Arten durch Transport und Umlagerung leichter in tiefes Wasser gelangen können als umgekehrt. Neben gut erhaltenen Zähnen sind auch zahlreiche stark gerollte Exemplare zu finden, die auf Umlagerung und Transport hindeuten. Möglicherweise haben zu Beginn der Ablagerung der St.-Gallen-Formation grössere Aufarbeitungsprozesse stattgefunden. Zudem könnten auch Schichtlücken infolge Erosion oder verminderte Sedimentzufuhr eine Rolle gespielt haben.

Sandsteinabfolge («obere Sandsteinzone» BÜCHI 1957): In den Sandsteinen der St.-Gallen-Formation gibt es im Hangenden des Staffelbach-Grobsandsteins mehrere bedeutende Fossilfundstellen. Die Lokalitäten belegen eine sehr vielfältige Selachierfauna mit mindestens 50 Hai- und gut 15 Rochenarten. Es dominieren Formen, die im Staffelbach-Grobsandstein erstmals aufgetreten sind und tieferes Wasser bevorzugen. Seltene Gattungen, die noch dazu kommen, sind z.B. der Teufelsrochen (*Mobula*), und sogar der Walhai (*Rhincodon*) ist aus dem tieferen Teil der St.-Gallen-Formation nachgewiesen. Gegen die Quarzitnagelfluh im Hangenden zu werden die hochmarinen Formen wieder seltener. Vereinzelt findet man Mollusken, v.a. grosse Austern. Es treten keine Trümmer von irregulären Seeigeln (*Scutella* sp.) mehr auf.

Die Selachierfauna zeigt die ausgeprägtesten offenmarinen Verhältnisse und grössten Wassertiefen während der Ablagerung der gesamten OMM an. Walhaie wie auch Teufelsrochen sind Planktonfresser – es muss also ein grosses Futterangebot für diese Tiere gegeben haben. Zudem leben Teufelsrochen und Walhaie in subtropischen bis tropischen Gewässern, der Walhai z.B. bevorzugt eine Wasser-

temperatur von 21–25 °C. Viele der in der Sandsteinabfolge der St.-Gallen-Formation dominierenden Arten leben heute in Meerestiefen von deutlich mehr als 50 m. Aufgrund der Fauna kann von Wassertiefen um 100 m ausgegangen werden. Die Fossilien sind meist sehr gut erhalten und selten gerollt. Gegen die Quarzitnagelfluh im Hangenden zu zeigen die Faunen eine allmähliche Verringerung der Wassertiefe an. Viele Zähne sind deutlich gerollt, es scheint wieder eine vermehrte Energiezufuhr durch Strömung und Wellenbewegung gegeben zu haben.

Quarzitnagelfluh: In den sandigen Partien zwischen der Quarzitnagelfluh sind selten Selachierzähne zu finden, die auf Flachwasser hindeuten. An einzelnen Lokalitäten treten zudem gehäuft Austernreste auf. Zusätzlich sind eingeschwemmte Süsswasserfischzähne und selten Kleinsäugerzähne zu finden, häufig auch Schwemmholzreste.

Die oberen Partien der St.-Gallen-Formation sind charakterisiert durch sehr grosse Mengen von Bryozoenrümern. Da Süsswasserformen keine Kalkskelette bilden, muss es sich um marine oder brackische Formen handeln. Selachierzähne hingegen sind selten; ihr Ablagerungsmilieu deutet dann auf sehr flaches Wasser hin. Häufig sind kleine Austern, oft sind auch Otolithen aus der Familie der Sciaenidae zu finden (B. Reichenbacher, mündl. Mitt.), seltener hingegen Einschwemmungen von Süsswasserfischzähnen, Kleinsäugerzähnen sowie Charophyten-Oogonien.

Vieles deutet darauf hin, dass weite Teile des Bryozoen führenden Sandsteins nicht mehr in rein marinem Milieu abgelagert wurden. Die Fossilien weisen auf mehr oder weniger brackische Verhältnisse hin. Wahrscheinlich herrschte in diesem verlandenden Rest des OMM-Meers ein häufiger Wechsel der Salinität.

Limnischer Horizont: In den feindetritischen Sedimenten des limnischen Horizonts ist eine rein limnische Fauna mit Einschwemmungen von Säuger- und Reptilienzähnen vorhanden (JOST et al. 2006), während in den sandigen Sedimenten selten auch marine Fossilien – meist Austern oder Selachierzähne – enthalten sind. Von Bedeutung sind ferner Kleinsäugerfunde von Nagetieren, v.a. Hamster, Schläfer- und Hörnchenarten, daneben Hasenartige sowie diverse Insektenfresser. Grosssäugerzähne (Hirschartige, Nashörner, Schweine sowie Elefantenartige) sind ebenfalls nachgewiesen, daneben kommen Reptilien- und Amphibienreste sowie Süsswasserfischzähne vor. Der limnische Einschub scheint eine ausgeprägt regressive Phase während der Ablagerung des Bryozoen führenden Sandsteins zu repräsentieren. Nach dessen Bildung führte eine letzte, schwache Transgression letztmals zu marin-brackischen Verhältnissen.

Zur Zeit der Bildung des limnischen Horizonts existierten lokal wahrscheinlich sehr unterschiedliche paläoökologische Verhältnisse. Während sich in manchen Gebieten kurzzeitig terrestrische Verhältnisse und Süsswasserseen entwickelten, herrschten andernorts weiterhin marin-brackische Verhältnisse vor. Es ist

anzunehmen, dass Fundorte mit gemischter Fauna (marin-fluviatil-limnisch-terrestrisch), z.B. im Profil Schmiedrue-d-Schlyfferhübel (Taf. II), durch Extremereignisse, wie beispielsweise Sturmfluten, entstanden.

Obere Süßwassermolasse (OSM)

m₄ OSM, undifferenziert

Braungrauer, glimmerreicher Sandstein mit rundlichen Knauern sowie heller bis schwarzer, selten auch bunter Siltstein, Tonstein und Mergel liegen im nördlichen Teil des Gebiets von Blatt Schöffland an der Basis der OSM (Burdigalien-Langhien). Gelegentlich sind zentimeter- bis dezimetermächtige hellgraue Süßwasserkalkbänke eingelagert, die oft sehr fossilreich sind und vor allem Molluskenschalen enthalten. Darüber schaltet sich vermehrt gröberer Sandstein ein, der kleine alpine Gerölle enthalten kann. Im jüngsten Anteil der OSM im Gebiet von Blatt Schöffland dominiert erneut Sandstein im Wechsel mit Silt- und Tonstein sowie Mergel und Süßwasserkalk (Fig. 6). Im südlichen Gebiet sind Fossilien führende Schichten seltener, die OSM-Sedimente können dort nicht weiter differenziert werden. Bei Bad Schwarzenberg sowie bei Ziegleren und im Gebiet Schiltwald werden zudem zentimeterdicke Kohlelagen beschrieben (MÜHLBERG 1910). Die Mächtigkeit der OSM kann nur grob geschätzt werden, da sie meist von quartären Lockergesteinen überlagert wird. Im Norden sind nicht viel mehr als ca. 50 m erhalten, während im Südosten des Gebiets von mindestens 175 m ausgegangen werden kann (Taf. I).

Die Fundstelle Schöffland-Im Lälli (s. Anh. A) liegt nahe der OSM-Basis und ist aufgrund der Kleinsäugerzähne und der Otolithenfauna einem sehr hohen MN 4b oder tiefen MN 5 zuzuordnen. Die basalen Süßwasserkalkbänke sind vermutlich zusammenhängend und die darin enthaltenen Kleinsäugerzähne wahrscheinlich bereits einem tiefen MN 5 zuzuordnen. Die Fundstelle Oberkulm-Sämlen ist schweizerische Referenzlokalität für tiefes MN 5 (vgl. KÄLIN & KEMPF 2009). Einige der beprobten Fundstellen im höchsten Bereich der OSM sind noch nicht eindeutig einstuftbar. Der jüngste Anteil der OSM im Gebiet von Blatt Schöffland ist mit jungem MN 5 belegt, die Untergrenze mit tiefem MN 5. Die Fundstellen Dürrenäsch-Höhenrain und Oberkulm-Felse repräsentieren die gleiche Schichtabfolge und sind als junges MN 5 datiert (KÄLIN & KEMPF 2009). Die Fundstelle Rickenbach-Booler wird auf Grund ihrer stratigraphischen Stellung hier zum jüngsten Bereich der OSM gerechnet, einstuftbare Fossilfunde fehlen jedoch. Neben den wichtigen, in Anhang A gelisteten Fossilfundstellen finden sich OSM-Aufschlüsse an folgenden Orten:

- Aus dem tiefsten Bereich der OSM: Süßwasserkalkbänke bei Schöffland (648.850/240.200/650) und Schlossrue-d (648.900/239.125/625–648.800/239.325/630) sowie Mergel bei Unterkulm (649.750/239.100/615) und Schmiedrue-d (651.550/234.300/620–635).

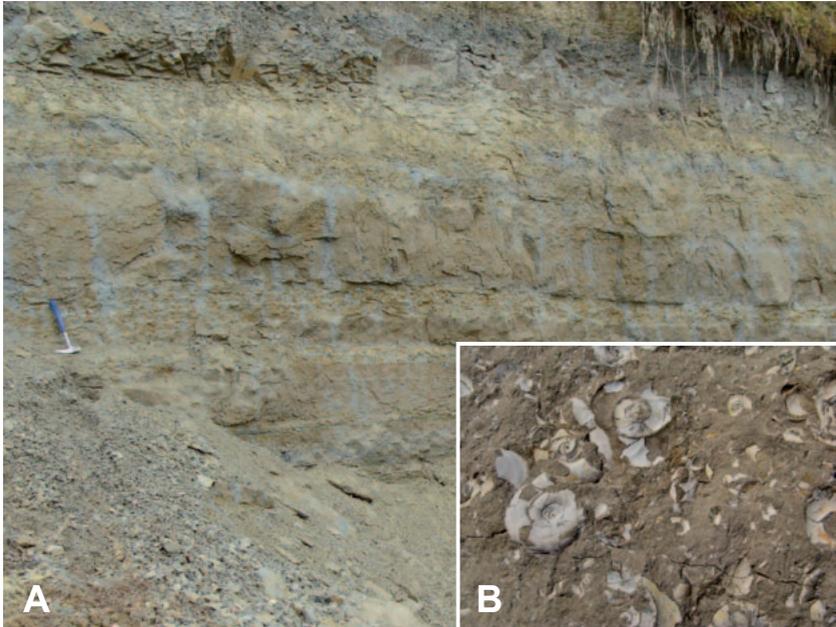


Fig. 6: (A) Aufschlusswand der Tongrube Im Lätte (Koord. ca. 644.800/230.800) mit gelbbraun-grauem, selten violett geflecktem Ton- und Schlammstein der OSM mit deutlichen vertikalen Wurzelspuren. Gelegentlich treten dunkelgraue massige Lagen auf (oberer Bildrand). Foto O. Kempf, 2011. (B) Fossilreicher Süsswasserkalk bei Gontenschwil-Sagenbach (Koord. ca. 652.950/234.100, 605 m ü. M.), Bildbreite ist ca. 10 cm. Foto J. Jost, 2012.

- Aus dem höheren Teil der OSM: Süsswasserkalkbänke bei Schlossrued (650.400/237.900/610), Gontenschwil (652.075/236.575/635; 653.075/235.175/645) und Kulmerau (649.700/234.075/710; 650.025/233.575/700), wo gleichzeitig wichtige Otolithenfundstellen vorliegen. Eine dünne Kohlelage findet sich bei Bad Schwarzenberg (Koord. 652.815/234.300/645).
- In den höchsten im Gebiet von Blatt Schöfifland erreichten OSM-Schichten: Süsswasserkalkbänke bei Oberkulm (653.175/240.325/690), Dürrenäsch (653.300/ 240.575/625, neben Kleinsägern noch wichtige Otolithenfundstelle), Schmiedrued (651.650/234.725/700; 652.025/234.000/670), Gontenschwil (652.825/234.175/630, zugleich wichtige Otolithenfundstelle; 652.950/234.100–234.150/605, Fig. 6; 652.225/234.475/680; 653.475/233.550/695) und Rickenbach (652.400/232.750/670). Sandstein bei Schmiedrued (651.500/234.825/710; 651.875/234.150/690; 652.050/234.025/675), Dagmersellen (643.125/230.450/660) und Gontenschwil (652.150/234.650/690), und Mergel bei Oberkulm (653.175/240.325/690), Rickenbach (652.400/232.750/670) und im südwestlichen Blattgebiet bei Dagmersellen (643.125/230.450/660; 644.225/230.550/720–735; 644.750/230.750/760).

Fossilien und Paläoökologie

In den tiefsten Bereichen der OSM liefert die Fundstelle Schöftland - Im Lälli neben Kleinsäuger- und Reptilienzähnen auch Otolithen, Charophyten und Mollusken. Die Süßwasserkalkbänke sind reich an Molluskenschalen, zudem sind im z.T. schlämbaren Süßwasserkalk von Oberkulm-Schmalzhof (Koord. 649.750/239.400, 610 m ü.M.) Otolithen und selten Kleinsäugerzähne zu finden. Mit Beginn der OSM zog sich das Meer endgültig aus dem Molassebecken zurück. Das Alpenvorland wurde nun wieder von Flüssen durchzogen, und es kam zur Bildung von Sümpfen und Teichen in den Überschwemmungsebenen. Süßwasserkalklagen belegen, dass auch über längere Zeit hinweg Seen existierten.

Aus dem darüberliegenden Bereich der OSM liegen zahlreiche Fundstellen mit Kleinsäugerzähnen, Otolithen, Fischzähnen, Reptilienzähnen sowie Eierschalenbruchstücken von Reptilien und Charophyten vor. Die Kleinsäuger- und Fischfaunen dieser Fundstellen sind immer sehr ähnlich zusammengesetzt. Neben Knauersandstein sind mergeliger Silt- und Tonstein mit einzelnen Süßwasserkalkbänken häufig. Die Ablagerungsverhältnisse entsprechen denen einer Flussebene mit wiederkehrenden Überschwemmungen der Talauen und gelegentlicher Seebildung.

Aus dem jüngsten Bereich der OSM im Gebiet von Blatt Schöftland liegen bisher nur wenige Fossilfundstellen vor. Die Fundstellen Dürrenäsch-Höhenrain und Oberkulm-Felse sind mit zahlreichen Fisch- und Reptilienarten sowie Kleinsäugerzähnen und Mollusken extrem fossilreich. Die Fischfauna im Mergel dominieren Arten, die stehende Gewässer bevorzugen. Der Mergel geht in eine mächtige Süßwasserkalklage über, die auf Seebildung hinweist. Teils alpine Gerölle führender Knauersandstein tritt nun häufiger in Erscheinung als in den darunter liegenden Sedimenten, Süßwasserkalkbänke kommen weiterhin vor. Rinnenablagungen von Flüssen dominieren diesen obersten Bereich, was möglicherweise auf erhöhte Schüttung und vermehrte Umlagerung von Sediment zurückgeführt werden kann.

QUARTÄR

Mit der Ratifizierung durch das Committee of the International Union of Geological Sciences (IUGS) im Juni 2009 wurde der Beginn des Quartärs (und damit des Pleistozäns) im GSSP (Global Stratotype Section and Point) am Monte San Nicola auf Sizilien mit dem Beginn des Gelasien und somit bei 2,58 Ma festgelegt (GIBBARD et al. 2010). Die Grenze zwischen Frühem und Mittlerem Pleistozän wurde anhand der Grenze zwischen den magnetostratigraphischen Chrons Matuyama und Brunhes festgelegt (RICHMOND 1996), welche bei 0,78 Ma liegt (GIBBARD & COHEN 2008). Die Ablagerungen des Frühen Pleistozäns entstammen demnach dem dominant invers polarisierten Matuyama-Chron, diejenigen des Mittleren und Späten Pleistozäns dem generell normal polarisierten Brunhes-Chron. Die Grenze zwischen Mittlerem und Spätem Pleistozän wird mit der Basis des Eem-Interglazials definiert (GIBBARD 2003, GIBBARD & COHEN 2008), welche mit der Basis von MIS 5e (MIS = Marine Isotope Stage) der Sauerstoffisotopenkurve der marinen Mikrofossilien ungefähr übereinstimmt (ca. 128 ka, MUHS 2004). Für die Schweiz kann dies mit dem Beginn des Gondiswil-Interglazials gleich gesetzt werden, das gemäss WEGMÜLLER (1992) dem Eem des nordischen Vergletscherungsgebiets entspricht. Die Grenze zwischen Pleistozän und Holozän wird heute mit dem Ende der Jüngeren Dryas festgelegt, was einem unkalibrierten ^{14}C -Alter von 10 ka bzw. 11,5 ka BP (Kalenderjahre) entspricht.

Die früher praktisch rein morphostratigraphische Gliederung der eiszeitlichen Ablagerungen der Nordschweiz (in Anlehnung an PENCK & BRÜCKNER 1901–1909) konnte in den letzten Jahrzehnten durch eine lithostratigraphische Sichtweise wesentlich erweitert werden (vgl. GRAF 1993, 2009a, b; SCHLÜCHTER 2010). Zwar haben die der Morphostratigraphie zugrunde liegenden Überlegungen zu Erosions-Akkumulations-Vorgängen weiterhin eine Bedeutung, indem die während bedeutenden Erosionsphasen gebildeten Diskontinuitätsflächen als regionale Korrelationshorizonte betrachtet werden können. Die Grobgliederung der eiszeitlichen Ablagerungen in den vorliegenden Erläuterungen basiert denn auch auf der geomorphologischen Gliederung (Fig. 7). Die Feingliederung erfolgt dann aber anhand von lokalen lithostratigraphischen Befunden und Interpretationen. Das Vorgehen dazu ist in GRAF (2009a) und GRAF & BURKHALTER (in Vorb.) beschrieben.

Um die eiszeitlichen Ablagerungen von Blatt Schöftland stratigraphisch und landschaftsgeschichtlich einzuordnen, wird für die früh-, mittel- und spätpleistozänen Ablagerungen jeweils in einem einleitenden Kapitel der Kontext der bisherigen Kenntnisse der Eiszeitgliederung in der Nordschweiz aufgezeigt.

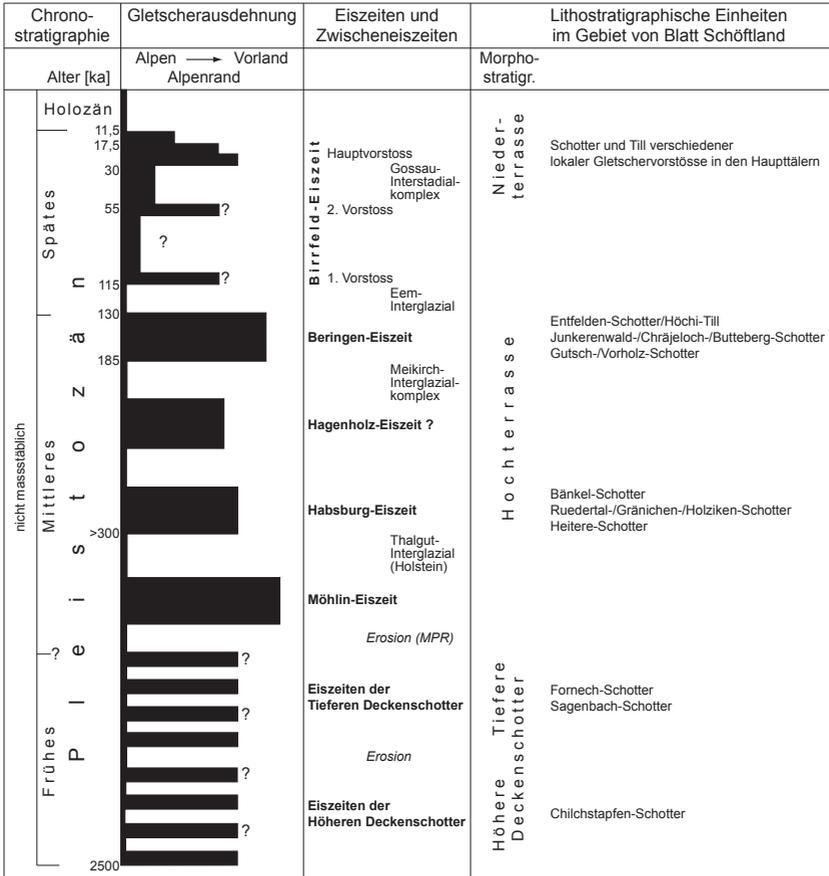


Fig. 7: Stratigraphisches Schema der Vergletscherungsgeschichte in der Schweiz (PREUSSER et al. 2011). Nach KELLER & KRAYSS (2010) könnte die Hagenholz-Eiszeit auch einer frühen Phase der Beringen-Eiszeit entsprechen. MPR - Mittelpleistozäne Reorganisation.

Pleistozän

Frühes Pleistozän

Stratigraphie der Deckenschotter in der Nordschweiz

Das Gebiet zwischen dem Aaretal unterhalb von Wildegg, der Lägern-Struktur, dem unteren Thurtal, dem Randen und dem Hegau bis zum Bodensee ist das Hauptverbreitungsgebiet von frühpleistozänen Flussablagerungen, den Deckenschottern. Es handelt sich dabei mehrheitlich um glazifluviatile Schotter. Sie können in zwei morphostratigraphische Einheiten gegliedert werden, welche sich in der Höhenlage von Basis und Oberkante deutlich unterscheiden.

Lithostratigraphisch können sowohl Höhere als auch Tiefere Deckenschotter in mehrere Einheiten gegliedert werden (vgl. Fig. 7), die einander zum Teil überlagern oder in einander eingeschnitten sind. Bei den Höheren Deckenschottern können an der Lokalität Irchel vier eiszeitliche und eine warmzeitliche Einheit unterschieden werden, während die Tieferen Deckenschotter entlang dem Rhein zwischen Eglisau und Zurzach sowie im unteren Aaretal in drei Einheiten zu gliedern sind (GRAF 1993). Im Gebiet Bodensee-Klettgau kommt eine weitere, jüngste Einheit dazu (GRAF 2009b).

Abgrenzung der Deckenschotter von Blatt Schöffland

Hochgelegene glazifluviatile Schotter, die als Ablagerungen von früheren Flusssystemen gedeutet werden können, kommen im Gebiet von Blatt Schöffland und im östlich angrenzenden Gebiet von Blatt Hitzkirch zwischen Suhre- und Wynetal sowie zwischen Wyne- und Seetal vor. Im Vergleich zur Kartierung von MÜHLBERG (1910) sind die auf der jetzigen Karte angegebenen Gebiete mit Deckenschottern wesentlich kleiner (s. a. KOPP 1962). Die dort relativ weit verbreiteten Ablagerungen von schlecht gerundeten und schlecht sortierten Schottern werden neu als randglaziale Ablagerungen des Mittelpleistozäns gedeutet (s. u.). Diese Ablagerungen gehen auf ein eisrandnahes Milieu zurück und könnten prinzipiell auch als proximale Fazies der glazifluviatilen Deckenschotter gedeutet werden. Gegen eine solche Deutung spricht jedoch einerseits ihre Geröllpetrographie, welche deutliche Unterschiede zu den Deckenschottern aufzeigt (s. Abschnitt Geröllpetrographie der pleistozänen Schotter und Tille), und andererseits ihre im Vergleich mit den Deckenschottern deutlich geringere Verwitterung. Folglich werden jene Schotter, die nicht eindeutig den frühpleistozänen Deckenschottern zugewiesen werden können, als mittelpleistozäne Schotter ausgeschieden.

*Höhere Deckenschotter***q_{HDC} Chilchstapfen-Schotter**

Der Chilchstapfen-Schotter ist auf der nördlichen Seite des Stierenbergs verbreitet (Koord. ca. 653.8/233.0). Aufschlüsse finden sich zwischen Chanzel und Erle. Es handelt sich um stark verkitteten glazifluviatilen Schotter, dessen Mächtigkeit auf ca. 15–20 m geschätzt werden kann. Unterhalb der durch den Schotter gebildeten markanten Geländekante erstreckt sich ein ausgedehntes Rutschgebiet, welches darauf hindeutet, dass der Schotter auf schlecht durchlässigem Untergrund auflagert. Das im Schotter gesammelte Wasser hätte somit zum Verrutschen der Deckschichten geführt. Die Auflagerungshöhe des Schotters kann auf rund 785 m ü. M. geschätzt werden.

Der Chilchstapfen-Schotter ist im Vergleich zu den übrigen pleistozänen Sedimenten des Gebiets auffällig reich an Kristallin- und Quarzgeröllen. Dies gilt auch für den Schotter des weiter nordöstlich gelegenen Guggelibergs bei Birrwil (Blatt Hitzkirch, Koord. 656.600/237.650). Geröllpetrographisch gehört dieser Schotter dem Aare-Rhone-Gletschersystem an (vgl. Fig. 11, 12). Dies ist angesichts seiner geographischen Position überraschend. Eine Zugehörigkeit zum Reuss-Gletschersystem, wie die jüngeren Ablagerungen im Osten des Blattgebiets, wäre viel eher zu erwarten. Dieser Umstand könnte darauf hinweisen, dass das frühpleistozäne Entwässerungssystem so angelegt war, dass Geröllmaterial aus dem Raum Aaretal-Napf wesentlich weiter südlich nach NE transportiert wurde als in späteren Phasen.

*Tiefere Deckenschotter***q_{TDF} Fornech-Schotter**

Auf dem Höhenzug der Fornech nordwestlich von Unterkulm (Koord. ca. 650.000/241.500) liegt verkitteter glazifluviatiler Schotter auf etwa 570 m ü. M. den Sedimenten der OMM auf und bildet Felswände. Er hing ursprünglich mit den weiter nördlich, im Gebiet von Blatt Aarau liegenden Vorkommen zusammen. Dort weist seine Basisfläche eine leichte Neigung gegen Osten auf, wobei die Höhenlage der Rinnenbasis grob auf etwa 540 m ü. M. abgeschätzt werden kann. Demnach lag die damalige Talachse vermutlich etwas östlich der heute noch erhaltenen Vorkommen. Bei diesem Schotter handelt es sich geröllpetrographisch um Ablagerungen des Reuss-Gletschersystems (vgl. Fig. 11, 12).

q_{TDS} Sagenbach-Schotter

Im Gebiet des Weilers Booter im Sagenbachtal kommt ein lokaler Schotter vor, der früher in mehreren Kiesgruben abgebaut wurde (Koord. ca. 652.7/232.9).

Mittlerweile findet kein Abbau mehr statt, und es existieren nur noch sehr wenige Aufschlüsse, die einen lageweise verkitteten glazifluviatilen Schotter zeigen. Es handelt sich um sandigen, feinanteilarmen Kies mit relativ schlecht gerundeten Komponenten bis Blockgrösse. Die Höhenlage der Schotterbasis kann nicht genau angegeben werden, anhand der kartierbaren Verbreitung dürfte sie auf unter 630 m ü.M. liegen. Die Schotteroberkante liegt auf mindestens 650 m ü.M. Die geomorphologische Position und die Isoliertheit des Sagenbach-Schotters macht seine stratigraphische Einstufung schwierig. Die Sedimentologie deutet auf Ablagerung in einem Gletschervorfeld, welches von der Höhenlage her in den Kontext der Tieferen Deckenschotter gehören könnte. Geröllpetrographisch unterscheidet er sich von den mittel- und spätpleistozänen Ablagerungen in seiner Umgebung (vgl. Fig. 11, 12), gehört also höchstwahrscheinlich nicht diesen Zeitabschnitten an. Somit ist er am ehesten als Tieferer Deckenschotter zu deuten.

Frühes – Mittleres Pleistozän

q_m Tiefgründig verwitterter Till oder Schotter, Geröllstreu

In den Felsgebieten ausserhalb der heutigen Täler sind hoch gelegene, lokal tiefgründig verwitterte, kiesige Lockergesteine verbreitet. Diese wurden früher pauschal als «Moränen der grössten Vergletscherung» (MÜHLBERG 1910) bzw. als «Moräne der grossen Eiszeit» (NIGGLI 1912, 1913) bezeichnet. Seitdem jedoch bekannt ist, dass die Nordschweiz mehrfach fast vollständig von Eis bedeckt war – sogar bereits zur Zeit der Ablagerung der Höheren und Tieferen Deckenschotter (GRAF 1993) – ist eine solch einfache Zuordnung nicht mehr gerechtfertigt. Ausserdem handelt es sich wahrscheinlich nicht bei allen Vorkommen wirklich um Gletschersedimente, sondern es könnten auch tiefgründig verwitterte fluviale Ablagerungen (z.T. nur noch in Form einer Geröllstreu erhalten) sowie gletschernah abgelagerte, heterogene Schotter vorkommen. Für das Gebiet von Blatt Schöftland erfolgte eine Abgrenzung dieser Einheit von jüngeren glazigenen Ablagerungen dann, wenn das betreffende Vorkommen keinen lithostratigraphischen Zusammenhang mit besser datierbaren Lockergesteinen (z.B. mit Schottern der Hochterrasse) aufweist und nicht tiefer liegt als die angenommene Basisfläche der Tieferen Deckenschotter, also unterhalb von ca. 540 m ü.M. Tiefer liegende Vorkommen können erst abgelagert worden sein, nachdem das Entwässerungssystem sich an der Wende vom Frühen zum Mittleren Pleistozän unter dieses Niveau abgesenkt hatte.

Mittleres Pleistozän

Wie oben erwähnt, dienen die Kenntnisse des Mittleren Pleistozäns der Nordschweiz als grobe Leitlinie für die Gliederung der entsprechenden Ablage-

rungen im Gebiet von Blatt Schöffland. Dies im Sinn der Identifikation von bedeutenden erdgeschichtlichen Ereignissen wie Vergletscherungen und regionalen Erosionsereignissen, die sich wegen ihrer grossräumigen Wirkung auch im Gebiet von Blatt Schöffland manifestiert haben dürften. Für die detaillierte Deutung der lokalen Verhältnisse sind jedoch die Befunde zum Aufbau der Sedimentabfolgen und der Morphologie der Felsoberfläche im hier besprochenen Gebiet massgebend.

Stratigraphie der mittelpleistozänen Ablagerungen in der Nordschweiz

Das Mittlere Pleistozän ist nach bisherigen Erkenntnissen der Zeitabschnitt mit den grössten Eisausdehnungen (Fig. 7). Nach GRAF (2009a), SCHLÜCHTER (2010) und PREUSSER et al. (2011) ist für diesen Zeitraum von mindestens drei Eiszeiten und zwei Interglazialen auszugehen. Die Interpretation der im Gebiet von Blatt Schöffland angegebenen mittelpleistozänen Ablagerungen basiert auf dem nachfolgend beschriebenen Modell der quartären Ablagerungen der Nordschweiz (sensu GRAF 2009a und PREUSSER et al. 2011) und auf geröllpetrographischen Untersuchungen (vgl. Fig. 11, 12).

Im Anschluss an die Entstehung der frühpleistozänen Tieferen Deckenschotter wurde das regionale Entwässerungsnetz des nördlichen schweizerischen Alpenvorlands markant abgesenkt. Dabei entstand zunächst ein fluviatiles Rinnensystem, von dem bisher allerdings nur zwei Elemente mit Sicherheit identifiziert werden konnten. Es handelt sich um die Klettgau-Rinne (ehem. Rheintal, Blätter 1031 Neunkirch und 1050 Zurzach) und um die Habsburg-Rinikerfeld-Rinne mit ihrer Fortsetzung im Ruckfeld und unteren Aaretal (ehem. Aaretal, Blätter 1070 Baden und 1050 Zurzach). Die beiden Rinnen vereinigten sich im Gebiet zwischen Klingnau und Leuggern im heutigen unteren Aaretal (GRAF 2009a).

Ein erster mittelpleistozäner Eisvorstoss fand während der Möhlin-Eiszeit statt (Fig. 7). Er ist anhand eines Tills (DICK et al. 1996) an der Basis der Schotter des Möhliner Felds belegt (Blatt 1048 Rheinfelden). Die anschliessende Habsburg-Eiszeit (nach PREUSSER et al. 2011) war verantwortlich für die Schüttung des bis zu 100 m mächtigen Habsburg-Schotters, welcher vom Gebiet der Habsburg (Blatt 1070 Baden) nach Westen mindestens bis ins Möhliner Feld verfolgt werden kann. Im südöstlich daran anschliessenden Birrfeld (Blätter 1070 Baden und 1090 Wohlen) entstand ein erstes glaziales Becken. Der nächste Eisvorstoss kann im Glattal am klarsten erkannt werden, wo er etwa bis nach Bassersdorf ins Gebiet Hagenholz reichte (Hagenholz-Eiszeit, GRAF 2009a). Er ist für die Schüttung von glazifluviatilen Schottern verantwortlich (u.a. die Aathal-Schotter) die mindestens bis ins Möhliner Feld verbreitet sind. Dort überlagern sie einen interglazialen Paläoboden, welcher sich auf den Schottern der Habsburg-Eiszeit entwickelte.

Nach einem weiteren Interglazial (dreigliedriges Interglazial von Meikirch, sog. «Meikirch-Komplex», vgl. PREUSSER & SCHLÜCHTER 2004) setzte eine neue Eiszeit ein (Beringen-Eiszeit), welche im distalen Bereich in zwei Vorstösse auf-

gegliedert werden kann (Löhningen- und Engiwald-Vorstoss). Das damalige Eis reichte im Rheintal mindestens bis Laufenburg. Damit war erneut die Entstehung von glazialen Becken verbunden. Der Rückzug der Gletscher gegen Ende dieser vorletzten Eiszeit (vgl. GRAF 2009a) war geprägt durch eine massive Erosionsphase, welche in der Nordschweiz die Rinnen der Niederterrassen schuf. Ein spätglazialer Wiedervorstoss der Gletscher bewirkte eine beträchtliche Aufschotterung dieser Rinnen (z. B. Schaffhausen-Schotter des Langwiesen-Vorstosses). Beim weiteren Eisrückzug wurden diese Ablagerungen wieder weitgehend erodiert.

Mit dem Beginn des Mittleren Pleistozäns erlangte das für die Eiszeitgeologie allgemein wichtige Element der glazialen Becken grosse Bedeutung. Ältere, d. h. frühpleistozäne glaziale Becken sind nur sehr selten erhalten geblieben, wie z. B. am Uetliberg (Blatt 1091 Zürich; GRAF & MÜLLER 1999) und am Schiener Berg (Blatt 1033 Steckborn; GRAF 2009b). Mehrere mittel- und spätpleistozäne Eisvorstösse hinterliessen solche Becken, die – je nach Gletscherposition – ineinander geschachtelt sein können.

Wesentlich für die Deutung der mittelpleistozänen Ablagerungen im Gebiet von Blatt Schöftland sind folgende Erkenntnisse:

- Die alpinen Gletscher überfuhren das Gebiet mindestens zwei Mal (Möhlin- und Beringen-Eiszeit).
- Die Gletscher der Habsburg- und der Beringen-Eiszeit schufen glaziale Becken.
- Es können zwei verschieden alte fluviatile Rinnensysteme unterschieden werden, wobei das ältere (vor Möhlin-Eiszeit) eine deutlich höher liegende Rinnenbasis aufweist als das jüngere (späte Beringen-Eiszeit).

Kenntnisstand im Gebiet von Blatt Schöftland

Die Verhältnisse im Gebiet von Blatt Schöftland sind, was die mittel- und spätpleistozänen Ablagerungen betrifft, ausgesprochen komplex. Es liegen zahlreiche Bohrinformationen vor (vgl. Taf. III), die jedoch über die Ablagerungen in mehr als ein paar Dekametern Tiefe nur selten Auskunft geben. Die Abgrenzung der hier als dem Mittleren Pleistozän angehörig ausgeschiedenen Ablagerungen jüngerer Einheiten (i. W. diejenigen der Beringen-Eiszeit) erfolgte dergestalt, dass räumlich ausserhalb der Verbreitung spätpleistozäner (letzteiszeitlicher) Ablagerungen vorkommende Lockergesteine als älter (mittelpleistozän) interpretiert wurden. Ihre Abgrenzung gegenüber frühpleistozänen Ablagerungen erwies sich – wie oben bereits dargestellt – als aussergewöhnlich schwierig, kommen doch im Gebiet von Blatt Schöftland eiszeitliche Schotterablagerungen aus dem Mittelpleistozän in Höhenlagen vor, welche üblicherweise von Sedimenten des Frühpleistozäns eingenommen werden, und dies zum Teil in unmittelbarer Nachbarschaft. Die betreffenden Einheiten inklusive der Gründe für ihre Abgrenzung von den Deckenschottern werden weiter unten beschrieben.

Ein wichtiges Kriterium für die stratigraphische Einstufung eiszeitlicher Schotter ist die Höhenlage ihrer Rinnenbasis. Gerade im Gebiet des Blattes Schöffland lassen sich diese aber im Allgemeinen schlecht erfassen, und es muss auf Annahmen abgestellt werden. Im Gebiet des nördlich anschliessenden Blattes Aarau (JORDAN et al. 2011) sind die Verhältnisse zum Teil klarer, weshalb für die Ablagerungen auf Blatt Schöffland immer wieder darauf Bezug genommen wird.

Im Gebiet von Blatt Schöffland finden sich glaziale Becken, welche dem Mittleren Pleistozän zugeordnet werden können. Sie sind allerdings nicht so ausgeprägt wie beispielsweise das Becken im Seetal mit mehreren hundert Metern Tiefe, und es liegen allgemein nur wenige Informationen über sie vor. In den Quartärfüllungen der Täler von Wyna und Suhre liegen ausserhalb der Endmoränen der Birrfeld-Eiszeit (Spätpleistozän), überdeckt von mächtigen Schottern, Seeablagerungen vor. Im Wynetal erstrecken sie sich bis in das Gebiet von Oberkulm (Bohrung bei Koord. 651.450/238.960; JÄCKLI AG 1979) und erreichen südlich von Oberkulm Mächtigkeiten bis gegen 65 m (Taf. IV, Profil 2). Im Suhretal sind solche feinkörnigen Ablagerungen im Raum unmittelbar vor dem Endmoränenwall bei Staffelbach feststellbar (Bohrungen bei Koord. 645.990/236.825, MBN AG 1996, und 645.695/237.481, 3 B 1988).

HABSBURG-EISZEIT

q_{sHe} Heitere-Schotter

Das auf der Karte bei Zofingen als Heitere-Schotter ausgeschiedene Schottervorkommen kann anhand von Aufschlüssen nur schwer erfasst werden. Es reicht bei einer Oberkante um 510 m ü. M. bis unter 470 m ü. M. hinunter. Auf Grund seiner Höhenlage und talrandlichen Position wird es hier als Äquivalent der anderen Schotter der Habsburg-Eiszeit betrachtet. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es sich um eine Vorstoss- oder randglaziale Bildung der nachfolgenden Beringen-Eiszeit handelt und evtl. ein Äquivalent des Gutsch-Schotters darstellt (s.u.).

q_{sHo} Holziken-Schotter

q_{sGr} Gränichen-Schotter

q_{sRu} Ruedertal-Schotter

Die hier behandelten Schotter liegen in talrandlichen Positionen und lagern nach heutigen Kenntnissen direkt dem Molassefels auf. Im Allgemeinen handelt es sich dabei um feinanteilarme Kiese mit Geröllen bis 20–30 cm Durchmesser. Sie weisen die für glazifluviale Schotter üblichen Sedimentstrukturen auf, also einander über kurze Distanz ablösende Schrägschichtungen (cut-and-fill) sowie über grössere Distanz verfolgbare horizontale Lagerung mit dachziegelartig einge-

regelten Geröllen. Sie bilden häufig verkittete Wände und klare Terrassenkanten. Der Gränichen-Schotter weist vor allem im südlichen Bereich in seinem Dach zahlreiche Blöcke und zum Teil eine durch Glazialtektonik gestörte Schichtung auf, was auf eine gletscherne Entstehung bzw. sogar eine zeitweilige Eispräsenz hindeutet.

Anhand dieser Vorkommen kann auf ein ehemaliges Talsystem geschlossen werden, welches dem heutigen bereits sehr ähnlich war. Kleinere Abweichungen können lokal festgestellt werden. So verläuft der Gränichen-Schotter (q_{sGr}) im Gebiet von Blatt Aarau, also in der nördlichen Fortsetzung der Vorkommen von Blatt Schöftland, in einer schmalen, westlich des heutigen Tals gelegenen Rinne. Der Ruedertal-Schotter (q_{sRu}) beschreibt am Sorehubel westlich von Schlossrued eine Windung gegen Westen – wenn man von einer Materialzufuhr aus dem heutigen Ruedertal ausgeht (eine alternative Deutung ist im Abschnitt Bänkel-Schotter weiter unten beschrieben). Das westlichste Vorkommen von Holziken-Schotter (q_{sHo}) bei Ghürst zeigt einen Talrand nördlich davon auf, indem dort die Molasse nach oben zieht.

Das Basisniveau dieser Schotter kann nur anhand von wenigen Aufschlüssen abgeschätzt werden. Die entsprechende Interpretation ist auf der Felsisohypsenkarte (Taf. III) dargestellt. Im Wynetal kann die Schotterbasis auf etwa 430 m ü.M. angenommen werden, bei einer Schotteroberkante um 510 m ü.M. Im Ruedertal liegt die Basis unterhalb von 490 m ü.M., bei einer Schotteroberkante auf ca. 520 m ü.M. Der Holziken-Schotter reicht unter 440 m ü.M. hinunter, bei einer Schotteroberkante auf etwas über 510 m ü.M. Die Mächtigkeit des Schotters kann also etwa 60–80 m betragen. Der Schotter besteht aus mit 20–25° gegen ESE einfallenden Deltaschichten (foreset beds), die durch gut geschichteten korngestützten Kies und Sand aufgebaut werden und vermutlich in einen Eisstausee geschüttet wurden (Profil Schöftland in DEHNERT et al. 2010).

Im Allgemeinen weisen diese Schotter ein Geröllspektrum auf, welches typisch für das Reuss-Gletschersystem ist (vgl. Fig. 11, 12). Sie sind sehr reich an kalkigen Geröllen – dunkelgraue und schwarze alpine Kalke sowie kieselige Kalke – und arm an Quarz- und Kristallingeröllen. Im Gebiet um Holziken enthalten die Schotter allerdings einen deutlich erhöhten Anteil an Quarzgeröllen (Quarzite, Gangquarze, Hornsteine), was als Einfluss des Aare-Rhone-Gletschersystems zu deuten ist. Am klarsten ist dies in der aufgelassenen Kiesgrube im Gebiet Ghürst fassbar, wo einzelne Lagen des Schotters ausschliesslich auf das Aare-Rhone-Gletschersystem zurückgehen. Möglicherweise deutet dies auf eine Materialzufuhr durch das Tal bei Oftringen/Kölliken hin, welche für den Entfelden-Schotter ebenfalls anzunehmen ist (s.u.).

Kiesgruben

- Holziken-Schotter (q_{sHo}) bei Ghürst W Holziken (644.700/241.500) und Hubel S Holziken (645.600/240.900, in Betrieb) sowie N bzw. S Hirschthal (646.600/241.700 bzw. 646.700/240.675).

- Gränichen-Schotter (q_{sGr}) bei Spitzacher N Unterkulm (650.550/241.300).
- Ruedertal-Schotter (q_{sRu}) bei Sorehubel NW Schlossrued (648.050/238.275).

$q_{sBä}$ **Bänkel-Schotter**

Der Bänkel-Schotter bildet ein isoliertes Vorkommen von glazifluvialtem Schotter in einem Nebental des Ruedertals südlich von Kirchrued. Es existieren nur im Südosten an einer Bachbiegung wenige Aufschlüsse, die einen verkitteten, blockigen Schotter zeigen. Die in der Karte angegebene Verbreitung wurde anhand von Topographie und Lesesteinen interpretiert.

Die Deutung dieser Ablagerung ist nicht eindeutig. Es kann sich um einen proximalen Anteil des Ruedertal-Schotters handeln. In diesem Fall könnte auf eine alte, heute verfüllte Rinne zwischen Bänkel und dem Gebiet Sorehubel geschlossen werden, die unter dem Gebiet Burg-Weidli-Haberberg hindurch verlaufen würde. Diese Variante würde das etwas unvermittelt erscheinende, breite Vorkommen des Ruedertal-Schotters westlich von Schmidrued erklären. Ebenfalls kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Rinne eine Fortsetzung im Südosten aufweist, die unter dem Gebiet von Eggschwil in Richtung Schmiedrued hindurch führt. Diese Rinne würde gesamthaft ein früheres, heute weitgehend wieder aufgefülltes Ruedertal beschreiben, das wenig südwestlich des heutigen verlief. Eine andere mögliche Deutung wäre, dass der Bänkel-Schotter eine Bildung im Zusammenhang mit dem Eisvorstoss der – jüngeren – Beringen-Eiszeit darstellt.

BERINGEN-EISZEIT

(Vorletzte Eiszeit)

Auf den Höhen zwischen Suhre- und Wynetal existieren ausgedehnte Vorkommen heterogener Schotter, die früher zum Teil als Deckenschotter aufgefasst wurden (s.o.). Im Gebiet von Blatt Schöftland wurden diese Ablagerungen in zwei Einheiten zusammengefasst, in den Gutsch-Schotter (inkl. Äquivalente) und in den Butteberg-Schotter (inkl. Äquivalente, s.u.). Die Ablagerungen beider Einheiten weisen Gemeinsamkeiten auf, auf Grund derer es wahrscheinlich ist, dass sie der Beringen-Eiszeit angehören. Sie sind an der Oberfläche relativ wenig verwittert und überlagern meistens direkt die Molasse, deren Obergrenze eine unregelmässige Topografie aufweist und somit eine alte Landschaft abbildet. Genetisch sind beide Einheiten als randglaziale Ablagerungen zu deuten, wobei der Butteberg-Schotter allgemein grobkörniger und schlechter gerundet ist. Des Weiteren gehört der Butteberg-Schotter geröllpetrographisch ausschliesslich dem Reuss-Gletschersystem an, während der Gutsch-Schotter auch einen Einfluss des Aare-Rhone-Gletschersystems anzeigt. Die Frage, welche der beiden Einheiten älter ist,

kann anhand der vorliegenden Informationen nicht abschliessend beantwortet werden. Ausgehend vom Modell vorstossender Gletscher, die sukzessive höher hinauf reichende Eisränder aufwiesen, wird der topographisch allgemein tiefer liegende Gutsch-Schotter als ältere Einheit betrachtet, während der tendenziell höher liegende Butteberg-Schotter demnach später abgelagert worden wäre.

q_{sVo} **Vorholz-Schotter**
 q_{sGu} **Gutsch-Schotter**

Auch auf den Höhen zwischen Suhre- und Ruedertal existieren ausgedehnte Vorkommen eines heterogenen Schotters, der von MÜHLBERG (1910) entweder als «Schotter der grössten Vergletscherung» oder als Tiefere Deckenschotter (z.B. Däxlihof, nordöstlich Schlossrued) bezeichnet wurde. Beispielhaft aufgeschlossen ist er in der ehemaligen, heute grösstenteils aufgefüllten Kiesgrube Gutsch westlich von Schiltwald. In der aktuell noch sichtbaren Wand weist der Gutsch-Schotter (q_{sGu}) neben horizontal geschichteten Einheiten grossformatige Schrägschichtungen unterschiedlicher Orientierung auf; ausgedehnte Sandablagerungen sind nicht selten. Gegen oben nehmen Blöcke zu, und es sind auch Bereiche mit gestörter Lagerung verbreitet. Letztere können wahrscheinlich als glazialtektonische Deformationen gedeutet werden (Fig. 8).

Die Kontaktfläche des Schotters zum Liegenden kann abschnittsweise sehr gut festgelegt werden. So zum Beispiel auf der Westseite des Homrig oberhalb von Kulmerau oder im Gebiet östlich des Frauenachers bei Eggswil. Grösstenteils ist der Kontakt jedoch von Hangschutt, Rutschmassen oder jüngeren glazigenen Ablagerungen verdeckt. Die Rekonstruktion der Felsoberfläche anhand von Aufschlüssen und Bohrungen, wie sie auf der Felsisohypsenkarte (Taf. III) dargestellt ist, ergibt ein unregelmässiges Relief. Eine einheitliche Rinnenstruktur ist nicht erkennbar. Der Gutsch-Schotter scheint eine präexistente hügelige Landschaft einzudecken. Die Mächtigkeit des Gutsch-Schotters ist wechselhaft, sein Maximum von etwa 100 m dürfte er im Gebiet Chaltbrunnebode südöstlich von Schöffland aufweisen. Die Basis reicht dort mindestens auf 500 m ü.M. hinunter, bei einer Oberkante um 600 m ü.M. Auf dem Homrig erreicht der Gutsch-Schotter eine Mächtigkeit von rund 80 m bei einer Untergrenze um 670 m ü.M. und einer Oberkante auf um 750 m ü.M. Die angegebenen Höhenwerte zeigen auch, dass der Gutsch-Schotter keine einheitliche Höhenlage aufweist, sondern im Süden deutlich höher liegt als im Norden.

Geröllpetrographisch stellt der Gutsch-Schotter eine Mischung aus Material des Aare-Rhone- und des Reuss-Gletschersystems dar. Während einige der untersuchten Proben eindeutig einem der beiden System zuzuordnen sind, dokumentieren andere eine Mischfazies (vgl. Fig. 11). Insgesamt ist der Gutsch-Schotter als randglaziale Ablagerungen im Interferenzbereich der beiden Gletschersysteme zu deuten.



Fig. 8: Aufschlusswand mit Gutsch-Schotter der ehemaligen Kiesgrube bei Schiltwald (Koord. ca. 650.350/234.075). Der Bildausschnitt zeigt etwa 3 m sehr heterogen zusammengesetzten Sand und Kies. Oben ist eine feinkiesige Sandlage zu erkennen, deren Deformation möglicherweise auf Glazialtektonik zurückgeht. Foto P. Hayoz, 2004.

In den Seitentälern im Westen und Südwesten von Langnau bei Reiden kommen Relikte eines eiszeitlichen Schotter vor, der als Vorholz-Schotter (q_{sVo}) bezeichnet wird. Von ihrer geomorphologischen Position her könnte es sich um Äquivalente des Gutsch-Schotter handeln. Seine Lage in diesen Seitentälern lässt eine Entstehung als Zuflusssystem zum Wiggertal nicht zu. Vielmehr dürfte er beim Eisvorstoss die damals ebenfalls existierenden Seitentäler im Eisrandbereich aufgefüllt haben. Geröllpetrographisch gehört dieser Schotter dem Aare-Rhone-Gletschersystem an.

Kiesgruben

- Gutsch-Schotter (q_{sGu}) bei Chaltbrunnenboden SE Schöffland (646.600/238.750, in Betrieb), bei Weiertal E Kirchleerau (648.650/236.900), Risi (649.850/234.300, in Betrieb) und Gutsch (650.350/234.050) E Kulmerau.
- Vorholz-Schotter (q_{sVo}) bei Vorholz SW Langnau (638.325/230.200).

q_{sBu}	Butteberg-Schotter
q_{sCh}	Chräjeloch-Schotter
q_{sJu}	Junkerenwald-Schotter

Wie im Abschnitt Deckenschotter erwähnt, wurden die hier behandelten Ablagerungen von MÜHLBERG (1910) und KOPP (1962) zu den frühpleistozänen Deckenschottern gestellt, von denen sie sich jedoch in zweierlei Hinsicht unterscheiden. Einerseits sind sie wesentlich heterogener aufgebaut. So kommen neben eigentlichen Schottern auch ausgedehnte, schräggeschichtete Sandabfolgen mit eckigen Blöcken sowie Blocklagen vor, und wiederholt ist gegen oben ein Übergang in glazigene Ablagerungen vorhanden. Auch mehrere Meter mächtige Einschaltungen von kiesführendem Lehm sind verbreitet. Andererseits ist die Verwitterung an der Oberfläche, auch auf flachen Hügelkuppen, wesentlich weniger stark ausgeprägt als dies bei den Deckenschottervorkommen der Fall ist. Am klarsten ist die Abgrenzung auf dem Stierenberg, wo die Höheren Deckenschotter bei Chilchstapfe hinsichtlich der Geröllpetrographie deutlich vom südlich davon anstehenden Butteberg-Schotter abweichen (vgl. Fig. 11, 12).

Soweit rekonstruierbar, weisen die Schotter über weite Gebieten eine recht einheitliche Auflagerungsfläche auf den Molassefels auf, was sicher auch zur früheren Einstufung als Deckenschotter beigetragen hat. So liegt die Basis des Butteberg-Schotter (q_{sBu}) auf dem Stierenberg ebenso wie im Schiltwald auf rund 800 m ü. M. In den Vorkommen rund um Schlierbach zeigen sich jedoch markante Abweichungen: Im Oberegg und beim Fuchshubel reicht der Schotter bis unter 780 m ü. M., am Butteberg bis etwa 720 m ü. M. hinunter. Auf der Hohenegg liegt die Obergrenze des Butteberg-Schotter bei rund 800 m ü. M., die tiefsten Aufschlüsse liegen bei ca. 760 m ü. M. Eine Reihe von Bohrungen (SCHENKER KORNER & PARTNER GMBH 2007) hat ergeben, dass der Molassefels hier von unter

720 m ü.M. gegen Süden zum Südrand der Honegg bis auf rund 760 m ü.M. ansteigt. Zudem wurde in der Bohrung KB 03/07 im Liegenden des heterogenen Schotter eine mindestens 15 m mächtige Abfolge von Verlandungssedimenten (mit Torfschichten) angetroffen. Diese beweist, dass vor der Beringen-Eiszeit topographisch relativ hoch gelegene Stausituationen existiert haben, in Gebieten, die heute Täler mit deutlich weiter hinunter reichenden Sohlen aufweisen.

Im Gebiet südlich von Dürrenäsch kommt im oberen Teil des Hangs verkiteteter glazifluviatiler Schotter vor, der von seinem Habitus an Deckenschotter erinnert. Die Gerölle sind schlecht gerundet, was auf eine Ablagerung in unmittelbarer Gletschernähe hinweist. Daher wird dieses Chräjeloch-Schotter (q_{sCh}) genannte Vorkommen als etwas distalere Fazies des Butteberg-Schotter gedeutet. Auch die Geröllpetrographie weist keinen klaren Unterschied auf (vgl. Fig. 11, 12). Gegen eine Einstufung als Deckenschotter spricht auch seine Höhenlage mit einer Auflagerungshöhe auf Molassefels von ca. 690 m ü.M. östlich von Schnäggenacher bzw. 720 m ü.M. im Gebiet von Chräjeloch-Egg. Sie passt damit weder zum Chilchstapfen-Schotter (Höhere Deckenschotter, Basis ca. 785 m ü.M.) noch zum Fornech-Schotter (Tiefere Deckenschotter, Basis ca. 540 m ü.M.). Zwar ist aus der Nordschweiz bekannt, dass innerhalb der Tieferen Deckenschotter reliefbedingt deutliche Höhenunterschiede auftreten; im vorliegenden Fall scheinen die Unterschiede jedoch zu gross zu sein.

Westlich von Oberkulm im Junkerenwald ist auf rund 600 m ü.M. in den ehemaligen Kiesgruben beim Däxlihof der Junkerenwald-Schotter (q_{sJu}) aufgeschlossen. Er ist ausgesprochen reich an aufgearbeitetem Molassefels und enthält zudem Gerölle aus aufgearbeitetem verkitetem Schotter, bei dem es sich um Deckenschotter handeln könnte. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass in unmittelbarer Umgebung der Kiesgruben – vielleicht im nicht aufgeschlossenen Teil des Schottervorkommens am Junkerenwald – Deckenschotter noch verbreitet sind. Von der Höhenlage her müsste es sich dann um Tieferen Deckenschotter handeln.

Wie alle bisher beschriebenen hoch gelegenen Schotter wirken die hier dargestellten Schotter als Grundwassersammler, wobei das Wasser an ihrer Basis, einer schlecht durchlässigen Molasseunterlage (tonreiche OSM), gestaut wird und in Quellen zu Tage tritt. Nicht selten führten diese Austritte zur Entstehung von teils grossen Rutschungen. Im Gebiet Felsen, südwestlich von Dürrenäsch, sind grosse Blöcke aus verkitetem Chräjeloch-Schotter versackt.

Kiesgruben

- Butteberg-Schotter (q_{sBu}) am Butteberg W Rickenbach (653.150/230.350) und bei Etzelwil (650.950/231.900).
- Chräjeloch-Schotter (q_{sCh}) im N von Zetzwil bei Wampfle (654.575/239.400), Bauschutz (654.300/239.535), Egg (653.700/239.850) und Burghalde (653.550/240.275).
- Junkerenwald-Schotter (q_{sJu}) bei Däxlihof W Oberkulm (650.050/238.950).

q_{mB} Till (Höchi-Till), glazigene Sedimente i. Allg.

Aufschlüsse im Till der Beringen-Eiszeit sind sehr selten. Diese Ablagerungen sind überwiegend durch eine feinanteilreiche Matrix mit vorherrschend eckigen Kieskomponenten und – lokal zahlreichen – Erratikern gekennzeichnet. Das Material kann gebietsweise auch sehr kiesreich sein, sodass in der Vergangenheit einige kleine, heute verlassene Kiesgruben angelegt wurden. In der Fläche ist ihre Abgrenzung gegen die Molasse oft schwierig, da sie nicht selten einen erheblichen Anteil an aufgearbeitetem Molassesand enthalten und deshalb kaum von anstehender Molasse zu unterscheiden sind. Till der Beringen-Eiszeit wurde dort ausgeschieden, wo er im Zusammenhang mit anderen mittelpleistozänen Sedimenten steht. Isolierte Tillvorkommen, z.B. auf Molassekuppen, wurden auf der Karte konsequent als q_m ausgeschieden, weil sie vom lithologischen Zusammenhang her auch älter als mittelpleistozän sein können (s.o.). Es ist aber davon auszugehen, dass zumindest einige dieser Vorkommen ebenfalls während der Beringen-Eiszeit entstanden.

Im Allgemeinen tritt dieser Till in Form einer mehrere Meter mächtigen Bedeckung auf, Moränenwälle können nicht identifiziert werden. Er steht in engem genetischem Zusammenhang mit dem Butteberg- bzw. Gutsch-Schotter (und ihren Äquivalenten). In den obersten Schichten dieser Schotter tauchen zunehmend gletschernah abgelagerte Sedimente, zahlreiche Blöcke und Tillagen auf, sodass praktisch von einer kontinuierlichen Abfolge gesprochen werden kann. Der Till überlagert die Schotter schliesslich grossflächig.

q_{rB} Randglazialer Schotter

Randglazialer Schotter steht meist in einem engen räumlichen Zusammenhang mit den glazigenen Sedimenten der Beringen-Eiszeit (**q_{mB}**). Im Gebiet Engelberg–Rothacker (v.a. Blatt 1089 Aarau bzw. am Nordrand des Gebiets von Blatt Schöftland nördlich von Safenwil) unterscheidet er sich im Gelände von jenen durch einen deutlich höheren Kiesgehalt.

q_{sEn} Entfelden-Schotter

Im Gebiet von Blatt Aarau wurden mehrere Vorkommen von Schotter der Hochterrasse als jüngere mittelpleistozäne Einheit ausgeschieden (Entfelden-Schotter, **q_{sEn}**). Diese Vorkommen erstrecken sich im Suhretal sowohl auf der westlichen Talseite (Kölliken–Unterentfelden) als auch östlich von Suhr (Oberholz). Das Vorkommen von Kölliken erreicht südwärts das Gebiet von Blatt Schöftland. Eine Besonderheit dieses Schotters ist, dass er geröllpetrographisch auf das Aare-Rhone-Gletschersystem zurückgeht. Wahrscheinlich wurde er durch das Tal von Kölliken von Westen her ins Suhretal geschüttet.

Bohrungen aus dem Gebiet Kölliken-Muhen (JÄCKLI AG 1986) haben den Nachweis einer älteren Schottereinheit innerhalb der Niederterrasse erbracht, die von einem mächtigen Paläoboden vom überlagernden Kies abgetrennt wird. Möglicherweise ist dieser Schotter ebenfalls zum hier besprochenen Schotter zu rechnen. In diesem Fall käme die Schotterbasishöhe auf ca. 390 m ü. M. zu liegen.

Mittleres oder Spätes Pleistozän

q_h Älterer Hangschutt

In jenen Bereichen des Kartengebiets, welche nicht unter dem Einfluss von Erosion und Sedimentation der Letzten Eiszeit standen, sind ältere Hangsedimente in der Regel erhalten geblieben. Nur selten jedoch kann auf Grund von geländemorphologischen oder anderen Kriterien ein solches Vorkommen klar von jüngeren Hangbildungen abgegrenzt werden.

Auf der westlichen Seite des Wynetals zwischen Unterkulm und Teufenthal (Blatt Aarau) wird der Gränichen-Schotter von einer mächtigen alten Hangschuttmasse bedeckt, die sich im Süden bis in den Randbereich der Talebene ausdehnt. Ihre Mächtigkeit erreicht dort über 20 m. Solche Bildungen kommen auch an anderen Stellen in bedeutender Mächtigkeit vor, wie diverse weitere Bohrungen, so zum Beispiel südlich von Schmiedrued-Walde (Koord. 650.700/234.510, MBN AG 2002), belegen. In dieser Bohrung wurden insgesamt 50 m älterer Hangschutt und -lehm über Molassefels angetroffen.

Spätes Pleistozän

BIRRFELD-EISZEIT

(Letzte Eiszeit)

Übersicht

Nach heutigen Kenntnissen stiessen die alpinen Gletscher seit dem letzten Interglazial mehrmals über den Alpenrand hinaus vor (Fig. 7). Ein erster Vorstoss, der Hombrechtikon-Vorstoss (GRAF 2009a), erreichte vor rund 100 ka das Zürcher Oberland und hinterliess die Deltaschotter von Gossau (PREUSSER et al. 2003). Vor ca. 70 ka erreichte ein weiterer Gletschervorstoss das Gebiet von Finsterhennen (PREUSSER & SCHLÜCHTER 2004), während im unteren Reusstal der glazifluviatile Mülligen-Schotter entstand (PREUSSER & GRAF 2002). In der zweiphasigen Hauptphase der Vereisung erreichten die Gletscher ihre Maximalstände vor ca. 22–24 ka (PREUSSER et al. 2011). Im unteren Reusstal wurde ein älterer Lindmühle-Vorstoss vom jüngeren Birnenstorf-Vorstoss durch einen Eisrückzug um einen

unbekannten Betrag abgetrennt, welcher mit intensiver Schmelzwassererosion verbunden war. Diese Erosionsphase ist insbesondere für den Linth-Rheingletscher klar belegt (KELLER & KRAYS 2005, GRAF 2009a). Anschliessend erfolgte der sukzessive Eisrückzug, der mehrere Halte bzw. Wiedervorstösse aufwies, bevor das Eis sehr schnell zerfiel und die Gletscher sich spätestens vor 17 ka in die Alpen zurückzogen (IVY-OCHS et al. 2008, REBER et al. im Druck).

Verhältnisse im Gebiet von Blatt Schöftland

Von den erwähnten frühen Eisvorstössen der Birrfeld-Eiszeit sind auf dem Blattgebiet bisher keine Ablagerungen bekannt geworden. Von einem zweiphasigen Hauptvorstoss hingegen zeugen die Moränenwälle im Seetal bei Dürrenäsch (und v. a. bei Seon, Atlasblatt 135 Aarau), im Wynetal bei Zetzwil und Gontenschwil, im Suhretal bei Staffelbach sowie die weiten Schotterebenen der Niederterrasse in den heutigen Flusstälern (vgl. Taf. IV; Fig. 9). Im Wiggertal erreichte das Eis das Blattgebiet nicht, da der Maximalstand wenig südlich der Blattgrenze bei Dagmersellen (Atlasblatt 84 Sursee, GERBER & KOPP 1990) liegt. Die Schotterebenen sind morphologisch wenig gegliedert, lediglich im Suhretal bei Staffelbach und im Wiggertal bei Oftringen können höhere Terrassen von den übrigen Talböden abgetrennt werden. Diese Niederterrassenschotter der Birrfeld-Eiszeit entstanden im Vorfeld der damaligen Gletscherzungen. Bei jedem längeren Gletscherhalt bildeten sich jeweils mehr oder weniger mächtige Schotterablagerungen. Sie können – je nach dem zur Entstehungszeit aktuellen lokalen Vorflutniveau – unterschiedliche Höhenlagen aufweisen, sowohl bezüglich der Schotterbasis also auch der -oberkante. In den Haupttälern des Kartengebiets gehen sie morphologisch unmittelbar von den sie im Süden abschneidenden Moränenwällen aus und sind ohne Geländekanten bis auf das Gebiet des benachbarten Kartenblattes zu verfolgen.

Seon-Vorstoss

q_{mFo} Fornholz-Till

Im Nordosten des Gebiets von Blatt Schöftland sind noch Teile des Moränensystems des Seeatals aufgeschlossen, dessen Endmoränen sich bei Seon befinden (vgl. Atlasblätter 135 Aarau und 50 Wohlen). Die Ablagerungen werden als Fornholz-Till gedeutet, welcher dem jüngeren Seon-Vorstoss im Seetal angehört (JORDAN et al. 2011).

Zetzwil-Vorstoss

q_{mZe} Zetzwil-Till

Im Wynetal können zwei verschiedene Maximalstände des Gletschers unterschieden werden (Taf. IV, Profil 2). Der externe Zetzwil-Vorstoss ist einerseits anhand einer in der Kiesgrube Obersteg südlich von Oberkulm ca. 7 m unter Terrain

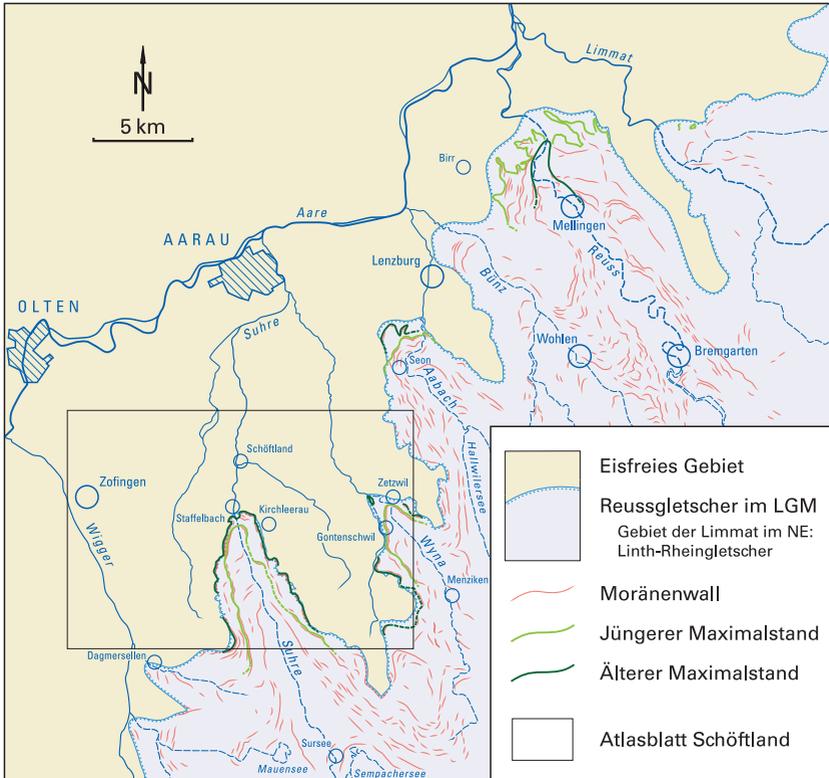


Fig. 9: Eisausdehnung des ehemaligen Reussgletschers bzw. Linth-Rheingletschers während des letzteiszeitlichen Maximums (LGM) zwischen Wigger- und Limmattal. Im dargestellten Gebiet lassen sich zwei unterschiedlich alte Maximalstände kartieren (hell- bzw. dunkelgrüne Linie), deren Position von Tal zu Tal variieren kann. Die hellblaue Linie mit Punktreihe verdeutlicht die durch Ablagerungen nachweisbare Maximalausdehnung des Eises. Verändert und ergänzt nach REBER et al. (im Druck).

liegenden glazigenen Ablagerung erkennbar, über der blockreicher Schotter liegt. Andererseits ist er durch eine Reihe von Bohrungen bekannt (JÄCKLI AG 1979), wie es von Schotter überschüttete Gletscherablagerungen ausserhalb der Endmoränenwälle des Gontenschwil-Vorstosses belegen. Auch an den Talflanken ausserhalb der markanten Moräne des Gontenschwil-Vorstosses (s.u.) sowie um den Stierenberg herum ins Gebiet von Rickenbach ziehen Moränenwälle aus Zetzwil-Till.



Fig. 10: Endmoränenwall (Pfeile) im Wynetal bei Gontenschwil mit südlicher Blickrichtung von Pkt. 631 m. Der Wall markiert den späteren Maximalstand des Gontenschwil-Vorstosses des Reussgletschers. Foto O. Kempf, 2010.

Wie zudem aus den Bohrungen hervorgeht, bildete sich im Anschluss an die Ablagerung des Zetzwil-Tills ein mit feinkörnigem, tonig-siltigem Lehm gefülltes Seebecken (Zetzwil-Lehm in Taf. IV, Profil 2; JÄCKLI AG 1979). Dieser Lehm wurde durch nachfolgende Ablagerungen (Gontenschwil-Till, Niederterrassenschotter) teilweise erodiert und vollständig überlagert.

Gontenschwil-Vorstoss

q_{mGo} Gontenschwil-Till

Der markante Moränenwall des Gontenschwil-Vorstosses zieht sich quer durch das Tal und kann an den Hängen – insbesondere im Westen – deutlich verfolgt werden (Fig. 10). Der dort ausserhalb dieses Walls ebenfalls noch vorkommenden Till wird zum älteren Zetzwil-Vorstoss gestellt.

q_{SLG_o} Gontenschwil-Lehm

Beim Eisrückzug aus gewissen längeren Haltepositionen der einzelnen Gletscherzungen entstanden im Spätglazial hinter den Moränenwällen Becken, die mit eiszeitlichen Seesedimenten gefüllt wurden. Eine solche Beckenfüllung existiert im Wynetal südöstlich von Gontenschwil (Gontenschwil-Lehm, q_{SLG_o}). Bei diesem Lehm handelt es sich um eine mehrere Dekameter mächtige Abfolge von grauem tonigem Silt, der zum Teil einzelne Kieskomponenten (Dropstones) enthalten kann.

Kirchleerau-Vorstoss

q_{mKi} Kirchleerau-Till

Bei Staffelbach quert ein markanter Wall das Suhretal und dokumentiert ebenfalls einen Maximalstand des letzteiszeitlichen Gletschers. Im Gegensatz zum Wynetal handelt es sich hier um Ablagerungen des früheren Maximalstands (Taf. IV, Profil 1; JÄCKLI AG 1976). Die höchstgelegenen Moränenwälle dieses Stands ziehen beiderseits des Suhretals gegen Süden bzw. Südosten.

q_{rSL} Randglaziale Seesedimente

Entlang der äussersten Moränenwälle des Kirchleerau-Vorstosses auf beiden Seiten des Suhretals kommen im Ausgang von kleinen Nebentälern Seesedimente vor, welche sich wohl schon zur Zeit der Eispräsenz auf Grund der Staulage am Rand des Gletschers zu bilden begannen. Nachher sammelte sich verschwemmtes Material von den umgebenden Höhen in den Depressionen. Solche Ablagerungen finden sich zum Beispiel südwestlich von Winikon, westlich von Reitnau und bei Kulmerau. Wahrscheinlich wird auch die Ebene von Schlierbach von solchen Ablagerungen aufgebaut, die jedoch von relativ mächtigen Verlandungsbildungen überlagert werden.

Staffelbach-Vorstoss

q_{mSt} Staffelbach-Till

Im Suhretal erstrecken sich Moränenwälle des Staffelbach-Vorstosses nordwärts über Reitnau/Attelwil bis zum Dornech nordwestlich von Moosleerau (Taf. IV, Profil 1; JÄCKLI AG 1976). Analog zur Situation im Wynetal sind auch hier im Untergrund Seesedimente erbohrt worden, die ein vom späteren Maximalstand überfahrenes glaziales Seebecken dokumentieren.

Weiter südlich bei Triengen kann im Suhretal zudem ein jüngerer Rückzugshalt bzw. kurzer Wiedervorstoss des Eises festgestellt werden, indem Moränen-

wälle das Tal zangenartig eingrenzen. Die Geländemorphologie lässt allerdings keine klare Abgrenzung der Wälle dieses Vorstosses gegenüber den externeren Ständen zu.

q_{St} Staffelbach-Schotter

Nördlich von Staffelbach kommen einzelne Schotterterrassen vor, die rund 10 m höher als der eigentliche, undifferenzierte Niederterrassenschotter liegen. Die Bildung dieses Staffelbach-Schotters erfolgte demnach vorher und geht wahrscheinlich auf einen früheren Vorstoss zurück.

q_{SLM₀} Moosleerau-Lehm

Im Suhretal ebenso wie im Wynetal entstand beim Eisrückzug im Spätglazial der Birrfeld-Eiszeit während länger andauernden Haltepositionen der Gletscherzunge hinter den Moränenwällen Becken, die mit eiszeitlichen Seesedimenten gefüllt wurden. Im Suhretal existieren gleich zwei hintereinander geschaltete Becken mit Seesedimenten und Schotter. Das nördliche der beiden (Moosleerau-Lehm, q_{SLM₀}) ist das ältere und ist durch einen Schotterkörper vom südlichen getrennt. Bei diesem Lehm handelt es sich, wie beim Gontenschwil-Lehm (s. o.), um eine mehrere Dekameter mächtige Abfolge von grauem tonigem Silt, der zum Teil einzelne Kieskomponenten (Dropstones) enthalten kann.

q_{Tr} Triengen-Schotter

Der spätglaziale Triengen-Schotter beschränkt sich auf einen schmalen Bereich zwischen den Moränenwällen des Staffelbach-Vorstosses (oder eines jüngeren Vorstosses) bei Triengen beiderseits der Suhre. Er liegt zwischen den beiden ehemaligen Seebecken südlich bzw. nördlich von Triengen und wurde vermutlich während einer kurzen Phase geschüttet, als sich das Eis auf dem Rückzug vom Stand von Triengen befand.

q_{SLTr} Triengen-Lehm

Analog zum oben beschriebenen Moosleerau-Lehm bildete sich südlich hinter den Moränenwällen von Triengen bei fortschreitendem Eisrückzug eine weitere, jüngere feinkörnige Beckenfüllung, der Triengen-Lehm.

Dagmersellen-Vorstoss

q_{Of} Oftringen-Schotter

Im Gebiet von Oftringen im Wiggertal kommen einzelne Schotterterrassen vor, welche wenige Meter höher als der undifferenzierte Niederterrassenschotter

liegen. Der Oftringen-Schotter im Wiggertal geht möglicherweise auf einen ersten Vorstoss des damaligen Gletscherlappens zurück.

q_{NT} Niederterrassenschotter, undifferenziert

Die nördlich der letzteiszeitlichen Endmoränenwälle in den heutigen Talebenen von Wigger, Suhre und Wyna vorkommenden Schotter werden der Birrfeld-Eiszeit zugeschrieben. Sie gehen meist von den jeweiligen Moränenwällen aus und erstrecken sich oft ohne merkliche Terrassenkanten nordwärts bis ins Gebiet Olten–Aarau. Südwärts können sie lokal sogar unter den Moränenwällen nachgewiesen werden (Taf. IV, Profil 1). Demnach entstanden sie bereits während des Eisvorstosses und wurden später vom Eis überfahren. Dies wurde zum Beispiel in einer Bohrung bei Attelwil festgestellt (Koord. 646.200/234.900), wo sich unter den feinkörnigen Sedimenten des Moosleerau-Lehms (q_{SLM}) bis zu 60 m mächtiger Schotter befindet. Auf den Niederterrassenschottern sind verbreitet ca. 1–3 m mächtige feinkörnige Deckschichten ausgebildet, die auf der Karte jedoch nicht separat ausgeschieden wurden.

Der Schotter der Niederterrasse ist generell als mehr oder weniger siltiger, sandiger Kies ausgebildet, der auch Blöcke enthalten kann – vor allem in der Nähe der Moränenwälle des jeweiligen Tals. Die Mächtigkeit der Niederterrassenschotter liegt zwischen 30 und 40 m, z. B. zwischen Oberkulm und Zetzwil sowie im Gebiet von Staffelbach.

Kiesgruben

- Noch in Betrieb sind die Kiesgruben in Niederterrassenschotter bei Staffelbach (646.400/237.250) und Oberkulm (652.100/238.250).

Pleistozän oder Holozän

Sackungsmassen

Sackungsmassen treten im Gebiet von Blatt Schöffland nur vereinzelt auf. Versackte Blöcke verfestigter mittelpleistozäner Schotter befinden sich südwestlich von Dürrenäsch (Chräjeloch-Schotter). Vermutlich ebenfalls versackt sind Partien von Molasse entlang dem östlichen Hang des Schwarzenbergs südlich von Gontenschwil (Obere Süsswassermolasse) und auf der Südseite des Chrüzbergs am südlichen Kartengebietsrand beim Sagerhüsli (Obere Meeresmolasse).

Rutschmassen

Grössere Rutschmassen treten in ton- bzw. mergelreichen, steileren Hanglagen auf, wo Wasseraustritte das Abgleiten von ganzen Geländepartien begünsti-

gen. Besonders das Vorhandensein einer durchlässigen Schicht auf einer solchen Unterlage – zum Beispiel glazifluviale und randglaziale Schotter – die als Grundwassersammler wirken, können die Bildung ausgedehnter und relativ tiefgründiger Rutschmassen begünstigen. Es ist dabei jeweils nicht von einem einmaligen Rutschungsereignis auszugehen, sondern von einer Vielzahl kleinerer Ereignisse, die sich im Laufe der Zeit zu einer grossen Rutschmasse akkumuliert haben.

Im Gebiet des Blattes Schöffland sind die grossen Rutschgebiete auf den östlichen Teil des Blattes (östlich des Suhretals) konzentriert, wo durchlässige Schotter relativ weit verbreitet sind und hauptsächlich auf Mergel und Tonstein der Oberen Süsswassermolasse liegen. Grössere Rutschmassen finden sich entlang der südwestlichen Hänge des Ruedertals, im Gebiet Tannwald – Schiltwald, beim Deckerhof westlich von Oberkulm sowie nordöstlich von Zetzwil.

Hangschutt

Hangschutt ist ein Verwitterungsprodukt, das aus harten Gesteinstypen oder kiesigen Lockergesteinen entsteht. Er weist – je nach Ausgangsgestein – einen bedeutenden Anteil an groben Komponenten auf (Gerölle, Gesteinsbruchstücke). Hangschutt ist in der Regel lehmig-sandig, kann aber auch praktisch feinanteilfrei sein, was auf Blatt Schöffland jedoch kaum der Fall ist.

q_L Hanglehm, Schwemmlehm, Verwitterungslehm

Diese verschiedenen Typen von tonig-siltigen, zum Teil sandigen Sedimenten können in der Regel kartographisch nicht voneinander abgegrenzt werden. Der Verwitterungslehm bildet das eigentliche Ausgangsprodukt. Er entsteht im Verlauf der Bodenbildung auf mergeligen und feinsandigen Sedimenten und kommt heute fast nur in topographisch flachen Positionen vor. Beim Hanglehm handelt es sich um v.a. solifluidal talabwärts verfrachteten Verwitterungslehm. Schwemmlehm entsteht durch Transport mit mehr Wasser und geht auf Hangmuren und Murgänge zurück. In Mulden und Talsohlen können sich relativ mächtige Ansammlungen von solchem Lehm bilden. Gelegentlich enthalten diese Sedimente auch geringmächtige Torfablagerungen, beispielsweise im Gebiet Rickenbach.

Bachschutt, Bachschuttkegel, Schwemmkegel

Bachschutt bildet sich in Abhängigkeit vom jeweiligen Sedimentangebot. Die Talsohle selbst wird von einer heterogenen Abfolge aus Bachschutt und Schwemmsedimenten aufgebaut und besteht meist aus lehmig-sandigem Schotter. An Stellen, an denen kleine Fliessgewässer aus den Seitentälern in grössere Talebenen austreten, bilden sich häufig Bachschutt- oder Schwemmkegel. Sie beinhalten

hauptsächlich fluviatil umgelagerte, komplex zusammengesetzte kiesige, sandige und lehmige Sedimente. Bei grösserem Wasseranfall im Einzugsgebiet können aber auch ganze Hangbereiche mobilisiert und murgangartige Prozesse ausgelöst werden. Das Sediment ist dann eher diamiktisch und matrixreich.

Holozän

Torfmoor, drainiert

In den einstigen Überschwemmungsgebieten und wieder verfüllten Seen im Zungenbecken ehemaliger Gletscher lagen oft ausgedehnte versumpfte Bereiche oder Torfmoore vor, die jedoch heute weitgehend drainiert und trockengelegt sind. In früheren Karten ist das Gontenschwiler Moos noch als Sumpf auskartiert (FRÜH & SCHRÖTER 1904). Im Gebiet von Schlierbach wurde bis im 2. Weltkrieg Torf abgebaut (Moosmatten, Koord. 651.250/231.050, und Weierbach, Koord. 651.650/230.400). Von dort stammen auch Pollenprofile zweier Bohrungen (15 m bzw. 28 m tief), in denen möglicherweise Ablagerungen des frühen bis späten Spätpleistozäns samt Interglazialen, dem Eem folgend, dokumentiert sind (WELTEN, 1982, Bohrungen Weierbach, S. 146 ff.); allerdings werden die Pollenbefunde als «schwer zu deuten» beschrieben. Ein weiteres grösseres und heute trockengelegtes Mooregebiet liegt östlich von Reiden, ein kleines südöstlich von Zofingen.

qa Rezente Alluvionen

Als rezente Alluvionen werden die jüngsten Sedimente der Talebenen bezeichnet, welche sich in unmittelbarer Nähe zu den heutigen Fliessgewässern befinden. Sie erfüllen meist einen morphologisch erkennbaren Bereich entlang der Flüsse, welcher – vor allem in früheren Zeiten – von Hochwasserereignissen betroffen war. Es handelt sich dabei meist um Hochflutlehm und -sand. In schmalen Talungen, z. B. von Uerke- und Ruedertal, sind immer auch Sedimente von den angrenzenden Hängen oder kleinen Seitentälern am Aufbau der Talfüllungen beteiligt (Bachschutt, Schwemmlehm usw.).

Kalksinter (Quelltuff)

Kalksinterbildungen sind im Kartengebiet weit verbreitet anzutreffen. Es handelt sich dabei um millimeterdünne Kalküberzüge auf in Bachläufen anstehenden Molassesedimenten. Orte, an denen diese dünnen Kalküberzüge sehr ausgeprägt vorkommen, wurden auf der Karte mit einem Symbol versehen. Auch im unmittelbaren Bereich von Wasseraustritten aus dem Gestein lässt sich Kalksinter (Quelltuff), oftmals mit Pflanzenabdrücken versehen, beobachten; flächig ausgebreitete Sinterablagerungen fehlen hingegen.

Künstliche Aufschüttungen, Auffüllungen

Künstliche Aufschüttungen findet man im Gebiet des Blattes Schöffland hauptsächlich in wiederverfüllten Kiesgruben und Steinbrüchen, ferner entlang von Strassenbauten (v. a. Autobahnen und Umgehungsstrassen) sowie im Bereich von grösseren Industriebetrieben.

Besonders erwähnt werden muss die Deponie Kölliken³⁾, die von 1978 bis 1985 mit Sondermüll, Kehrortschlacke und belastetem Aushubmaterial befüllt wurde und seit 2007 sehr aufwändig rückgebaut wird. Sie befindet sich in der ehemaligen Ziegeleitongrube im Süden von Kölliken (Koord. 643.300/241.700), in der Tonstein der Unteren Süsswassermolasse abgebaut wurde.

GERÖLLPETROGRAPHIE DER PLEISTOZÄNEN SCHOTTER UND TILLE

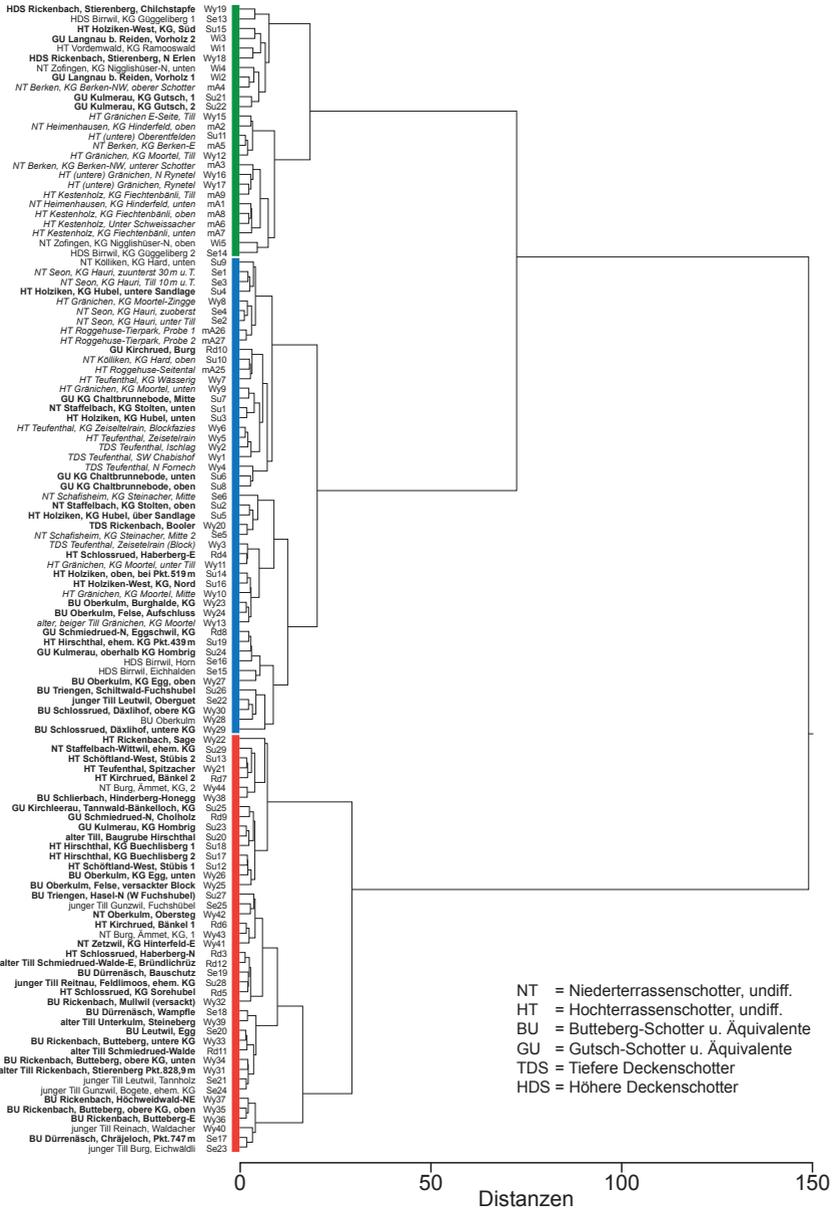
Vorbemerkungen, Methodik

Im Rahmen der geologischen Aufnahme der pleistozänen Ablagerungen im Gebiet von Blatt Schöffland wurden geröllpetrographische Untersuchungen an Proben aus eiszeitlichen Ablagerungen durchgeführt. Beprobte Aufschlüsse aus dem Blattgebiet selbst und zusätzlich aus benachbarten Bereichen der Blätter Hochdorf, Sursee und Murgenthal. Die Liste der beprobten Aufschlüsse und die Resultate der Geröllzählungen befinden sich am Schluss dieses Abschnitts.

Die Untersuchung der prozentualen Zusammensetzung von kiesreichen eiszeitlichen Ablagerungen hat sich als wertvolle Methode zum Verständnis der paläogeographischen und sedimentologischen Verhältnisse während des Eiszeitalters bewährt. So war es nicht zuletzt dank dieser Methode möglich, das in den vorliegenden Erläuterungen skizzierte Modell der Stratigraphie des Mittleren und Späten Pleistozäns der Nordschweiz zu erarbeiten (vgl. GRAF 2009a).

Für die geröllpetrographischen Untersuchungen wurden den Aufschlüssen jeweils 100 Komponenten der Fraktion 2–6 cm entnommen und anschliessend durch Zerschlagen deren Lithologie und Herkunft ermittelt. Die Auswertung der Zählresultate erfolgte mittels multivariater statistischer Methoden (Clusteranalyse, Hauptkomponentenanalyse), die in GRAF (2009a) im Detail beschrieben ist. In die statistische Auswertung mit einbezogen wurden auch Proben aus dem Gebiet von Blatt Aarau, die in den Erläuterungen zu diesem Blatt (JORDAN et al. 2011) bereits diskutiert wurden, sowie Vergleichsproben aus dem Aaretal im Gebiet von Blatt Murgenthal.

³⁾ Weitere Angaben zur Geschichte der Deponie finden sich unter www.smdk.ch



Resultate der statistischen Auswertung

Das Dendrogramm der Clusteranalyse (Fig. 11) zeigt drei Cluster (rote, blaue und grüne Äste), wobei die Abtrennung der rot markierten Proben bei einer Distanz von ca. 150 erfolgt. Die Trennung der grün bzw. blau markierten Proben erfolgt bei einer Distanz von rund 70. Die Untercluster werden bei einer Distanz von ca. 20 aufgeteilt. Dies zeigt, dass sich die Proben des roten Clusters – statistisch – stark von denen des grünen und blauen Clusters unterscheiden, während jene untereinander näher verwandt sind. Die Hauptkomponentenanalyse (Fig. 12) relativiert diese Aussage, indem die Proben aus dem blauen Cluster deutlich von denen des grünen Clusters abgesetzt sind und mit denen des roten Clusters stärker überlappen. Letztere bilden eine eng definierte Punktwolke in der Hauptkomponentenanalyse.

Im oberen Cluster finden sich alle Proben aus dem Aaretal oberhalb der Talenge von Aarburg (Blatt Murgenthal). Dazu kommen die meisten Proben aus dem heutigen Aaretal im Gebiet von Blatt Aarau zwischen Dulliken-Gösgen und Wildegg. Es fehlen die Proben aus dem Roggehusertäli bei Wöschnau sowie einige Proben aus den südlichen Terrassen des Aretals unterhalb von Aarau. Hingegen sind in diesem Cluster einige Proben aus dem Suhre- und Wynetal enthalten, ebenso die Vergleichsproben aus dem Aaretal unterhalb von Wildegg.

Im unteren Cluster sind alle Proben aus dem Seetal sowie die Mehrheit der Proben aus dem Wyne- und Suhretal enthalten. Dazu kommen die Vergleichsproben aus dem Raum Birrfeld (Blatt Baden). Ausserdem sind die Proben aus dem Roggenhausertal sowie aus den südlichen Terrassen des Aretals unterhalb von Aarau (Blatt Aarau) enthalten.

Interpretation

Aufgrund der geographischen Herkunft der Proben sowie der in den beprobten Aufschlüssen vorhandenen Leitgesteine können die Proben aus dem grünen Cluster dem Aare-Rhone-Gletschersystem zugeschrieben werden. Dieses ist geprägt durch einen hohen Anteil an Quarzgesteinen im Geröllspektrum (Quarzite, Gangquarze, Hornsteine). Auch kristalline Gesteine sind relativ häufig. Die Proben aus dem roten Cluster dürften dem Reuss-Gletschersystem entstammen. Die Geröllspektren sind durch einen hohen Anteil an dunklen Kalken gekennzeichnet, während Quarzgerölle und Kristallin sehr selten sind. Die Proben aus dem blauen Cluster könnten statistisch als Mischfazies aufgefasst werden, jedoch

Fig. 11: Dendrogramm der Clusteranalyse der Geröllproben aus dem Gebiet von Blatt Schöffland und Umgebung. Angewendet wurde die Clustermethode nach WARD (1963) mit euklidischen Distanzen. Fettschrift: Proben aus dem Gebiet von Blatt Schöffland, Normalschrift: Proben (neu analysiert) aus angrenzenden Gebieten, Kursivschrift: Vergleichsproben aus den Gebieten der Blätter Murgenthal und Aarau.

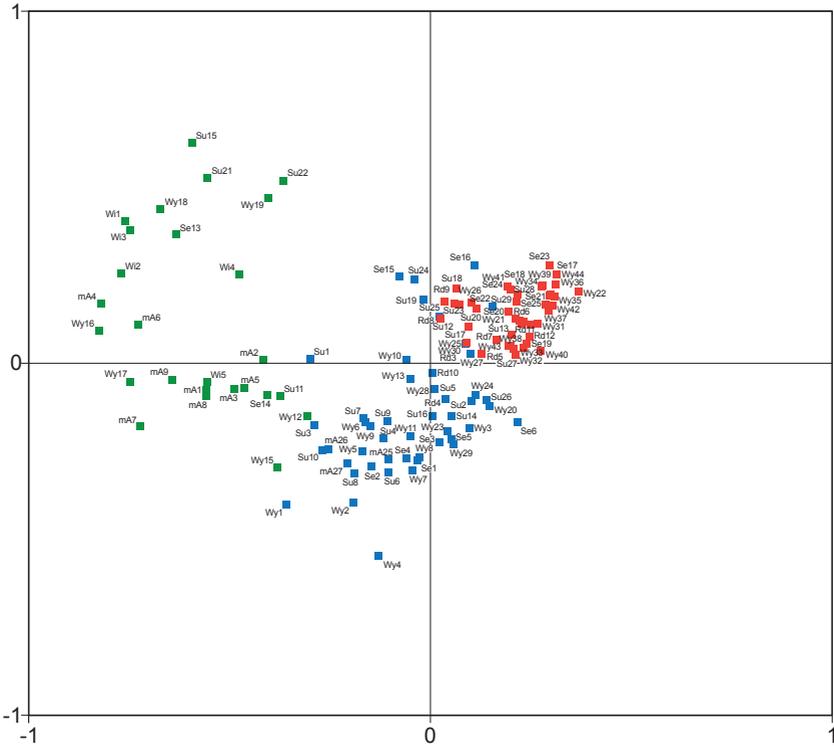


Fig. 12: Hauptkomponentenanalyse der Geröllproben aus dem Gebiet von Blatt Schöffland und Umgebung.

deutet der allgemein hohe Anteil an dunklen Kalken auf eine klare Dominanz des Reuss-Gletschersystems hin. Insbesondere bei den mittelpleistozänen Schottern im Gebiet von Holziken-Schöffland ist jedoch ein Einfluss des Aare-Rhone-Gletschersystems aufgrund des relativ hohen Quarzanteils augenfällig.

Von besonderem Interesse bezüglich paläogeographischer Betrachtungen sind die Proben aus den Höheren Deckenschottern (Chilchstapfen-Schotter q_{HDC}) des Stierenbergs. Dieses Vorkommen befindet sich auf der westlichen Seite des Kartengebiets, welches in den jüngeren Sedimenten klar vom Reuss-Gletschersystem geprägt ist. Geröllpetrographisch gehören die Höheren Deckenschotter hier aber eindeutig dem Aare-Rhone-Gletschersystem an. Dieser Umstand lässt darauf schliessen, dass im Frühen Pleistozän im Gebiet von Blatt Schöffland Entwässerungsverhältnisse herrschten, die von den späteren deutlich abwichen.

Ein wesentlicher Unterschied der Neukartierung von Blatt Schöffland gegenüber früheren Darstellungen ist, dass viele der bisher als Deckenschotter interpretierten hochgelegenen Ablagerungen nun der mittelpleistozänen Beringen-Eiszeit zugewiesen werden. Dabei werden zwei Einheiten unterschieden, einerseits der Gutsch-Schotter q_{sGu} und andererseits der Butteberg-Schotter q_{sBu} (inkl. der jeweiligen Äquivalente). Diese Abgrenzung kann nicht nur lithologisch begründet werden (s. o.), sondern auch anhand der Geröllpetrographie. Der Butteberg-Schotter gehört vollumfänglich dem roten Cluster und damit dem Reuss-Gletschersystem an. Lediglich von ihnen weiter im Norden liegenden Äquivalenten, dem Chräje-loch- bzw. Junkerenwald-Schotter, befinden sich einige Proben im blauen Cluster. Demgegenüber liegen die Proben aus dem Gutsch-Schotter weit überwiegend im blauen Cluster. Die zwei Proben aus der Kiesgrube Gutsch selbst gehören eindeutig dem Aare-Rhone-System an.

FELSOBERFLÄCHE

Zur Rekonstruktion der Felsoberfläche im Gebiet von Blatt Schöffland wurden einige hundert Bohrungen mit Informationen zum Lockergestein ausgewertet (Taf. III). Darin dargestellt ist die Lage der Felsoberfläche sowie Informationen zur Bohrungsdichte in den einzelnen Regionen, die als Mass für die Zuverlässigkeit der Angaben dienen kann. Es sei daher darauf hingewiesen, dass sich der exakte Verlauf der Felsoberfläche nur ungefähr angeben lässt und z. B. im Fall einer neuen Bohrung durchaus Änderungen ergeben können.

Die Felsoberfläche im Gebiet von Atlasblatt Schöffland weist eine vielgestaltige Gliederung auf. Die einzelnen Gebiete zeigen unterschiedliche Charakteristiken der Felsmorphologie, welche auf verschiedene Entstehungsmechanismen schliessen lassen.

Das Wiggertal mit seinem breiten Querschnitt, dem stetigen, nach Norden gerichteten Gefälle der Sohle und den relativ steilen Flanken stellt ein typisches eiszeitliches Flusstal dar. Seine kleinräumig gegliederten Nebentäler gehen auf lokale, fluviatil geprägte Erosionsvorgänge zurück. Auch das Uerketal geht auf lokale fluviatile Prozesse zurück. Das dürfte grundsätzlich auch für das Ruedertal gelten, wobei dieses sicher einen Einfluss durch eiszeitliche Schmelzwässer erfahren hat (Ruedertal-Schotter). Es handelt sich aber sicher nicht um eine Hauptabflussrinne eiszeitlicher Gletscher.

Die nördlichen Abschnitte von Suhre- und Wynetal wiederum stellen eiszeitliche Flusstäler dar. Ihre südlichen Abschnitte hingegen sind als glaziale Becken angelegt worden, wurden also unter Gletscherbedeckung erodiert. Dies lässt sich

aus der in der Talmitte gegen Norden ansteigenden Feloberfläche schliessen. Das Tal zwischen Dürrenäsch und Teufenthal ist als Schmelzwasserrinne der Birrfeld-Eiszeit zu deuten, welche aber wahrscheinlich bereits früher durch lokale fluviale Erosion angelegt wurde. Das Tal zwischen Rickenbach und Gontenschwil stellt zwar ebenfalls eine letzteiszeitliche Schmelzwasserrinne dar, wurde aber möglicherweise schon wesentlich früher als eiszeitliches Flusstal angelegt. Dies würde sich aus der Deutung des Sagenbach-Schotter als frühpleistozäner Tieferer Deckenschotter ergeben.

Aussergewöhnlich ist sicher die Felsmorphologie im Verbreitungsgebiet des wahrscheinlich der Beringen-Eiszeit angehörenden Gutsch- und Butteberg-Schotter sowie deren Äquivalente. Dabei handelt es sich zwar um eiszeitliche Schotter; diese wurden jedoch nicht in Flusstälern abgelagert, sondern überdecken eine relativ kleinräumig gegliederte Felsoberfläche. Deren Charakteristik entspricht der Gliederung der heutigen Seitentäler des Blattgebiets und kann als ebenfalls von lokaler Erosion geprägt gedeutet werden. Die Schotter hätten dann als randglaziale Sedimente der Beringen-Eiszeit diese alte Landschaft eingedeckt.

Das Tal zwischen Oftringen und Kölliken zeigt keine klare longitudinale Morphologie, wie sie für Flusstäler typisch ist. Dennoch wirkte es zeitweise als eiszeitliche Abflussrinne, was sich aus der Präsenz von Geröllmaterial im Suhretal schliessen lässt, das dem Aare-Rhone-Gletschersystem entstammt (Holziken- und Entfelden-Schotter). Die sich auf der Westseite des Tals gegen Westen senkende Felsoberfläche geht wahrscheinlich auf eine spätere lokale Prägung zurück (zwischen Beringen- und Birrfeld-Eiszeit).

TEKTONIK

Das Gebiet von Blatt Schöftland liegt am Südrand des zentralen Faltenjuras, der mit der Antiklinalstruktur des Born-Engelbergs am Nordrand des Blattgebiets gerade noch aufgeschlossen ist. Südlich und östlich anschliessend überdeckt die Schichtabfolge der mittelländischen Molasse das Mesozoikum des Faltenjuras.

Für die Konstruktion der Profilschnitte (Taf. I) wurden zusätzlich zur Oberflächengeologie die Tiefbohrungen Oftringen (ALBERT & BLÄSI 2008) und Altshofen (KOPP 1952, 1955a) verwendet, ebenso seismisch interpretierte Angaben zu Strukturen des tieferen Untergrunds (DIEBOLD et al. 1992) und ein Profil durch die Born-Engelberg-Antiklinale (JORDAN et al. 2011).

Faltenjura

Born-Engelberg- und Kölliken-Antiklinale

Die Born-Engelberg-Antiklinale stellt gemeinsam mit der Kölliken-Antiklinale (JORDAN et al. 2011) eine mesozoische Sattelstruktur dar, die allseits von Quartär- und Molasseschichten umgeben und dadurch morphologisch dem eigentlichen Faltenjura südlich vorgelagert ist. Aus den Profilen durch den südlichen Faltenjura im Gebiet von Blatt Aarau (vgl. NAGRA 2008, JORDAN et al. 2011) geht hervor, dass die Born-Engelberg- und die Kölliken-Antiklinale am Südrand eine im Untergrund verborgene Rücküberschiebung aufweist, die nordwärts einfällt (Taf. I, Profil 1). Das Mesozoikum wurde entlang dieser Überschiebung um rund 200 m südwärts auf die Molasse überschoben. Eine neuste Seismikkampagne der Nagra im Gebiet Aarau – Olten hat bestätigt, dass die Antiklinalen im Untergrund deutliche Ausläufer nach Osten haben. Beide Strukturen tauchen gegen Osten unter die Molasseschichten ab (JORDAN et al. 2011). Im äussersten Nordwesten des Gebiets von Blatt Schöftland bei Oberloo sind die mesozoischen Kalke von NW-SE verlaufenden Brüchen durchzogen. Weitere Brüche konnten anhand seismischer Untersuchungen im Untergrund identifiziert werden (DIEBOLD et al. 1992; Taf. I).

Mittelländische Molasse

Die Molasseschichten fallen im Gebiet von Blatt Schöftland allgemein nur schwach gegen Süden bis Südosten ein (vgl. Taf. I, Profile 1 und 2). Allerdings lässt sich ihre Orientierung im Feld nur sehr schwer fassen. Dies liegt zum einen daran, dass das Schichtfallen generell sehr gering ist – es handelt sich meist nur um weni-

ge Grad. Zum anderen sind die vorzugsweise aufgeschlossenen Sandsteinbänke meist intensiv schräggeschichtet, wodurch Schichtmessungen nur ungenaue oder gar widersprüchliche Angaben liefern. Das Schichtfallen lässt sich am besten anhand von Leithorizonten und über grössere Distanzen sinnvoll abschätzen. Schichtmessungen sind dann auch nur dort auf der Karte vermerkt, wo Schrägschichtung weitestgehend ausgeschlossen werden konnte. Aufgrund des generellen Abtauchens der Molasseschichten nach Süden sind mit der USM die ältesten Einheiten im Norden bzw. Nordwesten aufgeschlossen. Gegen Süden bzw. Osten folgen sukzessive jüngere Einheiten der Molasse (OMM), die Verbreitung der jüngsten OSM beschränkt auf den Süden und Osten.

HYDROGEOLOGIE

Grundwasser

Die wichtigsten Grundwasserströme befinden sich in den Niederterrassenschottern des Wigger- und Suhretals nördlich der Endmoränenwälle bei Kirchleerau-Staffelbach. Die Grundwasser führenden Schichten sind dort teilweise mehr als 20 m mächtig. Im Rueder- und Wynetal (nördlich der Endmoräne bei Gontenschwil-Zetzwil) liegen mit 2–10 m, nur lokal bis 20 m, etwas geringer mächtige, Grundwasser führende Schichten vor. Im mittleren Wynetal, zwischen Zetzwil und Gontenschwil, existiert als Besonderheit ein «Grundwasserfall» (H. Burger, mündl. Mitt. 2012). Das Grundwasser fällt dort über eine Distanz von 100–150 m um ca. 20 m in die Tiefe (vgl. Grundwasserkarte, s. u.).

In den höher gelegenen Hochterrassen- und Deckenschottern liegen oft lokale Schottergrundwasservorkommen mit einer Mächtigkeit von weniger als 2 m vor. Grössere solcher Vorkommen befinden sich z. B. in den Gebieten Hombrig südwestlich von Walde, Burg südlich von Schlossrued, Ebni und Höchi südöstlich von Schöftland sowie Bauschutz und Chräjeloch südlich von Dürrenäsch (GEOPORTAL KT. AARGAU 2012, GEOPORTAL KT. LUZERN 2012).

Quellen

Im Gebiet von Blatt Schöftland befinden sich viele gefasste und ungefasste Schichtquellen am direkten Kontakt Molassefels/Lockergesteinsüberdeckung (Stauer/Aquifer). Dort, wo die quartäre Überdeckung nur gering ist, sind auch die Ergiebigkeiten entsprechend klein und die Schüttungsschwankungen gross. Wo hingegen eine mächtige Überdeckung aus Schottern oder kiesigem Till besteht und somit das Quellwasserreservoir entsprechend gross ist, sind auch die Erträge gross und die Quellschüttungsschwankungen klein. Die dem Molassefels entspringenden Quellen sind Schicht- oder Kluftquellen. Insgesamt ist die Schüttung dieser Quellen sehr gering (Online-Ausgaben der Grundwasserkarten Kt. Aargau und Kt. Luzern; Quellenkataster Kt. Aargau und Kt. Luzern; Gewässerschutzkarten Kt. Aargau und Kt. Luzern).

Zu Beginn des 20. Jh. wurde der gesamte Kanton Aargau bezüglich Quellen und Sodbrunnen detailliert im Massstab 1:25 000 kartiert. Diese Detailkartierung («Mühlberg-Atlas», GEOPORTAL KT. AARGAU 2012) hilft noch heute bei hydrogeologischen Interpretationen (AMMANN 2001).

Mineralquelle Bad Schwarzenberg

Um 1640 wurde die Mineralquelle Bad Schwarzenberg südwestlich von Gontenschwil von Goldgräbern entdeckt (vgl. Darstellung in BURGER 2011). In der Folge entwickelte sich ein reger Heilbadebetrieb. Erste genauere Analysen aus den Jahren 1857 und 1880 ergaben ein «leicht verdauliches, alkalisch-salinisches Mineralwasser». Gemäss neueren Analysen liegt die Mineralisation jedoch deutlich unter 1 g l^{-1} , so dass es sich dabei streng genommen nicht um ein Mineralwasser, sondern um rezentes Molassewasser handelt (SCHMASSMANN et al. 1984, SCHMASSMANN 1990). Nach ihrer Schliessung 1990 wird die Mineralquelle seit 2007 wieder genutzt und das Schwarzenberger Mineralwasser im dortigen Gasthaus vertrieben (MÜLLER 1994).

MINERALISCHE ROHSTOFFE

Ton

Im Süden von Kölliken (Koord. 643.300/241.700) befindet sich die ehemalige Ziegeleitongrube, in der Tonstein der Unteren Süsswassermolasse abgebaut wurde. Nach Ende des Abbaus diente die Grube als Deponie für Sondermüll (s. Abschnitt Künstliche Aufschüttungen, Auffüllungen, S. 55).

Eine teilweise wieder verfüllte Tongrube befindet sich am Nordostrand des Chrüzbergs bei Lätte (Koord. 644.800/230.800). In der Grube wurde Tonstein der OSM für eine in Attelwil ansässige Keramikwarenfabrik abgebaut.

Naturbausteine

Kalkstein

Der dickbankige, beige, dichte mikritische Kalk der Burghorn-Formation, der im äussersten Nordwesten des Blattgebiets aufgeschlossen ist, stellt gemäss NIGGLI (1913) einen guten Baustein dar.

Molassesandstein

Alle im Gebiet des Blattes Schöftland liegenden Sandsteinbrüche sind heute ausser Betrieb. Abgebaut wurde hauptsächlich der massige Sandstein der Oberen Meeresmolasse und dabei speziell der Safenwil-Muschelsandstein der Luzern-Formation (vgl. NIGGLI 1913). Nur in Einzelfällen wurde auch der plattige Sandstein der St.-Gallen-Formation abgebaut. Zahlreiche Steinbrüche, die lokal durchaus grosse Bedeutung hatten, befinden sich entlang dem Suhretal.

Zahlreiche kleinere und grössere Steinbrüche finden sich in der Region Zofingen – Schöftland – Staffelbach:

- Bei Stolten (646.780/237.500; 646.800/237.700),
- südlich von Schöftland (646.180/238.750; 646.300/238.500),
- nordöstlich von Schöftland («Felsklause» bei Gschneit; 647.100/240.080) sowie
- südwestlich von Staffelbach bei den Lokalitäten Lochmatt, Böi und Sandsteinhöhlen.
- Steinbrüche, in denen Muschelsandstein abgebaut wurde, gibt es beispielsweise im Steinbruchwald östlich von Zofingen (Chuzehöhli, 639.800/238.100).

Massiger Sandstein wurde zu Sandsteinquadern bzw. zu Bausteinen verarbeitet, der Muschelsandstein wurde für Plattenbeläge abgebaut. Plattiger Sandstein wurde in Form von Sandsteinplatten zur Herstellung von Bodenbelägen und Ofenplatten verwendet.

Erratische Blöcke

Mittel- und spätpleistozäne erratische Blöcke (mit einem Durchmesser von meist 1–2 m, teilweise bis 5 m) sind im Gebiet von Blatt Schöffland häufig. Vielfach liegen sie konzentriert in Bachrursen in der Molasse (NIGGLI 1912). Meistens handelt es sich dabei um alpine Kalke und gelegentlich Sandsteine, seltener um Gneise und Granite des Rhone-Aare- bzw. Reuss-Gletschersystems. Einige dieser Erratiker wurden an besser sichtbare Orte versetzt und mit Gedenktafeln versehen, viele wurden jedoch für Bauzwecke zerstört (MÜHLBERG 1910). Während Granite und Kieselkalke zu Beginn des letzten Jahrhunderts noch als Bausteine verwendet wurden, werden sie heute meist nur noch zur Garten- und Landschaftsgestaltung gebraucht.

Auf einem seitlichen Moränenwall des letzteiszeitlichen Maximalstands wurden bei Kirchleerau zahlreiche erratische Blöcke, die beim Bau einer Gasleitung ausgegraben wurden (P. Haldimann, mündl. Mitt. 2012), zu einem Findlingsgarten zusammengetragen (Koord. 647.000/236.250). Bei den Blöcken handelt es sich um kristalline Gesteine (Granit, Gneis), helvetische Kalke und Kieselkalke, Flyschquarzite sowie Molassesandsteine, die aus dem Gebiet der zentralschweizer Zuflüsse des Reussgletschers stammen (Brünig–Titlisregion – Urner Reusstal).

Kies

Molassekonglomerat (Quarzitnagelfluh)

Die Quarzitnagelfluh der Oberen Meeresmolasse ist teilweise stark verwittert und erinnert an einen quartären Schotter. Sie wurde vielerorts lokal abgebaut und zur Beschotterung von Wegen verwendet, wo quartäre Schotterablagerungen nicht zur Verfügung standen (NIGGLI 1913), wie z.B. westlich von Dürrenäsch (Koord. 652.580/241.900, 652.110/241.600) oder beiderseits des Uerketals in den Hochlagen des Molasserückens zwischen Safenwil und Chrüzberg.

Quartärer Schotter und Till

Im Gebiet von Blatt Schöffland wurden in der Vergangenheit sowohl die auf den Anhöhen liegenden älteren Schotterablagerungen (frühpleistozäne Deckenschotter und mittelpleistozäne Schottervorkommen) als auch die in den Talebenen liegenden letzteiszeitlichen Niederterrassenschotter abgebaut. In Gebieten ohne Schottervorkommen wurde auch kiesreicher Till genutzt. Heute beschränkt sich der Kiesabbau auf grössere Schottervorkommen in der Niederterrasse und auf Vorkommen von Schottern der Hochterrasse (s.u.), die vielen lokalen, kleinen Kiesvorkommen werden nicht mehr bewirtschaftet. Stillgelegte Kiesgruben in mittelpleistozänen Schottern und kiesigem Till finden sich:

- am Buechlisberg südlich Hirschthal (646.710/240.680),
- bei Chräjeloch südlich Dürrenäsch (654.300/239.500),
- bei Schlossrued am Sorehubel (648.010/238.270) und bei Galgenmoos (649.250/239.080),
- im Ruedertal nordöstlich Kirchleerau (648.650/236.900), östlich Schmiedrued (651.420/235.830) und östlich Walde (651.700/234.850),
- am Gutsch östlich Kulmerau (650.350/234.050), am Fuchshubel nördlich Schlierbach (651.300/231.950) und am Stierenberg nördlich Rickenbach (654.500/232.560; 654.110/232.100; 654.600/232.150).

Stillgelegte Kiesgruben in Niederterrassenschotter und in letzteiszeitlichem kiesigem Till finden sich:

- nördlich Triengen (647.600/233.100; 647.450/232.700) und bei Waldacher nördlich Stierenberg (654.130/233.750).

Kiesgruben in Schottern der Hoch- bzw. Niederterrasse, in denen heute noch Abbau betrieben wird, liegen bei:

- Schöftland (Kiesgrube Chaltbrunnenboden, 646.600/238.750) und Kulmerau (Kiesgrube Risi, 649.850/234.300), beide im Gutsch-Schotter,
- Staffelbach (646.550/237.150) und Oberkulm (652.100/238.250), beide in Niederterrassenschotter.

Fossile Brennstoffe

Kohle

Bei Bad Schwarzenberg sowie bei Ziegleren und im Gebiet Schiltwald wurden zentimeterdicke Kohlelagen beschrieben (MÜHLBERG 1910). Auf der Suche nach abbauwürdiger Kohle wurde bei Bad Schwarzenberg (Koord. 652.815/234.300, ca. 645 m ü. M.) sogar ein Stollen in den Molassefels der OSM getrieben. Es stellte sich jedoch heraus, dass das Flöz mit im Schnitt ca. 15 cm zu wenig mächtig war und ausserdem nicht durchgängig auftrat, so dass ein Abbau nicht lohnte; trotzdem wurden nach Entdeckung im Jahr 1785 «wirklich einige Centner» herausgeschafft (KISSLING 1903).

Torf

Torf wurde noch bis in den 2. Weltkrieg im Gebiet von Schlierbach abgebaut. Diese und weitere Moore wurden später durch Entwässerung weitgehend zerstört.

UR- UND FRÜHGESCHICHTE

Erste Belege von Menschen im Gebiet von Blatt Schöffland stammen aus dem *Jungpaläolithikum*. Jüngere Streufunde von Silexgeräten oder Steinbeilen sind z.B. bei Wilihof, Wikon, Zofingen, Oftringen und Safenwil gefunden worden. Herausragend ist in diesem Zusammenhang die Fundstelle Reiden-Stumpen (Koord. 640.550/233.850, 512 m ü. M.; NIELSEN 2009), die ins Inventar der Kulturgüter von nationaler Bedeutung aufgenommen wurde. Seit 1988 sind dort zahlreiche Silexwerkzeuge wie Rückenmesser, Bohrer, Kratzer und Stichel einer Siedlungsstelle von eiszeitlichen Jägern geborgen worden. Die Fundstelle wird der jüngeren Magdalénien-Kultur zugeordnet, die den Zeitraum von rund 20000–12600 v. Chr. umfasst. Meist werden Menschen dieser Kultur als Rentierjäger bezeichnet, was einerseits zutrifft, andererseits ist aber belegt, dass zahlreiche weitere Tierarten, wie insbesondere Wildpferd, aber auch Wildrind, Schneefuchs, Schneehase, Schneehuhn sowie Murmeltier wichtige Jagdbeute waren. Die Jagd auf Mammut und Wollhaarnashorn konnte bisher für das Magdalénien in der Schweiz nicht nachgewiesen werden. Nach heutigen Erkenntnissen handelte es sich um nomadisierende Menschen, die bedingt durch das schwankende Nahrungsangebot jahreszeitlich Wanderungen unternahmen. Vom Hügel Stumpen aus bietet sich ein umfassender Überblick über das Wiggertal, aber auch das Seitental Reidermoos. Die Rentier- und Wildpferdherden wurden von dort auf ihren Wanderungen früh entdeckt, und die Jagd konnte dementsprechend vorbereitet werden. Der Stumpen war aber kaum dauernd besiedelt, vielmehr handelte es sich wohl um einen Wohnplatz, der zur Zeit der Wanderung der Herden immer wieder vorübergehend benutzt wurde.

Aus der *Bronze- und Eisenzeit* finden sich im Gebiet von Blatt Schöffland wiederum vorwiegend Streufunde, z.B. von Beilklingen oder Lanzenspitzen. Eisenzeitliche Siedlungen sind bei Dagmersellen und Reiden-Langnau bekannt.

Bedeutende Funde gibt es erst wieder aus der *Römerzeit*. So wurde 1826/27 in Zofingen ein römischer Gutshof ausgegraben, mit marmornem Badebassin und Mosaikböden (Kulturgut von nationaler Bedeutung). 1830/31 wurden für die Ausgrabungen Schutzbauten errichtet, die noch heute, öffentlich zugänglich, die Funde präsentieren. Besonders erwähnenswert sind auch die Ausgrabungen des römischen Gutshofs Murhubel in Triengen.

Ferner sind wichtige Gräber aus *alemannischer* Zeit in den Kirchen von Zofingen und Schöffland gefunden worden. Schliesslich ist die Zofinger Altstadt zu erwähnen, die mit sehr gut erhaltenen *spätgotischen* und *barocken* Bauten zu den schönsten Ortsbildern der Schweiz gehört.

BOHRUNGEN

Tiefbohrungen

Innerhalb des Perimeters von Blatt Schöffland liegt als einzige Tiefbohrung die Erdwärmesondenbohrung Oftringen vor. Wie im Nebenkärtchen Geologisch-tektonische Übersicht dargestellt, liegen weitere für das Verständnis der Geologie im Gebiet von Blatt Schöffland nützliche und wichtige Tiefbohrungen knapp ausserhalb des Perimeters. Es sind dies die Erdölbohrung Altishofen, die Sondierbohrung Schafisheim sowie die Aufschlussbohrung Pfaffnau-Süd-1.

Erdwärmesondenbohrung Oftringen

Die Erdwärmesondenbohrung Oftringen (ALBERT & BLÄSI 2008) liegt bei Koord. 638.335/240.870 mit der Geländeoberkante bei 433 m ü.M. Als Besonderheit sei angemerkt, dass in den poröseren Sandsteinen der Unteren Süsswassermolasse gelegentlich Ölimprägnierung zu erkennen war.

- 25,0 m Quartär: überwiegend Lehm mit variablem Gehalte an Silt, Sand und Kies; bei 16,0–25,0 m zahlreiche lokale Juragerölle und alpine Gerölle
- 362,0 m Untere Süsswassermolasse (Chattien): Wechselfolge von überwiegend buntem Mergel, Siltstein und Feinsandstein mit bis max. 5 m mächtigen, grauen Mittel- bis Grobsandsteinbänken («untere bunte Molasse» bis ?«Kalksandstein-Serie»); bei 258–260 m bunter Mergel mit Kohlehorizont, mit Öl imprägnierte Sandsteinlagen zwischen 212 und 231 m
- 363,0 m Siderolithikum (Eozän): dunkelroter bis ockerfarbener Boluston
- 656,5 m Malm (Oxfordien): Villigen-Formation mit Letzi- und Wangen-Member (363–386 m), Crenularis-Member (386–402,3 m) und Geissberg-Member (402,3–419,8 m) sowie Wildegg-Formation mit Effingen-Member (419,8–641,6 m) und Birmensdorf-Member (641,6–656,5 m)
- 719,0 m Dogger p. p. (Bajocien): Ifenthal-Formation (BITTERLI-DREHER 2012) mit Herznach-Member (656,5–657,4 m) und Schelmenloch-Member (657,4–659,1 m) sowie Hauptrogenstein (659,1–719 m/Endtiefe)

Erdölbohrung Altishofen

Die Geländeoberkante der Erdölbohrung Altishofen (KOPP 1952, 1955a, b, FISCHER & LUTERBACHER 1963) liegt bei ca. 480 m ü.M., Koord.: 640.375/228.160.

- 25 m Quartär: Moräne und Schotter
- 322 m Obere Meeresmolasse (Burdigalien): vorwiegend Sandstein
- 1302 m Untere Süsswassermolasse (Chattien–Aquitainen): bunter Mergel und granitischer Sandstein (322–842 m «obere bunte Molasse»), Mergel und mergeliger Sandstein, geröllführender Kalksandstein (842–1030 m «Kalksandstein-Serie»), Tonmergel und

- mergeliger Sandstein sowie Gerölle führender, glimmerhaltiger Kalksandstein (1030–1302 m «untere bunte Molasse»)
- 1955 m Jura (1302–1707 m Malm, 1707–1854 m Dogger, 1854–1955 m Lias)
 - 2166 m Trias (1955–2078 m Keuper, 2078–2166 m Muschelkalk/Endtiefe)

Sondierbohrung Schafisheim

Die Geländeoberkante der Sondierbohrung Schafisheim (MATTER et al. 1988) liegt bei 421,2 m ü. M, Koord.: 653.620/246.760. Gas- und Öлиндikationen verknüpft mit offenen Klüften im Bereich des Muschelkalks.

- 57,5 m Quartär: Niederterrassenschotter (sandig-siltiger, leicht lehmiger Fein- bis Grobkies, beigebraun, mit Kies führenden, siltig-sandigen Intervallen, grau)
- 117,0 m Quartär: Seeablagerungen (hellgrauer, stark siltiger Lehm, Feinsand)
- 172,0 m Quartär: Rutsch- und Sackungsmasse aus Unterer Süßwassermolasse (bunter Mergel, mergeliger Siltstein und mürber Sandstein in sandig-lehmiger Matrix)
- 244,0 m Quartär: Schotter (gut sortierter sandig-siltiger Fein- bis Mittelkies mit gut gerundeten Komponenten aus Jurakalk und alpinen Geröllen; zwischen 240 und 244 m vorwiegend aufgearbeiteter Molassemergel und -sandstein)
- 566,0 m Untere Süßwassermolasse (Chattien-?Aquitainen): Wechsellagerung aus meist geflecktem, buntem, siltigem Tonstein, Tonmergel und Siltstein mit oft gradierten, grüngrauen massigen Fein- bis Grobsandsteinlagen mit Intraklasten
- 576,0 m Siderolithikum (Eozän): ockerfarbener und roter, teils sandiger Tonstein mit gelegentlich bis 3 mm grossen Bohnerzkügelchen
- 1105,5 m Jura (576–840 m Malm, 840–1080 m Dogger, 1080–1105,5 m Lias)
- 1489,8 m Trias (1105,5–1228,3 m Keuper, 1228,3–1320,1 m Muschelkalk, 1320,1–1324,7 m Störungzone, 1324,7–1478,2 m Muschelkalk, 1478,2–1489,8 m Buntsandstein)
- 2006,5 m Kristallines Grundgebirge (Granit, Syenit, Monzonit, Diorit; eingelagerter Gneis) bis Endtiefe 2006,5 m

Am Gesamtgestein des Syenits gemessene Rb-Sr-Isotope lieferten ein Kristallisationsalter von $315,5 \pm 1$ Ma (Isochrone), das identisch ist mit dem K-Ar-Alter von Biotit (J. Hunziker in MATTER et al. 1988).

Aufschlussbohrung Pfaffnau-Süd-1

Die Geländeoberkante der Aufschlussbohrung Pfaffnau-Süd-1⁴⁾ (BÜCHI et al. 1965, LEMCKE et al. 1968) liegt bei ca. 616 m ü. M, Koord.: 634.950/228.120.

- 2,5 m Quartär
- 298,0 m Obere Meeressmolasse (Burdigalien): vorwiegend Sandstein
- 1198,5 m Untere Süßwassermolasse (Chattien-Aquitainen)
- 1201,5 m Siderolithikum (Eozän): Boluston
- 1208,5 m Malm (Endtiefe 1208,5 m)

⁴⁾ Zusätzlich zur Aufschlussbohrung Pfaffnau-Süd-1 gibt es drei weitere Bohrungen im Gebiet Pfaffnau. Sie sind hier jedoch nicht aufgeführt, da sie keine zusätzlichen Angaben zur Stratigraphie liefern.

Sonstige Bohrungen

Die meisten Bohrungen im Gebiet von Blatt Schöftland konzentrieren sich auf die Haupttäler von Wigger, Suhre und Wyna sowie die grösseren Nebentäler von Uerke und Ruederche. Sie liefern im Wesentlichen Informationen zur Basis des Felsuntergrunds (vgl. Taf. III) und zum Aufbau der Lockergesteinsabfolge der Talfüllungen. Zudem erlauben einige gute geologische Aufnahmen von Bohrungen für die Erdwärmenutzung Angaben zu den obersten Felsformationen.

Einige Bohrungen in Gebieten grösserer Schottervorkommen dienten ferner dem Ziel der Rohstoffexploration auf Kies (SIEBER CASSINA + PARTNER AG 1985, 2006, 2010, 2012; JÄCKLI AG 1997, 2007; GEOTEST AG 1999, 2004; SCHENKER KORNEN & PARTNER GMBH 2007).

LITERATURVERZEICHNIS

- 3B (1988): EFH Schenzger, Staffelbach. – Unpubl. geol. Bohraufnahme z.H. H. Schenzger, Staffelbach.
- ALBERT, W. & BLÄSI, H. (2008): NOK EWS-Bohrung Oftringen: Geologische, mineralogische und bohrlochgeophysikalische Untersuchungen (Rohdatenbericht). – Nagra Arbeitsber. NAB 08-02.
- AMMANN, G. (2001): 100 Jahre Quellenkarte des Kantons Aargau («Mühlberg-Atlas»). – Umwelt Aargau Sondernr. 11, 20–60.
- BITTERLI, T., JORDI, H. A., GERBER, M. E., GNÄGI, C. & GRAF, H. R. (2011): Blatt 1108 Murgenthal. – Geol. Atlas Schweiz 1: 25 000, Erläut. 113.
- BITTERLI-DREHER, P. (2012): Zur Geologie der Ifenthal-Formation. – Swiss Bull. angew. Geol. 17/2, 93–117.
- BÜCHI, U. P. (1957): Zur Gliederung des Burdigalien im Kanton Aargau. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 23/65, 33–40.
- (1958): Zur Geologie der Molasse zwischen Reuss und Seetal (Baldegger-/Hallwilersee/Aabach). – Eclogae geol. Helv. 51/2, 279–298.
- BÜCHI, U. P., WIENER, G. & HOFMANN, F. (1965): Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 58/1, 87–108.
- BURGER, H. (2011): Die Thermalwässer und Mineralwässer im Kanton Aargau und seiner näheren Umgebung. – Mitt. aargau. natf. Ges. 37, 91–112.
- DEHNERT, A., PREUSSER, F., KRAMER, J. D., AKÇAR, N., KUBIK, P. W., REBER, R. & SCHLÜCHTER, C. (2010): A multi-dating approach applied to proglacial sediments attributed to the Most Extensive Glaciation of the Swiss Alps. – Boreas 39, 620–632.
- DICK, K. A., GRAF, H. R., MÜLLER, B. U., HARTMANN, P. & SCHLÜCHTER, C. (1996): Das nordalpine Wasserschloss und seine eiszeitgeologische Umgebung. – Eclogae geol. Helv. 89/1, 635–645.
- DIEBOLD, P., NAEF, H. & AMMANN, M. (1992): Zur Tektonik der zentralen Nordschweiz. – Nagra tech. Ber. NTB 90-04.
- ENGESSER, B. (1989): A preliminary mammal zonation of the upper marine Molasse of Switzerland. In: LINDSAY, E. H., FAHLBUSCH, V. & MEIN, P. (Ed.): European Neogene mammal chronology (p. 177–180). – Plenum Press NATO ASI Ser. A 180, New York.
- (1990): Die Eomyidae (Rodentia, Mammalia) der Molasse der Schweiz und Savoyens. Systematik und Biostratigraphie. – Schweiz. paläont. Abh. 112.
- ENGESSER, B. & MÖDDEN, C. (1997): A new version of the Biozonation of the Lower Freshwater Molasse (Oligocene and Agenian) of Switzerland and Savoy on the basis of fossil mammals. In: AGUILAR, J.-P., LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. (Ed.): Actes du Congrès Biochrom'97. – Mém. Trav. E.P.H.E. Inst. Montpellier 21, 475–499.
- FISCHER, H. & LUTERBACHER, H. (1963): Das Mesozoikum der Bohrungen Courtion 1 (Kt. Fribourg) und Altishofen 1 (Kt. Luzern). – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 115.
- FRÜH, J. & SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 3.
- GEOPORTAL KT. AARGAU (2012): Grundwasserkarte des Kantons Aargau. – <https://www.ag.ch/de/dfir/geoportal/geoportal.jsp> (20. 03. 2013).
- GEOPORTAL KT. LUZERN (2012): Grundwasserkarte des Kantons Luzern. – <http://www.geo.lu.ch/map/gewaesserschutz/> (20. 03. 2013).
- GEOTEST AG (1999): Kiesgrube Hübel Schöffland, Geologische Untersuchungen. – Unpubl. Ber. z.H. Kiesgrube Hübel, Schöffland.
- (2004): Kiesgrube Hübel Schöffland, Erweiterung des Abbaugebietes, Geologische Untersuchungen. – Unpubl. Ber. z.H. Kiesgrube Hübel, Schöffland.

- GERBER, M. E. (1994): Blatt 1129 Sursee. – Geol. Atlas Schweiz 1: 25 000, Erläut. 84.
- GERBER, M. E. & KOPP, J. (1990): Blatt 1129 Sursee. – Geologischer Atlas der Schweiz 1: 25 000, Karte 84.
- GIBBARD, P. L. (2003): Definition of the Middle/Upper Pleistocene boundary. – *Global and planetary Change* 3, 201–208.
- GIBBARD, P. L. & COHEN, K. M. (2008): Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years, version 2008. – *Episodes* 31/2, 243–247.
- GIBBARD, P. L., HEAD, M. J. & WALKER, J. C. (2010): Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. – *J. Quaternary Sci.* 25/2, 96–102.
- GRAF, H. R. (1993): Die Deckenschotter der zentralen Nordschweiz. – Diss. ETH Zürich.
- (2009a): Stratigraphie von Mittel- und Spätpleistozän in der Nordschweiz. – *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 168.
- (2009b): Stratigraphie und Morphogenese von frühpleistozänen Ablagerungen zwischen Bodensee und Klettgau. – *J. Quaternary Sci.* 58/1, 12–53.
- GRAF, H. R. & BURKHALTER, R. (in Vorb.): Die Ablagerungen des Eiszeitalters: stratigrafisches Konzept und Nomenklatur am Beispiel der Nordschweiz.
- GRAF, H. R. & MÜLLER, B. U. (1999): Das Quartär: die Epoche der Eiszeiten. In: BOLLIGER, T. (Ed.): *Geologie des Kantons Zürich* (p.71–95). – Ott, Thun.
- GYGI, R. A. (2003): Perisphinctacean ammonites of the Late Jurassic in northern Switzerland; a versatile tool to investigate the sedimentary geology of an epicontinental sea. – *Schweiz. paläont. Abh.* 123.
- (2012): Quantitative geology of Late Jurassic epicontinental sediments in the Jura Mountains of Switzerland. – Birkhäuser, Basel.
- HABICHT, J. K. A. (1987): Internationales stratigraphisches Lexikon, Bd. I: Europa, Fasz. 7 Schweiz, 7b Schweizerisches Mittelland (Molasse). – *Schweiz. geol. Komm. und Landeshydrod. u. -geol.*
- HÜRZELER, J. (1932): Die Helvétien-Tortonien-Grenze im aargauischen Mittelland. – *Eclogae geol. Helv.* 25/2, 266–269.
- IVY-OCHS, S., KERSCHNER, H., REUTHER, A., PREUSSER, F., HEINE, K., MAISCH, M., KUBIK, P. W. & SCHLÜCHTER, C. (2008): Chronology of the last glacial cycle in the European Alps. – *J. Quaternary Sci.* 23/6–7, 559–573.
- JÄCKLI AG (1976): Grundwasseruntersuchung im Suhretal zwischen Staffelbach und Muhen/AG. – Unpubl. Ber. z.H. Baudept. Kt. Aargau, Abt. Gewässerschutz.
- (1979): Grundwasseruntersuchung im Wynental zwischen Gontenschwil und Oberkulm. – Unpubl. Ber. z.H. Baudept. Kt. Aargau, Abt. Gewässerschutz.
- (1986): Hydrogeologische Untersuchungen Kiesgrubenprojekt Hardmatte der Firma Hochuli AG, Gemeinde Kölliken/AG. – Unpubl. Ber. z.H. Hochuli AG, Kölliken.
- (1997): Kiesabbaugebiet Schöftler Holziken AG. – Unpubl. Ber. z.H. Schöftler Holziken AG, Holziken.
- (2007): Erweiterung Kiesabbau Kulmerauer Allmend, Triengen LU und Schmiedrued AG, Ergebnisse der Sondierkampagne 2007. – Unpubl. Ber.
- JORDAN, P., GRAF, H. R., EBERHARD, M., JOST, J., KÄLIN, D. & BITTERLI-DREHER, P. H. (2011): Blatt 1089 Aarau. – *Geol. Atlas Schweiz* 1: 25 000, Erläut. 135.
- JORDI, H. A., BITTERLI, T. & GERBER, M. E. (2003): Blatt 1108 Murgenthal. – *Geol. Atlas Schweiz* 1: 25 000, Karte 113.
- JOST, J., KÄLIN, D., SCHULZ-MIRBACH, T. & REICHENBACHER, B. (2006): Late Early Miocene lake deposits near Mauensee, central Switzerland: Fish fauna (otoliths, teeth), accompanying biota and palaeoecology. – *Eclogae geol. Helv.* 99/3, 309–326.

- JOST, J., KEMPF, O. & KÄLIN, D. (2012): Stratigraphy of the Upper Marine Molasse in central Switzerland. – 10th Swiss Geoscience Meeting, Bern, Abstract Vol., 172.
- (in Vorb.): Stratigraphy of the Upper Marine Molasse in central Switzerland.
- KÄLIN, D. (1997): The Mammal zonation of the Upper Marine Molasse of Switzerland reconsidered. In: AGUILAR, J.-P., LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. (Ed.): Actes du Congrès Biochrom'97 (p.). – Mém. Trav. E.P.H.E. Inst. Montpellier 21, 515–535.
- KÄLIN, D. & KEMPF, O. (2009): High-resolution stratigraphy from the continental record of the Middle Miocene Northern Alpine Foreland Basin of Switzerland. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 254/1-2, 177–235.
- KAUFMANN, F. J. (1872): Gebiete der Kantone Bern, Luzern, Schwyz und Zug – Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz. – Beitr. geol. Karte Schweiz 11.
- KELLER, B. (1989): Fazies und Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse (Unteres Miozän) zwischen Napf und Bodensee. – Diss. Univ. Bern.
- KELLER, O. & KRAYS, E. (2005): Der Rhein-Linth-Gletscher im letzten Hochglazial – 1. Teil: Einleitung; Aufbau und Abschmelzen des Linth-Rhein-Gletschers im Oberen Würm. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 150/1-2, 19–32.
- (2010): Mittel- und spätpleistozäne Stratigraphie und Morphogenese in Schlüsselregionen der Nordschweiz. – Quaternary Sci. J. 59/1, 88–119.
- KISSLING, E. (1903): Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 2.
- KOPP, J. (1952): Die Erdölbohrung Altishofen. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 19/57, 21–24.
- (1955a): Die Ergebnisse der Erdölbohrung Altishofen. – Mitt. natf. Ges. Luzern 17, 199–213.
- (1955b): Erdölanzeichen in der Trias der Bohrung Altishofen. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 21/61, 1–6.
- (1962): Die Deckenschotter zwischen Surental und Sagenbachtal. – Eclogae geol. Helv. 55/2, 480–482.
- LEMCKE, K., BÜCHI, U. P. & WIENER, G. (1968): Einige Ergebnisse der Erdölexploration auf die mittelländische Molasse der Zentralschweiz. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. Ing. 35/87, 15–34.
- MATTER, A. (1964): Sedimentologische Untersuchungen im östlichen Napfgebiet (Entlebuch - Tal der Grossen Fontanne, Kt. Luzern). – Eclogae geol. Helv. 57/2, 315–429.
- MATTER, A., PETERS, T. J., BLÄSI, H., SCHENKER, F. & WEISS, H.-P. (1988): Sondierbohrung Schafisheim. – Nagra tech. Ber. NTB 86-03.
- MBN AG (1996): Grundwasser-Wärmepumpe Hochuli, Staffelbach. – Unpubl. geol. Gutachten z.H. P. Hochuli, Staffelbach.
- (2002): EWS Mühletaler, Schmiedrueed-Walde. – Unpubl. geol. Bohraufnahme z.H. E. & A. Mühletaler, Schmiedrueed-Walde.
- MILLER, K. (1977): Das Molassemeer in der Bodenseegegend. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee u. Umgebung 7, 1–160.
- MÜHLBERG, F. (1910): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung des Hallwilersees und des oberen Winen- und Surtales 1:25 000. – Geol. Spezkarte, Erläut. 54.
- MUHS, D. R. (2004): Evidence for the timing and duration of the last interglacial period from high-precision uranium-series ages of corals on tectonically stable coastlines. – Quaternary Res. 8, 36–40.
- MÜLLER, A. (1994): Mineralbad Schwarzenberg bei Gontenschwil: Geschichte einer Heilquelle und eines ländlichen Bad-Gasthauses. – Jschr. hist. Ver. Wynental 193/194, 1–53.
- NAGRA (2008): Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und HAA-Lager. Geologische Grundlagen. – Nagra tech. Ber. NTB 08-04.

- NIELSEN, E. H. (2009): Paläolithikum und Mesolithikum in der Zentralschweiz: Mensch und Umwelt zwischen 17000 und 5500 v. Chr. – Kantonaler Lehrmittelverl. Luzern.
- NIGGLI, P. (1912): Geologische Karte von Zofingen 1:25 000. – Geol. Spezkarte 65.
– (1913): Geologische Karte von Zofingen 1:25 000. – Geol. Spezkarte, Erläut. 65.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1901–1909): Die Alpen im Eiszeitalter (3 Bde.). – Tauchnitz, Leipzig.
- PREUSSER, F., GEYH, M. A. & SCHLÜCHTER, C. (2003): Timing of Late Pleistocene climate change in lowland Switzerland. – *Quaternary Sci. Rev.* 22/14, 1435–1445.
- PREUSSER, F. & GRAF, H. R. (2002): Erste Ergebnisse von Lumineszenzdatierungen eiszeitlicher Ablagerungen in der Nordschweiz. – *Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver. [N.F.]* 84, 419–438.
- PREUSSER, F., GRAF, H. R., KELLER, O., KRAYSS, E. & SCHLÜCHTER, C. (2011): Quaternary glaciation history of northern Switzerland. – *J. Quaternary Sci.* 60/2–3, 282–305.
- PREUSSER, F. & SCHLÜCHTER, C. (2004): Dates from an important early Late Pleistocene ice advance in the Aare valley, Switzerland. – *Eclogae geol. Helv.* 97/2, 245–253.
- REBER, R., AKÇAR, N., IVY-OCHS, S., TIKHOMIROV, D., BURKHALTER, R., ZAHNO, C., LÜTHOLD, A., KUBIK, P. W., VOCKENHUBER, C. & SCHLÜCHTER, C. (im Druck): Deglaciation of the Reuss glacier in the Alps at the end of the Last Glacial Maximum. – *Quaternary Geochronol.*
- REICHENBACHER, B., KÄLIN, D. & JOST, J. (2005): A fourth St. Gallen Formation cycle (?) in the Karpatian Upper Marine Molasse of central Switzerland. – *Facies* 51, 160–172.
- RICHMOND, G. M. (1996): The INQUA-approved provisional Lower-Middle Pleistocene boundary. In: TURNER, C. (Ed.): *The early Middle Pleistocene in Europe* (p. 319–327). – Balkema, Rotterdam, Brockfield.
- SCHENKER KORNER & PARTNER GMBH (2007): Kiesprospektion Honegg Schlierbach. – Unpubl. Ber. z.H. KIBAG.
- SCHLÜCHTER, C. (2010): Das Eiszeitalter in der Schweiz. Eine schematische Zusammenfassung. – Stifft. Landschaft und Kies, Uttigen.
- SCHMASSMANN, H. (1990): Hydrochemische Synthese Nordschweiz: Tertiär- und Malm-Aquifere. – *Nagra tech. Ber. NTB* 88-07.
- SCHMASSMANN, H., BALDERER, W., KANZ, W. & PEKDEGER, A. (1984): Beschaffenheit der Tiefengrundwässer in der zentralen Nordschweiz und angrenzenden Gebieten. – *Nagra tech. Ber. NTB* 84-21.
- SIEBER CASSINA + PARTNER AG (1985): Kiesgruben Haselrain-Rüttenen Rothrist, Erläuterungen zum Abbau- und Rekultivierungskonzept. – Unpubl. Ber.
– (2006): Materialabbauzone «Ober-/Unterfeld» Staffelbach und Schöftland, Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse. – Unpubl. Ber.
– (2010): Materialabbauzone «Stoltenrain» Staffelbach, Fachbericht Geologie/Grundwasser. – Unpubl. Ber.
– (2012): Materialabbauzone «Stoltenrain» Staffelbach, Ergänzungsbericht zum UVB-Fachbericht. – Unpubl. Ber.
- WARD, J. H. (1963): Hierarchical grouping to optimize an objective function. – *J. amer. statist. Assoc.* 58, 236–244.
- WEGMÜLLER, S. (1992): Vegetationsgeschichtliche und stratigraphische Untersuchungen an Schieferkohlen des nördlichen Alpenvorlandes. – *Denkschr. schweiz. Akad. Natwiss.* 102.
- WELTEN, M. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngerem Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. – *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 156.
- WULLSCHLEGER, E. (2005): Das Bohnerz von Küttigen. Entstehung, Fossilien- und Mineralgehalt. – *Mitt. aargau. natf. Ges.* 36, 27–60.

PUBLIZIERTE GEOLOGISCHE KARTEN

Geologische Karte der Schweiz 1:500 000. – Bundesamt für Wasser und Geologie, Landesgeologie, 2005.

Tektonische Karte der Schweiz 1:500 000. – Bundesamt für Wasser und Geologie, Landesgeologie, 2005.

Die Schweiz während des letzteiszeitlichen Maximums (LGM) 1:500 000. – Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Landesgeologie, 2009.

Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000

Blatt 2 Basel–Bern, von P. CHRIST, 1942.

Blatt 3 Zürich–Glarus, von P. CHRIST & W. NABHOLZ, 1950.

Geologische Karte der Schweiz 1:100 000

Blatt VIII Aarau–Luzern–Zug–Zürich (2. Aufl.), von A. AEPPLI, E. BAUMBERGER, E. BLÖSCH, A. BUXTORF, A. ERNI, R. FREI, ALB. HEIM, J. HUG, P. NIGGLI, F. MÜHLBERG, A. WETTSTEIN & A. JEANNET, 1913.

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000

Nr. 18 Beromünster–Hochdorf–Sempach–Eschenbach (SA 186–189), von J. KOPP, 1945.

Nr. 50 Wohlen (LK 1090), von H. JÄCKLI, 1966.

Nr. 79 Langenthal (LK 1128), von M. E. GERBER & J. WANNER, 1984.

Nr. 84 Sursee (LK 1129), von M. E. GERBER & J. KOPP, 1990.

Nr. 113 Murgenthal (LK 1108), von H. A. JORDI, T. BITTERLI & M. E. GERBER, 2003.

Nr. 135 Aarau (LK 1089), von P. JORDAN, M. EBERHARD, H. R. GRAF, P. DIEBOLD, J. JOST & R. SCHÜRCH, 2011.

Geologische Spezialkarten

Nr. 1 Karte vom Canton Basel, 1:50 000, von A. MÜLLER, 1862.

Nr. 12 Der Niederterrassenschotter ausserhalb der inneren Moränen, 1:250 000, von L. DU PASQUIER, 1891.

Nr. 45 Geologische Karte der Umgebung von Aarau, 1:25 000, von F. MÜHLBERG, 1908.

Nr. 54 Geologische Karte der Umgebung des Hallwilersees und des obern Winen- und Surtales, 1:25 000, von F. MÜHLBERG, 1910.

Nr. 65 Geologische Karte von Zofingen, 1:25 000, von P. NIGGLI, 1912.

Nr. 67 Geologische Karte des Gebietes Roggen–Born–Boowald, 1:25 000, von F. MÜHLBERG & P. NIGGLI, 1912.

Nr. 73 Geologische Karte des Hauensteingebietes, 1:25 000, von F. MÜHLBERG, 1915.

Nr. 121 Geologische Karte der zentralen Nordschweiz, 1:100 000, von A. ISLER, F. PASQUIER & M. HUBER, 1984.

Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100 000

Nr. 1 Bözberg–Beromünster, von H. JÄCKLI & T. KEMPF (mit Beiträgen von H. FRÖHLICHER, A. VON MOOS, H. SCHMASSMANN, L. WYSSLING), 1972.

Weitere geologische Karten

- H HANTKE, R. und Mitarbeiter (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 1:50 000. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2, 91-122.
- S SUTER, H. (1939): Geologische Karte des Kantons Zürich und der Nachbargebiete 1:150 000. – Führer durch Zürich und Umgebung. Teil III: Geologie von Zürich einschliesslich seines Exkursionsgebietes. – Gebr. Leemann & Co, Zürich.

Topografische Grundlage

- 1088-1090 }
 1108-1110 } Blätter der Landeskarte der Schweiz 1:25 000
 1128-1130 }

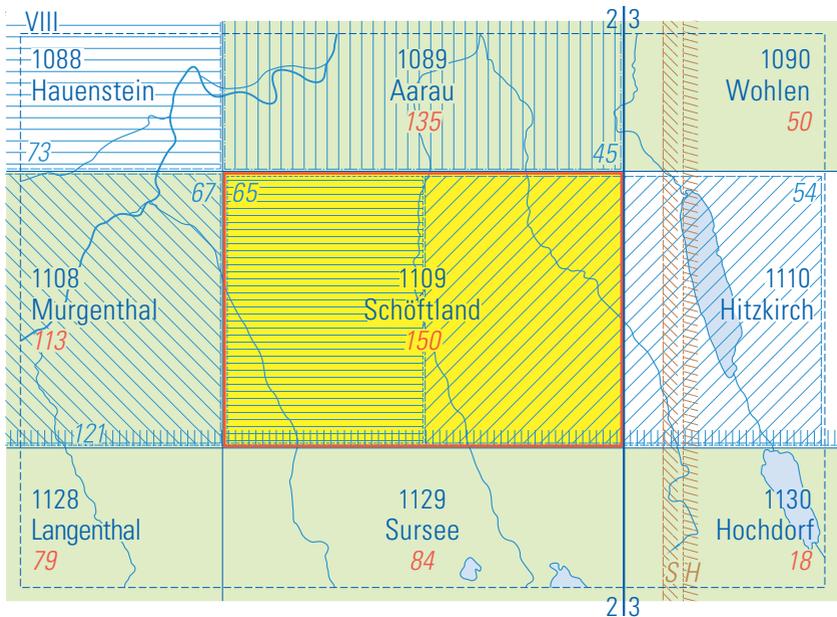


Fig. 13: Publierte geologische Karten (ab 1900) mit offizieller topographischer Grundlage.

ANHANG

Anhang A: Kleinsäugerfundstellen in der Molasse im Gebiet von Blatt Schöffland.

Fundort	Koordinaten	Lithostratigraphische Einstufung	Schweiz. Lokalzonierung (ENGESSER & MODDEN 1997)	MN-Einheit	Chronostratigr. Einstufung
<i>Oberentfelden-Eistel (Blatt Aarau)</i>	647.150/244.250/450	USM – «obere bunte Molasse»	<i>La Mébre 698</i>	MN 2a/2b	<i>Aquitanien</i>
Ofringen-Bühnenberg	639.650/239.025/490	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Zofingen-Bierkeller	640.225/238.825/490	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller (Referenzlokalität)	MN 3a	Burdigalien
Zofingen-Rietel 1	639.425/236.410/460	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Brittnau-Hinterrich	638.625/233.850/475	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Wikon-Galgenberg	639.600/235.900/480	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Safenwil-Schnäpfwinkel	640.200/240.550/540	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Safenwil-Striegel	640.175/240.375/530	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Zofingen-Brunngraben	639.725/237.010/530	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Hirschthal - Ussere Tal	647.625/241.140/495	OMM – Luzern-Fm., Aufarbeitungslage	Bierkeller	MN 3a	Burdigalien
Staffelbach-Lochmatt	645.175/237.000/540	OMM – St.-Gallen-Fm., Staffelbach-Grobsst.		MN 3b od. jünger	Burdigalien
Staffelbach-Böhl 1	645.275/236.925/540	OMM – St.-Gallen-Fm., Staffelbach-Grobsst.		MN 3b od. jünger	Burdigalien
Staffelbach-Böhl 2	645.450/236.950/540	OMM – St.-Gallen-Fm., Staffelbach-Grobsst.		MN 3b od. jünger	Burdigalien
Wikon-Ried	641.300/234.960/575	OMM – St.-Gallen-Fm.		MN 4b u. älter	Burdigalien
Dürrenäsch-Stalten	653.750/241.440/520	OMM – St.-Gallen-Fm.		MN 4b	Burdigalien
Hirschthal-Gschnet (HÜRZELER 1932)	648.800/240.450/610	OMM – St.-Gallen-Fm.		MN 4b	Burdigalien
Unterkulm-Leerauer	649.575/240.300/575	OMM – St.-Gallen-Fm., limnischer Horizont		MN 4b	Burdigalien
Schmiedrued-Cholholz 590	649.475/236.100/590	OMM – St.-Gallen-Fm., limnischer Horizont		MN 4b	Burdigalien
Schmiedrued-Cholholz 595	649.485/236.050/595	OMM – St.-Gallen-Fm., limnischer Horizont		MN 4b	Burdigalien
Schmiedrued-Schlyfferhübel	650.750/236.375/575	OMM – St.-Gallen-Fm., limnischer Horizont		MN 4b	Burdigalien
Schmiedrued-Lörentobel 620	649.850/235.125/620	OMM – St.-Gallen-Fm., limnischer Horizont		MN 4b	Burdigalien

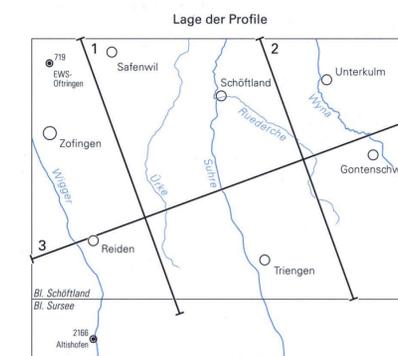
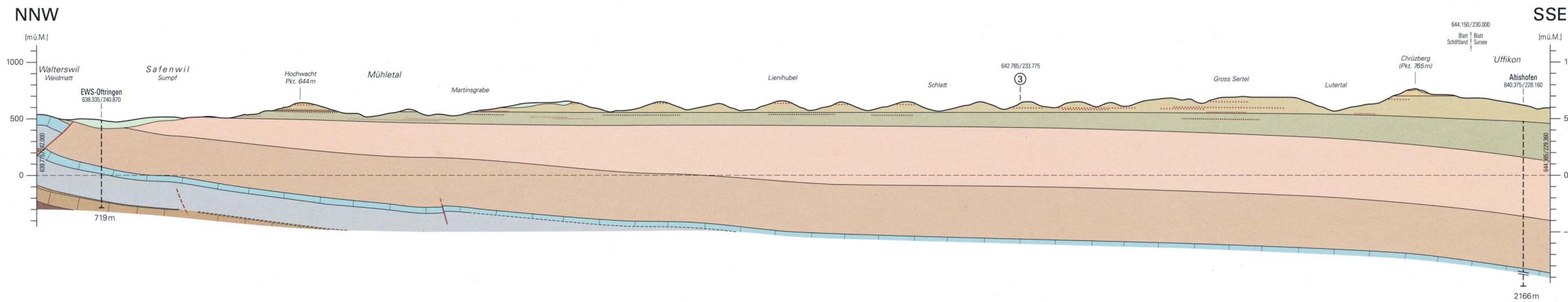
Fundort	Koordinaten	Lithostratigraphische Einstufung	Schweiz. Lokalisationierung (ENGESSER & MODDEN 1997)	MN-Einheit	Chronostratigr. Einstufung
Dürrenäsch-Höhenrain	653.400/240.450/690	OSM – Mergel		MN 5	Burdigalien-Langhien
Oberkulm-Felse	653.175/240.325/690	OSM – Mergel		MN 5	Burdigalien-Langhien
Schöffland - Im Lälli	648.400/239.350/610	OSM – Mergel		MN 5 / MN 4b	Burdigalien-Langhien
Oberkulm-Schmalzhof	649.750/239.400/610	OSM – Süsswasserkalk		(MN 5)	Burdigalien-Langhien
Oberkulm-Däzlihof	649.750/239.100/615	OSM – Mergel		MN 5	Burdigalien-Langhien
Oberkulm-Sämlen	651.050/237.350/610	OSM – Knauersand	Oberkulm-Sämlen (Referenzlokalität)	MN 5	Burdigalien-Langhien
Schmiedrued-Pfyfrütibach 618	651.450/236.220/618	OSM – Mergel		MN 5	Burdigalien-Langhien
Schmiedrued-Pfyfrütibach 640/642	651.600/236.160/640	OSM – Mergel		MN 5	Burdigalien-Langhien
Gontenschwil-Erli	652.075/236.585/625	OSM – Mergel		MN 5	Burdigalien-Langhien

Anhang B: *Geschlämmte Mengen für verschiedene Fundhorizonte.*

Lithostratigraphische Einstufung		MN-Einheit	geschlämmtes Material
USM	«obere bunte Molasse» <i>Fundstelle Oberentfelden-Eistel (Blatt Aarau)</i>	MN 2a–2b	0,8 t
OMM Luzern-Formation	Diverse Aufarbeitungslagen	MN 3a	10 t
	Staffelbach-Grobsandstein	MN 3b/MN 4	5 t
St.-Gallen-Formation	Sandsteinabfolge bis Quarzitnagelfluh	MN 4b	8 t
	Limnischer Horizont	MN 4b	3,5 t
OSM	Basaler Bereich der OSM	MN 5	2 t

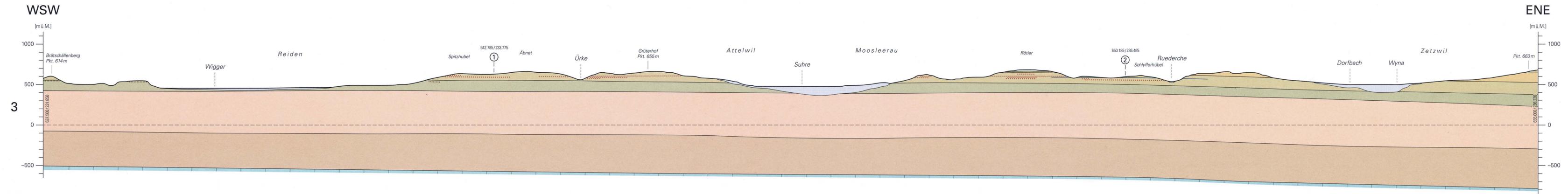
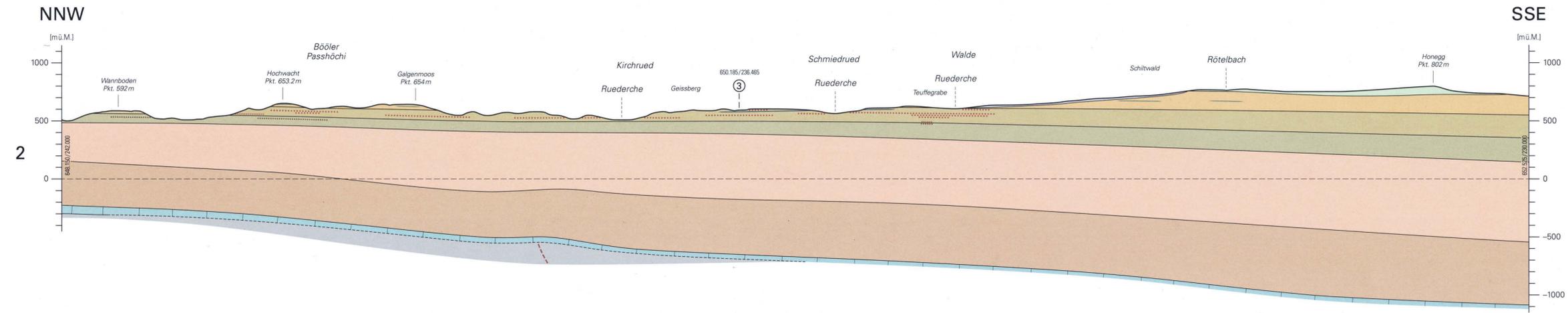
BEILAGEN

- Tafel I: Geologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Schöffland
- Tafel II: Stratigraphische Profile in der Molasse im Gebiet von Atlasblatt Schöffland
- Tafel III: Isohypsenkarte des Felsuntergrunds im Gebiet von Atlasblatt Schöffland
- Tafel IV: Quartärgeologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Schöffland



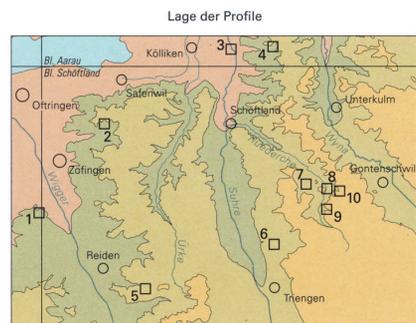
Geologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Schöftland
von **Oliver Kempf**

- Quartär**
- Spätpleistozäne–holozäne Sedimente, ungegliedert
 - Mittelpleistozäne Sedimente, ungegliedert
- Paläogen–Neogen**
- Oberer Süsswassermolasse
 - Süsswasserkalk
 - St.-Gallen-Formation
 - Limnischer Horizont
 - Quarzitnagelfluh
 - Staffelbach-Grobsandstein
 - Luzern-Formation
 - Safenwil-Muschelsandstein
 - Lokaler Muschelsandstein
 - «Obere bunte Molasse»
 - «Untere bunte Molasse» und Verwitterungsbildungen
- Jura**
- Villigen-Formation, z.T. inkl. Burghorn-Formation
 - Wildeggen-Formation
 - Hauptrogenstein und Ifenthal-Formation
 - Passwang-Formation
- Störung i. Allg.
| Bohrung, ins Profil projiziert
③ Profilschnitt



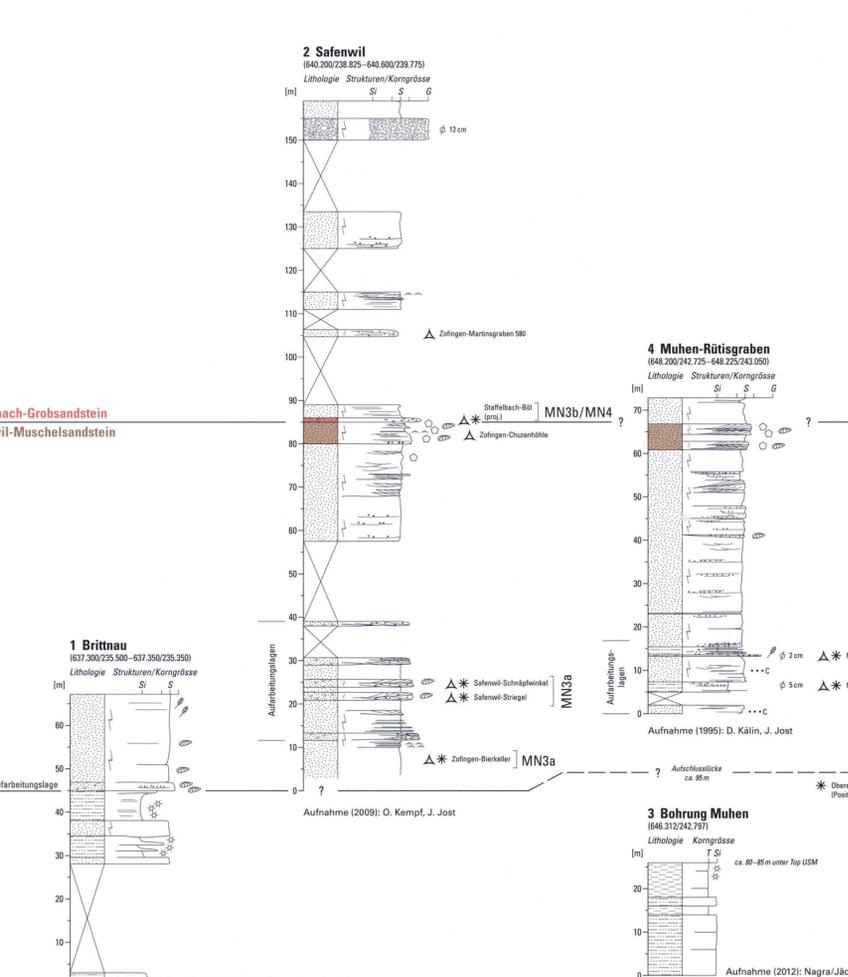
Stratigraphische Profile in der Molasse im Gebiet von Atlasblatt Schöftland

von
Oliver Kempf
nach Feldaufnahmen von
Jürg Jost, Daniel Kälin, Oliver Kempf und Paul Niggli

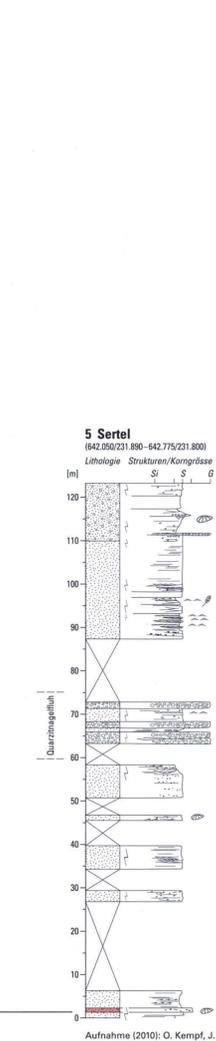


Alter	Säugerzonierung (MN-Einheit)	Gruppe	Formation
Miozän	MN3b oder MN4	Obere Meeresmolasse (OMM)	St.-Gallen-Formation
			Luzern-Formation
Aquitanian	MN2a–MN2b	«Obere bunte Molasse»	Untere Süswassermolasse (USM)

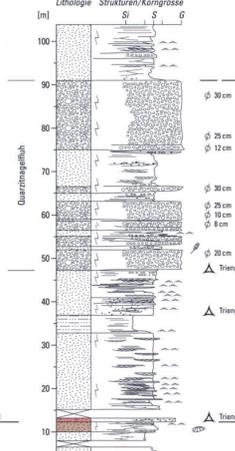
Nordwestlicher Profilbereich



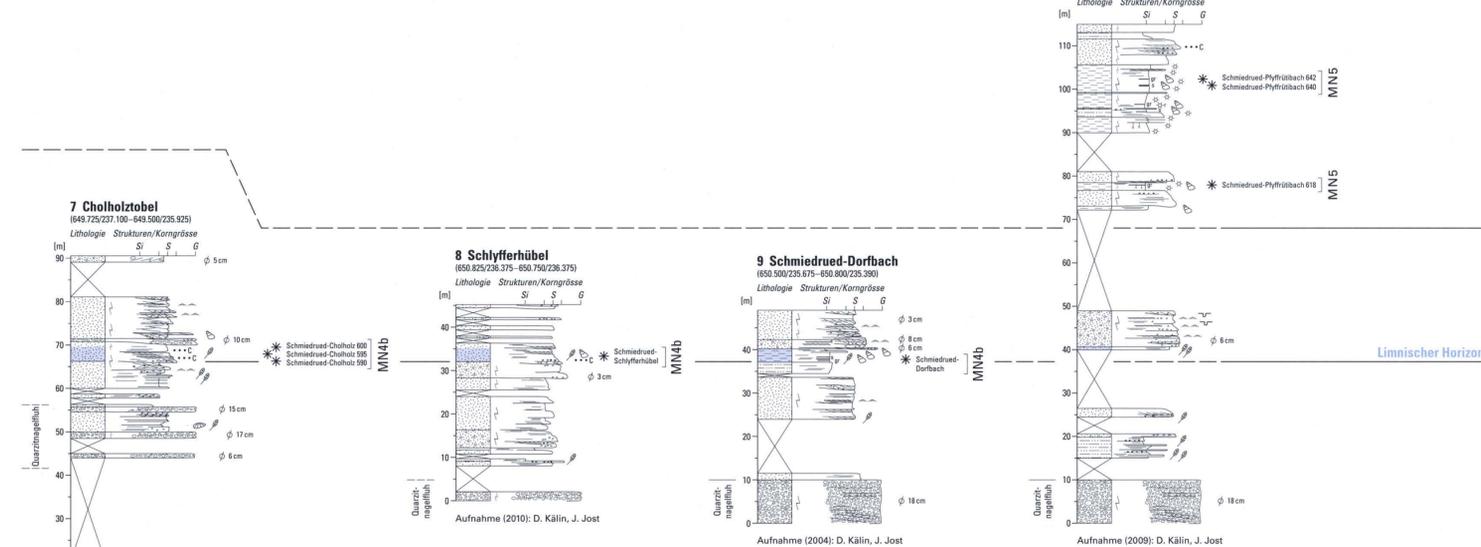
SW



NE



Südöstlicher Profilbereich



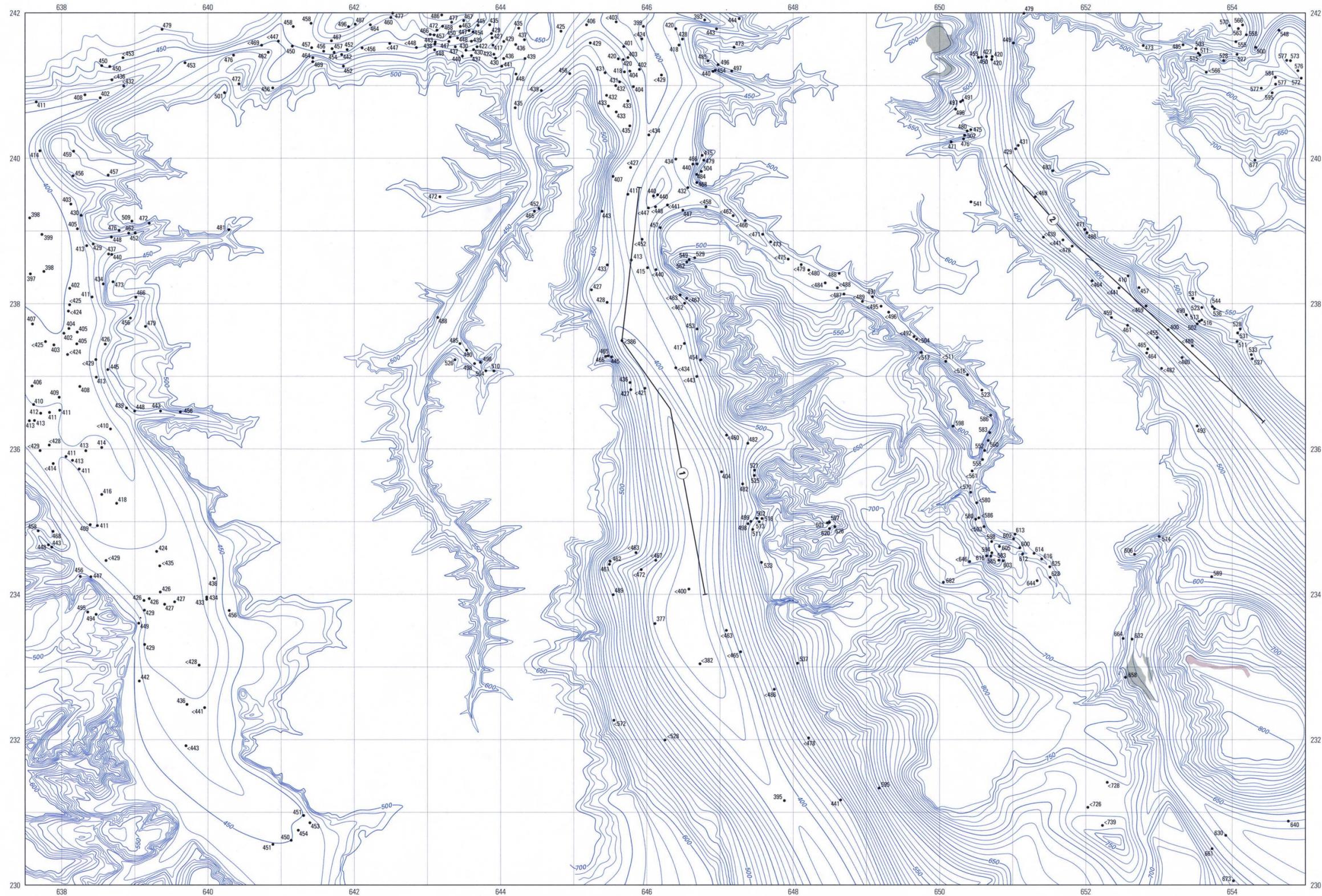
- Lithologie**
- Konglomerat
 - Geröll führender Sandstein, Grobsandstein
 - Mittelsandstein
 - Schlammstein, z.T. mit Sandsteinlagen
 - Tonstein und Siltstein
 - Mergeliger Kalk (=Süswasserkalk=)
- Korngrösse**
- ϕ 12 cm maximaler Korndurchmesser der Gerölle
 - G Kies
 - S Sand (fein – mittel – grob)
 - Si Silt
 - T Ton

- Struktur**
- Fleckung (gelblichbraun-grau)
 - Auffällige Färbung: gr - grau, s - schwarz, r - rot
 - Wurzelspuren
 - Massige Schichtung, Bioturbation
 - Horizontale Schichtung, Lamination
 - Schrägschichtung
 - Trogförmige Rinnen
 - Strömungsrippeln
 - Wellenrippeln
 - Alpine Gerölle (z. T. mit Angabe der Korngrösse)
 - Intraformationelle Gerölle (Mud Pebbles)
 - Karbonatkonkretionen (Caliche)
 - Belastungsmarken

- Fossilinhalt**
- * Kleinsäuger (wichtige Fundstelle)
 - Selachier (wichtige Fundstelle)
 - Muschelschill
 - Echinodermenschill (Scutellen)
 - Süswassergastropoden
 - Pflanzenreste

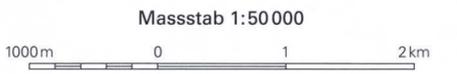
Formation	Gruppe	Säugerzonierung (MN-Einheit)	Alter
Obere Süswassermolasse (OSM)	MN5	MN5	Langhien
St.-Gallen-Formation	Obere Meeresmolasse (OMM)	MN4b	?
Luzern-Formation	Obere Meeresmolasse (OMM)	MN3b oder MN4	Burdigalien

M i o z ä n



Isohypsenkarte des Felsuntergrunds im Gebiet von Atlasblatt Schöffland

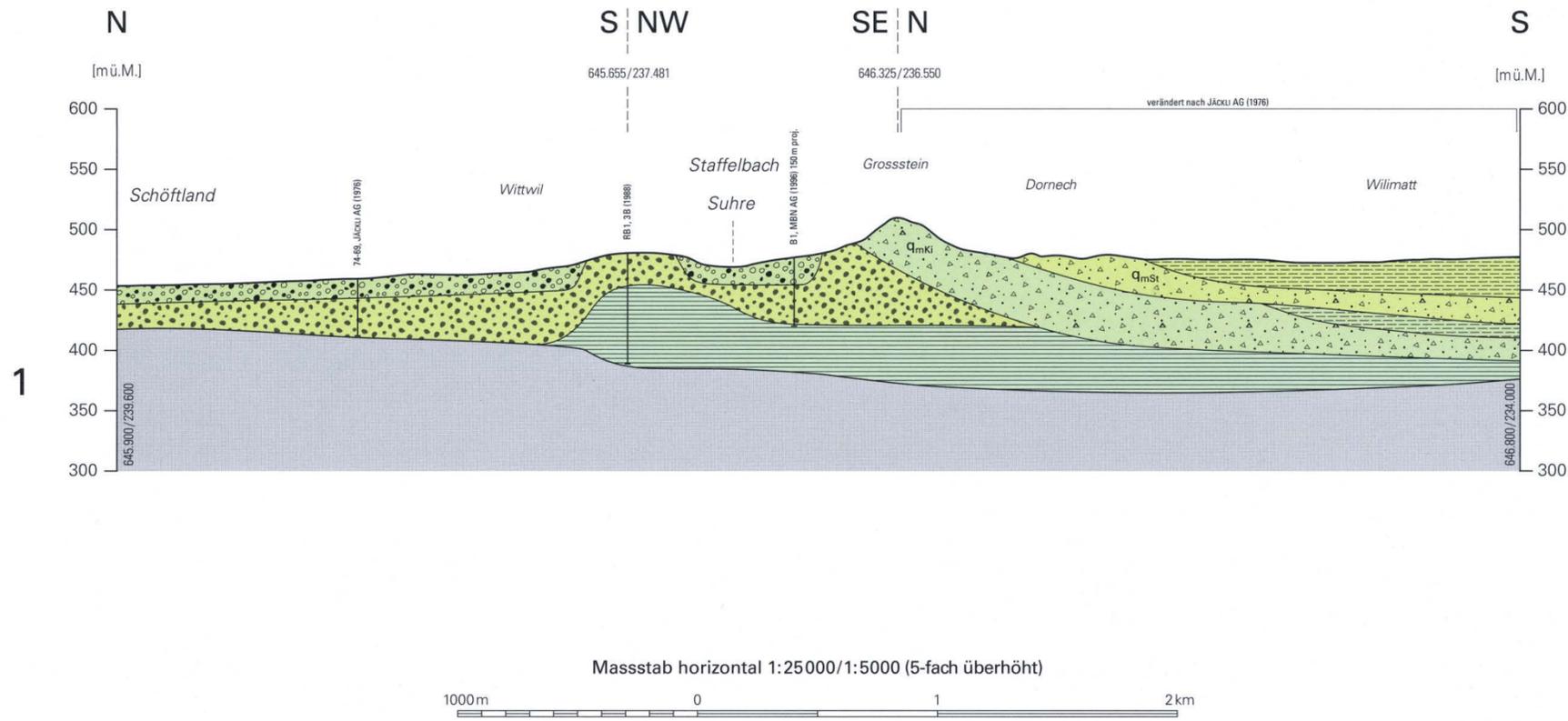
von
Hans Rudolf Graf und Heike Willenberg



- Isohypsen Basis Quartär (Äquidistanz 10m)
- Bohrung mit Kote Oberkante Fels [m ü.M.]
- Tieferer Deckenschotter
- Höherer Deckenschotter
- Profilspur: vgl. Tafel IV

Quartärgeologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Schöftland

von
Hans Rudolf Graf



- Birrfeld-Eiszeit (Letzte Eiszeit)**
- Niederterrassenschotter, undifferenziert
- Staffelbach-/Gontenschwil-Vorstoss**
- Spätglaziale Seeablagerungen:
Moosleerau-Lehm/Gontenschwil-Lehm
- Staffelbach-Schotter
- Staffelbach-Till (q_{mSt}) / Gontenschwil-Till (q_{mGo})
- Kirchleerau-/Zetzwil-Vorstoss**
- Glaziale Seeablagerungen:
Kirchleerau-Lehm/Zetzwil-Lehm
- Kirchleerau-Till (q_{mKi}) / Zetzwil-Till (q_{mZe})
- Beringen-Eiszeit (Vorletzte Eiszeit)**
- Seeablagerungen
- Fels
- Bohrung

