

1110 Hitzkirch

Erläuterungen

THOMAS GUBLER

Geologischer Atlas der Schweiz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo
www.swisstopo.ch

2020

168

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

1:25 000

1110 Hitzkirch

Erläuterungen

22 Textfiguren, 10 Tabellen und 5 Tafelbeilagen

verfasst von
THOMAS GUBLER

2020



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Empfehlung für die Angabe in einem Literaturverzeichnis

Karte

GUBLER, T. (2020): Blatt 1110 Hitzkirch. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Karte 168.

Erläuterungen

GUBLER, T. (2020): Blatt 1110 Hitzkirch. – Geol. Atlas Schweiz 1:25 000, Erläut. 168.

Titelbilder

Umschlag

Weichsediment-Deformationsstrukturen mit partieller Liquefaktion in einer Wechsellagerung von Silt- und Sandstein in der OSM des Tschöplihoftobels südwestlich von Beinwil im Freiamt (Koord. 2667.500/1230.725). Bildbreite ca. 30 cm. Foto D. Kälin 2008.

Karte

Überlagerung des digitalen Höhenmodells swissALTI^{3D} mit der vereinfachten quartärgeologischen Übersicht des Atlasblattes Hitzkirch.

Erläuterungen

Gastropoden führender kalkiger Siltstein, ca. 2 m im Liegenden des limnischen Leitniveaus Gitzitobel im namensgebenden Gitzitobel bei Koord. 2662.435/1234.015. Die grösseren Exemplare der Familie Planorbidae sind strömungsorientiert ausgerichtet. Bildbreite ca. 12 cm. Foto D. Kälin 2019.

Herausgeber

© 2020, 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.

ISSN 1420-2913
ISBN 978-3-302-40099-0



INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort.....	4
Einführung.....	9
Stratigraphie.....	11
Neogen.....	11
Miozän.....	11
Obere Meeresmolasse.....	11
Obere Süßwassermolasse.....	14
Quartär.....	32
Pleistozän.....	32
Frühes Pleistozän.....	32
Mittleres Pleistozän.....	35
Spätes Pleistozän.....	42
Holozän.....	56
Tektonik.....	70
Bohrungen.....	76
Hydrogeologie.....	80
Felsoberfläche.....	88
Modellierung der Grenzfläche OMM/OSM.....	96
Mineralische Rohstoffe.....	98
Ur- und Frühgeschichte.....	113
Reusstalmelioration.....	119
Literaturverzeichnis.....	122

VORWORT

Das geologische Atlasblatt Nr. 168 Hitzkirch schliesst die letzte Lücke in der Abdeckung des zentralen schweizerischen Mittellandes. Es wurde 2007–2017 von Thomas Gubler im Auftrag der Landesgeologie detailliert kartiert. Die sorgfältige Digitalisierung der Originalkarte mittels ToolMap übernahm Dr. Hugo Mändli, während die gewissenhafte Modellierung der Grenzfläche OMM/OSM von M. Sc. Salomé Signer durchgeführt wurde.

Das Kapitel Ur- und Frühgeschichte wurde von Dr. Christian Maise (Kantonsarchäologie des Kantons Aargau) verfasst. Grosser Dank gebührt zudem H. Mändli und Jürg Jost für deren zahlreiche Feldbegleitungen, Probenahmen und viele unterstützende Arbeiten.

Die vorliegende Karte und der dazugehörige Erläuterungstext wurden im Auftrag der Schweizerischen Geologischen Kommission verdankenswerterweise von Prof. Dr. Neil Mancktelow, Dr. Thomas Bolliger, Pierre Gander und Prof. Dr. Christian Schlüchter wissenschaftlich begutachtet.

Für die Übersetzungen der Zusammenfassung ins Französische und Italienische waren Dr. Alain Morard und Dr. Thomas Galfetti besorgt.

Dank des Entgegenkommens des Kurators des PIMUZ, Prof. Dr. Christian Klug und dem Engagement der Herren Dr. Heinz Furrer und Prof. Dr. Ebbe Nielsen, Stv. Kantonsarchäologe Luzern, konnte ein am Lindenberg aufgefundener Mammutknochen am Oeschgerzentrum Bern mit der Radiokarbonmethode datiert werden. Ebenfalls E. Nielsen zu verdanken ist die mit derselben Methode erfolgte Datierung einer Elch-Abwurfschaufel aus dem Müswanger Moos. Dr. Werner Müller (Laboratoire d'archéozoologie, Université de Neuchâtel) sei die Bewertung der Mammut-Altersbestimmung verdankt. Mit freundlicher Bewilligung der SEAG und mit Unterstützung durch Dr. Werner Leu, Geoform Ltd, Villeneuve, konnte das Bohrgut der Bohrung Boswil-1 begutachtet werden.

Bruno Reber, Doris Reber und Dr. Daniel Kälin bearbeiteten die Karte, Tafeln und Figuren graphisch und redaktionell, Evelyne Guanter und Renato Howald führten das Layout der Erläuterungen durch. Dr. Reto Burkhalter wird für das sorgfältige Korrekturlesen des Manuskripts gedankt und der Geologischen Landesaufnahme für die Finanzierung von zwei Bentonitdatierungen.

September 2020

Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Landesgeologie

ZUSAMMENFASSUNG

Das Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch liegt im zentralen schweizerischen Mittelland. Diese zentrale Lage in der mittelländischen Molasse begründet, weshalb der oberflächlich aufgeschlossene Felsuntergrund einzigartigweise nur von einer einzigen geologischen Einheit, der Oberen Süsswassermolasse (OSM) eingenommen wird. Nur in einer Rutschmasse südlich von Hallwil und im Untergrund der übertieften Felstäler des Wynen-, See- und Reusstals ist auch die unterlagernde Obere Meeresmolasse (OMM) als Felsuntergrund anzutreffen.

Die OSM des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch wurde in einer Inter-Fan-Position zwischen Napf- und Hörnli-Schuttfächer abgelagert. Die damalige distale Lage zu den Schüttungszentren erklärt das vollständige Fehlen von Konglomeraten. Die OSM-Abfolge wird deshalb von einer Wechsellagerung von Schlamm- und Sandstein dominiert. Die detaillierte stratigraphische Gliederung der maximal ca. 400m mächtigen OSM basiert auf dem Vorhandensein verschiedener Leithorizonte wie Bentoniten und charakteristischen Süsswasserkalklagen und ist mit derjenigen der benachbarten Gebiete der Atlasblätter Albis und Zürich sehr gut vergleichbar. Für die jüngsten erhaltenen Ablagerungen der OSM kann, basierend auf den numerischen Altersdaten der Bentonite, ein Alter von ca. 14 Ma veranschlagt werden.

Als nächstjüngere Sedimente liegen im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch reliktsch erhaltene hochgelegene, ca. 2 Ma alte quartäre Schotter vor. Sie wurden in flachen, in die OSM eingetieften Tälern der damaligen Landoberfläche abgelagert und werden als Höhere Deckenschotter bezeichnet. Auf den höchsten, über dem letzteiszeitlichen Maximalstand (LGM) gelegenen Hügelzügen (Homberg, Lindenberg) sind z.T. stark verwitterte Moränenreste älterer Eiszeiten erhalten geblieben. Vermutlich im Mittleren und Späten Pleistozän wurden durch zahlreiche Gletschervorstösse tiefe glaziale Becken und Rinnen erodiert, darunter die Reusstalung, welche nachträglich mit komplexen Lockergesteinsabfolgen wieder verfüllt wurden. Das Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch wird geprägt durch zahlreiche Seitenmoränen verschiedener Gletscherstände des letzteiszeitlichen Reussgletschers. Bis auf die höchsten Kuppen des Linden- und Hombergs und der Egg war dabei das gesamte Gebiet zur Zeit des LGM von Eismassen bedeckt. Beim letzteiszeitlichen Rückschmelzen des Reussgletschers von seinem Maximalstand zog sich dieser sukzessive zurück, wobei er mehrmals stagnierte oder kurzzeitig wieder vorstieß. Bei diesen Halten hinterliess er charakteristische Moränenwälle. In den dahinter eisfrei gewordenen Becken und Rinnen gelangten zunächst Seesedimente zur Ablagerung, in einer späteren Phase verlandeten diese Becken; es bildeten sich grosse Sumpf- und Torfgebiete.

RÉSUMÉ

Le territoire de la feuille Hitzkirch se situe au milieu du plateau molassique de Suisse centrale. Cette position singulière explique pourquoi le soubassement rocheux visible à l'affleurement n'est constitué pour ainsi dire que d'une seule unité géologique, la Molasse d'eau douce supérieure (OSM). Ce n'est que dans une masse glissée au sud de Hallwil, ainsi qu'à la base des vallées surcreusées de la Wyna, de l'Aabach (Seetal) et de la Reuss que la Molasse marine supérieure (OMM) sous-jacente a également pu être observée.

L'OSM du territoire de la feuille Hitzkirch s'est déposée entre les cônes d'épandage du Napf et du Hörnli. Cette position distale par rapport aux centres d'épandage explique l'absence totale de dépôts conglomératiques. La succession stratigraphique de l'OSM, atteignant environ 400 m d'épaisseur au maximum, est ainsi dominée par des alternances de pélites et de grès. La subdivision détaillée de l'OSM est basée sur la présence de divers horizons marqueurs, tels que des niveaux de bentonite et des niveaux de calcaires lacustres caractéristiques. Elle est très comparable à celle des régions voisines des feuilles Albis et Zürich. Sur la base des datations radiométriques des niveaux de bentonite, un âge d'environ 14 Ma peut être estimé pour les dépôts molassiques les plus jeunes encore conservés.

Les Höhere Deckenschotter, nappes graveleuses préservées de manière relictuelle dans des positions élevées, représentent les sédiments les plus anciens du Quaternaire du territoire de la feuille Hitzkirch. Ils ont été déposés il y environ 2 Ma dans des vallées peu profondes entaillées dans l'OSM. Des restes morainiques anciens, en partie fortement altérés, sont préservés au niveau des collines les plus élevées de la région (Homberg, Lindenberg), au-dessus de l'altitude maximale atteinte par les glaces lors du Dernier Maximum Glaciaire (LGM). Des bassins et des sillons glaciaires profonds ont été érodés par les nombreuses avancées glaciaires, probablement aussi bien au Pléistocène moyen qu'au Pléistocène tardif. La vallée de la Reuss en fait partie, avec son remplissage sédimentaire ultérieur complexe. Le territoire de la feuille Hitzkirch est marqué morphologiquement par les nombreuses moraines latérales représentant différents stationnements du glacier de la Reuss lors de la Dernière Période glaciaire. A l'exception des parties les plus élevées du Lindenberg, du Homberg et de l'Egg, l'ensemble de la région a été recouverte de glace pendant le LGM. Après ce stade maximal, le retrait du glacier de la Reuss a été entrecoupé de plusieurs périodes de stagnation ou de brève ré-avancée. Ces stationnements sont marqués par des cordons morainiques caractéristiques qui, lorsque le glacier s'est retiré, ont délimité des bassins et sillons où des sédiments lacustres ont pu s'accumuler. Finalement, suite à l'atterrissement de ces secteurs, de grandes zones marécageuses et tourbeuses se sont développées.

SUMMARY

The area of the Hitzkirch map sheet is located in the central Swiss midlands. This central position in the Central Swiss Molasse is the reason why the superficially exposed bedrock is uniquely occupied by only one geological unit, the Upper Freshwater Molasse (OSM). The underlying Upper Marine Molasse (OMM) is only found in a mass of landslides south of Hallwil and in the bedrock of the glacially over-deepened basins of the Wynen, See and Reuss valleys.

The OSM of the area of map sheet Hitzkirch was deposited in an inter-fan position between the Napf and Hörnli alluvial fans. The then distal position to these alluvial fans explains the complete absence of conglomerates. The OSM sequence is therefore dominated by an alternation of mudstone and sandstone. The detailed stratigraphic architecture of the OSM, which reaches a maximum thickness of about 400 m, is based on the presence of various marker horizons such as bentonites and characteristic freshwater limestones and is very comparable to the neighbouring areas of the Albis and Zurich map sheets. Based on the numerical age of the bentonites, an age of about 14 Ma can be estimated for the most recent preserved OSM deposits.

The next younger sediment in the area of map sheet Hitzkirch is a relically preserved, approx. 2 Ma old quaternary gravel, that is found at topographically high altitudes. It was deposited in shallow valleys of the former land surface, deepened in the OSM, and is called Upper Deckenschotter. On the highest hill ranges (Homberg, Lindenberg), which were above the maximum extend of the last ice age (LGM), partly strongly weathered moraine remains of old ice advances have been preserved. Probably in the Middle and Late Pleistocene, numerous glacial advances eroded deep glacial basins and channels, including the Reuss valley, which were subsequently filled in again with complex sequences of unconsolidated deposits. The area of map sheet Hitzkirch is characterised by numerous lateral moraines of different glacial levels of the last glacial period of the Reuss Glacier. With the exception of the highest peaks of the Lindenberg, Homberg and Egg, the entire area was covered by ice masses at the time of the LGM. During the last glacial retreat of the Reuss glacier from its maximum extend, it gradually retreated, stagnating or briefly advancing again several times. During these stops it left characteristic terminal moraines. In the basins and gullies which had become ice-free behind them, lacustrine sediments were deposited at first, but in a later phase these basins silted up; large swamp and peat areas were formed.

RIASSUNTO

Il territorio del foglio Hitzkirch si situa al centro dell'altipiano molassico della Svizzera centrale. Questa posizione centrale nell'altipiano molassico spiega perché lo strato roccioso visibile è costituito principalmente da una sola unità geologica, la Molassa d'acqua dolce superiore (OSM). La Molassa marina superiore (OMM) sottostante ha potuto essere osservata solamente in una massa scivolata a sud di Hallwil, così come nelle valli incise dai fiumi Wyna, Aabach (Seetal) e Reuss.

La OSM del territorio del foglio Hitzkirch si depositò all'interno dei grandi conoidi di deiezione del Napf e dell'Hörnli. La posizione distale rispetto al centro dei conoidi di deiezione si spiega tramite l'assenza totale di conglomerati. La successione stratigrafica dell'OSM è dominata da un'alternanza di peliti e arenarie. La suddivisione dettagliata dell'OSM, che raggiunge al massimo lo spessore di circa 400 m, è caratterizzata dalla presenza di vari livelli di riferimento, come gli strati di bentonite e i caratteristici calcari lacustri. Tale suddivisione prosegue nelle regioni limitrofe dei fogli di Albis e Zürich. Sulla base di datazioni radiometriche degli strati di bentonite, si è stimata l'età dei sedimenti molassici più giovani ancora conservati a circa 14 Ma.

I sedimenti successivi più recenti, che appaiono sporadicamente sul territorio del foglio Hitzkirch a quote elevate, sono delle ghiaie quaternarie (Höhere Deckschotter) di circa 2 Ma di anni fa. Considerati come i più antichi sedimenti quaternari, questi furono depositati in valli incise nell'OSM. Inoltre, alcuni relitti morenici, in parte fortemente alterati, sono preservati sulle colline più elevate della regione (Homburg, Lindenberg), oltre l'altitudine massima raggiunta dai ghiacci dell'Ultimo Massimo Glaciale (LGM). I profondi bacini e solchi glaciali, tra cui quello della valle della Reuss, furono erosi dal ripetuto avanzamento dei ghiacciai probabilmente durante il periodo tra il Medio e il Tardo Pleistocene e riempiti da complesse sequenze di depositi sciolti. La morfologia del territorio del foglio Hitzkirch è caratterizzata da numerose morene laterali che rappresentano i vari stadi del ghiacciaio della Reuss durante l'Ultimo Periodo glaciale. Durante l'Ultimo Massimo Glaciale (LGM), a eccezione delle sommità dei colli di Lindenberg, Homburg ed Egg, l'insieme della regione fu ricoperta dai ghiacci. Il ritiro del ghiacciaio della Reuss fu soggetto a molteplici periodi di ristagno o di avanzata. Queste fasi stazionarie sono demarcate da tipiche pareti moreniche le quali, sbarrando i solchi lasciati liberi dal ghiaccio, generarono inizialmente laghi riempiti da sedimenti lacustri e in seguito da grandi paludi e torbiere.

EINFÜHRUNG

Das Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch ist durch NNW-SSE streichende Hügelläuge und Täler geprägt. Im Südwesten wird noch ein Teil des Wynentals angeschnitten, welches durch den Homberg und die Erlöse vom Seetal mit dem Hallwilersee getrennt wird. Im Seetal nimmt der 8,4 km lange Hallwilersee eine Fläche von 10,3 km² ein. Zwischen dem Seetal im Westen und der Reuss im Osten folgt das morphologisch auffälligste Geländeelement, der langgezogene Hügellzug des Lindenberg. Die Kuppe des Lindenberg nördlich von Müswangen (Rüedikerwald) stellt mit 878 m ü. M. denn auch den höchsten Punkt, der Reusslauf bei Unterlunkofen mit ca. 380 m ü. M. den tiefsten Punkt des Kartengebiets dar.

Sehr grosse Teile des Kartengebiets werden durch z.T. mächtige Moränen der Letzten Eiszeit eingenommen. Dies führt dazu, dass eine sanfte Geländemorphologie dominiert und der aus der Oberen Süsswassermolasse (OSM) bestehende Felsuntergrund im Wesentlichen nur in tief in die Moränendecke eingeschnittenen Bachtobeln aufgeschlossen ist.

Besonders die Reussebene und flache Gebiete mit Verlandungssedimenten wurden durch den Menschen stark umgestaltet, indem ehemals grossflächig vorhandene Feuchtgebiete drainiert und Torf abgebaut wurde. Flüsse und Bäche wurden hinter Dämme gelegt und kanalisiert.

Die stratigraphische Abfolge der OSM ist aus detaillierten Profilen aus mehreren Bachtobeln auf der West- und Ostseite des Lindenberg sehr gut bekannt. Alle älteren geologischen Einheiten sind nur aus Bohrungen bekannt. Den besten Überblick lieferte die 1965 abgeteufte Erdöltiefbohrung Boswil-1, welche die gesamte Obere Meeresmolasse (OMM) und Untere Süsswassermolasse (USM) durchörterte und auf der Endtiefe von 1836 m den Malm erreichte.

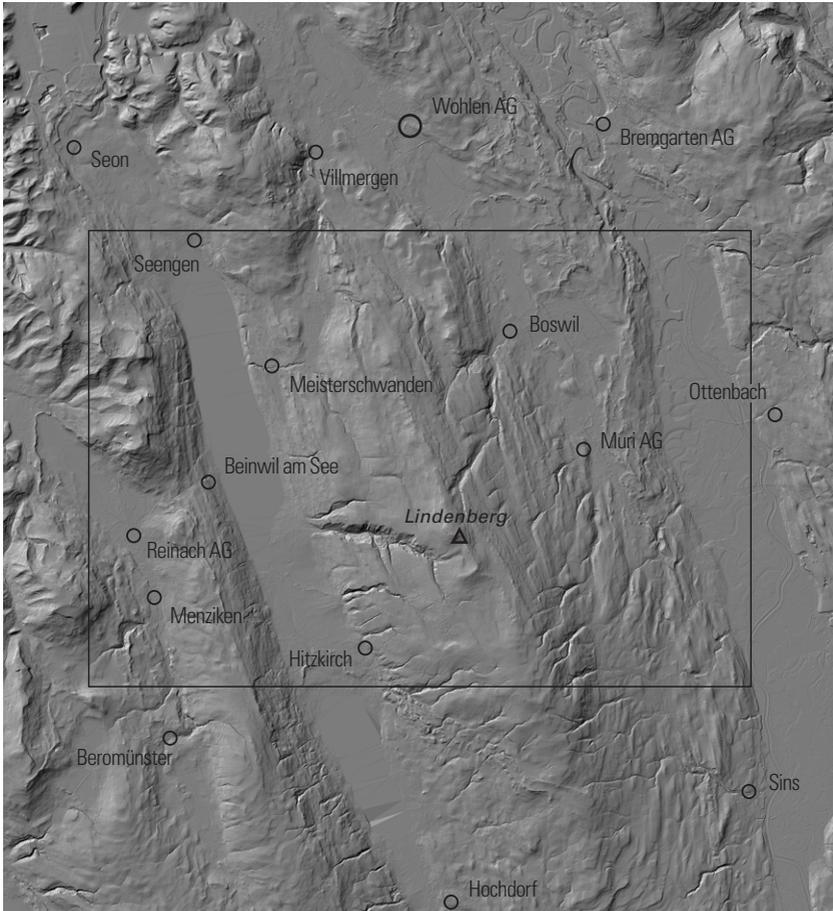


Fig. 1: Digitales Höhenmodell (swissALTI^{3D}) des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch und seiner Umgebung 1:200 000.

STRATIGRAPHIE

NEOGEN

Miozän

Obere Meeresmolasse (OMM) *(Burdigalien)*

Gesteine der Oberen Meeresmolasse (OMM) sind im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch nicht direkt an der Oberfläche aufgeschlossen, bilden aber den Felsuntergrund unter teils geringer Lockergesteinsbedeckung in der nordwestlichen Blattgebietsecke bei Boniswil sowie unter den mächtigen Lockergesteinsfüllungen im Wynen-, See- und Reusstal. Wie in den angrenzenden Gebieten der Atlasblätter Schöftland, Wohlen und Albis dürfte die OMM in Luzern- und St.-Gallen-Formation gliederbar sein. Die Grenzziehung erfolgt definitionsgemäss mit dem Staffelbach-Grobsandstein an der Basis der St.-Gallen-Formation (JOST et al. 2016).

Die OMM wurde zwar in vielen Erdwärmesondenbohrungen angetroffen, die Beschreibung des Bohrguts lässt jedoch mit Ausnahme der charakteristischen «Quarzitnagelfluh» keine weitere stratigraphische Gliederung zu. Vollständig bis zur liegenden Unteren Süsswassermolasse durchfahren wurde die OMM nach der Auswertung aller verfügbaren Bohrprofile nur in der Erdöltiefbohrung Boswil-1, wo die Mächtigkeit der OMM 494 m beträgt (LEMCKE et al. 1968, s. modifizierte Aufnahme auf S. 78). Bei der Archivrecherche bei den Kantonen Aargau und Luzern sowie bei privaten Büros wurden keine geologischen Profilaufnahmen aus der OMM gefunden, die auf Kernbohrungen basieren.

m₂₋₃ Luzern- und St.-Gallen-Formation, undifferenziert

Im Rutschhang rund 750 m südlich von Hallwil bei Koord. 2655.900/1241.250 besteht der lehmige Hangschutt an verschiedenen Stellen ausschliesslich aus grünlich grauen, z.T. tonigen Silt- und Feinsandsteinkomponenten. Es handelt sich um verrutschtes, aufgrund der topographischen Lage aus den obersten ca. 30 m der OMM (St.-Gallen-Formation) stammendes Material. Der Fels dürfte in geringer Tiefe anstehen.

Die in die Sandsteinabfolge der St.-Gallen-Formation eingelagerte Quarzitnagelfluh erreicht im Gebiet des westlich benachbarten Atlasblattes Schöftland ca. 43 m Mächtigkeit und besteht dort aus mehreren, teilweise amalgamierten Konglomeratbänken (GRAF et al. 2012). Im Profil der Tiefbohrung Boswil-1 ist Konglomerat bzw. Geröll führender Sandstein sogar mit einer Mächtigkeit von

rund 100 m verzeichnet (LEMCKE et al. 1968). Die Quarzitnagelfluh, insbesondere deren Dach, stellt einen relativ ungenauen Leithorizont dar, der aber wegen seiner Härte und den auffallenden Quarzitgeröllen vom Bohrmeister beim Abtiefen von Erdwärmesondenbohrungen häufig bemerkt und auch entsprechend notiert wird. Die oberste Geröllbank liegt ca. 30–50 m unter dem Kontakt der OMM zur Oberen Süsswassermolasse (OSM). Der eigentliche Kontakt OMM/OSM kann in den gespülten Erdwärmesondenbohrungen meist nicht korrekt bestimmt werden.

Mit Ausnahme der Erdöltiefbohrung Boswil-1 ist unklar, ob die Luzern-Formation in den abgetieften Erdwärmesondenbohrungen angetroffen wurde. Auf eine lithologische Beschreibung wird daher verzichtet und für eine solche auf die Erläuterungen der benachbarten Geologischen Atlasblätter 1:25 000 Schöftland (GRAF et al. 2012), Aarau (JORDAN et al. 2011) und Wohlen (JÄCKLI 1966) verwiesen.

Das lithologisch-faziell definierte Dach der OMM fällt im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch kräftig von Westen nach Osten ein; am westlichen Blattgebietsrand im Wynental liegt das Dach der OMM bei ca. 460 m ü. M., am östlichen Blattgebietsrand auf einer Linie Mühlau–Jonen bereits rund 300 m tiefer bei ca. Kote 160 m ü. M. (s. Fig. 15). Dieses starke W-E-Gefälle hat zur Folge, dass die OMM auf der Westseite des Seetals noch in vielen Erdwärmesondenbohrungen angetroffen wurde, auf dessen Ostseite bereits seltener und auf der Ostseite des Lindbergs im westlich der Reuss gelegenen Gebiet nur gerade noch in drei EWS-Bohrungen in Boswil, in einer EWS-Bohrung in Muri (s. Kap. Tiefbohrungen) und zwei EWS-Bohrungen in Merenschwand erreicht wurde (s. Tab. 1). Im Gebiet östlich der Reuss bei Ober- und Unterlunkhofen sowie bei Jonen wurde die OMM nicht mehr erbohrt.

Tab. 1: *Verzeichnis der Bohrungen auf der Ostseite des Lindbergs, linksseitig der Reuss, welche mutmasslich Obere Meeresmolasse (OMM) erbohrt haben.*

Gemeinde	Koordinaten	OKT [m ü. M.]	Endtiefe [m]	Top Fels ab OKT [m]	Top OMM [in Bohrmeter]	Top OMM [m ü. M.]
Boswil	2666.627/1239.706	440	250	77	192	248
Boswil	2666.475/1239.302	447	225	22	~160	~287
Boswil	2666.485/1238.585	459	220	9	~205	~254
Muri	2668.860/1236.380	464	300	70	250	214
Merenschwand	2670.723/1234.978	393,5	260	96	~200	~193,5
Merenschwand	2670.934/1234.326	402	266	30	~200	~202
Boswil-1	2664.845/1237.415	647,5	1836,2	42,5	315	332,5

Tab. 2: Auswahl an Bohrungen des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch, welche mutmasslich Obere Meeresmolasse (OMM) erbohrt haben.

Gemeinde	Koordinaten	OKT [m ü. M.]	Endtiefe [m]	Top Fels ab OKT [m]	Top OMM [in Bohrmeter]	Top OMM [m ü. M.]
Hitzkirch	2662.085/1230.610	484	275	56	178	306
Birrwil	2657.593/1237.817	511	200	100	erodiert	–
Seengen	2657.726/1241.830	461	150	100	erodiert	–
Seengen	2657.614/1241.978	464	160	124	erodiert	–
Seengen	2657.970/1241.730	465	200	48	erodiert	–
Hallwil	2656.160/1241.250	491	150	32	erodiert	–
Bonswil	2656.652/1241.231	472	230	68	erodiert	–
Bonswil	2656.765/1241.220	466	70	66	erodiert	–
Bonswil	2656.825/1240.875	470	130	70	erodiert	–
Bonswil	2656.202/1240.865	487	200	25	erodiert	–
Bonswil	2655.980/1240.820	525	130	42	erodiert	–
Bonswil	2656.273/1240.712	490	180	40	erodiert	–
Bonswil	2656.235/1240.615	495	150	21	erodiert	–
Bonswil	2656.690/1240.650	470	130	60	erodiert	–
Bonswil	2656.725/1240.500	475	160	49	erodiert	–
Aesch	2660.560/1234.670	475	150	26	~82	~393
Leimbach	2655.060/1236.100	514	60	31	erodiert	–
Leimbach	2655.125/1235.875	514	150	92	erodiert	–
Menziken	2655.735/1235.220	517	99	86	erodiert	–

Die in Tabelle 1 und 2 aufgeführten Bohrungen, die mit einiger Sicherheit die OMM erreicht haben, sind auf dem geologischen Kartenblatt mit der entsprechenden Formationsfarbe gekennzeichnet. Zahlreiche (Spül-)Bohrungen, die wahrscheinlich die OMM erreicht haben, dies aber bei der Aufnahme nicht erkannt wurde, sind, basierend auf der Felsisohypsenkarte und der dort eingezeichneten modellierten Grenze OMM/OSM, speziell gekennzeichnet (Bohrung, mit Tiefe der Obergrenze des Molassefelsens, undifferenziert).

Die OMM des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch wurde einzig durch die Erdöltiefbohrung Boswil-I vollständig durchbohrt, die dort angetroffene Mächtigkeit betrug 494 m (LEMCKE et al. 1968, s. modifizierte Aufnahme auf S. 78). Gegen Nordwesten muss eine geringere, gegen Südosten eine grössere Mächtigkeit angenommen werden. Für das nordwestlich und somit distaler gelegene Gebiet von Atlasblatt Aarau werden lediglich 70–80 m Luzern-Formation und bis 70 m St.-Gallen-Formation angegeben (JORDAN et al. 2011). Für das westlich gelegene Gebiet von Atlasblatt Schöftland werden für dessen zentralen Teil 100–130 m Luzern-

Formation und für die St.-Gallen-Formation ca. 80 m (im Nordosten) bis 200 m (im Süden) angegeben (GRAF et al.2012). Die für das nördlich gelegene Atlasblatt Wohlen ermittelten Mächtigkeiten betragen für die Luzern-Formation bei Lenzburg ca. 150 m und für die St.-Gallen-Formation bei Villmergen ca. 150 m (JÄCKLI 1966). Im nordöstlich gelegenen Gebiet von Atlasblatt Zürich liegen die Daten von zwei tieferen Bohrungen vor: die Tiefbohrung Tiefenbrunnen durchfuhr ca. 390 m OMM (BÜCHI 1980) und die Geothermiebohrung Triemli traf die OMM in einer Mächtigkeit von 411 m an (EWZ 2014).

Obere Süsswassermolasse (OSM)

(Burdigalien-Langhien)

Nach dem endgültigen Rückzug des OMM-Meeres vor 17–16 Ma (KEMPF & MATTER 1999, REICHENBACHER et al.2013) herrschten im gesamten Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch terrestrische Verhältnisse. Der Kartenperimeter lag damals zwischen zwei mächtigen alpinen Schuttfächern, dem aus Osten schüttenden Hörnli- und dem aus Südwesten schüttenden Napf-Flusssystem. In dieser distalen Inter-Fan-Position bauten diese beiden Schüttungen in etwa hälftig die Sedimentabfolge auf. Das von Erlösen bei Beromünster bis ins Gebiet des Zürichsees reichende Interferenzgebiet zwischen Napf- und Hörnlischüttung wies dabei eine Breite von ca. 30 km auf (T. Gubler in NAGRA 2008). In zwei unterschiedlichen stratigraphischen Höhenlagen treten zudem quarzreiche Sandsteinniveaus auf, die dem Quarzsandstein der beckenaxialen E-W-Glimmersandschüttung (HOFMANN 1960 u. Tab. 4) zugerechnet werden. Aufgrund der distalen Lage zwischen den beiden Schuttfächern wurde der Kartenperimeter zur Zeit der OSM nicht mehr von Konglomeratschüttungen erreicht, demzufolge wurden nur Sand- und Siltstein, sandig-siltiger Tonstein (Schlammstein, Mergel) und untergeordnet Süsswasserkalk abgelagert.

Weite Gebiete des Kartenperimeters ausserhalb der quartären Talfüllungen sind mit durchgehender und z.T. mächtiger Moräne bedeckt. Aufschlüsse von OSM finden sich deshalb meist nur in den tief in die West- und Ostflanke eingeschnittenen Bachtobeln des Lindbergs und einigen rundhöckerartig überschlifften Felshügeln mit fehlender oder dünner Moränendecke (Egghau und Lätten westlich von Boswil) oder zwischen Leimbach und Leutwil am Westhang von Homberg und Egg, der knapp ausserhalb des Maximalstandes der Letzten Eiszeit liegt. In den tief einerodierten Bachtobeln sind z.T. sehr gute Aufschlussverhältnisse anzutreffen, welche einen detaillierten Einblick in die Abfolge der OSM-Sedimente erlauben. Die meisten dieser Profile wurden minutiös dokumentiert und bilden die Basis für die im Nachfolgenden erläuterte Lithostratigraphie der OSM für das Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch. Die beiden längsten, zusammen ca. 300 m mächtigen und fast lückenlos dokumentierten Profile (Gitzitobel bei

Aesch und Tschöplihoftobel bei Beinwil, Freiamt) sind, ergänzt mit dem untersten Abschnitt des Altwisertobelprofils, in der Tafel II wiedergegeben. Sie stellen, zusammen mit dem Fallätscheprofil (PAVONI 1952), die vollständigsten und längsten derart detailliert aufgenommenen Profile innerhalb der OSM dar. Dank Leit-horizonten und charakteristischen Wechseln zwischen Napf- und Hörnli-Schüt-tung konnten viele Profile am Lindenberg untereinander korreliert werden. Auf-grund dreier neu aufgefundener, datierter Bentonithorizonte konnte zudem ein Zusammenhang mit der lithostratigraphisch gut bekannten OSM östlich der Reuss (GUBLER 2009) etabliert werden.

m₄ Sandstein, Silt- und Tonstein, Schlammstein, Mergel

Silt- und Tonstein, Schlammstein

Die vorherrschende Lithologie der OSM besteht aus bunt gefärbtem Schlammstein mit variablem Ton-, Silt- und Sandgehalt. Die dominierende Farbe ist ein beiges Braungelb mit einem Stich ins Olivbraune, untergeordnet treten schwarze und dunkelgraue oder rötliche Lagen auf. Damit unterscheidet sich die OSM deutlich von der liegenden OMM mit überwiegend graugrünen bis grau-beigen Farbtönen. Das Sediment wurde als Schlamm oder Trübe zur Hauptsache auf weiten Überschwemmungsebenen zwischen den Flussgürteln oder in flachen Seen abgelagert.

Sandstein

In den Schlammstein eingelagert treten rinnenförmige fluviatil gebildete Sandsteinkörper auf, die in der Regel 3–5 m Mächtigkeit erreichen. Die Korngrösse bewegt sich von Feinsand bis Mittelsand. Herauswitternde Sandsteinknauer sind typisch. Grössere Mächtigkeiten treten dann auf, wenn zwei übereinanderliegende Sandsteinbänke amalgamiert sind. Rinnensandstein weist am Lindenberg Profil-anteile zwischen 11% (Profil Gitzitobel, Aesch) und 30% (Profil Chüeweidobel, Aesch) auf. Am 180 m mächtigen Profil am Wissenbach (Beinwil) ist Rinnensand-stein mit 21% beteiligt.

Konglomerate sind angesichts der distalen Lage zu den Schüttungszentren der Napf- und Hörnli-Schüttungen wenig überraschend bis heute keine gefunden worden, auch keine Geröll führenden Sandsteine. Am Lindenberg fehlen zudem infolge Erosion die höheren OSM-Sedimente, die im Bereich des Hörnli-Schütt-fächers (und auch noch an der Albiskette) stratigraphisch ab ca. 400 m über «Appen-zellergranit»-Leitniveau diverse, bis weit ins Mittelland vorstossende Konglome-ratbänke enthalten. Die jüngste OSM am Lindenberg endet rund 400 m über der hypothetischen Lage des «Appenzellergranits» bzw. dessen distalem Äquivalent, dem Meilen-Kalk.

Am Aufbau der OSM sind im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch die drei Schüttungssysteme Hörnli, Napf und Ost-West-Glimmersand beteiligt.

Quarzsandstein der Ost-West-Glimmersand-Schüttung: Während der gesamten Zeit der Ablagerung der OSM erfolgte die Entwässerung des nordalpinen Molassebeckens durch ein bedeutendes, E-W gerichtetes beckenaxiales Stromsystem (LEMCKE et al. 1953). Dieses Flusssystem hatte sein Einzugsgebiet in den östlichen Ostalpen; seine Ablagerungen sind durch den auffällig hohen Quarz- und Glimmergehalt charakterisiert («Glimmersande», LEMCKE et al. 1953, HOFMANN 1960). HOFMANN (1960) beschrieb die Glimmersandsedimentation in der Nordschweiz und zeichnet die Hauptachse der Glimmersandschüttung durch das Gebiet von Untersee-Andelfingen-Eglisau-Brugg-Bözberg. Zeitweise uferte die Schüttung gegen Süden aus, und Glimmersand wurde bis in den Raum Zürich-Urdorf und Islisberg-Aesch (Kt. AG) verfrachtet.

Quarzreicher, auffallend schwach zementierter Feinsandstein, der der Ost-West-Glimmersand-Schüttung zugerechnet wird, findet sich an folgenden Stellen:

Im Gitzitobel (Aesch) 68 m über dem Künsnacht-Bentonit (Koord. 2662.980/1234.135/ca. 682 m ü. M. u. 2663.650/1233.425/688 m ü. M., s. Schwermineralanalyse in Tab. 4). Dieses Vorkommen liegt im Niveau des Glimmersandsteinvorkommens am Buechhoger bei Uetikon (Kt. ZH), das bereits von HOFMANN (1960) und im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zu Vergleichszwecken schwermineralogisch analysiert wurde.

Am Wissenbach (Tschöplihof, Beinwil) 25 m, 51 m und 83 m über dem Leimbach-Bentonit (erstere zwei Niveaus s. Tab. 4). Das Niveau 51 m über dem Leimbach-Bentonit liegt direkt unter dem limnischen Niveau Tschöplihof 740 m (LNTs740) und ist auch im Mariahaldetobel bei Koord. 2668.000/1229.000/685 m. ü. M. (s. Tab. 4) gut aufgeschlossen. Das vermutlich gleiche Niveau wurde bei Islisberg (Kt. AG) im Gebiet des Atlasblattes Albis rund 55 m über dem Leimbach-Bentonit entdeckt (s. a. Fig. 3 in GUBLER 2009). Es dürfte mit dem von HOFMANN (1960) beschriebenen und schwermineralogisch untersuchten Vorkommen vom Chüebuck bei Aesch (Kt. ZH) zu korrelieren sein. Das Vorkommen bei Aesch wurde an dieser Stelle zu Vergleichszwecken nochmals schwermineralogisch untersucht (s. Tab. 4).

Nördlich von Kallern am Blattgebietsrand bei Unter- und Oberhöll, wo eine markante Glimmersandsteinbank mit Unterbrüchen über 1 km verfolgt werden kann. Dieses Niveau liegt hier rund 120 m unter dem Niveau des Künsnacht-Bentonits.

In Birrwil bei Moosacher findet sich ein kleiner, von Dachs und Fuchs gegrabener Aufschluss in Glimmersandstein (s. Tab. 4).

Nördlich von Leimbach (Kt. AG) ist auf Kote 675 m Glimmersandstein über mehrere hundert Meter verfolgbar.

Hörnli- und Napf-Schüttung: Die Napf-Schüttung hat auf der Westseite des Lindenberg am rund 160 m mächtigen Sammelprofil einen Anteil von 72%. Auf der Ostseite des Lindenberg ist der Anteil der Napf-Schüttung am insgesamt rund 250 m mächtigen Sammelprofil mit ca. 36% bereits viel geringer, hier dominiert der Einfluss der Hörnli-Schüttung. Einschränkend muss hier aber erwähnt werden, dass sich die beiden verglichenen Profilabschnitte stratigraphisch nicht exakt decken und der oben beschriebene Befund damit zu stark ausfällt. Die Rinnensandsteine der Napf-Schüttung sind jedoch auf der Lindenberg-Westseite etwa zwei bis dreimal häufiger als jene der Hörnli-Schüttung, auf der Ostseite hingegen sind die Rinnensandsteine der Hörnli-Schüttung deutlich in der Überzahl. Am 180 m mächtigen OSM-Profil am Wissenbach (Beinwil) sind Rinnensandsteine der Napf-Schüttung mit ca. 6%, Rinnensandsteine der Hörnli-Schüttung mit ca. 11% und Sandstein der Ost-West-Glimmersand-Schüttung mit ca. 4% beteiligt.

Eine ausführliche Beschreibung der OSM-Lithologie und -Petrographie findet sich in einem Bericht der Nagra zu einer OSM-Erkundungsbohrung im Uetliberg-Autobahntunnel, die sehr gut vergleichbar ist und die der Verfasser geologisch aufnehmen und detailliert beschreiben konnte (ALBERT et al. 2006).

Die Mineralogie der am Aufbau des Lindenberg beteiligten Sandsteine ist in Tabelle 3 (ALBERT et al. 2006, Tab. 2.6, ergänzt) zusammengefasst. Die Mineralogie der drei beteiligten Schüttungen ist aufgrund der unterschiedlichen Liefergebiete so unterschiedlich, dass sowohl die Sandsteine wie meist auch die Schlammsteine selbst im Feld makroskopisch unterschieden werden können. Sandstein der Hörnli-Schüttung kann zudem im Feld oft an seinem bituminösen Geruch beim Zerreiben erkannt werden.

Tab. 3: *Petrographie der Sandsteine in der OSM (Durchschnittswerte). Angaben in %.*

Schüttung	Sandsteine				
	Hörnli		Napf		Ost-West (Glimmersand)
Mineralogie	GUBLER (1987)	BÜRGISSE (1980)	GUBLER (1987)	MATTER (1964)	HOFMANN (1960)
Quarz	26	22	50	51	75–80
Feldspat	4	4	15	20	8
Kalzit (detritisch)	12	25*	15	19	1–3*
Dolomit (detritisch)	35	35*	5	5	5–15*
Gesteinstrümmer	15	12	12	3	2–4
Ophiolithrümmer	8	–	–	–	–
Glimmer	–	–	3	2	–

* Gesamtgehalt (detritisch + Zement)

Schwieriger gestaltet sich die Unterscheidung der verschiedenen Schüttungen anhand der aufwändigeren Schwermineralanalyse (s. Tab. 4). Während die Ost-West-Glimmersand-Schüttung mit ihrem sehr hohen Granatanteil («Granat-

Epidot-Schüttung» sensu FÜCHTBAUER 1964) gut erkennbar ist, sind sowohl Napf- als auch Hörnli-Schüttung durch einen hohen Epidot- und geringen Granatgehalt charakterisiert. Die selteneren Minerale Apatit, Staurolith oder Turmalin schwanken unterschiedlich stark. Aufgrund der grossen Streubreite einzelner Proben sind Napf- und Hörnli-Schüttung nur schwer voneinander unterscheidbar (HOFMANN 1960, 1968, FÜCHTBAUER 1964, MATTER 1964).

11 Sandsteinproben dieser drei verschiedenen Schüttungen wurden von H. Mändli (Horgen) schwermineralogisch untersucht (Tab. 4.). Für die Kalzimetrie wurde dabei das Probematerial in der Wolframcarbidmühle zu einem Puder zerrieben, getrocknet und der Gesamtkarbonatgehalt mit der Karbonatbombe (Kalziumcarbometer) bestimmt. Für die Aufbereitung der Schwerminerale wurden die getrockneten Proben im Mörser vorsichtig zerstoßen und mit 10%iger Essigsäure und Wasserstoffperoxid aufgeschlossen. Die Korngrösse 63–400 µm wurde nass ausgesiebt, magnetische Minerale mit einem Hufeisenmagnet aussortiert und die Schwerentrennung mit Bromoform (Dichte=2,89) vollzogen. Als Einbettungsmittel diente Piperin (Brechungsindex=1,68). Für die Auszählung der Schwerminerale wurden mindestens 100 Schwerminerale (ohne Granat) mit Hilfe des Kreuztisches an einem Polarisationsmikroskop Leica DM2700 ausgezählt und 100% gleichgesetzt. Die Granatprozentage wurden wie folgt berechnet: Die Anzahl der bestimmten Schwerminerale inkl. Granat wurden 100% gleichgesetzt und der Granat wiederum in Prozent aller Schwerminerale ausgedrückt. Auf eine Differenzierung der Minerale der Amphibolgruppe wurde verzichtet.

Von den 11 untersuchten Sandsteinproben stammen zwei von bereits von HOFMANN (1960) untersuchten Ost-West-Glimmersandsteinvorkommen am Buechhoger bei Uetikon (Kt. ZH, Probe GS1) und Chüebuck bei Aesch (Kt. AG, Probe GS2). Sie wurden zu Vergleichszwecken analysiert.

Die Resultate der Schwermineralanalysen können wie folgt interpretiert werden: Die Verteilung der Schwerminerale der Proben GS1, GS2, MH1, TS3 und BM01 ist direkt mit jener von HOFMANN (1960) für den Ost-West-Glimmersand vergleichbar. Charakteristisch ist der hohe Granatanteil von 70–80%. Somit ist erstmals ein so weit nach Süden bis ins Gebiet von Atlasblatt Hochdorf (bis mindestens Koord. 1228.000, Lokalität Mariahaldetobel) reichendes Ausgreifen des Glimmersandflusssystemes zwischen den beiden grossen Schuttfächern Napf und Hörnli nachgewiesen. Bereits BÜRGISSER (1980, Fig. 4-11C) postulierte ein Vordringen des Glimmersandflusssystemes nach Süden bis etwa Koord. 1238.000.

Bei den beiden Glimmersandvorkommen der Proben GT03 und TS4 mit Granatgehalten von 60 bzw. 55% dürfte eine Vermischung durch von der Hörnli-Schüttung gelieferten Sand stattgefunden haben. Darauf deuten die erhöhten Gehalte an Staurolith und auch an Zirkon, die in der Napf-Schüttung nur sporadisch nachgewiesen werden.

Die beiden Proben FW1 und HB03 weisen die für die Napf-Schüttung charakteristische Schwermineralverteilung (HOFMANN 1960) auf: 10–20% Granat,

Tab. 4: Schwermineralogische Daten von Sandsteinproben aus der OSM des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch und benachbarter Gebiete. Alle Angaben (ausser Zeile 14) in %.

Probebezeichnung	GS1	GS2	MH1	TS3	BM01	GT03	TS4	FW1	HB03	TS5	TS6
Lokalität											
Granat	Buechhoger, Atlasblatt Zürich Koord. 2676,109/1248,021	Chrubuck Aesch, Atlasblatt Zürich Koord. 2674,824/1243,179	Marahaldetobel Koord. 2667,970/1229,000	Tschöplihotobel (Wissenbach) Koord. 2667,600/1230,780	Birwil (Moosacher), «Fuchshöhle» Koord. 2656,955/1237,200	Schongau (LU), Gitztobel, Säitenbach Vorderbach Koord. 2662,990/1234,125	Tschöplihotobel (Wissenbach) Koord. 2667,450/1230,680	Fahwangen «Bierhöhe» Koord. 2660,557/1239,291	Rosswald, Leimbach Koord. 2655,979/1235,868	Tschöplihotobel (Wissenbach) Koord. 2667,760/1231,300	Tschöplihotobel (Wissenbach) Koord. 2667,700/1231,239
Epidot/ Klinozoisit/ Zoisit	35,0	42,6	40,9	40,0	35,0	36,1	50,0	92,7	82,2	45,8	45,7
Zirkon/ Monazit	5,8	3,7	1,8	2,4	2,9	4,6	3,8	0,9	0	15,1	14,2
Turmalin	1,9	7,4	8,2	8,0	4,9	12,0	5,9	1,7	0,8	7,3	3,9
Rutil	26,2	10,2	12,7	15,2	13,6	4,6	10,2	0,4	1,5	4,7	3,9
Staurolith/ Diathen	13,6	28,7	19,1	12,8	3,9	13,0	8,6	0	0	10,9	15,7
Pyroxene (Enstatit/ Hypersthen/ Diopsid)	2,9	7,4	6,4	4,0	2,9	5,6	0	0	0,4	2,1	2,4
Titanit	2,9	0	0,9	0,8	1,0	0	0	0	1,5	1,6	0
Apatit	11,7	0	10,0	16,8	30,1	23,1	21,5	4,3	13,1	10,9	13,4
Amphibole	0	0	0	0	5,8	0,9	0	0	0,4	1,6	0,8
Total SM ohne Granat	26,1	28,5	22,8	27,0	29,3	40,0	45,3	80,4	89,0	69,1	62,3
Anzahl bestimmte SM	394	379	483	463	351	270	411	291	291	278	204
Gesamtkarbonat CO ₂ ⁻	11,4	<5,0	10,0	12,0	n.b.	<5,0	13,2	n.b.	19,5	33,7	22,8
Zuordnung zu Schüttungssystem	E-W	E-W	E-W	E-W	E-W	E-W, mit Hörnli- Einfluss	E-W, mit Hörnli- Einfluss	Napf	Napf	Hörnli	Hörnli

sehr hoher Epidotgehalt von 80–90% (Anteil an Schwermineralen ohne Granat), Zirkon und Staurolith sind praktisch abwesend.

Die Sandsteinproben TS5 und TS6 mit Granatgehalten zwischen 30 und 40%, Staurolithgehalten zwischen 10 und 14% (Anteil an Schwermineralen ohne Granat) und 14–16% Zirkon (Anteil an Schwermineralen ohne Granat) sind typisch für die Hörnli-Schüttung (HOFMANN 1957).

Die kalzimetrischen Messungen des Karbonatgehaltes zeigen für die verschiedenen Schüttungen keine charakteristischen Unterschiede. Im vorliegenden Fall dürften die Unterschiede darauf zurückzuführen sein, ob die Sandsteinproben aus zementierten Knauern in Sandstein oder aus schlecht bis unzementierten Partien der Sandsteinbänke entnommen worden sind. Grundsätzlich weist die Hörnli-Schüttung den höchsten Karbonatgehalt auf, die Sandsteine der Napf-Schüttung sind häufig schlechter und jene der Ost-West-Glimmersand-Schüttung oft kaum zementiert.

Limnische Niveaus (Süsswasserkalk)

In der Sedimentabfolge der OSM des Lindenberg gibt es ein knappes Dutzend Süsswasserkalkbänke («Stinkkalk»), die teilweise ausgedehnte Vorkommen darstellen, so dass sie als lokale Leithorizonte herangezogen werden können (s. Abschnitt Leithorizonte u. Molasseschnitte durch den Lindenberg in Taf. I). Folgende Kalkniveaus, die mehrfach in Tobeln aufgeschlossen sind, konnten am Lindenberg als Leithorizonte erkannt werden:

- Limnisches Niveau Tschöplihof II
- Limnisches Niveau Tschöplihof I
- Limnisches Niveau Tröleten
- Limnisches Niveau Altbach
- Limnisches Niveau Wissenbach
- Limnisches Niveau Gitzitobel

Lithostratigraphie, Leithorizonte

Das in der östlichen mittelländischen OSM weitverbreitete «Appenzellergranit»-Leitniveau (BÜRGISSER 1980) konnte im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch nicht nachgewiesen werden. Das «Appenzellergranit»-Leitniveau bzw. sein in der distalen Fazies des Hörnli-Schuttfächers als Meilen-Kalk ausgebildetes Äquivalent wäre am westlichen Rand der Reussebene in einer Höhenlage zwischen Kote 400 und 420 m ü. M. zu erwarten, wo aber praktisch keine Molasseaufschlüsse auftreten. Der Meilen-Kalk ist jedoch letztmals am östlichen Rand der Reussebene im Lindenbach bei Obfelden (bereits im Gebiet von Atlasblatt Albis) auf Kote 400 m

ü.M. als ca. 2 m mächtiger gebankter detritischer Kalk aufgeschlossen (GUBLER 2009). Weiter westlich am Hallwilersee wäre der Meilen-Kalk zwischen 460 und 490 m ü.M. in einem Gebiet ohne jegliche Molasseaufschlüsse zu erwarten – sofern er hier überhaupt noch vorkommt. Der Meilen-Kalk wurde auch aus der Erdöltiefbohrung Boswil-1 (LEMCKE et al. 1968) erwähnt. Bei einer nachträglichen Besichtigung des Bohrguts konnte dieses Vorkommen des Meilen-Kalks jedoch nicht bestätigt werden (s. S. 77); das Vorkommen in der Bohrung läge stratigraphisch zu dem auch 90 m zu hoch.

Auch den am Lindenberg teils über Distanzen von mehreren Kilometern verfolgbaren Lagen von Süsswasserkalk («Limnische Niveaus») kommt eine Rolle als lokale Leithorizonte zu. Da die verschiedenen Niveaus häufig eine gleichartige Ausbildung aufweisen und somit für sich allein keine eindeutige Zuordnung zulassen, können sie erst im grösseren Zusammenhang (Abstand zu weiteren Leithorizonten, Höhenlage bei bekanntem Schichtfallen usw.) mit ausreichender Sicherheit einem bestimmten Niveau zugeordnet werden. Die bedeutendsten Süsswasserkalkniveaus werden wie die Bentonite nachfolgend aufgezählt.

Limnisches Niveau Gitzitobel (G)

Das limnische Niveau Gitzitobel (LNG) wurde in der Sedimentabfolge der OSM des Lindenbergs als 0-m-Referenzniveau verwendet; es befindet sich ca. 100 m über dem (hypothetischen) Meilen-Kalk. Dieses limnische Niveau ist auf beiden Seiten des Lindenbergs in mehreren Tobeln aufgeschlossen und stellt im Feld den wichtigsten und am besten auffindbaren Leithorizont dar. Auf der Ostseite des Reusstals scheint dieser rund 55 m über dem Urdorf-Bentonithorizont liegende Süsswasserkalk zu fehlen. Das LNG ist auf der Westseite des Lindenbergs im Chüweidobel (Aesch) auf Kote 583 m, im Gitzitobel (Aesch) auf Kote 561 m, im Altwisertobel (Altwis) auf Kote 581 m, im Gärbibach (Hitzkirch) auf Kote 569 m, im Schliessbach nördlich Cheiserspon (Hitzkirch) auf Kote 540 m und am Dünkelbach (Gelfingen, 80 m südlich des Kartengebietsrandes im Gebiet von Atlasblatt Hochdorf) auf Kote 528 m aufgeschlossen. Auf der Ostseite des Lindenberg ist das LNG am Wissenbach zwischen Boswil und Buttwil auf Kote 544 m, am Sörikerbach (Muri) auf Kote 535 m und im Aspitol bei Langdorf (Muri) auf Kote 527 m aufgeschlossen (Fig. 2). Das LNG beinhaltet im Aspitol eine wichtige Fundstelle von fossilen Kleinsäugerresten, die eine biostratigraphische Einstufung in die höchste MN5 erlaubt (KÄLIN & KEMPF 2009, s. Fig. 3 u. S. 29).

Limnisches Niveau Wissenbach (W)

Das limnische Niveau Wissenbach (LNW) liegt ca. 30 m über dem LNG. Das LNW ist nur auf der Ostseite des Lindenberg aufgeschlossen und zwar im Forstbach (Boswil) auf Kote 580 m, am Wissenbach (Boswil, vom Brandholz kommende Seitenbach) auf Kote 575 m (Koord. 2665.515/1237.310) und im Aspitol bei Langdorf (Muri) auf Kote 553 m.



Fig. 2: Aufschluss des limnischen Niveaus Gitzitobel (LNG) im Aspitol bei Langdorf (Muri), Koord. 2667.935/1234.760. Das limnische Niveau beinhaltet an dieser Stelle die Säugetierfundstelle Aspitol 520 m (höchste MN5, ca. 15 Ma). Foto D. Kälin 2008.

Limnisches Niveau Altbach (A)

Das limnische Niveau Altbach (LNA) liegt ca. 73 m über dem LNG. Das LNA ist am namensgebenden Altbach (Winterswil) auf Kote 617 m aufgeschlossen und ist dort von einem weiteren, 7 m tiefer gelegenen Kalkniveau auf Kote 610 m begleitet. Am Wissenbach (Boswil) findet sich das LNA am vom Brandholz kommenden Seitenbach auf Kote 626 m (Koord. 2665.250/1237.210) und im Gitzitobel (Aesch) bei Bachtalen (Koord. 2662.560/1234.160) auf Kote 640 m. Das rund 33 m über dem Künsnacht-Bentonit liegende LNA liegt in der gleichen lithostratigraphischen Position wie das limnische Niveau Wehrenbach-Höckler (s. Fig. 3 in GUBLER 2009) und stellt möglicherweise das gleiche Niveau dar. Letzteres ist auf der Ostseite des Reusstals in zwei Bachtobeln östlich von Unterlunkofen aufgeschlossen und als solches gekennzeichnet (**We**).

gleiche Niveau handelt. Das limnische Niveau Äntlisberg ist auf der Ostseite des Reusstals in einem Bachtobel östlich von Unterlunkofen aufgeschlossen (Koord. 2672.340/1241.355) und als solches gekennzeichnet (Ä).

Limnisches Niveau Tschöplihof I (T_1)

Dieses Niveau (LNTs680) liegt am Wissenbach bei Beinwil (Tschöplihof-tobel) auf Kote 680 m ü. M. ca. 153 m über dem LNG und 20 m unter dem dort ebenfalls aufgeschlossenen Leimbach-Bentonit. Es dürfte sich aufgrund der gleichen stratigraphischen Lage und der vergleichbaren Ausbildung um das limnische Niveau Rütshlibach (s. Fig. 3 in GUBLER 2009) handeln. In diesem Niveau konnte beim Kohlebergwerk Riedhof im Reppischtal und weiteren Lokalitäten der Aeugstertal-Bentonit gefunden werden, welcher seinerseits mit dem Winterthur-Bentonit korreliert werden kann (WILDBERGER et al. 2011). Im 1 km weiter südlich gelegenen Sembach oberhalb von Wiggwil liegt das Niveau auf Kote 654 m ü. M. Ein isolierter Aufschluss mit Süswasserkalk am Wissenbach auf Kote 690 m 1 km westlich von Buttwil dürfte auch in dieses Niveau fallen ebenso wie ein knapp südlich des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch auftretender Süswasserkalk am Tobelbach bei Gelfingen (Koord. 2664.775/1229.940/686 m ü. M.).

Limnisches Niveau Tschöplihof II (T_2)

Dieses Niveau (LNTs740) liegt am Wissenbach bei Beinwil (Tschöplihof-tobel) auf Kote 740 m ü. M. und damit 226 m über dem LNG bzw. ca. 53 m über dem Leimbach-Bentonit. Es liegt ferner direkt im Hangenden eines Ost-West-Glimmersandsteins (Niveau Aesch, Kt. ZH – Islisberg, Kt. AG). Das Süswasserkalkniveau kann vom Wissenbach beim Tschöplihof, Beinwil, auf Kote 740 m ü. M. über den Sembach im Gerechtigkeitswald auf Kote 725 m zu den Bächen im Mariahalde-tobel mit Koten von 703 und 690 m ü. M. bis ins Tobel 700 m WSW von Ober Fuchshalden auf Kote 708 m ü. M. verfolgt werden. Die letzteren beiden Tobel liegen bereits südlich des Kartenperimeters im Gebiet von Atlasblatt Hochdorf. Ein weiteres, 17 m höher liegendes Süswasserkalkniveau ist in all den erwähnten Tobeln und zusätzlich auch im Sembach auf Kote 736 m ü. M. aufgeschlossen.

Bentonit

Bentonite sind fossile Verwitterungsprodukte vulkanischer Aschelagen. Es handelt sich um graue, schmierig-seifige Tonsteine, die oft zu über 90% aus dem Tonmineral Montmorillonit bestehen. Charakteristisch ist ihre Eigenschaft, bei Kontakt mit Wasser rasch aufzuquellen. Bautechnisch sehr heikel ist die geringe Scherfestigkeit, die schon bei kleinsten Schichtneigungen zu Sackungen und Rutschungen führt (s. SCHINDLER & KELLER 1970). Die Schichtmächtigkeit der Bentonitlagen liegt meist bei wenigen Zentimetern. Aus der Zürcher Molasse sind

bisher vier Bentonitlagen in unterschiedlicher stratigraphischer Position bekanntgeworden: Urdorf-, Küsnacht-, Aeugstertal- und Leimbach-Bentonit (PAVONI & SCHINDLER 1981, GUBLER 1987, 2009, s. Fig. 3 u. Tab. 5). Im Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch sind erstmalig drei dieser Bentonithorizonte nachgewiesen: der Urdorf-, Küsnacht- und Leimbach-Bentonithorizont (s. Tab. 6). Am Lindenberg liegt knapp 20 m unter dem Leimbach-Bentonit ein Süsswasserkalkniveau (s. Beschreibung der limnischen Leitniveaus im Abschnitt Leithorizonte), das u.a. auch am Wissenbach (Beinwil/Freiamt) auf 680 m ü.M. vorzüglich aufgeschlossen ist. Es könnte sich dabei um das limnische Niveau Aeugstertal handeln, welches den sogenannten Aeugstertal-Bentonit beinhaltet (GUBLER 2009). Makroskopisch konnten keine Hinweise auf eingewehte Vulkanasche gefunden werden – typisch wären kleine, metallisch glänzende dunkle Glimmerplättchen in grüngrauem tonigem Material. Es sind jedoch auch keine Schwermineralanalysen durchgeführt worden, um idiomorphe vulkanische Mineralien wie Zirkone und Apatite zu detektieren.

Tab.5: *Abfolge, Nomenklatur und radiometrische Alter der bisher bekannten vier Bentonithorizonte innerhalb der zürcherischen OSM (MK=Meilen-Kalk).*

Bentonitniveau	Typlokalität	Koordinaten, m ü.M.	m über MK	Alter [Ma]	Literatur
Leimbach-Bentonit	Rütschlibachtobel	2680.880/1243.100 537	300	14,20 ± 0,08	GUBLER et al. (1992)
Aeugstertal-Bentonit	Aeugstertal	2678.800/1237.840 625	280	14,29 ± 0,10	CONDON & WEBER (2008)
Küsnacht-Bentonit	Küsnachter Tobel	2688.100/1241.770 510	175	14,91 ± 0,09	GUBLER et al. (1992)
Urdorf-Bentonit	Unteres Reppischtal	2673.850/1247.200 475	60	15,27 ± 0,12	GUBLER et al. (1992)

Aufgrund ihrer charakteristischen Lithologie und Datierbarkeit handelt es sich bei den Bentonitlagen um ausgezeichnete Leithorizonte innerhalb der OSM. Einzelne Bentonitlagen sind sogar über grössere Gebiete Europas als Leithorizonte verwendbar (ROCHOLL et al. 2017). Nachfolgend sind die Vorkommen im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch aufgeführt (Tab. 6).

Tab.6: Auflistung der im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch aufgefundenen Bentonit-horizonte.

Bentonitniveau	Lokalität	Koordinaten, m ü. M.	m über LNG	Alter [Ma]
Leimbach-Bentonit	Tschöplihoftobel	2667.675/1231.030 694	173	14,30 ± 0,14 14,33 ± 0,03
Küsnacht-Bentonit	Gitzitobel (Aesch)	2662.765/1234.070 608	42	–
	Oberwil* (GUBLER 2008)	2671.175/1242.475 446		14,84 ± 0,07
Urdorf-Bentonit	Chüeweidtobel (Aesch)	2661.275/1234.530 533		15,38 ± 0,11 15,32 ± 0,03
	Gitzitobel (Aesch)	2661.750/1234.015 521	-55	–
	Altwisertobel (Altwis)	2661.950/1232.500 529		–
	Mosen	2659.350/1232.175 528		–

Für die beiden radiometrisch datierten Bentonithorizonte (Chüeweidtobel und Tschöplihoftobel) wurden jeweils zwei Messkampagnen an mehreren Einzelzirkonen durchgeführt (CONDON & WEBER 2008, GUBLER 2008).

*knapp nördlich des Kartengebiets.

Numerische Datierungen an den Zürcher Bentoniten ergaben 1992 Alter zwischen 15,27 Ma (Urdorf) und 14,2 Ma (Leimbach) (GUBLER et al. 1992, s. Tab. 5). Neuere, vom British Geological Survey (BGS) im Auftrag der Nagra ebenfalls mit der U/Pb-Methode an Zirkonen vorgenommene Datierungen (CONDON & WEBER 2008, GUBLER 2008) haben die bekannten Altersdaten bestätigt. Im Rahmen dieser von der Nagra veranlassten Datierungskampagne wurden auch zwei Bentonitvorkommen im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch (Chüeweidtobel und Tschöplihoftobel) in die Untersuchung miteinbezogen. Das Vorkommen im Chüeweidtobel entspricht dabei dem Urdorf-Bentonit, dasjenige im Tschöplihoftobel dem Leimbach-Bentonit. Der Küsnacht-Bentonit im Gitzitobel wurde nicht datiert, dafür ein von T. Gubler aufgefundenes Äquivalent wenig ausserhalb des Kartenperimeters im Tobel südwestlich von Oberwil (Unterlunkhofen) bei Koord. 2671.175/1242.475/446 m ü. M. (GUBLER 2008). CONDON & WEBER (2008) ermittelten für dieses Vorkommen ein Alter von 14,84 ± 0,07 Ma.

Die OSM im Untersuchungsgebiet ist durch häufige Wechsel zwischen der Hörnli-Schüttung und der Napf-Schüttung charakterisiert. Die beiden Schüttungen haben am Aufbau der OSM des Lindenberges einen Anteil von je etwa 50%. Die Schüttungswechsel ergeben im vertikalen Profil ein unverwechselbares Muster, das zur Parallelisierung von verschiedenen Molasseprofilen herangezogen werden kann und ebenfalls zur Etablierung der Lithostratigraphie am Lindenberg diente.

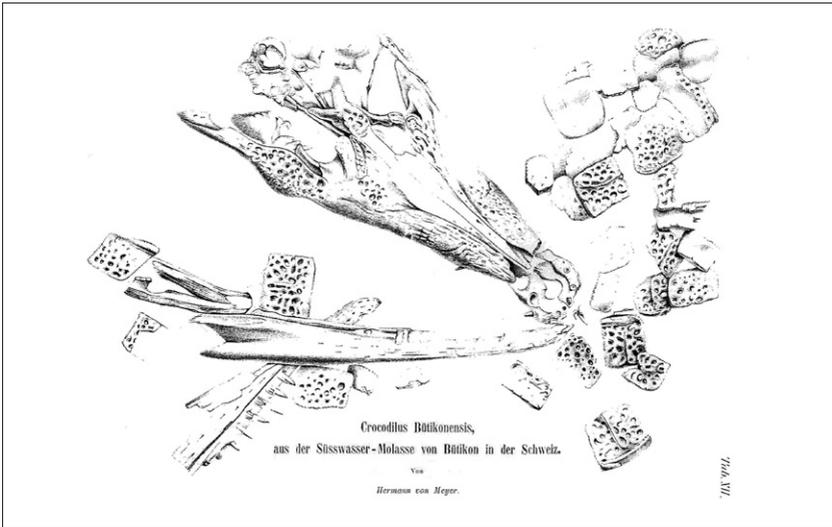


Fig. 4: Aufschluss des Urdorf-Bentonits im Unterlauf des Gitzitobels bei Aesch (Kt. LU), Koord. 661.750/234.015/521 mü.M. Die dünne graue, ca. 2-3 cm mächtige Bentonitlage befindet sich wenig unter der rötlichen Schicht bzw. unmittelbar unter dem Kugelschreiber.
Foto H. Mändli 2015, Detail T. Gubler 2017.

Fossilfunde

Das bekannteste Fossil aus der OSM des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch ist sicherlich der Krokodilrest von Büttikon (*Diplocynodon buetikonensis*), welcher bereits von MEYER (1856) erwähnt wurde (Fig. 5 u. 6). Die genaue Fundstelle ist nicht überliefert, der Autor vermutet, dass der Fund aus dem ehemaligen, heute nicht mehr aufgeschlossenen und auch nicht mehr erkennbaren Süswasserkalk-Steinbruch östlich von Uezwil stammt (Koord. 2663.595/1241.205, s.a. Abschnitt Mineralische Rohstoffe, Süswasserkalk). Die Kalkschicht liegt ungefähr 60–80 m unter dem Niveau des Küsnacht-Bentonits.

Daneben finden sich in bituminösem Schlammstein, welcher Sedimente von verlandeten Seen, Tümpeln, Sümpfen, Bodenbildungen und seltener pedogen überprägten Überschwemmungsebenen darstellt, sowie in mit fossilen Seekreiden verbundenen Ablagerungen relativ häufig gut erhaltene Gastropoden, die in ein-



zelenen Niveaus z.T. massenhaft und sehr gut erhalten auftreten können (Fig. 7, 8). In diesen Lithologien finden sich nicht selten Säugetierzähne, Otolithen (Gehörsteine von Fischen), Chara-Oogonien, Krebscherenfragmente, Schalen von Fluss- und Teichmuscheln (Unionidae) sowie Reste von Reptilien und Amphibien (Fig. 8).

Im Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch liegen von den für eine biostratigraphische Datierung wichtigen Säugetierzähnen zahlreiche Fundstellen, hauptsächlich von Kleinsäugetern, vor. Einschränkend muss allerdings erwähnt werden, dass die meisten dieser Fundstellen wenig ergiebig sind und deshalb wenig Material geliefert haben. Einzig die Fundstellen Aspitobel 520 m und Tschöplihof 720 m sind als materialmässig gut dokumentiert zu bezeichnen. Für diese beiden Fundstellen wurden allerdings auch mehrere Tonnen Sediment aufbereitet.

Tab. 7: Verzeichnis der wichtigsten Säugetierfundstellen im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch und seiner näheren Umgebung.

Lokalität	Koordinaten	MN-Einstufung	Schweizerische Referenzlokalität (KÄLIN & KEMPF 2009)	Literatur
Tschöplihof 720 m	2667.655/1230.815	hohe MN6	Oeschgraben	RUMMEL & KÄLIN (2003), KÄLIN & KEMPF (2009)
Mariahaldetobel 710 m B*	2667.910/1229.040	hohe MN6?	Oeschgraben?	–
Gitzitobel 1	2662.593/1233.988	höchste MN5	Aspitobel 520 m	–
Aspitobel 520 m	2667.935/1234.760	höchste MN5	Aspitobel 520 m	KÄLIN & KEMPF (2009)
Hohenrain-Furen*	2666.200/1228.500	MN6	?	–

*Bereits ausserhalb des Kartenperimeters, im Gebiet von Atlasblatt Hochdorf gelegen.

Besondere Bedeutung kommt der Fundstelle Aspitobel 520 m zu. Sie wurde als Referenzlokalität für die Biozonierung der schweizerischen OSM ausgewählt (KÄLIN & KEMPF 2009) und repräsentiert höchste MN5 (ca. 15 Ma). Die Fundstelle liegt direkt im limnischen Leitniveau Gitzitobel (LNG, Fig. 2). Letzteres liegt 42 m unter dem Künsnacht-Bentonithorizont, welcher mit 14,9 Ma datiert wurde. Neben ca. 500 Säugetierzähnen lieferte diese Fundstelle zudem ca. 3000 Otolithen (Sammlg. J. Jost, Zofingen).

Fig. 5 (oben): *Diplocynodon buetikonensis* (VON MEYER, 1856) aus der OSM von Bütikon. Foto Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich. Länge des Handstücks 21 cm.

Fig. 6 (unten): *Diplocynodon buetikonensis* (VON MEYER, 1856) aus der OSM von Bütikon. Originalzeichnung aus MEYER (1856).



Fig. 7: Gastropoden führender kalkiger Siltstein, ca. 2m im Liegenden des limnischen Leitniveaus Gitzitobel im namensgebenden Gitzitobel bei Koord. 2662.435/1234.015. Die grösseren Exemplare der Familie Planorbidae sind strömungsorientiert ausgerichtet. Foto D. Kälin 2019.

Im Altwisertobel (Aesch) findet sich 49m über dem Urdorf-Bentonit bzw. ca. 7m unter dem limnischen Niveau Gitzitobel (unterer Kalk) am linken Tobelhang auf Kote ca. 568 mü.M. ein 7m mächtiger Rinnensandstein. Dieser besteht aus zwei amalgamierten Rinnensandsteinen der Napf-Schüttung, wobei in der oberen Einheit eine prächtige Totarmverfüllung erhalten geblieben ist. Im Altwiser Dorfbach fehlt der amalgamierte Rinnensandstein, hier sind als Äquivalent Uferwall- und Durchbruchsfächersedimente aufgeschlossen. In den feingeschichteten Totarmsedimenten finden sich ca. 3 m unter dem Dach des Rinnensandstein-komplexes gut erhaltene Blattreste, die jedoch nicht bestimmt worden sind. Nur wenig südlich des Kartengebietsrandes konnten im mutmasslichen Ost-West-Glimmersandstein 51 m über dem Leimbach-Bentonit im Mariahaldetobel (Ko-

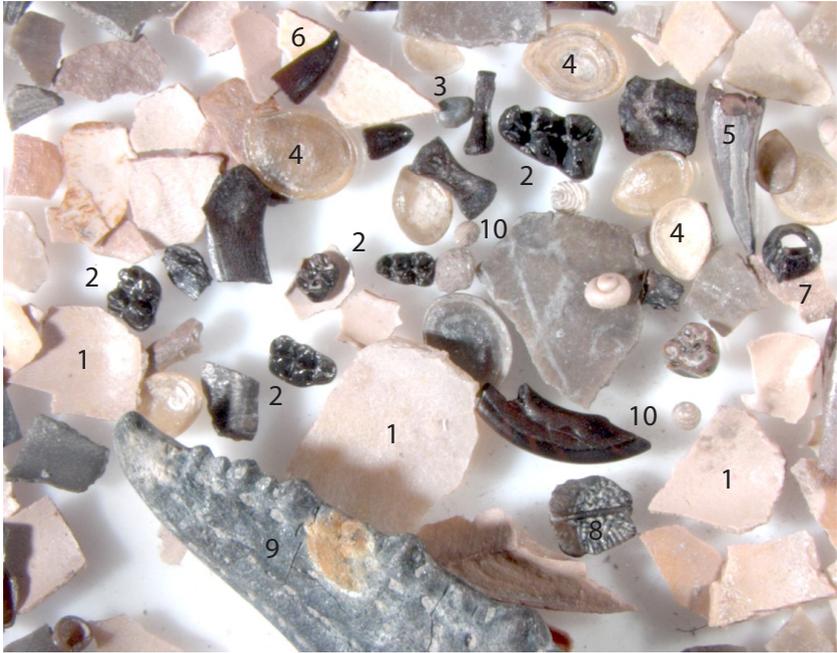


Fig. 8: Schlammrückstand der Fundstelle Aspitobel 520 m bei Langdorf (Muri), Koord.2667.935/1234.760. Erkennbar sind (1) Fragmente von Schneckenschalen, (2) Kleinsäugerzähne, (3) Otolithen, (4) Verschlussdeckel der Schneckengattung *Bithynia*, (5) Krokodilzahn, (6) Fischzahn, (7) Fragment eines Fischwirbels, (8) Ophisaurus-Osteoderm, (9) Krebscherenfragment, (10) Chara-Oogonien. Foto D. Kälin 2008.

ord.2667.975/1229.000/687 m.ü.M.) in Knauern Abdrücke von Baumblättern gefunden werden. Auch diese sind nicht bestimmt worden. In Knauern des Ost-West-Glimmersandsteins sind Blattabdrücke ziemlich häufig; das Erhaltungspotenzial ist offenbar besser als in Sandsteinknauern der Napf- oder Hörnli-Schüttung.

QUARTÄR

Pleistozän

Frühes Pleistozän

q_{HD} Heubeerihübel-Schotter

Auf dem Homberg nordwestlich von Beinwil am See ist in einer schon länger aufgelassenen Kiesgrube am Heubeerihübel (Koord. 2656.600/1237.650, Name nur in der LK 1:10000) trotz zunehmender Verbuschung noch mehrere Meter, von Moräne überlagerter, unverkitteter Schotter aufgeschlossen. Es handelt sich um einen sauberen, sandigen Kies mit überwiegend gerundeten bis gut gerundeten Geröllen und mit vereinzelt Sandlinsen. Der Schotter zeigt eine undeutliche Horizontalschichtung mit Dachziegellagerung. STALDER (1985, S.81 ff.) beschreibt die Verhältnisse in der damals noch in Betrieb stehenden Kiesgrube ausführlich und zitiert dort auch die älteren Beschreibungen von MÜHLBERG (1910) und FREI (1912). Er konnte ab der auf Kote 722 m liegenden Grubensohle ca. 18 m teilweise verkitteten Schotter und 4 m überlagernde Moräne beobachten. Als Transportrichtung gibt STALDER (1985) eine solche von ESE nach WNW an, jedoch ohne die Beobachtungen dazu aufzuführen. Dies kontrastiert zur Beobachtung, dass der Schotter in einer SSE-NNW streichenden Felstalung abgelagert worden ist (s.u.). Gegen oben werden abnehmende Korngrößen und eine zunehmende Rundung der Gerölle beobachtet. Die Schüttung wird den Schmelzwässern eines zurückweichenden Gletschers zugeschrieben.

Dieser 20–25 m mächtige Schotter lagert plateauartig zwischen Kote ca. 720 m und 730 m ü.M. direkt auf dem Felsuntergrund des Hombergs. Die Oberkante des Heubeerihübel-Schotters liegt auf max. rund 745 m ü.M. Das Schottervorkommen liegt knapp über dem Maximalstand (LGM) der Letzten Eiszeit und ist von einer älteren Moräne bedeckt. Etwa 300 m südwestlich vom Guggeliberg keilt der Schotter zwischen der dort bis 750 m ü.M. ansteigenden Molasseunterlage und der überdeckenden Moräne aus. Am 1 km weiter nördlich des Hombergs gelegenen Hügel Egg-Horn reicht die Molasse bis Kote 760 m ü.M. hinauf, der Schotter fehlt hier. Wie die Felsisohypsenkarte (Taf. III) zeigt, wurde der Heubeerihübel-Schotter in einer etwa 500 m breiten, SSE-NNW laufenden Talung im Molasseuntergrund abgelagert. FREY (1907, S.20 u.351) hat diesen Schotter, wohl wegen der weitgehenden Aufarbeitung aus Napf-Konglomeraten (s.nachfolgende Interpretation der Herkunft), noch als «lockere miocäne Nagelfluh» betrachtet.

Am schlecht aufgeschlossenen Kontakt des Heubeerihübel-Schotters zum Molassefels wurden am Süden des Hombergs (Koord. 2656.050/1236.150 und 2656.190/1236.075) zwei gerundete, zwischen 1 und 1,5 m grosse Granitblöcke festgestellt. Die Fundsituation spricht eher gegen aus der höher oben anstehenden

Moräne abgerutschte Blöcke. Sollten die Blöcke effektiv wenig deplatziert worden sein, könnte das ein Indiz dafür sein, dass zwischen Molassefels und Deckenschotter eine Moräne vorlag, die bis auf die grösseren Blöcke vollständig ausgewaschen worden ist. Das gleiche Phänomen konnte vom Verfasser 2016 an der Basis des Reuss-Deckenschotter am Bürglen (Albiskette nördlich von Hausen a.A.) beobachtet werden.

Aus einer an der Grubenwand entnommenen Schotterprobe wurden alle Gerölle grösser als 2 cm analysiert, total deren 275. Nur 23 Gerölle waren grösser als 6 cm, davon nur ein Geröll (mit 11 cm) grösser als 9 cm. Die Analyse ist in Tabelle 8 aufgeführt und denjenigen von FREI (1912) und STALDER (1985) sowie den Geröllanalysen der Napf-Formation (OSM) von MATTER (1964) gegenübergestellt.

Tab. 8: *Geröllanalysen im Heubeeerhübel-Schotter nordwestlich von Beinwil am See (Koord. 2656.600/1237.650).*

	T. GUBLER	FREI (1912)	STALDER (1985) Mittel der Proben Nr. 18–20	MATTER (1964) Napf-Schuttächer, Napf-Formation (OSM), Ø aus 8 Geröllanalysen
Geröll	%	%	%	%
Kristallin (ohne Gangquarz)	8,7 (davon Gneis 4,6%)	16	7,5	11,9
Ophiolith	1,1 (hier Serpentin)			1,6
Gangquarz	8			14,3
Heller Quarzit und Quarzsandstein (kein ostalpiner Buntsandstein)	13,1	26 (vermutl. Quarzit und Gangquarz)	21,3 (vermutl. Quarzit und Gangquarz)	10
Sandsteine, v.a. Flysch, wenig Molasse (keine Taveyannaz-Sandsteine)	41	10	3,1	33,3
Chert (kein grüner oder roter Radiolarit)	4,7	16	0,3	
Kieseliger Kalk	12			
Dichter, mikritischer Kalk	7,6	30	68	7,8
Dolomit	1,4			3,5
Übrige Sedimente	3,5			
Summe	100			82,4

Der Vergleich zwischen der eigenen Geröllzählung und den in der Tabelle 8 wiedergegebenen Werten von FREI (1912) und STALDER (1985) offenbart offensichtlich sehr unterschiedliche petrographische Ansprachen und Zuordnungen der

Gerölle, die alle aus der gleichen Kiesgrube am Heubeerihübel¹ stammen. Die grossen Unterschiede sind wohl nur zum kleineren Teil auf unterschiedliche Geröllzusammensetzungen innerhalb des ziemlich homogenen Schotter zurückzuführen. Immerhin ist allen Analysen der hohe Anteil an Quarziten gemein. Tatsächlich fallen beim Heubeerihübel-Schotter die hell-weisslichen, manchmal leicht bläulich bis gelblich gefärbten Quarzite und Quarzsandsteine mit vereinzelt eingeschlossenen Quarzgeröllen am meisten auf.

An der Geröllzusammensetzung gibt es in der eigenen Auszählung folgende Auffälligkeiten:

- Das Fehlen von ostalpinem Buntsandstein, Glarner Verrucano, Taveyannaz-Sandstein, Radiolarit, Ophiolith, Quinten- oder Schrattenkalk-Formation, Bommerstein-Formation («Eisensandstein», Dogger), Reussgranit (Aarmasiv) und Windgällen-Porphyr.
- Der hohe Anteil von ca. 25% an transportresistentem Quarzit, Quarzsandstein, Gangquarz und Chert.
- Unter den dichten mikritischen Kalken dürfte rund ein Drittel bis die Hälfte aus Molassekonglomeraten aufgearbeitet sein.
- Ein grosser Teil der kristallinen Gesteine ist ostalpiner Herkunft und dürfte somit aus Molassenagelfluh aufgearbeitet sein.

Diese Beobachtungen beschränken sich nicht allein auf die analysierten 275 Gerölle, sondern fussen auch auf Beobachtungen im Geröllschutt unter der Kiesgrubenwand.

Das komplette Fehlen von Material aus dem Einzugsgebiet des Linth-/Rheingletschers und des Reussgletschers oder auch des Aaregletschers (sprich von Gesteinen der Helvetischen Decken) ist evident, ebenso wie eine bedeutende Aufarbeitung aus Molassenagelfluh. Letzteres stellt auch STALDER (1985) fest, der rötliche Granite und Quarzite (Anmerkung: bei STALDER 1985 beinhalten letztere neben eigentlichem Quarzit auch Quarzsandstein und Gangquarz) und einen Teil der Kalkgerölle als aus der Molasse aufgearbeitet betrachtet.

Ein Vergleich mit den Geröllanalysen aus dem Napf-Schuttfächer von MATTER (1964) zeigt, dass die Napf-Konglomerate eine mit dem Heubeerihübel-Schotter gut vergleichbare Zusammensetzung aufweisen. Die typischen, z.B. von RUTSCH (1967) für das Oberrimental und Napfgebiet geschilderten Leitgesteine des «risseiszeitlichen Rhonegletschers» wie die transportresistenten Gerölle von Vallorcine-Konglomerat und Smaragditgabbro werden aus der Kiesgrube Heubeerihübel weder von FREI (1912), STALDER (1985) oder GRAF et al. (2012) beschrieben noch konnten solche Leitgerölle selber aufgefunden werden. RUTSCH

¹ Die fälschlicherweise von verschiedenen Autoren verwendete Ortsbezeichnung «Güggeberg» bezeichnet einen anderen, 300m von der Kiesgrube am Heubeerihübel entfernten Hügel.

(1967) erwähnt aber auch die Schwierigkeit, in Schottern des Oberemmentals Gerölle aus dem Wallis von solchen mit der Herkunft aus der Napf-Molasse zu unterscheiden.

In GRAF et al. (2012) wird der Heubeerihübel-Schotter mit dem Chilchstapfen-Schotter am 5,5 km weiter südwestlich gelegenen Stierenberg (Koord. 2653.800/1233.000) verglichen. Aufgrund von Cluster- und Hauptkomponentenanalysen werden beide Vorkommen einer Provenienz aus dem Aare-Rhone-Gletschersystem zugeordnet und als Höhere Deckenschotter interpretiert.

In der vorliegenden Erläuterung wird v.a. angesichts der fehlenden Gerölle von helvetischer Quinten-Formation, Schrattekalk-Formation und «Eisensandstein» der Bommerstein-Formation (Dogger) sowie der guten Übereinstimmung mit den Geröllanalysen von MATTER (1964) die Deutung als Aufarbeitung von Nagelfluh aus dem Napf-Schuttfächer favorisiert. Der Heubeerihübel-Schotter wie auch der erwähnte Chilchstapfen-Schotter am Stierenberg wären demzufolge von aus dem Napfgebiet kommenden Flüssen transportiert worden, zu einer Zeit, als sich keine alpinen Gletscherzungen ins Mittelland erstreckten. Im Falle des Heubeerihübel-Schotters würde das auch gut zur Einlagerung in eine SSE-NNW streichende Felstalung passen.

Mittleres Pleistozän

q_m Moräne (Till) älterer Eiszeiten

Am Lindenberg, am Homberg und der nördlich davon gelegenen Egg sowie am Stierenberg (am westlichen Blattgebietsrand) gibt es Vorkommen von Moräne, die über dem Maximalstand der Letzten Eiszeit (Last Glacial Maximum, LGM) liegen. Am Homberg überlagert über dem LGM liegende Moräne den als Deckenschotter interpretierten Heubeerihübel-Schotter. Diese über oder auch vor dem LGM liegenden Moränen erstrecken sich über die westliche Blattgebietsgrenze hinweg auf das Gebiet des benachbarten Atlasblattes Schöffland (GRAF et al. 2012), wo sie allesamt als sogenannter Höchi-Till der Vorletzten Eiszeit, der Beringen-Eiszeit, zugeordnet werden. Es spricht nichts dagegen, diese über dem letzteiszeitlichen Maximalstand gelegenen Moränen ebenfalls in die Beringen-Eiszeit zu stellen, auch wenn eine direkte zeitliche Einstufung bisher nicht möglich ist. Auf dem nördlich an Blatt Hitzkirch angrenzenden Atlasblatt Wohlen (JÄCKLI 1966) wurde diese Moräne dem früher verwendeten Begriff der «Risseiszeit» oder auch «Grössen Eiszeit der Alpen» zugeordnet.

Die Moräne ist dort, wo sie aufgeschlossen ist, meist kiesreich, so dass früher verschiedenorts Kiesgruben entstanden sind (s. Kap. Rohstoffe, Kies). Da die meisten Gruben komplett verfüllt wurden, sind Aufschlüsse heute selten. Grössere Aufschlüsse finden sich am gegen Nordosten abfallenden Steilhang der Egg südlich von Leutwil mit teilweise verkittetem Schotter mit eckigen, auch gekritzten

Blöcken und Erratikern. Es handelt sich um verschwemmte Moräne. Im Dach der Kiesgrube Heubeeihübel (s.o.) sind über dem dortigen Deckenschotter ca. 7m Moräne aufgeschlossen, die in die Beringen-Eiszeit gestellt wird. Es handelt sich um eine matrixreiche, z.T. sogar matrixgestützte lehmige Moräne mit viel Kies, Steinen und Blöcken, welche häufig poliert oder gekritzelt sind. Die Moräne, die an der Oberfläche zahlreiche Findlinge trägt, weist im Grubenaufschluss teilweise eine grundmoränenartige Beschaffenheit auf. Die 90 Gerölle, die für eine petrographische Analyse gewonnen wurden, mussten mit dem Geologenhammer herausgepickelt werden. Die Gerölle sind mit wenigen Ausnahmen eckig bis kantengerundet und gekritzelt. Die grössten Komponenten messen 14 cm und 13 cm. Es wurden alle Gerölle grösser als 3 cm durch Waschen vom Lehm befreit und analysiert. Folgende Geröllpetrographie wurde ermittelt:

Tab. 9: *Geröllanalysen in der älteren Moräne im Hangenden des Heubeeihübel-Schotter nordwestlich von Beinwil am See (Koord. 2656.600/1237.650).*

	diese Arbeit [%]	STALDER (1985) [%]
Kristallin (ohne Gangquarz), davon 1 roter Quarzporphyr aus Molasse oder liegendem Schotter aufgearbeitet, 1 Granitgneis 14 x 10 x 6 cm, grösste Komponente in der Analyse)	3,3	3,5
Ophiolith	0,0	0,0
Gangquarz	0,0	0,6
Heller Quarzit und Quarzsandstein (1 gut gerundetes Geröll wohl aus liegendem Schotter aufgearbeitet), kein ostalpiner Buntsandstein)	1,1	1,4
Sandsteine (v. a. gelblicher feiner Flyschsandstein, keine Molasse oder Taveyannaz-Sandstein)	22,0	2,1
Chert (kein grüner oder roter Radiolarit)	0,0	0,0
Kieseliger Kalk	25,5	89,4
Dichter, mikritischer Kalk (2 Schratzenkalke, diverse Kalke aus der Quinten-Fm.)	47,7	3,0
Dolomit	0,0	0,0
Übrige Sedimentgesteine	0,4	0,0
Summe	100,0	100,0

Die Analyse, deren Resultat sich gut mit jenem von STALDER (1985) deckt, zeigt, dass ein verschwindend kleiner Teil aus dem liegenden Schotter aufgearbeitet worden ist und ein völlig anderes petrographisches Spektrum vorliegt mit einer Dominanz von fast 50% an dichtem, mikritischem Kalk und sehr wenig Kristallin. Aus der Molasse aufgearbeitete Gerölle sind selten, Taveyannaz-Sandstein fehlt. Unter den Kalken ist Quinten-Formation verbreitet, Schratzenkalk-Formation

kommt ebenfalls vor. Gangquarz und Quarzit/Quarzsandstein, die in der Napf-Nagelfluh so häufig sind und sich auch im Heubeerihübel-Schotter so zahlreich wiederfinden, fehlen praktisch vollständig. Diese Geröllzusammensetzung deutet auf eine Herkunft hauptsächlich aus dem Obwalden-Haupttal und allenfalls noch aus dem Engelbergertal.

MÜHLBERG (1878) stellt treffend fest, dass die Moränen der «ersten Eisperiode» (heute grösstenteils der Beringen-Eiszeit [=Vorletzte Eiszeit] zugeschrieben) sich von jenen der «zweiten Eisperiode» (Birrfield-Eiszeit [=Letzte Eiszeit]) unterscheiden, indem erstere «auch wenn sie mächtig sind, nur eine gleichförmige Decke über die bereits vorhandenen Berge bilden», während letztere «aus deutlichen, ja sehr mächtigen Moränen, welche einen zeitweisen lang andauernden Stillstand der Gletscher bezeichnen.» Damit ist gesagt, dass die Moräne der Beringen-Eiszeit keine Wallbildungen (mehr) kennt.

STALDER (1985, S. 75) beschreibt die in der Kiesgrube Bauschutz (Koord. 2654.310/1239.475) aufgeschlossene 22 m mächtige Sedimentabfolge, welche hier der Beringen-Eiszeit zugeordnet wird, detailliert. Er beobachtet eine zweimalige Wechsellagerung von Moräne mit eisrandnahem Schotter, der kaum sortiert ist und dessen grössere Gerölle meist nur kantengerundet und teilweise gekritzelt sind. Diese Grube liegt knapp ausserhalb des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch in der direkten nordwestlichen Fortsetzung der «Beringen-Moräne» auf der Egg. Die Beschreibung trifft auch auf die natürlichen Aufschlüsse am Steilhang der Egg zu, die ebenfalls ein Verfangern von eisrandnahem Schotter mit kiesreicher Moräne zeigen. Diese Verhältnisse scheinen geradezu charakteristisch für die über dem LGM liegenden Moränen der Beringen-Eiszeit zu sein, denn auch die Beschreibungen aus Kiesgruben am Stierenberg (STALDER 1985) und am Lindenberg (MÜHLBERG 1878) sind gleichlautend.

Da am Lindenberg heute alle drei in der älteren Moräne angelegten Kiesgruben verfüllt sind, seien an dieser Stelle die ausgezeichneten Beobachtungen von MÜHLBERG (1878, S. 17f.) wiedergegeben:

«Da die Kiesschichten auf dem Lindenberg, in welchen gekritzte Steine stellenweise in Menge vorkommen, immer noch über die benachbarten Moränen herausragen (Lindenberggipfel 900 Meter [*900 m auf Dufourkarte, heute Pkt. 878 m*], oberste Moräne bei Grod 812 Meter und Horben 816 Meter), so müssen wir dieselben wohl der grössern Eisperiode [*heute Beringen-Eiszeit*] zuschreiben. Ganz nahe dem höchsten Punkte des Lindenbergs auf Luzernergebiet [*gemeint ist der heutige Pkt. 878 m*] findet sich noch ein Gneißblock von circa 900 Cubikfuß Inhalt [*wohl zerstört, da bei Kartierung nicht aufgefunden*] und wenig unterhalb davon traf ich im Jahre 1869 eine Griengrube [*wohl jene bei Koord. 2664.450/1234.300, 860 mü.M.*], welche unter einer Verwitterungsschicht von 6 Fuß Dicke mit sandigem Grien und grössern Blöcken eine circa 12 Fuß dicke Schicht Grien von Nuss- bis Viertels-großen geschichteten, halb gerundeten und doch zugleich gekritzten alpinen Gesteinen mit zwischen liegenden Sandbändern zeigt, und worunter noch etwa 8 Fuss tief in die Molasse aufgegraben ist. Unter den Gesteinsarten herrschen die dunklen Alpenkalke vor; daneben eocene Sandsteine, Gneisse und Granit, Windgellenporphyr, dagegen keine Sernfconglomerate.»

Es dürfte sich um die einzige Beschreibung der älteren Moräne auf dem Lindenberg handeln.

Prä-LGM-Erratiker

Während auf dem Lindenberg an der Oberfläche wohl wegen der Verarbeitung zu Bausteinen kein einziger grösserer Findling erhalten geblieben ist, sind solche am Homberg und vor allem am weiter nördlich gelegenen Horn zahlreich. Dort sind Gneis, Kalk der Quinten-Formation und Echinodermenbrekzie der Reichshausen-Formation besonders häufig, gefolgt von Blöcken aus Schrägenkalk-Formation, Helvetischem Kieselkalk und Seewen-Formation. Aare-Granit aus dem Reusstal wurde nur ein einziges Mal gefunden, dafür als prächtiger Block, am Osthang des Horns (Koord. 2656.560/1238.750/728 m ü. M.), was aber auch auf den bevorzugten Abbau von Granitblöcken für Mauersteine zurückzuführen sein kann.

Auf dem Horn nordwestlich von Birrwil wurde bei Koord. 2656.200/1238.690/750 m ü. M. ein stattlicher Erratiker eines Metakonglomerats gefunden (Fig. 9). Ein solches Gestein wurde unter den mehreren tausend im Reuss- und Seetal im Perimeter der Atlasblätter Albis und Hitzkirch kartierten Findlingen kein zweites Mal angetroffen, es muss sich also um ein sehr seltenes Gestein handeln. Der Block weist – soweit sichtbar – die Masse 2,5 m x 1,3 m x 1,3 m auf. Der Konglomeratgneis hat eine schiefrige Textur mit auffallenden, bis 5 cm grossen, häufig gut gerundeten Quarzgeröllen. Dank Abklärungen durch Dr. H. Mändli an Handstücken und selbst angefertigten Dünnschliffen konnte die wahrscheinliche Herkunft ermittelt werden. Insgesamt spricht nichts gegen ein Metakonglomerat permischen Alters aus der Urseren-Garvera-Zone. J. Meyer (Rütscheln) schlägt als rein petrographische Beschreibung den Begriff quarzreicher Hellglimmer-Psephit-Gneis, als genetische Bezeichnung den Begriff grünschieferfazielles Metakonglomerat mit Quarzgeröllen vor.

STALDER (1985) erwähnt Funde von Windgällen-Porphyr aus Moräne und damit assoziiertem Schotter in der bereits erwähnten, knapp ausserhalb des Kartenperimeters von Atlasblatt Hitzkirch gelegenen Kiesgrube Bauschutz (Koord. 2654.310/1239.475), welche hier der Beringen-Eiszeit zugerechnet werden.

Die auf Moräne der Beringen-Eiszeit am Homberg sowie an der Egg und am Horn erhalten gebliebenen Findlinge zeigen ebenso wie die ausgeführten Geröllanalysen aus Kiesgruben am Lindenberg (MÜHLBERG 1978), Stierenberg (STALDER 1985), Homberg (Heubeerhübel, s. Tab. 8 u. 9), Egg (Kiesgrube Bauschutz, STALDER 1985), dass das damalige Einzugsgebiet des Eises im zentralen Reusstal inkl. Urserental und im Engelbergertal sowie der Obwaldnertalung lag. Auffallend ist das Fehlen von Nagelfluh aus der Unteren Süswassermolasse der Rigi. Das mag auch daran liegen, dass die Rigi (1798 m ü. M.) während des Maximalstandes der Beringen-Eiszeit – und die höher als das LGM liegende Moräne im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch stammt vermutlich aus dieser Phase – nur noch wenig aus



Fig. 9: Prä-LGM-Erratiker (quarzreicher Hellglimmer-Psephit-Gneis) auf dem Horn nordwestlich von Birrwil (Koord. 2656.200/1238.690/750 mü.M.). Foto D. Kälin 2019, Detail H. Mändli 2017.

dem Eis geragt hat. Das stützt sich auf die Beobachtung, dass sich östlich der Rigi-Hochflue am Gottertli 200 m über dem LGM eine Ansammlung von Aaregranitblöcken auf bis 1390 mü.M. findet, die einer älteren Eiszeit zuzuordnen sind (HANTKE 2006).

q_{sÄ} Ämmet-Schotter

In der stillgelegten Kiesgrube Ämmet am Rickenbach südlich von Menziken (Fig. 10, Koord. 2656.300/1231.500) war die fast senkrechte nordwestliche Grubenwand 2016 noch aufgeschlossen, während grosse Teile der Grube bereits verfüllt waren. Zu beobachten ist zwischen Kote ca. 585 m (Grubensohle) und 620 mü.M. ein horizontal geschichteter sauberer Schotter. Darüber folgen bis Geländeoberkante 2–5 m Grundmoräne.

Die nachfolgende Beschreibung fasst die eingehende Untersuchung des Ämmet-Schotters durch STALDER (1985) zusammen. Demzufolge lässt sich in den



Fig. 10: Ämmet-Schotter in der gleichnamigen Kiesgrube südlich von Menziken (Koord. 2656.300/1231.500). Der Schotter wird durch eine bräunlich verwitternde Grundmoränendecke überlagert. Foto D. Kälin 2019.

aufgeschlossenen 37 m des Schotterkörpers eine ziemlich homogene Durchmischung der haselnuss- bis kopfgrossen Gerölle ohne Ausbildung von Groblagen oder Veränderungen in der Korngrösse im Profil erkennen, wobei die mittel- bis grobsandige Matrix nicht verkittet ist. STALDER (1985) schliesst aus den auf verschiedenen Niveaus vorgenommenen Analysen der Zurundungs- und Abplattungsindizes, dass der Eisrand, von dem aus der Schotter geschüttet worden ist, stillstand oder sich nur unwesentlich zurückzog.

Die Geröllpetrographie zeigt einen nur geringen Anteil an aus der Molasse aufgearbeiteten Geröllen und einen hohen Anteil an alpinem Kalk und Kieselkalk; der Kristallingehalt liegt mit rund 4% im üblichen Rahmen. In zwei von drei Analysen ist Windgällen-Porphyr gefunden worden. Damit ist eine Herkunft vom Reussgletscher evident. Die von STALDER (1985) an Geröllen mit Dachziegel-lagerung ermittelten Schüttungsazimute liegen zwischen 225° und 255° und zeigen eine Schüttungsrichtung aus Südwesten an.

Da Bohrungen aus dem Grubenbereich fehlen (STALDER 1985) und auch bei den vorliegenden Erhebungen keine diesbezüglichen Unterlagen beim Baudeparte-

ment des Kantons Aargau gefunden wurden, sind Aussagen betreffend Geometrie und Unterlage des Schotter erschwert. Festzustellen ist, dass der glazifluviale Ämmet-Schotter am Hang gegen das Wynental erosiv abgeschnitten und mit Grundmoräne überzogen ist. Die von STALDER (1985) ermittelte Schüttungsrichtung legt den Schluss nahe, dass der Schotter in der durch zahlreiche Erdwärmesondenbohrungen bei Rickenbach (Kt. LU) und Menziken belegten Felsrinne abgelagert worden ist (s. Felsisohypsenkarte in Taf. III). Die Existenz einer solchen Rinne wurde aufgrund der Bohrung bei Ämmet, Gmeinwald (Koord. 2655.945/1231.426), die den Fels erst in 89 m Tiefe auf 514 m ü.M. angetroffen hat, bereits von LÄUPPI (1983) vermutet (s. Kap. Felsoberfläche). Der Schotter wurde in der auf Kote 603 m ü.M. angesetzten Bohrung jedoch nicht mehr angetroffen; in der Bohrung wurde bis 51 m Tiefe Moräne aufgeschlossen. Eine weitere Bohrung am nordöstlichen Grubenrand bei Koord. 2656.409/1231.562/583 m ergab noch bis Kote 573 m ü.M. Schotter (vermutlich die Basis des Ämmet-Schotter), darunter folgte auch hier Moräne und verschwemmte Moräne. Die Basis des Schotter scheint somit im Bereich der Kiesgrube bei ca. Kote 573 m ü.M. zu liegen, die Gesamtmächtigkeit des auf 620 m ü.M. erosiv gekappten Schotter beträgt demzufolge rund 50 m. Die Felsoberfläche ist im Bereich der Grube nach der Felsisohypsenkarte (Taf. III) auf Kote ca. 540 m ü.M. zu erwarten, wenig nördlich davon wird der tiefste Bereich der Rinne bei Kote 480 m ü.M. erreicht. Der Schotter kann nicht während der Letzten Eiszeit abgelagert worden sein, da er erosiv von letzteiszeitlicher Moräne überdeckt wird und das Eis bei den frühen Vorstössen der Birrfeld-Eiszeit (z.B. Deltaschotter bei Gossau, Kt. Zürich) kaum bis in den Raum Rickenbach-Beromünster gereicht hat. Der Schotter wird daher in die Beringen-Eiszeit gestellt, könnte aber auch älter sein. Eine Bildung als «würmzeitlicher Stauschotter», wie dies STALDER (1985) postuliert, ist nicht plausibel, da in diesem Fall die Ablagerung in einem 50 m tiefen randglazialen Stausee mit entsprechenden Delta-Strukturen erfolgt sein müsste. Stattdessen zeigt der Kiesgrubenaufschluss, dass der Schotter in einem typischen verflochtenen Schmelzwasserfluss abgelagert worden ist. Auch die oben beschriebene Geometrie des Schotter und der Rinne spricht gegen eine solche Annahme.

Die Fortsetzung des Schotter über Niederwil nach Rickenbach ist mangels tiefer Bohrungen nicht gesichert (GEOTEST AG 2014). Die Qualität der Bohrprotokolle der in Rickenbach zahlreich abgetieften Erdwärmesondenbohrungen lässt diesbezüglich auch keine Schlüsse zu, geologische Aufnahmen des Bohrkleins fehlen vollständig. Ausserhalb des Perimeters der Kiesgrube Ämmet ist der Schotter nirgends aufgeschlossen und auch nicht in Bohrungen nachgewiesen worden. In der rund 800 m südöstlich der Grube Ämmet gelegenen, heute aufgefüllten Kiesgrube bei Koord. 2656.950/1230.800 ist aufgrund eines vorliegenden Bohrprofils ein eisrandnaher Kiessand abgebaut worden, der keinen Zusammenhang mit dem Ämmet-Schotter aufweist.

q_{SL} Seebodensedimente (nur in Bohrungen aufgeschlossen)

Im Reusstal wurden in Erdwärmesondenbohrungen bei Besenbüren unter dem als letzteiszeitlichem Vorstossschotter eingestuftem Mooretal-Schotter auf Koten zwischen 380 m und 400 m ü. M. Seeablagerungen von 30–50 m Mächtigkeit angetroffen. Die Untergrenze liegt auf ca. 350 m ü. M. Auch bei Knonau folgen unter dem letzteiszeitlichen Vorstossschotter Seeablagerungen, die im obersten Abschnitt früher (GUBLER 2009) als eemzeitlich eingestuft worden sind, in der Zwischenzeit aufgrund einer Neubeurteilung des Polleninhaltes aber als einer älteren Warmzeit zugehörig betrachtet werden. Die Seeablagerungen sind demnach ins Mittelpleistozän zu stellen, können aber vorläufig nicht genauer datiert und gegliedert werden. Es ist gut möglich, dass diese als Teil einer Beckenfüllung abgelagerten Seeablagerungen auch mehr als ein Glazial umfassen. Eine die Seeablagerungen unterteilende Moräne wurde entweder in den Spülbohrungen nicht erkannt oder ist gar nicht vorhanden bzw. abgelagert worden.

Ähnlich verhält es sich im Seetal, wo in einer knapp ausserhalb des nördlichen Blattgebietrandes (Koord. 2656.852/1242.272/455 m) abgetieften Aufzeitbohrung der Schweizerischen Erdöl AG (SEAG) unter 36 m letzteiszeitlicher Moräne 6 m Kies und darunter bis zur Felsoberfläche 120 m Seeablagerungen angetroffen worden sind. Diese sind analog zu den Verhältnissen im Seetal im Gebiet von Atlasblatt Aarau gemäss H.R. Graf (Quartärgeologisches Profil 3 in JORDAN et al. 2011) in die Beringen-Eiszeit zu stellen.

In der im Seetal bei Ermensee (Koord. 2660.490/1231.840/460 m) im Auftrag des Kantons Luzern abgetieften hydrogeologischen Erkundungsbohrung SB 9 wurden unter letzteiszeitlichem Rückzugsschotter und sandigen Deltablagerungen zwischen 44 m und 55 m Tiefe siltiger Feinsand mit «Kohleschmitzen» (Eem-Interglazial?), von 55 bis 115 m tonig-siltige Seeablagerungen (Beringen-Eiszeit?), von 115 m bis 138 m Moräne (Beringen-Eiszeit?), von 138 bis 182 m Schotter (subglazial, Beringen-Eiszeit?) und von 182 m bis zur Endtiefe von 203 m siltiger Feinsand mit vereinzelt Steinen (glaziale Seeablagerungen, älter als Beringen-Eiszeit?) angetroffen. Die Felsoberfläche liegt tiefer und wurde nicht erreicht oder in der Spülbohrung nicht erkannt.

Spätes Pleistozän

BIRRFELD-EISZEIT

Während der Birrfeld-Eiszeit (=Letzte Eiszeit) war zur Zeit des Maximalstandes der ganze Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch mit Ausnahme der höchsten Erhebungen am Lindenberg, Homberg und der nördlich davon gelegenen Egg sowie am Stierenberg (am westlichen Blattgebietsrand) von Eis des Reussgletschers bedeckt.

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch kann der Reussgletscher von Ost nach West in folgende Eisströme unterteilt werden: Reusstal mit Bünztal mit Maximalständen des Birmenstorf- und Lindmühle-Vorstosses (GRAF et al. 2012); Seetal mit den Maximalständen des Emmet- und Seon-Vorstosses (GRAF et al. 2012) und Wynental mit Maximalständen bei Zetzwil und Gontenschwil (GRAF et al. 2012). JÄCKLI (1966) hat den Maximalstand des Eises im Reusstal pauschal «Maximalstand von Melligen» genannt.

Erste frühe Eisvorstösse vor ca. 100 ka («Deltaschotter von Gossau», PREUSSER et al. 2003) und 70 ka («Finsterhennen», PREUSSER & SCHLÜCHTER 2004) erreichten das Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch nicht. Dies war erst beim Vorstoss ab ca. 30 ka (KELLER & KRAYSS 2005) zum zweiphasigen Maximalstand vor rund 22–24 ka (PREUSSER et al. 2011) der Fall. Der Schotter am südlichen Ende des Seetals bei Hochdorf–Eschenbach–Ballwil (Eschenbach-Schotter) wurde von KELLER (2015) eher mit dem Hauptvorstoss als mit den beiden ersten Vorstössen (Hombrechtikon ca. 115–102 ka, Finsterhennen ca. 71–51 ka) in Verbindung gebracht, bei denen der Reussgletscher bis an die Südseite des Rooter Bergs gelangte. Nach NIELSEN (2015) wurden im Eschenbach-Schotter mit der Optisch-Stimulierten-Lumineszenzmethode (OSL) Alter zwischen rund 97 ka und 53 ka ermittelt. Die im Schotter gefundenen Mammutreste waren mit der ¹⁴C-Methode nicht datierbar, da offenbar älter als ca. 60 ka.

Die nahe beieinander liegenden Maximalstände sind nach GRAF et al. (2012) durch einen von starker Schmelzwassererosion begleiteten Eisrückzug unbekannter Grösse getrennt. Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch lässt sich diese Gliederung nicht ohne weiteres erkennen, am Lindenberg jedoch dank hydrogeologischer Untersuchungen und einem mit der ¹⁴C-Methode datierten Halswirbel eines Mammuts ebenfalls herleiten.

Das Mindestalter für den Rückzug vom Maximalstand dürfte laut REBER et al. (2014) bei 22 ± 1 ka liegen. Diese Aussage beruht auf der Oberflächendatierung an zwei Granitfindlingen (Grosser und Kleiner Römerstein) im Bünztal bei Lenzburg.

Aus dem nördlich an Atlasblatt Hitzkirch anschliessenden Gebiet von Atlasblatt Wohlen beschreibt JÄCKLI (1966) einen älteren, nördlichen Stand nördlich von Stetten und einen jüngeren, südlicheren Stand zwischen Stetten und Künten (Rückzugsstadien von Stetten I und II, = Schlieren-Stadien). Die diesen beiden Stadien entsprechenden Moränenwälle lassen sich auch im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch gut verfolgen. In der Nähe von Wohlen wurden die Rückzugsstadien von Stetten mittels Oberflächendatierung (Minimalalter) an einem Granitfindling (Erdmannlistein) auf $18,6 \pm 0,9$ ka datiert (REBER et al. 2014). Ähnlich verhält es sich beim Gletscherrückzugshalt bei Bremgarten im Gebiet von Atlasblatt Wohlen (JÄCKLI 1966), der einen externen (Bremgarten) und einen internen Stand (Hermenschwil) erkennen lässt (Rückzugsstadien von Bremgarten I und II, = Zürich-Stadien). Die beiden Rückzugsstadien von Bremgarten lassen sich auch süd-

wärts im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch gut verfolgen. Wenig nach 15 ka hatten sich die Gletscher bereits vollständig aus dem Mittelland zurückgezogen (LISTER 1985, SCHINDLER 2004, KELLER & KRAYS 2005).

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch sind Stirnmoränen nur im Seetal bei Hitzkirch (Bremgarten-Stadien) und im Bünztal bei Bünzen (Bremgarten I) erhalten. Im Wynental liegt der Stirnwall des internen Mellingen-Rückzugsstandes bei Gontenschwil knapp nördlich des Blattgebietsrandes. Die Stirnmoränen der Stetten-Stadien liegen bei Seengen, nur undeutlich erhalten, ebenfalls knapp ausserhalb des Blattgebietsrandes. Ebenso liegt der ausgeprägte Stirnwall des internen Stetten-Standes im Bünztal bei Waltenschwil nur wenig ausserhalb des Blattperimeters.

Eisrückzug mit intensiver Schmelzwassererosion und anschliessendem Wiedervorstoss wird nicht nur beim oben erwähnten Maximalstand von Mellingen beobachtet, sondern auch bei den Rückzugsständen von Bremgarten. Dies wird belegt durch die ausgeprägte Schmelzwasserrinne des zwischen Besenbüren und Rottenschwil gelegenen Mooretals. Ein Blick nach Osten auf die Verhältnisse im Gebiet von Atlasblatt Albis (GUBLER 2009) zeigt ebenso eine intensive Schmelzwassertätigkeit zwischen Maximalstand an der Albiskette, Rückzug mit Erosion des Reppischtals und Wiedervorstoss mit dem Endmoränenwall bei Wettswil (interner Maximalstand) und die Entstehung des unteren Sihltals zwischen den beiden Zürich-Stadien.

Hingegen fehlen bei den Rückzugsständen von Stetten I und II im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch bzw. Schlieren I und II im Gebiet von Atlasblatt Albis deutliche Spuren von einem dazwischenliegenden Gletscherrückzug/-vorstoss mit intensiver Schmelzwassertätigkeit.

q_{sV} Früh- bis hochglazialer Vorstossschotter i.Allg.
q_{sM} Mooretal-Schotter

Nordöstlich von Besenbüren verläuft eine markante, mit Mooretal bezeichnete Schmelzwasserrinne, an deren steiler westlicher Flanke unter der letzteiszeitlichen Moränendecke Schotter aufgeschlossen ist. Das Vorkommen setzt sich nach Norden über die Blattgebietsgrenze hinweg bis ans linke Reussufer nördlich von Hermetschwil-Staffeln fort. Es ist auch auf dem Atlasblatt Wohlen (JÄCKLI 1966) ausgeschieden und dort als «Interglazialer bis frühglazialer Vorstossschotter» bzw. «Mittelterrassenschotter» interpretiert.

Am besten ist der teilweise gut verkittete Schotter heute in einer Bachrunse östlich von Besenbüren bei Koord. 2669.130/1240.975 aufgeschlossen, wo er einen kleinen Wasserfall bildet. Der Schotter wurde im Mooretal früher in zwei kleinen Kiesgruben abgebaut.

Die Obergrenze des Schotters liegt gegen das südliche Ende des Aufschlusses östlich von Besenbüren auf 450 m.ü.M. und fällt in nördlicher Richtung bis zur

Blattgebietsgrenze auf ca. Kote 430 m ü. M. ab. JÄCKLI (1966) erwähnt bei Staffeln eine zwischen 430 und 440 m ü. M. liegende Obergrenze. Die Basis des Schotterers ist nicht aufgeschlossen. Erhellend ist hier eine 70 m tiefe Bohrung bei Koord. 2668.640/1241.540/453 m ü. M., die nur gerade 50 m entfernt vom natürlichen Schottereraufschluss im Mooretal abgetieft worden ist. Diese im kantonalen aargauischen Bohrkataster nicht verzeichnete Sondierung ist in LÄUPPI (1983, S. 141) wie folgt beschrieben:

«..., förderte man bis 28,0 m [letzteiszeitliche] Moräne [=Kote 425 m], bis 31,6 m Silt zu Tage. Zwischen 31,6 m und 33,6 m erbohrte man einen «humosen Feinkies» und «rostigen Grobkies» (Bodenbildung), sodass die tieferen Ablagerungen älter sind [...]. Man fand darunter Flussschotter (teils verkitteter Kies) bis 58,5 m Tiefe [=Kote 394,5 m], bis Bohrende auf 70,0 m feinkörnige Seebodenablagerungen.»

In dieser Bohrung lag der Mooretal-Schotter somit in einer Mächtigkeit von gut 30 m vor, bei einer Untergrenze auf rund 395 m ü. M. Die benachbarte heutige Reusstalebene liegt auf 380 m ü. M.

In Besenbüren abgeteufte Erdwärmesondenbohrungen trafen unter der Moränenbedeckung auf Koten zwischen ca. 430–440 m auf einen 20–50 m mächtigen Schotter, dessen Liegendes auf einer Kote zwischen ca. 380 m und 400 m ü. M. von sandigen und feinkörnigen Seeablagerungen gebildet wird. Die Bohrstandorte liegen zwischen 500 und 1000 m westlich der Schottereraufschlüsse im Mooretal entfernt. Es ist naheliegend, dass es sich dabei um den Mooretal-Schotter handelt.

Im Mooretal-Schotter finden sich nebst Material aus dem Reuss-Einzugsgebiet auch vereinzelt Gerölle von Glarner Verrucano. Dies trifft auch auf die letzt-eiszeitlichen Vorstossschotter am rechten Rand des Reusstals bei Knonau zu (GUBLER 2009). Hier wie dort können sie auf Schmelzwässer am linken Rand des Linth-Rheingletschers zurückgeführt werden, die bei Menzingen ins Reusstal abgefließen sind. Der Mooretal-Schotter und der Vorstossschotter bei Knonau (GUBLER 2009) liegen direkt unter Grundmoräne des letzteiszeitlichen Eisvorstosses in gleicher Höhenlage (Ober- und Untergrenze) und weisen ein vergleichbares Geröllspektrum auf. Es spricht aus dieser Sicht nichts dagegen, die beiden Schotter miteinander zu korrelieren. Der Schotter bei Ballwil bei Eschenbach (Kt. LU, KELLER 2015, NIELSEN 2015) und der Mülligen-Schotter im unteren Reusstal (GRAF 2009) dürften ebenfalls mit den Schottervorkommen von Mooretal und Knonau in Verbindung stehen. Zumindest handelt es sich allesamt um letzteiszeitliche Vorstossschotter.

q_{4m} Moräne (Till) der Letzten Eiszeit

Moräne der Letzten Eiszeit, genauer des spätletzteiszeitlichen Hauptvorstosses (ca. 30–18 ka), nimmt den grössten Teil des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch ein. Es handelt sich überwiegend um sandig-siltige Grundmoräne mit wenig Ton

und variablem Kiesanteil inkl. Steine und Blöcke. Die Mächtigkeit beträgt in der Regel mehr als 10 m, oft sogar mehrere Dekameter. Der Grundmoräne aufgesetzt verlaufen die linearen, meist zwischen 5 und maximal 15 m hohen Moränenwälle, deren Zusammensetzung häufig aus siltig-sandigem Kies mit Steinen und Blöcken besteht. Der Kies wurde früher häufig in kleinen Kiesgruben für lokale Zwecke abgebaut. Die am besten ausgeprägte und schönste Moränenwalllandschaft ist jene der Bremgarten-Rückzugsstadien zwischen Besenbüren/Rottenschwil und Muri.

Auffallenderweise sind viele Wallstrukturen am Lindenberg nicht sonderlich akzentuiert, sondern eher breit und flach ausgebildet. Als Beispiel sei der Wall beim Dorf Müswangen erwähnt. Die Zusammensetzung ist in diesem Fall häufig vom Typus Grundmoräne und nicht von kiesiger Beschaffenheit. Manche Wälle sind eher als Terrassen zu bezeichnen, oder es bestehen in der Längsrichtung fließende Wechsel von Wall zu Terrasse und umgekehrt. So beispielsweise die Moränenterrasse mit dem Flugplatz Allmend oberhalb von Buttwil, die in der nördlichen Fortsetzung beim Guggibad als Wall, in der südlichen Fortsetzung oberhalb von Geltwil hingegen fast durchwegs als Terrasse ausgebildet ist.

Bereits MÜHLBERG (1878) hat dies beobachtet und treffend beschrieben: «Auf der Westseite [*des Seetals*] lassen sich die Schuttwälle und Terrassen von Allschwyl und Birrwyl noch weit über Beinwyl, bis an die Abhänge beim obern Ende des Hallwylersees und im Kanton Luzern wohl noch weiter verfolgen als stellenweise wallähnlich sich erhebende, oft aber auch wieder verwischte Terrassen.»

Moränenwall des Mellingen-/Killwangen-Standes q_{4mMI}/q_{4mMII}

Im Wynental wird im Gebiet von Atlasblatt Schöftland ein externerer und älterer Zetzwil-Vorstoss von einem jüngeren Gontenschwil-Vorstoss unterschieden (GRAF et al. 2012). Analog wird im Gebiet von Atlasblatt Aarau bei Seon ein älterer und weiterreichender Emmet-Vorstoss von einem jüngeren Seon-Vorstoss (JORDAN et al. 2011) unterschieden. Im Bünztal liegt das Maximum der letzten Vergletscherung bei Othmarsingen (JÄCKLI 1966). JÄCKLI (1966) hat in den Erläuterungen zum Atlasblatt Wohlen anders als die Autoren der beiden vorgenannten Atlasblätter weder im Bünztal noch im Reusstal, wo er den Maximalstand bei Mellingen festhält, zwei oder mehrere Vorstöße in der Nähe des Maximalstandes beschrieben. GRAF (2009) beobachtete im Reusstal hingegen einen älteren Lindmühle-Vorstoss, der durch den nachfolgenden und externer reichenden Birnenstorf-Vorstoss überfahren worden sei. Das Alter des Lindmühle-Vorstosses wird nach GRAF (2009) auf maximal 29 ka veranschlagt. Der Mellingen-Vorstoss wird hingegen bereits einem spätletzteiszeitlichen Wiedervorstoss zugeschrieben (GRAF 2009).

Diese Situation mit einem «doppelten», zeitlich durch einen Rückzug getrennten letzteiszeitlichen Maximalstand ist in GRAF et al. (2012, Fig. 9) darge-

stellt. Hat GRAF (2009) noch von zwei Gletschervorstössen in der Hauptphase der Birrfeld-Eiszeit geschrieben, von denen der ältere kaum in Erscheinung trete und der jüngere die maximale Eisausdehnung markiere, wird es in der vorstehend erwähnten Figur 9 in GRAF et al. (2012) bereits anders dargestellt: Demgemäss hätten mit Ausnahme des Reusstals die Gletscher im Wynental und Seetal (das Bünztal zeigt keine Differenzierung) bereits beim ersten Vorstoss der Hauptphase den Maximalstand (Last Glacial Maximum, LGM) erreicht.

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch können zwar höhenmässig unterschiedliche, stets der Hauptphase der letzten Vergletscherung angehörige Moränenwälle kartiert werden, es gelingt jedoch nicht immer, diese mit den Stirnmoränen in den verschiedenen Tälern zu verbinden, da die Wälle nicht durchwegs verfolgbar sind (s. Tafel IV, Moränenwälle).

Im Wynental kann die linksufrige und markante Seitenmoräne des Gontenschwil-Vorstosses des Gebiets von Blatt Schöftland in das Gebiet von Blatt Hitzkirch verfolgt werden; sie zieht auf Kote 620 m oberhalb von Pfeffikon über Burg und verlässt südöstlich von Niederwil bei ca. Koord. 2656.000 das Kartengebiet.

Im Seetal sind auf der Westseite höchste Moränenwälle der letzten Vergletscherung bei Flügelberg am Homberg auszumachen, von wo sie im Gelände fast durchgehend bis Leutwil verfolgt werden können. Bei Leutwil sind drei Wälle auf den Koten 595 m (Feld), 612 m (Kirche) und 645 m (Hübel) unterscheidbar.

Am Lindenberg verläuft am nördlichen Blattgebietsrand bei der Kapelle St. Wendelin oberhalb von Sarmenstorf ein markanter Moränenwall, der mit Blick auf das nördlich angrenzende Gebiet von Atlasblatt Wohlen vermutlich mit den Wällen von Melligen («Späthochglazialer Wiedervorstoss von Melligen» nach GRAF 2009) gleichzusetzen ist. Auch ein weiterer, interner Wall, der die Kirche von Sarmenstorf trägt, dürfte zu diesem Stand zählen. Diese wohl am rechten Ufer des Seetal-Eises gebildeten Wälle lassen sich südwärts über Bettwil Pkt. 682 m – Mettmenschongau Vehrüti–Müswangen Kirche verfolgen. Auf der Ostseite des Lindenbergs verläuft das dem «Wiedervorstoss von Melligen» (GRAF 2009) zugeordnete Wallsystem vom Niesenberg über den Flugplatz Buttwil und weiter als markante Terrasse bis zur Strassengabelung bei Pkt. 756 m 1 km südlich von Geltwil.

Die Maximalstände des Birnenstorf- und des Lindmühle-Vorstosses lassen sich am Lindenberg nicht differenzieren, es handelt sich um die Wälle bei Hämikon Berg–Weiebrunnenwald auf der Westseite und den Wissenbach ab Guuggi begleitenden, ausgeprägten, rund 4 km langen Wall auf der Ostseite, der sich bis zum Hof Grod verfolgen lässt. Nur der höchste, zwischen Hämikon Berg im Süden und Kalchtaren im Norden gelegene, gut 3 km lange Rücken des Lindenbergs ragte während des Maximalstandes aus dem Eis.

Auf die im Moränenwall beim Hof Grod aufgefundenen Mammutreste wird in einem separaten Abschnitt näher eingegangen.

Moränenwall des Stetten-/Schlieren-Standes q_{4msI}/q_{4msII}

Moränenwälle des Stetten-/Schlieren-Standes lassen sich auf beiden Seiten des Seetals von Hallwil und Seengen – der Zungenbereich liegt knapp ausserhalb des Gebiets von Blatt Hitzkirch – nach Süden verfolgen (s. Tafel IV, Moränenwälle). Wie bei den Moränen der maximalen Eisausdehnung alternieren die Wälle mit terrassenförmig gebildeten Abschnitten. Bei Beinwil am See sind für diese Phase mehrere kleine Zungenwälle einer Transfluenz des Seetal-Eises hinüber ins Wynental zu erkennen. Auf der Ostseite des Lindenberg lassen sich zwei Wälle, die allenfalls dem Stetten-I- und Stetten-II-Stadium JÄCKLIS (1966) gleichzusetzen sind, vom nördlichen Blattgebietsrand bei Kallern über Buttwil, Geltwil und Brunwil bis zum südlichen Kartengebietsrand verfolgen.

Moränenwall des Bremgarten-/Zürich-Standes q_{4mBI}/q_{4mBII}

Im Seetal liegt der Endmoränenkranz des Bremgarten-/Zürich-Standes bei Hitzkirch gerade noch im Blattperimeter. Im Bünztal verläuft das Wallsystem des externeren Bremgarten-I-Standes über Bünzen und Boswil. Zwischen Boswil und Muri sind wenig ausgeprägte Wälle bei Pkt. 485 m und Widental oberhalb des Spitals Muri vorhanden, weiter südlich sind am Lindenberg keine Wälle oder Terrassen auszumachen, die eindeutig mit diesem Stand zu korrelieren wären. Der interne Bremgarten-II-Stand manifestiert sich in dem markanten, zwischen Besenbüren und Rottenschwil verlaufenden Wallsystem, das über den Kapf oberhalb von Althäusern und Egg in das Maiholz südlich von Muri verläuft. Am Hang des Lindbergs setzt sich das Wallsystem des Bremgarten-II-Standes ab Muri Büelfeld nach Süden über Winterschwil Chäbere bis Beinwil fort. Frappant ist der Wechsel zwischen sehr kiesiger Wallmoräne mit vielen Erratikern von Muri nordwärts und der grundmoränenartig beschaffenen Wälle am eigentlichen Lindenberghang südlich von Muri.

Erratiker der letzten Vergletscherung

Bei der Kartierarbeit wurden rund 1340 Erratiker erfasst und soweit möglich der entsprechenden Gesteinsformation zugeordnet. Auf der Karte sind hingegen aus Darstellungsgründen lediglich ca. 1150 Erratiker dargestellt. Der vollständige Erratiker-Datensatz ist im digitalen Geocover-Datensatz enthalten. Rund 1310 der Erratiker sind dabei der Letzten und nur knapp 30 der mutmasslich Vorletzten Vergletscherung zuzurechnen.

MÜHLBERG (1878) hat die Verteilung der Erratiker im Perimeter von Blatt Hitzkirch eingehend studiert und beschrieben. Alpenkalke wurden nach F. Mühlberg im Volksmund «Bläulinge», Reussgranite «Geissberger» und die grünen adri-gneise bei Muri «Allmendsteine» genannt.

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch wurden alle gefundenen Erratiker vom Reussgletscher – und allenfalls im westlichsten Teil vom Brünigarm des Aaregletschers – transportiert. Nach MÜHLBERG (1878) können diese beiden Gletscher anhand der transportierten Blöcke praktisch nicht unterschieden werden.

Wird die Verteilung der verschiedenen Erratiker von West nach Ost betrachtet, ergibt sich zusammengefasst folgendes Bild:

Im Wynental wurden insgesamt nur sehr wenige Erratiker gefunden, und dies fast ausnahmslos am Osthang des Stierenbergs oberhalb von Pfeffikon (s.a. Fig. 12). Kalk der Quinten-Formation ist vorherrschend, es folgen Gesteine des Lias und Taveyannaz-Sandstein. Kristalline Blöcke wurden nicht gefunden. MÜHLBERG (1869) erwähnt vom Wynental vor allem Kalk (in der Schuttmasse), aber auch grosse Blöcke von Granit und Gneis. Taveyannaz-Sandstein und Nagelfluh seien selten. Der unterschiedliche Befund zeigt, dass seit der Beschreibung F. Mühlbergs wohl ein überwiegender Teil der ursprünglich vorhandenen Erratiker abgebaut und zerstört worden ist. Auch KOPP (1945) beschreibt aus dem Gebiet des südlich angrenzenden Atlasblattes Hochdorf die gebietsweise fast vollständige Zerstörung aller Erratiker.

MÜHLBERG (1869) beschreibt die Erratiker im Seetal westlich des Aabachs und nördlich des Hallwilersees zwischen Boniswil und Seon und listet 135 Findlinge auf, unter diesen nur 6 aus Kristallin. Diese Beschreibung deckt sich gut mit einer Analyse, die an 35 Erratikern aus einer einzigen grossen Baugrube beim Hotel/Restaurant Seerose am Hallwilersee anlässlich der Kartierarbeit vorgenommen werden konnte: Die zwischen ein und zwei Meter grossen Blöcke umfassten 13 Helvetische Kieselkalle, 12 Flysch-Sandsteine (unbestimmt), 6 Reischibenechiner Brekzien (Dogger), 1 Kalk der Seewen-Formation, 1 Nummuliten-Grünsandstein, 1 Garschella-Glaukonitsandstein und als einziges Kristallin-gestein 1 Gneis. Es fehlten auffälligerweise Kalk der Quinten-Formation, Schratenkalk, Taveyannaz-Sandstein, Untere Süsswassermolasse und Granit. Als mögliches Einzugsgebiet könnte die Obwaldnertalung (Grosses Melchtal) in Frage kommen. Die die Blöcke enthaltende Grundmoräne ist zwischen den Schlieren-/Stetten- (Seengen) und Bremgarten-/Zürich-Ständen (Hitzkirch) positioniert. Am linken Seetalhang finden sich nur wenige Erratiker, meist in den Bachtobeln. Auch einige wenige Granite wurden erfasst.

Auf der Ostseite des Seetals bzw. am Westhang des Lindenberges finden sich in den tief eingeschnittenen Bachtobeln noch viele Erratiker (s.a. Fig. 11). Granit und Gneis dürften über 50% der Erratiker ausmachen. Taveyannaz-Sandstein, Molassesandstein und -nagelfluh sowie Altdorf-Sandstein fehlen weitgehend. Erst die höchste, dem Mellingen-/Killwangen-Stand entsprechende Moräne enthält auch Altdorf-Sandstein.

Am Osthang des Lindenberges finden sich – bevorzugt in Bachtobeln konserviert – wiederum viele kristalline Gesteine, daneben tritt auch erstmals Molassesandstein und -konglomerat auf. Helvetischer Kieselkalk und Altdorf-Sandstein



Fig. 11: Granit-Erratiker im Altwisertobel (Altwis Kt. LU) bei Koord. 2662.330/1232.506. Drohenaufnahme T. Good 2017.



Fig. 12: Grosser Erratiker aus aufgearbeitetem, nagelfluhartig verkittetem, eisrandnah gebildetem Schotter mit Höhlenbildung («Bärenhöhle») auf der Nordostseite des Stierenbergs westlich von Menziken bei Koord. 2655.076/1233.089. Der Block, in der Karte als Höhle dargestellt, wurde vermutlich in der Letzten Eiszeit aus einer verkitteten, vermutlich Beringen-eiszeitlichen Schotterpartie aufgearbeitet. Foto H. Mändli 2017.



Fig. 13: Grosser Erratiker aus Helvetischem Kieselkalk («Heidenhübelstein») bei Sarmenstorf (Koord. 2662.267/1239.852. Foto H. Mändli 2017.

finden sich ebenfalls häufig. Im Maiholz bei Muri dominieren kristalline Gesteine des Aarmassivs bei weitem.

Auffallend ist der sehr hohe Anteil an vielfach sehr grossen Blöcken von Nagelfluh der Unteren Süsswassermolasse in den Moränenwällen westlich von Rottenschwil (Innerer Bremgarten-Stand). Es dürfte sich um Bergsturzmaterial von der Rigi handeln, das während des Bremgarten-/Zürich-Stadiums auf den Gletscher gelangte.

MÜHLBERG (1878) erwähnt im Wald bei Sarmenstorf den Findling «Heidenhübel». Es handelt sich um einen heute noch 23 m langen, 8 m breiten und 7 m hohen Block aus Helvetischem Kieselkalk, der zu Beginn der Letzten Eiszeit vom Reussgletscher hier abgelagert worden ist. Die noch vorhandene Kubatur wird auf ca. 1200 m³ geschätzt, wobei ca. ein Drittel bis die Hälfte des riesigen Blocks abgebaut worden sein dürfte (s. Fig. 13).

MÜHLBERG (1878) vermerkt dazu: «Die Gemeinde [Sarmenstorf] benutzt denselben als Steinbruch, fast das ganze Dorf ist daraus gebaut und so ragt er jetzt nur noch als immerhin respectable Ruine aus dem Boden.» Nach MÜHLBERG (1911) ist es der grösste Findling im Kanton Aargau.

An dieser Stelle sollen nur zwei weitere Erratiker erwähnt werden: einerseits der wohl spektakulärste Findling im Kartengebiet, ein riesiger Block aus Kalk der Quinten-Formation bei der Kapelle St. Wendelin in Sarmenstorf. Die Mauer der

Kapelle wurde auf diesem Block errichtet, so dass ein Ende ausserhalb und ein überhängendes in der Kapelle sichtbar sind.

Andererseits liegt oberhalb des Hegihofs bei Boswil bei Koord. 2665.100/1238.800 ein grosser Nagelfluhblock aus der Unteren Süsswassermolasse. Laut der website www.erratiker.ch ist er lokal als Chindlistein bekannt. Der vorchristliche Kultstein sei von Frauen aufgesucht worden, die sich ein Kind wünschten und sich vom Findling Fruchtbarkeit erhofften.

Mammutdatierung Hof Grod und dessen Bedeutung für das LGM am Lindenberg

In einer nicht überfahrenen Eisrandterrasse knapp unterhalb des Gletscherhöchststandes am Lindenberg sind in einer Kiesgrube beim Hof Grod (Gemeinde Beinwil im Freiamt, Koord. 2666.705/1231.800/820 m.ü. M.) Überreste zweier Mammute zum Vorschein gekommen (HESCHELER 1931). Es handelt sich um einen Backenzahn eines älteren sowie um einen Halswirbel eines sehr jungen Mammuts. Letzterer wurde in den 1920er-Jahren entdeckt, der Backenzahn bereits früher. Der Backenzahn ist heute trotz intensiver Nachforschungen¹ verschollen. HESCHELER (1931) hat den «leicht defekten» Backenzahn wohl besichtigen können, liefert aber weder eine Abbildung desselben noch einen Hinweis auf den damaligen, wohl privaten Aufbewahrungsort.

Der Halswirbel konnte indessen am Paläontologischen Institut und Museum der Universität Zürich (PIMUZ) aufgefunden werden, wohin er bereits zur Zeit des Berichtes von HESCHELER (1931) verbracht worden war. Nach H. Furrer ist das 1931 von K. Hescheler beschriebene Knochenstück – eine Neurapophyse des Atlas-Wirbels – unter der Nummer PIMUZ A/V 2168 mit Fundort «Lindenberg, AG» inventarisiert. Das knapp 14 cm messende Knochenstück ist sehr gut erhalten und nur leicht abgerollt.

2017 konnte der Halswirbel am Oeschger-Zentrum Bern mittels ¹⁴C-Methode datiert werden. Das Alter beträgt 25,6 ka Jahre cal BP.

Die Tatsache, dass in der kleinen Kiesgrube ein ziemlich gut erhaltener Backenzahn eines älteren Mammuts und ein Halswirbel eines 1–2 jährigen Mammutkalbes (W. Müller), der kaum Abrollspuren zeigt, gefunden worden sind, impliziert, dass die Tiere unweit des Fundortes gestorben sind und auch kurz nach ihrem Tod in den Moränenschutt eingebettet worden sind (mündl. Mitt. H. Furrer, W. Müller). Der Halswirbel wäre sonst nicht erhalten geblieben. Die geologische Kartierung als knapp unter der höchsten letzteiszeitlichen Seitenmoräne liegende, nicht überfahrene Moränenterrasse und die klare Aussage durch HESCHELER (1931), dass die «Kiesgrube zur obersten letzteiszeitlichen Seitenmoräne am Lindenberg gehört», lassen kaum einen anderen Schluss zu, als dass die Mammut-

¹Nachgeforscht wurde am Paläontologischen Institut und Museum der Universität Zürich (PIMUZ), am Naturama Aarau, bei der Kantonsarchäologie Aargau, am Museum der Stadt Zofingen, beim Naturmuseum Luzern und bei der Kantonsarchäologie Luzern.

funde das Alter der Moränenterrasse bzw. der wenig höher liegenden höchsten Seitenmoräne abbilden. Die höchste Seitenmoräne und die wenig später mit Einsetzen des Rückzugs vom LGM gebildete Moränenterrasse vereinigen sich bei Pkt. 829 m rund 700 m nördlich von Hof Grod. Die Kuppe des Lindenberg bildete während der Ablagerung der höchsten Seitenmoräne bzw. der Moränenterrasse bei Hof Grod einen etwa vier km langen und weniger als einen km breiten und maximal 60 m aus dem Eis ragenden Nunatak. Es stellt sich die Frage, wie die beiden Mammute, insbesondere das sehr junge Mammut, von dem der Halswirbel stammt, zum Lindenberg-Nunatak kamen? Nach W. Müller ist es nahezu ausgeschlossen, dass ein Mammutkalb von 1–2 Jahren über den Gletscher an den Fundort gewandert ist.

Zeitlich ist der Mammutfund in den folgenden Rahmen einzuordnen: Das Alter des Lindmühle-Vorstosses im Reusstal wird nach GRAF (2009) auf maximal 29 ka veranschlagt, der zweiphasige Maximalstand wurde vor rund 22–24 ka erreicht (PREUSSER et al. 2011) und das Mindestalter für den Rückzug des Reussgletschers vom Maximalstand dürfte aufgrund der Oberflächendatierung an zwei Granitfindlingen nach REBER et al. (2014) bei 22 ± 1 ka liegen.

Da die Fundstelle des auf 25,6 ka cal BP datierten Mammutfundes nur 40 m tiefer als der höchste, das LGM repräsentierende Moränenwall (Kote 858 m) eingebettet in einer glazial nicht überfahrenen Eisrandterrasse (Kote 820 m) liegt, wäre das Alter des LGM im zentralen Reusstal auf «etwas älter» als 25,6 ka anzusetzen. Das ist deutlich älter als das von PREUSSER et al. (2011) angegebene Alter für den Maximalstand von 22–24 ka.

q_{sG} Glazifluviatiler Schuttkegel (Boswil, Sarmenstorf)

In Sarmenstorf dokumentiert ein zwischen Hauptstrasse und Eruskanal gelegener, rund 300 m langer Moränenwall eine vom Seetal in die Talung bei Sarmenstorf ragende Eiszunge (Rückzugsstand von Mellingen/Killwangen). Der von Bettwil kommende Erusbach wurde daher bei seiner Mündung aus dem Bachtobel nach Norden umgelenkt und floss zusammen mit Schmelzwasser des Gletschers parallel zum Gletscherrand. Auf diese Weise bildete sich ein knapp ein Kilometer langer und 150–250 m breiter glazifluviatiler Schuttkegel. Der Schotter ist in verschiedenen Baugruben aufgeschlossen worden.

Ähnlich wie bei Sarmenstorf wurde bei Fahrwangen beim Stetten-/Schlieren-Stand (Seengen) der Abfluss des von Niederschongau kommenden Baches ins Seetal blockiert und nach Norden umgelenkt, wo er zusammen mit Schmelzwasser des Seetalarms des Reussgletschers einen flachen Schotterkegel in Richtung Büelmoos schüttete. Der Schotter ist in kleinen Kiesgruben abgebaut worden und führt ein genutztes Grundwasservorkommen.

Am südlichen Dorfrand von Boswil wurde entlang des Eisrandes (Stetten-/Schlieren-Stand) von Schmelzwässern ein flacher, rund 700 m langer Schotterkegel aufgeschüttet, auf dem heute die Kantonsstrasse verläuft. Der grobe und schlecht sortierte Schotter war in verschiedenen Baugruben temporär aufgeschlossen und unterscheidet sich gut vom bräunlicheren und «schmutzigeren» Schotter des Wissenbachs.

Auch bei Ermenschwil am südlichen Blattgebietsrand wurde parallel zum Eisrand (Gletscherrückzugshalt bei Hitzkirch) von den seitlichen Schmelzwässern ein kleiner flacher Schuttkegel Richtung Herrenberg aufgebaut. Ein weiterer kleiner Schmelzwasserschuttkegel wurde bei der von Beinwil ins Wynental ragenden Gletscherzunge geschüttet.

q_{ss} Randglazialer Schotter und Sand i. Allg.

Während des Abschmelzens der Gletscher vom Maximalstand der Letzten Eiszeit kam es in eisrandnahen Lagen häufig zur Ablagerung von lokalem glazifluviatitem Schotter und Sand. Bilden diese Ablagerungen flache Schuttkegel, so werden sie in der Karte als glazifluviatile Schuttkegel bezeichnet. Wurden sie in stehenden Gewässern abgelagert, worauf Deltaablagerungen hinweisen, werden sie in der Karte als sandige Deltasedimente bezeichnet. Der randglaziale Schotter ist vom Gletscher nicht oder nur randlich überfahren worden. In zahlreichen Vorkommen finden sich aufgelassene Kiesgruben.

Randglazialer Schotter und Sand, teils verzahnt mit Moräne, findet sich bei Wili nördlich von Muri, nördlich von Boswil im Zungenbecken von Waltenschwil (Stetten-/Schlieren-Stand), ein kleines Vorkommen bei Guggibad westlich von Buttwil, nördlich von Sarmentorf bei Haselhölzli, in der Kiesgrube 700 m östlich von Niederwil eingebettet zwischen den Moränenwällen bei Pkt. 660 m und 669 m und im Zungenbecken des Gletscherhaltes bei Hitzkirch (Bremgarten-/Zürich-Stand), zwischen Baldeggersee und Moränenkranz Ermensee–Hitzkirch.

Das ausgedehnte Schottervorkommen im Seetal bei Ermensee wird aufgrund seiner Bedeutung (Ausdehnung, Mächtigkeit, wichtiger Grundwasserträger) als Ermensee-Schotter separat ausgeschrieben.

q_{SE} *Ermensee-Schotter*

Im Vorfeld der Stirnmoräne von Ermensee–Hitzkirch (Bremgarten-/Zürich-Stand) erstreckt sich eine bis zum Hallwilersee reichende Sanderebene mit glazifluviatitem Schotter (MENGIS & SCHMIDT 1975). Dieser setzt südlich von Mosen mit einer Mächtigkeit von gegen 20 m ein, wo er mit sandigen Deltaablagerungen (s. sandige Deltasedimente) verzahnt ist, und gewinnt südwärts zunehmend an Mächtigkeit. Im Chilchfeld bei Ermensee werden über 40 m erreicht. Der Ermensee-Schotter ist mit der Stirnmoräne von Ermensee–Hitzkirch verzahnt, die

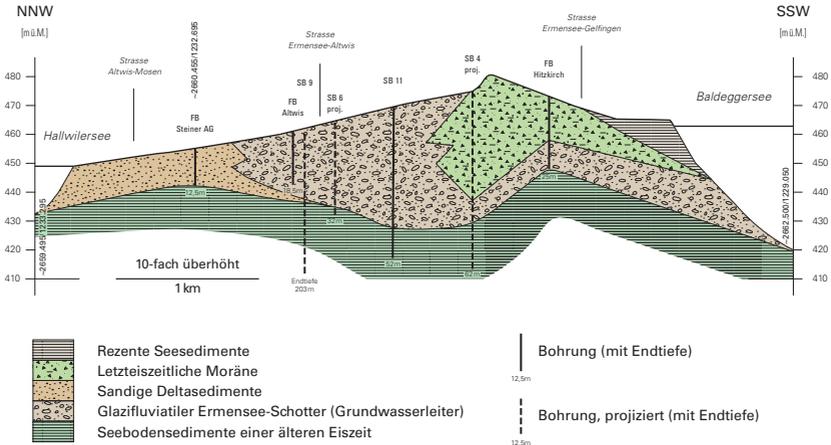


Fig. 14: Querschnitt vom Hallwiler- zum Baldeggersee durch die Stirnmoräne von Ermensee-Hitzkirch. Verändert nach MENGIS & SCHMIDT (1981, Längsprofil II-II).

tiefste, knapp 10 m dicke Schotterpartie zieht sogar unter der Moräne hindurch zum Baldeggersee (Fig. 14, nach MENGIS & SCHMIDT 1981, Längsprofil II-II). Offensichtlich ist der Gletscher nach einem Rückzug über seinen eigenen Sander nochmals vorgestossen und hat dort bei einem längeren Halt den Moränenkranz von Ermensee-Hitzkirch dem vorher abgelagerten Schotter sozusagen aufgesetzt. Ab dieser Stirnmoräne wurde anschliessend durch Schmelzwässer der Hauptteil des Schotters geschüttet. Der hoch durchlässige Schotter ist einer der bedeutendsten Grundwasserträger im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch. Die Erkundung des Aquifers erfolgte mit zahlreichen Bohrungen, deren tiefste 203 m tief reichte. Das Grundwasser im Schotter des Zwischenseegebiets steht mit dem Baldeggersee in hydraulischer Verbindung.

q_{DH} Sandige Deltasedimente (Hallwilersee, Niveau ca. 448 m ü.M.)

Der Ermensee-Schotter geht knapp einen Kilometer vor dem südlichen Ende des Hallwilersees in Sand über, der in Baugrubenaufschlüssen eine ausgeprägte Deltaschrägschichtung zeigt. Die Mächtigkeit nimmt von 4 bis 8 m am Hallwilerseeufer auf gut 12 m im Übergangsbereich zum Ermensee-Schotter zu (s. Fig. 14, nach MENGIS & SCHMIDT 1981, Längsprofil II-II).

q_{LS} Solifluktionslehm und -schutt

Unter der Annahme, dass die im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch gelegenen Hügel, die über den Maximalstand der Letzten Eiszeit (LGM) hinausragten, während der Beringen-Eiszeit (=Vorletzte Eiszeit) vom Gletscher überflossen worden sind, weisen die über dem LGM liegenden Böden ein Alter von gegen 100 ka auf. Dementsprechend stand hier für die Verwitterung und die Bildung von Solifluktionslehm und -schutt viel mehr Zeit zur Verfügung als in den Gebieten, die während der Letzten Eiszeit von Eis bedeckt waren. Im Gebiet von Blatt Hitzkirch betrifft dies den Stierenberg, den Homberg und die Egg sowie die höchsten Bereiche des Lindbergs. Da diese Gebiete ausserhalb von Bauzonen und Grundwassergebieten liegen, gibt es kaum temporäre künstliche Aufschlüsse oder Kernbohrungen in diesen Ablagerungen. Die Unterscheidung von jüngerem spät- bis postglazialen Hanglehm und -schutt ist artifiziell aufgrund der Lage über dem LGM. Lithologisch lassen sich jüngere und ältere Solifluktionsablagerungen kaum unterscheiden. In den meisten Fällen dürfte sowohl ein älterer wie ein jüngerer (post-LGM) Anteil vorhanden sein. Wichtiger für die Kornverteilung ist das Einzugsgebiet bzw. ob dieses überwiegend in Molasse oder kiesiger Moräne oder Schotter liegt.

Am Lindenberg östlich von Oberwald können zwischen ca. Kote 810 und 840 mü.M. fliesskegelartige Strukturen kartiert werden, die sich auch im Verlauf der Höhenlinien manifestieren. Hier dürfte es sich tatsächlich um alten Solifluktionsschutt handeln.

Holozän

q_{VH} Tonig-siltig-sandige Seeboden- und Verlandungssedimente im Schwankungsbereich des Hallwilersees

Der Seespiegel, der heute bei Kote 449 mü.M. liegt, lag in der Jungsteinzeit bis zu 3 m tiefer bei Kote 446 m. Dies ist durch Ausgrabungen bei Risle, Boniswil sowie durch Bohrungen in Seeufernähe belegt (BOSCH 1925). Entsprechend der geringen postglazialen Seespiegelschwankungen ist auch der den Hallwilersee säumende Uferstreifen mit Verlandungssedimenten schmal. Er liegt zwischen 449 m (heutiger Seespiegel) und 450 mü.M. Nur am nördlichen und südlichen Seeende finden sich ausgedehntere Flächen mit torfigen, sandigen und feinkörnigen Verlandungssedimenten (s. Kap. Torfvorkommen). Die Verlandungssedimente, die auch Torf und Seekreide beinhalten, erreichen max. rund 5 m Mächtigkeit. Sie finden sich auch auf den verschiedenen, in der Jungsteinzeit besiedelten Strandplatten (z.B. Seerose und Erlehölzli bei Meisterschwanden oder Ägelmoos

bei Beinwil am See), die bis zu 3 m unter dem heutigen Seespiegel liegen. Es gibt keine Anzeichen dafür, dass der Seespiegel nach dem Rückzug des Gletschers je höher lag als die erwähnten 449–450 m ü. M.

q_{VG} **Tonig-siltig-sandige Seeboden- und Verlandungssedimente
(Zungenbecken von Gontenschwil-Reinach, Sarmenstorf und
Femmoos–Bünzer Moos bei Boswil)**

Zungenbecken Gontenschwil: Im Zungenbecken von Gontenschwil hat sich nach dem letzteiszeitlichen Eisrückzug ein See gebildet, der durch Sedimenteintrag von glazialen Schmelzwässern (Eiszunge im Stetten-/Schlieren-Stadium bei Beinwil) und der Wyna von Süden nach Norden verfüllt wurde. Die Seebodenablagerungen beinhalten meist siltig-sandige, untergeordnet auch siltig-tonige Abschnitte. Da die meisten Sondierbohrungen in den Seebodenablagerungen eingestellt wurden, sind die Mächtigkeitsverhältnisse unklar. Es darf von 20 bis 30 m Mächtigkeit ausgegangen werden. Unter der im Liegenden folgenden Moräne lagern nochmals ältere, heute in die Beringen-Eiszeit gestellte Seebodenablagerungen (STALDER 1985, GRAF et al. 2012). In einer Bohrung wurden 50 m Seebodenablagerungen verzeichnet, in diesem Fall ist nicht auszuschliessen, dass jüngere direkt auf älteren Seebodenablagerungen liegen und die trennende Moräne hier fehlt. Die Seeablagerungen gehen in den obersten 3–5 m in teils torfige Verlandungssedimente über. Seekreide wurde in keinem der zahlreichen Bohrprofile vermerkt.

STALDER (1985) hat bei Leimbach (Koord. 2655.315/1235.660) in einer Grabung eine Probe von der Basis eines kleinen, lokalen Torfvorkommens entnommen. Die Datierung mit der Radiokarbonmethode ergab ein Alter von $5,085 \pm 0,080$ ka BP. Als Ausnahme wurde in diesem Fall an der Basis des Torfs Seekreide angetroffen. Laut STALDER (1985) hat es im Zungenbecken von Gontenschwil mangels abbauwürdiger Torfvorkommen nie einen Torfstich gegeben.

Sarmenstorf: Bei Sarmenstorf findet sich abgedämmt durch Moräne und dem Bachschuttkegel des Erusbachs ein flaches Becken mit Torf, der heute infolge Melioration und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung praktisch vollständig verschwunden ist. Die Namen Fröschewinkel, Büelmoos und Unter Langemoos erinnern an das Moor. Kernbohrungen fehlen aus diesem Bereich. Es ist davon auszugehen, dass unter den einst torfigen Verlandungssedimenten bis zur stauenden Grundmoräne einige wenige Meter von siltig-sandigen Seebodensedimenten folgen.

Femmoos zwischen Boswil und Waldhäusern: Abgedämmt durch die Stirn- moräne bei Waltenschwil (Stetten-/SchlierenStand) bildete sich nach dem Eisrückzug ein flacher See mit einem breiten Saum von Rückzugsschotter am linken Ufer.

In Bohrungen wurden unter meist 1,5–2,5 m mächtigen häufig torfigen, siltig-feinsandigen Verlandungssedimenten bis in eine Tiefe von 4–5 m siltig-sandige Seebodenablagerungen angetroffen. Diese lagern über Schotter, der in Bohrprofilen als vom Gletscher vorbelastet beschrieben wird. Die Verlandungssedimente stellen zur Hauptsache Alluvionen der Bünz dar.

KÜTTEL (1989) analysierte aus einer Bohrung bei Koord. 2666.233/1239.790, 445,8 mü.M. an sieben Proben aus dem Schichtpaket 12,00–17,70 m den Polleninhalt. Der Bohrplatz befand sich gemäss der vorliegenden Kartierung im Bereich einer Moräne, die den externsten (frühesten) Bremgarten-Ständen entspricht. Die pollenführenden Seebodenablagerungen sind also älter. Von KÜTTEL (1989) werden sie ins «Mittelwürm» gestellt.

Die Bohrung, die von U. Läubli geologisch aufgenommen wurde, zeigt folgendes Profil (Interpretation T. Gubler):

0–1,50 m	Kies, tonig, stark siltig, wenig Sand (verwitterte Moräne)
1,50–2,70 m	Silt, tonig, reichlich Sand und Kies, braun (Moräne)
2,70–12,00 m	Kies, tonig, stark siltig, reichlich Sand, Steine, graubraun (Moräne)
12,00–17,70 m	Silt, stark tonig mit reichlich Feinsand, geschichtet, vereinzelt Kies. Aus diesem Schichtpaket stammen die sieben analysierten Proben (letzteiszeitliche Seebodenablagerung, vorbelastet).
17,70–19,00 m	Sand, tonig-siltig, grau, wenig Feinkies (dito)
19,00–20,00 m	Kies, leicht tonig-siltig, sandig, mit wenig Feinkies (letzteiszeitlicher Vorstossschotter)

Gemäss KÜTTEL (1989) sind die meisten Proben von *Pinus* sp. dominiert; Spaltöffnungen fanden sich aber nicht. Dazu gesellt sich ein reiches Kräuterspektrum. Hervorzuheben sind *Artemisia* sp., *Helianthemum* sp., *Chenopodiaceae* u.a. Besonders vermerkt seien Einzelkörner von *Nymphaea* sp. und *Armeria* sp. Der Anteil des Sekundärpollens ist erheblich.

Bünzer Moos: Beim Rückzug des Gletschers aus dem Bünztal hat sich hinter dem Endmoränenwall von Bünzen und dem grossen Bachschuttkegel des Wissenbachs ähnlich wie weiter nördlich bei Waltenschwil ein flaches Seebecken gebildet. Dieser rund 3 km² grosse See verlandete infolge Sedimenteintrags durch den Söriker- und den Rüribach bzw. die Bünz rasch, worauf sich ein Hochmoor bildete. Der Torf wurde zuletzt während des Zweiten Weltkriegs praktisch ausnahmslos bis auf die Seebodenablagerungen abgetragen. Zwei Bohrungen beim Niedermoos zeigen unter 1,2 bzw. 3,4 m Torf und Humus eine stark wechselhafte Verfüllung mit Feinsand, Grobsand, kiesigem Sand und tonigem Silt. Es handelt sich somit eher um Bach- und Deltaablagerungen in ein stehendes Gewässer als um typische tonig-siltig-sandige Seebodenablagerungen. Mit Bohrtiefen von 15,5 bzw. 20 m wurde das untere Ende dieser Beckenverfüllung nicht erreicht.

Weihermatt–Feldemoos, Boswil: Im Gebiet Weihermatt–Feldemoos 2 km westlich von Boswil hat sich nach dem letzteiszeitlichen Rückzug des Eises in einer von Grundmoräne gut abgedichteten glazialen Mulde ein knapp 0,5 km² grosser und bis zu 7 m tiefer See gebildet. In Bohrungen, die eine klassische Verlandungssukzession zeigen, folgen über dem Molassefels zwischen 7 und 10 m Grundmoräne, 3–5 m siltig-tonige Seebodenablagerungen und bis 1 m Torf (mehrere Meter Torf wurden abgebaut, s. Kap. Mineralische Rohstoffe).

Müswanger Moos: Abgedämmt hinter einem flachen Moränenwall bildete sich nach dem Rückzug des Gletschers vom Maximalstand (LGM) in einer Moränenmulde ein über 0,5 km² grosser flacher See, der in der Folge verlandete. Über die Mächtigkeit der Verlandungssedimente kann mangels Sondierprofilen nichts ausgesagt werden. Entlang des Baches, der das Moos verlässt, sind unter Torf wenige Dezimeter graue siltig-tonige Seebodenablagerungen aufgeschlossen.

Beim Torfabbau wurde 1943 eine sehr gut erhaltene siebenendige linke Abwurfschaufel eines Elchs (*Alces alces* L.) geborgen (SPECK 1987). Der Fund wurde zuerst im Museum Hitzkirch aufbewahrt, später im Naturmuseum Luzern. Nach SPECK (1987) führte A. Bögli pollenanalytische Untersuchungen durch, die den Fund der «Kiefernzeit» zuordnen. Die Pollenanalysen scheinen jedoch nicht publiziert worden zu sein. Die Elchschaufel konnte im Rahmen der Bearbeitung des Atlasblattes Hitzkirch mit der ¹⁴C-Methode auf 9,219 ka uncal. y BP bzw. 10,441–10,272 ka cal y BP datiert werden. Das Vorkommen von Elchen ist gemäss E. Nielsen (schriftl. Mitt.) «in der Zentralschweiz vom 13. Jahrtausend v. Chr. bis ins 6. Jahrhundert n. Chr. mehr oder wenig lückenlos belegt.»

q_{sW} Wyna-Schotter
q_{sRb} Rickenbach-Schotter

Entlang der Wyna findet sich Bachschotter. In der Talebene südlich von Menziken beträgt dessen Mächtigkeit in Bohrungen etwa 1,5–3 m. Überdeckt wird der Schotter durch sandig-siltige Überschwemmungsablagerungen, das Liegende bildet letzteiszeitliche Moräne. Ab der markanten Aufweitung des Talbodens nördlich von Brome nimmt die Mächtigkeit des Schotters schlagartig auf gegen 10 m, stellenweise auch bis 14 m zu. Hier folgen jedoch unter dem jungen Bachschotter spätglaziale Schmelzwasserablagerungen, die in den Bohrprofilen kaum von Bachschotter abzutrennen sind. Der Schmelzwasserschotter lagert über glazialen Seeablagerungen und bildet mit diesen zusammen die Verfüllung des lakustrischen Zungenbeckens von Gontenschwil (Maximalstand von Mellingen/Killwangen). Der Schotter keilt nordwärts bis auf die Höhe von Leimbach aus. Der von Süden geschützte glazifluviatile Schotter ist im Gebiet Brügelmoos verzahnt mit Grundwasser führendem Schmelzwasserschotter, der von der von Beinwil ins

Wynental ragenden Eiszunge (Stetten-/Schlieren-Stand) geliefert worden ist. Das Liegende bilden hier teils letzteiszeitliche Moräne, teils glaziale Seeablagerungen. Die postglazialen Bachschutttablagerungen der Wyna – siltig-sandiger Kies und kiesiger siltiger Sand – bilden von Alzbach bis Leimbach eine schmale, über die umgebende frühere Sumpfebene ragende Zunge, auf der auch ein Abschnitt der Hauptstrasse Reinach–Leimbach verläuft.

Am Rickenbach südlich von Burg ist in einer Aufweitung des Tobels Bachschotter abgelagert worden. Da Bohrungen fehlen, ist die Mächtigkeit und Beschaffenheit des Schotters nicht bekannt. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Mächtigkeit weniger als 5 m beträgt. Der Rickenbach hat auf der Höhe des Friedhofs von Menziken einen mit dem Bachschotter der Wyna verzahnten Grundwasser führenden Schuttkegel aufgebaut, wo der von Moräne unterlagerte Schotter 3–5 m mächtig wird.

q_{sA} Aabach-Schotter

Der vor seiner Kanalisierung streckenweise in mehreren Ästen und kurvig fließende Aabach hat sich durch rückschreitende Erosion in den Moränenriegel bei Ermensee gefressen und so zu einer postglazialen Absenkung des Baldeggersees von 471,5 m auf 463 m ü.M. geführt. Dies war entlang des Aabachs mit einer Umlagerung von Ermensee-Schotter und Moränenmaterial aus dem Stirnwall südlich von Ermensee verbunden. Die Überschwemmungsebene des Aabachs liegt bei Ermensee terrassenförmig abgesetzt rund 2–5 m tiefer als die Schotterebene; nach Norden nivelliert sich die Höhendifferenz zunehmend bis auf null. Die Mächtigkeit des umgelagerten Schotters dürfte 1–2 m nicht übersteigen.

q_{sB} Bachschotter

Entlang des Wissenbachs finden sich bei Benzenschwil zwischen Kote 420 und 450 m ü.M. geringmächtige, aber kartierbare postglaziale Bachschotterablagerungen. Wo der Wissenbach das Bahntrasse quer, hat er aus einer Gefällstrecke mündend einen kleinen Bachschuttfächer aufgeschüttet. Das oberste Vorkommen erstreckt sich entlang des Baches zwischen 500 und 510 m ü.M.

Ein weiteres, kleines Bachschottervorkommen wurde am Wissenbach auf Kote 645 m ü.M. 1 km nordwestlich von Buttwil kartiert.

Im Gitzitobel am Vorderbach bei Aesch (Kt.LU) findet sich auf Kote 570 m ü.M. eine kleine, von Wald bestockte Bachschotterebene. Auf Kote ca. 520 m liegen rund 3 m über der Bachsohle des Vorderbachs kleine ältere Bachschottervorkommen, die für eine Darstellung auf der Karte jedoch zu klein sind.

q_{SDR} Kiesige Deltasedimente
(im ehemaligen Reusstalsee)

Nach dem Rückzug des Reussgletschers aus dem Zungenbecken von Bremgarten bildete sich ein weit talaufwärts reichender See. Bei Merenschwand schüttete der Wissenbach ein sandig-kiesiges flaches Delta in den Reusstalsee, dessen Oberfläche zwischen 400 und 408 m.ü.M. lag. Die Bildung dürfte in etwa zeitgleich zum auf gleicher Höhe liegenden grossen Kiesdelta bei Maschwanden (GUBLER 2009) erfolgt sein. Der Kiessand erreicht in Kernbohrungen zwischen 16 und 22 m Mächtigkeit, die Basis liegt zwischen 380 und 385 m.ü.M. Der südliche Teil des Merenschwander Deltas ist nach Tieferlegung der Reusstalebene durch den Wissenbach erodiert worden.

In der stillgelegten, teilweise wieder aufgefüllten und überwachsenen Kiesgrube unmittelbar nördlich von Merenschwand (Sandgrueb) konnten die anstehenden Sedimente bei der Kartierung nicht mehr selbst beobachtet werden, jedoch berichtet JÄCKLI (1956) Folgendes: «Randliche lokale Schotter mit schönen Deltastrukturen wurden rechts des Tals bei Maschwanden, links bei Merenschwand an die moränigen Seeufer angelagert.»

q_{SLR} Reusstal-Seebodensedimente: tonig-siltig-sandige Seebodensedimente unterhalb Kote ca. 390 m.ü.M.

Im Reusstal bildete sich nach dem Rückzug des Gletschers ein durch den Moränenriegel bei Bremgarten (Bremgarten-/Zürich-Stände) gestauter See, der bis nach Perlen im Kanton Luzern reichte. Der Seespiegel lag vorerst etwa bei 405 m.ü.M. (s. Übergusschichten Kiesdelta Haselbach bei Maschwanden, GUBLER 2009), wurde aber später durch die Erosion der Reuss bei Bremgarten um etwa 15 m tiefergelegt. Er muss längere Zeit auf Kote 390 m.ü.M. verharret haben, denn bis zu diesem Niveau haben sich Reste der einst wohl praktisch vollständigen Verfüllung des Sees mit sandigen und feinkörnigen Sedimenten in Form von ausgedehnten Terrassen erhalten. Diese ziehen sich als Band dem linken Reussebenenrand entlang von Hermetschwil (Stierenweid) über Rottenschwil (Rütimatte, Ober Rigacherfeld), Werd, Aristau bis Birri. Bei Aristau wurde der Lehm für Ziegeleien in einer grösseren, heute aufgelassenen Grube abgebaut (s. Kap. Mineralische Rohstoffe, Lehm und Ton). Ein südlichster Terrassenrest ist südlich von Merenschwand bei Waldhof erhalten. Am östlichen Rand der Reusstalebene haben sich Reste dieses Terrassensystems auf Kote 390 m.ü.M. nur bei Unterlunkhofen erhalten, wo es allerdings von Bach- und Hangschutt überdeckt und nur in Bohrungen erkennbar ist. JÄCKLI (1956) bezeichnet diese Füllung des «Bremgartnersees» als «Lehmterrasse von Rottenschwil–Werd–Althäusern». In der Fortsetzung auf dem nördlich angrenzenden Atlasblatt Wohlen hat JÄCKLI (1966) diese Ablagerungen jedoch als Alluviallehm ausgeschieden. Die Reusstal-Seebodensedimente bilden

nicht nur die genannte «Lehmterrasse» auf Kote 390 m ü. M., sondern auch die Unterlage der postglazialen kiesigen und sandigen Reussalluvionen der heutigen Reusstalebene. In Bohrprofilaufnahmen werden sie häufig als «Reusslehm» bezeichnet. Die Mächtigkeit der eiszeitlich nicht vorbelasteten Seebodensedimente beträgt in Kernbohrungen bis zu 70 m, die Untergrenze liegt zum Teil tiefer als 320 m ü. M. Der Übergang in die fest gelagerten, älteren, eiszeitlichen Seeablagerungen ist wegen Fehlens von gekernten Tiefbohrungen kaum fassbar; in den vorhandenen Erdwärmesondenbohrungen konnte diese Unterscheidung nicht getroffen werden.

q_{sJ} Jonen-Schotter

Bei Jonen mündet die von Hausen am Albis und Affoltern am Albis kommende Jonen ins Reusstal. Der Durchbruch des Baches durch die talrandliche Moräne bei Jonen ist nur gerade etwa 120 m breit. Anders als bei den Deltas von Merenschwand und Maschwanden hat sich kein Schuttfächer auf Kote 405–408 m, der Höhe des ehemaligen Reusstalsees, erhalten, obwohl sich ein solcher gebildet haben dürfte. Es ist zu vermuten, dass der alte Schwemmfächer bei der Tieferlegung der Erosionsbasis bei Bremgarten (Reussdurchbruch) durch den Jonenbach sukzessive abgetragen und umgelagert wurde, so dass sich heute ein grosser Schuttkegel der Jonen mit gleichmässigem Gefälle weit in die Reusstalebene hinauschiebt. Der im Mittelalter in seinem Lauf gesicherte Bach floss bis in die Zeit zwischen 1940 und 1951 (Kartenauswertung) über Frösch nach Norden entlang dem Rand der Reusstalebene. Erst in der erwähnten Zeitperiode wurde der Bach in einem neuen künstlichen Gerinne direkt nach Westen zur Reuss geführt. Der Schotter ist zwischen 8 und 15 m mächtig, die Basis liegt zwischen 375 und 385 m ü. M.

q_{sdR} Reuss-Schotterkomplex: Sand (q_{sdR}, überwiegend im nördlichen
q_{sRII} Reusstal) und Schotter (q_{sRII}, überwiegend im südlichen Reusstal),
 meist von 1–2 m mächtigen tonig-siltig-sandigen Überschwemmungs-
 sedimenten bedeckt

Alluvionen nehmen die heutige Reusstalebene ein; unter einer rund zwei Meter mächtigen Schicht lehmiger siltig-sandiger Überschwemmungsablagerungen, teils torfig, steht Schotter und Sand an. Im Liegenden folgen die oben beschriebenen Reusstal-Seebodensedimente (q_{sLR}). Zahllose untiefe Sondierungen, die für die Meliorationsprojekte im Reusstal und für Grundwasseruntersuchungen ausgeführt wurden, zeigen, dass sich die Reussalluvionen im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch (und Albis) in einen mehrheitlich sandigen nördlichen und einen mehrheitlich kiesigen südlichen Abschnitt gliedern lassen. Die Trennlinie verläuft quer zur Reuss auf der Höhe Werd–Steinmatte (Jonen), wobei sich ab Werd in nördlicher Richtung entlang der Reuss eine schmale kiesige Zunge bis nach Rotten-

schwil erstreckt. Die Reusstal-Seebodensedimente folgen in einer Tiefe zwischen 8 und 10 m ab Terrain, der Schotter und Sand weist eine Schichtmächtigkeit von 6–8 m auf.

q_{SRI} Schotter, Niveau Hagnau, 2–4 m über der heutigen Reussebene

In der Reusstalebene ist in den Alluvionen ein älteres, ca. 1,5–4 m über der bis zur Reusstalmelioration aktiven Überschwemmungsebene liegendes Terrassensystem zu erkennen. Vor der Melioration war der Siedlungsbau einzig auf diesen vor Überschwemmungen geschützten Terrassen möglich (Siedlungen Rottenschwil, Rickenbach, Allmend bei Merenschwand, Schoren und Mühlau). Auf dem Gebiet des östlich anschliessenden Atlasblattes Albis ist diese Terrasse als «Niveau 2: Hagnau» ausgeschieden. Die Terrasse weist ein schwaches Gefälle nach Norden aus, aber ein wenig geringer als die heutige Reuss. Aus diesem Grund nimmt die Terrassenhöhe von etwa 4 m bei Rottenschwil über 2 m bei Rickenbach auf 1 m bei Mühlau ab. Die wenigen vorhandenen Kernbohrungen zeigen in Rottenschwil einen überwiegend sandigen, bei Rickenbach und Allmend bei Merenschwand einen sandigen bis kiesig-sandigen Aufbau.

q_{SLBI} Feinkörnige Seebodensedimente im ehemaligen Schwankungsbereich des Baldeggensees vor 1870

Der Seespiegel des Baldeggensees lag in der Jungsteinzeit nach dem Rückzug des Gletschers belegt durch Seekreidebildungen bei Kote 471–472 m ü.M. (KOPP 1945). Mit dem zunehmenden Einschneiden des Aabachs durch den stauenden Moränenriegel bei Ermensee fiel der Seespiegel immer tiefer bis zuletzt auf Kote 465 m ü.M. (vor den künstlichen Absenkungen 1806 und 1870). Der im Perimeter von Blatt Hitzkirch zwischen Kote 471/472 m und Kote 465 m ü.M. liegende Bereich des Zungenbeckens entlang des Aabachs war demzufolge einmal Teil des Baldeggensees. Seebodensedimente finden sich jedoch nicht überall im fraglichen Bereich, denn bei Underbüel und bei Richensee steht auch Rückzugsschotter an, der in Kiesgruben abgebaut worden ist. Morphologisch lässt sich im Gelände nicht erkennen, wo Schotter und wo feinkörnige Seeablagerungen anstehen. Eine Hilfe bietet die Häufigkeit von Geröllen im Ackerland und einige Sondierbohrungen bei Richensee, in denen die Seeablagerungen Mächtigkeiten zwischen 6 und 8 m aufweisen.

q_{SLBII} Feinkörnige Seesedimente im ehemaligen Schwankungsbereich des Baldeggensees nach 1870

Die Uferlinie des Baldeggensees lag bis zur künstlichen Absenkung des Seespiegels um insgesamt 1,5 m höher als heute bei 465 m ü.M. (KOPP 1945). Durch die

Absenkung fiel er auf 463 m ü. M. Zwischen dem heutigen Ufer des Baldeggersees auf Kote 463 m, das knapp südlich der Blattgebietsgrenze verläuft, und der Uferlinie von 1870 finden sich sandige und siltig-tonige See- und Verlandungssedimente mit Einlagerungen von Torf und Seekreide und jungsteinzeitliche Siedlungsreste. Aufschlüsse finden sich dort, wo durch Wellenschlag das Ufer des Baldeggersees erodiert wird.

Rutschmassen, Sackungsmassen, zerrüttete Sackungsmassen

Bei Rutschmassen (aber auch Sackungsmassen) ist – sofern es sich nicht um kleine oberflächliche Rutschungen handelt und auch wenn wie meistens an der Oberfläche Moräne ansteht – fast immer der Molasseuntergrund der Auslöser, der als Grundwasserstauer die Funktion eines Gleithorizontes übernimmt. Die meisten Rutschmassen sind heute inaktiv. Die grösste aktuell (2018) noch aktive Rutschmasse ist jene 1 km nordwestlich von Hämikon, wo eine lokale Verbindungsstrasse unterbrochen worden ist. Auch in diesem Fall dürfte der Gleithorizont auf der Molasseoberfläche zu suchen sein (mündl. Mitt. Geotest AG, Horw, 2017). Vier markante und auch im digitalen Höhenmodell sehr gut erkennbare Rutschmassen befinden sich auf der linken Seite des Seetals: am Erlösen westlich von Ermensee (Fläche ca. $\frac{1}{2}$ km²), zwischen Ermensee und Mosen (ca. $\frac{1}{2}$ km²), bei Unterflügelberg am Homberg ca. $\frac{1}{4}$ km² und bei Häfni zwischen Boniswil und Birrwil (knapp $\frac{2}{3}$ km²). Diese haben sich alle auf dem Molassefels talwärts bewegt, bei letzterer «schwimmen» auch kleine Sackungsmassen in der Rutschmasse. Am Hang bei Leimbach findet sich eine weitere, ca. $\frac{1}{2}$ km² grosse Rutschmasse über dem Molassefels. In der grossen Rutschmasse von Häfni südlich von Boniswil schwimmen einige noch im Verband erhaltene Sackungskörper aus Schotter und aus Molassefels.

In den tief eingeschnittenen, steilen Tobeln von Hinderbach und Vorderbach (Gitzitobel) bei Aesch und dem Altwiserbach treten zahlreiche Rutschmassen auf, eine davon ist die bereits erwähnte noch aktive Rutschung bei Hämikon. Auch entlang des in die Molasse eingeschnittenen Wissenbachs (Boswil) und Forstbachs (Boswil) sowie in den beiden Tobeln bei Tschöplihof westlich von Beinwil (Freiamt) und Wiggwil finden sich zahlreiche Rutschmassen in und auf der Molasse.

Von einem anderen Typ ist der rutschende Hangschutt bzw. Solifluktionsschutt im Gebiet Egg–Homberg, der über dem Maximalstand der Letzten Eiszeit gelegen hat. Diese Rutschmassen beinhalten zu einem grösseren Teil Verwitterungsprodukte des Molasseuntergrundes und anteilmässig untergeordnet Schutt von quartären Ablagerungen. In vielen Fällen bestehen keine deutlichen Abrissränder, die den Anfang der Rutschung definieren.

Südlich von Oberriesenberg (östlich von Bettwil) ist der mit Moräne bedeckte Hang über dem Feldemoos über eine Länge von fast 2 km versackt und verrutscht. Es lassen sich verschiedene Rutschungs- und Sackungsmassen kartieren, die zu-

sammen eine Fläche von über 0,5 km² einnehmen und zusammenfassend in der Karte als Rutschmassen dargestellt wurden. Die Rutschungen und Sackungen sind alle knapp unter der Krete eines deutlichen Seitenmoränenwalls der Letzten Eiszeit angerissen und weisen ausgeprägte Nackentälchen auf. Die Rutsch- bzw. Sackungsmasse besteht aus kiesiger, teilweise nagelfluhartig zementierter Moräne. Der Gleithorizont dürfte, auch wenn er sich nirgends direkt zeigt, auf dem Molassefels liegen. Indizien dafür sind der im Bachlauf bei Oberriesenberg bis fast Kote 640 m ü. M. hinaufreichende Fels – die Moränendecke ist folglich nur dünn, und zwei nahe beieinander liegende Bohrungen bei Pkt. 674 m östlich von Haldenhof (Koord. 2644.000/1238.300), die den Fels ebenfalls in geringer Tiefe von 4 bzw. 9 m angetroffen haben.

Im Dälikerwald auf der Südseite des Gitzitobels (1,5 km nördlich von Hämkon) findet sich eine morphologisch ausgeprägte, ca. 250x300 m messende aktive Sackungsmasse, die sich in mehrere Teilkörper aufteilt, die auch unterschiedliche Gleitrichtungen aufweisen. Die Sackung verläuft – wie sich in Aufschlüssen entlang des Vorderbachs an der Sackungsfront zeigt – im Molassefels, der eine 10 bis 15 m mächtige Moränendecke trägt. Die tiefen, parallel verlaufenden Nackentälchen zwischen den einzelnen Sackungskörpern haben dazu geführt, dass hier in der Geologischen Karte des Kantons Zürich (HANTKE et al. 1967) irrtümlicherweise eine Schar von kurzen Moränenwällen dargestellt wurde.

Eine markante zerrüttete Sackungsmasse findet sich bei Elleberg südwestlich von Boswil. Wie bei der voranstehend beschriebenen Rutsch- bzw. Sackungsmasse von Oberriesenberg besteht auch hier das verrutschte und versackte Material aus Moräne und der Gleithorizont dürfte – wie der Verlauf der Molassefelsoberfläche im westlich an die Sackung angrenzenden kleinen Bachtobel nahelegt – ebenfalls auf der Felsoberfläche zu suchen sein.

q_L Schwemmlehm

Unter Schwemmlehm werden hier überwiegend feinkörnige bis sandige Sedimente in mehr oder weniger geschlossenen Mulden mit geringem Gefälle der Muldenachse verstanden. Dies im Gegensatz zu Ablagerungen in muldenartigen Strukturen in Hanglage mit grösserem Gefälle, die entsprechend meist gröbere Sedimente vom Typ kiesiger Hanglehm bis lehmiger Kies beinhalten und in der vorliegenden Arbeit dem verlehmtten Hangschutt zugeordnet werden. Intermediär wurde kiesiger Schwemmlehm ausgeschieden, der sich in Schwemmlehm mulden in leichter Hanglage befindet (z. B. nördlich von Schwarzenbach). Der Schwemmlehm in Mulden beinhaltet häufig auch Torf (Moos bei Leutwil oder die zwischen Muri und Altwis sich erstreckenden Mulden, z. T. mit erhaltenen Flachmooren). Beim Schwemmlehm handelt es sich nicht um Ablagerungen in verlandeten Gewässern (s. spät- bis postglaziale Seeablagerungen).

Hangschutt, überwiegend lehmig-kiesig

Verlehmtter sandig-kiesiger Hangschutt findet sich im Perimeter des vorliegenden Atlasblattes bevorzugt in ausserhalb der Reichweite der Letzten Eiszeit liegenden Gebieten, wie am Lindenberg oder Egg-Homberg sowie am Stierenberg (im unteren Bereich am westlichen Blattgebietsrand). Hier stand für die Verwitterung und Bildung von verlehmttem Hangschutt die Zeit von mindestens einem ganzen Glazialzyklus zur Verfügung, also über 100 ka. Dies im Gegensatz zu den jungen, weniger als 20 ka alten Böden, die sich im während der Letzten Eiszeit vergletscherten Gebiet gebildet haben. Hangschutt von kartierbaren Ausmassen bzw. Mächtigkeiten ist dort, auch reliefbedingt, viel weniger verbreitet. Zu nennen sind die kartierten «Hangfuss»-Vorkommen am Rande der Seetalebene südlich des Hallwilersees oder die Vorkommen entlang des Randes der Reusstalebene.

Torfmoore

Torf bildete sich in mit dichter Moräne abgedichteten Mulden (Moos bei Müswangen, Weihermatt westlich von Boswil), in glazialen Zungenbecken im Zusammenhang mit der Verlandung von Seen (Bünzer Moos, Moos Sarmentorf, Brügelmoos Reinach (Kt. AG), am nördlichen und südlichen Ufer des Hallwilersees zwischen Seengen und Boniswil sowie bei Mosen und in verlandeten Altwasserläufen in der Überschwemmungsebene der Reuss. Wo die Torfvorkommen nicht, wie im Falle des Bünzer Moores, fast vollständig abgebaut wurden, sind sie als Übersignatur in den Vorkommen von Schwemmlehm sowie den Seeboden- und Verlandungssedimenten dargestellt worden.

Die bedeutendsten, vor allem in Kriegszeiten abgebauten Torfvorkommen sind im Kapitel Mineralische Rohstoffe (S. 108) beschrieben.

Bachschuttkegel, Schwemmfächer

Ins See-, Bünz- und Reusstal mündende Bäche haben infolge der Erosion, die im Spätglazial nach dem Rückzug der Gletscher einsetzte, am Rand der Talböden zahlreiche Schutfächer aufgeschüttet. Der grösste dieser Schwemmfächer ist mit über 1 km² Ausdehnung jener des Vorderbachs, der bei Aesch ins Seetal bzw. den Hallwilersee mündet. Er entspringt dem tief in die Moräne und Molassefels eingeschnittenen Gitzitobel. Der Schuttkegel besteht überwiegend aus sandig/feinkörnigem Material mit eingelagerten Kiesrinnen. Ein vergleichbarer, nur wenig kleinerer Schutfächer erstreckt sich zwischen Altwis und Hallwilersee. Diese beiden maximal 10–15 m mächtigen Schutfächer sowie benachbarte kleinere Schuttkegel haben wesentlich zur Verfüllung des Hallwilersees an seinem südlichen Ende beigetragen. Auf beiden Schuttkegeln wurde Lehm für Ziegeleien in untiefen Gruben abgebaut, die Eignung des Materials bzw. dessen erhöhter Tonanteil dürfte

wesentlich auf in den Tobeln erodierte und verschwemmte Molassemergel zurückzuführen sein (s. Kap. Mineralische Rohstoffe, Lehm).

Ein weiterer, ebenfalls über 1 km² grosser Schuttfächer mündet bei Boswil ins Bünztal. Der in Moräne und Molassefels eingeschnittene Wissenbach hat im proximalen Bereich kiesiges, im distalen Bereich viel sandiges und feinkörniges Material in das nach dem Rückzug des Gletschers von flachen Seen eingenommene Bünztal geschüttet (Zungenbecken von Waltenschwil und Bünzen, Bünzener See, s. spät- bis postglaziale Seeablagerungen).

Die beiden Dörfer Sarmenstorf und Fahrwangen liegen beide auf markanten Schuttfächern, die, ähnlich wie beim später genannten von Merenschwand, glazifluviale Vorläufer in Form von vorgelagerten Schotterfluren haben, die aus den gleichen Tobeln wie die jüngeren Schuttfächer geschüttet worden sind.

Am linken Rand des Reusstals findet sich bei Merenschwand ein markanter, vom Wissenbach geschütteter Schwemmkegel. Ein Vorläufer dieses mehrheitlich kiesigen Schuttfächers dürfte die direkt nördlich anschliessende, in einer Kiesgrube abgebaute Schotterflur darstellen (s. kiesige Deltasedimente bei Merenschwand S. 61). Der Sembach hat westlich von Mühlau bzw. südlich von Rüstenschwil einen an der Front von Moränen begrenzten grösseren Schuttkegel aufgebaut. Vermutlich hat der Sembach zu dieser spätglazialen Zeit noch Richtung Merenschwand entwässert und wurde erst später vom kleineren, rückwärts erodierenden Bach von Mühlau angezapft. Der im Vergleich zum Einzugsgebiet und den erodierten Tobeln im Gerechtigkeitswald auffallend kleine Schuttkegel bei Mühlau dürfte darauf zurückzuführen sein, dass der Schutt hauptsächlich in diesem älteren Schuttkegel südlich von Rüstenschwil deponiert wurde.

In der nordöstlichen Kartengebietsecke sind zwei ins Reusstal geschüttete Bachschuttkegel dargestellt, auf denen der alte Dorfteil von Unterlunkhofen erstellt worden ist.

Viele Siedlungen wurden auf Bachschuttkegeln gegründet, so etwa Altwis, Aesch, Fahrwangen, Sarmenstorf, Boswil, Mühlau, Merenschwand, Jonen und Unterlunkhofen. Nach der Besiedlung wurden die sich ursprünglich immer wieder verlagernden Bachläufe befestigt, sei es durch Verbauungen, doch noch weit häufiger durch eine Bestockung mit Bäumen und Büschen. Dadurch, dass der in den Gerinnen liegen gebliebene Schutt immer wieder ausgehoben und seitlich davon deponiert wurde, erhöhten sich die so fixierten Bachläufe mit der Zeit immer mehr. Die auf diese Weise anthropogen geschaffenen markanten Uferwälle konnten teilweise kartiert und separat dargestellt werden. Heute verlaufen häufig Strassen oder Flurwege entlang solcher erhöhter Rinnen oder wurden in der Melioration Höfe auf diesen gegründet, da der Baugrund tragfähiger als im angrenzenden, ehemals versumpften Gelände ist. Beispiele für solche Aussiedlerhöfe finden sich besonders prägnant bei Frösch auf dem alten Lauf der Jonen oder bei Riedmatt-Gern am Altwiserbach 1,5 km nordwestlich von Altwis. Beispiele für solcher-massen stabilisierte, sich über die heutige Umgebung deutlich erhebende Gerinne

sind neben Altwiserbach und Jonen der frühere Lauf der Wyna zwischen Reinach und Leimbach sowie bei Sarmenstorf die von dort nach Seengen, im Abschnitt bis zum Erusbach auf einem alten Gerinne führende Strasse. Weiter sind der Abschnitt des Wissenbachs bei Boswil zwischen Unterdorf und Bünzen, bei Muri der zwischen Langdorf und Brüel verlaufende Abschnitt des Rüribachs oder da unverbaut besonders exemplarisch das erhöhte Gerinne des Sembachs auf dem grossen Schuttfächer südlich von Rüstenschwil zu nennen.

In den Hallwilersee mündende Bäche haben kleine Deltas geschüttet, die sich aus dem Verlauf der 10-m-Höhenlinien im See auch sublakustrisch erkennen lassen. Leider fehlt bis heute eine höher auflösende morphologische Kartierung des Seegrundes. Besonders markant sind die beiden kleinen Deltas, die bei Delphin, Meisterschwanden, und beim Strandbad Tennwil in den See geschüttet worden sind. Der grosse, von Vorder- und Hinderbach bei Aesch gemeinsam aufgebaute Schuttfächer dürfte das ursprüngliche Seeufer nach Eisfreiwerden des Seetals um bis zu 500 m zurückgedrängt haben.

Kalksinter (Quelltuff)

Einzelne Vorkommen von Kalktuff sind im Kapitel Mineralische Rohstoffe beschrieben. Bis auf die beiden grösseren Vorkommen südlich von Obniesenberg und am linken Ufer des Wissenbachs bei Koord. 2664.750/1235.250 sind die restlichen Kalktuffvorkommen lediglich als Zeichen in der Karte eingetragen.

q_a Rezente Alluvionen

Feinkörnige Überschwemmungssedimente in Talebenen sind weit verbreitet. Meist lagern sie jedoch, wie zum Beispiel in der Reusstalebene, als geringmächtige (<2 m) «Deckschicht» über kiesigen oder sandigen Fluss- und Bachablagerungen oder gehen aus Seeablagerungen (bei verlandeten Seebecken) hervor. Dargestellt sind in diesen Fällen die viel mächtigeren Bach-, Fluss- und Seeablagerungen im Liegenden der Alluvionen. Alluvionen finden sich im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch als solche dargestellt nur an wenigen Stellen, so z.B. am Eruskanal bei Sarmenstorf, entlang des Bünzenbachs südlich von Benzenschwil, nördlich von Muri bei Wili und als jüngste Alluvionen entlang des Reusslaufs.

Künstliche Aufschüttungen, Auffüllungen

Mengenmässig bedeutende künstliche Aufschüttungen finden sich bei Bahn- und Strassentrassen sowie als die Reuss beidseits begleitende Schutzdammbauten. Zu erwähnen sind die über Boswil-Muri-Mühlau führende zweispurige Bahnlinie Othmarsingen-Rotkreuz sowie die Hauptstrasse zwischen Boniswil und Mosen. Die Mehrzahl der früher betriebenen, meist kleinen Kiesgruben ist heute

aufgefüllt. Als die mit Abstand grösste aufgefüllte Grube ist jene von Ämmet am Rickenbach südlich von Burg (Kt. AG) aufzuführen. Die grösste, 2018 noch nicht abgeschlossene Geländeaufschüttung findet sich in der Aushubdeponie Feld, 1 km östlich von Beinwil im Freiamt, gefolgt von der weit kleineren Kehricht- und Aushubdeponie Rupphübel zwischen Beinwil am See und Reinach (Kt. AG).

TEKTONIK

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch können die tektonischen Lagerungsverhältnisse anhand der auf das Niveau des Künsnacht-Bentonits gezeichneten Isohypsen (s. Nebenkarte) gut und anhand der Isohypsen für die Grenzfläche OMM/OSM näherungsweise dargestellt werden. Die tektonischen Verhältnisse im tieferen Untergrund, etwa die Untergrenze der Molasse am Kontakt zum Mesozoikum (Malm), werden hier nicht behandelt, da der Malm nur in einer Tiefbohrung, der Erdöltiefbohrung Boswil-1, angetroffen worden ist und eine neuere und zugängliche Seismik fehlt.

Bentonitishypsenkarte

Die am Lindenberg innerhalb der OSM aufgefundenen Leithorizonte – in erster Linie die Bentonite – erlauben einen Anschluss an die bereits früher für die östlich angrenzenden Atlasblätter konstruierten Isohypsenkärtchen auf das Niveau des Künsnacht-Bentonits (Atlasblatt Zürich, T. Gubler in PAVONI et al. 1992; Atlasblatt Uster, T. Gubler in WYSSLING 2007a; Atlasblatt Winterthur, T. Gubler in REY et al. 2011; Atlasblatt Albis, GUBLER 2009). Mit diesen auf dem Niveau des Künsnacht-Bentonits erstellten Isohypsenkarten lässt sich die tektonische Lagerung der OSM ziemlich genau abbilden. Dies unter der Annahme, der Künsnacht-Bentonit sei in einer flachen und wenig geneigten Schwemmebene im Alpenvorland abgelagert worden. Dass dem so ist, zeigen alle erstellten geologischen Molasseschnitte und nicht zuletzt auch die Isohypsenkarten selbst. Die Genauigkeit der Isohypsen wird auf ± 10 m geschätzt, dürfte aber vielerorts sogar bei ± 5 m liegen.

Für das Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch und seiner näheren Umgebung sind die Isohypsen des Künsnacht-Bentonits in der Nebenkarte dargestellt. In Tafel V ist eine Synthese der vorhandenen (s. o.) Bentonitishypsenkarten dargestellt. Die Bentonitishypsenkarten basieren dabei nicht nur auf dem Vorkommen der verschiedenen Bentonithorizonte selbst, sondern zusätzlich auf der Auswertung hunderter Vorkommen sogenannter Leithorizonte innerhalb der OSM. Bei diesen Leithorizonten handelt es sich um charakteristische Süswasserkalklagen («limnische Leitniveaus»), Krustenkalke, Kohleflöze und spezielle, weit verfolgbare Sandstein- oder Konglomeratlagen. Da die relative Lage der Leithorizonte zueinander bekannt ist, kann unter der Berücksichtigung der Mächtigkeitsabnahmen von proximal zu distal die jeweilige mutmassliche Höhenlage des Künsnacht-Bentonithorizontes zuverlässig ermittelt werden. Der Profilschnitt 1 durch die Uetlibergkette in der Tafel I zu den Erläuterungen des Atlasblattes Albis (GUBLER 2009) illustriert diesen Sachverhalt.

Isohypsen der Grenze OMM/OSM

Auf der Westseite des Seetals (mit Ausnahme des Urdorf-Bentonits bei Mosen, Kt. LU) und am nördlichen Lindenberg fehlen Leithorizonte, so dass für diesen Bereich keine Isohypsen auf den Küsnacht-Bentonit konstruiert werden konnten. Stattdessen wurde basierend auf Erdwärmesondenbohrungen die Grenze OMM/OSM modelliert (s. S. 96). Diese gibt jedoch die tektonische Lagerung der Molasse nur grob wieder, da es sich um eine lithofazielle Grenze handelt und vor allem da sich die geologischen Bohrprofile und Bohrprotokolle bei der Auswertung als weitgehend unzuverlässig erwiesen haben. Im vorliegenden Fall wurde das erste Auftreten der «Quarzitnagelfluh» verwendet und eine rund 40 m höher liegende Grenze OMM/OSM angenommen. Die Genauigkeit der Isohypsen für die Grenzfläche OMM/OSM wird auf ± 30 m geschätzt.

Uetliberg-Synklinale

In der nordöstlichen Blattgebietsecke ist der westliche Rand der ausgeprägten muldenartigen Uetliberg-Synklinale (VON MOOS 1946, zitiert in PAVONI 1957) zu erkennen (s. Nebenkarte bzw. Taf. V). Das Schichtfallen ist in diesem Bereich mit bis zu 7° so steil wie sonst nirgends im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch. Die steil nach Westen ansteigende Muldenachse der Uetliberg-Synklinale verliert sich westlich von Unterlunkhofen. BÜCHI (1958) gibt eine Synklinalachse 2 km nördlich von Boswil bei Kallern-Hinterbühl sowie eine Flexur am Wissenbach bei Boswil an. Diese beiden Strukturen konnten in der vorliegenden Arbeit nicht nachvollzogen werden (s. Nebenkarte und geologischer Schnitt durch die Ostseite des Lindenbergs, Taf. I).

Lindenberg-Käpfnach-Antiklinale

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch ist die westliche Fortsetzung der im Gebiet von Atlasblatt Albis noch sehr ausgeprägten Käpfnach-Antiklinale (PAVONI 1957, BÜCHI 1958) in allerdings stark abgeschwächter Form noch bis ins Seetal erkennbar. Während nördlich der ziemlich genau West-Ost verlaufenden Antiklinalachse ein SSW-NNE-Streichen der Schichten dominiert, ist südlich davon ein WSW-ENE-Streichen zu verzeichnen. BÜCHI (1958) hat diese von ihm «Lindenberg-Antiklinale» genannte Antiklinale ebenfalls registriert, aber den Verlauf von Altwis nach Muri gezeichnet und die Antiklinale auch dort enden lassen; tatsächlich verläuft die Achse von Altwis über Benzenschwil gut 2 km weiter südlich (s. Nebenkarte) und setzt sich wie erwähnt in die Käpfnach-Antiklinale fort. Die Antiklinalachse fällt auf Niveau des Küsnacht-Bentonits von Altwis Kote ca. 625 m ü. M. in eine langgezogene Depression im Reusstal nördlich von Mühlau auf Kote ca. 555 m ü. M. und steigt östlich des Reusstals im Bereich der eigentlichen Käpfnach-Antiklinale wieder kräftig an.

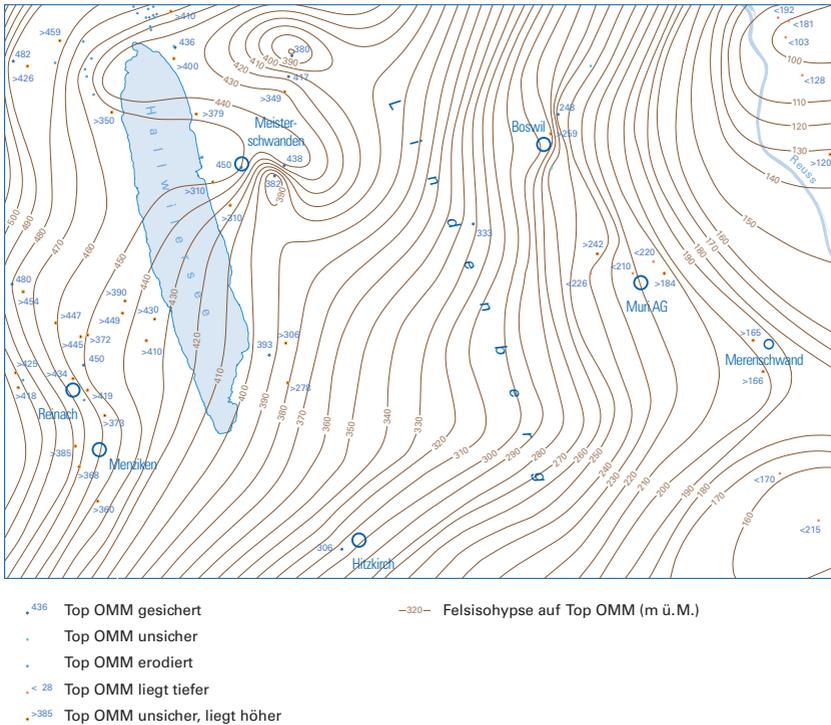


Fig. 15: Isohypsen der Grenzfläche OMM/OSM im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch. Die Isohypsen wurden aus der modellierten Grenzfläche OMM/OSM (s. S.96) gerechnet. Zwei Bohrungen nördlich und südlich von Meisterschwanden, deren Bohrbefund ursprünglich als verlässlich eingestuft wurde, verursachen in der Modellierung zwei deutliche, wenig wahrscheinliche Senken. S. Signer 2019.

Günikon-Synklinale

Von der schwach ausgeprägten Lindenberg-Käpfnach-Antiklinale fallen die OSM-Schichten über eine Strecke von 4 km rund 110 m ab bis zum Erreichen einer weiteren Synklinale, die von KOPP (1945) beschrieben und als Günikon-Synklinale bezeichnet wurde. Diese Synklinale quert das Seetal laut KOPP (1945) südlich des Baldeggersees und erreicht südlich von Mühlau gerade noch die Gebietsecke von Atlasblatt Hitzkirch. Eine allfällige weitere Fortsetzung Richtung Osten und eine Verbindung mit der Wädenswil-Synklinale (PAVONI 1957) ist mangels Aufschlüssen im Reusstal nicht auszumachen.

Interpretation Tektonik Grenze OMM/OSM

Die Isolinien des Top der OMM (Fig. 15) zeigen generell ein S-N- bis SSW-NNE-Streichen. Am unteren (nördlichen) Ende des Hallwilersee biegen die Isolinien in eine östliche Richtung um. Stark vereinfacht lässt sich ein generelles Abfallen der Grenzfläche OMM/OSM in östlicher Richtung ablesen: Im Wynental am westlichen Blattgebietsrand liegt sie am höchsten auf 480 m ü.M. und am östlichen Blattgebietsrand an der Reuss auf ca. 140 m ü.M. Dieses starke Abfallen um ca. 340 m muss neben der tektonischen auch eine lithofazielle Ursache haben, fallen doch die Schichten der OSM auf dem Niveau des Künsnacht-Bentonits vom Seetal ins Reusstal um 130 m von 630 m ü.M. auf ca. 500 m ü.M., während der Top der OMM auf der gleichen Strecke um 180 m von 360 m ü.M. auf 180 m ü.M. abfällt. Die Grenzfläche OMM/OSM fällt somit deutlich steiler nach Osten ab als das Niveau des Künsnacht-Bentonits, was aber durch den nicht isochronen Verlauf des Wechsels von mariner zu terrestrischer Fazies auf der Ostseite des Napf-Schuttfächers bedingt sein dürfte.

Brüche mit vertikalem Versatz

Weder in den aufgeschlossenen Molasseschichten noch in den konstruierten geologischen Schnitten und Isohypsenkarten auf Niveau des Künsnacht-Bentonits sind Brüche mit vertikalem Versatz auszumachen. Die Isohypsen lassen sich vom Knonauer Amt über das Reusstal und den Lindenberg hinweg bis ins Seetal zwanglos ohne Unterbrüche durchziehen. Da die Genauigkeit der Isohypsenkarte vorsichtig auf ± 10 m geschätzt wird, können Brüche von mehr als 10 m Sprunghöhe praktisch ausgeschlossen werden. Es gibt keinerlei Indizien für die früher z.B. von BÜCHI (1958) angenommenen grabenbruchartigen Verwerfungen, die als Erklärung für die Anlagen des Reuss- und Seetals sowie diverser weiterer Täler angenommen worden sind.

Klüftung

Neben der verbreiteten Tal- oder Entlastungsklüftung ist in der Sohle der in die Molasse eingeschnittenen Bachtobel in sandigen oder zementierten Schichten eine Klüftung zu beobachten. Während erstere meist offene, von der Oberfläche her mit Moränenschutt und Lehm verfüllte Klüfte darstellen, sind letztere geschlossene, scharf begrenzte und geradlinige, vertikal stehende Fugen (s. Fig. 16), die auf das tektonisch induzierte Spannungsfeld zurückzuführen sind.

Das wohl am schönsten aufgeschlossene Beispiel einer offenen, mit Lehm und Moränenschutt verfüllten Talkluft liegt am Flure bei Fahrwangen im Eingangsbereich der «Bierhöhle» (Koord. 2660.575/1239.310/ca. 542 m ü.M.). Die ca. 30 cm weite Kluft streicht mit 40° N parallel zur Talung Fahrwangen-Sarmenstorf.



Fig. 16: Klüftung in siltigem Feinsandstein im Bachbett des Gitzitobels bei Koord.2662.445/1234.000, oberhalb des Fussgängersteiges. Unmittelbar über dem siltigen Feinsandstein folgt eine erste dünne Kalkbank des limnischen Niveaus Gitzitobel. Foto T. Gubler 2017.

Im Gitzitobel zeigt sich in einem siltigen Feinsandstein im unmittelbar Liegenden des limnischen Niveaus Gitzitobel direkt oberhalb des Fussgängersteiges über den Bach eine parallel verlaufende Schar von scharf begrenzten Fugen (Fig.16). Die Abstände zwischen den Fugen betragen ca. 1 m. Rutschharnische konnten nicht festgestellt werden. Eine Entlastungsklüftung kommt situationsbedingt nicht in Frage. Die Fugen streichen 328° NW. Im knapp einen Meter höher gelegenen Süßwasserkalk ist eine untergeordnete, dafür in Abständen von nur

ca. 10–20 cm parallel verlaufende Klüftung mit einer Streichrichtung von 4° N zu beobachten. Im erwähnten, tiefer liegenden Feinsandstein zeichnet sich diese Klüftung nicht ab, sie ist auf den spröde brechenden Süßwasserkalk beschränkt. PAVONI (1957) beschreibt die Klüftung in der OSM im Sihltal-/Zürichseegebiet eingehend und erwähnt eine NNW-SSE orientierte Hauptklüftung. Die im Gitzibobel und auch im Altwisertobel gemessene Hauptklüftung von ca. 328° entspricht dieser Orientierung. Als weniger ausgeprägte Klüftungsrichtung erwähnt PAVONI (1957) eine ENE-WSW verlaufende, welche am beschriebenen Aufschluss im Gitzibobel jedoch nicht feststellbar ist.

BOHRUNGEN

Innerhalb des Perimeters von Atlasblatt Hitzkirch liegt eine einzige Tiefbohrung vor, die 1836,2 m tiefe Erdöltiefbohrung Boswil-1. Die tiefste Erdwärmesondenbohrung erreichte eine Tiefe von 300 m, alle anderen Bohrungen blieben unter 275 m.

Erdöltiefbohrung Boswil-1

Die vom 29.9.–18.11.1965 2 km südwestlich von Boswil durch die Aktiengesellschaft für schweizerisches Erdöl (SEAG) abgetiefte Bohrung (s. Fig. 17) liegt bei Koord. 2664.845/1237.415 mit Geländeoberkante auf 647,5 m.ü.M. (LEMCKE et al. 1968).

Das im Bohrchiv der SEAG in Wermatswil eingelagerte Bohrgut konnte begutachtet werden. Untersucht wurde nur das Bohrklein aus 0–375 m Tiefe, wo das Quartär, die OSM und der Kontakt zur OMM durchbohrt worden sind. Folgende Beobachtungen sind festzuhalten:

Mächtigkeit Quartär: Im Bohrprofil (LEMCKE et al. 1968) wird die Mächtigkeit des Quartärs mit «ca. 15 m» angegeben. Das Bohrgut zeigt jedoch bis 42,5 m Tiefe graue tonig-sandige Siltklumpen mit alpinem Kies. Es handelt sich um Moräne mit einem gewissen Anteil an vom Gletscher aufgearbeiteter Molasse. Bei 42,5 m erfolgt ein scharfer Farbumschlag von grau zu gelb-braun-beige, begleitet von einer abrupten Änderung der Lithologie zu Schlammstein und untergeordnet Sandstein, welcher der OSM zugeordnet werden kann. Die Mächtigkeit dieser neu bestimmten Quartärbedeckung korreliert mit den Ergebnissen der Feldkartierung und den Angaben aus zahlreichen Erdwärmesondenbohrungen in der Umgebung.

Leithorizonte: Keiner der bekannten Leithorizonte der OSM (Bentonite, Süsswasserkalkniveaus, Meilen-Kalk des «Appenzellergranit»-Niveaus) konnte in der Bohrung trotz der nun bekannten Lithostratigraphie, die eine gezielte Suche ermöglichte, nachgewiesen werden. Selbst die in den benachbarten, nur wenige hundert Meter vom Bohrstandort liegenden Tobeln des Forst- und Wissenbachs aufgeschlossenen Süsswasserkalke konnten im Bohrgut nicht gefunden werden. Zwar sind im Bohrgut einige wenige Süsswasserkalkstückchen gefunden worden, die aber wahrscheinlich dem Nachfall zuzuordnen sind. Erst in der Probe von 195–200 m Bohrtiefe wurde ein Süsswasserkalk gefunden, das Bohrklein im Probeschächtelchen bestand zum grössten Teil aus den Komponenten dieses Kalkes. Da dieses Niveau jedoch stratigraphisch und höhenmässig tief liegt, kann es keinem

der bekannten Süsswasserkalkniveaus zugeordnet werden. Dass keine Leithorizonte gefunden wurden, kann auf die Beobachtung zurückgeführt werden, dass in den 2,5-m- (bis 80 m Tiefe) bzw. 5-m-Beprobungsintervallen (ab 80 m Tiefe) jeweils nicht der ganze, sondern nur ein kurzer Abschnitt des betreffenden Intervalls beprobt wurde. Bei kontinuierlichem Sammeln wäre das Spektrum der in einem Probeschächtelchen vertretenen Lithologien aus Erfahrung viel grösser, so aber sind in jeder Probe nur eine oder wenige Lithologien vertreten.

Meilen-Kalk des «Appenzellergranit»-Leitniveaus: Wie bereits erwähnt, konnte auch der Meilen-Kalk im Bohrklein nicht nachgewiesen werden. Das Niveau wäre aufgrund der bekannten Lithostratigraphie am Lindenberg in ca. 188 m Bohrtiefe zu erwarten gewesen. Die am nächsten gelegene Fundstelle von Meilen-Kalk liegt rund 8 km weiter östlich am Lindenschachen bei Obfelden (Atlasblatt Albis). Der detritische Kalksilt ist dort rund 1,5 bis 2 m mächtig und konnte auch in Erdwärmesondenbohrungen bei Ottenbach noch eindeutig identifiziert werden. In 100 m Bohrtiefe wurde von LEMCKE et al. (1968) ein «fester, hellgrau-beiger, plattiger Kalkstein» beschrieben und die «ziemlich sichere» Zuordnung zum Meilen-Kalk vorgenommen. Beim erwähnten Kalk handelt es sich aufgrund der eigenen Begutachtung zwar um einen stark kalkigen Siltstein, jedoch eindeutig nicht um den Meilen-Kalk. Dieser wäre überdies wie bereits erwähnt rund 90 m tiefer in der Bohrung zu erwarten.

Grenze OMM/OSM: Die Grenze zwischen OMM und OSM wurde von den die Bohrung begleitenden Geologen in ca. 345 m Bohrtiefe im Dach einer Geröll führenden Sandsteinbank festgelegt (LEMCKE et al. 1968). Über dem Geröll führenden Sandstein und der teils in mehrere Bänke aufgelösten «Quarzitnagelfluh» folgen im Untersuchungsgebiet (z.B. im Gebiet von Atlasblatt Schöftland, GRAF et al. 2012) jedoch noch etwa 30–50 m mehrheitlich graubeige, grüngraue oder graue, sandige oder siltig-tonige Sedimente. Von der OSM, die sich durch gelbbeige bis braunbeige Farbtöne auszeichnet, erfolgt ein abrupter Farbwechsel zu den erwähnten grüngrauen bis graubeigen Sedimenten der OMM (mündl. Mitt. O. Kempf). Dieser Farbumschlag findet sich in der Bohrung Boswil-1 in ca. 315 m Tiefe, also gerade etwa 30 m über dem massierten Auftreten von Geröll führendem Sandstein ab 345 m Tiefe. Die Grenze OMM/OSM wird demzufolge nun 30 m höher bei 315 m Bohrtiefe definiert.

In 1822,5 m Tiefe durchfuhr die Bohrung schliesslich die Molasse/Mesozoikumgrenze, ohne zwischengelagertes Siderolithikum anzutreffen.

In Figur 17 wurden die Grenzen zwischen Quartär/OSM und OSM/OMM gemäss den oben aufgeführten Befunden angepasst. Zusammenfassend kann das von LEMCKE et al. (1968) publizierte geologische Profil leicht modifiziert wie folgt wiedergegeben werden:

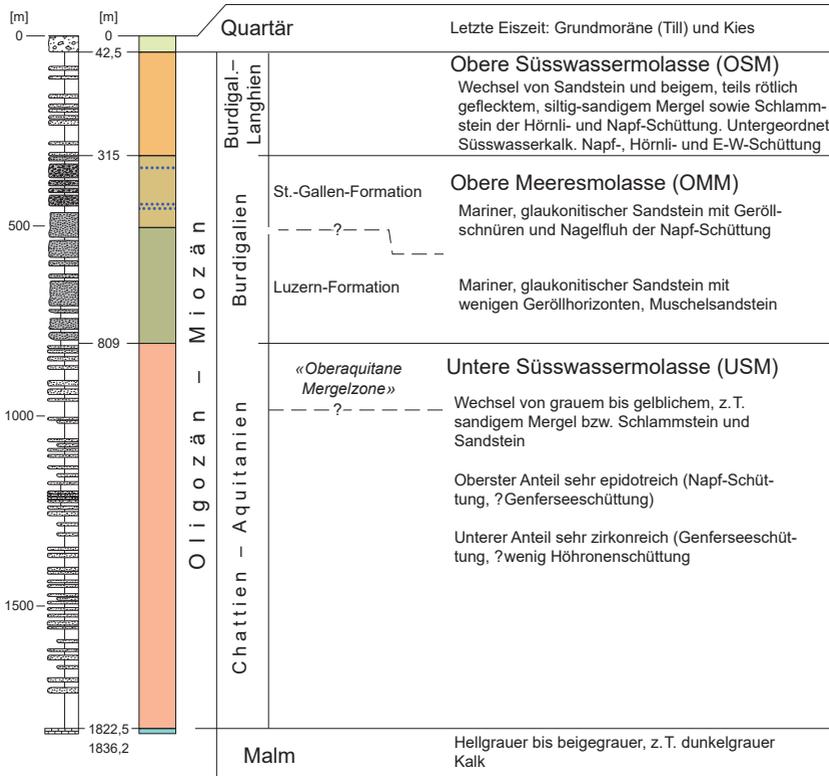


Fig. 17: Bohrprofil und stratigraphische Auswertung der 1965 von der SEAG niedergebrachten Erdtiefbohrung Boswil-1 (Koord.2664.845/1237.415). Verändert nach LEMCKE et al.(1968). Tiefenangaben ab Oberkante Terrain.

- bis 42,5 m Moräne (mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit der Letzten Eiszeit zugehörend)
- bis 315 m Obere Süswassermolasse
- bis ca. 809 m Obere Meeresmolasse
- bis ca. 1822,5 m Untere Süswassermolasse
- bis 1836,2 m Malm

Erdwärmesondenbohrung Schulhaus Rösslimatt (Muri)

Die Stand Dezember 2016 – tiefste Erdwärmesondenbohrung erreichte eine Endtiefe von 300 m und ist nach der Erdöltiefbohrung Boswil-1 die zweittiefste Sondierung im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch. Die 2005 abgetiefte Bohrung liegt bei Koord. 2668.860/1236.380 auf 464 m ü. M. beim Schulhaus Rösslimatt in Muri. Gemäss Bohrprofil fand sich von 280 bis 284 m und von 292 bis 300 m Konglomerat. Es dürfte sich dabei um die Quarzitnagelfluh der St.-Gallen-Formation handeln und wäre damit der einzige sichere Nachweis von OMM im Raum Muri (Kt. AG).

HYDROGEOLOGIE

Im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch finden sich die für die Trinkwasserversorgung bedeutendsten Grundwasserleiter in quartären Schotterablagerungen der Täler. Bedeutende Grundwasservorkommen stellen auch verschwemmte mittelpleistozäne Moräne und Schotter auf dem Rücken des Lindenbergs dar. Auch in teils moränenbedecktem Schotter zwischen Merenschwand und Althäusern sowie am Rickenbach zwischen Menziken und Rickenbach wird Grundwasser genutzt.

Schottergrundwasserleiter in Talsohlen

Glazifluviatiler und fluviatiler Kies und Sand, die meist unter geringmächtigen Deckschichten aus Alluvionen liegen, findet sich im Reusstal, Bünztal, Seetal und im Wynental. Kleine Vorkommen finden sich ausserdem nördlich von Fahrwangen und am Eruskanal bei Sarmentorf.

Reusstal

Im Reusstal handelt es sich um ein ausgedehntes, aber relativ geringmächtiges Grundwasservorkommen von nur wenigen Metern Mächtigkeit, das in postglazialem, von der Reuss abgelagertem Kies und Sand fliesst. Diese werden in der Regel von rund 2 m siltig-sandigen Alluvionen bedeckt. Der StauhORIZONT wird ab einer Tiefe von ca. 7–10 m von spätglazialen Seeablagerungen (q_{SLR} , Reusstallehm) gebildet. Ein sozusagen typisches Profil des Aquifers lieferte eine Erkundungsbohrung bei der GWF Schachen (Koord. 2672.365/1236.610/386,23 m ü. M., konzessionierte Entnahmelistung 3000 l/min). Die auf Merenschwander Gemeindegebiet auf dem westlichen Reuss-Schutzdamm abgetiefte Bohrung zeigt von oben nach unten folgendes Profil: 0–3,2 m Dammschüttung, 3,2–4,2 m siltig-sandige Überschwemmungsablagerungen, 4,2–11,3 m Grundwasser führender Schotter, 11,3–12,0 m Reusstallehm.

Die ursprünglichen Grundwasserverhältnisse mit einem Druckspiegel nahe der Geländeoberfläche wurden im Zuge der gross angelegten Reusstalmelioration stark verändert und der Grundwasserspiegel abgesenkt. Die konzessionierten Entnahmemengen liegen daher fast durchwegs unter 1000 l/min. Das Grundwasser wird mit Ausnahme der in unmittelbarer Nähe der Reuss gelegenen Fassungen (GWF Fahr, Mühlau, Kies in 1–9 m Tiefe, konzessionierte Entnahmelistung 700 l/min und der oben erwähnten Fassung Schachen) aus Westen von seitlichen Zuflüssen alimentiert. Bei Jonen ist die Mächtigkeit des Aquifers etwas grösser, da sich dort der kiesige, spätglaziale Schuttkegel der Jonen ins Reusstal verbaut (GWF

Grien, Kies von 3–15 m Tiefe, konzessionierte Entnahmeleistung 600 l/min). Das Grundwasser wird von der Jonen gespeist. In der im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch liegenden Reusstalebene wird Grundwasser der Reuss zur öffentlichen Trinkwasserversorgung nur an den drei oben genannten Fassungen Schachen, Fahr bei Mühlau und Grien bei Jonen genutzt.

Die Grundwasserverhältnisse in der Reusstalebene wurden im Auftrag des Kantons Aargau durch das Büro Dr. Heinrich Jäckli AG in mehreren Untersuchungskampagnen erforscht (u.a. DR. HEINRICH JÄCKLI AG 1956). Vom selben Büro finden sich in der digitalen Grundwasserkarte des Kantons Aargau (AGIS 2019) zwei hydrogeologische Schnitte durch das Reusstal: Profil 14 Boswil–Unterkhofen und Profil 15 Lindenberg–Jonen. Diese entstammen dem Bericht vom 19.8.2010 (Überarbeitung der Grundwasserkarte Kanton Aargau).

Bünztal

Zwischen Boswil und Bünzen wird in geringmächtigem, oberflächennahem glazifluvialtem Kies und Sand fliessendes Grundwasser in drei Pumpwerken für die Förderung von öffentlichem Trinkwasser genutzt. Es handelt sich um die Fassungen Grundächer, Boswil (konzessionierte Entnahmeleistung 400 l/min), Brunnamte, Boswil (konzessionierte Entnahmeleistung 800 l/min) und Femmatte, Boswil (konzessionierte Entnahmeleistung 300 l/min, AGIS 2019). Das Grundwasser wird nicht oder nur in geringem Masse von der Bünz, sondern zur Hauptsache vom Wissenbach, der bei Boswil einen mächtigen Schwemmfächer ins Tal geschüttet hat, sowie randlichen Zuflüssen und direkter Grundwasserneubildung alimentiert. Der Stauhorizont wird von siltig-sandigen Seeablagerungen gebildet. In der 13 m tiefen Filterbrunnenbohrung der Fassung Femmatte wurde unter einer 1,8 m lehmigen Deckschicht bis in 9,3 m Tiefe Grundwasser führender Sand und Kies angetroffen. Darunter folgten als Stauhorizont toniger und teils kiesiger Silt und Feinsand.

Nördlich von Muri bei Lippertswis findet sich die Grundwasserfassung Lippertswies I–V. Es handelt sich um fünf miteinander verbundene Fassungen mit einer konzessionierten Entnahmeleistung von total 1700 l/min. Das Grundwasser fliesst unter 2 m lehmiger Deckschicht in 6 m dickem Schotter, der über gelbem Lehm lagert (Stauhorizont). Beim Schotter dürfte es sich um spätglaziale Bachschuttablagerungen des Sörikerbachs handeln, der sein Einzugsgebiet überwiegend in kiesiger Moräne hat. Der Grundwasserleiter hängt zusammen mit glazifluvialtem Schotter, der von Schmelzwasserbächen ausgehend vom Gletscherrand bei Lindefeld am südlichen Dorfrand von Muri geschüttet wurde. In diesem Schotter ist auch die Notwasserfassung Mürlefeld in Muri angelegt. Wie verschiedene Bohrungen zeigen, folgt der Grundwasser führende, zwischen 6 und 10 m mächtige Schotter unter 3–4 m mächtigen Überschwemmungssedimenten. Der Schotter lagert hier direkt der schlecht durchlässigen Grundmoräne auf.

Seetal

In der zwischen dem Hallwiler- und dem Baldeggersee gelegenen Seetal ebene erstreckt sich das bedeutendste nutzbare Grundwasservorkommen im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch. Im Gegensatz zum zwar sehr ausgedehnten, aber meist nur wenige Meter mächtigen Grundwasserträger in der Reusstalebene ist der Aquifer im Zwischenseegebiet flächenmässig zwar weniger ausgedehnt, aber dafür mit bis über 20 m ausgesprochen mächtig.

Grundwasserfassungen für die öffentliche Trinkwasserversorgung liegen bei Aesch (Twäris), Mosen (Wässermatte), Ermensee Gere, Grundächer und Chilchfeld, Hitzkirch (Richensee) und bei Gelfingen (Chilchfeld, AGIS 2019).

Der Grundwasser führende Schotter (Ermensee-Schotter) wurde als glazifluvialer Schotter im Vorfeld des sich zurückziehenden Reussgletschers geschüttet. Der Schotter ist mit dem Endmoränenkranz von Hitzkirch-Richensee (Bremgarten-/Zürich-Stand) verzahnt, zieht aber auch unter der Endmoräne hindurch zum Baldeggersee. Dies ist durch Bohrungen gut belegt, widerspiegelt sich aber auch in der Tatsache, dass das Grundwasser im Chilchfeld bei Ermensee eine direkte hydraulische Verbindung über unter der Moräne hindurchziehenden Schotter zum Baldeggersee aufweist (s. Fig. 14 nach MENGIS & SCHMIDT 1981). Die Moräne ist offensichtlich das Produkt eines Wiedervorstosses über den zuvor geschütteten Sander. Der Schotter wurde zum überwiegenden Teil als Delta in den See geschüttet, der sich im Zungenbecken von Seengen (Stetten-/Schlieren-Rückzugsstadium) gebildet hat. Hallwiler- und Baldeggersee mit einem Höhenunterschied der Seespiegel von nur 14 m stellen die Reste dieses Sees dar. Der bis 40 m mächtige Schotter weist im zentralen Talbereich nur eine geringmächtige Überdeckung auf (Ausnahme Moränenkranz Richensee), wird aber auf der Ostseite von zahlreichen, teils grossen Bachschuttkegeln aus den Tobeln der Lindenberg-Westseite überlagert. Es ist davon auszugehen, dass er mit diesen auch verzahnt ist. Der Stauhorizont wird durch die den Schotter unterlagernden Seebodenablagerungen einer älteren Eiszeit gebildet.

Die Grundwasserfassung Twäris bei Aesch liegt in den beiden miteinander verzahnten, grossen kiesigen Bachschuttkegeln, die als Deltas aus dem Chüeweidtobel und Gitzitobel in den Hallwilersee progradieren. Die Kiesmächtigkeit dürfte an dieser Stelle wenige Meter betragen. Der Stauhorizont wird durch siltig-sandige Seebodenablagerungen gebildet.

Wie ein in den Jahren 1980–81 durchgeführter Grosspumpversuch ergab, könnten im Talquerschnitt bei Ermensee über 10 000 l/min Grundwasser entnommen werden (MENGIS & SCHMIDT 1975, 1981).

Wynental

Hinter dem Endmoränenkranz von Gontenschwil bildete sich nach dem Rückzug des Gletschers vom Maximalstand ein bis zu 50 m tiefes Seebecken, wel-

ches in kurzer Zeit mit glazifluviatilen Sedimenten (siltig-sandige Seebodenablagerungen, Sand und Schotter) bis auf wenige flache Bereiche wieder verfüllt wurde. Während des Stetten-/Schlieren-Stadiums ragte bei Beinwil am See eine Eiszunge ins Wynental. Die Schmelzwässer dieser Eiszunge und untergeordnet auch von Eis im Raum Menziken–Beromünster bildeten zwei in den See progradierende kiesige Deltas, die die feinkörnig-sandigen Seebodenablagerungen mit einer 10–22 m dicken Kiesschicht überschütteten. In diesem Schotter liegt bei Brügelmoos (Reinach, Kt. AG) ein ergiebiges Grundwasservorkommen. Dieses wird in den drei Pumpwerken Brüggelgasse für die öffentliche Trinkwasserversorgung gefördert. Die konzessionierten Entnahmeleistungen betragen je 3810 l/min (AGIS 2019). Beim Pumpwerk II (Koord. 2656.520/1234.721) wurden unter der 2 m dicken Bodenschicht 22 m Grundwasser führender Schotter, 1 m lehmige Seebodenablagerungen und von 25–37 m Tiefe siltig-lehmiger Kies, der an dieser Stelle als letzteiszeitliche Moräne interpretiert wird, angetroffen. Im gleichen Aquifer sind eine ganze Anzahl Brauchwasserfassungen in Betrieb.

In Menziken liegt ein weiteres für die Trinkwasserversorgung genutztes Grundwasservorkommen vor, das mit dem voranstehend beschriebenen von Reinach nicht verbunden ist. Es handelt sich um die Fassung Russirainmatten mit drei Filterbrunnen. Die konzessionierte Entnahmeleistung beträgt je 4200 l/min (AGIS 2019). Vom mittleren Filterbrunnen (Koord. 2656.730/1231.968) liegt von oben nach unten folgendes Bohrprofil vor: unter der Deckschicht bis 5,8 m Tiefe Grundwasser führender Bachschutt (Bachschuttkegel des Rickenbachs, oberes Grundwasserstockwerk), bis 13,4 m Tiefe Moräne (Stauhorizont), anschliessend bis zur Endtiefe in 36 m erneut Grundwasser führender glazifluviatiler Schotter (unteres Grundwasserstockwerk). Darunter ist aufgrund benachbarter Bohrungen erneut Grundmoräne und in einer Tiefe von ca. 75 m der Molassefels zu erwarten. Die Fassung befindet sich im Randbereich der 120 m tiefen Rickenbach-Felsrinne (s. Kap. Felsoberfläche, Wynental). Die Verbreitung des Schotters, welcher hier den genutzten tieferen Aquifer darstellt – im oberen Grundwasserstockwerk fliesst ein wenig ergiebiges, vom Rickenbach und Hangwasser alimentiertes Grundwasser – dürfte auf die Rickenbach-Felsrinne beschränkt sein.

Fahrwangen

Im flachen Schotterkegel, der im Spätglazial von glazifluviatilem Schmelzwasser des heute nach Meisterschwanden fließenden Dorfbachs nach Norden geschüttet wurde, fliesst ein nutzbares Grundwasservorkommen. Dieses wird in den zwei öffentlichen Trinkwasserfassungen Breite I und II mit konzessionierten Entnahmeleistungen von je 380 l/min genutzt (AGIS 2019).

Das von LÄUPPI (1983) aufgeführte Profil einer 39 m tiefen Bohrung bei Koord. 2660.860/1239.255, die 100 m östlich der Fassung Breite II liegt, ergab Folgendes: Unter einer geringmächtigen Verwitterungsschicht folgte bis in 12 m Tiefe

ziemlich sauberer, Grundwasser führender Schotter, der hier auch in Kiesgruben abgebaut worden ist. Darunter folgt bis zur Felsoberfläche in 39 m Tiefe Moräne der letzten Vergletscherung.

Sarmenstorf

Im Talboden des Erusbachs liegt bei Sarmenstorf ein geringmächtiges Grundwasservorkommen. Dieses wird in zwei Brauchwasserfassungen genutzt; die grössere befindet sich bei Ried mit einer konzessionierten Entnahmeleistung von 70 l/min. Hier wurde unter 2,7 m teilweise laminierten tonig-siltigen Verlandungsablagerungen bis in 5,7 m Tiefe Grundwasser führender kiesiger Bachschutt erbohrt. Den Stauhorizont bilden bis in 6,6 m Tiefe siltig-sandige Seeablagerungen, darunter folgt bis zur Endtiefe der Bohrung in 7,6 m Tiefe die letzteiszeitliche Grundmoräne.

Rickenbach – Niederwil (Kt. LU)

Im Bereich der Rickenbach-Felsrinne wurden im Auftrag des Kantons Luzern hydrogeologische Untersuchungen mittels geoelektrischer Methoden und drei Bohrungen ausgeführt (GEOTEST AG 2014). In der Felsrinne wird ein über 20 m mächtiges, gespanntes Grundwasservorkommen vermutet, das von Rickenbach parallel zum gleichnamigen Bach Rickenbach nach Menziken fliesst. Die Quelfassungen Rüchlig und Duftloch am Rickenbach südlich von Burg (Kt. AG) könnten aus diesem Vorkommen gespeist werden.

Grundwasser führende quartäre Schotter und kiesige Moränen am Lindenberg

Die hydrogeologischen Verhältnisse am Lindenberg wurden vom Büro Dr. Heinrich Jäckli AG im Auftrag der Kantone Aargau und Luzern eingehend untersucht und 1977 in einem Bericht dargestellt (DR. HEINRICH JÄCKLI AG 1977). Demnach versickert das Niederschlagswasser auf der Kuppe des Lindenbergs in den uneinheitlich kiesigen Moränenablagerungen der mutmasslich Vorletzten Eiszeit (Beringen-Eiszeit, s. Abschnitt Moräne [Till] älterer Eiszeiten) und der ebenfalls kiesreicheren höchsten Moränen der letzteiszeitlichen Maximalstände. An den Flanken wird das Grundwasser durch die weniger kiesige und lehmreichere Moräne der letzten Vergletscherung bzw. des Wiedervorstosses von Mellingen/Killwangen am Abfluss gehindert und bis auf die Höhe des markanten Morä-

nenwalles dieses Wiedervorstosses¹ (in der Karte mit q_{4mMII} bezeichnet) zurückgestaut. Dies führt dazu, dass sich am Lindenberg im Übergangsbereich von der höher gelegenen und durchlässigeren Moräne des letzteiszeitlichen Maximums sowie der darunter liegenden vorletzteiszeitlichen kiesigen Moräne zu der niveaumässig tiefer gelegenen und schlecht durchlässigen Moräne des letzteiszeitlichen Wiedervorstosses von Mellingen/Killwangen «ein eigentlicher Quellhorizont ausbildet, längs welchem zahlreiche, zum Teil ergiebige Überlaufquellen austreten» (DR. HEINRICH JÄCKLI AG 1977). Werden Grundwasser führende Schichten unterhalb des Quellhorizonts (auf der Höhe des Moränenwalls des Wiedervorstosses von Mellingen) angebohrt, steigt das Wasser häufig artesisch bis über die Terrainoberfläche.

Ein solcher markanter Quellhorizont mit teils ergiebigen Quellen, teils auch artesisch gespanntem Grundwasser in Filterbrunnenbohrungen, liegt auf der Ostseite des Lindenbergs zwischen Grod, Beinwil und Flugplatz Buttwil, s.a. Grundwasserkarte des Kantons Aargau (AGIS 2019). Weitere ausgeprägte Quellhorizonte befinden sich bei Ober- und Hinterniesenberg nordöstlich von Bettwil und entlang des Erusbachs bei Bettwil. Diese drei ausgeprägten Quellhorizonte befinden sich allesamt entlang des markanten Moränenwalls (q_{4mMII}) des Wiedervorstosses von Mellingen/Killwangen (s. Kap. Moräne der Letzten Eiszeit).

Quellfassungen in Moräne

In Gebieten mit Moränenbedeckung befinden sich zahlreiche, häufig auch privat genutzte Quellfassungen. Das Grundwasser zirkuliert mit Ausnahmen meist eher oberflächennah in lokal begrenzten, kiesigeren und durchlässigeren Zonen. Auf diese Quellen wird hier nicht näher eingegangen.

Es gibt aber auch komplexere Verhältnisse; erwähnt sei hier beispielhaft ein grosser Quellaustritt bei Althäusern (Gizlen, Büelmühle Baudenkmal 1665, Koord. 2670.069/1238.923). Er wird von MÜHLBERG (1869) wie folgt beschrieben: «Wo sich innerhalb der Moränen grössere Wasseransammlungen bilden, sind die benachbarten Quellen ausserhalb derselben in der Regel sehr mächtig. So entspringt z. B. nach Herrn Dr. Simmler unter dem Kapf bei Muri, auf der Ostseite des Wagenrains ein starker Bach, welcher nach kurzem Lauf ohne weiteren Zufluss die Büelmühle treibt; wahrscheinlich verdankt derselbe seine Entstehung dem jenseits der Moräne gelegenen Bünzermoos.» Der Bach ist heute nicht mehr sichtbar und wohl eingedohlt. Auf der (gedruckten) Grundwasserkarte des Kantons Aargau 1:25 000, Blatt Muri, Ausgabe 1997, ist in Althäusern auf der Kote zwischen 400 m und

¹ DR. HEINRICH JÄCKLI AG (1977) betrachtet diesen Wall als dem letzteiszeitlichen Maximalstand (LGM) zugehörig, tatsächlich liegt das LGM aber höher oben am Lindenberg (s. Taf. IV, Moränenwälle).

410 m ü. M. ein rund ein Kilometer langer Quellhorizont eingezeichnet. Bei Koord. 2669.750/1238.700 sind zwei Quellfassungen mit einer mittleren Schüttung von 150 l/min angegeben. Diese dürften u. a. wohl auch den von MÜHLBERG (1869) erwähnten Bach gespeist haben. 200 m nordöstlich der beiden Quellen befindet sich der Mühleweiher. Rund 500 m südlich der beiden Quellfassungen ist auf der gedruckten Grundwasserkarte eine weitere, im gleichen Quellhorizont liegende, sehr grosse Quelle mit einer Schüttung von 200 l/min und 300 l/min angegeben. Dieser markante Quellhorizont war auch der Anlass zur Bildung des grossen, heute grösstenteils abgebauten und verschwundenen Kalktuffvorkommens zwischen Althäusern und Aristau (s. Kap. Mineralische Rohstoffe, Kalktuff). Auf der aktuellen Grundwasserkarte (AGIS 2019) sind aus unbekanntem Gründen weder der Quellhorizont noch die Quellen eingetragen. Da in der Umgebung keine geologischen Profile von Sondierbohrungen vorhanden sind, kann über den Grundwasserleiter nur spekuliert werden. Jedenfalls sind die Verhältnisse komplexer, als es die geologische Kartierung mit einer geschlossenen, letzteiszeitlichen Moränendecke vermuten lässt. Vielleicht trifft sogar die Spekulation von MÜHLBERG (1869), es könnte sich um vom Bünzermoos stammendes Wasser handeln, zu.

Grundwasser führende Obere Süsswassermolasse

In der Oberen Süsswassermolasse (OSM) kann geklüfteter Sandstein oberflächennaher Quellbildner sein. Sandstein der Napf-Schüttung ist manchmal schlechter zementiert und kann ähnlich wie der Glimmersandstein der Ost-West-Schüttung im Mittelland dank einer geringfügig erhöhten Durchlässigkeit (Durchlässigkeitsbeiwerte von ca. 10^{-4} bis 10^{-5} m/s) Wasser führen. Bei folgenden Quellfassungen dürfte es sich um Wasser aus Sandstein der OSM handeln:

1 km östlich von Büttikon (Koord. 2663.825/1241.965, ca. 515 m ü. M.). Fassung am Fusse eines mehrere Meter mächtigen Glimmersandsteinhorizontes. Da die Fassung in der Grundwasserkarte des Kantons Aargau (AGIS 2019) nicht verzeichnet ist, dürfte es sich um eine private Fassung ohne Schutzzonen handeln.

Altwis, Vorderwald. Stollenfassung am Fusse einer Sandsteinbank der Napf-Schüttung (Koord. 2662.300/1232.100, ca. 598 m ü. M.). In der Gewässerschutzkarte des Kantons Luzern ist eine provisorische Schutzzone ausgeschieden. Es dürfte sich hier um die einzige direkt im Molassefels gefasste Quelle im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch handeln.

Fahrwangen, Flure. Quellfassung am Fusse einer stark geklüfteten Sandsteinbank der Napf-Schüttung (Koord. 2660.580/1239.240, ca. 540 m ü. M.). Die in der Grundwasserkarte des Kantons Aargau nicht eingezeichnete Fassung liegt wenige Dutzend Meter südlich der «Bierhöhle», einem künstlich im Molassefels angelegten ehemaligen Kühlkeller.

Grundwasser führende Obere Meeresmolasse

Sandstein und insbesondere die Konglomerathorizonte der an der Oberfläche nirgends aufgeschlossenen Oberen Meeresmolasse (OMM) führen teilweise ergiebiges, gespanntes oder sogar artesisch gespanntes Tiefengrundwasser.

Im Wynental im Raum Reinach und im Seetal im Gebiet von Boniswil und Seengen abgetiefte Erdwärmesondenbohrungen haben im Fels der Oberen Meeresmolasse (OMM) gemäss Angaben in den Bohrmeisterrapporten häufig subartesisch bis artesisch gespanntes Grundwasser angetroffen. Dieses wurde jedoch keiner vertieften Abklärung unterzogen. Ergiebigkeit, Temperatur und chemische Zusammensetzung der Wässer wurden 2004 lediglich an einer Probe in der nachstehend aufgeführten Untersuchung abgeklärt. Demnach handelt es sich um ein anaerobes, «typisches karbonatisches Molassewasser». In einer 2001 abgetieften Erdwärmesondenbohrung in Boniswil (Koord. 2656.825/1240.875) wurde in einer Tiefe von 70 m unter quartären Ablagerungen eine fast 40 m mächtige Quarzitagelfluh (Angabe Bohrprofil) angetroffen, gefolgt von feinkörnigem und zum Teil mergeligem Sandstein bis zur Endteufe in 130 m. In 80 m Tiefe wurde in der Quarzitagelfluh Wasser angetroffen, das bis 2 m unter Geländeoberfläche anstieg. In der Folge wurde das gleiche Büro vom Kanton Aargau mit einer Abklärung der hydrogeologischen Verhältnisse in Boniswil beauftragt (MATOUSEK, BAUMANN & NIGGLI AG 2004).

Sodbrunnen

Sodbrunnen waren früher zur Fassung von Trinkwasser aus untief fliessendem Grundwasser weit verbreitet, besonders zahlreich waren sie in der Reusstalebene, wo das Grundwasser in den kiesigen Alluvionen des Reusstals genutzt wurde. Eher kurios ist der sagenumwobene Sodbrunnen auf der Egg südlich von Leutwil (Koord. 2656.125/1238.690). Er befindet sich fast genau beim Zusammentreffen der drei Gemeindegrenzen von Leutwil, Birrwil und Zetzwil und ist auf der Landeskarte 1:25 000 eingezeichnet. Der rund 10 m tiefe, ausgemauerte Sodbrunnen ist auf dem Höhenrücken zwischen Horn und Egg zur Hauptsache im mehrheitlich mergeligen Fels der Oberen Süsswassermolasse angelegt. An der Oberfläche ist schätzungsweise 2–3 m stark verwitterte und verlehmt Moräne einer älteren Eiszeit mit zahlreichen Findlingen aufgeschlossen. Ein eigentlicher Grundwasserleiter scheint nicht vorhanden zu sein und so gibt die Lage dieses Brunnens Rätsel auf. Nicht zuletzt auch, weil weitere Siedlungsspuren (z.B. einer Burg) zumindest an der Oberfläche nicht sichtbar und auch nicht bekannt sind. Der «Sodbrunnen von Leutwil» ist auch in einem Sagenbuch erwähnt (ATTENHOFER 1979).

FELSOBERFLÄCHE

Die Felsaufschlüsse im Gebiet des Kartenblattes Hitzkirch, das während der Letzten Eiszeit fast vollständig mit Eis bedeckt war, beschränken sich im Wesentlichen auf Bachtobel an den Flanken des Lindenbergs und bei Unterlunkhofen sowie einige Hügelkuppen zwischen Büttikon und Boswil. Westlich des Hallwilersees sind Felsaufschlüsse spärlich und kleinräumig. Dementsprechend präsentiert sich das Atlasblatt denn auch in vornehmlich grünlichen und hellen, für quartäre Ablagerungen reservierten Farbtönen. Einzig im ausserhalb des letzteiszeitlichen Maximalstandes gelegenen Gebiet nördlich von Leimbach (Kt. AG) ist der Molassefels am gegen das Wynental abfallenden Hang zwischen Egg und Homberg grossflächig aufgeschlossen.

Um dennoch zu einem Bild der Morphologie der Felsoberfläche zu gelangen, ist man auf die Auswertung von Bohrungen angewiesen. Es wurden knapp über 3000 Bohrungen ausgewertet, wobei die überwiegende Zahl der über 1400 Sondierungen, die den Fels erreicht haben, für die Installation von Erdwärmesonden abgetieft worden ist. Da von den direkt angrenzenden Kartenblättern des Geologischen Atlas 1:25 000 keine Felsisohypsenkarten erstellt worden sind, wurden für die Konstruktion der Felsisohypsen im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch wo nötig auch weitere Felsbohrungen ausserhalb des Blattperimeters – so vor allem im Reusstal, Bünztal und bei Rickenbach (Kt. LU) – erhoben und ausgewertet.

Bei destruktiv, als Spülbohrungen abgetieften Erdwärmesondenbohrungen ist im Gegensatz zu den gekernten Sondierungen die Ungenauigkeit der Angaben zur Felstiefe zu berücksichtigen (s. a. ISENSCHMID 2019). Die Ungenauigkeit beruht auf ungenauen Bohrmeisterrapporten, in denen oft ohne begleitende geologische Aufnahme nicht zwischen verwittertem, weichem Mergelfels und Lockergestein unterschieden wurde, aber auch auf nur unregelmässig erfolgten Probenahmen des Bohrkleins durch die Bohrfirma und teils auch auf unzutreffenden Interpretationen des Bohrguts durch den aufnehmenden Geologen. Alle verwendeten Bohrungen wurden vom Autor des Kartenblattes auf ihre Plausibilität überprüft, falls nötig und möglich auch korrigiert, und bei allzu vagen Angaben auch verworfen. Der Fehler der bei Erdwärmesondenbohrungen angegebenen Felskoten dürfte trotz kritischer Durchsicht bei rund ± 10 m liegen, wobei die Felskote aus den oben genannten Gründen tendenziell eher zu tief als zu hoch angegeben ist. In der Felsisohypsenkarte sind die nachfolgend beschriebenen Gravimetriemesspunkte von LÄUPPI (1983) mit einem separaten Symbol dargestellt.

Besonders zu erwähnen sind die drei ganz oder teilweise im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch verlaufenden, das Reusstal querenden Gravimetrieprofile «Mühlau Nr.54», «Muri Nr.55» und «Boswil Nr.56» (LÄUPPI 1983). Aus den gemessenen Bouguer-Anomalien bzw. den ermittelten Residual-Anomalien lässt sich die Tiefenlage der Felsoberfläche bei den einzelnen Messpunkten berechnen.

Auch wenn sich im Vergleich zu Erdwärmesondenbohrungen, die nachträglich zu den Messungen von LÄUPPI (1983) in der Nähe von dessen Messpunkten abgetieft worden sind, im Bereich mit grossen Lockergesteinsmächtigkeiten von 150 m und mehr Abweichungen von bis zu 50 m ergeben, sind diese Gravimetrieprofile für eine grobe Abschätzung der Felstiefe im zentralen Reusstal sehr wertvoll.

Seismische Profile, die die Tiefenlage der Felsoberfläche mit verlässlicher Genauigkeit wiedergeben, sind aus dem Perimeter des Kartenblattes nicht bekannt. Die im Zusammenhang mit der Erdölexploration durch die Aktiengesellschaft für schweizerisches Erdöl (SEAG) in den 1950er- und 1960er-Jahren erstellten Seismiklinien waren zwar nicht verwendbar, die dazu erstellten Aufzeitbohrungen für Schusslöcher lieferten jedoch einige wertvolle Daten.

Bei der vorliegenden Felsisohypsenkarte gilt es zu berücksichtigen, dass ihre Verlässlichkeit von der Dichte an Bohrungen und natürlichen Aufschlüssen abhängig ist. Der Verlauf der Isolinien wird umso unsicherer, je weniger Informationen verfügbar sind.

Ausgehend von den zwei wichtigsten, von Gletschern kräftig übertieften Hauptfelstälern der Reuss und des Aabachs (Seetal) mit dem Hallwilersee sind durch Eistransfluenzen das Bünzetal, die Talung Meisterschwanden-Sarmenstorf-Hilfikon und vermutlich auch der zwischen Beinwil und Gontenschwil liegende Abschnitt des Wynentals angelegt worden. Quer durch das Wynental verläuft eine ältere Felsrinne von Rickenbach über Reinach und Beinwil zum Seetal. Bemerkenswert ist eine hangparallel am Lindenberg von Hämikon nach Fahrwangen verlaufende Felsrinne, die bei Meisterschwanden ins Seetal mündet.

Reusstal

Die Reussebene liegt am nördlichen Blattgebietsrand nördlich von Rottenschwil auf 380 m ü. M., am südlichen Blattgebietsrand bei Mühlau bei 390 m ü. M. Im Blattperimeter wurde der Fels am östlichen Reusstalrand bei Unterlunkhofen bei 328 m ü. M. nachgewiesen. Bei Oberlunkhofen wurde der Fels in der Reusstalebene bis 330 m ü. M. nicht erreicht, bei Jonen wurde der Fels an der rechten Flanke der Felstalung noch bis in eine Tiefe von 360 m ü. M. erbohrt. Aus der zentralen Reusstalebene fehlen mit der Ausnahme einer Erdwärmesondenbohrung bei Rickenbach (Merenschwand), wo der Fels bis 305 m ü. M. nicht erreicht wurde, tiefere Sondierungen. Am linken Rand der Reusstalebene wurde der Fels bei Mühlau bis zu einer Kote von 334 m und bei Merenschwand sogar bis Kote 284 m nicht angetroffen. Bei Birri (Aristau) wurde der Fels in drei Erdwärmesondenbohrungen bis auf 239 m, 235 m und 229 m ü. M. nicht erreicht. In Rottenschwil wurde ebenfalls in drei Erdwärmesondenbohrungen bis auf 301 m, 285 m und 283 m ü. M. kein Fels angetroffen. Der mit 291 m ü. M. tiefste gesicherte Nachweis der Felsoberfläche stammt aus einer in Merenschwand abgetieften Erdwärmesondenbohrung (s. Felsisohypsenkarte, Taf. III).

Die Auswertung von nördlich des Blattgebietsrandes im Reusstal bei Hermetschwil-Staffeln, Bremgarten und Zufikon gelegenen Erdwärmesondenbohrungen ergibt, dass der Fels dort zum Teil tiefer als bei Kote 186 mü.M. liegt (Erdwärmesondenbohrung Nr. 10462 bei Koord. 2668.644/1244.495).

Die drei von LÄUPPI (1983) das Reusstal bei Rottenschwil–Unterlunkhofen, Muri–Jonen und Mühlau querenden Gravimetriemesslinien implizieren, dass die Felsoberfläche im Reusstal im Blattperimeter überall auf unter 150 mü.M. abfällt. Zwischen Oberlunkhofen und Merenschwand ist in der Reusstalachse aufgrund der Gravimetrieprofile eine rund 4 km lange und bis 600 m breite Depression zu vermuten, wo der Fels sogar tiefer als 100 mü.M. liegt. Die Anlage der Felstalung ist glazial bedingt, was auch die Verfüllung mit feinkörnigen und sandigen Seeablagerungen (glaziale Beckenablagerungen) zeigt.

Die tiefe Reussfelstalung verlässt auf der Höhe von Mühlau das heutige Reusstal und setzt sich über Maschwanden–Knonau nach Baar fort, wo sie in Zusammenhang mit den bekannten, alten Felstalungen von Richterswil–Menzingen–Baar und Zugersee–Baarerebene steht (Felsisohypsenkarte in WYSSLING 2007b, GUBLER 2009).

Bünztal

Nördlich von Merenschwand öffnet sich die eigentliche Reussfelstalung zu einem ins Bünztal reichenden Ast, der auf eine Diffluenz des Reussgletschers zurückzuführen ist. An der heutigen, durch Moränenwälle geprägten Geländeoberfläche ist diese Gabelung nicht ersichtlich. Der westliche, von rund 400 m ü.M. auf etwa 300 mü.M. steil abfallende Rand dieses ins Bünztal ziehenden Felstalastes verläuft durch zahlreiche Bohrungen gut belegt ab Merenschwand über Egg bei Muri und Boswil nach Villmergen.

Der rechte Rand dieses Abzweigers, markiert etwa anhand der 300-m-Felsisohypse, ist im Perimeter des Atlasblattes Hitzkirch nicht ersichtlich, er liegt weiter nördlich und verläuft ab Hermetschwil-Staffeln über Waldhäusern nach Wohlen. Bei Wohlen-Oberdorf taucht der zwischen unterem Bünztal und Reusstal verlaufende Molassefelsrücken rasch nach Süden ab.

Die Trogachse des Bünztal-Astes verläuft ab der Verzweigung vom Reusstal ab Althäusern etwa in der Mitte zwischen Bünzen und Besenbüren und dem Industriegebiet westlich von Waltenschwil nach Wohlen und steigt von etwas weniger als 250 mü.M. (bei Althäusern) auf knapp unter 300 mü.M. (bei Waltenschwil/Wohlen). Dies belegen die tiefsten erbohrten Felskoten, die bei Wohlen zweimal bei 293 mü.M. (Erdwärmesondenbohrungen Nr. 7139 und 10998 bei Koord. 2662.630/1244.930 und 2663.565/1243.898) und bei Waltenschwil bei 308 mü.M. (Erdwärmesondenbohrung Nr. 2909 bei Koord. 2665.180/242.800) liegen.

Die tiefsten Felskoten in der Felstalung wurden im Perimeter von Atlasblatt Hitzkirch in einer Aufzeitbohrung der SEAG ca. 1 km SSE von Besenbüren mit

225 m ü. M. und bei Bünzen mit 252 m ü. M. angetroffen. In Besenbüren wurde der Fels auch in den drei am tiefsten reichenden Erdwärmesondenbohrungen bis auf Koten von 289 m, 286 m und 270 m ü. M. nicht erreicht. Die südliche Fortsetzung des bei Wohlen abtauchenden, das Reusstal vom Bünztal trennenden Molassefelsrückens ist auf der Felsisohypsenkarte durch den Verlauf der 250-m-Felsisohypse angedeutet. Der zugegebenermassen ziemlich spekulativ gezogene Verlauf dieser Isohypse beruht auch auf den Daten aus dem Gravimetrieprofil «Boswil» von LÄUPPI (1983), das zwischen Bünz im Westen und der nach Staffeln führenden Kantonsstrasse eine mehr oder weniger unveränderte Höhe der Felsoberfläche angibt.

Lindenberg

Auf der moränenbedeckten Kuppe des 878 m ü. M. hohen Lindenberges sind keine Aufschlüsse von Molassefels bekannt. Die höchsten Felsaufschlüsse finden sich auf der Westseite des Lindenberges bei Müswangen und im Lieliwald bei Sulz auf 780 m ü. M. und auf der Ostseite bei Horben (Beinwil im Freiamt) auf ca. 750 m ü. M.

Bohrungen bei Weienbrunnen südöstlich von Müswangen haben Fels auf 815 m und 820 m ü. M. nachgewiesen (DR. HEINRICH JÄCKLI AG 1977). MÜHLBERG (1878, S. 17) beschreibt eine benachbart zum höchsten Punkt des Lindenberges gelegene Kiesgrube, «worunter noch etwa 8 Fuß tief in die Molasse aufgegraben ist.» Dabei handelt es sich mit grösster Wahrscheinlichkeit um die ehemalige, heute verfüllte Kiesgrube bei Koord. 2664.450/1234.300 (Rüedikerwald), deren Sohle bei etwa 850 m ü. M. angelegt war. Somit dürfte auf dieser Höhe Molassefels abgeschlossen gewesen sein. Im Einfamilienhausquartier Hämikon Berg fand sich im Aushubmaterial von bereits wieder hinterfüllten Baugruben auf Kote 850 m ü. M. reichlich Molassematerial, das auf in geringer Tiefe anstehenden Molassefels deutet.

Bei Kalchtare, Mettmenschongau, nahe dem Lindenberggrücken wurde Fels in drei Erdwärmesondenbohrungen in geringer Tiefe zwischen 10 und 20 m zwischen Kote 742 und 756 m ü. M. angetroffen.

Rund 1,5 km nördlich von Hämikon kann im Gitzitobel beim Weiler Tröleten eine gut 100 m tief in den Molassefels eingeschnittene, mit Moräne verfüllte Rinne kartiert werden. Dass es sich dabei um eine das Gitzitobel (Aescher Dorfbach) in Süd-Nord-Richtung querende quartäre Rinne handelt, kann nicht nur aus der Kartierung, sondern auch aus umliegenden Erdwärmesondenbohrungen abgeleitet werden. Besonders informativ war eine für den Schweizerischen Erdbebendienst ausgeführte Spülbohrung bei Koord. 2662.984/1233.028, wo der Molassefels erst in 110 m Tiefe auf Kote 567 m ü. M. angetroffen wurde. Der Verlauf der 300–500 m breiten Rinne südlich und nördlich des Gitzitobels ist nicht gesichert, aber es wird aufgrund von Bohrungen und der Kartierung eine Fortsetzung nach Norden über

Mettmenschongau–Niederschongau nach Fahrwangen postuliert. Die Rinnenachse fällt dabei über eine Strecke von gut 5 km kontinuierlich von 560 m ü. M. nördlich von Hämikon auf 500 m ü. M. bei Fahrwangen. Die Fortsetzung im Süden von Hämikon ist wegen fehlenden Bohrungen und Felsaufschlüssen unklar. An dieser Stelle wird vermutet, dass die Felsrinne sich bei steil auftauchender Muldenachse wie in der Felsisohypsenkarte dargestellt rasch aufweitet und damit einhergehend die Rinne in eine breitere und flachere Mulde übergeht, die in den Sattel bei Hämikon Berg/Schlatthof hochzieht. Die Anlage der mit Moräne verfüllten Felsrinne dürfte aufgrund des durchgehenden und anfänglich recht steilen Gefälles nach Norden primär erosiv durch Schmelzwässer einer früheren Eiszeit erfolgt und bei einem oder mehreren Eisvorstößen glazial überprägt worden sein. Bei Fahrwangen biegt diese Rinne nach Westen um und erreicht bei Meisterschwanden den Hallwilersee.

Felstalung Hallwilersee – Sarmenstorf – Villmergen

Aus dem Seetalbecken ist zwischen Meisterschwanden und Tennwil ein Eislappen über Sarmenstorf Richtung Villmergen vorgestossen. Dabei wurde der zwischen Sarmenstorf und Meisterschwanden liegende, Flure genannte, 562 m hohe Felshügel auf beiden Seiten umflossen. Südlich des Flure zieht von Meisterschwanden eine gewundene, nur etwa 150–200 m breite Felsrinne nach Fahrwangen hoch. Die Sohle der Rinne liegt bei Meisterschwanden bei etwa 385 m ü. M. und bei Fahrwangen auf 460 m ü. M. Diese glazifluviatil angelegte Rinne dürfte die Fortsetzung der oben beschriebenen Felsrinne Hämikon–Fahrwangen darstellen. Ab dem flachen Sattel, der von Fahrwangen über das Büelmoos Richtung Sarmenstorf leitet, ist die glazial überprägte U-förmige Felstalung rund 500 m breit und etwa 60 m tief. Im Südwesten von Sarmenstorf vereinigt sie sich mit einer weiteren, von Tennwil her kommenden Felstalung. Diese ist ebenfalls rund 500 m breit, die Muldenachse steigt von ca. 420 m ü. M. beim Hallwilersee an bis zum etwas über 440 m ü. M. gelegenen Felssattel zwischen Tennwil und Sarmenstorf. Die Fortsetzung der gut 70 m tiefen Felstalung zieht über Sarmenstorf Richtung Hilfikon–Villmergen, wobei sich der Querschnitt bis Hilfikon auf etwa 200 m verengt.

Seetal

Das rund 1,5 km breite Seetal mit dem Hallwilersee (Seespiegel 448 m ü. M.) verläuft ziemlich gradlinig in SSE–NNW-Richtung durch das Kartengebiet. Über den Tiefgang der Felstalung gibt nur eine einzige Bohrung Auskunft, die 1975 im Rahmen einer hydrogeologischen Erkundung des Grundwasservorkommens zwischen Hallwiler- und Baldeggersee (MENGIS & SCHMIDT 1975) NNW von Ermensee bei Koord. 2660.490/1231.840 abgetieft worden ist. Der Fels wurde trotz einer

Bohrtiefe von 203 m nicht erreicht, was bedeutet, dass die Felsoberfläche an dieser Stelle tiefer als 257 m ü.M. liegt. Allerdings beruht diese Aussage einzig auf dieser Spülbohrung. Am Nordende des Hallwilersees hat eine Bohrung bei Boniswil den Fels bis in eine Tiefe von 350 m ü.M. nicht erreicht, bei Seengen ist das Abfallen der Felsoberfläche am rechten Trogrand bis auf 350 m ü.M. durch mehrere Erdwärmesondenbohrungen gut dokumentiert. Nur rund 250 m nördlich des Blattgebietsrandes ist bei Seengen in einer Aufzeitbohrung der SEAG der Fels auf 293 m ü.M. nachgewiesen worden (Koord. 2656.852/1242.272). In der nördlichen Fortsetzung der Felstalung ist der Fels in der Nagra-Tiefbohrung Schafisheim auf Kote 177 m ü.M. angetroffen worden (MATTER et al. 1988, Felsisohypsenkarte in JORDAN et al. 2011). Dies ist die tiefste nachgewiesene Felskote im vom Gletscher übertiefen Seetal (JORDAN et al. 2011).

Wynental

In der geologischen Karte zeigt sich das Wynental als einfache, SSE-NNW verlaufende Talung, die bei Reinach eine beckenartige Aufweitung aufweist und sich nach Süden immer mehr verengt. Im Untergrund zeigt das Felsrelief jedoch komplexere Verhältnisse mit zwei sich kreuzenden Felstälern von unterschiedlichem Charakter. Die von Beromünster kommende Felstalung weist am südlichen Dorfausgang von Menziken einen eher U-förmigen Querschnitt von rund 1 km Breite auf. Bis Reinach verbreitert sich die Felstalung auf etwa 1,2 km und bis Leimbach auf etwa 1,5 km. Bei der Kirche von Menziken zeichnet sich mitten im Tal ein flacher Felsrundhöcker ab. Die Trogachse liegt am südlichen Blattrand bei ca. 550 m ü.M. rund 40 m unter dem Talboden und etwas südlich vom Zusammenfluss von Wyna und Rickenbach auf etwa 520 m ü.M., ebenfalls rund 40 m unter dem Talboden. Im Koordinatenkreuz 2657.000/1232.000 wird dieser eher breite Trog durch eine enge, tiefe, aus westlicher Richtung kommende Rinne abrupt – durch Bohrungen gut belegt – gequert. Die Trogachse dieser von Rickenbach-Niederwil herkommenden Rickenbach-Felsrinne liegt hier 120 m unter dem Talboden auf etwa Kote 440 m ü.M. und somit 80 m tiefer als die von Süden von Beromünster herkommende Wyna-Felstalung. Nachdem die beiden Felstäler (Rickenbach-Felsrinne und Wyna-Felstalung) sich den Weg nach Norden geteilt haben, trennen sie sich wieder bei Alzbach (Koord. 2656.000/1234.500): Die Felstalung der Wyna setzt sich in nördlicher Richtung nach Gontenschwil (ausserhalb des Blattperimeters fort), die Rickenbach-Felsrinne hingegen schwenkt nach Osten um und zieht in 130 m Tiefe unter dem das Wynental vom Seetal trennenden Sattel bei Beinwil hindurch zum Hallwilersee. Dort mündet sie auf etwa 420 m ü.M. in die breite und viel tiefere Felstalung des Seetals. Die Trogachse ist zwischen Alzbach und Hallwilersee stets auf 420 m ü.M. zu vermuten. Die Trogachse der Wyna-Felstalung wird nach der Verzweigung bei Alzbach basierend auf drei Bohrungen, die den Fels bei 422 m, 431 m und 458 m ü.M. erreicht haben, gleichbleibend auf etwa

400 m.ü.M. vermutet. In der nördlichen Fortsetzung der Wyna-Felstalung findet sich bei der ARA Zetzwil eine Bohrung, die den Fels in 96 m Tiefe auf Kote ca. 400 m.ü.M. angetroffen hat (GRAF et al. 2012).

LÄUPPI (1983, S. 85 u. 96) vermutet aufgrund der 100 m tiefen Bohrung bei Ämmet/Gmeinweid (Koord. 2655.945/1231.426), die den Fels erst in 89 m Tiefe auf 514 m.ü.M. angetroffen hat, eine Fortsetzung der Rinne von «Moos» (gemeint dürfte das Niedermoos bei Niederwil sein und nicht das «Moos» 1,5 km westlich von Beromünster) gegen das Wynental. Heute ist die Existenz einer solchen Rinne dank zahlreicher Erdwärmesondenbohrungen gesichert.

Die beiden Felstalungen sind das Produkt mehrfacher fluviatiler und glazialer Erosionsphasen während sicher mehr als einer Eiszeit. Gesichert ist, dass die Rickenbach-Felsrinne älter ist als der letzte Eisvorstoss über Beromünster und Beinwil ins Wynental, da der in der Kiesgrube Ämmet aufgeschlossene, in der Rickenbach-Felsrinne abgelagerte glazifluviatile Ämmet-Schotter am Hang gegen das Wynental erosiv abgeschnitten und mit Grundmoräne überzogen ist. Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Verbindung Rickenbach–Menziken–Beinwil–Seetal eine ältere, glazifluviatil angelegte Talung ist und die Verbindung zwischen Reinach und dem nördlich von Gontenschwil/Zetzwil wieder deutlich enger werdenden Wynental erst später durch die aus dem Seetal vorstossenden Eisplatten geschaffen wurde. Das Wynental könnte sich zuvor ab Gontenschwil entlang dem Sägenbach nach Süden fortgesetzt haben – eine Annahme, die auch von GRAF et al. (2012, S. 60) in Betracht gezogen wird.

Fluviatile Felsrinnen im Seetal unter dem heutigen Spiegel des Hallwilersees (448 m.ü.M.)

Die Achse der oben beschriebenen, vom Wynental über Beinwil verlaufenden, mutmasslich fluviatil angelegten Felsrinne mündet auf ca. Kote 420 m.ü.M. ins Seetal. Diese Rinne ist älter als der letzte Eisvorstoss, da sie von Moräne bedeckt ist und im Seetal diskordant abgeschnitten wird.

Eine weitere, von Fahrwangen kommende, fluviatil angelegte Felsrinne mündet auf Kote ca. 380 m bei Meisterschwanden ins Seetal. Auch diese Rinne ist aufgrund ihrer Verfüllung mit abschliessender Moränendecke älter als der letzte Eisvorstoss.

Bei der Mündung des spät- und postglazial erodierten Gitzitobels bei Aesch lässt sich im Untergrund des grossen Schuttfächers eine Fortsetzung des Felstobels bis auf ein zwischen 440 und 460 m.ü.M. liegendes Niveau erkennen. Das passt gut zum heutigen Vorflutniveau, das durch den Hallwilersee gegeben ist. Der Hallwilersee hat sich hinter dem das Seetal bei Boniswil-Seengen querenden, dem Stetten-/Zürich-Stand zuzuordnenden Endmoränenkranz, gebildet.

Aus der Beobachtung, dass fluviatile Felsrinnen, die älter als der Eisvorstoss zum letzteiszeitlichen Maximum (LGM) sind, auf Koten zwischen 380 m.ü.M. (bei

Meisterschwanden) und 420 m ü. M. (bei Beinwil) ins Seetal münden, ist zu schließen, dass die Vorflut entsprechend tiefer lag als das heutige Niveau des Hallwilersees. Die heutige fluviatile Erosionsbasis liegt für das Seetal wie auch das Wynental auf Kote ca. 320 m ü. M. bei der Felsschwelle im Aaredurchbruch durch den Faltenjura bei Wildegg (JORDAN et al. 2011). Die Entstehung der tiefsten Rinne im Wynental wie auch der Felsmorphologie im Aaretal (und Seetal) wird von JORDAN et al. (2011) während der ausgehenden Beringen-Eiszeit (Vorletzte Eiszeit) vermutet.

MODELLIERUNG DER GRENZFLÄCHE OMM/OSM

Mittels geologischer 3D-Modellierung konnte im Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch eine abgedeckte Karte erstellt werden.

Da im Perimeter des Kartenblatts Hitzkirch nebst den quartären Lockergesteinen oberflächlich nur OSM aufgeschlossen und die OMM lediglich in Bohrungen nachgewiesen ist, wurde die Grenzfläche OMM/OSM mit Hilfe der geologischen 3D-Modellierung erstellt. Diese Fläche wurde anschliessend mit der Felsoberfläche verschnitten. Daraus resultierten die geologischen Konturen der abgedeckten Karte, die in der Nebenkarte «Tektonische Übersicht» und in der Felsisohypsenkarte (Taf. III) aufgeführt sind.

Eingangsdaten

Eine wichtige Grundlage für die Modellierung der Grenzfläche OMM/OSM bilden die Isohypsenkarte des Künsnacht-Bentonits und die daraus ermittelten Faltenachsen. Sie vermitteln ein Bild des Schichtverlaufs innerhalb der OSM, ca. 250 m oberhalb der OMM/OSM-Grenze.

Des Weiteren wurden ca. 100 Bohrungen mit Angaben zur Höhenlage der OMM/OSM-Grenze im Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch und seiner Nachbarblätter für die Modellierung der Grenzfläche OMM/OSM verwendet. Die Bohrungen wurden in verschiedene Kategorien eingeteilt, da nicht alle Angaben zur Grenze gesichert sind:

- Grenze OMM/OSM (Top OMM)
- Top OMM höherliegend, da OMM erodiert oder unsichere Angaben zur Lithologie vorhanden oder
- Top OMM tieferliegend, da nicht erreicht

Zudem sind die kartierten OMM/OSM-Aufschlüsse der angrenzenden Nachbarblätter in die Modellierung eingeflossen.

Nach der Modellierung der Grenze OMM/OSM konnten mit Hilfe des Felsoberflächenmodells (basierend auf der Felsisohypsenkarte, Taf. III) bzw. mit dessen Verschnitt die geologischen Konturen der abgedeckten Karte erstellt werden.

Modellierung

Die Modellierung der Grenzfläche OMM/OSM (nachfolgend auch als Top OMM bezeichnet) im Bereich des Atlasblattes Hitzkirch und seiner Nachbarblätter erfolgte grösstenteils mit der Software Petrosys. Zur visuellen Kontrolle wurden auch die Software Move und ArcGIS eingesetzt.

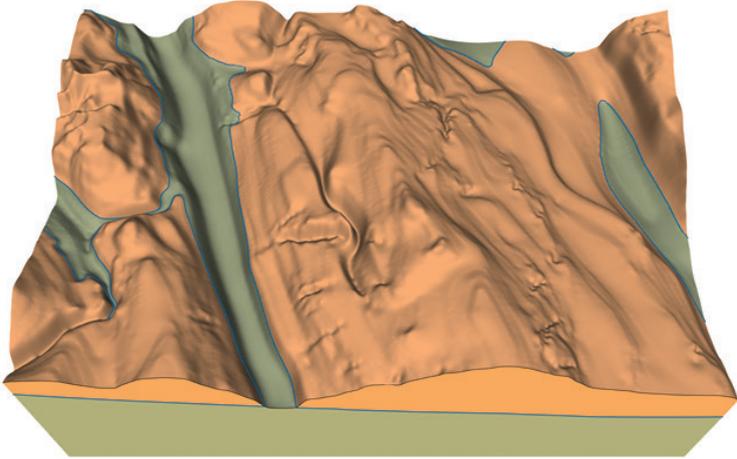


Fig. 18: Ansicht (Blockdiagramm) der 3D-Modellierung des Verschnitts der modellierten Grenzfläche OMM/OSM mit der auf der Felsisohypsenkarte beruhenden Felsoberfläche. Blockauschnitt=Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch, olivgrün=OMM, goldgelb=OSM. 5-fach überhöht. S. Signer 2019.

In einem ersten Schritt wurde aus den Isohypsen des Künsnacht-Bentonit-horizonts ein digitales Höhenmodell gerechnet. Dieses wurde mit der Funktion «Well-tie» an die gesicherten Bohrungen und gesicherten Ausbisslinien von Top OMM angeglichen.

Durch mehrmalige Kontrollen mit den restlichen Bohrdaten und daraus resultierenden Anpassungen der Isohypsen wurde die Fläche Top OMM in einem iterativen Prozess modelliert.

Abgedeckte Karte

Durch den Verschnitt der modellierten Grenzfläche OMM/OSM mit der Felsoberfläche (basierend auf der Felsisohypsenkarte, Taf. III) konnte eine abgedeckte Karte generiert werden. Diese wird in der Nebenkarte «Tektonische Übersicht» und in der Felsisohypsenkarte (Taf. III) dargestellt. Für die tektonische Übersicht wurde der Verschnitt der modellierten Grenze OMM/OSM im Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch mit der neu erstellten Felsoberfläche rundherum mit der Felsoberfläche von GeoMol (Version 2014) generiert. Letzere wurde an den Kartenblatträndern an die aktuellere Felsoberfläche von Atlasblatt Hitzkirch angepasst.

MINERALISCHE ROHSTOFFE

Kies

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch finden sich keine grösseren Kiesvorkommen von guter Qualität. Gemäss einem Plan mit den bedeutendsten Kiesabbaustellen im Kanton Aargau gab es im Jahr 2003 in dem im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch gelegenen Kantonsteil keinen Kiesabbau mit mehr als 5000 m³/Jahr¹. Der Abbau von Kies ist heute überall eingestellt, die meisten früheren Gruben sind aufgefüllt, verfallen oder zugewachsen. Die drei grössten Abbaustellen befanden sich nördlich von Merenschwand (Sandgrueb), südöstlich von Boswil (Buerlihübel) und südlich von Menziken (Ämnet). In der Karte sind alle Gruben dargestellt, die entweder im Feld noch als solche erkannt wurden oder in alten Karten verzeichnet waren. Nachstehend wird die Gewinnung von Kies bezogen auf die verschiedenen quartären Einheiten kurz aufgelistet:

Höherer Deckenschotter

Am Heubeerihübel (Koord. 2656.600/1237.650, Name nur in der LK 1:10000) 1 km westlich von Birrwil wurde das hochliegende Deckenschottervorkommen in einer Grube abgebaut. Es handelt sich um einen meist unverkitteten sandigen Kies, die Gerölle sind mehrheitlich gut gerundet. In der heute aufgelassenen und zunehmend überwachsenen Grube ist der Deckenschotter noch über eine Höhe von ca. 8 m aufgeschlossen.

Moräne (Till) älterer Eiszeiten

Die Moränen über dem Maximalstand der Letzten Eiszeit sind häufig von ausgeprägt kiesiger Zusammensetzung. In vertikaler und horizontaler Richtung wechseln Moräne mit verschwemmter Moräne und eisrandnahen, meist teilweise verkittetem Schotter auf kurze Distanz. Im Kartenperimeter finden sich am Lindenberg drei ehemalige Kiesgruben, die bei der Aufnahme der Kartierarbeiten im Jahre 2007 bereits verfüllt waren. Der Umstand, dass am nahezu gänzlich von Moräne bedeckten Lindenberg Kies ausgerechnet bei der höchstgelegenen Erhebung auf rund 850 m ü. M. beschafft werden musste, illustriert die Aussage bestens, wonach die mittelpleistozänen Moränen kiesiger sind als die vielfach als typische, stark siltig-sandige Grundmoräne ausgebildete letzteiszeitliche Moräne. Am Horn 1,5 km SSE von Leutwil findet sich eine weitere aufgelassene Kiesgrube.

¹AGIS (2019)

Mittelpleistozäner Schotter

In der Grube Ämmet bei Menziken wurde ein knapp 40 m mächtiger, glazifluviatiler Schotter (Ämmet-Schotter, q_{sA}) abgebaut, der von Grundmoräne überlagert ist (s. Fig. 10).

Früh- bis hochglazialer Vorstossschotter i. Allg.

Mit einer Moränendecke überzogener glazifluviatiler Schotter (Mooretal-Schotter, q_{sM}) wurde nordwestlich des Buerlihübels bei Boswil – eine Grube konnte noch im Abbau besichtigt werden – und in zwei längst aufgelassenen kleinen Gruben im Mooretal nordöstlich von Besenbüren ausgebeutet. Ferner fand der Abbau in zwei Gruben bei Jonen am Ostrand der Reusstalebene statt. Das Kiesvorkommen bei den seit längerem verfüllten Kiesgruben bei Waldhof südlich von Merenschwand (q_{sM}) wird aufgrund der glazial überprägten Morphologie ebenfalls den früh- bis hochglazialen Vorstossschottern zugeordnet, auch wenn im Bereich der Gruben eine Moränendecke zu fehlen scheint.

Letzteiszeitliche kiesige Moräne

Eine überwiegende Anzahl der Kiesgruben im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch ist in letzteiszeitlichen Moränenwällen angelegt. Es handelt sich naturgemäss um kleine Gruben, in denen siltig-sandiger Kies mit Steinen und Blöcken für den lokalen Bedarf abgebaut wurde. Die kleineren Blöcke wurden früher zur groben Pflasterung der Flur- und Waldwege verwendet. Den zur Zeit besten Einblick in das Innere eines letzteiszeitlichen Moränenwalls liefert die noch teilweise offenstehende Kiesgrube nordwestlich von Besenbüren bei Koord. 2667.900/1241.075.

Kiesige Deltasedimente, eisrandnaher Schotter

In der Sandgrueb bei Merenschwand wurde spätglazialer, nicht überfahrbarer Deltaschotter (q_{sDR}) in einer der grössten Kiesgruben im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch abgebaut. Die teilweise noch offenstehende Grube war bei Aufnahme der Kartierarbeiten bereits so stark überwachsen, dass keine Aufschlüsse mehr sichtbar waren. Randglazialer Schotter (q_{sR}) wurde auch nördlich von Boswil bei der Femmatte und 1,5 km nördlich von Sarmenstorf südlich von Längg in mehreren kleinen Gruben abgebaut. In der «Griengrube im Wylihölzli» nördlich von Muri wurde nach MÜHLBERG (1878, S. 14) randglazialer Schotter ausgebeutet. Es dürfte damit die ehemalige Kiesgrube ca. 400 m nördlich von Wili gemeint sein.

Niederterrassenschotter

Bei Ermensee und Richensee (Hitzkirch) wurde in drei kleineren Gruben Ermensee-Schotter (q_{sE}) abgebaut, der direkt im Vorfeld bzw. auch auf der Innenseite des das Seetal querenden Moränenkranzes liegt.

Randglaziale Schmelzwasserschuttkegel

Nördlich von Fahrwangen und am Blattgebietsrand nördlich von Kallern wurden Kiesgruben in randglazialen Schmelzwasserschuttkegeln angelegt.

Kalktuff

Alle nachstehend erwähnten Kalktuff- bzw. Kalksinterlager sind postglazialen Alters. Es handelt sich um Quelltuff, der zur Gewinnung von Baustein abgebaut wurde.

Aristau

QUERVAIN (1940) beschreibt 650 m nördlich der Kirche von Aristau einen Steinbruch in Kalktuff. Gemäss seiner Skizze und alten Luftbildern lag dieser heute nicht mehr sichtbare Steinbruch bei Koord. 2669.875/1238.375. Das an einem zur Reusstalebene abfallenden Hang liegende Kalktufflager wurde entlang eines stauenden Quellhorizontes auf Kote ca. 400 m ü. M. über dichter Grundmoräne gebildet, das Wasser floss in kiesigen Moränenschichten vom Hang her zu. Die Schichtung des Quelltuffs verläuft hangparallel. Das Lager erstreckte sich nach QUERVAIN (1940) über eine Länge von ca. 220 m und wies im erwähnten Steinbruch eine durchschnittliche Mächtigkeit von etwa 4,5 m auf, die grösste Mächtigkeit betrug 6,5 m. Das Gesamtvolumen wurde auf ca. 90 000 m³ geschätzt. Anhand alter Karten und Luftbildern sind vier Gruben auszumachen. Im Gelände sind heute vom Kalktuffvorkommen keine Spuren mehr zu finden, vermutlich ist der Kalktuff grösstenteils abgebaut worden.

Boniswil

MÜHLBERG (1910, 1911) erwähnt den Abbau von Kalktuff bei Boniswil. In der geologischen Karte von MÜHLBERG (1910) ist das Vorkommen bei Koord. 2656.100/1240.750, jedoch ohne Grubensymbol, eingezeichnet. Im Gelände ist dieses Vorkommen heute nicht mehr zu erkennen. QUERVAIN (1969) erwähnt im Abschnitt «Kalktuffe» ohne präzisere Angabe nebst dem oben beschriebenen Vorkommen bei Aristau eines bei Leutwil. Da dort kein Kalktuffvorkommen ausfindig gemacht werden konnte, dürfte wohl jenes von Boniswil gemeint sein. Die Stelle ist in der Karte mit dem Index T für abgebauten Quelltuff, aber ohne Grubenzeichen markiert.

Oberniesenberg

MÜHLBERG (1910, 1911) erwähnt den Abbau von Kalktuff bei Oberniesenberg. In seiner geologischen Karte (MÜHLBERG 1910) ist ein grösseres Vorkommen

bei Koord. 2663.500/1238.800 mit einer Grube eingezeichnet. Im Gelände sind Quellfassungen und eine auffallende Vertiefung zu erkennen, die auf den früheren Abbau des Quelltuffs zurückzuführen ist. Ob es sich beim stauenden Horizont um Grundmoräne (wie in der vorliegenden Kartierung) oder um Molasse (geol. Karte von MÜHLBERG 1910) handelt, die hier in geringer Tiefe unter der Moräne zu erwarten ist, ist unklar. Im Feld wurden keine Hinweise auf anstehenden Molassefels gefunden.

Wissenbach, Buttwil

Am linken Ufer des Wissenbachs findet sich bei Koord. 2664.750/1235.250 ein an der Oberfläche rund 30x30 m messendes Kalktuffvorkommen. Es kann vermutet werden, dass es früher teilweise ausgebeutet worden ist. Das Vorkommen ist in der Geotechnischen Karte der Schweiz (QUERVAIN & FREY 1963) verzeichnet.

Süswasserkalk

Süswasserkalk wurde bei Uezwil zum Kalkbrennen und möglicherweise auch als Baustein ausgebeutet (MÜHLBERG 1910). Die betreffende Kalkschicht ist heute nicht mehr aufgeschlossen, die Abbaustelle befand sich jedoch aufgrund der geologischen Karte MÜHLBERGS (1910), wo ein Grubensymbol eingezeichnet ist, ungefähr bei Koord. 2663.600/1241.200. In der Siegfriedkarte wurde die Lokalität mit «Gruben» bezeichnet.

Weitere Abbaustellen von Süswasserkalk sind nicht bekannt, aufgrund der weiten Verbreitung der Süswasserkalke aber gut möglich.

Einen Hinweis auf eine Kalkbrennerei liefert die Ortsbezeichnung «Chalchofe» beim Friedhof von Bettwil. Da nur 1 km weiter nördlich der römische Gutshof Murimooshau (Sarmenstorf) liegt, ist es gut möglich, dass hier seit langer Zeit Kalk gebrannt wurde, das Rohmaterial hätten das nur knapp 1 km entfernte Kalktuffvorkommen bei Oberriesenberg (s. Abschnitt Kalktuff) oder die einst häufigen Kalkfindlinge liefern können. Molassesüswasserkalk kommt im weiteren Umkreis jedenfalls nicht vor. Dass zur Römerzeit im Mittelland alpine Kalke zum Kalkbrennen verwendet wurden, ist aus der archäologischen Untersuchung von drei Kalköfen bei Kempraten belegt (ACKERMANN & KOCH 2015). Dort wurde neben Molassekalk auch Kalk der Quinten-Formation gebrannt. Ob dazu Findlinge abgebaut oder der Kalk aus den nahen alpinen Vorkommen herantransportiert wurde, ist nicht geklärt.

Sandstein

In mit Bruchsteinen gebauten Gebäudemauern findet sich immer wieder auch behauener Sandstein aus der Oberen Süswassermolasse. Dieser verwittert

wegen der schlechten Zementation des Sandsteins zwar rasch, wurde aber bei Mangel an alpinen Bausteinen trotzdem in kleinen, heute meist nicht mehr erkennbaren Brüchen abgebaut. Einige wenige Abbaustellen konnten im Feld und teils auch dank alter Karten noch erkannt werden, so bei Büttikon (Koord. 2662.900/1241.875), Uezwil (Koord. 2663.475/1241.125, auf alten Karten verzeichnet und Koord. 2663.525/1241.620), bei Unterlunkhofen (Koord. 2671.400/1241.950) und südlich von Mühlau (Koord. 2671.650/1230.400). Bei Reinach befindet sich ein heute noch aufgeschlossener Sandsteinbruch (Koord. 2657.150/1233.950), wo ein Rinnensandstein der Napf-Schüttung abgebaut wurde.

Fragliche Abbaustellen wurden bei Altwis (Koord. 2661.675/1232.675) und bei Unterniesenberg (Kallern, Koord. 2664.450/1239.925) ausgemacht. Soweit noch ersichtlich, wurde Sandstein der karbonatreichen Hörnli-Schüttung abgebaut, der im Vergleich zum «granitischen» Sandstein der Napf-Schüttung besser zementiert ist.

Erratische Blöcke

Findlinge waren willkommene Lieferanten von qualitativ gutem Baustein. Für den Bau von Häusern, Scheunen usw. wurden früher nebst Holz fast ausschliesslich Findlinge verwendet (s. Fig. 20). Molassesandstein wurde wegen der schlechten Qualität nur vereinzelt und immer zusammen mit Findlingen verbaut. MÜHLBERG (1869) schreibt dazu: «Da es an manchen Orten an anderweitigem Baumaterial fehlt und sie [*die Findlinge*] sich oft durch grosse Festigkeit und Dauerhaftigkeit auszeichnen, hat man sie schon seit langer Zeit und namentlich in unseren Tagen, wo Pulver und Sprengöl deren Zertheilung erleichtern, zu Baumaterial und zu anderen Zwecken verwendet.»

MÜHLBERG (1869) beschreibt den Abbau und das Verschwinden der als Bausteine überaus geschätzten Granitfindlinge aus dem Reusstal: «Alle diese Höhenzüge sowohl auf dem linken als auf dem rechten Ufer der Reuss waren früher sehr reich an kolossalen Granitblöcken und lieferten den italienischen Steinhauern eine reiche Ausbeute.»

Der als Megalithturm von Richensee (Hitzkirch) bekannte mittelalterliche Festungsbau wurde aus grossen, meist unbehauenen Findlingsblöcken aufgemauert (Fig. 19). Er ist ein besonders eindrückliches Beispiel zur Verwendung von Findlingen im Mittelalter, als diese noch überwiegend als Rohblöcke oder nur grob zugehauen verbaut wurden.

Der im 19. Jahrhundert industrielle Ausmasse annehmende Findlingsabbau wird in KÜNDIG et al. (1997) zusammengefasst: «Die steinmetzmässige Verarbeitung der Blöcke setzte im 16. und 17. Jahrhundert ein und erreichte im 18. und 19. Jahrhundert ihren Höhepunkt. Sie erfolgte vielfach an Ort und Stelle, häufig durch spezialisierte, umherziehende Equipen italienischer Steinmetzen, sogenannten «Graniteuren». Ihr Name weist darauf hin, dass in allererster Linie die Granite, «Geissberger» genannt, gesucht waren.»



Fig. 19: Megalithurm von Richensee (Hitzkirch), erbaut um das Jahr 1237, bestehend aus grossen Findlingsblöcken. Die grössten Granitblöcke weisen eine Länge von bis zu 120 cm auf.
Foto D. Kälin 2020, Detail H. Mändli 2017.

Vom früheren Abbau zeugen heute noch vereinzelt anzutreffende Bohrlöcher an nicht vollständig abgetragenen Findlingen sowie runde Vertiefungen im Waldboden, z.T. begleitet durch splittrigen Gesteinsschutt, der als Abfall bei der Bearbeitung der Blöcke an Ort und Stelle anfiel.

Lehm und Ton

Ein früher Abbau von Lehm und Ton für Ziegeleien ist von LETSCH et al. (1907) dokumentiert worden. Da die Tiefe der Gruben meist unter ca. 2,5 m blieb, sind sie bei den Aufnahmen der Sigfried- und der Landeskarte 1:25 000 nicht berücksichtigt worden. Im Gelände sind die flachen ehemaligen Abbaustellen meist nicht mehr erkennbar.

Folgende Lokalitäten sind in LETSCH et al. (1907) dokumentiert:

Ziegelei Altwis

Bei Altwis wurden in weniger als 1 m Tiefe ab Geländeoberkante anstehende feinkörnige Überschwemmungsablagerungen im distalen Bereich des Altwiserbach-Schuttfächers in flachen Gruben abgebaut. In LETSCH et al. (1907) sind bei Koord. 2660.675/1232.725 und 2661.075/1232.500 zwei Lehmgruben entlang der Strasse Altwis–Mosen bzw. entlang des Altwiserbachs eingezeichnet. Die Mächtigkeit der Lehmlager betrug rund 1,5 m. Der jährliche Abbau wird für die beiden Gruben auf je etwa 200 m³ beziffert. Die Abbaustellen sind heute im Gelände nicht mehr erkennbar, vermutlich wurden sie aufgefüllt. Gemäss Eintrag in der Sigfriedkarte von 1887 stand die Ziegelei in Altwis bei Koord. 2661.725/1232.430 direkt am Bach. Aufgrund eines Kartenvergleichs muss die Anlage bereits zwischen 1915 und 1932 abgebrochen worden sein.

Lehmabbau Aesch (Kt. LU)

Bei den Kartierungsarbeiten und auf alten Luftbildern konnten etwas weiter nördlich der vorangehend beschriebenen zwei Gruben von Altwis auf Gemeindegebiet von Aesch (Kt. LU) an der Strasse Aesch–Mosen zwei weitere mutmassliche Lehm-Abbaustellen ausgemacht werden. Eine befindet sich bei Koord. 2660.300/1233.250, der frühere Abbau ist anhand rund 1 m hoher Böschungsränder der aufgelassenen Grube heute noch zu erkennen. Auf Luftbildern von 1951 und 1972 ist der stattfindende Abbau erkennbar. Auf einem Luftbild von 1942 ist an gleicher Stelle noch ein weiterer Abbau zu erkennen. Die zweite Grube lag bei Koord. 2660.500/1233.150 und ist auf einem Detailplan von 1975 mit einer Grubensignatur eingezeichnet, auf Luftbildern nur indirekt über die Parzellierung und Vegetation erkenntlich. Diese zwei Gruben lagen am distalen Rand des grossen, aus dem Gitzitobel mündenden Bachschuttfächers. Hier dürften feinkörnige



Fig. 20: Scheunenwand in Kallern, bestehend aus u.a. vielen Granitfindlingen. Foto H. Mändli 2017.

Überschwemmungsablagerungen des Vorderbachs abgebaut worden sein. Unbekannt ist, in welche Ziegelei der ausgebeutete Lehm geführt wurde, naheliegender wäre eine Verarbeitung in der Ziegelei Hochdorf. In QUERVAIN (1969, S. 243) findet sich ein Hinweis auf ein «grösseres Vorkommen bei Aesch», die feinkörnigen Überschwemmungsablagerungen werden dort als «alter Seeschlamm» klassifiziert. Auf der von QUERVAIN & FREY (1963) verfassten Geotechnischen Karte der Schweiz ist tatsächlich das grössere der beiden Lehmlager auf der Westseite der Strasse eingezeichnet.

Ziegelei Aristau

Etwa 2 km nördlich von Aristau wurde nach LETSCH et al. (1907) bei Koord. 2670.000/1239.500 ein direkt unter dem Humus liegendes, rund 1 m mächtiges Lehmlager abgebaut. Das Lehmlager liegt auf einer alten Terrasse rund 8–9 m über der heutigen Reusstalebene in See- bzw. Überschwemmungsablagerungen (Reusstal-Seebodensedimente, q_{SLR}) des ehemaligen Reusstalsees (s. S. 61). Der Lehmstich ist auch auf alten Luftfotos von 1943 gut erkennbar. An gleicher Stelle wurde

später eine auch in der Landeskarte eingezeichnete, mit rund 9 m wesentlich tiefere Lehmgrube bis auf den Grundwasserspiegel des Reusstals ausgehoben. Nach Auskunft von Anwohnern wurde hier Lehm für die Ziegelei Muri abgebaut.

In QUERVAIN (1969, S.243) findet sich ein Hinweis auf ein von Überschwemmungsablagerungen der Reuss gebildetes Lehmlager bei Rottenschwil. Es dürfte sich jedoch um das hier beschriebene, hart an der Grenze zu Rottenschwil, aber noch auf Gemeindegebiet Aristau gelegene Vorkommen handeln. In der von QUERVAIN & FREY (1963) verfassten Geotechnischen Karte der Schweiz ist jedenfalls das Lehmlager an der hier besprochenen Stelle eingezeichnet.

Eine weitere, viel kleinere Abbaustelle befand sich nach einer Abbildung in LETSCH et al.(1907) bei Koord.2670.050/1239.060 (in der Karte nicht eingezeichnet).

Der ausgebeutete Lehm wurde teils in der Klosterziegelei Muri (später Ziegelhütte Muri) und in der Ende der 1880er-Jahre aufgegebenen Ziegelei in Althäusern verarbeitet.

Ziegelherstellung Inselhof, Oberlunkhofen

Nach Auskunft von J. Fischer, Geschäftsführer Stiftung Reusstal (2017), fabriizierte ein Hans Hausherr, der 1750–77 den Inselhof (Werd) zu eigen hatte, dort Ziegel. Dabei dürfte es sich um ein heute verschwundenes Gehöft namens «Inselhof» auf einer leicht erhöhten Terrasse in der Reussebene bei Oberlunkhofen handeln, das auf der Michaeliskarte von ca. 1840 bei Koord. ca. 2671.450/1240.750 noch verzeichnet ist. Auch diese kleine Abbaustelle wurde nicht in die Karte eingetragen.

Ziegelei Hämikon

In LETSCH et al. (1907) findet sich im Abschnitt zum «Tonlager Altwis» ein Hinweis auf eine «östlich von Altwis in Hämikon gelegene Ziegelei», die nicht mehr betrieben werde. Möglicherweise wurden dort tonige See- und Verlandungssedimente aus dem Liegenden der Torfschicht im Moos bei Müswangen gebrannt. Lehm findet sich bei Hämikon jedoch auch in Form von Muldenlehm bei Hinterdorf und bei der Steimatt, 1,5 km südöstlich des Dorfes. Weder im Gelände noch auf alten Karten finden sich Spuren eines früheren Abbaus.

Ziegelei Muri (Kt. AG)

Die bedeutendste Ziegelei im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch befand sich in Muri (Kt. AG). Sie wurde nach LETSCH et al. (1907) 1898 etwa 500 m nördlich des Bahnhofs Muri direkt an der Bahnlinie errichtet und dürfte die Nachfolge der «Klosterziegelei» angetreten haben. Im Jahr 1907 ist ein Abbau in vier Gruben dokumentiert, nämlich nördlich und östlich direkt um das Fabrikgelände bei

Koord. 2668.000/1237.000 und 2668.125/1236.875, bei Lippertswis (Koord. 2668.150/1237.260) und eine «Probegrube westlich vom Bahndamm bei Wili» (Koord. 2667.450/1237.475). Bei Wili ist in einem Kartenausschnitt in LETSCH et al. (1907) eine weitere Abbaustelle bei Koord. 2667.350/1237.300 eingezeichnet. Aufgrund von Luftbildern von 1951 sind weitere Abbaustellen bei Lippertswis (Koord. 2668.250/1237.150) an der Stelle der heutigen ARA und gegen Muri-Egg in der Periode der Kartenausgaben von 1963 und 1970 bei Koord. 2668.400/1237.025 auszumachen. Die bedeutenderen der Abbaustellen sind in der Karte eingetragen.

Die verschiedenfarbigen Lehmschichten folgen direkt unter dem Humus und erreichen zwischen 2 bis 4 m Mächtigkeit, darunter folgt Kies. Es handelt sich um Muldenlehm (Wili, westliche Grube), um feinkörnige, z.T. mit Torf vergesellschaftete Sumpfablagerungen (Lippertswis) und Überschwemmungsablagerungen des Söriker- und des Rüreribachs im Bereich von deren Vereinigung zur Bünz und im Übergang zur Mulde des Mösli.

Ziegelei Rickenbach (Merenschwand)

Bei Rickenbach sind um 1907 vier Abbaustellen von Lehm dokumentiert. Erstere zwei liegen in der rezenten Überschwemmungsebene der Reuss bei Koord. 2672.350/1236.000 und 2672.475/1235.825; hier wurden feinkörnige Überschwemmungs- bzw. Auenlehme abgebaut. Eine weitere, mit Ausmassen von 150x100 m ziemlich ausgedehnte, dritte Grube bei Koord. 2672.250/1235.325 liegt auf einer Terrasse rund 2 m über der rezenten Reusstalebene (Reuss-Schotter, Niveau Hagnau, q_{srt}). Die Grube ist im digitalen Höhenmodell noch heute als deutliche Mulde erkennbar. Hier dürfte wie auch in der vierten, ebenfalls auf dem gleichen Terrassenniveau liegenden Grube bei Koord. 2672.080/1234.800 der Reusstallehm abgebaut worden sein (s. Abschnitt Reusstal-Seebodensedimente).

In der ersten Grube betrug die Lehmmächtigkeit nur 0,6–0,9 m, in der zweiten ca. 1,2 m. Die 1860 erbaute Ziegelhütte Stehli befand sich in Rickenbach. In der dritten Grube wurde eine direkt unter dem Humus anstehende, 1,5–2,4 m dicke sandige Lehmschicht abgebaut und in einer weiteren, 1835 erbauten Ziegelhütte der Gebr. G. & J. Villiger zu Backsteinen und Ziegeln gebrannt. In der vierten Grube wurde eine direkt unter dem Humus folgende, nur 0,6 m dicke Lehmschicht abgebaut und in einer weiteren, sich ebenfalls in Rickenbach befindlichen, etwa 1870 erbauten Ziegelei von L. Villiger verarbeitet.

Ziegelei Seengen

Wo die Strasse zwischen Boniswil und Seengen über den Aabach führt, stand an dessen linkem Ufer eine um 1820 aus einer Kalkbrennerei aus dem 8. Jahrhundert hervorgegangene Ziegelei. Sie bezog ihr Material aus zwei Gruben bei Koord. 2656.530/1241.700 und 2656.750/1241.625. Beide Abbaustellen liegen in Grund-

moräne, dementsprechend ist von LETSCH et al. (1907) ein «sandiger Lehm mit eckigen Findlingen» dokumentiert. In der westlichen der beiden Gruben, die heute noch im Terrain erkennbar ist, betrug die Abbautiefe bis etwa 5 m.

Torf

In MÜHLBERG (1910) sind der Torfabbau im Büelmoos bei Sarmenstorf und im Altmoos bei Aesch (Kt. LU) dokumentiert. MÜHLBERG (1911) erwähnt Torfabbau «hauptsächlich im Bünzermoos», ferner bei Sarmenstorf und Seengen. Mehrere dieser Lager seien jetzt erschöpft. QUERVAIN & FREY (1963) haben im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch die beiden kleineren Torfvorkommen bei Sarmenstorf (Büelmoos) und Müswangen (Moos) sowie das grössere Torfareal von Bünzen ausgewiesen. FRÜH & SCHRÖTER (1904) enthält eine «Moorkarte der Schweiz 1903 im Massstab 1:500 000», in der die damals (noch) existierenden Flach- und Hochmoore umfassend dargestellt sind. PROBST et al. (1921) verzichteten unter Hinweis auf die umfassende Dokumentation von FRÜH & SCHRÖTER (1904) auf eine Aufzählung der schweizerischen Torfvorkommen, gaben aber eine detaillierte Zusammenfassung des Torfabbaus 1917–1921 während des Ersten Weltkriegs zur Linderung der damals herrschenden grossen Brennstoffnot. Dasselbe gilt auch für die Zeit des Zweiten Weltkriegs.

An dieser Stelle werden die bedeutendsten Torfmoore im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch kurz vorgestellt:

Bünzermoos (Fohren- oder Nidermoos) bei Bünzen

Das Bünzermoos war mit einer Ausdehnung von rund 2 km² das bedeutendste Torfmoor im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch. Die wohl ausführlichste Beschreibung des Bünzermoooses lieferten FRÜH & SCHRÖTER (1904, 531 ff.). Es handelt sich um spätglaziale, siltig-feinsandige Seeablagerungen in einem um 8 ka BP verlandeten Flachsee, überlagert von erst in einem Flachmoor, dann in einem Hochmoor gebildeten Torf von 1 bis 4 m Mächtigkeit (FRÜH & SCHRÖTER 1904, PROBST et al. 1921). In CUSTER (1882) steht nachzulesen: «Im Bünzermoos folgte nämlich unter dem Torf fast an allen Stellen nicht Letten, sondern sofort mehr oder weniger grobkörniger Sand oder Kies.» Zwischen den sandigen Seeablagerungen und dem Torf ist also weder Seekreide noch Faulschlamm abgelagert worden. Das nach der Verlandung entstandene, ringsum von Moränenwällen umkränzte Torfriet wurde bei Hochwasser immer wieder unter Wasser gesetzt, für kurze Zeit bildete sich ein eigentlicher See. Eine landwirtschaftliche Nutzung war nicht möglich. Der Schlüssel zur Korrektur des Überschwemmungsgebiets lag in der den Abfluss hemmenden Mühle in Bünzen. Die Tieferlegung und Kanalisierung der Bünz sowie die Drainage des Bünzermoooses mittels 5 bis 6 Kanälen erfolgte zwischen 1871 und 1881 (erste Bünzkorrektur). Der Torfabbau setzte unmittelbar nach der

Entwässerung 1883 ein. Eine zweite Bünzkorrektion erfolgte 1941 wegen der durch den übermässigen Torfabbau verursachten erneuten Vernässung (SCHAUB 2005). Heute ist vom ehemaligen Moor nach einem vor allem während der beiden Weltkriege industrielle Ausmasse annehmenden Torfabbau durch über 1000 Beschäftigte – mit Ausnahme des 4,7 ha grossen, unter Naturschutz stehenden Reliktes im Nidermoos – nichts erhalten geblieben. Das Gebiet unterliegt mittlerweile einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung. Ein Abriss der Geschichte des Bünzer Sees und des Torfabbaus findet sich unter <http://www.buenzen.ch/dl.php/de/0dqif-ljb7yq/14buenzersee.pdf> und unter <http://www.buenzen.ch/dl.php/de/0dqif-5gr7ff/16torfabbau.pdf>.

Büelmoos bei Sarmenstorf

Bei Sarmenstorf wurde Torf im rund $\frac{1}{4}$ km² grossen Büelmoos, einem Flachmoor, abgebaut (MÜHLBERG 1910, 1911, QUERVAIN & FREY 1963). In der zitierten Literatur finden sich keine zeitlichen Angaben zum Abbau. Das Büelmoos und das damit verbundene Unter Langemoos gingen aus der Verlandung eines flachen, rund $\frac{3}{4}$ km² grossen Sees hervor. Der See bildete sich im Anschluss an den spätglazialen Eisrückzug in einer Mulde hinter Moränenhügeln und dem stauenden, bei Sarmenstorf ins Tal mündenden Schutfächer des Erusbachs.

Feldemoos bei Boswil

Im zentralen Moorbereich abgetiefte Sondierungen zeigen, dass unter der weitgehend abgebauten Torfschicht bis zur stauenden Grundmoräne zwischen 6 bis 10 m dicke spätglaziale Seeablagerungen vorhanden sind. Im Feldemoos hat sich demzufolge nach dem Eisrückzug zuerst in einer von Grundmoräne abgedämmten Mulde ein bis zu 10 m tiefer See gebildet. Nach dessen Verlandung bildete sich schliesslich ein bewaldetes Hochmoor. Das rund 12 ha grosse Hochmoor wurde v.a. während der beiden Weltkriege abgebaut. Die Torfmächtigkeit soll bis gegen 5 m betragen haben (<http://www.fischerverein-boswil.ch/de/fischerverein-boswil/entstehung-weiher.php>. Abfrage am 27.11.2016). Im nordöstlichen Teil des Feldemoos' ist ein ca. 70x250 m grosser Hochmoorbereich vor dem Abbau verschont geblieben, sichtbar ist heute noch eine rund 2 m hohe Abbauwand im Torf. Es handelt sich im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch um den besten Einblick in ein ehemaliges Hochmoor.

Moos bei Müswangen

In einer von einem Moränenwall am Lindenberg oberhalb von Müswangen abgedämmten Geländemulde hat sich im Spätglazial ein ca. $\frac{1}{2}$ km² grosser See gebildet. Nach dessen Verlandung bildete sich ein Flachmoor, dessen Torf in den



Fig. 21: Torfabbau im Moos bei Müswangen in den Jahren 1943–1946. Foto Pfarrei Müswangen.

beiden Weltkriegen auf einer Fläche von ca. 9 ha ausgebeutet wurde (PROBST et al. 1921). In QUERVAIN & FREY (1963) findet sich das Moor ebenfalls erwähnt. Unter <http://www.pfarrei-mueswangen.ch/fotos/> finden sich Fotos des Torfabbaus 1943–1946, die einen intensiven Abbau auch mit Hilfe von Kriegsinternierten bekunden.

Altmoos bei Aesch (Kt. LU)

MÜHLBERG (1910) erwähnt Torfabbau bei Altmoos bei Aesch (Kt. LU). Das Vorkommen ist auch in PROBST et al. (1921) aufgeführt, es wird eine Abbaufäche von 0,9 ha angegeben. Hier dürfte es sich um einen minderwertigen Schilftorf mit erhöhtem Sedimentgehalt in einer verlandeten Bucht des Hallwilersees handeln. Das Altmoos liegt zwischen den Mündungen des Altwiserbachs und des Aescher Dorfbachs.

Moos bei Seengen

Torfabbau bei Seengen wird von MÜHLBERG (1911) erwähnt. Bohrungen im Moos bei Seengen – zwischen dem Hallwilersee und einem kleinen Bachsutt-

fächer – zeigen eine ca. 2 m dicke Torfschicht, teils direkt an der Oberfläche, teils unter ca. 2 m mächtigen, siltigen Überschwemmungsablagerungen.

MÜHLBERG (1911) schreibt, die Torfe am unteren Ende des Hallwilersee seien wegen ihrer humusartigen Beschaffenheit für einen Abbau nicht geeignet. Dies dürfte insbesondere auf im Verlandungsbereich gelegene Schilftorfe im Unter- und Obermoos bei Boniswil zutreffen.

Ballmoos, Sulz

Es handelt sich um das wohl einzige noch weitgehend intakte, rund 3 ha grosse Hochmoor von einzigartiger Schönheit auf Kote 845 m in einer Grundmoränenmulde auf dem Rücken des Lindenberg. Das Hochmoor Ballmoos inspirierte auch die auf dem Kapf bei Aristau wohnhafte gewesene Dichterin E. Burkart (BURKART 2013).

Bei der Kartierung wurden weitere ehemalige Torfstiche gefunden: Besenbüren-Steinemoos, Boswil-Hohmoos (südöstlich von Boswil), Mühlau/Kestenberg-Teufimoos, Muri-Egg, Waldhäusern/Boswil-Femmoos (lokal).

Weitere Torfvorkommen, heute meist durch Drainage und Landwirtschaft zerstört, sind: Leutwil-Moos, Mühlau/Rüstenschwil-Moosmatte, Muri-Mösli, Niederwil (Rickenbach)-Moosmatten, Reinach-Brügelmoos, Reinach-Ischlag, Schwarzenbach-Moos, verlandete Altwasserläufe in der Reusstalebene. Bei der Kartierung wurden auch noch weitere, hier nicht erwähnte, kleine Vorkommen erfasst. Verschiedenenorts dürfte auch bei den hier aufgezählten Torfvorkommen ein Abbau in bescheidenem Ausmass stattgefunden haben.

Molassekohle

Im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch sind keine abbauwürdigen Molassekohlevorkommen bekannt geworden. Auch die detaillierten Feld- und Profilaufnahmen in der OSM förderten keine bedeutenden Kohlevorkommen zu Tage. Die am nächsten liegenden Kohlevorkommen in der OSM finden sich im Gebiet des Atlasblattes Schöftland 2 km westlich des Blattgebietsrandes bei Bad Schwarzenberg, Gontenschwil (KISSLING 1903, GRAF et al. 2012), im Gebiet des Atlasblattes Albis 6 km östlich des Blattgebietsrandes bei Riedhof, Aeugst am Albis (LETSCH 1899, GUBLER 2009) und im Gebiet des Atlasblattes Wohlen 7 km nördlich des Blattgebietsrandes bei Meiegrün, Häggingen (KISSLING 1903, JÄCKLI 1966).

Einzig in einem Seitenbach des Mariahaldetobels bei Koord. 2667.910/1229.040 enthält eine dunkle, Gastropoden und Säugetierreste führende Mergelschicht eine bis 1 cm mächtige Kohlelage. Zudem findet sich am Wissenbach beim Tschöplihof (Beinwil/Freiamt) auf Kote ca. 720 m (bzw. Profilmeter 130 in Taf. II) eine wenige Millimeter dünne Kohlelage im Dach eines dunkelgrau-schwarzen fossilen Sumpfbodens.

Öl und Gas

In der Tiefbohrung Boswil-1 traten in einem Kern dicht über der Molassebasis sehr schwache Kohlenwasserstoffanzeichen auf (LEMCKE et al. 1968).

Gold

QUERVAIN & FREY (1963) erwähnen historische Goldwaschplätze an der Reuss bei Mühlau und Rickenbach (Merenschwand)/Obfelden. Das Gold wurde via Kleine Emme aus der goldführenden Molasse im Napfgebiet zur Reuss transportiert.

UR- UND FRÜHGESCHICHTE

Wie die Geologie, so erforscht auch die Archäologie den Untergrund. Sie interpretiert Funde und Fundzusammenhänge, die im Boden entdeckt wurden. Nur was im Boden be-deckt war kann ent-deckt werden. Nur das, was Jahrhunderte oder Jahrtausende im Boden geschützt war, kann die Archäologie erforschen. Was für den Historiker das Archiv mit den Urkunden, das ist für den Archäologen der Boden. Die «Bodenurkunden» bilden das archäologische Archiv. Dieses Bodenarchiv der Archäologie ist ein Teil des geologischen Bodenarchivs.

Ein Prunkstück des archäologischen Bodenarchivs sind die Pfahlbauten, wie sie auch vom Hallwiler- und vom Baldeggersee bekannt sind. Hier siedelten Menschen der Stein- und Bronzezeit zwischen ca. 4300 und 800 v. Chr. immer wieder am Seeufer. Auf dem weichen Untergrund aus nacheiszeitlicher Seekreide sanken die Überreste der Siedlungen allmählich ab und gerieten so unter Wasser. Dank Luftabschluss blieben auch organische Materialien wie Holz und Geweih dauerhaft vor Verrottung geschützt und liefern so hervorragende Informationen über das Leben in der Stein- und Bronzezeit, sodass die UNESCO die «Pfahlbauten rund um die Alpen» zum Weltkulturerbe erklärte. Am Hallwilersee gehören Seengen-Riesi (in der topographischen Karte mit Risle bezeichnet) und Beinwil-Ägelmoos dazu, am Baldegger See Hitzkirch-Seematte.

In der Regel werden aber fast alle menschlichen Hinterlassenschaften durch Tiere, Bakterien, Pflanzen und Pilze zersetzt. Den Rest zerstören Frost und Pflug, Erosion und Korrosion. An der Oberfläche bleiben letzten Endes nur Steine übrig. Tonscherben, Metall, Knochen und Holzkohle müssen dagegen immer mit ausreichend Sediment überdeckt sein, wenn sie auch nur einige Jahrhunderte überdauern sollen.

Diese schützende Überdeckung wird zum Teil absichtlich durch den Menschen geschaffen, wenn Tote in Gräbern beigesetzt oder unter künstlichen Erdhügeln bestattet werden. Sie kann auch unabsichtlich geschaffen werden, etwa dann, wenn Vorratsgruben, Keller oder Gräben nach ihrer Benützung mit Abfall verfüllt werden, wenn Mauern zerfallen und ihre Sockel im eigenen Schutt stecken oder wenn über älteren Siedlungsschichten Mergel und Kies planiert werden.

Gelegentlich verschwinden die Reste menschlicher Ansiedlungen aber auch unter natürlichen Sedimenten. Am häufigsten ist das auf Schwemmfächern von Bächen der Fall. Seit gut 5000 Jahren gehören diese leicht erhöhten Bereiche am Rand grösserer Täler zu den bevorzugten Siedlungslagen. Auch die heutigen Ortskerne liegen häufig hier. Da der Bach immer wieder Sediment herantransportiert, bestehen gute Chancen, dass archäologische Funde überdeckt werden und damit erhalten bleiben. Gleichzeitig liegen hier die heutigen Dorfkerne, in denen die Bebauung zunehmend verdichtet wird. Im Idealfall werden die Baugruben archäo-

logisch überwacht. Die grössten Schwemmfächer auf dem Atlasblatt Hitzkirch sind diejenigen von Boswil (Kt. AG), Aesch (Kt. LU) und Altwis (Kt. LU). Auf ihnen liegen die Überreste verschiedener vor- und frühgeschichtlicher Siedlungen und Gräber.

Im Jungmoränenland sind die Sedimente, die sich hinter Moränen oder am Fuss von steilen Böschungen ansammeln, für die Archäologie ebenfalls recht ergiebig. Auch hier bleiben häufig archäologische Schichten erhalten, etwa die bronzezeitliche Siedlung in Boniswil-Alliswil. Dagegen fehlt eine natürliche Sedimentation auf Anhöhen oder auf den Schotterterrassen der Flüsse und Bäche. Wenn es hier keine vom Menschen gemachten Sedimentfallen wie Gräben, Gruben, Hügel oder Mauern gibt, bleibt nach einigen Jahrhunderten letztlich nur ein dünner Fundschleier aus unvergänglichem Material an der Oberfläche erhalten.

Landschafts- und Siedlungsgeschichte seit dem Ende der Letzten Eiszeit

Wie die Geologie der Region, so ist auch die archäologische Fundlandschaft sehr vielgestaltig. Funde aus der Zeit vor der Letzten Eiszeit haben sich im Gebiet des Blattes Hitzkirch nicht erhalten bzw. sind nicht bekannt. Dennoch ist mit Sicherheit davon auszugehen, dass hier seit weit mehr als 100 ka immer wieder Menschen gelebt hatten.

Steinzeit

Nach dem Rückzug der Gletscher vor 18 ka lebten die wenigen Menschen in der Region vom Sammeln, Jagen und Fischen. Steingeräte aus der späten Altsteinzeit (Jungpaläolithikum) und der mittleren Steinzeit (Mesolithikum) finden sich vor allem rund um die heutigen Moore. Im Vordermoos bei Besenbüren wurde in den 1970er-Jahren eine mittelsteinzeitliche Siedlungsstelle ausgegraben. Bereits im 7. und 6. Jahrtausend v. Chr. begannen die Menschen, den Wald mit Feuer zu roden. Sie bauten ganz vereinzelt Kulturpflanzen an und hielten ausser Hunden auch wenige Ziegen und Schafe. Ihr Einfluss auf die Landschaft blieb aber begrenzt.

Erst im 5. und 4. Jahrtausend v. Chr. werden jungsteinzeitliche Siedlungen archäologisch greifbar. Der menschliche Einfluss auf die Landschaft wurde stärker und dauerhafter. Aus dieser Zeit kennen wir auch erstmals Pfahlbauten. Am Hallwilersee sind das etwa Beinwil-Ägelmoos und Meisterschwanden-Erlehölzli. Doch auch abseits der Seen liegen zahlreiche bäuerliche Siedlungen. Von ihnen sind aber selten mehr als Steingeräte erhalten geblieben.

Um die Mitte des 3. Jahrtausend v. Chr. kam es, wahrscheinlich in Folge von Seuchenzügen, letztmals zu einem grundlegenden Wechsel der Bevölkerung. Seit-

her ist die Bevölkerung Nord-, Mittel- und Osteuropas trotz aller Völkerwanderungen genetisch erstaunlich einheitlich.

Der Mensch prägt die Landschaft

Zwischen dem 5. und 1. Jahrtausend v.Chr., das zeigen Forschungsergebnisse aus der Schweiz, Deutschland und Frankreich, nimmt der menschliche Einfluss auf die Landschaft tendenziell zwar zu, er schwankt aber stark. Aufgrund der begrenzten technischen Möglichkeiten eigneten sich nur bestimmte Bereiche für einen produktiven Ackerbau. Ständige Kleinkriege und Fehden zwischen Clans, Dörfern und Stämmen sowie Infektionskrankheiten und Parasiten taten ein Übriges, die Bevölkerung gering zu halten.

Die Inseln im Waldmeer sind je nach dem Stand der landwirtschaftlichen Technik und dem Bevölkerungsdruck grösser oder kleiner. Bei den übrigen Gebieten handelt es sich aber keinesfalls um einen unberührten Urwald. Nach dem 4. Jahrtausend spielt auch die Jagd keine nennenswerte Rolle mehr für die Ernährung. Der Viehbestand war relativ hoch. Rinder und Ziegen hielten den Wald kurz. Die Haltung von Schafen und das Vorkommen von Feldhasen sind eindeutige Belege für grössere offene Flächen spätestens in der Bronzezeit. Auch die bronze- und eisenzeitlichen Grabhügel, die heute meist im Wald liegen, waren ursprünglich auf offenen Flächen angelegt worden. Meist liegen sie weithin sichtbar auf Anhöhen oder entlang von Zwangspassagen wie Flussübergängen.

Ab dem 4. oder 3. Jahrtausend v.Chr. wurde das Vieh über grössere Strecken getrieben, so dass im Sommer höher- und im Winter tiefergelegene Bereiche beweidet und offen gehalten wurden. Falls zusätzlich Winterfutter benötigt wurde, war das Laubfutter: Eschen- oder Lindenweige, die man im Sommer geschneitelt hatte. Heu wurde erst ab dem 1. Jahrtausend v.Chr. gewonnen. Die heute übliche scharfe Trennung zwischen Acker und Wiese auf der einen und Hochwald auf der anderen Seite, ist eine Idee der Moderne.

Am Anfang des 3. Jahrtausends v.Chr. setzte sich die Nutzung von Zugtieren durch. Mit dem Pflug konnten jetzt viel grössere Flächen bearbeitet werden. Auch weniger fruchtbare Böden eigneten sich von nun an für den Ackerbau. Gleichzeitig wurden viel mehr Rinder gehalten, die den Wald kurz hielten. Diese Kombination führte zu einer massiven vom Menschen ausgelösten Erosion. Erstmals wurde der Mensch selbst zu einem geologischen Faktor.

Bronzezeit

Mit dem Beginn der Bronzezeit um 2200 v.Chr. ändert sich im Mittelland zunächst wenig. Erst ab dem 17. Jahrhundert v.Chr. zeichnet sich ein Siedlungsboom ab, der sich sowohl an den Seeufnern als auch auf den Schwemmfächern und sogar in höher gelegenen Bereichen manifestiert. Erneut lässt sich eine verstärkte

Erosion feststellen. Ab der späten Bronzezeit können durch den Hirseanbau erstmals grössere Nahrungsüberschüsse produziert werden. Von ca. 1050 bis 850 v.Chr. werden die Seeufer letztmals besiedelt. Um 800 v.Chr. kommt es zu einem Bevölkerungsrückgang und einer Wiederbewaldung. Eine der Ursachen ist eine Klimaverschlechterung.

Eisenzeit

Die Krise des 8. Jahrhunderts wurde relativ schnell überwunden. Das zeigen die zahlreichen Grabhügel, etwa in der Region Muri. Sie stammen aus dem 7. und 6. Jahrhundert v.Chr. Der darauf folgende Boom des 6. und 5. Jahrhunderts v.Chr. spiegelt sich im regionalen archäologischen Fundmaterial kaum wider. Dennoch ist davon auszugehen, dass analog zu den Regionen Zürich und Zug auch dieser Bereich des Mittellands intensiv genutzt wurde. Um 400 v.Chr. kam es erneut zu einer teilweise klimatisch bedingten Krise. Teile der frühen keltischen Bevölkerung wanderten aus, nachweislich auf den Balkan, z.T. auch nach Oberitalien.

Die spätkeltische Zeit ist wiederum nur durch wenige, zufällig gefundene Gräber belegt. Die grossen Siedlungen, die Oppida, lagen weiter nördlich an den grossen Flüssen wie Aare und Rhein, die kleinen Siedlungen scheinen relativ versteckt in Seitentälern gelegen zu haben, wo sie archäologisch kaum zu fassen sind. Die Präsenz der Menschen wird aber auf andere Art sichtbar: Durch Pollenanalysen ist nachgewiesen, dass die Eiche massiv gefördert wurde. Stellenweise wurden die seit Jahrtausenden vorherrschenden Weisstannen und Buchen sogar vollständig durch einen von Eichen dominierten Wald ersetzt.

Römische Zeit

Mit der Eingliederung ins römische Reich wurde im Lauf des 1. Jahrhunderts n.Chr. die Steinbauweise üblich. Die aus Bruchstein gemauerten Gebäude waren häufig mit Ziegeln gedeckt. Zerfallen solche Bauten, sind sie auch Jahrhunderte später noch im Gelände und vor allem beim Pflügen erkennbar. Zahlreiche Flurnamen wie etwa Bettwil-Steinmüri oder Menziken-Murweid zeugen davon. Auch bei Baumassnahmen erkennt ein Laie eine römische Mauer leicht, die Bodenverfärbungen prähistorischer oder frühmittelalterlicher Gebäude dagegen kaum. Für die Forscher des 19. und 20. Jahrhunderts waren die römischen Ansiedlungen daher beliebte Objekte. Über 60 römische Ansiedlungen sind so im Gebiet des Atlasblattes Hitzkirch bekannt geworden. Sie liegen häufig auf den weiten, flachen Hängen oberhalb der grösseren Täler. Dabei handelt es sich um Gutshöfe oder einzelne Ökonomiebauten. Militärische Anlagen oder zentrale Siedlungen sind nicht bekannt.

Früh- und Hochmittelalter

Das Ende der römischen Militärpräsenz am Hochrhein und der Aare bedeutete eine Zäsur. Grosse Teile der Bevölkerung scheinen abgewandert zu sein. Die meisten Siedlungen wurden aufgegeben, Wald und Buschland eroberten letztmals in der Geschichte weite Flächen zurück. Von kaum einem Ort sind vorgermanische Namen überliefert. Dennoch muss mancherorts eine romanische Bevölkerung weiter existiert haben. Die alemannische Besiedlung des Gebiets und die Integration der wenigen Romanen scheint vor allem im 7. und 8. Jahrhundert n. Chr. stattgefunden zu haben. Das zeigt beispielhaft das Gräberfeld von Aesch (Kt. LU), auf dem beide Bevölkerungsgruppen gemeinsam bestattet wurden.

Zwischen dem 7. und 11. Jahrhundert wurden die meisten, heute noch existierenden Ortschaften gegründet. Ab dem 11. Jahrhundert kamen Burgen, Klöster und Städte hinzu, deren Herren die Geschichte bis ins 18./19. Jahrhundert prägten. Wichtigstes Baumaterial für die Burgmauern waren die Findlinge aus den Moränen.

Neuzeit

Eine Besonderheit der Gebiete mit letzteiszeitlicher Moränenbedeckung sind die Steinreihen. Findlinge aus der Moräne bilden vielerorts längere oder kürzere Reihen. Manche sehen heute darin steinzeitliche «alignements» wie in Carnac in Frankreich. Tatsächlich sind es aber neuzeitliche Weidemauern. Ab dem 16. Jahrhundert wurden die Allmende und der Flurzwang nach und nach aufgehoben. Grundbesitz konnte privatisiert werden. Vor allem im Wald wurden Bereiche gerodet und eingezäunt. Da aber das Holz knapp war, bestanden häufig Vorschriften, die Einschläge («Ischlag» ist der typische Gewann-Name) mit Steinreihen oder -mauern abzugrenzen. Gleichzeitig entfernte man so die Findlinge und Steine, die beim Pflügen störten, von den neuen Äckern. In einem Fall stammt eine solche «steinzeitliche» Steinreihe im Kanton Zug nachweislich von 1916. Die meisten Weidemauern aber auch viele an der Oberfläche liegende Findlinge dienten ab dem 16. Jahrhundert als Baumaterial für Städte und Dörfer, so dass heute nur noch ein geringer Teil von ihnen in der Landschaft vorhanden ist.

Seit einigen Jahrzehnten finden aufgrund der hohen Baudynamik massive Erdbewegungen statt. Selbst in den Dörfern werden grosse Überbauungen mit Tiefgaragen errichtet. Strassen, Autobahnen und Bahntrassen führen durch tiefe Geländeinschnitte und über grosse Aufschüttungen. Kies wird grossflächig abgebaut. Ehemalige Kiesgruben, aber auch natürliche Senken werden mit Aushubmaterial verfüllt. Gemeinsam mit der hochtechnisierten Landwirtschaft führt die Summe dieser Eingriffe zu beträchtlichen Verlusten im archäologischen Bodenarchiv.

Zuständig für die Archäologie sind die Kantonsarchäologien Aargau (https://www.ag.ch/de/bks/kultur/archaeologie_denkmalpflege/archaeologie/archaeologie.jsp)

und Luzern (<https://da.lu.ch/archaeologie>). Archäologische Funde aus dem Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch sind im Museum Burghalde in Lenzburg (<https://www.museumburghalde.ch/>) ausgestellt. Empfehlenswert sind mit Blick auf die Region auch das Landesmuseum in Zürich (<https://www.nationalmuseum.ch/d/zuerich/>) und das Museum für Urgeschichte(n) in Zug (<http://www.museenzug.ch/urgeschichte/>).

Die archäologische Karte verzeichnet im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch insgesamt rund 220 Fundstellen, die sich wie folgt auf die einzelnen Epochen verteilen:

Tab.10: *Verzeichnis der wichtigsten archäologischen Funde im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch.*

Steinzeit (ca. 12000–2200 v.Chr., d.h. Ende der Altsteinzeit (Jungpaläolithikum), mittlere Steinzeit (Mesolithikum) und jüngere Steinzeit (Neolithikum))	ca. 25 Fundstellen, überwiegend Jungsteinzeit (Neolithikum), vor allem Oberflächenfunde von Steingeräten, 1 Dolmen und 4 Seeufersiedlungen
Bronzezeit (ca. 2200 bis 800 v.Chr.)	ca. 25 Fundstellen, vor allem Siedlungen (davon 4 Seeufersiedlungen) sowie diverse Einzelfunde von Bronzewaffen und -geräten
Eisenzeit (ca. 800 bis 15 v.Chr.)	ca. 25 Fundstellen, vor allem Gräber (Hügelgräber und eingetiefe Gräber)
Römische Zeit (ca. 15 v. bis 400 n.Chr.)	ca. 60 Fundstellen, davon ca. 35 Gutshöfe
Frühmittelalter (ca. 400 bis 800 n.Chr.)	ca. 25 Fundstellen, vor allem Grabfunde
Hochmittelalter und Neuzeit (ca. 800 bis 1800 n.Chr.)	ca. 30 Fundstellen, vor allem Kirchen und Burgen
Funde und Befunde unbekannter Zeitstellung	ca. 30 Fundstellen (Mauern, Erdhügel, Gräber ohne Beigaben)

REUSSTALMELIORATION

Die grösste menschengemachte Veränderung der Landschaft und von geologischen Prozessen im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch stellt die Einfassung der Reuss in Dämme und die Melioration der Reussebene dar.

An dieser Stelle seien aus GRÜNIG (1988) einige Textpassagen zitiert, die die Entwicklung der Melioration in chronologischer Reihenfolge aufzeigen:

«[...] dass erste direkte und absichtliche Eingriffe des Menschen in die Flussdynamik des aargauischen Reusstales bereits im Jahre 1415 aktenkundig werden. Im selben Jahr, in dem die Eidgenossen das Freiamt eroberten, wurde zwischen Ottenbach und Birri-Merenschwand eine grosse Reusschleife durchstochen (KÄPELI 1969).» Hierbei könnte es sich um die Flusschleife zwischen Merenschwand-Allmend und Rickenbach gehandelt haben, welche im Gelände heute noch gut als alter Reusslauf erkennbar ist.

«Auf der berühmten topographischen Karte des Kantons Zürich von Gyger aus dem Jahre 1667 (IMHOF 1967) weist der Reusslauf südlich (=oberhalb) von Werd-Lunkhofen interessanterweise kaum mehr die Merkmale eines ruhig dahinziehenden Mäanderflusses auf. Typische, verlandende Altarme sind hier offensichtlich selten; vielmehr dominieren (bestockte) Inseln, Schachen- und Auenwälder, die von einem zopfartig gemusterten Netzwerk von Nebenläufen durchzogen sind: Es sind dies alles typische Merkmale eines akkumulierenden, aus dem Gleichgewicht geworfenen und «verwilderten» Fliessgewässers (TROLL 1957). Bei Werd umfliesst die Reuss sechs kleinere und grössere Inseln. Erst auf der Höhe von Rottenschwil strömt der Fluss wieder in weitgeschwungenen Mäandern. Da sich die Gygerische Kantonskarte durch eine «staunenerregende Genauigkeit» auszeichnet und «bis ins 20. Jahrhundert hinein in bezug auf künstlerische Gestaltung unübertroffen blieb» (WEISZ 1971), ist davon auszugehen, dass Gyger die damalige Flussgeometrie im Wesentlichen korrekt dargestellt hat.» Der alte, ursprüngliche Lauf der Reuss wurde von Gyger 1648 und 1667 kartiert.

«Eine weitere Karte von Riediger aus dem Jahre 1714 belegt, dass die Reuss aber bereits vor 1714 korrigiert und somit ein Teil des Gygerischen Projektes in die Tat umgesetzt worden ist: Die grosse Flusschleife zwischen Werd und Unterlunkhofen ist [...] durchstochen.» Es handelt sich um die heute noch gut erhaltene Flusschleife südöstlich von Rottenschwil mit dem Weiher «Stilli Rüss».

«Die Karte von Schneider und Kyburz (1807) zeigt denn auch eine Reuss, die im Abschnitt Mühlau-Werd durch zahllose Dämme kanalisiert, durch Wuhrre begradigt und weitgehend in den ihr bis heute vom Menschen festgelegten Lauf gezwungen ist.»

«Erst 1840 erliess der Grosse Rat des Kantons Aargau ein Dekret, das in den Gemeinden Rottenschwil und Lunkhofen verschiedene Begradigungen, den

Durchstich der Reusssschlaufe beim Rottenschwiler Moos sowie weitere wasserbauliche Massnahmen auslöste.» Hierbei handelt es sich um die prägnante, auch heute noch im Gelände erkennbare Reusssschlaufe nördlich von Rottenschwil (am Blattgebietsrand). «Diese Sanierungsarbeiten konnten jedoch in den Jahren 1846 und 1847 die verheerenden Überschwemmungen im südlichen Bereich der Reussebene nicht verhindern.»

«Erst nach einigen Jahren liess die Kantonsregierung für die Reussebene von Mühlau bis Rottenschwil ein umfassendes Sanierungsprojekt erarbeiten, das 1857 vom Grosse Rat genehmigt wurde (SCHURTENBERGER 1973). 1858 wurde auf Beschluss der aargauischen Regierung das Wehr der klösterlichen Mühle bei Hermettschwil abgetragen und das Flussbett ausgetieft (DUBLER 1968, S. 193). 1860 waren von Mühlau bis Rottenschwil erstmals durchgehende Hochwasserschutzdämme sowie für die linksseitige Reussebene ein neues Entwässerungssystem erstellt. Dabei wurde das von den Berghängen zufließende Oberflächenwasser zusammen mit dem in der Ebene anfallenden Drainagewasser über Binnen- und Reusskanal abgeführt (sog. Längsentwässerung) und über den nördlichen Arm des seit 1843 abgetrennten Mäanderbogens im Rottenschwiler Moos in die Reuss geleitet.»

«Diese Sanierungswerke hatten für die Landwirtschaft wohl einen erheblichen Anfangserfolg; ein dauernder Schutz des kultivierten Landes vor Überschwemmungen wurde aber nicht erreicht. Im Laufe der Zeit sackten nämlich die entwässerten, z.T. torfigen Böden zusammen [. . .].»

«Zudem wurde im Jahre 1894 etwas unterhalb des ehemaligen klösterlichen Mühlendamms ein Wehr für das Flusskraftwerk Zufikon errichtet, was nach HAUSHERR (1983, S. 77) den Erfolg der Reusskorrektur 1857/1860 wieder weitgehend zunichte machte.»

1975 erfolgte der Neubau des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon.

«Zwischen 1876 und 1975 richteten in der Reussebene rund zehn Hochwasser bedeutende Schäden an, wobei in den Jahren 1876, 1897, 1910, 1912 und 1953 gar die Dämme brachen (KÄPPELI 1969, WERDER 1982). Nach dem letzten Dammbbruch wurde die Reussebene unter dem Druck landwirtschaftlicher Kreise erneut Gegenstand eines umfassenden Sanierungswerkes (KESSLER & MAURER 1979, Regierungsrat des Kantons Aargau 1982).»

«Rechtsufrig wurden durch die Ableitung der Jonen vom Dorfe Jonen westwärts direkt in die Reuss und durch Teilmeliorationen gewisse Verbesserungen erreicht (WERDER (1982).» Diese Massnahmen wurden nach einem Vergleich mit den alten Landeskarten zwischen 1940 und 1951 ausgeführt.

1975 brachte die Inbetriebnahme des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon eine weitere Einschränkung der Flussdynamik. Zugleich entstand mit dem Kraftwerk aufstau der heutige Flachsee (Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt 2016).

Bis 1978 war auch der neue Damm von Mühlau bis Rottenschwil durchgehend erstellt.

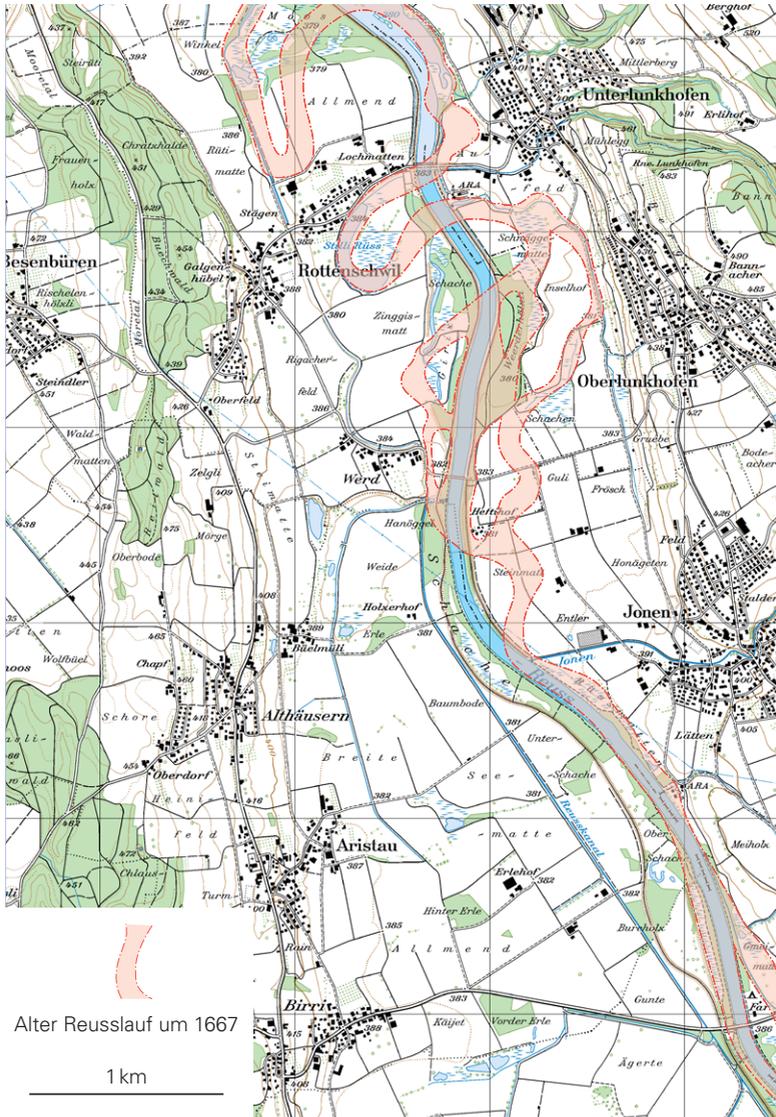


Fig. 22: Ehemaliger Reusslauf in der Reussebene vor 1667, nach der Gygerkarte von 1667 sowie nach geologischer Kartierung und Auswertung verschiedener digitaler Höhenmodelle.

LITERATURVERZEICHNIS

- ACKERMANN, R. & KOCH, P. (2015): Römische Kalkbrennereien im Vicus von Kempraten (Rap-perswil-Jona SG). – *Minaria* 36, 55–89.
- ALBERT, W., GUBLER, T., KOROLEVA, M., MAZUREK, M. & WABER, N. (2006): Bohrung Uetli-berg-tunnel: geologische, mineralogische und geophysikalische Untersuchungen. – Nagra Arbeitsber. NAB 06-11.
- ATTENHOFER, E. (1979): Sagen und Spukgeschichten rund um das Schloss Lenzburg. – AT-Ver-lag, Aarau. 3., erw. Aufl.
- BOSCH, R. (1925): Prähistorisches und Naturwissenschaftliches vom Hallwilersee. A. Pfahl- und Moorbauten. – *Mitt. aarg. natf. Ges.* 17, 143–186.
- BÜCHI, U.P. (1958): Zur Geologie der Molasse zwischen Reuss und Seetal (Baldegger-/Hallwiler-see/Aabach). – *Ecolgae geol. Helv.* 51/2, 279–298.
- BÜRGISSER, H.M. (1980): Zur Mittel-Miozänen Sedimentation im nordalpinen Molassebecken: Das «Appenzellergranit»-Leitniveau des Hörnli-Schuttfächers (Obere Süsswassermolasse, Nordostschweiz). – *Mitt. geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich [N.F.]* 232.
- BURKART, E. (2013): Am Fenster, wo die Nacht einbricht. Aufzeichnungen. – Limmat-Verlag, Zürich.
- CONDON, D. & WEBER, H.P. (2008): Radiometrische Altersbestimmungen an Bentonitproben der Oberen Süsswassermolasse (Zwischenbericht). – *Nagra int. Ber. NIB* 08-07.
- CUSTER, H. (1882): Bericht über die Thätigkeit der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft während der Jahre 1880 und 1881. – *Mitt. aarg. natf. Ges.* 3, 1–39.
- DR. HEINRICH JÄCKLI AG (1956): Geologische Verhältnisse im Reusstal zwischen Bremgarten und Mühlau. – *Ber. vom 29.2.1956 z.H. Baudirektion des Kantons Aargau.*
- (1977): Grundwasseruntersuchungen am Lindenberg. Kantone Aargau und Luzern. – *Ber. vom 23.9.1977 z.H. Gewässerschutzämter Aargau u. Luzern (unpubl.).*
- (2010): Überarbeitung der Grundwasserkarte des Kantons Aargau. – *Ber. vom 19.8.2010. z.H. Kanton Aargau, Amt für Umwelt u. Energie.*
- DR. U.P. BÜCHI (1980): Thermalwasserbohrung Zürich-Tiefenbrunnen. – *Ber. Nr. 1094 z.H. Tief-bauamt der Stadt Zürich (unpubl.).*
- DUBLER, A.-M. (1968): Die Klosterherrschaft Hermetschwil von den Anfängen bis 1798. – *Argo-via* 80, 5–376.
- EWZ (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich) (2014): Erkundungsbohrung Sonnengarten im Triem-li-Quartier Zürich. – *Schlussber., Zürich.* – <https://www.ewz.ch/content/dam/ewz/Ueber-ewz/Portrait/Unternehmen/schlussbericht-erkundungsbohrung-sonnengarten-low.pdf>.
- FREI, R. (1912): Monographie des Schweizerischen Deckenschotters. – *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 37.
- FREY, O. (1907): Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. – *Denkschr. schweiz. natf. Ges.* 41.
- FRÜH, J. & SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 3.
- FÜCHTBAUER, H. (1964): Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. – *Ecolgae geol. Helv.* 57/1, 157–298.
- GEOTEST AG (2014): Rickenbach LU. Grundwassererkundung Rickenbach-Wetzwil. – *Hydro-geol. Schlussber. Nr. 2309221.4 z.H. Umwelt u. Energie (uwe) Kanton Luzern, Einwohner-gem. Rickenbach u. Wasserversorgungsgenossenschaft Rickenbach (unpubl.)*
- GRADSTEIN, F.M., OGG, J.G. & SMITH, A.G. (2004): *A geologic time scale 2004.* – Cambridge University Press, Cambridge.

- GRAF, H.R. (2009): Stratigraphie von Mittel- und Spätpleistozän in der Nordschweiz. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 168.
- GRAF, H.R., BITTERLI-DREHER, P., BURGER, H., BITTERLI, T., DIEBOLD, P. & NAEF, H. (2006): Blatt 1070 Baden. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte 120.
- GRAF, H.R., JOST, J., EBERHARD, M., KRUYSSSE, H., REBER, D. & WILLENBERG, H. (2012): Blatt 1109 Schöftland. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte 150.
- GRÜNIG, A. (1988): Zum Wandel der Flusslandschaft in der aargauischen Reusstalebene. – Stiftg. Reusstal, Jb. 1987.
- GUBLER, T. (1987): Zur Geologie der Oberen Süsswassermolasse zwischen Zürich und Zug. – Diplomarb. ETH Zürich (unpubl.).
- (2008): Geologische Grundlagen für die Beurteilung von Standortmöglichkeiten für ein geologisches Tiefenlager in der Oberen Süsswassermolasse. – Nagra Arbeitsber. NAB 07-21.
- (2009): Blatt 1111 Albis. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Erläut. 134.
- GUBLER, T., MEIER, M. & OBERLI, F. (1992): Bentonites as time markers for sedimentation of the Upper Freshwater Molasse: geological observations corroborated by high-resolution single-Zircon U-Pb ages. – Abstr. 172. Jvers. SANW, Basel, 12–13.
- GYGER, H.C. (1648): Eygenlicher Abgemässener Grundriss des Lauffs der Rüss zwischen Weerd und Hermenschwyl bey Lunckhofen. Plan mit Kommentar. – Kolorierte Tuschezeichnung, dep. Staatsarch. Kantons Aargau, Aarau.
- HANTKE, R. (2006): Blatt 1151 Rigi. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte 116.
- HANTKE, R. und Mitarbeiter (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete, 1:50 000. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2.
- HAUSHERR, P. (1983): Die Landschaft um Bremgarten in alter Zeit. I. Teil. – Bremgarter Njbl. 1983, 55–83.
- HESCHELER, K. (1931): Ein ungewöhnliches Fundstück vom Mammut aus dem Kanton Aargau. – Eclogae geol. Helv. 24, 260–266.
- HOFMANN, F. (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 50, 289–322.
- (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 53/1, 1–25.
- (1968): Zur Sedimentpetrographie der Molasse in den Bohrungen Pfaffnau Süd 1, 2, 4 und 5, Boswil 1 und Hünenberg. – Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. 35/87, 35–41.
- IMHOF, E. (1967): Karte des Kantons Zürich aus dem Jahr 1667 in 56 Blättern von Hans Conrad Gyger. – Bibliophiler Achtfarben-Offsetdruck. Kommentiert u. hrsg. von E. Imhof. J. Stocker, Dietikon-Zürich.
- ISENSCHMID, C. (2019): Die Grenze Untere Süsswassermolasse/Obere Meeresmolasse als Schlüssel zur Tektonik in der Region Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern 2019, 108–133.
- JÄCKLI, H. (1956): Talgeschichtliche Probleme im aargauischen Reusstal. – Geographica helv. 11/1, 46–59.
- (1966): Blatt 1090 Wohlen. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte 50.
- (1982): Die geologischen Verhältnisse im aargauischen Reusstal südlich von Bremgarten. In: Regierungsrat des Kantons Aargau (Hrsg.): Sanierung der Reusstalebene – ein Partnerschaftswerk (S. 7–10). – AT-Verlag, Aarau.
- JÄCKLI, H. & KEMPF, T. (1972): Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt Bözberg-Beromünster, mit Erläuterungen. – Schweiz. geotech. Komm.
- JORDAN, P., EBERHARD, M., GRAF, H.-R., DIEBOLD, P., JOST, J. & SCHÜRCH, R. (2011): Blatt 1089 Aarau. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte 135.

- JOST, J., KEMPF, O. & KÄLIN, D. (2016): Stratigraphy and palaeoecology of the Upper Marine Molasse (OMM) of the central Swiss Plateau. – *Swiss J. Geosci.* 109, 149–169.
- 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.
- KÄPPEL, R. (1969): Eine Talschaft in Bedrängnis. In: *Das aargauische Reusstalgesetz als Grundlage für ein landeplanerisches Verständigungswerk.* (S. 145–148). – *Plan* 26 (5).
- KELLER, B. (2015): Geologie der Kiesgrube. In: *Kiesabbau in Eschenbach 1843–2015* (S. 87–100). Einwohnergemeinde Eschenbach.
- KELLER, O. & KRAYSS, E. (2005): Der Rhein-Linth-Gletscher im letzten Hochglazial. 2. Teil: Datierung und Modelle der Rhein-Linth-Vergletscherung. Klima-Rekonstruktionen. – *Vjschr. natf. Ges. Zürich*, 150/3–4, 69–85.
- KEMPF, O., BOLLIGER, T., KÄLIN, D., ENGESSER, B. & MATTER, A. (1997): New magnetostratigraphic calibration of Early to Middle Miocene mammal biozones of the northalpine foreland basin. In: AGUILAR, J.-P., LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. (Ed.): *Actes du congrès Biochrom'97* (p. 547–651). – *Mém. Trav. E.P.H.E., Inst. Montpellier* 21.
- KEMPF, O. & MATTER, A. (1999): Magnetostratigraphy and depositional history of the Upper Freshwater Molasse (OSM) of eastern Switzerland. – *Eclogae geol. Helv.* 92/1, 97–103.
- KESSLER, E. & MAURER, R. (1979): Fallbeispiel Reusstalsanierung. Exkursion vom 20. September 1979. – Hrsg. Regierungsrat Kt. Aargau für die 3. europäische Ministerkonferenz f. Umweltschutz in der Schweiz (Verträglichkeit von Land- u. Waldwirtschaft mit dem Umweltschutz), Aarau.
- KISSLING, E. (1903). Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 2.
- KOPP, J. (1945): Erläuterungen zu den Blättern Beromünster-Hochdorf-Sempach-Eschenbach (SA 186–189). – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25000 – *Schweiz. geol. Komm.*
- KÜNDIG, R., MUMENTHALER, T., ECKARDT, P., KEUSEN, H.R., SCHINDLER, C., HOFMANN, F., VOGLER, R. & GUNTLI, P. (1997): Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz. – *Schweiz. geotech. Komm.*
- KÜTTEL, M. (1989): Züge der jungpleistozänen Vegetations- und Landschaftsgeschichte der Zentralschweiz. – *Rev. Paléobiol.* 8/2, 525–614.
- LÄUPPI, U.F. (1983): Geomorphologie im mittelländischen Reussgletschergebiet. – *Diss. Univ. Zürich.*
- LEMCKE, K., BÜCHI, U.P. & WIENER, G. (1968): Einige Ergebnisse der Erdölexploration auf die mittelländische Molasse der Zentralschweiz. – *Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.* 35/87, 15–34.
- LEMCKE, K., ENGELHARDT, V. & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. – *Beih. Geol. Jb. II*, 1–64.
- LETSCH, E. (1899): Die schweizerischen Molassekohlen östlich der Reuss. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 1.
- LETSCH, E., ZSCHOKKE, B., ROLLIER, L. & MOSER, R. (1907): Die schweizerischen Tonlager. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 4.
- LISTER, G. (1985): Late Pleistocene deglaciation and post-glacial climatic developments in Switzerland: The record from sediments in a peri-alpine lake basin. – *Diss. ETH Zürich.*
- MATOUSEK, BAUMANN & NIGGLI AG (2004): Hydrogeologische Verhältnisse Boniswil. – *Ber. Nr. W1265B* vom 24. 3. 2004 z.H. Baudept. des Kantons Aargau, Abt. für Umwelt.

- MATTER, A. (1964): Sedimentologische Untersuchungen im östlichen Napfgebiet. – *Eclogae geol. Helv.* 57/2, 315–429.
- MATTER, A., PETERS, T., BLÄSI, H.-R., SCHENKER, F. & WEISS, H.-P. (1988): Sondierbohrung Schafisheim. – *Geol. Ber. Landeshydrologie u. -geologie* 8 (auch: Nagra tech. Ber. NTB 86-03).
- MENGIS, R. & SCHMIDT, R. (1975): Grundwasseruntersuchungen zwischen dem Baldegger- und dem Hallwilersee. – *Hydrogeol. Gutachten vom 26.8.1975 z.H. Wasserwerke Gemeinde Hochdorf* (unpubl.).
- (1981): Grundwasseruntersuchungen zwischen dem Baldegger- und dem Hallwilersee. Bericht über den Grosspumpversuch vom Winter 1980/1981. – *Ber. vom 10.9.1981 z.H. Gemeindewerke Hochdorf u. Kantonales Amt für Gewässerschutz Luzern* (unpubl.).
- MEYER, H. VON (1856): *Crocodylus Bütikonensis*, aus der Süsswasser-Molasse von Bütikon in der Schweiz. – *Palaeontographica* 4, 67–71.
- MOOS, A. VON (1946): Die Kohlebohrungen von Sihlbrugg (Kt. Zürich) und die Molassestrukturen um Zürich. – *Eclogae geol. Helv.* 39, 244–254.
- MÜHLBERG, F. (1869): Ueber die erratischen Bildungen im Aargau und in den benachbarten Theilen der angrenzenden Kantone. Ein Beitrag zur Kenntniss der Eiszeit. – *Festschr. hrsg. aarg. natf. Ges. zur Feier ihrer fünfhundertsten Sitzung am 13. Juni 1869. Sauerländer, Aarau*, 69–280.
- (1878): Zweiter Bericht über die Untersuchung der erratischen Bildungen im Aargau. – *Mitt. aarg. natf. Ges.* 1, 1–100.
- (1910): Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung des Hallwilersees und des oberen Winen- und Surtales 1:25000. – *Geol. Spezkarte, Erläut.* 54.
- (1911): Der Boden des Aargaus. – *Mitt. aarg. natf. Ges.* 12, 149–197.
- NIELSEN, E. (2015): Fundort Seetaler Kies. Mammut und Mensch in der Eiszeit. – *Berichte! 2015/8. Denkmalpflege u. Archäol. des Kantons Luzern*, 2015.
- PAVONI, N. (1952): Geologie der Fallätsche und die Bedeutung des limnischen Niveaus für die Zürcher Molasse. – *Mitt. geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich (B)* 8, 239–269.
- (1957): Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albiskamm und Pfannenstiel. – *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 102/5, 117–315.
- PAVONI, N., JÄCKLI, H. & SCHINDLER, C. (1992): Blatt 1091 Zürich. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25000, Karte 90.
- PAVONI, N. & SCHINDLER, C. (1981): Bentonitvorkommen in der Oberen Süsswassermolasse und damit zusammenhängende Probleme. – *Eclogae geol. Helv.* 74/1, 53–64.
- PAVONI, N., SCHINDLER, C., FREIMOSER, M., HALDIMANN, P. & LETSCH, D. (2015): Blatt 1091 Zürich. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25000, Erläut. 90.
- PREUSSER, F., GEYH, M.A. & SCHLÜCHTER, C. (2003): Timing of Late Pleistocene climate change in lowland Switzerland. – *Quatern. Sci. Rev.* 22, 1435–1445.
- PREUSSER, F., GRAF, H.R., KELLER, O., KRAYSS, E. & SCHLÜCHTER, C. (2011): Quaternary glaciation history of northern Switzerland. – *Quatern. Sci. J.* 60/2 (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.
- PROBST, E., SCHMIDLIN, H. & ZIMMERLI, N. (1923): Die Torfausbeutung in der Schweiz in den Jahren 1917 bis 1921. – *Eidg. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei*.
- QUERVAIN, F. DE (1940): Bericht über die Besichtigung des Tuffvorkommens bei Aristau (Kt. Aargau), Donnerstag den 4. April 1940. – *Gutachten. Archiv Landesgeol. Nr., swisstopo, Wabern* (unpubl.).
- (1969): Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. – *Kümmerly & Frey, Bern*.

- QUERVAIN, F. DE & FREY, D. (1963): Geotechnische Karte der Schweiz 1:200 000. Blatt Nr. 2. Luzern – Zürich – St. Gallen – Chur. 2. Auflage. Erläuterungen. – Schweiz. Geotech. Komm.
- REBER, R., AKÇAR, N., IVY-OCHS, S., TIKHOMIROV, D., BURKHALTER, R., ZAHNO, C., LÜTHOLD, A., KUBIK, P.W., VOCKENHUBER, C. & SCHLÜCHTER, C. (2014): Timing of retreat of the Reuss Glacier (Switzerland) at the end of the Last Glacial Maximum. – *Swiss J. Geosci.* *107*, 293–307.
- REICHENBACHER, B., KRIJGSMAN, W., LATASTER, Y., PIPPÈRE, M., BAAK, C.G.C., CHANG, L., KÄLIN, D., JOST, J., DOPPLER, G., JUNG, D., PRIETO, J., ABDUL AZIZ, H., BÖHME, M., GARNISH, J., KIRSCHER, U. & BACHTADSE, V. (2013): A new magnetostratigraphic framework for the Lower Miocene (Burdigalian/Ottangian, Karpatian) in the North Alpine Foreland Basin. – *Swiss J. Geosci.* *106/2*, 309–334.
- REY, R., WILDBERGER, A., FRANK, S. & FREIMOSER, M. (2011): Blatt 1072 Winterthur. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte *140*.
- ROCHOLL, A., SCHALTEGGER, U., GILG, H.A., WIJBRANS, J. & BÖHME, M. (2017): The age of volcanic tuffs from the Upper Freshwater Molasse (North Alpine Foreland Basin) and their possible use for tephrostratigraphic correlations across Europe for the Middle Miocene. – *Int. J. Earth Sci.* *107/2*, 387–407.
- RUMMEL, M. & KÄLIN, D. (2003): Die Gattung *Cricetodon* (Mammalia, Rodentia) aus dem Mittelmiozän der Schweizer Molasse. – *Zitteliana A43*, 123–141.
- RUTSCH, R.F. (1967): Leitgesteine des risszeitlichen Rhonegletschers im Oberemmental und Napfgebiet (Kt. Bern und Luzern). – *Mitt. natf. Ges. Bern. [N.F.] 24*, 21–36.
- SCHAUB, D. (2005): Als die Torfgewinnung die Existenz sichern half. – *Umwelt Aargau, Sondernr. 20*, 27–29.
- SCHINDLER, C. (2004): Zum Quartär des Linthgebiets zwischen Luchsingen, dem Walensee und dem Zürcher Obersee. – *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 169*.
- SCHINDLER, C. & KELLER, M. (1970): Sicherungsmassnahmen bei einem Einschnitt. – *Strasse u. Verkehr 12/1970*, 652–654.
- SCHURTENBERGER, J. (1973): Die Reuss. – Vogt-Schild, Solothurn.
- SIEGRIST, J.J. (1982): Das Reusstal im geschichtlichen Rückblick. In: Regierungsrat des Kantons Aargau (Hrsg.): Sanierung der Reusstalebene – ein Partnerschaftswerk (S.21–22). – AT Verlag, Aarau.
- SPECK, J. (1987): Spätglaziale und frühpostglaziale Überreste von Grosssäugetieren im Bereich des Reussgletschers. – *Mitt. natf. Ges. Luzern 29*, 291–314.
- STALDER, P. (1985): Glazialmorphologische Untersuchungen zwischen See- und Suhrental. – *Diss. Univ. Zürich*.
- TROLL, C. (1957): Tiefenerosion, Seitenerosion und Akkumulation der Flüsse im fluvioglazialen und periglazialen Bereich. – *Petermanns geogr. Mitt., Ergebnsh.* *262*, 213–226.
- VISCHER, W. (1946): Naturschutz in der Schweiz. – Schweiz. Bund Naturschutz, Basel.
- WEISZ, L. (1971): Die Schweiz auf alten Karten. Mit Geleitwort und einem kartographisch-technischen Anhang von Prof. Dr. h. c. Ed. Imhof. (3. Aufl.). – Buchverlag der NZZ, Zürich.
- WERDER, M. (1982): Die Entwicklung des Sanierungsprojektes – Ständige Wassernot. In: Regierungsrat des Kantons Aargau (Hrsg.): Sanierung der Reusstalebene – ein Partnerschaftswerk (S.30–34). – AT-Verlag, Aarau.
- WILDBERGER, A., REY, R., FRANK, S. & FREIMOSER, M. (2011): Blatt 1072 Winterthur. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Erläut. *140*.
- WYSSLING, G. (2007a): Blatt 1092 Uster. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte *128*.
– (2007b): Geologie und Grundwasservorkommen im Kanton Zug. Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25000. – Baudirektion des Kantons Zug. Amt für Umweltschutz.

KARTENVERZEICHNIS

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. Auflage), 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.

Blatt IX Schwyz–Glarus–Appenzell–Sargans, von A. ESCHER VON DER LINTH, A. GUTZWILLER, C. MOESCH & F. J. KAUFMANN, 1875.

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

Nr.89 Zug (LK 1131), von R. OTTIGER, M. FREIMOSER, H. JÄCKLI, J. KOPP & E. MÜLLER, 1990.

Nr.90 Zürich (LK 1091), von N. PAVONI, H. JÄCKLI & C. SCHINDLER, 1992.

Nr.134 Albis (LK 1111), von T. GUBLER, 2009.

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

Nr.150 Schöftland (LK 1109), von H.-R. GRAF, J. JOST, M. EBERHARD, H. KRUYSSSE, D. REBER & H. WILLENBERG, 2012.

Geologische Spezialkarten

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

Weitere geologische Karten mit topographischer Grundlage

H HANTKE, R. und Mitarbeiter (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 1:50 000. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2.

M MOOS, A. VON (1945): Geologische Übersichtskarte des Gebietes zwischen Reuss und Zürichsee. In: Geologische Exkursionen in der Umgebung von Zürich, Exkursion Nr. 7 Thalwil – Albispass – Affoltern a. A. – Jonen – Bonstetten. – Geol. Ges. Zürich, Gebr. Leemann & Co, Zürich.

- P PAVONI, N. & VOGT, E. (1971): Geologisch-prähistorische Übersichtskarte (Zürich und Umgebung), 1:50 000. In: VOGT, E., MEYER, E. & PEYER, H.C.: Zürich von der Urzeit zum Mittelalter. – Berichthaus, Zürich.
- 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.
- W WETTSTEIN, A. (1885): Geologische Karte von Zürich und Umgebung, 1:40 000. In: Geologie von Zürich und Umgebung. – Zürich.

Unpublizierte geologische Karten

- JÄCKLI, H. (1956): Geologische Karte des Reusstales zwischen Bremgarten und Mühlau, 1:25 000. In: Geologische Verhältnisse im Reusstal zwischen Bremgarten und Mühlau. – Bericht vom 29.2.1956 z.H. Baudirektion des Kantons Aargau (unpubl.).

Topographische Karten

- | | |
|-----------|------------------------------------------------|
| 1089–1091 | } Blätter der Landeskarte der Schweiz 1:25 000 |
| 1109–1111 | |
| 1129–1131 | |

BEILAGEN

- Tafel I: Geologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch
- Tafel II: Stratigraphische Profile in der OSM des Lindbergs
- Tafel III: Felsisohypsenkarte des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch
- Tafel IV: Moränenwälle, Drumlins und Erratiker im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch und Umgebung
- Tafel V: Bentonitsohypsenkarte des Gebiets zwischen Hallwilersee und Hörnlibergland

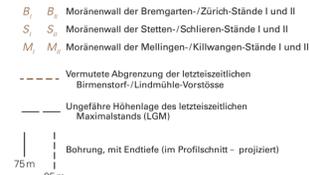
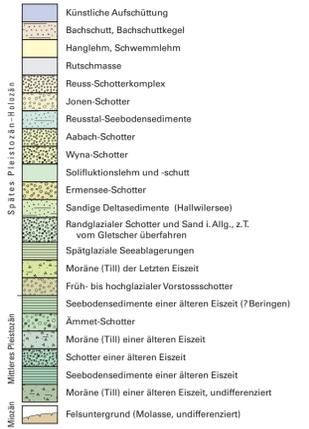
Geologische Profile durch das Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch

von Thomas Gubler

Lage der Profile

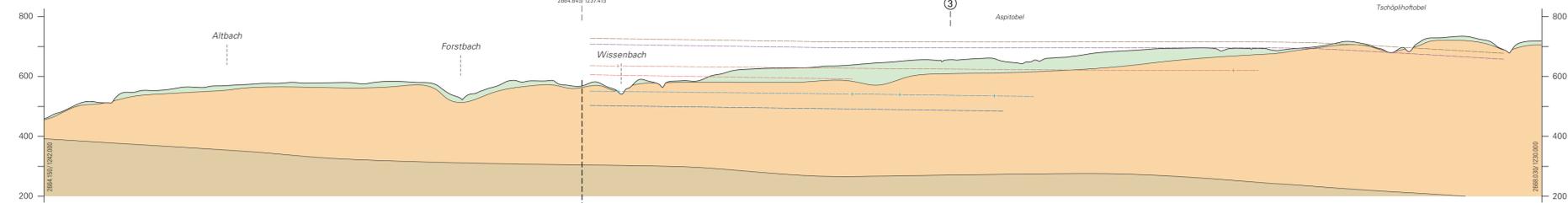


Quartärprofil (Profil 3)



NNW

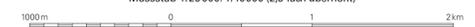
[m ü.M.]



SSE

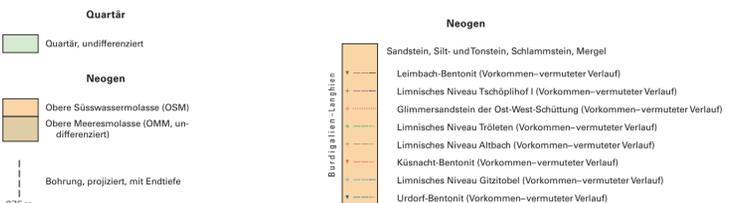
[m ü.M.]

Massstab 1:25000/1:10000 (2,5-fach überhöht)



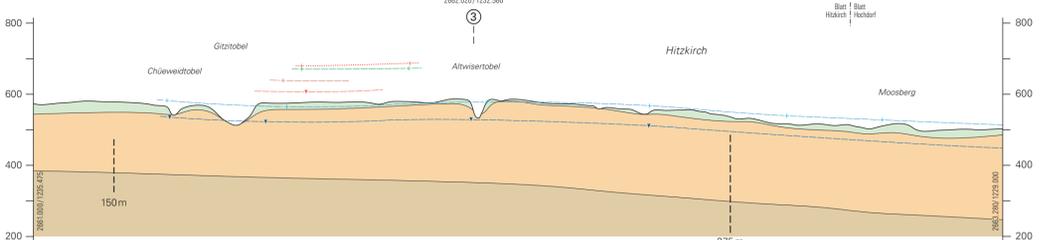
Molasseprofile (Profile 1 und 2)

Leithorizonte in der OSM (z.T. projiziert)



NNW

[m ü.M.]

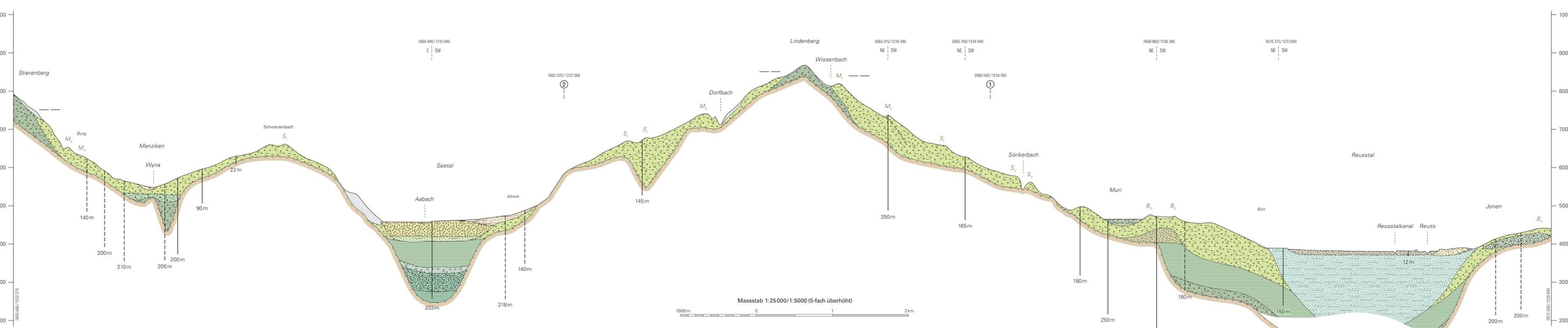


SSE

[m ü.M.]

W

[m ü.M.]



NE

[m ü.M.]

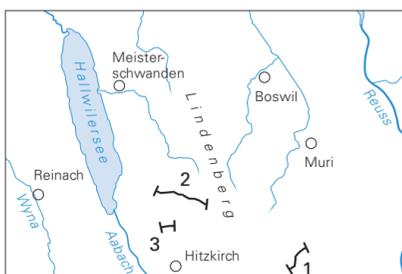
Massstab 1:25000/1:5000 (5-fach überhöht)



Stratigraphische Profile in der OSM des Lindbergs

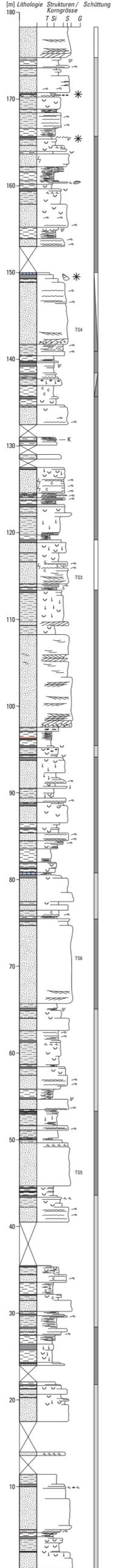
von
Thomas Gubler
Massstab 1:400

Lage der Profile



Tschöplihofobel

(2668.115/1231.605-2667.385/1230.645)



Säugetierfundstelle
Tschöplihof 720 m
(hohe MN 6)

Limmisches Niveau Tschöplihof II

Bentonithorizont
14,30 ± 0,14 Ma
bzw. 14,33 ± 0,03 Ma
(2 Messreihen)

Leimbach-Bentonit

Limmisches Niveau Tschöplihof I

Aufnahme: T. Gubler, 1991

Limmisches Niveau Altbach
(ca. 8 m unterhalb
der Profilbasis)

Lithologie

- Sandstein
- Toniger Siltstein mit wechselndem Sandgehalt
- Tonstein und Siltstein
- Kalkiger Siltstein
- Grauer bis schwärzlicher Schlamstein
- Süswasserkalk (fossile Seekreide)
- Knollenkalk

Korngrösse

- G Kies
- S Sand (fein – mittel – grob)
- Si Silt
- T Ton

Strukturen

- gr, s, r Auffällige Färbung: gr – grau, s – schwarz, r – rot
- K Kohlehorizont
- W Wurzelspuren
- B Bioturbation
- C Bohrgang
- ☉ Kalkknöllchen
- ~ Kalkige Pedogenese
- M Massige Schichtung
- H Horizontale Schichtung, Lamination
- R Rinnenstruktur
- PS Planare Schrägschichtung
- U Rippelschichtung, unidirektional
- UO Rippelschichtung, bidirektional-oszillierend
- S Sandlinse
- IP Intraformationelle Gerölle (Mud Pebbles)
- BM Belastungsmarken

Fossilien

- * Kleinsäuger (wichtige Fundstelle)
- ☉ Gastropodenreste
- ☉ Molluskenschill
- ~ Schalenbruchstücke

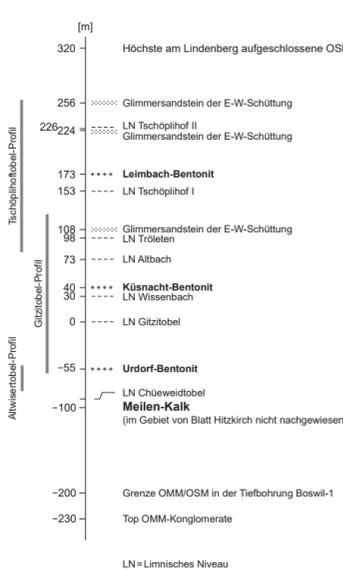
Beprobungen

- TSS Schwermineralprobe

Schüttungen

- ☐ Ost-West-Glimmersandschüttung
- ▒ Napf-Schüttung
- Hörnli-Schüttung

Lithostratigraphie der OSM am Lindenberg



Gitzitobel

(2661.640/1234.045-2663.825/1233.530)

ab Profilmeter 105 in nördlicher Tobellanke

Profil im Gitzitobel selbst

Lithologie Korngrösse Schüttung

T Si S G

Lithologie Korngrösse Schüttung

T Si S G



Künsnacht-Bentonit
(ca. 100 m ausserhalb
des Profils)

Säugetierfundstelle

Gitzitobel I
(höchste MN 5)

Säugetierfundstelle

Aspitobel 520 m bei Muri
(höchste MN 5)
liegt in diesem Niveau

Limmisches Niveau Gitzitobel

Aufnahme: T. Gubler, 1991

Bentonithorizont

15,38 ± 0,11 Ma

bzw. 15,32 ± 0,03 Ma

(Koerl. 2661.275/1234.530,
535 m ü.M.)

Urdorf-Bentonit

Altwisertobel

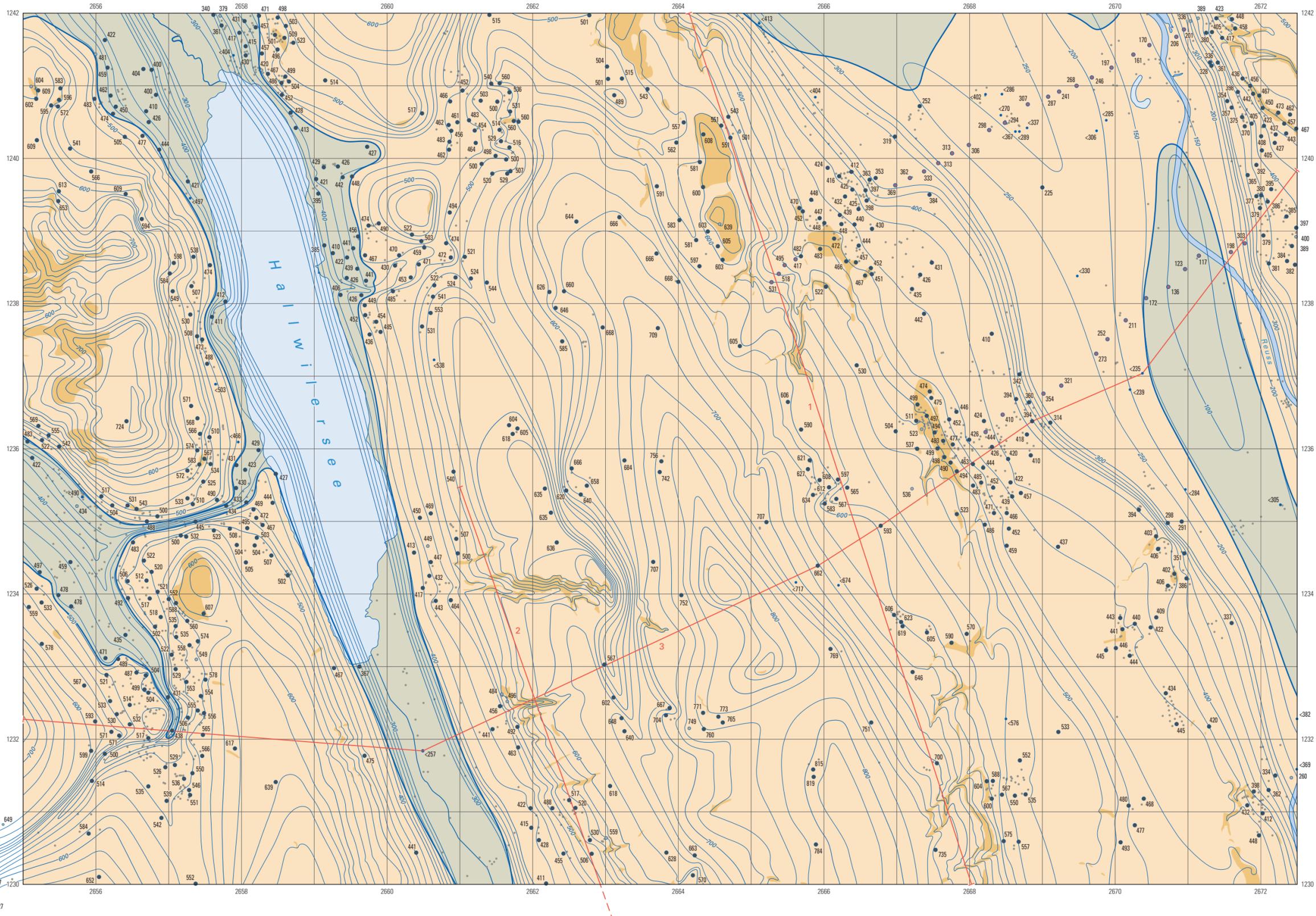
(2661.725/1232.425-2662.410/1232.530)

[m] Lithologie Korngrösse Schüttung

T Si S G



3



Felsisohypsenkarte des Gebiets von Atlasblatt Hitzkirch

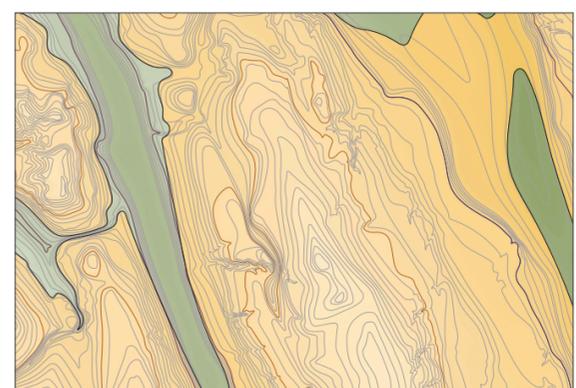
von
Thomas Gubler

Massstab 1:50 000



- Felsisohypsen (Äquidistanz 20m, im NE 50m)
- Bohrung, Fels erreicht, mit Kote Oberkante Fels [m ü.M.]
- Bohrung, Fels erreicht, mit Kote Oberkante Fels [m ü.M.] (nicht in Hauptkarte verzeichnet, aber für die Konstruktion der Felsisohypsen verwendet)
- Bohrung, Fels nicht erreicht
- Bohrung, für die Konstruktion der Felsisohypsen verwendet (hier ohne Tiefenangaben)
- Gravimetriemesspunkt, mit errechneter Felstiefe [m ü.M.] (LÄUPPI 1983)
- Profilsur gemäss Tafel I
- Anstehender Fels gemäss Hauptkarte 1:25 000
- Felsoberfläche gemäss geologischer 3D-Modellierung (OMM / OSM)

Übersicht 1:200 000



- [m ü.M.]
850
800
600
400
200
100
- Isohypsen (Äquidistanz 20m, im NE 50m)
- 400-m-Isohypse
- 600-m-Isohypse

Moränenwälle, Drumlins und Erratiker im Gebiet von Atlasblatt Hitzkirch und Umgebung

von

Thomas Gubler

Masstab 1:50000

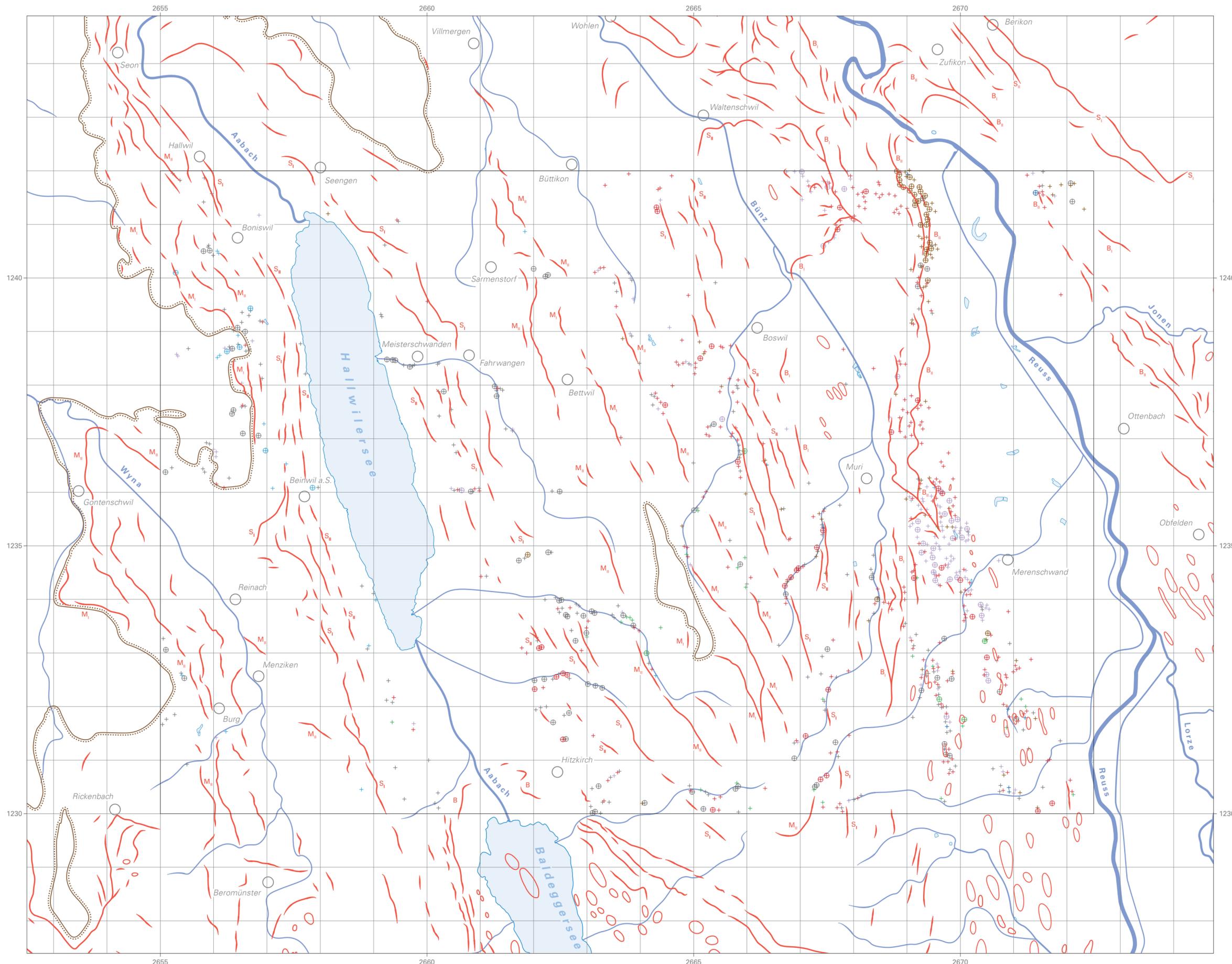
1000m 0 1 2km

Letzteiszeitliche morphologische Elemente

-  Drumlin
-  Moränenwall
-  Bremgarten-/Zürich-II-Stand
-  Bremgarten-/Zürich-I-Stand
-  Stetten-/Schlieren-II-Stand
-  Stetten-/Schlieren-I-Stand
-  Mellingen-/Killwangen-II-Stand
-  Mellingen-/Killwangen-I-Stand
-  Letzteiszeitlicher Maximalstand (LGM)

Erratische Blöcke

-  Altdorf-Sandstein, Gruontal-Konglomerat (Einzelblock – Blockgruppe)
-  Granit (Einzelblock – Blockgruppe)
-  Gneis (Einzelblock – Blockgruppe)
-  USM-Konglomerat (Einzelblock – Blockgruppe)
-  Tavayannaz-Sandstein (Einzelblock – Blockgruppe)
-  Kalk der Quinten-Formation (Einzelblock – Blockgruppe)
-  Sonstige mesozoische und känozoische Sedimentgesteine (Einzelblock – Blockgruppe)



Bentonitohypsenkarte des Gebiets zwischen Hallwilersee und Hörnlibergland

von
Thomas Gubler

- ★ Leimbach-Bentonit
- ★ Winterthur-Bentonit (= Niveau des Aeugstertal-Bentonits)
- ★ Aeugstertal-Bentonit
- ★ Küssnacht-Bentonit
- ★ «Rotzone Wulp» (= Niveau des Küssnacht-Bentonits)
- ★ Urdorf-Bentonit
- Meilen-Kalk
- Isohypse des Küssnacht-Bentonithorizonts
Äquidistanz 10m, z.T. 20m
- Antiklinale
- Synklinale
- Bruch (vermutet)

- Li 2377 Tiefbohrung (mit Endtiefe)
- | | | | |
|------|-------------|----|---------------|
| Aq-1 | Aqui-1 | Kl | Kloten |
| Aq-2 | Aqui-2 | Kü | Küssnacht-1 |
| Ba | Bassersdorf | Li | Lindau-1 |
| Bo | Boswil-1 | Ti | Tiefenbrunnen |
| Fe | Fehraltorf | Tr | Triemli |
| Hü | Hünenberg-1 | Wi | Winterthur |

