

Ein Fenster auf 250 Millionen Jahre Erdgeschichte : aus dem Untergrund von Baden

Autor(en): **Stäuble, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Badener Neujaersblätter**

Band (Jahr): **92 (2017)**

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-630417>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Fenster auf 250 Millionen Jahre Erdgeschichte

Aus dem Untergrund von Baden

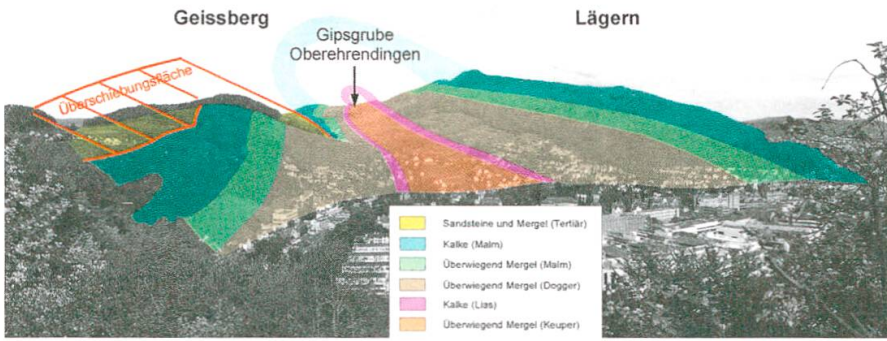
Baden liegt an der Grenze zwischen dem Mittelland und dem Jura. Die Beschaffenheit des Untergrunds, die Geologie, prägte die Landschaftsform und bildete damit die Voraussetzung für die Entstehung der Stadt Baden an ihrer heutigen Lage.

Eingezwängt zwischen den schroffen Kalkfelsen des Schartenfels im Osten und des Schlosses Stein im Westen, bot sich hier die Möglichkeit, an der engsten Stelle eine Brücke über die Limmat zu bauen. Die steil aufragenden Kalkfelsen gehören zur Lägern, dem östlichsten Ausläufer des Ketten- oder Faltenjuras. Die Gesteinsschichten der Lägern bilden eine nach Norden überkippte und abgescherte, im Innern jedoch kompliziert aufgebaute Falte, von welcher nur noch das Gerippe aus harten, verwitterungsresistenten Kalken in Form des Lägerngrats im Süden und des Geissbergs im Norden markant in Erscheinung treten (siehe Abbildung). Im Gebiet südlich von Baden, welches dem Mittelland zuzuordnen ist, werden die Landschaftsformen sanfter. Der Heitersberg und der Altberg werden durch flach liegende, im Vergleich zu den Kalkschichten der Lägern weichere Sandstein- und Mergelschichten der sogenannten Molasse aufgebaut. Diese verwittern auch leichter als die harten Kalke des Juras.

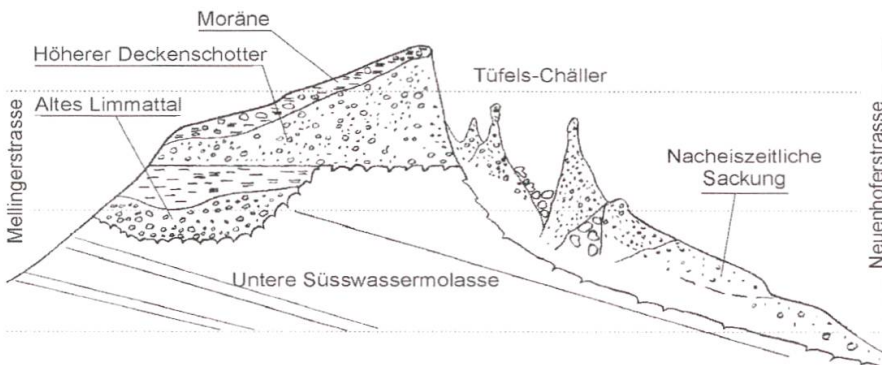
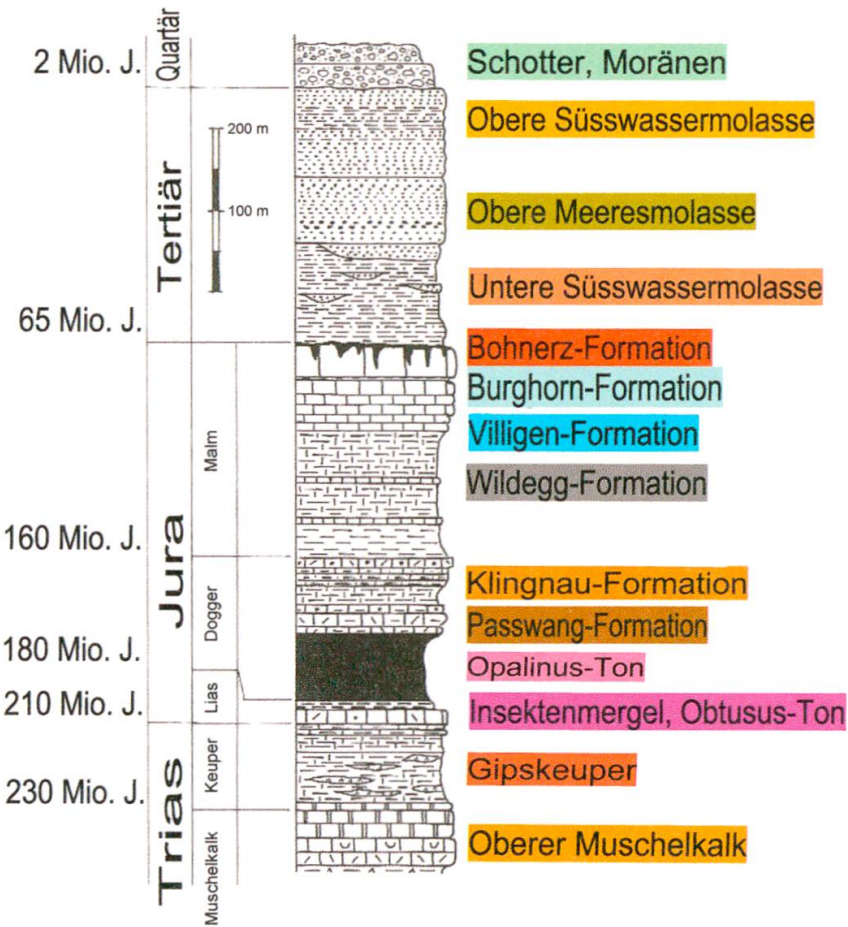
Wo findet man die ältesten Gesteinsschichten in Baden?

An der Geländeoberfläche hat man nur einen sehr eingeschränkten Einblick in den Untergrund.¹ Will man etwas über die tieferen und damit älteren Schichten erfahren, muss man in die Tiefe bohren.

An der Oberfläche sind in Baden dank der Aufwölbung der Gesteinsschichten während der Jurafaltung ältere Schichten aufgeschlossen als im südlich angrenzenden Mittelland. Die ältesten Schichten treten am Nordabhang des



Schichtprofil Baden



Die kompliziert geformte Lägernfalte vom Känzeli aus in Richtung Osten gesehen.

Das Schichtprofil zeigt die in Baden vorkommenden Gesteinsschichten.

Geologisches Profil durch den Baregg (4-fach überhöht).

Bilder: vom Autor (wo nicht anders erwähnt).

Müserenplateaus in einem Bachtobel des Unterwilerbergs an die Oberfläche. Es handelt sich dabei um Kalke und Dolomite des sogenannten Muschelkalks. Diese wurden vor rund 240 Millionen Jahren zur Zeit der Trias als Schlamm in einem untiefen Meer abgelagert und später durch den Druck von darüber liegenden jüngeren Schichten zu Kalk- und Dolomitfels verfestigt. Zur Zeit des Keupers, das heisst vor rund 230 Millionen Jahren, wurde das Meer verdrängt, und es kam vermehrt zu kontinentalen Ablagerungen. Im heissen, ariden Klima entstanden durch Verdunstung Evaporite wie Anhydrit und Gips. Der Gipskeuper ist sehr verwitterungsanfällig und deshalb oberflächlich meist durch Verwitterungsablagerungen bedeckt. Über den Ablagerungen des Keupers folgen wieder Meeresablagerungen aus der Zeit des Lias, des Doggers und des Malms. Während der Zeit des frühen Doggers und des frühen Malms entstanden in tieferen Meeresbecken die tonreicheren Ablagerungen des sogenannten Opalinustons und der Wildegg-Formation. Durch den Überlagerungsdruck bildeten sich aus diesen Ablagerungen im Lauf von Jahrmillionen sogenannte Mergel, ein Gemisch aus Ton und Kalk. Diese Mergel sind verwitterungsanfällig und daher an der Oberfläche nur selten aufgeschlossen. Stattdessen sind sie meist von tonreichen Verwitterungsablagerungen bedeckt. Die jüngsten Meeresablagerungen aus der Jurazeit bilden mit einem Alter von rund 140 Millionen Jahren die Kalke des sogenannten Wettingen-Members, welche am Südabhang der Lägern zutage treten.

Aus der Zeit zwischen 140 und 40 Millionen Jahren fehlen im Geologiebuch von Baden die Seiten, das heisst, es gibt eine Schichtlücke. Es ist nicht bekannt, ob die Schichten der Kreidezeit nie abgelagert wurden oder ob sie später, als sich das Land aus dem Meer erhob, wieder abgetragen wurden. Vor 40 Millionen Jahren lagen die Malmkalke an der Terrainoberfläche. Durch die Kalklösung des Wassers entstanden Karstspalten und Höhlen, welche im Lauf der Zeit mit kalkfreien Ablagerungen aus Tonen, Quarzsanden und Eisenoxiden (sogenanntem Bohnerz) aufgefüllt wurden.

Baden am Alpennordrand?

Der Faltenjura und damit auch sein östlichster Ausläufer, die Lägern, sind relativ junge Erhebungen und entstanden am Ende der Alpenbildung. Die Alpen begannen sich vor rund 65 Millionen Jahren aus dem Meer zu erheben, als die afrikanische Kontinentalplatte sich gegen Europa bewegte und die Gesteinsschichten aufstauchte und übereinanderschob (Deckenbildung). Sobald die Gesteinsschichten über den Meeresspiegel zu liegen kamen, setzte durch Wind und Re-

gen die Erosion ein. Im mittelländischen Vorlandbecken wurde der Abtragungsschutt der Alpen als sogenannte Molasse abgelagert. Das Meer wurde mit Ablagerungen aus den Alpen aufgefüllt, sodass es immer flacher wurde und schliesslich ganz verschwand. Die Molasseablagerungen sind nahe der Alpen generell grobkörniger. Sie bestehen im Süden (zum Beispiel an der Rigi) vor allem aus Konglomeraten (Nagelfluh) und Sandsteinschichten. Mit zunehmender Entfernung gegen Norden wurde der Abtragungsschutt immer feinkörniger. Es wurden also vermehrt Mergel und Tone abgelagert. Mächtige Ströme durchzogen das Molassebecken. Gebietsweise kam es zu Überschwemmungen, und es entstanden ausgedehnte Sümpfe, welche heute als dunkel gefärbte, kohlige Mergelschichten erhalten sind.

Während heissen, trockenen Zeitabschnitten bildeten sich die durch Eisenoxide rot gefärbten Horizonte, wie sie heute am Chrüzliberg an der Oberfläche sichtbar (aufgeschlossen) sind. Vor rund 20 Millionen Jahren drang das Meer nochmals ins Mittelland vor. Dieses Meer wurde aber im Lauf von Jahrtausenden wieder mit Schutt aus den Alpen aufgefüllt. Entsprechend den sich zeitlich ablösenden Phasen von Meeresablagerungen und Fluss- beziehungsweise Süswasserablagerungen unterteilt man den Schichtstapel im Vorlandbecken in die Untere Meeresmolasse, die Untere Süswassermolasse, die Obere Meeresmolasse und die Obere Süswassermolasse. Die Molasseablagerungen erreichen in Alpenrandnähe eine Mächtigkeit von bis zu sechs Kilometer.

Während der letzten Phase der Alpenbildung wurde der gesamte Schichtstapel der Molasse und zum Teil auch die darunter liegenden Juraschichten nach Norden geschoben (Fernschub). Als Gleithorizont wirkten die steinsalz- und anhydritführenden Gesteinsschichten der Trias, die unter erhöhtem Druck leicht verformbar sind. Der Schichtstapel über dem Gleithorizont ist im zentralen Teil des Mittellandes so mächtig, dass er nicht deformiert wurde. Gegen Norden nimmt die Mächtigkeit jedoch ab. Im Bereich des Juras sind die Sedimentgesteine über dem Gleithorizont so dünn, dass sie in Falten gelegt und teilweise übereinander geschoben wurden. Die sogenannte Jura-Hauptüberschiebung streicht am Nordabhang des Müserenplateaus und nördlich der Lägern in die Luft aus. Baden liegt damit geologisch eigentlich am Alpennordrand.

Reichte der Zürichsee einst bis nach Baden?

Die Felsoberfläche liegt in den Tälern am Jurasüdfuss stellenweise weit unter der heutigen Terrainoberfläche, im Fall der Felssohle des Limmattals südlich von Baden teilweise mehr als 70 Meter unter dem Wettingerfeld. Da die Felsoberfläche

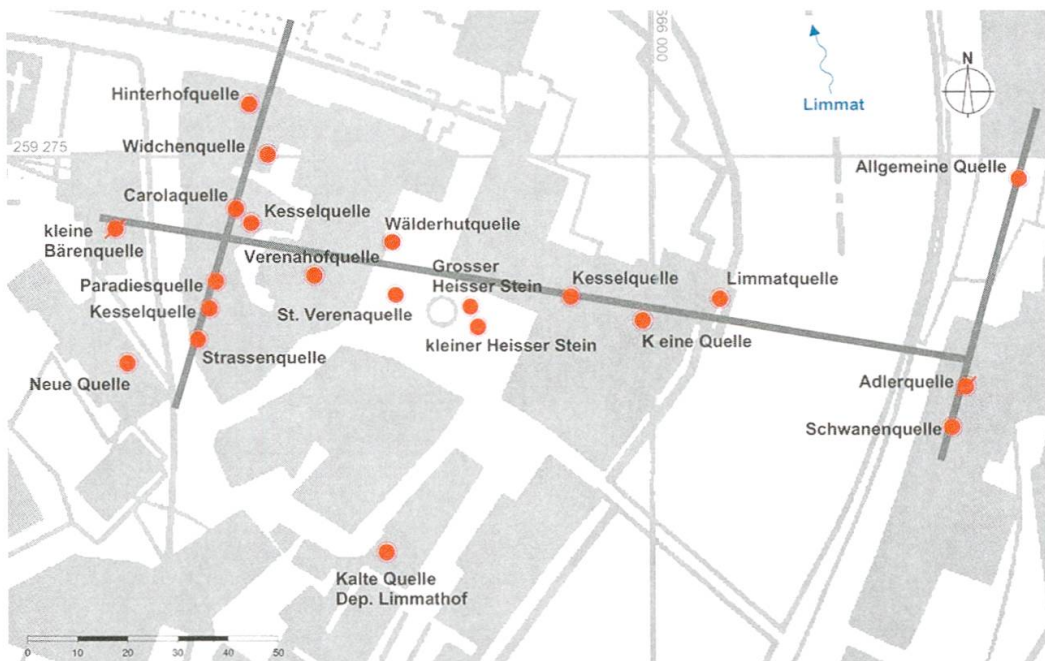
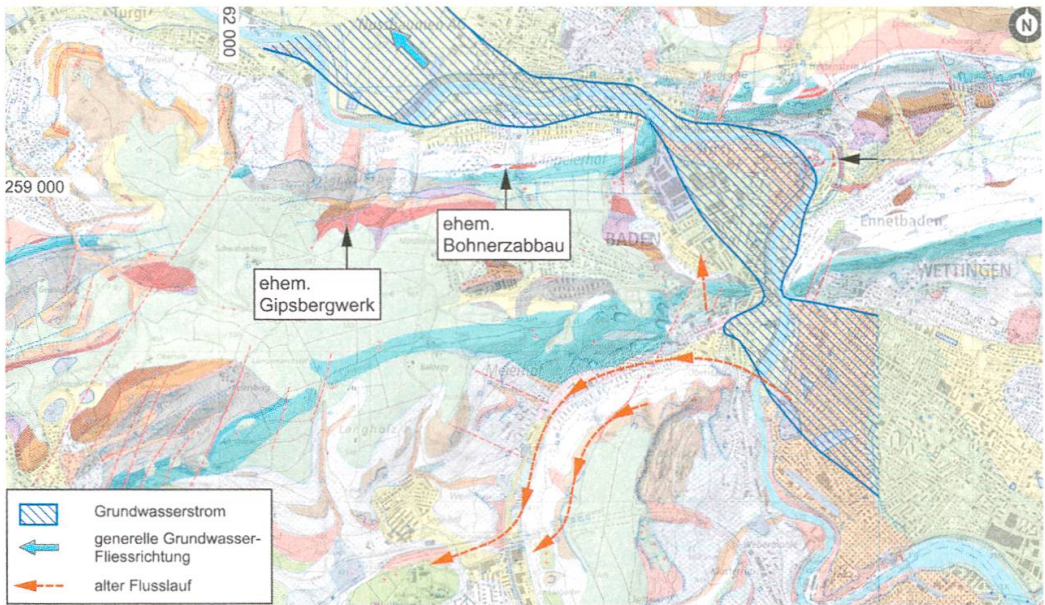
talabwärts ansteigt, kann die Felsrinne nicht durch frei fliessendes Wasser, sondern nur durch die eiszeitliche Vergletscherung ausgekolkt worden sein.

Vor rund 3,5 Millionen Jahren begann sich das Klima markant abzukühlen. Während der kältesten Perioden war das ganze Mittelland wiederholt von Eis bedeckt. Durch das Schmelzwasser, welches an der Basis des Eispanzers unter Druck zirkulierte, wurde der Fels tiefgründig abgetragen. Nach dem Abschmelzen der grössten Vergletscherung und dem Ende der ersten eiszeitlichen Erosionsphase kam es zur Ablagerung von Lockergesteinen. Während späteren Vereisungen sind diese teilweise wieder abgetragen und/oder von jüngeren Ablagerungen überschüttet worden. Dadurch entstand eine komplizierte Abfolge von tonig-siltigen Moränen- und sandig-kiesigen Flussablagerungen. Die ältesten eiszeitlichen Ablagerungen sind nur noch als Relikte auf den Anhöhen wie auf dem Baregg erhalten und werden Deckenschotter genannt. Es handelt sich dabei um häufig zu Nagelfluh verkitteten Schotter, wie er beispielsweise im Teufelskeller anzutreffen ist.

Für die Ur-Limmat war die Lägern anfänglich ein unüberwindbares Hindernis, weshalb sie ihren Weg nach Westen ins Reusstal suchte. Am Westhang des Baregg befindet sich im Untergrund ein altes, mit Schotter aufgefülltes Limmattal, dessen Sohle rund 100 Meter über dem heutigen Limmatlauf liegt. Auch das tiefer liegende Dättwiler Tal wurde von der Ur-Limmat geschaffen. Erst relativ spät schaffte die Limmat bei Baden den Durchbruch durch die Lägern. Zwischen dem Restaurant Belvédère und dem Schloss Stein, also rund 500 Meter westlich des heutigen Limmatdurchbruchs, verläuft eine tiefe, mit Flussablagerungen gefüllte Schlucht, welche einen frühen Limmatdurchbruch durch die Lägern darstellt.² Erst später durchbrach die Limmat den Riegel aus Malmkalken an der heute durchflossenen Stelle. Hinter diesem engen Durchbruch weitet sich das Tal zum arenaartigen Talkessel der Klus von Baden und Ennetbaden auf, in welcher die weicheren, verwitterungsanfälligeren tonigeren Schichten im Kern der Lägernfalte ausgeräumt wurden. Am Nordschenkel der Lägernfalte bewirken die harten Malmkalke, dass das Limmattal zwischen Martinsberg-Känzeli und Hertenstein nochmals eingeengt wird.

Südlich von Baden ist der tiefste Teil des Limmattals mit feinkörnigen Seeablagerungen gefüllt. Die Lägern staute das durch das Limmattal zuströmende Wasser anfänglich zu einem grossen See auf, welcher talaufwärts vermutlich weit über Zürich hinaus reichte.

Während der letzten Vereisung reichte der Linthgletscher nicht mehr bis Baden: Die Endmoränenwälle von Würenlos-Killwangen dokumentieren



Ausschnitt aus dem geologischen Atlas der Schweiz mit der Lage alter Limmatläufe und des Limmattal-Grundwasserstroms.

Der bedeutendste Bodenschatz Badens ist das Thermalwasser. Hier sind die Thermalwasserfassungen von Baden und Ennetbaden aufgeführt (die Adlerquelle wurde verschlossen).

den Gletscher-Maximalstand. Talabwärts der Endmoränenwälle schüttete das Schmelzwasser über 50 Meter mächtige Sand- und Kiesschichten, den sogenannten Niederterrassen-Schotter. Später hat die Limmat ihren Lauf bis 30 Meter tief in diesen Schotter eingeschnitten. Dabei ist sie aber nicht mehr konsequent dem Verlauf der tiefsten Talrinne gefolgt, sondern hat ihren Lauf zwischen den Kraftwerken Wettingen und Aue sowie im Bäderquartier von Baden und Ennetbaden in den Fels eingetieft.

Nach dem Abschmelzen der grossen Eismassen fehlte den dadurch übersteilten Talflanken der Halt, sodass stellenweise grosse Hangpartien abrutschten oder absackten. Eine solche grosse Sackung stellt der Teufelskeller dar, siehe Bild zum geologischen Profil.

Gibt es in Baden Bodenschätze?

In Zeiten, da Transporte von schweren Lasten über grössere Distanzen nicht so einfach wie heute zu bewältigen waren, wurden Rohstoffe möglichst in der Nähe des Verbrauchers oder des Verarbeiters gewonnen. Auf Gemeindegebiet von Baden existierten verschiedene längst aufgelassene Abbaustellen von Rohstoffen wie Eisen, Gips und Bausteinen.

Bis Anfang des 18. Jahrhunderts wurden im Kappelerhof zur Eisengewinnung Bohnerzvorkommen abgebaut und vermutlich auf dem Wasserweg via Limmat und Rhein nach Albrück zur Verhüttung gebracht.³ Vertiefungen in der Geländeoberfläche markieren die ehemaligen Abbaustellen, an denen heute noch Bohnerz gesammelt werden kann.

Auch Erdölvorkommen ist bezeugt: Bereits beim Bau des Kreuzliberg-Bahntunnels und später beim Bau des Baregg隧nells war man auf Erdöl führende Sandsteinschichten der Unteren Süsswassermolasse gestossen.⁴ Die Ölgehalte der Sandsteine sind allerdings für eine Ausbeutung bei Weitem nicht ausreichend.

Beim Mineral Gips handelt es sich um Kalziumsulfat, welches früher vor allem zu Düngezwecken abgebaut worden war. Am Unterwilerberg, wenig unterhalb der Hägelerstrasse, wurde in den Keuperschichten bis ins 19. Jahrhundert bergmännisch Gips abgebaut.⁵ Heute sind die Stolleneingänge durch abgerutschte, verwitterte Keuperschichten verschüttet und nicht mehr zugänglich.

Noch bis ins 19. Jahrhundert stellten die harten Malmkalke ein wichtiges Baumaterial dar. Sie wurden in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut. Der grösste, längst aufgelassene und nicht aufgefüllte Steinbruch liegt am Hundsbuck, ein weiterer am Lägernkopf oberhalb des Landvogteischlosses. Der übermässige

Abbau an der Basis des Lägernkopfs führte dazu, dass am 26. Juni 1899 mehrere Tausend Kubikmeter Felsmaterial abstürzten und die Strasse verschütteten. Da sich der Felssturz nachts ereignete, kam niemand zu Schaden.⁶ Als Baumaterial wurde auch Kies, beim Terrassenbad abgebaut, verwendet.

Den bedeutendsten Bodenschatz von Baden stellt das Thermalwasser dar. Das Thermalwasser entspringt im Kern der Lägernfalte, dort, wo die ältesten Felsschichten durch das Limmattal quer durchschnitten werden. Das bis zu 47 Grad Celsius warme Thermalwasser ist in den geklüfteten und verkarsteten Kalk- und Dolomitschichten des Muschelkalks artesisch gespannt. Es steht unter Druck und steigt dort auf, wo der Deckel aus den darüber folgenden, schlecht durchlässigen Keuperschichten Löcher aufweist. Dies ist heute an 20 Stellen der Fall, wo das Thermalwasser in Baden und Ennetbaden schon früh in Quellen gefasst wurde. Die Quellwasseraustritte sind nicht beliebig angeordnet, sondern längs linearen Strukturen aufgereiht, siehe Bild. Es handelt sich dabei um Brüche im Felsuntergrund, entlang deren das Thermalwasser aufsteigt und ursprünglich auf natürliche Weise austrat. Das Thermalwasser ist stark mineralisiert: Es enthält mit rund vier Gramm pro Liter hohe Gehalte an Mineralsalzen, vor allem an gelöstem Gips und Steinsalz. Hinzu kommen gelöste Gase wie Kohlensäure und Schwefelwasserstoff. Von Letzterem stammt der Geruch nach faulen Eiern.

Der Gesamterguss der Thermen von Baden und Ennetbaden zeigt starke Schwankungen. Die Erträge der einzelnen Quellen werden seit 1848 in regelmässigen Abständen gemessen. Der kleinste Ertrag wurde bisher mit 570 Litern pro Minute im Frühjahr 1951, der grösste mit 949 Litern pro Minute im Sommer 1971 gemessen. Die Ertragsschwankungen reagieren mit neunmonatiger Verzögerung auf das Niederschlagsgeschehen in der Region – so lange dauert die Druckübertragung.

Ein unverzichtbares Gut aus dem Untergrund stellt das Grundwasser dar, das ohne Vorbehandlung als Trinkwasser verwendet werden kann. Im Niederterrassenschotter strömen unter der Talsohle aus südwestlicher Richtung rund 30 000 Liter Grundwasser pro Minute gegen Baden. Der Grundwasserstrom wird durch versickerndes Niederschlagswasser, durch das aus der Limmat infiltrierende Flusswasser und durch unterirdische Hangwasserzuflüsse gespeist. Der Grundwasserspiegel liegt bei der Kantonsschule Baden über 30 Meter unter der Terrainoberfläche.⁷ Der sandig-kiesige Schotter stellt einen guten Filter für das von oben einsickernde Wasser dar. Aus diesem Grundwasserstrom bezieht die Stadt Baden einen Grossteil ihres Brauch- und Trinkwassers. Südlich der Hoch-

brücke liegt an der Kanalstrasse die Grundwasserfassung Aue, aus welcher rund 15 000 Liter pro Minute gefördert werden können. Um die Grundwasserfassung sind Schutzzonen definiert, welche das Eindringen von Verschmutzungen im Nahbereich der Fassung verhindern sollen. Beim Eintritt in die Klus wird der Grundwasserstrom zwischen den Kalkfelsen stark eingeengt, sodass ein Teil des Grundwassers zum Austritt in die Limmat gezwungen wird. In der Klus weitet sich der Grundwasserstrom wieder und unterquert die Stadt Baden in nordwestlicher Richtung. Kurz vor dem Austritt aus der Klus befindet sich die Grundwasserfassung Hinterhofwald, welche mit einer höchst zulässigen Entnahmemenge von 8000 Litern pro Minute für die Brauch- und Trinkwasserfassung der Stadt Baden ebenfalls von grosser Bedeutung ist. Am Ausgang aus der Klus wird der Grundwasserstrom bei der Durchquerung der Malmkalke des Nordschenkels der Lägernfalte ein zweites Mal stark eingeengt.

Dank

Herzlichen Dank für die Durchsicht des Manuskripts an Dr. H. P. Funk, Baden, und Dr. P. Lüdin, Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden.

Anmerkungen

- ¹ Graf, H. R., et al.: Geol. Atlas der Schweiz 1 : 25 000, 2006, 1070 Baden.
- ² Schindler, Conrad: Zur Geologie von Baden und seiner Umgebung, in: Beitr. zur Geologie der Schweiz, Kl. Mitteilungen 67, (1977), 109–160.
- ³ Hauri, Hans: Bruder? Busen? Bohnerz-Abbau?, in: Badener Neujahrsblätter 89 (2014), 161–168.
- ⁴ Von Moos, A.; Pavoni, N. (1959): Ölimprägnationen in der unteren Süsswassermolasse im Kreuzlibergtunnel bei Baden, Kt. Aargau, Schweiz, in: Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing., Vol. 26, Nr. 70, 19–23.
- ⁵ Oettli, Max: Geologische Hinweise für Wanderlustige, in: Badener Neujahrsblätter 49 (1974), 101–120.
- ⁶ Steigmeier, Andreas: Der Spekulant und das Unglück von 1899 am Lägernkopf, in: Badener Neujahrsblätter 74 (1999), 140–143.
- ⁷ Grundwasserkarte des Kantons Aargau (2016): www.ag.ch/de/dfp/geoportal/online_karten_agis/online_karten.jsp?CFSCRIPT=agisvIEWER____bersicht.php.