

Von heissen Quellen und Baugruben

Faszination Therme

Von Quellen geht seit alters eine besondere Faszination aus. So haben Dichter und Komponisten den Geburtsort der Wasserströme besungen. Um manchen Quellaustritt ranken sich Geschichten und Sagen, oft galten sie als Wohnsitz von Nymphen und Wassergeistern.

Die Naturphilosophen sahen in der Quelle und im Wasser den Ursprung der Entstehungsprozesse des Lebens. Auch für Geologen gehört die Beschäftigung mit der Herkunft eines Wassers, besonders wenn dieses einen speziellen Mineralgehalt oder eine erhöhte Temperatur aufweist, zu den besonders reizvollen Aufgaben. Zweifels- ohne darf das Thermalwasser von Baden/Ennetbaden als der wertvollste Bodenschatz am Limmatknie bezeichnet werden. Über Jahrhunderte hatte das Thermalwasser eine grosse wirtschaftliche Bedeutung und prägte die Entwicklung des Kurgebiets. Die Rede ist

Sonderdruck aus der Broschüre «Die Kern- und Bäderumfahrung Ennetbaden auf der Suche nach seiner Zukunft»

Herausgeber: Einwohnergemeinde Ennetbaden, Gemeinderat

hier von der mineralreichsten Therme der Schweiz, die leider seit einigen Jahren in einen Dornröschenschlaf verfallen ist. Das hier in 18 zugänglichen Quellen gefasste Thermalwasser ist nämlich sehr speziell. Die Quellen sind unterschiedlich tief, zumeist erst in den oberflächennahen Schottern gefasst. Auch ungefasste Thermalwasser- austritte direkt in die Limmat sind bekannt. Alle Quellen zusammen liefern durchschnittlich 700 Liter pro Minute rund 47 °C heisses, stark mit Mineralien angereichertes Grundwasser, pro Tag also rund eine Million Liter!

Es wird angenommen, dass schon die Kelten das Thermalwasser kannten. Zur Römerzeit hiess Baden Aquae helveticae und wurde wegen seiner heissen Quellen vor

allem vom nahen Vin- donissa (Windisch) gern aufge- sucht. Ob-

schon damals Quellen auf der Ennet- badener Seite genutzt wurden, ist un- bekannt. Vom linksufrigen Bäderge- biet sind Reste von Badebassins be-

**Beat Rick
Dr. von Moos AG
Beratende Geologen
und Ingenieure
Zürich**



Die Grossen und links die Kleinen Bäder auf der Darstellung von Matthäus Merian, 1642.

kannt, die durch Thermalwasser unter anderem vom Grossen Heissen Stein gespeist wurden. Die Römer kannten die Heilkraft der Mineralquellen und pflegten sich ausser in Baden beispielsweise auch im Thermalwasser von St. Moritz und Yverdon.

Im 15./16. Jahrhundert blühte das Bäderwesen. Weniger der medizinische als vielmehr der gesellschaftliche Aspekt war ausschlaggebend für die Badekur. Das Bad war Jungbrunnen, Heiratsmarkt und Vergnügungszentrum zugleich. Der Chronist Johannes Stumpf berichtet 1541: «Gleich unterhalb der Stadt Baden, auf beiden Seiten des Wassers, entspringen warme Brunnen mit starkem Schwefeldampf. Auf der rechten Seite, den Kleinen Bädern, hat es etwas weniger Bäder, aber lustige Herbergen und Häuser, wie ein Dorf. Zu allen Zeiten kommt viel Volk hierher und da wird nichts unterlassen, was der Wohlust des Leibes dient.»

Auch als Tagsatzungsort der Eidgenossenschaft (1421–1712) war der Kurort eine gute Wahl. Beim lockeren Badeleben besänftigten sich wohl die von der Politik erhitzten Gemüter wieder. Denn man kam nicht nur der Gesundheit wegen nach Baden zur Kur, wie der Bericht des Florentiner Papstsekretärs Poggio Bracciolini von 1416 zeigt: «Pro Tag drei oder vier mal betritt man das Bad, bringt darin den grössten Teil des Tages zu, teils mit Singen, teils mit Trinken, teils mit Reigentänzen; sie machen nämlich auch im Wasser Musik, wenn sie sich dort ein wenig niederlassen.» Baden war aber weit mehr als ein schillernder Treffpunkt für noble Damen und Herren, päpstliche Gesandte, Zürcher Bürgermeister, Haudegen, echte Bettler und Scheinarme. Die öffentlichen Gemeinschaftsbäder auf dem Kurplatz Baden (Freibad und Verena-bad) sowie das Freibad und das Schröpfbad am rechtsufrigen Bäderplatz dienten den Kranken aller Schichten zur Kur, den Gesunden zur Erholung. In der Biedermeierzeit nach 1800 änderte sich das Sittenverständnis, die zunehmende Schamhaftigkeit veränderte die Badekultur und verlangte nach individuellen Einzelbädern (Piscinen).

Neue Quellen durch Grabarbeiten

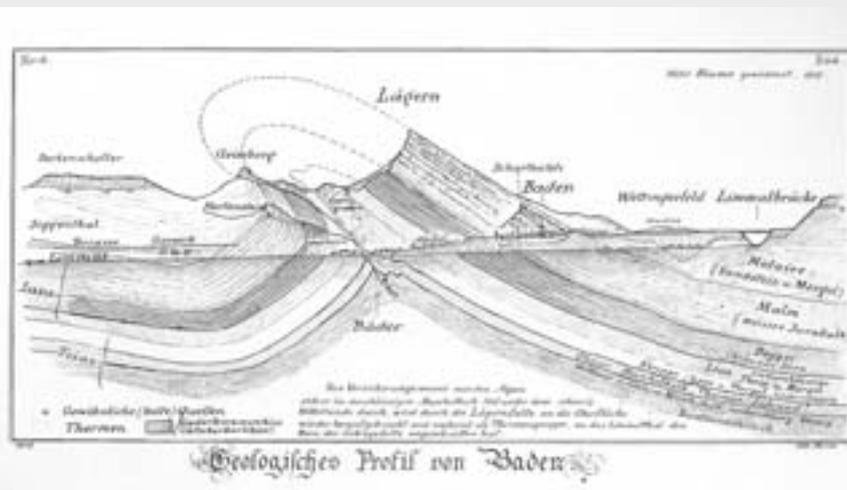
Weil ihnen eigenes Thermalwasser fehlte, gruben die Besitzer der Ennetbadener Hotels Adler und Schwanen im 19. Jahrhundert heimlich nach Quellen. Auch in Baden stiess man beim Fundamentaushub für die Dependence des «Ochsen» auf einen Thermalwasseraustritt (die neue Ochsenquelle), und 1844 wurde die Verenaquelle gefunden. Die wilde Graberei nach Thermalwasser beidseits der Limmat brachte die Erkenntnis, dass die Thermalquellen in der Tiefe gleich einem System kommunizierender Röhren eng zusammenhängen: Wer neue Quellen erschliesst oder die Ergiebigkeit einer Fassung durch Tieferlegen zu erhöhen versucht, beeinträchtigt die bestehenden Nutzungen. So wurde allen Quellenbesitzern klar: Das gemeinsame Kapital musste vor Gefährdung geschützt werden. Dabei dachten sie vor allem an den Erguss; die Forderung nach einer gleich bleibenden Qualität (Chemismus, Temperatur) stand damals noch nicht im Vordergrund, gehört heute aber zweifelsohne zu einem modernen Schutzkonzept.

Aus dem genannten Grund sind die Heilquellen durch verschiedene staatliche Erlasse (Dekrete von 1844 und 1869, Verbal von 1858) geschützt, in denen unter anderem die Auslaufhöhen und die Tiefe der einzelnen Fassungen fixiert sind. Ohne Bewilligung dürfen Fassungen weder aufgehoben, erneuert noch neu ergraben werden.



Doppelbad mit elektrischer Glocke im Hotel Schwanen.

Besonders eindrücklich wurde die gegenseitige Abhängigkeit der Quellen bei der Wiederherstellung der Schwanenquelle-Fassung im Jahr 1943 demonstriert: Aus Unachtsamkeit wurde die Fassung tiefer gelegt – sie ist heute die tiefste gefasste Quelle –, wodurch der Erguss der Schwanenquelle um das Siebenfache auf 420 Liter pro Minute – anstieg. Dies äusserte sich bei den anderen Quellen sofort in einem dramatischen Rückgang der Ergiebigkeit. Die Entnahme ist heute künstlich reguliert, am aufgesetzten Standrohr (so genannter Schwanenpegel) kann das



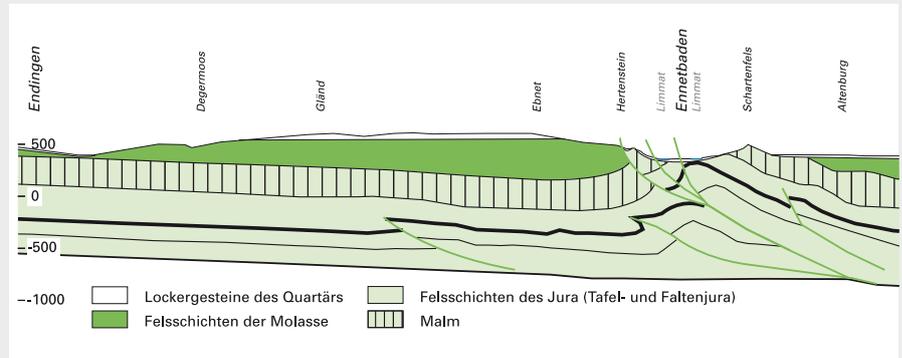
Profil durch die Lägern von Albert Heim, 1907, gewidmet dem Hotel Blume. Der Zürcher Geologieprofessor beschreibt darauf seine Theorie, wie das Thermalwasser den Weg von den Alpen nach Baden und Ennetbaden findet.

Druckniveau des Heilwassers beobachtet werden. Dieses schwankt um eine Kote von 358 m ü. M., liegt also im Limmatbereich einige Meter über Terrain.

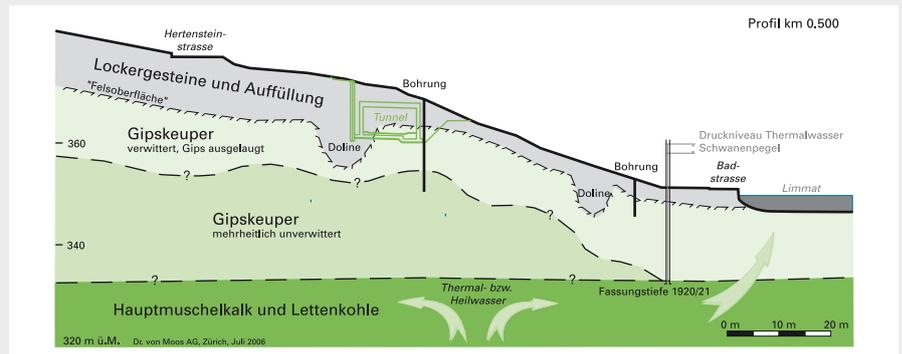
Wie verschiedene Fälle in der Vergangenheit zeigten, ist das Quellensystem hochsensibel auf Eingriffe in den Untergrund. Im Bereich der bekannten Quellen müssen deshalb Tiefbauarbeiten besonders sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Wenn Neubauten unter die bestehenden Bauten und Fassungen reichen, besteht die Gefahr, dass neue Thermalwasseraustritte geschaffen werden. Dem Wunsch einer Verkehrsentlastung und Aufwertung des Bäderquartiers stand auch immer die Sorge um die Thermalquellen gegenüber. In der über 20-jährigen Planungszeit hatte deshalb die Geologie neben Verkehrsführungs- und Finanzfragen stets einen grossen Stellenwert bei der Variantenwahl.

Geologische Situation beim Umfahrungstunnel

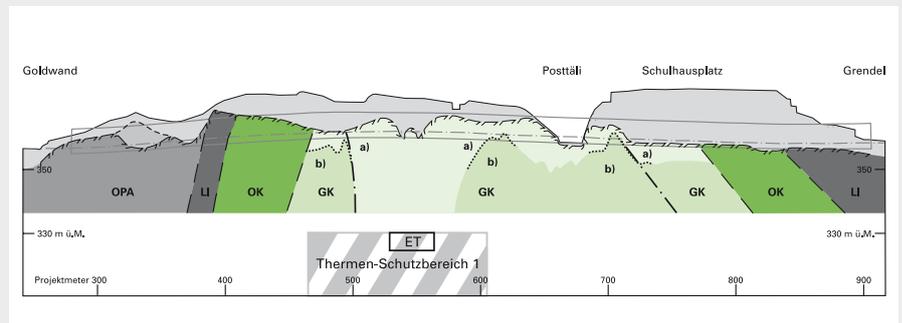
Eingebettet in die Mulde zwischen Geissberg und Lägern liegt Ennetbaden, erbaut auf weichen Schichten im Kern der Lägernstruktur. Bereits im 16. und 17. Jahrhundert durchstreiften Naturwissenschaftler das Lägerngebiet. Das Interesse von Forschern wie Konrad Gessner oder Johann Jakob Scheuchzer galt jedoch in erster Linie den Versteinungen. Später mündeten die sorgfältigen Geländebeobachtungen der Geologen (beispielsweise J.G. Ebels, A. Moussons, F. Mühlbergs, A. Heims, G. Senftlebens, P. Haberboschs) in der Erkenntnis, dass die Lägern ein über die Limmat hinwegziehendes, asymmetrisches Faltengebirge ist, bei dem der Südschenkel auf den Nordschenkel aufgeschoben und die Schichten des Gewölbekerns intensiv verfaltet und ausgequetscht wurden. Während die harten, kalkigen Schichten aus der Jurazeit (unter anderem Geissberg-Schichten, Badener Schichten) im Gelände gut erkannt, kartiert und in ihrer Struktur analysiert werden können, sind die weichen und verwitterungsanfälligen Schichten im Kern der Lägernstruktur an der Oberfläche meistens nicht direkt beobachtbar. Einzig die ehemalige Gipsgrube Ehrendingen



Geologisches Längensprofil durch Ennetbaden. Die Lägern wird heute als asymmetrische Aufschiebungsstruktur gedeutet, der Kern ist stark zerschert und in eine komplizierte Abfolge von Schubspänen zerlegt.



Hydrogeologisches Querprofil im Bädargebiet von Ennetbaden. Der Tunnel verläuft hier über dem Druckniveau des Thermalwassers, das am Schwannenpegel abgelesen werden kann.



Geologisches Profil entlang dem Umfahrungstunnel (2.5-fach überhöht). ET: Auftreten der Ennetbadener Thermalquellen (Allgemeine Quelle, Adlerquelle, Schwannenquelle); OPA: Opalinuston; OK: Oberer Keuper; GK: Gipskeuper; LI: Lias.

gibt einen zwar lokalen, aber besonders schönen Einblick. Bereits Albert Heim beschrieb diesen Aufschluss mit den in Falten gelegten bunten Keuperschichten. Conrad Schindlers Rekonstruktionen der Lägernstruktur in seiner Baugrunderkarte von Baden (1977) gründen auf zahlreichen Sondierungen (Bohrungen, Baggerschlitten) und Beobachtungen in Baugruben. Trotzdem zeigt sich, dass mit zunehmendem Kenntnisstand die Darstellung komple-

xer wird und sich neue Fragen stellen. Neuere tektonische Analysen berücksichtigen die Resultate von geophysikalischen Messungen, mit denen auch tief unter der Oberfläche verborgene Strukturen abgebildet werden. Bei der so genannten Lägernstruktur, einem östlichen Ausläufer des Faltenjura, handelt es sich nicht um eine einfache Antiklinalfalte. Vielmehr gleicht sie einer asymmetrischen Aufschiebungsstruktur, das heisst einer typi-

schen Überschiebungsfront mit überfahrenem und zerschertem Nordschenkel (Geissberg), einem Kern aus einer komplizierten Abfolge von Schubspänen und einer steilen Südflanke (Lägern). Diese Aufschiebung im Kern



Quellstock im Hotel Schwanen, aus einem Prospekt von 1924.



Der Quellstock im Hotel Schwanen heute. Man beachte die starke Ausblühung von Mineralien (Sulfate, Karbonate, Salze) und das aufgesetzte Standrohr (Schwanenpegel).



Schwanenpegel mit Schauglas. Der schwankende Druckpegel liegt rund 10 m über dem Quellstock.

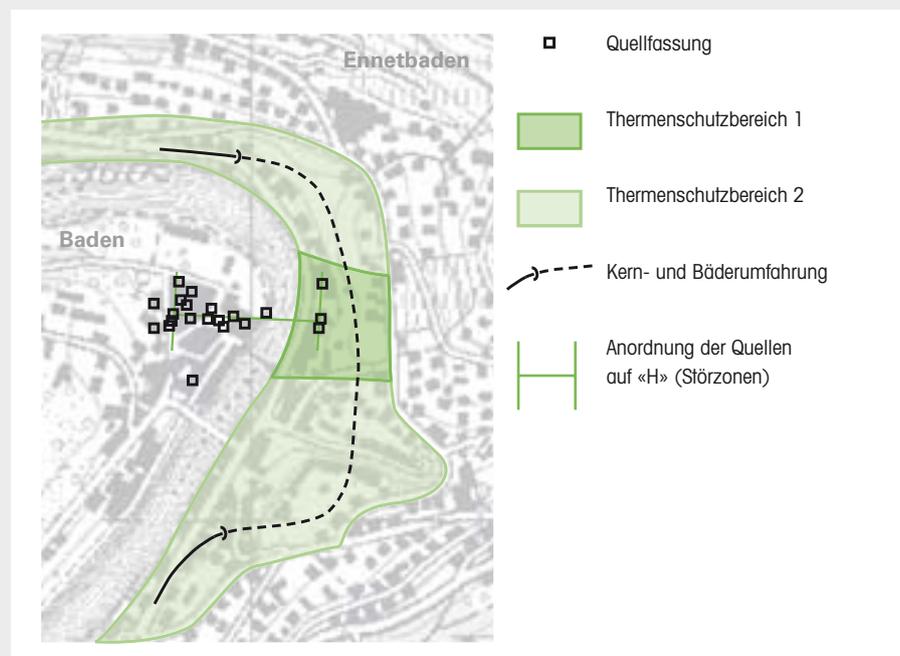
der Lägernstruktur («Hauptstörung») ist nicht als scharfer Schnitt zu verstehen. Vielmehr markiert sie eine Zone, in der durch differentielle Bewegungen, Verfaltungen und tektonische Aufsplitterung in Schubspäne ein Abscherungs«horizont» beziehungsweise eine von Osten nach Westen verlaufende Störungszone durchzieht. Wichtig für das Auftreten der Thermalquellen sind neben diesem Lineament ausserdem Störungen, die fast von Norden nach Süden verlaufen: Weil das artesisch gespannte Heilwasser im Fels (Muschelkalk und Keuper) bevorzugt entlang tektonischer Störungen an die Oberfläche steigt, zeigen die Quellen eine auffallend lineare Anordnung, wie ein «H».

Die Kern- und Bäderumfahrung liegt geologisch gesehen an einem sehr prominenten Ort: Der Tunnel wurde in unmittelbarer Nähe der natürlichen Thermalwasseraustritte von Baden/Ennetbaden erstellt und öffnete ein Fenster in den Untergrund.

Der Hauptteil des Tunnels verläuft im intensiv verschuppten Kernbereich der Lägernstruktur, wo weiche und verwitterungsanfällige Gesteine an die Oberfläche steigen, die zum Opalinuston, Lias und Keuper gehören. Normalerweise können diese Gesteine in der

Umgebung von Baden nur an wenigen Stellen und praktisch nie zusammenhängend studiert werden. Neue Kenntnisse durch wissenschaftliche Auswertung von Profilaufnahmen an Aufschlüssen in der Baugrube der Umfahrung fliessen ein in die demnächst erscheinenden Erläuterungen des geologischen Atlasblattes Baden (P. Bitterli, in Vorbereitung). Die wenig gestörte, nach Süden abfallende Schichtplatte der Lägernkette wird im südlichen Tunnelabschnitt (Schulhaus bis Knoten Grendel) erreicht, wobei die Felsoberfläche im Bereich der Fahrbahn oder wenig darunter verläuft. Der an das Nordportal anschliessende offene Abschnitt Goldwand liegt im Nordschenkel der Lägernstruktur, wobei der Felsuntergrund aus weichen, verwitterungsanfälligen Gesteinen des Unteren Doggers und des Opalinustons besteht. Die als Thermalwasserträger wirkenden Gesteine des Hauptmuschelkalks und der darüber folgenden Lettenkohle werden durch den Tunnel nicht tangiert. Ihre oberflächennahste Lage nehmen sie im Kernbereich ein, wobei sie im Bereich der Umfahrung jedoch immer noch 30 Meter unter Tunnelniveau liegen.

Von besonderer Bedeutung sind die Ton- und Sulfatgesteine des Gipskeu-



Situationsplan der Thermalquellen. Die Quellfassungen liegen auf tektonischen Störungen, die eine lineare Anordnung wie ein «H» ergeben. Für den Bau des Umfahrungstunnels wurden spezielle Gefährdungszonen ausgeschieden, so genannte Thermenschutzbereiche.

pers. Diese sind ausgesprochen stark verwittert, der Gips ist bis in grosse Tiefen ausgelaugt. Es sind sogar Dolinen nachgewiesen, die teilweise oder vollständig mit Lockergesteinsmaterial verfüllt sind.

Die tonig-sandigen Felsgesteine des Opalinustons, des Lias und des Keupers sind ebenso wie der unverwitterte Gipskeuper (mit Gipslagen) als mehrheitlich dichte Serien (Grundwasserstauer) zu bezeichnen. Die bescheidene Wasserzirkulation erfolgt bevorzugt entlang von Klüften, im Verwitterungsbereich nahe beziehungsweise auf der Felsoberfläche.

Bereits vor der letzten Eiszeit wurde die Felsschwelle bei Baden teilweise abgetragen; die Talsohle lag deutlich tiefer als heute. In der letzten Eiszeit wurde Ennetbaden vom Gletscher nicht mehr erreicht. Die Gletscherfront pendelte lange Zeit im Gebiet von Killwangen/Würenlos beziehungsweise Dättwil/Birrfeld. Damals lagerten aber die Schmelzwässer grosse Mengen von Sand und Kies, häufig auch Steine und Blöcke ab. Die Geologen nennen diese Ablagerungen Niederterrassenschotter. Noch während des Abschmelzens und Zurückweichens der Eismassen setzte Erosion im Gebiet des Lägerndurch-

bruchs ein. Die Urlimmat hat einen beträchtlichen Teil dieser Schotter wieder abgetragen. Dabei bildeten sich Steilhänge und auf mehreren Niveaus Terrassenflächen. An verschiedenen Orten fand die Limmat ihr altes Flussbett nicht mehr, sodass sie dort heute über Fels fliesst.

Die Thermalquellen sind ein Naturphänomen

Die Badener und Ennetbadener Thermalquellen dürften zu den bestuntersuchten Thermal- und Mineralquellen der Schweiz gehören. Trotzdem sind noch nicht alle Geheimnisse um dieses Naturphänomen «Heilwasser» gelüftet. Nachstehend charakterisieren wir kurz einige wichtige Merkmale des Thermalwassersystems:

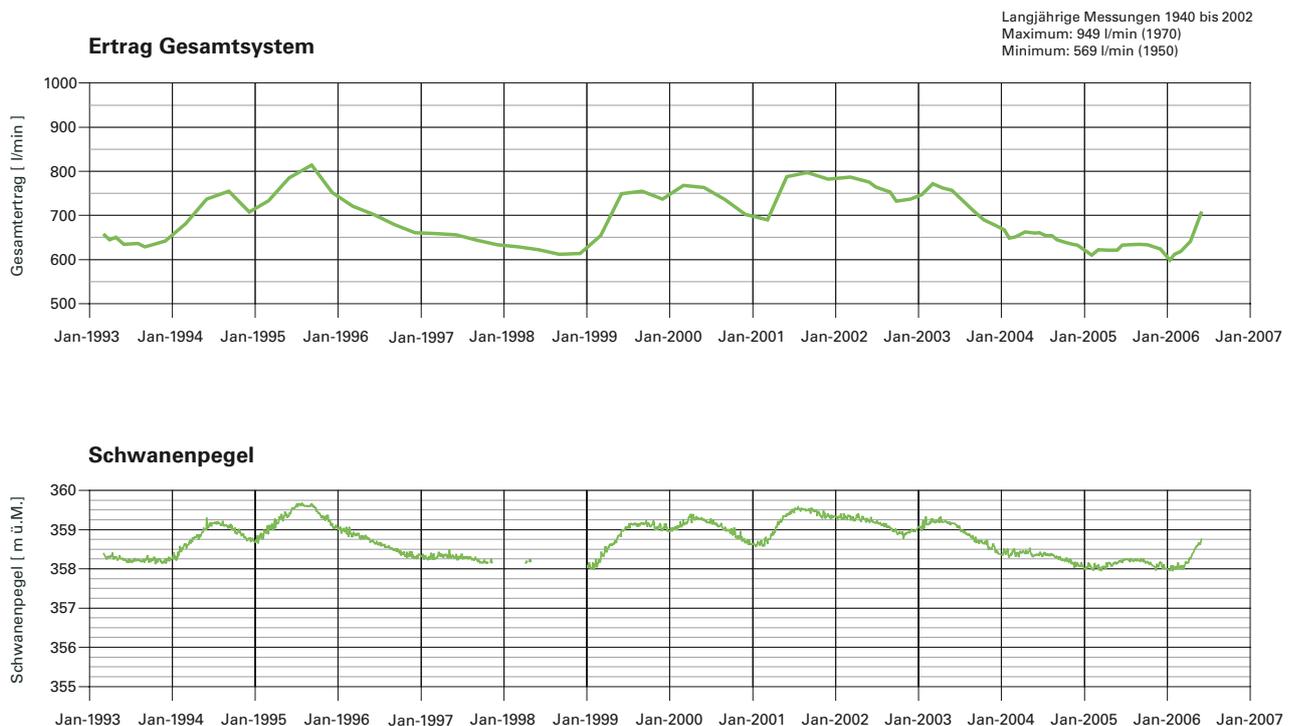
Beidseits der Limmat treten mindestens 20 Quellen auf, wovon 3 am rechten Ufer in Ennetbaden. Auch Thermalwasseraustritte direkt in die Limmat sind seit langem bekannt. Heute sind 18 Quellen gefasst und zugänglich.

Das Heilwasser entspringt als Kluftquellen den Muschelkalk- und Keuperschichten im Kern der Lägerstruktur. Als eigentlicher Thermalwasserträger

fungieren die karbonatischen Schichten des Hauptmuschelkalks und der darüber folgenden Lettenkohle. Diese Schichten kommen am Limmatknie recht nahe an die heutige Terrainoberfläche. Die Quellaustritte konzentrieren sich auf einen parallel zur Lägern streichenden, etwa 170 m langen und 60 m breiten Gebietsstreifen beidseits



Amtliche Quellmessung der Limmatquelle mit dem Eichmeister.



Verlauf der Gesamtschüttung aller Quellen und des Schwanenpegels über mehrere Jahre (Daten von 1998 fehlen).



Aufsteigende Gasblasen in der Limmatquelle. Das Thermalwasser enthält Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff, Methan- und Edelgasspuren.

der Limmat. Die lineare Anordnung der Quellen macht deutlich, dass das Heilwasser bevorzugt längs tektonischer Störungen an die Oberfläche steigt. Es wird in Schächten und Bohrungen in unterschiedlicher Tiefe, teils im Muschelkalk oder im verwitterten Gipskeuper, vielerorts aber erst in den quartären Limmatschottern gefasst. Der Ertrag der Badener und Ennetbadener Thermalquellen wird seit 1844 regelmässig amtlich gemessen. Der kleinste Gesamtertrag aller Quellen wurde mit 569 Litern pro Minute im Herbst 1950, der grösste mit 949 Litern pro Minute im Sommer 1970 registriert. Die Schwankungen des Druckniveaus am so genannten Schwanenpegel decken sich zeitlich mit denjenigen des Gesamtertrags aller Quellen. Hydrochemisch handelt es sich beim Thermalwasser von Baden und Ennetbaden um ein vielseitig mineralisiertes Wasser der Zusammensetzung Na-Ca-(Mg)-Cl-SO₄-(HCO₃). Die Gesamtmineralisation beträgt rund 4,5 g/l. Typisch sind auch die gelösten Gase Schwefelwasserstoff (H₂S bis 1,6 mg/l) und Methan (CH₄ bis 0,3 mg/l) sowie die in erhöhten Konzentrationen vorkommenden Spurenstoffe Lithium, Fluorid und Bromid. Durch den erhöhten Wärme- fluss in der Umgebung der Thermalwas-

BADENER KURWASSER

MIT KOHLENSÄURE

Dieses Wasser ist aus der berühmtesten Badener Heilquelle, der mineralreichsten Thermalquelle der Schweiz, geschöpft und nach den Angaben von Prof. Dr. med. et phil. Carl Löwig von Calciumsulfat befreit. Es ist ärztlich empfohlen bei allen rheumatischen Erkrankungen, Gicht und andern

Baden bei Zürich

Gelenk-Leiden, Nerven-Entzündungen, vor allem Ischias, Magen- und Darmleiden, Katarrhen der Luftwege, Zuckerkrankheit – Es regt den Stoffwechsel an und übt eine wohltuende Wirkung auf die Verdauungsorgane aus. Durch Steigerung der Nieren-Tätigkeit fördert es die Ausscheidung von krankhaften Stoffen aus dem Körper.

TECHNISCHE AUSRÜSTUNG UND VERTRIEB DURCH SCHNEIDER & HÄNGGLI IN BADEN. VERWALTUNG: DER KUR- UND VERKEHRSVEREIN BADEN.

Badener Kurwasser: Das mineralreiche Heilwasser wurde früher durch Schneider & Hänggli in Flaschen abgefüllt und als besonders wohltuend angepriesen.

servorkommen werden auch die Hangwässer sowie die teilweise nur schwach mineralisierten Wässer im verwitterten Gipskeuper auf Temperaturen über 20 °C «aufgeheizt» (also Thermalwasser). Anhand der chemischen Zusammensetzung können jedoch selbst stark mineralisierte Sulfatwässer aus der Auslaugung des Gipskeupers (unter anderem auch mit Hilfe der Schwefelisotopen als Fingerprint) vom – auch aufgrund der balneologischen Wirkung sich abhebenden – Badwasser unterschieden werden (deshalb hier als «Heilwasser» bezeichnet).

Das Wasser der Thermen von Baden/Ennetbaden wurde 1578 erstmals durch Pantaleon chemisch untersucht, die erste vollständige Analyse in Ionendarstellung stammt 1896 von Treadwell. Für eine statistische Auswertung eines hydrochemischen Datensatzes standen dem Geologiebüro Dr. von Moos AG 1999 rund 700 Analysen zur Verfügung. Einzelne Quellen wie die Allgemeine Quelle oder der Grosse Heisse Stein sind dabei gut dokumentiert, von anderen Quellen (zum Beispiel St. Verenaquelle) ist die Datenlage etwas spärlich. Obwohl die Analysen eine sehr enge hydrochemische Verwandtschaft unter den Quellen belegen, konnte gezeigt werden (wie dies Hartmann

bereits 1937 andeutete), dass sich die einzelnen Fassungen nicht nur im Quellertrag sondern auch chemisch leicht unterscheiden, wobei die Quellgase überall etwa gleich zusammengesetzt sind, jedoch der Gehalt an gelösten Stoffen variiert. Die östlichen, ertragreichen Quellen tendieren zu höheren Gehalten an Calcium und Alkalimetallen. Die Unterschiede sind aber sehr fein, und die Quellen zeigen ähnlich wie beim Erguss auch bei den Spurenstoffen leichte Schwankungen.

Woher kommt das Thermalwasser?

Mit dieser Frage haben sich im Lauf der Jahrhunderte viele hervorragende Wissenschaftler beschäftigt. Eine vollständige Würdigung der verschiedenen Theorien kann hier des beschränkten Platzes wegen nicht erfolgen. Der Tiefbauunternehmer A. Scherer schrieb 1905 im Gutachten über die Sanierung der Limmatquelle: «Ob die Mineralquellen in Baden von den Alpen oder vom Schwarzwald, aus dem Meer, aus dem Himmel oder aus der Hölle kommen, ist für uns Nebensache.» Heute, gut 100 Jahre später, können wir die Hypothesen doch stark eingrenzen und einige spektakuläre Theorien begraben.



Trinkbrunnen beim Hotel Hirschen mit Badeszenen-Mosaik von Karl Hügin. Dieser Brunnen bezieht Thermalwasser von der Allgemeinen Quelle.

Erstens ist anzumerken, dass das Thermalwasser chemisch aus einer Mischung mehrerer Komponenten besteht. Die Mischungsanteile sind nicht bei allen Quelfassungen identisch, bei einzelnen Fassungen (zum Beispiel Adlerquelle) sind auch Wildwassereinflüsse durch Oberflächenwasser nachgewiesen. Es sind also durchaus mehrere Einzugsgebiete möglich. Zweitens ist für die hohe Temperatur (rund 47 °C) eine Versenkung in etwa 1.5 km Tiefe nötig; der von A. Hartmann noch 1942 postulierte vulkanische Herd im östlichen Jura ist spätestens seit den intensiven Forschungen der Nagra und dem Nachweis eines teilweise über 15 km breiten, mit mehreren Tausend Metern schlecht durchlässiger Gesteine gefüllten Permokarbondrogens nicht mehr haltbar.

Die gängige Vermutung (unter anderem von A. Heim), das Thermalwasser habe seinen Ursprung in den Alpen, versickere zum Beispiel im Tödigebiet in den Triasschichten und fliesse in diesen unter der Molasse hindurch, stösst auf Probleme (vgl. W. Kanz, 2005): Aufgrund seismischer Untersuchungen der Tiefenstruktur ist damit zu rechnen, dass die Triasschichten mehr als sechs Kilometer unter der Molasse durchführen und weitgehend wasserundurchlässig sind. Als Wasserweg kommen sie deshalb nur schwerlich in Frage.

Durchaus plausibel ist eine Herkunft aus dem westlichen Jura beziehungsweise eine Zirkulation parallel zur Lägern. Aufgrund der geologischen Juraforschung wissen wir heute, dass die grossen tektonischen Störungen oft bis in den kristallinen Sockel hinuntergreifen. Aus dem Chemismus sowie der Gas- und Isotopenzusammensetzung ergibt sich, dass wir es mit einer Mischung von mindestens drei bis vier Komponenten zu tun haben: Die Hauptkomponente ist ein vermutlich mehr als 20 000 Jahre altes Wasser mit Mineralstoffen aus den Evaporitgesteinen (Gips, Steinsalz, Bittersalze). Eine mengenmässig viel kleinere Komponente (<10 %) stammt aus jungem, weniger als 50 Jahre altem Kluftgrundwasser, das einen deutlich geringeren Mineralgehalt beisteuert. Als dritte Komponente wird ein salines Tiefen Grundwasser aus dem Permokarbondrog oder sogar dem Kristallin angenommen. Als zusätzliche hydrothermale Tiefenkomponente sind die Gase (insbesondere Kohlensäure) zu nennen.

Auswirkungen des Umfahrungstunnels auf die Thermen

Im Baugebiet des Umfahrungstunnels wurde sowohl in Baugrubentiefe wie auch im Bereich möglicher Ankerlagen und Pfähle bis in eine Tiefe von 350 m ü. M. in den Sondierungen kein

Wasser des Typus Heilwasser angetroffen. Es ist auch so, dass wenig talseits der Trasse gegen die Limmat und entlang des Postwegs natürliche Einschnitte und Bauten deutlich unter das Druckniveau reichen und das Heilwasser in den bestehenden Quellen und in der Limmat wesentlich tiefer liegende Austrittsmöglichkeiten hat. Hingegen ist die Druckspiegellage und das Auftreten von Heilwasser nicht gänzlich unabhängig vom Bergwasserspiegel in den darüberliegenden Schichten. Wo wie im Osten der Hangwasserspiegel deutlich über dem Druckniveau des Schwanenpegels liegt, ist der Gradient nach unten gerichtet. In Limmatnähe ist dies jedoch nicht mehr der Fall, aufsteigendes Heilwasser führt zu den bekannten Quellaustritten.

Ein direktes Anfahren von Heilwasser in der Baugrube konnte bei der gewählten, oberflächennahen Trassenführung über dem Druckniveau praktisch ausgeschlossen werden. Eine massive Veränderung der Hangwasserspiegellagen durch konstantes Abdrainieren könnte aber Veränderungen der Druckspiegellage beziehungsweise des Gesamtertrags der Heilwasserquellen mit sich bringen und musste vermieden werden. Mangels direkten Einblicks und mangels Versuchen im Thermalwasser-Aquifer bleiben offene Fragen zur Natur des Heilwassers. Deshalb waren besondere Schutz- und Kontrollmassnahmen sowie eine intensive hydrogeologische Überwachung vor, während und nach dem Bau bis zur Einstellung eines Gleichgewichtszustandes nötig. Aufgrund der hydrogeologischen Situation wurde ein hinsichtlich des Thermenschutzes besonders kritischer Bereich ausgeschieden, in dem verschärfte Kontrollen durchgeführt und besondere Auflagen an die Unternehmung gestellt wurden. Bis heute haben sich die Massnahmen bewährt, und Veränderungen am hydrologischen Gesamtsystem, die auf den Tunnelbau zurückgeführt werden müssten, wurden nicht festgestellt.

So bleibt zu hoffen, dass das Bäderquartier nach Inbetriebnahme der Umfahrung neu belebt werden kann und der kultivierte Umgang mit dem Naturphänomen «Heilwasser von Baden/Ennetbaden» wieder aus seinem Dornröschenschlaf erwacht. ❧❧❧

Literatur (Auswahl)

- Bitterli, P. (2003):
Die Gesteinsschichten der Lägern. In: Die Lägern – eine Gratwanderung, Baden.
- Hartmann, A. (1937):
Zur Kenntnis der Thermen von Baden. In: Mitt. Aarg. Naturf. Ges., 20.
- Hartmann, A. (1943):
Natur und Herkunft der Therme von Baden.
In: Mitt. Aarg. Naturf. Ges., 21.
- Heim, A. (1919):
Geologie der Schweiz, Band 1.
- Högl, O. (1980):
Die Mineral- und Heilquellen der Schweiz, Bern.
- Kanz, W. (2005):
Die Badener Thermalquellen – neue Erkenntnisse zur Frage ihres Ursprungs. In: Badener Neujahrsblätter, 80. Jahrgang, 122–129.
- Meier, R. (2003):
Die geologische Erforschung der Lägern. In: Die Lägern – eine Gratwanderung, Baden.
- Münzel, U. (1947):
Die Thermen von Baden – eine balneologische Monographie, Baden.
- Schindler, C. (1977): Zur Geologie von Baden und seiner Umgebung (mit Baugrundkarte 1:10 000 in 2 Blättern).
Beitr. geol. Schweiz kl. Mitt. 67.
- Schindler, C.; Rick, B. (1991):
Ennetbaden – Konflikte zwischen Bauvorhaben, Hangwasser und Thermalwasser. In: Geotechnik Heft 14.