

Die Solebohrung Rottweil 1986 und die Solebohrungen der ehemaligen Saline Wilhelmshall-Rottweil – eine geologische und hydrogeologische Dokumentation

Von BERNHARD GRIMM, Freiburg/Brsg. und ANDREAS ETZOLD, Emmendingen

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----|
| Kurzfassung | 63 |
| Abstract | 64 |
| 1 Vorgeschichte | 65 |
| 2 Geologische Lage | 70 |
| 3 Hydrogeologische Situation | 72 |
| 3.1 Übersicht | 72 |
| 3.2 Hydrochemische Beschaffenheit des Grundwassers | 76 |
| 4 Solebohrung Rottweil 1986 | 76 |
| 4.1 Ablauf der Bohrarbeiten, Bohr- und Ausbaudaten | 76 |
| 4.2 Erbohrte Schichtenfolge | 79 |
| 4.2.1 Quartär (q) und Lettenkeuper (kuL) | 80 |
| 4.2.2 Oberer Muschelkalk (mo) | 82 |
| 4.2.2.1 Trigonodusdolomit (mo2D) [Rottweil-Formation] | 82 |
| 4.2.2.2 Plattenkalk-Formation (mo2P) [Meißner-Formation] | 82 |
| 4.2.2.3 Trochitenkalk-Formation (mo1) | 84 |
| 4.2.3 Mittlerer Muschelkalk (mm) | 85 |
| 4.2.3.1 Obere Dolomit-Formation (mmDo) [Karlstadt-Formation] | 85 |
| 4.2.3.2 Salinar-Formation (mmS) [Heilbronn-Formation] | 85 |
| 4.2.3.3 Geislingen-Formation (mmG) [Diemel-Formation] | 88 |
| 4.3 Grundwasserfördertests | 88 |
| 4.4 Hydrochemische Beschaffenheit des Solewassers | 88 |
| 4.5 Solewassernutzung als Sole- und Freizeitbad | 91 |
| 5 Bohrungen der ehemaligen Saline Wilhelmshall-Rottweil | 92 |
| 5.1 Zur Geschichte der Salinebohrungen | 92 |
| 5.2 Deutung der Schichtenfolge in den Salinebohrungen | 96 |
| 6 Vorbohrung und Schacht am Stallberg | 102 |
| 6.1 Zur Geschichte des Schachtes am Stallberg | 102 |
| 6.2 Schichtenprofile | 104 |
| Danksagung | 105 |
| Literatur | 106 |

KURZFASSUNG

Die 153 m tiefe Solebohrung Rottweil 1986 befindet sich im Primal am südlichen Stadtrand von Rottweil. Sie wurde überwiegend als Rollenmeißelbohrung ausgeführt; ein Bohrkern existierte lediglich vom Steinsalzlager im Mittleren Muschelkalk, das in einer Tiefe von 134,8 m erreicht wurde und eine Mächtigkeit von 11,5 m hat. Anhand der Bohrproben und des Gamma-Ray-Logs wird ein

detailliertes lithostratigraphisches Profil durch den Oberen und Mittleren Muschelkalk bis zur Salinar-Formation erstellt, das als Referenzprofil für die ehemaligen Salinebohrungen, aber auch für künftige Bohrungen im Raum Rottweil dienen kann.

Die Solebohrung 1986 gewinnt ihren Rohstoff durch Aussolung des 11,5 m mächtigen Steinsalzlagers im Mittleren Muschelkalk. Die Solung erfolgt auf natürliche Weise durch „süßes“ Muschelkalkgrundwasser, das über ein perforiertes Mantelrohr des Solebrunnens in das Salzlager gelangt. Über ein Förderrohr mit geringerem Durchmesser wird das gelöste Salz (Sole) zu Tage gefördert. Die Sole speist das „Sole- und Freizeitbad Aquasol Rottweil“. Die Rottweiler Natrium-Chlorid-Sole hat eine Salzkonzentration von 26–27 % und trägt seit 1990 das Prädikat Staatliche Heilquelle. Jährlich werden etwa 1200 m³ Sole gefördert.

Die Solebohrung Rottweil 1986 schöpft aus derselben Salzlagerstätte wie die Solebohrungen der ehemaligen Saline Wilhelmshall-Rottweil, die von 1825 bis 1969 in Betrieb war. Neben der Siedesalzgewinnung fand die Sole bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts auch Verwendung in den Solebädern Rottweils. Die erste Solebohrung wurde 1824 im Neckartal niedergebracht. Danach folgten 10 weitere Bohrungen im Primtal; von diesen waren noch drei bis Betriebsschluss der Saline im Jahr 1969 in Betrieb. Sie mussten im Jahr 1970 aus bergrechtlichen Gründen verfüllt und verplombt werden. Die historischen Schichtenprofile der Salinebohrungen und eines geplanten Schachts samt Vorbohrung am Stallberg (S Rottweil) werden neu gedeutet und soweit möglich entsprechend der aktuellen Lithostratigraphie gegliedert. Die Solebohrung 10 (1938) am „Oberen Bohrhaus“ hat eine bisher nicht beachtete Verwerfung mit einer Sprunghöhe von etwa 20 m durchfahren.

Auf die hydrogeologische Situation im Umfeld der Solebohrung Rottweil und die hydrochemische Beschaffenheit des Karstgrundwassers im Oberen Muschelkalk wird in diesem Artikel eingegangen. Erstmals wird ein Grundwassergleichenplan für das Muschelkalk-Karstgrundwasser im Raum Deißlingen-Rottweil erstellt.

Stichwörter: Steinsalz, Solebohrung, Saline Wilhelmshall-Rottweil, Salzlaugung, Solebäder in Rottweil, Staatliche Heilquelle, Sole- und Freizeitbad Aquasol, Salinenmuseum Unteres Bohrhaus, Schacht am Stallberg, FRIEDRICH-AUGUST VON ALBERTI, Stratigraphie, Oberer Muschelkalk, Mittlerer Muschelkalk, Gamma-Ray-Log, Referenzprofil Muschelkalk, Grundwassergleichen im Oberen Muschelkalk, Rottweil, Oberer Neckar, Primtal

TK25: 7817 Rottweil, Baden-Württemberg

ABSTRACT

The 1986 Rottweil brine well is situated in the valley of the river Prim at the outskirts of the town of Rottweil. The brine borehole was drilled in 1986 to a depth of 153 m and extracts the 11.5 m thick salt layer between 134.8 and 146.3 m within the Middle Muschelkalk. The 1986 Rottweil brine well was drilled by rotary drilling. Only a core of the 11.5 m thick salt layer existed. A lithostratigraphic pro-

file of the Upper and Middle Muschelkalk, which was constructed with the help of drill cuttings and Gammalog, can be regarded as a reference profile for further boreholes near Rottweil.

The salt leaching occurs naturally. The fresh Muschelkalk groundwater penetrates through a perforated tube into the borehole and leaches the salt layer of the Middle Muschelkalk. The brine is brought to light by pumping. The brine well supplies the spa „Aguasol“ in Rottweil. Based on the analysis the brine can be specified as sodium chloride brine. The salt concentration of the brine is 26–27 percent. The rate of brine production for „Aguasol“ is about 1200 m³ per year.

The 1986 Rottweil brine well draws from the same salt layer as the brine wells of the former Wilhelmshall-Rottweil salt mine. The salt mine was established in 1825 and closed in 1969. Eleven saltwork boreholes existed in the environment of the 1986 Rottweil salt water well; three of them were in production until the saltwork shutdown. These boreholes had to be filled in compliance with mining laws. Besides the salt production, the brine was also significant for health spas in Rottweil until the middle of the 20th Century.

The historic geological profiles from the 19th Century of the brine boreholes of the former Wilhelmshall-Rottweil salt mine are now being interpreted again and subdivided according to actual lithostratigraphy. The brine borehole Nr. 10 at „Oberes Bohrhaus“ has hit an as yet unnoticed fault of at least 20 m.

The hydrogeological situation in the surroundings of the 1986 Rottweil brine well and the hydrochemical composition of the Muschelkalk groundwater is described in the paper. For the first time an isopiestic line map of the Muschelkalk groundwater between Rottweil and Deisslingen has been constructed.

Keywords: rock-salt, saltwork Wilhelmshall-Rottweil, leaching of salt, brine spas, medical mineral spring, saltwork museum Rottweil, FRIEDRICH-AUGUST VON ALBERTI, stratigraphy, Upper Muschelkalk, Middle Muschelkalk, Gamma-Ray-Log, reference profile Muschelkalk, isopiestic lines in karst aquifer of Upper Muschelkalk, Rottweil, Neckar valley, Prim valley, Baden-Württemberg

1 VORGESCHICHTE

Vielversprechende Titel wie „Gruß aus Rottweil – Sol- Bad- und Höhenluftkurort“ oder „Zweithöchstgelegenes Solebad Europas“ zieren Ansichtskarten um 1910 des damaligen Olgabades und des Johanniterbades in Rottweil. Gegen Ende des 19. und in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts setzte ein bescheidener Bäderbetrieb ein (LANGBEIN 2004). Drei Solebäder haben nach RAIBLE (1974) in Rottweil zu Beginn des 20. Jahrhunderts bestanden. Das bekannteste war das Johanniterbad (heute: Ringhotel Johanniterbad, Johannsergasse 12). ferner haben das Olgabad (heute: Tuttlinger Straße 58) und das Obere Solebad (Heiligkreuzviertel, heute: Oberamteigasse 10) bestanden. Nach CARLÉ (1968: 135) wurden auch im Psychiatrischen Krankenhaus Rottenmünster (heute: Vinzenz von Paul Hospital) Solebäder – vermutlich bis zur Stilllegung der Saline 1969 – verabreicht. Nach Einstellung des Salinenbetriebs in Sulz a. N. im Jahr 1924

badete man im dortigen Kurhaus und in einem privaten Badehaus mit Rottweiler Sole, die in Tanks dorthin geliefert wurde (s. auch WALTER 2006).

Das Rottweiler Steinsalzvorkommen im Mittleren Muschelkalk hat der Geologe FRIEDRICH AUGUST VON ALBERTI (1795–1878) im Jahr 1824 durch die Solebohrungen (SB) 1a und 1 entdeckt. Diese Solebohrungen sind in Kap. 5 beschrieben. Zur Nummerierung der Solebohrungen (SB) wird ebenfalls auf Kap. 5 verwiesen. Nachdem man in der SB 1 eine ausreichende Salzmächtigkeit von 9,7 m nachgewiesen hatte, wurde die Saline Rottweil-Wilhelmshall errichtet (s. Kap. 5.1). Bereits im Jahr 1826, zwei Jahre nach der Entdeckung des Rottweiler Steinsalzvorkommens, erkannte der praktische Arzt Dr. ZIPFELI die Heilkraft der Rottweiler Sole und ließ sich diese amtlich für Heilzwecke legitimieren (RAIBLE 1997). Die Badesole wurde in Fässern von der Saline Rottweil-Wilhelmshall für die Bäder in der Stadtmitte abgeholt.

Das *Johanniterbad* trägt seinen Namen nach der bis 1809 in Rottweil bestehenden Johanniterkommende. Das Bad besaß einst eine eigene Lettenkeuper-Quelle, mit der die Sole für Badezwecke verdünnt wurde. Baumaßnahmen nach dem Zweiten Weltkrieg im Kernstadtbereich nahe beim Johanniterbad gruben dieser Quelle das Wasser ab. Der Quellwassereinlauf im Johanniterbad ist heute trocken. Die Badeabteilung des Bad-Hotels Johanniterbad stellte in Anbetracht des Sanierungsbedarfs und der Veraltung der Badeeinrichtung im Jahr 1956 den Betrieb ein (RAIBLE 1974).

Das um 1850 erbaute *Olgabad* ist benannt nach der russischen Großfürstin Olga, Gemahlin von Karl I König von Württemberg (1864–1891). Dieses Bad verfügte durch eine offene Rinne über eine direkte Zuleitung von der Saline (RAIBLE 1997). Die Sole wurde im Olgabad – bis zum Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung um etwa 1900 – mit Lettenkeuper-Quellwasser aus einer nahe gelegenen Brunnenstube verdünnt; diese ist auf alten topographischen Karten auf der dem Olgabad gegenüberliegenden Seite der Tuttlinger Straße eingetragen. Das Quellwasser wurde unter der Straße zum Olgabad geleitet. Heute ist der Bereich überbaut. Nach dem ersten Weltkrieg hielten sich erholungsbedürftige Kinder aus dem Raum Stuttgart im Olgabad auf (mündl. Mitteilung R. BAREIS, Rottweil). Das Olgabad schloss im Jahr 1922 wegen Baufälligkeit des Badehauses und Korrosion der Leitungen.

Das *Obere „Soolbad“* war früher eine Weinwirtschaft und bot kalte und warme Heilbäder an. Das Obere Bad musste zu Beginn des Ersten Weltkrieges wegen Brennstoffmangels schließen (RAIBLE 1974).

Bestrebungen zur Einrichtung eines *öffentlichen* Solebades in Rottweil bestanden seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Eine Eingabe an die Königlich Württembergische Staatsregierung, „ein staatliches Solbad bei der Saline Wilhelmshall-Rottweil zu errichten“, erfolgte bereits im Jahr 1905. Im Jahr 1964 schlug der für Rottweil zuständige Abgeordnete R. GLEICHAUF im Landtag von Baden-Württemberg erneut die Einrichtung eines Soleheilbades vor und verwies auf das benachbarte Bad Dürnheim, wo seit langem mit Erfolg Sole für Heilzwecke eingesetzt wurde (RAIBLE 1997).

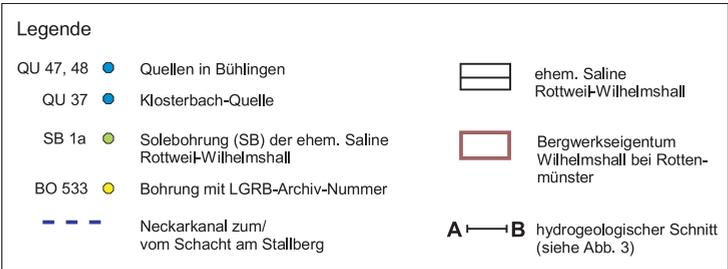
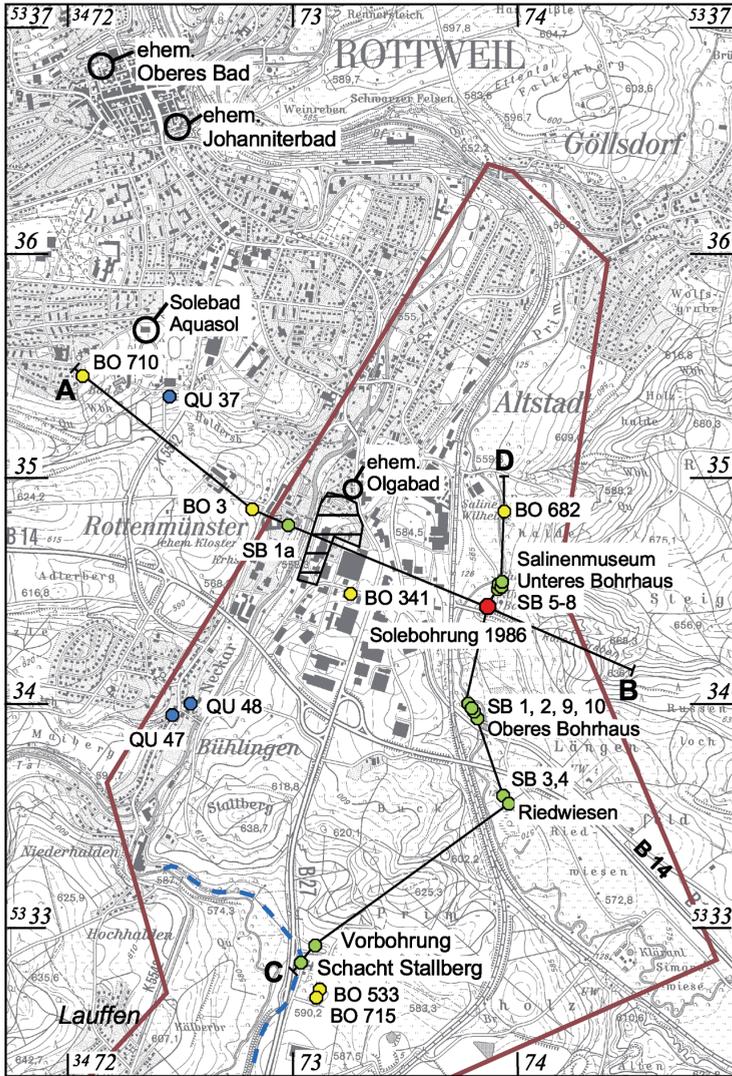


Abb. 1. Übersichtskarte. Ausschnitt aus der TK 25, Bl. 7817 Rottweil.



Abb. 2. Bad-Hotel Johanniterbad, Postkarte aus dem Jahr 1938 (Foto: F. FAULHABER, Quelle: Stadtarchiv Rottweil).

Die massiven Untergeschosse bestehen heute unverändert. Die beiden Hotel-aufbauten ersetzt seit langem ein Neubau.

Nach der Schließung der Rottweiler Saline Wilhelmshall am 2. April 1969, setzte sich noch im Juni des gleichen Jahres der „Arbeitskreis Solebad“ für die Wiedereinrichtung eines Solebades ein. Die Stadt Rottweil beauftragte das damalige Geologische Landesamt Baden-Württemberg (GLA, Freiburg i. Br., heute: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, LGRB, im Regierungspräsidium Freiburg) am 14.08.1969 mit der Durchführung einer chemischen Analyse der Sole („kleine Heilwasseranalyse“), wobei man die Hoffnung zum Ausdruck brachte, wenigstens *eine* Solebohrung für ein künftiges Bad erhalten zu können. Die Analyse einer Soleprobe aus der SB 8 erbrachte bei einer Temperatur von 12,2 °C eine Salzkonzentration von 268 g/kg, die mit derjenigen der Solebohrung von 1986 praktisch identisch ist (s. Kap. 4.4). Der Südwestdeutschen Salzwerke AG als Betreiberin der Saline wurde jedoch aus bergrechtlichen Gründen zur Auflage gemacht, die zuletzt noch betriebenen Solebohrungen SB 7, 8 und 10 zu verfüllen und mit Beton zu verplomben (ROTTWEILER ZEITUNG 14.09.1970). Der Ausbau des Bohrgestänges und das Verschließen der Bohrungen erfolgte Mitte September 1970 durch die Firma Bohrpfahl (Esslingen). Die Südwestdeutsche Salzwerke AG übergab mit Vertrag vom 12.04.1976 das Recht zur Soleförderung im Grubenfeld „Wilhelmshall bei Rottenmünster“ an den inzwischen gegründeten „Solebad-Verein Rottweil e. V.“.

Im Jahr 1971 hat die Stadt Rottweil das Geologische Landesamt um Stellungnahme zur Standortwahl einer neuen Solebohrung gebeten. Aus geologischer

Sicht kam nur ein Standort in der Nähe des „Unteren Bohrhauses“ in Frage. Anfängliche Bedenken der Stadt Rottweil, dass die geplante Solebohrung einen bereits durch Aussolung geschaffenen Hohlraum der ehemaligen Saline Wilhelmshall antreffen könnte, waren nicht unbegründet, beträgt doch die Entfernung zu den früheren Salinebohrungen SB 5–8 nur 80 bis 120 m. Diesen durchaus berechtigten Bedenken konnte jedoch mit dem Argument begegnet werden, dass die mit einem Abstand von nur 22 m viel näher beieinander liegenden Solebohrungen SB 7 und SB 8 bis Betriebsschluss 1969 zum Großteil an der gesamten Soleförderung von 15 000 bis 25 000 m³/Jahr mit einem konstanten Salzgehalt von 26–27 % beteiligt waren (SCHULZ 1970: 37, 157). Diese Salzmenge war also ein Vielfaches der geplanten Soleförderung von etwa 1200 m³/Jahr für das geplante Bad. Tatsächlich hat die Solebohrung 1986 eine Salzmächtigkeit von 11,5 m erschlossen, was im Vergleich mit den Solebohrungen der ehemaligen Saline für ein intaktes Salzlager spricht (Tab. 5).

Für diese Standortwahl sprach auch, dass man bereits gute Kenntnisse über die geologischen Untergrundverhältnisse durch die Bohraufnahmen v. ALBERTI'S (1826) und durch die Überarbeitung der Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt 7817 Rottweil (LEIBER und MÜNZING, in SCHMIDT 1982a) hatte. Größere Verwerfungen, die sich als wasserwegsames Bahnen für zutretendes Grundwasser hätten erweisen können, sind in der engeren Umgebung des vorgeschlagenen Bohrpunkts nicht nachgewiesen. Die abdichtende Überdeckung des Muschelkalkes durch Schichten des Lettenkeupers bietet einen gewissen Schutz vor Zutritten von Oberflächenwasser und flachen Grundwässern aus dem Keuper in den Muschelkalk-Aquifer.

Der Anlass zum Bau des Solebades ergab sich erst 1981, als sich die Dringlichkeit einer Sanierung des Städtischen Hallenbades herausstellte. Der Gemeinderat Rottweil beschloss, ein Solebad an das bestehende Hallenbad anzubauen. Der Solebad-Verein konnte dank der Einnahmen aus ehrenamtlichen Aktivitäten und Spenden der Stadt Rottweil im Jahr 1985 einen beachtlichen Vorfinanzierungsbeitrag für die Solebohrung überreichen.

Das damalige Landesbergamt Baden-Württemberg (Freiburg i. Br., heute: Landesbergdirektion im LGRB) hat der Großen Kreisstadt Rottweil am 22.01.1986 die Aufrechterhaltung des alten württembergischen Bergrechts an dem „Konsolidierten Gruben- und Solefeld der Saline Wilhelmshall bei Rottenmünster“ bestätigt. Danach ist die Stadt Rottweil bergrechtlich zur Gewinnung von Sole berechtigt.

Den endgültigen Standort der Solebohrung im Primitäl – etwa 70 m oberhalb des „Unteren Bohrhauses“ am Fuß der am 26. September 1971 stillgelegten Bahnlinie Rottweil-Balingen – hat das Geologische Landesamt am 26.09.1985 vorgeschlagen (Az.: II/2–847/85, Bearbeiter: Dr. K. MÜNZING). Dieser Standort bot auch infrastrukturelle Vorteile. Der Einbau eines Sole-Reservoirs in den Damm des ehemaligen Bahnviadukts war ohne großen Aufwand möglich. Die darunter befindliche Abfüllanlage ist mit Tankfahrzeugen direkt anfahrbar (siehe Abb. 7). Das Ingenieurbüro Fritz (Bad Urach) wurde am 27.02.1986 von den damaligen

Stadtwerken Rottweil mit der Planung und Betreuung der Solebohrung sowie mit der bergrechtlichen Genehmigung des Solebetriebes und der wasserrechtlichen Erlaubnis beauftragt.

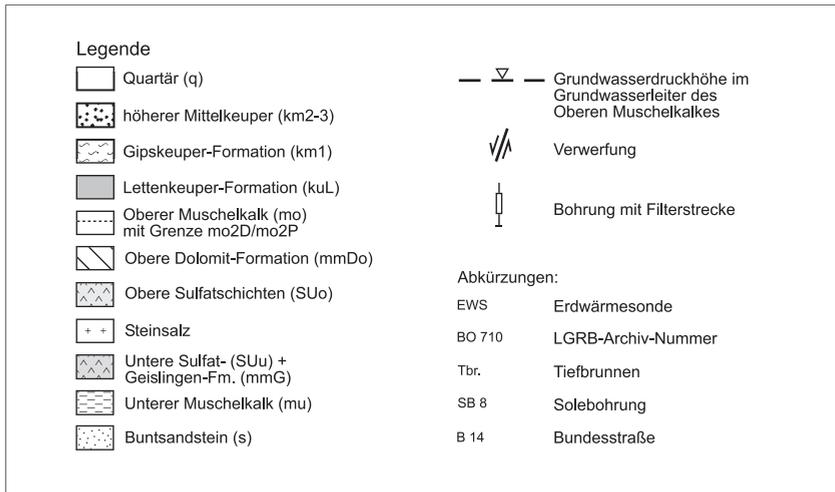
2 GEOLOGISCHE LAGE

Das Bergwerkseigentum „Wilhelmshall bei Rottenmünster“ (s. Abb. 1) liegt innerhalb des süddeutschen Schichtstufenlandes an der Grenze zwischen der nach Osten fallenden Muschelkalk-Gäuplatte und dem Keuperanstieg zu den Unterjurastufen des Albvorlands. Die Gäuplatte ist hier überdeckt von Lettenkeuper mit isolierten Resten von Mittelkeuper. Die in der Umgebung der Solebohrung Rottweil 1986 austreichenden Schichten reichen vom Oberen Muschelkalk im Westen über den Keuper bis zur Plattform der Arietenkalk-Formation im Osten (Abb. 3 und 4). Die von E in die Prim fließenden Bäche queren in relativ steilen Tälern die Mittelkeuper- und Unterjura-Schichtstufen. Von der Muschelkalk-Gäuplatte im W verlaufen mehrere Täler, oft als Trockentäler ausgebildet, zum Neckar (Holdersbach mit Klosterbach, Grabenbach, Abb. 4). Der Neckar hat sich auf der Strecke Bühlingen-Rottweil in einem auffällig geraden Verlauf, möglicherweise entlang einer Verwerfung (Mitteilung Dr. M. FRANZ), in den Oberen Muschelkalk eingeschnitten. Die Schichten fallen gleichmäßig mit 2–3 % nach E bis ESE ein (s. Schichtlagerungskarte, LEIBER in SCHMIDT 1982a: Beil. 2). Östlich der Prim ist eine leichte Verflachung des Schichtfallens zu erkennen, was möglicherweise mit dem Einsetzen des Salzlagers zusammenhängt.

Flussgeschichtlich liegt das Gebiet um die frühere Saline Wilhelmshall-Rottweil in einer Schlüsselposition. Im Miozän und Pliozän floss die aus dem Nord-schwarzwald stammende Ureschach über das heutige Prim- und Faulenbachtal zur Donau („Eschachdonau“). In diese Ureschach mündeten im Raum S Rottweil von SW der Urneckar und von N die Urschlichem. Zeugen dieser Flussgeschichte sind die teilweise von Lößlehm überdeckten – Hochterrassenschotter mit eingestreuten Schwarzwald- (Ureschach) und Alb-Geröllen (Urschlichem). Die Anzapfung der Ureschach durch rückschreitende Erosion des Neckars von Norden nach Süden (Eschachablenkung) fand während der Risseiszeit S Rottweil statt (MÜNZING in SCHMIDT 1982 a).

Die Solebohrung Rottweil 1986 liegt am Fuß des Bahndammes der ehemaligen Bahnlinie Rottweil-Balingen, etwa 2,5 m höher als die Primaue. Wahrscheinlich wurde das Gelände beim Bahndamm aufgeschüttet. In der Umgebung der Solebohrung Rottweil 1986 ist mit einer verbreiteten Lettenkeuper-Auflage auf dem Oberen Muschelkalk zu rechnen. Lediglich im Primtäl zwischen der Solebohrung 1986 und der Verwerfung in SB 10 (Oberes Bohrhaus) scheint der Lettenkeuper bis auf die Basisschichten (kuB) abgetragen zu sein (s. Schnitt C-D in Abb. 3). In der Solebohrung 1986 selbst dürfte die Restmächtigkeit des Lettenkeupers etwa 2,5 m betragen. Nach N nimmt sie zu und erreicht bereits in den Bohrungen am Unteren Bohrhaus (SB 5–8) unter dem Quartär Werte von rund 4–7 m.

In Bezug auf den Oberen Muschelkalk ist zu bemerken, dass sich in Baden-

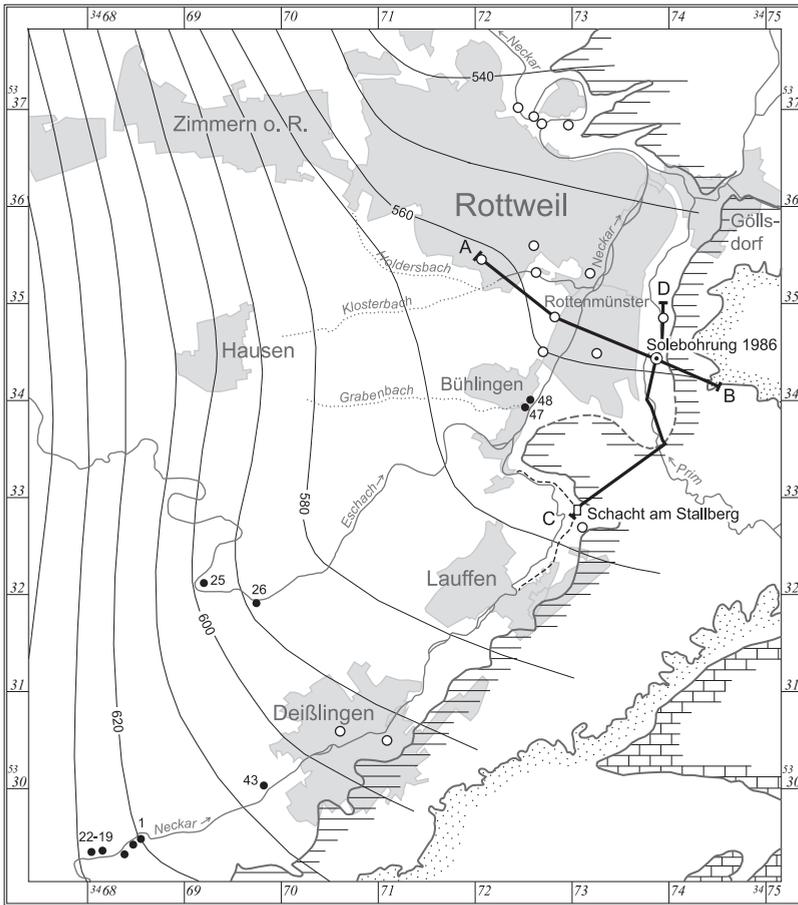


Württemberg von N nach S eine randlichere Fazies einstellt, was sich besonders in der Abnahme des Tonanteils und einer Zunahme der Dolomite und Oolithe bemerkbar macht. Aus diesem Grunde existiert im südlichen Baden-Württemberg eine von den nördlichen und mittleren Landesteilen abweichende, eigenständige Gliederung, die im Wesentlichen auf die Arbeiten von PAUL (1936, 1956, 1971) zurückgeht. Auffallendstes Schichtglied dieser Fazies ist der den Muschelkalk krönende Trigonodusdolomit. Da dieser im Raum Rottweil charakteristisch ausgebildet ist und die Aufschlüsse in der Umgebung früher zahlreiche Fossilien geliefert haben, wurde die Stadt von der Perm-Trias Subkommission als Typlokalität für die neue Bezeichnung „Rottweil-Formation“ gewählt.

3 HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

3.1 Übersicht

Der Lettenkeuper und der Obere Muschelkalk sind die beiden typischen Grundwasserleiter im Raum Rottweil. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Trinkwasserversorgung hauptsächlich aus Quellen der Lettenkeuper-Formation gespeist (z. B. frühere Wasserversorgung der Stadt Rottweil, Kloster Rottenmünster (später Heilanstalt), Siedlungen auf der Gäuplatte). In dieser etwa 14 m mächtigen, durch Ton- und Mergelsteine geprägten Formation ist jedoch die Grundwasserführung auf wenige Sandstein- und Karbonatbänke beschränkt und deshalb gering. Charakteristisch sind Quellen mit einer mittleren Schüttung von weniger als 1 l/s. Die bereits im Ausstrich des Lettenkeupers zu beobachtenden Trockentäler (s. Abb. 4), Bachschwinden und Dolinenfelder sind durch die Verkarstung des Oberen Muschelkalks verursacht und ein Hinweis darauf, dass die beiden Grundwasserstockwerke des Lettenkeupers und des



- Bohrung bzw. Grundwassermessstelle
- Karstquelle mit LGRB-Nummer
- 1, 19-22 Keck-Quellen
- 25 Wildensteiner-Quelle
- 26 Straubeleswald-Quelle
- 47, 48 Quellen in Bühlingen
- 620— Grundwassergleiche im Karstaquifer des Oberen Muschelkalkes (m NN) (verschiedene Stichtage)
- A—B hydrogeologische Schnitte (s. Abb. 3)
- Neckarkanal zum bzw. vom Schacht am Stallberg
- Trockental (nur gelegentlich Wasser führend)
- Verbreitungsgebiete**
- Unterjura (ju)
- höherer Mittelkeuper (km2-km5)
- Gipskeuper-Formation (km1)
- Unterkeuper/Oberer Muschelkalk (einschließlich isolierte Gipskeuper-Vorkommen)

Abb. 4. Hydrogeologische Übersichtskarte südlich Rottweil (TK 25, Bl. 7817).

Oberen Muschelkalkes nicht überall hydraulisch getrennt sind, sondern lokal Fließverbindungen aufweisen (STEMMER 1967, MÜNZING in SCHMIDT 1982a).

Die insgesamt etwa 90 m mächtigen Karbonate des Oberen Muschelkalks (mo) und der Oberen Dolomit-Formation des Mittleren Muschelkalks (mmDo) zusammen besitzen dagegen infolge Klüftung und Verkarstung ausgedehnte Hohlraumnetze. Sie sind deshalb ein ergiebiger und überregional bedeutender Grundwasserspeicher. Erst mit Hilfe leistungsfähiger Pumpen war es möglich, die tiefergelegenen Muschelkalkquellen zu nutzen und mittels Bohrbrunnen größere Grundwassermengen zu erschließen. Auf diese Weise wurde etwa ab Beginn des 20. Jahrhunderts die Trinkwasserversorgung zunehmend auf Muschelkalkwasser umgestellt.

Die Sohlschicht des Muschelkalkgrundwassers bilden die tonhaltigen Oberen Dolomite 1 (DO1) und die Oberen Sulfatschichten (SUo) des Mittleren Muschelkalks. Diese grundwasserstauenden Schichten streichen im Neckartal erst N Rottweil aus. S Rottweil liegt die Talsohle der Vorfluter Eschach und Neckar deutlich über diesen Stauschichten. Karstquellen im Raum Rottweil-Schwenningen können deshalb nur dort auftreten, wo die Oberfläche des Muschelkalk-Karstwassers das Geländeniveau schneidet. Beispiele dafür bieten im Eschachtal die Wildensteiner-Quelle (MQ=4 l/s) und die Straubeleswald-Quelle (Wasserversorgung Rottweil, 60 l/s); im Neckartal sind dies die Quellen in Bühlingen (10 l/s) sowie die Keck-Quellen 1–4 SW Deißlingen (Zweckverband Keckquellen/Schwenningen und Zweckverband Baarwasserversorgung/Trosingen, 250 l/s, s. Abb. 4). Muschelkalk-Schichtquellen entspringen neckarabwärts erst N Rottweil, wo die Erosion des Neckars bis unter die grundwasserstauende Sohlschichten hinuntergreift. Als markante Schichtquellen seien die Neckarburg-Quellen 1–4 des Zweckverbandes Wasserversorgung Oberer Neckar (MQ=35 l/s), die etwa 4 km N Rottweil entspringen, genannt.

Der Grundwassergleichenplan (Abb. 4) stellt die Oberfläche bzw. das Grundwasserpotential des Muschelkalk-Karstwassers dar; aus ihm können Fließrichtung und Gefälle abgeleitet werden. Da die Messstellendichte ungleich ist und die Grundwasserstände nicht von *einem* Stichtag stammen, ist der Gleichenplan lediglich als ein erster Überblick zu verstehen. Die Fließrichtung des Muschelkalk-Grundwassers ist im Westen des Untersuchungsgebietes – ebenso wie das Schichtfallen – nach E gerichtet, biegt aber im Neckartal in die NE bis NNE-Richtung um (GRIMM 2004). Die Ursache dafür ist, dass sich das Grundwasserpotential im Oberen Muschelkalk nördlich der Europäischen Wasserscheide Rhein/Donau, die zwischen Schwenningen und Bad Dürkheim verläuft, auf die Vorflut des Neckars und dessen Nebenfluss Eschach einstellt.

Zur Versorgung der Saline Wilhelmshall-Rottweil mit Trink- und Brauchwasser diente die auf der gegenüberliegenden Neckarseite im Lettenkeuper gefasste Klosterbach-Quelle (LGRB-Archiv-Nummer: QU 7817/37, Abb. 1). Das Gelände um die Brunnenstube ist heute von der früheren Mülldeponie Rottweil verfüllt (heute: Altablagerung „Klosterbach“, mündliche Auskunft J. WOERN, Fa. Breinlinger & Partner, Tuttlingen). Da die Klosterbach-Quelle (etwa 590 m NN)

Tab.1. Chemische Beschaffenheit des Grundwassers im Muschelkalk am Südrand von Rottweil.

n.b. – nicht bestimmt, Tbr. – Tiefbrunnen, ET – Endteufe, PV – Pumpversuch, WV – Wasserversorgung, ZV – Zweckverband, TZW – Technologiezentrum Wasser Karlsruhe
Lage der Bohrungen siehe Abb. 1. Von den Bohrungen existiert heute nur der Tbr. 3 Rottenmünster.

| Name der Bohrung/Quelle | | Tbr. Milchwerk Rottweil 1969 | Tbr. Schachthaus 1972 | Erdwärmebohrung Primal 2005 | Tbr. 3 Rottenmünster 1961 | Keck-Quelle 1 |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| LGRB-Archiv-Nr. | | BO 7817/341 | BO 7817/533 | BO 7817/682 | BO 7817/3 | QU 7817/1 |
| Ansatzhöhe | m NN | 580 | 589 | 562 | 580 | 619,45 |
| Geologisches Kurzprofil (m unter Ansatzhöhe) | Quartär ku mo mmDo | - 4,9 -16,0 -80,0 -98,0 (ET) | - 5,0 -20,0 -86,6? -88,2 (ET) | - 3,5 -10,7 -80,0 -82,0 (ET) | - 3,5 - 5,0 -74,2 -86,5 (ET) | Austritt im mo1 |
| Bemerkungen | | PV 19,5 l/s | PV 8 l/s | Versuchsbohrung | WV Rottenmünster | ZV Keckquellen |
| Datum | | 12.11.1969 | 07.02.1971 | 15.07.2005 | 14.04.2004 | 06.08.2001 |
| Labor | | Dr. Karsch | Dr. Karsch | LGRB | Prof. Jäger | TZW |
| Temperatur | °C | 11,8 | 10,0 | 10,9 | 10,0 | 9,5 |
| pH-Wert | - | 7,2 | 7,5 | 7,63 | 7,15 | 7,28 |
| Sauerstoff | mg/l | 4,8 | 10,1? | n.b. | 2,4 | 7,2 |
| elektr. Leitfähigk. | µS/cm, 25 °C | n.b. | n.b. | 1620 | 977 | 839 |
| Summe der gelösten Mineralstoffe | mg/l | < 1220 | > 912 | 1333 | 902 | 689 |
| Trübung | | klar | gering | klar | n.b. | n.b. |
| Säurekap. pH 4,3 | mmol/l | 6,7 | 7,0 | 6,6 | 8,0 | 6,4 |
| Karbonathärte | °dH | 18,8 | 19,6 | 18,6 | 22,3 | 18,0 |
| Gesamthärte | °dH | 45,4 | 35,6 | 46,6 | 31,7 | 24,6 |
| freies CO ₂ | mg/l | 0 | 0,0 | n.b. | 68,6 | 40,9 |
| Calcium | mg/l | 214 | 181 | 244 | 134 | 113 |
| Magnesium | mg/l | 67 | 44,8 | 54,3 | 55,9 | 38,3 |
| Natrium | mg/l | n.b. | n.b. | 57,4 | 28,0 | 7,2 |
| Kalium | mg/l | n.b. | n.b. | 4,4 | 3,5 | 1,6 |
| Eisen (gesamt) | mg/l | 0 | 0,05 | n.b. | 0,02 | 0,02 |
| Chlorid | mg/l | 46,2 | 16,3 | 121 | 55,2 | 25,7 |
| Nitrat | mg/l | 0,2 | 1,0 | 4,8 | 4,3 | 31,7 |
| Nitrit | mg/l | 0 | 0 | n.b. | 0,01 | < 0,01 |
| Sulfat | mg/l | 484 | 243 | 442 | 135 | 78,3 |
| Hydrogenkarbonat | mg/l | 409 | 427 | 405 | 486 | 393 |

höher als die Saline (etwa 580 m NN) liegt, konnte das Quellwasser über eine Wasserleitung quer über den Neckar im freien Gefälle zur Saline geführt werden.

In diesem Zusammenhang sei hier ein Brauchwasserbrunnen erwähnt (siehe Tab. 1), bei dessen Standortfindung die Kenntnisse über die Grundwasserein-

brüche, die bei den Bauarbeiten von 1842–1850 am Schacht Stallberg auftraten (siehe Kap. 6.1), von Nutzen waren (GLA: Hydrogeologisches Gutachten zur Wassererschließung für den Zweckverband Wasserversorgung Oberer Neckar, Az.: IV/1–1326/70 vom 23.09.1970, Bearbeiter: Dr. K. MÜNZING). Der 88,2 m tiefe Brunnen wurde im Jahr 1972 gebaut. Wegen der hohen Gesamthärte von 36 °dH (Sulfatgehalt 243 mg/l) schied das Grundwasser für Trinkwasserzwecke aus, wird aber als Brauchwasser von der Firma Knauff Gips KG verwendet. Diesen Brunnen ersetzt seit 1995 ein neuer, ebenfalls 88,2 m tiefer Brunnen (LGRB-Archiv-Nummer: BO 7817/715, s. Abb. 1). Eine wasserrechtliche Erlaubnis gestattet die Entnahme von 8 l/s.

3.2 Hydrochemische Beschaffenheit des Grundwassers

Die Solebohrung Rottweil 1986 gewinnt ihren Rohstoff durch Aussolung des Steinsalzlagers im Mittleren Muschelkalk. Dabei fließt „süßes“ Grundwasser aus dem gemeinsamen Grundwasserstockwerk Oberer Muschelkalk (mo) und Obere Dolomit-Formation des Mittleren Muschelkalkes (mmDo) in der ausgebauten Bohrung nach unten in die Salinar-Formation (mmS), wo es sich mit Salz anreichert (vgl. SIMON 2003: 45). Dieses Muschelkalk-Grundwasser ist bisher chemisch nicht untersucht. Für die Beurteilung der chemischen Beschaffenheit bieten sich jedoch Analysen aus vergleichbaren Bohrungen in der Umgebung der Solebohrung Rottweil 1986 an.

Vergleicht man die chemische Beschaffenheit der Grundwässer dieser Brunnen mit derjenigen der Keck-Quelle 1, fällt die höhere Mineralisierung der Tiefbrunnenwässer ins Auge. Die Summe der gelösten Mineralstoffe beträgt oft mehr als 1000 mg/l gegenüber knapp 700 mg/l der Keck-Quellen. Ursache ist vermutlich eine längere Verweildauer des Grundwassers im tiefen Karstaquifer gegenüber den Quellen, bei denen ein freier Grundwasserabfluss in den Vorfluter stattfindet. Die Grundwässer sind nach der Härteeinteilung von KLUT-OLSZEWSKI (1945), vor allem wegen der hohen Sulfat-Konzentrationen bis 500 mg/l, als sehr hart zu bezeichnen (Gesamthärte > 30°dH). Sie sind ein Indiz dafür, dass an der Basis des Aquifers, d. h. an der Grenze der Oberen Dolomit-Formation zu den Oberen Sulfatschichten des Mittleren Muschelkalks, eine aktive Gipsauslaugung stattfindet. Als eine weitere Sulfatquelle kann der Gipskeuper in Frage kommen. Dieser steht von den vier betrachteten Bohrungen aber nur in der Umgebung des Tiefbrunnens am Schachthaus an.

4 SOLEBOHRUNG ROTTWEIL 1986

4.1 Ablauf der Bohrarbeiten, Bohr- und Ausbaudaten

Die Solebohrung Rottweil hat die Gewerkschaft Walter AG (Essen) vom 16. April bis 12. Mai 1986 abgeteuft und ausgebaut. Die Arbeiten haben das Ingenieurbüro FRITZ (Bad Urach, Bearbeiter: Dipl.-Geol. H. HACKL) und das damalige Geologische Landesamt (GLA, Bearbeiter: Dr. K. MÜNZING) betreut und beraten. Gebohrt wurde bis 15,1 m unter Gelände (GOK) mit einem Durchmesser von 559 mm; zur

Absperrung der Grundwässer im Quartär und im Lettenkeuper wurde ein Standrohr mit einem Durchmesser von 473 mm gesetzt und bis zu Tage zementiert. Anschließend wurde mit einem Rollenmeißel (Durchmesser 444 mm) bis 90,55 m in die Obere Dolomit-Formation (mmDo) gebohrt und am 23. April die Bohrarbeiten für einen Grundwasserfördertest angehalten (Kap. 4.3). Die Bohrung wurde sodann bis zum Erreichen der Steinsalzschiechten (SSZ) bis 135,5 m unter Gelände fortgesetzt. Als Bohrspülung wurde (bis 10 l/s) Primwasser mit 3–4 % Betonitanteil verwendet. Ein Mantelrohr (Durchmesser 340 mm) wurde in die Bohrung gestellt und am 28.04.1986 von 134,25–88,0 m unter Gelände zementiert. In den Ringraum wurde von 88,0–50,0 m Filterkies mit einer Korngröße von 16/32 mm eingebracht. Die restliche Strecke bis zu Tage dichtet eine Tonsperre ab. Die einwandfreie Durchführung der Zementation wurde von der Firma Schlumberger am 05.05.1986 durch ein Zement-Bond-Log überprüft. Ein Flowmeter-Log zur Messung der Grundwasserzuflüsse im Bohrloch wurde nicht durchgeführt.

Auf der Strecke von 135,5–146,7 m wurde am 06.05.1986 auf Kernbohrverfahren (Meißel-Durchmesser 159 mm) umgestellt, um anhand der Bohrkernne die Gesteinsausbildung (Fazies) und Mächtigkeit der Steinsalzschiechten genau beurteilen zu können. Zur Vermeidung der Auflösung von Steinsalz wurde eine gesättigte NaCl-Spülung verwendet. Der erste Salzbohrkern wurde am 07.05.1986 gezogen. Nach Beendigung der Kernbohrung und dem Ziehen des

Tab. 2. Stamm-, Bohr- und Ausbaudaten der Solebohrung Rottweil 1986

| | |
|-------------------------------|---|
| Standort | etwa 100 m SW des „Unteren Bohrhauses“ (heute: Salinenmuseum Rottweil), Flurstücks-Nummer.: 1549 |
| Koordinaten: Rechts-/Hochwert | 34 73 870/53 34 433 (nach Lageplan 1:2500) |
| Höhe Geländeoberkante (GOK) | 565,78 m NN |
| Endteufe | 153,0 m unter GOK |
| TK25/LGRB-Archiv-Nummer | 7817 Rottweil/BO 7817/101 |
| Bohrlochdurchmesser | 0,0– 15,1 m u. GOK: 559 mm = 22" (Rotary) 15,1– 135,5 m u. GOK: 444 mm = 17 1/2" (Rotary) 135,5– 146,7 m u. GOK: 159 mm = 6 1/4" (Bohrkern) 135,5– 153,0 m u. GOK: 311 mm = 12 1/4" (Rotary) |
| Rohrdurchmesser/Zementation | 0,0– 15,10 m u. GOK: 473 mm = 18 5/8" (Standrohr) 0,0– 134,25 m u. GOK: 340 mm = 13 3/8" (Mantelrohr) Tonabdichtung: 50,0 m u. GOK bis zu Tage Fußzementation: 134,25–88,0 m u. GOK 0,0– 146,8 m u. GOK: 250 mm = 10" (Produktionsrohr) |
| Ausbau des Produktionsrohrs | 0,0– 134,80 m u. GOK: 250 mm = 10" (Vollrohr) 134,8– 144,8 m u. GOK: 250 mm = 10" (Filterrohr) 144,8– 146,8 m u. GOK: 250 mm = 10" (Vollbaurohr) |

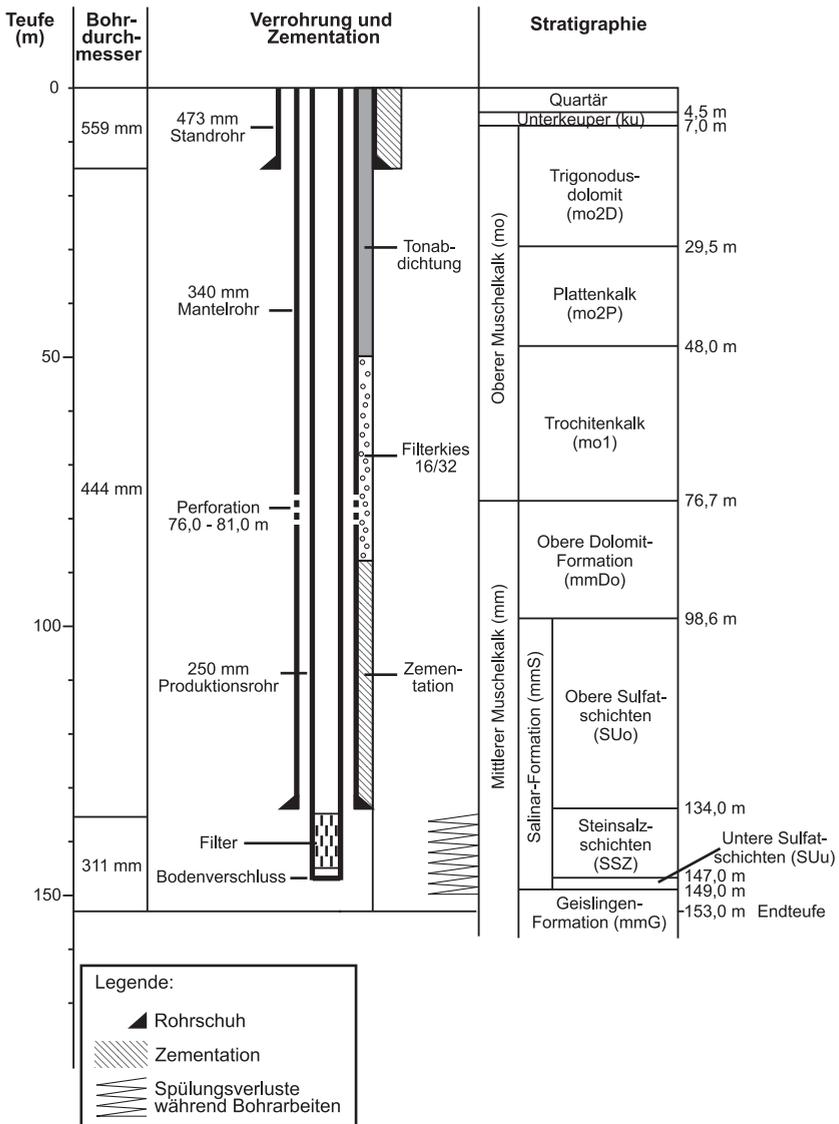


Abb. 5. Solebohrung Rottweil 1986: Bohrlochausbau und stratigraphischer Überblick.

Kernrohres wurde wieder ein Rollenmeißel (Durchmesser 311 mm) eingebaut und von 135,5 m bis zur Endteufe bei 153,0 m gemeißelt. Ein Gamma-Ray-Log (GR-Log) hat das Büro für Geophysik Dr. J. WIECK (Neckartailfingen) am 12. Mai nach Abschluss der Bohrarbeiten gefahren. Die daran anschließenden Grundwasserfördertests vom 12. bis 14. Mai brachten bereits Sole zu Tage (Kap. 4.3). Das

340 mm-Mantelrohr wurde am 15.05.1986 mit einer 4 Zoll-Kanone im Bereich der vermuteten Hauptgrundwasserzuflüsse aus Gesteinen der Oberen Dolomit-Formation (mmDo) von 76,0–81,0 m unter Gelände am 15.05.1986 perforiert, um das für die Solung des Steinsalzes erforderliche Grundwasser zu erschließen. Noch am 15. Mai fand ein Auffüllversuch mit Süßwasser statt (Kap. 4.3). Schließlich wurde am 16. Mai das Produktionsrohr (Durchmesser 250 mm) mit einer Filterstrecke von 134,8–144,8 m unter Gelände eingebaut.

Die Bohrspülungsverluste betragen im Muschelkalk (mo bis mmDo) von 43–90 m u. GOK etwa 4–10 % und nahmen im Bereich der Oberen Sulfatschichten (SUo) bis 135 m Teufe auf etwa 13 % zu. Bei den Vorarbeiten für die Kernbohrung kam es beim Aufbohren des Zementschuhs am 05.05.1986 bei 135,5 m zum totalen Spülungsverlust. Die Spülungsverluste im Teufenbereich 135,5–150,4 m betragen später beim Überbohren der Kernbohrung mit dem Rollenmeißel etwa 80 %. Ursache dafür sind vermutlich Klüfte oder Wegsamkeiten in der oberen Auslaugungszone der Steinsalzschiechten. Im Bohrkern selbst (135,5–146,7 m), in dem die Obergrenze des Salzlagers leider nicht aufgeschlossen ist, wurden keine Wasserwegsamkeiten beobachtet. Möglicherweise ist dieser Spülungsverlust ein Hinweis auf die beginnende Aussolung des Salzlagers durch die frühere Soleförderung in den benachbarten Solebohrungen.

4.2 Erbohrte Schichtenfolge

Für die Neubearbeitung der Solebohrung Rottweil 1986 standen uns die Meterproben des Bohrguts (Spülproben) zur Verfügung. Diese wurden im Labor des LGRB über einem 0,1 mm-Sieb gewaschen und mit Hilfe eines Binokulars auf ihre Lithologie hin untersucht. Hierbei ist zu bemerken, dass die daraus gewonnenen Erkenntnisse abhängig sind von der Qualität der Probenahme. Werden die aus der Bohrspülung über einem Sieb gewonnenen Proben ungenau, d. h. nicht bei der jeweils tatsächlich erreichten Bohrtiefe genommen, falsch beschriftet oder vermischt, ist auch die aus den Proben ablesbare Lithostratigraphie ungenau. Zu Fehldeutungen kann es auch kommen, wenn durch Nachfall im offenen Bohrloch Schichtgrenzen verschleiert werden, was besonders bei Lockersedimenten oder brüchigem Gebirge oft der Fall ist. In vorliegender Bohrung scheint die Probenahme in der Regel pünktlich erfolgt zu sein; der Nachfall hält sich in Grenzen.

Ein wichtiges Instrument, das die Untersuchungen am Bohrgut ergänzt und Schichtgrenzen zu präzisieren hilft, sind geophysikalische Bohrlochmessungen. Von diesen Methoden gehört das Gamma-Ray-Log (GR-Log) heute zur Standarduntersuchung und sollte in keiner Bohrung fehlen. Hierbei wird die natürliche Gammastrahlung des Gesteins im Bohrloch, mit Hilfe einer Gamma-Ray-Sonde gemessen. Die GR-Messung am 12.05.1986 wurde nach Abschluss der Bohrarbeiten vom Büro Dr. J. WIECK/Neckartailfingen zu einem Zeitpunkt durchgeführt, als das bis 134,25 m reichende Mantelrohr gesetzt und einzementiert, das Produktionsrohr aber noch nicht eingebaut war (s. Kap. 4.1). Zum Zeitpunkt der Messung war das Bohrloch also nur von 134,25 m bis zur Endteufe 153,0 m offen. Wie die Abb. 6 zeigt, hat die Messung durch das Mantelrohr keine

wesentliche Beeinträchtigung erfahren. Im Vergleich mit benachbarten Profilen, sind in der Solebohrung Rottweil keine Schichtausfälle oder Mächtigkeitenreduktionen festzustellen, was auf eine ungestörte Lagerung schließen lässt.

Im Muschelkalk wird die Gammastrahlung hauptsächlich durch das radioaktive Isotop ^{40}K verursacht; die radioaktiven Isotope des Urans und Strontiums kommen eher untergeordnet vor. Da das Kalium hier überwiegend an Tonminerale geknüpft ist, ergeben tonreiche Gesteine stärkere, reine Karbonate, Sulfate oder Salze dagegen geringere Ausschläge im GR-Log (vgl. Abb. 6). Mit Hilfe eines GR-Logs ist es möglich, selbst schwach ausgebildete Mergelsteinhorizonte im Muschelkalk festzustellen, die in den Bohrproben unerkant bleiben. Durch Vergleich mit benachbarten Referenzprofilen ist es außerdem möglich, Schichtausfälle und damit verbundene Verwerfungen (Abschiebungen) zu erkennen oder auszuschließen. Folgebohrungen können mit Hilfe eines GR-Logs rascher und exakter in die Lithostratigraphie „eingehängt“ werden. Zwischengeschaltete Messungen erlauben relativ exakte Voraussagen über die Tiefenlage und Tektonik bestimmter Schichtgrenzen und Horizonte noch während eines laufenden Bohrprojekts. Es sei jedoch betont, dass ein GR-Log niemals eine Kernbohrung ersetzen kann und dass ohne eine verlässliche Probennahme und ohne gründliche Untersuchung der Bohrproben ein GR-Log leicht fehlinterpretiert werden kann.

Während bei den Solebohrungen der ehemaligen Saline Wilhelmshall-Rottweil nur eine grobe Einteilung der Schichtenfolge möglich war (SCHULZ 1970: 18 ff.), kann hier anhand der Bohrproben und des GR-Logs ein recht differenziertes und z. T. auf wenige Dezimeter genaues Profil erstellt werden (Tab. 3, Abb. 6). Die lithostratigraphische Gliederung richtet sich im Wesentlichen nach dem Symbolschlüssel Geologie von Baden-Württemberg (LGRB 2005). Die neuen überregional verwendeten Formationsbezeichnungen (in eckiger Klammer) sind der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland (DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION 2002) entnommen.

4.2.1 Quartär (q) und Lettenkeuper (kuL)

Bis 5 m bestehen die Bohrproben aus einem rötlichbraunen Schluff, der als Verschwemmungssediment angesehen werden kann. Im GR-Log wird die Untergrenze bei 4,5 m angenommen. Flussschotter waren in den Proben nicht erhalten, was im Widerspruch zur Geologischen Karte 25, Blatt 7817 Rottweil (SCHMIDT 1982b) steht, die am Bohrpunkt Niederterrassenschotter verzeichnet. Möglicherweise handelt es sich hier in unmittelbarer Nähe des Bahndamms um eine künstliche Auffüllung, was auch das Fehlen der Schotter erklären könnte (s. Kap. 2).

Die Proben 5 m bis 9 m enthalten hellbraune, z. T. dunkelgrau gefleckte Dolomitsteine, die gelegentlich Schilltextur erkennen lassen. Daneben sind ca. 10 % schwarzgraue, dolomitische Tonsteine enthalten. Danach könnte es sich um die Basisschichten des Lettenkeupers handeln. Diese aus Dolomitbänken und Tonsteinfugen zusammengesetzten Basisschichten haben aber im Raum Rottweil höchstens eine Mächtigkeit bis etwa 1,5 m (MÜNZING 1976). Darüber folgt bereits der Estherienton, der sich im GR-Log stets durch eine markante Spitze aus-

Tab. 3. Lithostratigraphisches Kurzprofil und Schichtmächtigkeiten der Solebohrung Rottweil 1986 (Teufen in m).

| | | |
|--------|--|----------------------------|
| ~ 4,5 | Quartär (q) | |
| ~ 4,5 | Auffüllung/Schwemmlehm | |
| ~ 7,0 | Unterkeuper (ku), Lettenkeuper-Formation (kuL): | ~2,5 m |
| -76,7 | Oberer Muschelkalk (mo): | ~69,7 m |
| - 48,0 | Oberer Hauptmuschelkalk (mo2): | ~41,0 m |
| - 29,5 | Trigonodusdolomit (mo2D) [Rottweil-Formation]: | ~22,5 m |
| - 48,0 | Plattenkalk-Formation (mo2P) [Meißner-Formation]: | 18,5 m |
| - 39,3 | Oberer Plattenkalk (OPK): | 9,8 m |
| - 48,0 | Unterer Plattenkalk (UPK): | 8,7 m |
| - 76,7 | Unterer Hauptmuschelkalk, Trochitenkalk-Formation (mo1): | 28,7 m |
| - 64,6 | Oberer Trochitenkalk (mo1o): | 16,6 m |
| - 70,5 | Mittlerer Trochitenkalk (mo1m): | 5,9 m |
| - 76,7 | Unterer Trochitenkalk (mo1u): | 6,2 m |
| -153,0 | Mittlerer Muschelkalk (mm): | > 76,3 m |
| - 98,6 | Obere Dolomit-Formation (mmDo) [Karlstadt-Formation]: | 21,9 m |
| - 92,0 | Obere Dolomite 2 (ODL2): | 15,3 m [HOL: ~90,0–91,2 m] |
| - 98,6 | Obere Dolomite 1 (ODL1): | 6,6 m |
| ~149,0 | Salinar- Formation (mmS) [Heilbronn-Formation]: | 50,4 m |
| -134,0 | Obere Sulfatschichten (SUo): | 35,4 m |
| -108,6 | Oberer Anhydrit (OAN): | 10,0 m |
| -119,0 | Oberer Tonanhydrit (OTA): | 10,4 m |
| -126,5 | Zwischenanhydrit (ZWA): | 7,5 m |
| -128,0 | Zwischendolomit (ZWD): | 1,5 m |
| -134,0 | Unterer Tonanhydrit (UTA): | 6,0 m |
| -147,0 | Steinsalzschiefer (SSZ): | 13,0 m |
| -134,8 | obere Auslaugungszone: | 0,8 m |
| -146,3 | Steinsalzlager („Zwickelsalz“): | 11,5 m |
| -147,0 | untere Auslaugungszone: | 0,7 m |
| ~149,0 | Untere Sulfatschichten (SUu): | ~2,0 m |
| -153,0 | Geislingen-Formation (mmG) [Diemel-Formation]: | > 4,0 m |
| ~151,2 | Untere Dolomite (UDL): | ~2,2 m |
| -153,0 | Obere Orbicularismergel (ORo): | >1,8 m |

zeichnet. Es wird deshalb vermutet, dass die Muschelkalk/Keuper-Grenze in den Proben durch Nachfall aus dem Lettenkeuper maskiert ist und bereits bei etwa 7 m zu suchen ist. Den GR-Ausschlag bei 4,5–5,2 m kann man dann dem Es-therienton zuordnen. Dass die Grenze auch im GR-Log nicht eindeutig ausgebildet ist, mag an der Verwitterung und Verkarstung der oberflächennahen Schichten liegen.

4.2.2 Oberer Muschelkalk (mo)

4.2.2.1 Trigonodusdolomit (mo2D) [Rottweil-Formation]

Bis zur Probe 30 m folgen hellbeige bis hellbraune, z.T. feinporösen Dolomitsteine, die den Trigonodusdolomit repräsentieren. Vereinzelt sind schwarze Styolithensuturen zu erkennen. Bei 27,0–28,0 m zeigt das GR-Log einen deutlichen Ausschlag, der dem *Knauerhorizont 3 (Kn3)* zugeordnet wird. Die Grenze zur Plattenkalk-Formation dürfte nach dem GR-Log bei 29,5 m liegen. Die Mächtigkeit des Trigonodusdolomits beträgt somit 22,5 m. In einer benachbarten Bohrung (Rottweil Stadionstrasse, LGRB-Archiv-Nr. BO 7817/648, Lage etwa 300 m E Solebad Aquasol, Abb. 1) wurden 22,6 m gemessen. Im Schacht am Stallberg (s. Abb.1) beträgt die Mächtigkeit des mo2D nach den Profilaufzeichnungen von ALBERTI (1852: 433f.) 24,0 m (s. Kap. 6.2).

4.2.2.2 Plattenkalk-Formation (mo2P) [Meißner-Formation]

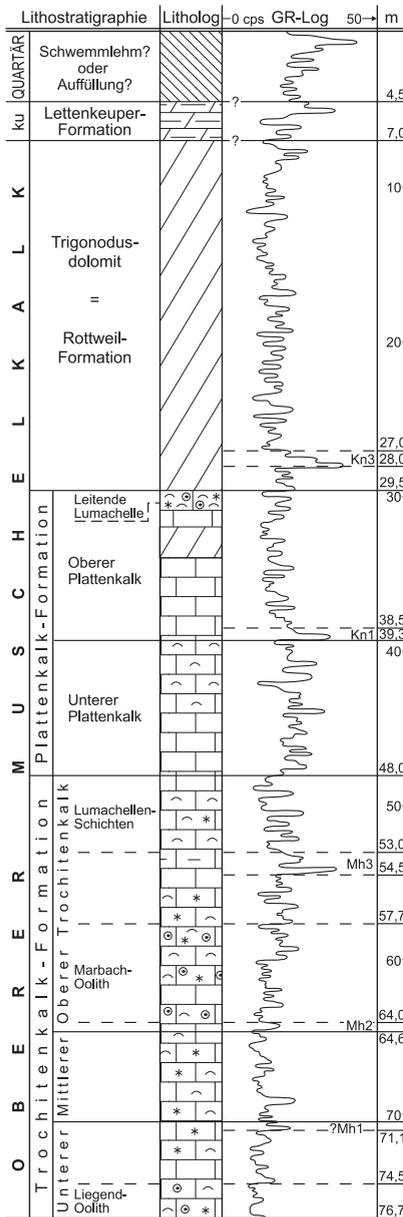
Mit den Proben 31 m und 32 m, die neben Dolomitmachfall einen fast weißlich-grauen, gegen unten mehr hellbräunlichgrauen Kalkstein enthalten, beginnt der Plattenkalk. Dieser ist insbesondere in Probe 31 m oolithisch ausgebildet und führt Feinschill und Echinodermenspat. Nach PAUL (1936) handelt es sich um die „Leitende Lumachelle“, die sich zwischen den Knauerhorizonten 2 und 3 im Raum Rottweil-Schwenningen regelmäßig findet und auch nach FRANZ und MÜNZING

Legende:

| | | | |
|---|-----------------------------|---|-------------------------------|
|  | Schwemmlehm |  | Hornstein, oolithisch |
|  | Tonstein |  | Gips |
|  | Dolomitstein |  | Anhydrit |
|  | – tonig |  | – tonig |
|  | – mit Hornsteinknollen |  | Steinsalz |
|  | – gebändert (Algenlaminite) |  | Residualgestein, sulfathaltig |
|  | Mergelstein, dolomitisch | | |
|  | Mergelstein, kalkig | | |
|  | Kalkstein | | |
|  | – tonig | | |
|  | – mit Schalenstein | | |
|  | – mit Trochiten | | |
| | – oolithisch | | |

Abkürzungen:

| | |
|-------|---------------------------|
| cps | counts per second |
| ET | Endteufe |
| GR | Gamma-Ray |
| HOL | oolithische Hornsteinlage |
| Kn | Knauerhorizont |
| ku | Unterkeuper |
| mmG | Geislingen-Formation |
| Mh | Mergelhorizont |
| ZWD | Zwischendolomit |
| o./u. | obere/untere |



Fortsetzung rechts

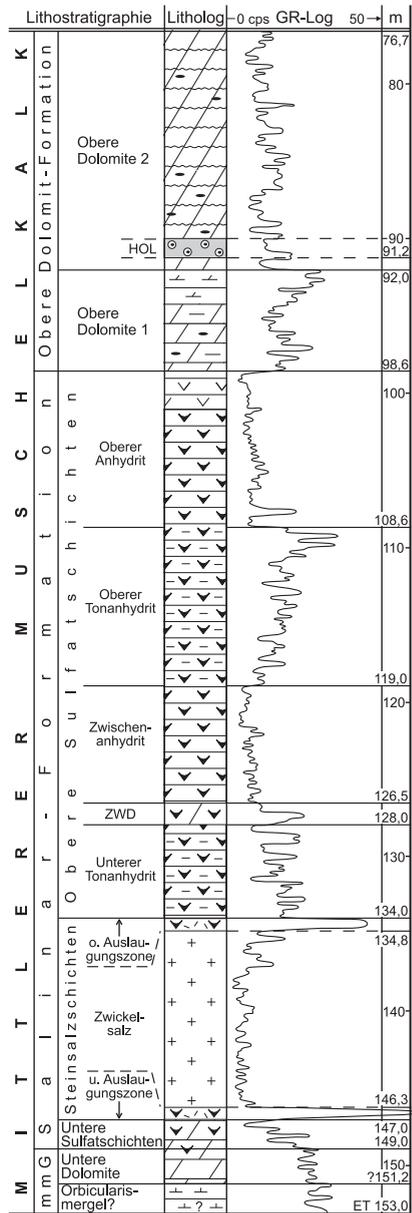


Abb. 6. Solebohrung Rottweil 1986: Lithostratigraphisches Profil und Gamma-Ray-Log.

(2004: 19) Trochiten führt. Sie ist offenbar mit der oolithischen Bank „ou“ (PAUL 1971: Taf. 3) mehr oder weniger identisch. Nach ALBERTI (1852) kommen in der entsprechenden Schicht am Stallberg („Nr. 14“) neben verschiedenen Muscheln *Terebratula vulgaris*, *Orbicula discoides*, *Pemphis Sueurii* und Trochiten vor. Im GR-Log dürfte der Horizont etwa dem Strahlungsminimum bei 29,5–30,0 m entsprechen.

Die Proben 33 m und 34 m enthalten nochmals einen hellbräunlichgrauen Dolomit. Danach folgen bis zur Basis des mo2P graue, ab Probe 40 m auch dunkelgraue, mikritische Kalksteine, denen besonders in den Proben 40 m bis 44 m bräunlichgraue Schillkalke beigemischt sind. Während der Knauerhorizont 2 (Kn2) im GR-Log nicht auszumachen ist, fallen von ca. 38 m bis 48 m höhere Ausschläge auf, die auf tonreichere Partien hinweisen. Der oberste und kräftigste Ausschlag (38,5–39,3 m) entspricht dem *Knauerhorizont 1 (Kn1)*, der den Oberen Plattenkalk vom Unteren trennt. Die Fazies der Plattenkalke reicht bis zur Probe 49 m. Bereits 1 m höher zeigt das GR-Log einen deutlichen Rückgang der Ausschläge, verbunden mit einem Wechsel zu höheren Karbonatgehalten. Die Grenze zur Trochitenkalk-Formation wird deshalb im GR-Log bei 48,0 m angenommen.

4.2.2.3 Trochitenkalk-Formation (mo1)

In den folgenden Proben bis 53 m treten zunehmend (30–60%) Schillkalke auf, in Probe 51 m auch Echinodermenreste. Die mit mikritischen bis arenitischen Bänken wechsellagernden Schillkalke bilden zwischen den Plattenkalken im Hangenden und dem Mergelhorizont 3 im Liegenden einen etwa 5 m mächtigen, charakteristischen Horizont, der als *Lumachellenschichten* (PAUL 1936: 16; 1956: 12) bezeichnet wird.

Die Grenze mo1/mo2 wird herkömmlicherweise mit der Spiriferinabank gezogen. PAUL (1936: 138; 1956: 12, 16) konnte das Zeigerfossil *Punctospirella* (früher: *Spiriferina*) *fragilis* in der Umgebung des Wutachknies W Blumberg im untersten Abschnitt der Lumachellenschichten, 1,6–1,8 m über dem Mergelhorizont 3 nachweisen. Er rechnet deshalb die Lumachellenschichten im Hangenden bereits zum Plattenkalk. SCHMIDT (1982a) und FRANZ und MÜNZING (2004) vermuten das Äquivalent der Spiriferinabank im Raum Schwenningen-Rottweil in einer Schillbank etwa 2 m über dem Mergelhorizont 3. Darin kommen zwar Trochiten vor, doch konnte das Zeigerfossil im Gebiet zwischen Donaueschingen und Böblingen (vgl. SCHÄFER 1973: 73) bisher nicht nachgewiesen werden. Da hier in Probe 51 m erstmals Echinodermenreste beobachtet wurden, mag die Bank auch etwas höher liegen. Ihre genaue Lage ist jedoch weder aus den Proben noch dem GR-Log abzuleiten. Aus diesem Grunde bevorzugen wir entgegen dem Symbolschlüssel Geologie (LGRB 2005) eine Grenzziehung an der im GR-Log und den Spülproben erkennbaren Faziesgrenze zwischen den Plattenkalken und den Lumachellenschichten.

Der *Mergelhorizont 3 (Mh3)* macht sich im GR-Log durch einen deutlichen Ausschlag bei ca. 53,0–54,5 m bemerkbar. Darunter schwankt der Anteil an – meist trochitenführenden – Schillkalken zwischen 20 und 80%. In den Proben 58 m, 61–62 m und 64 m treten oolithische Schillkalke auf, die als Ausläufer des

Marbach-Ooliths (MO) anzusehen sind. Dieser bildet hier keinen geschlossenen Oolith-Horizont mehr wie S Rottweil (PAUL 1956, 1971), sondern wird von mikritischen Kalken unterbrochen. Unmittelbar darunter bei 64,0–64,6 m dürfte nach dem GR-Log der *Mergelhorizont 2 (Mh2)* zu suchen sein.

Die tieferen Schichten des m01 sind wieder durch einen Wechsel von Mikriten und Schillkalken gekennzeichnet. Letztere erreichen in Probe 71 m ein Maximum von 75%. Der *Mergelhorizont 1 (Mh1)* wird nach GR-Log bei 70,5–71,1 m vermutet. Die Basis des Trochitenkalks wird in den Proben 75–77 m (im GR-Log bei 74,5–76,7 m) durch einen Schill- und Trochiten-führenden Oolith, den sog. *Liegendoolith (LOO)* angezeigt. Die Mächtigkeit des Oberen Muschelkalks beträgt somit knapp 70 m.

4.2.3 Mittlerer Muschelkalk (mm)

Der Mittlere Muschelkalk wird heute in die Obere Dolomit-Formation (mmDo), die Salinar-Formation (mmS) und die Geislingen-Formation (mmG) gegliedert, welche den überregionalen Einheiten Karlstadt-, Heilbronn- und Diemel-Formation entsprechen. Letztere fasst die Unteren Dolomite, die früher die Basis des mm bildeten und die Orbicularisschichten, die früher als mu3 zum Unteren Muschelkalk gerechnet wurden, zu einer Formation zusammen.

4.2.3.1 Obere Dolomit-Formation (mmDo) [Karlstadt-Formation]

Mit scharfer Grenze folgen ab Probe 78 m hellbeige, feinkristalline, z.T. poröse Dolomite. Sie reichen in dieser Fazies bis Probe 92 m und entsprechen den *Oberen Dolomiten 2 (ODL2)*. Bei 89–92 m gehen sie teilweise in einen bräunlichgrauen Pseudosparit über. In den Proben 80–90 m treten vereinzelt weißliche, zuckerkörnige und seltener bläulichweiße, dichte Hornsteine auf. Die Proben 91 m und 92 m enthalten bis zu 60% einen überwiegend dichten, vereinzelt porösen, verkieselten Oolith von weißlichgrauer bis dunkelgraubrauner Färbung. Es handelt sich um die oolithische *Hornsteinlage (HOL)*, eine überregionale, leicht erkennbare Leitbank, die im GR-Log bei etwa 90,0–91,2 m liegen dürfte.

Etwa 1 m unter der Hornsteinlage, ab Probe 93 m (im GR-Log ab 92,0 m) folgen bis Probe 99 m die *Oberen Dolomite 1 (ODL1)* in einer deutlich tonigeren Fazies. Neben beigen, z.T. tonigen Dolomitsteinen treten graue dolomitische Mergelsteine auf. Letztere sind im GR-Log besonders bei 92,0–93,0 m und etwas schwächer bei ca. 96,0–97,2 m zu erkennen. Die Proben 95–99 m enthalten zu 3–10% einen blütenweißen Gips, der vermutlich in Knollenform vorliegt sowie bis zu 5% einen dichten, hellbraunen bis bläulichweißen Hornstein. Die Log-Grenze zur Salinar-Formation liegt bei 98,6 m.

4.2.3.2 Salinar-Formation (mmS) [Heilbronn-Formation]

Die Salinar-Formation setzt sich aus den Oberen Sulfatschichten (SUo), den Steinsalzschiefern (SSZ) und den geringmächtigen Unteren Sulfatschichten (SUu) zusammen. Dank des GR-Logs ist es möglich, die *Oberen Sulfatschichten* weiter zu untergliedern.

Hinweise auf Gipsauslaugung im Dach der Oberen Sulfatschichten waren weder in den Bohrproben noch im GR-Log zu erkennen. Die Proben bis 101 m enthalten einen weißen Gipsstein (neben Dolomit- und Hornstein-Nachfall) und die Proben bis 108 m ein relativ reines hellbräunlichgraues bis weißes Sulfat, das überwiegend als Anhydrit vorliegt. In Probe 107 m ist das Sulfat dunkelgrau gefärbt (tonhaltig?) und durch ca. 10% siltigen Tonstein „verunreinigt“. Im GR-Log macht sich diese Lage durch eine deutliche Spitze bei 107,3–107,9 m bemerkbar. Der ganze Abschnitt, dessen Untergrenze nach dem GR-Log bei 108,6 m liegt, entspricht dem *Oberen Anhydrit (OAN)*.

Darunter folgt in den Proben und im GR-Log bis 119,0 m der *Obere Tonanhydrit (OTA)*, der aus dunkelgrauen bis bräunlichgrauen (selten weißlichgrauen) Anhydritsteinen und zu 10–15% aus siltigen Tonsteinen besteht. Gelegentlich sind dünne (<1 mm) Siltsteinplättchen mit rötlichen Feldspäten zu beobachten.

Bis Probe 127 m besteht das Bohrgut aus einem verhältnismäßig reinen, bräunlich- bis weißlichgrauen Anhydrit, dem sog. *Zwischenanhydrit (ZWA)*. Der gegenüber dem OTA geringere Tongehalt kommt auch im GR-Log von 119,0 bis 126,5 m gut zum Ausdruck. Während die Proben bis 126 m karbonatfrei waren, konnte in Probe 127 m erstmals ein deutlicher Karbonatgehalt (HCl-Reaktion) festgestellt werden.

Die Probe 128 m enthält neben Anhydrit (wie oben) zu ca. 25% einen hellbräunlichgrauen Dolomitstein, dessen Anteil in den folgenden Proben wieder abnimmt. Er zeigt den *Zwischendolomit (ZWD)* an, der nach GR-Log vermutlich von 126,5–128,0 m reicht.

Die folgenden Proben bis 135 m setzen sich aus einem hellbräunlich- bis weißlichgrauen Anhydrit, der z.T. feinkörnigen Glimmer führt und zu 5–20% aus einem dunkelgrauen, siltigen, meist feinglimmerigen Tonstein zusammen. Vereinzelt kommt – wie im OTA – ein hellgrauer Siltstein mit roten Feldspäten vor. Aufgrund der höheren Tongehalte, die im GR-Log bis 134,0 m deutlich zu erkennen sind, handelt es sich um den *Unteren Tonanhydrit (UTA)*. Über mögliche fossile oder junge Kollapsbrekzien oder Residuallagen wie sie im Dach des Salzlagerns nicht selten auftreten, sind anhand der Spülproben und des GR-Logs keine Aussagen möglich.

Die folgenden *Steinsalzsichten (SSZ)* wurden durch eine Kernbohrung erschlossen. Der Salzkern von 135,0–146,7 m existierte bei unserer Nachuntersuchung 2005 nur noch in Einzelproben, die in Kunstharz eingegossen sind und im Salinenmuseum Rottweil aufbewahrt werden. Wir stützen uns bei der Beschreibung daher i. W. auf die Erstbeschreibung durch Dr. MÜNZING (GLA: Hydrogeologisches Gutachten zur Solebohrung Rottweil, Az.: II/2–2323/85 vom 25.06.1986).

Das Steinsalz ist grobkristallin, klar bis durchscheinend, braun bis hellbraungrau gefärbt und von etwa 10% unregelmäßig begrenzten Anhydriteinschlüssen bis 2 x 3 cm Größe sowie tonigen Einschlüssen in Form von kleinen Fetzen und Splittern durchsetzt. Bei 136,5 m wurde eine 1–3 cm dicke Anhydritsteinlage beobachtet. Ab 137 m herrscht eine braune Farbe vor. Von 137–142,5 m nehmen die

Anhydriteinschlüsse ab und bis 143,3 m wieder zu. Darunter kommen nur noch Tonsteineinschlüsse in Form von Splintern und Fetzen vor. Die untersten 0,4 m sind mit Anhydrit verwachsen, was auf die Untergrenze des Salzlagers bei 146,3 m schließen lässt. Nach Art der Ausbildung handelt es sich um das Untere Steinsalz oder sog. Zwickelsalz, wie es auch aus dem Salzbergwerk Stetten bei Haigerloch bekannt ist. Im Gegensatz zu diesem konnte jedoch in den Bohrkernen keine Vertikalstreifung beobachtet werden. Das Bändersalz, das in der Grube Stetten teilweise noch vorhanden ist, fehlt, ebenso das Obere Steinsalz, das nur in der Grube Heilbronn vorkommt (ROGOWSKI 2003: 173, ROGOWSKI und SIMON 2005: 143).

Leider wurde im Bohrkern (135,0–146,7 m) die Hangendgrenze des Salzlagers nicht erschlossen. Auch die Spülproben geben für die genaue Grenzziehung keine Anhaltspunkte. Im GR-Log sind dagegen sowohl die Hangend- als auch die Liegendgrenze des Salzlagers bei 134,8 m und 146,3 m deutlich zu erkennen (Abb. 6). Die Salzmächtigkeit beträgt demnach 11,5 m. Unmittelbar im Hangenden und im Liegenden des Salzlagers ist jeweils eine kräftige GR-Spitze zu beobachten, die einem oberen und unteren Residualton zugeschrieben werden kann. Die obere GR-Spitze mag durch die fehlende Dämpfung unterhalb des bis 134,25 m reichenden Mantelrohrs (s. Kap. 4.1) verstärkt sein. Der untere GR-Ausschlag ist besonders deutlich; er entspricht dem unteren Residualton, der auch als „Salzton“ bezeichnet wird, und in dieser Position häufig vorkommt.

FRIEDEL (1988: 99), FRIEDEL und SCHWEIZER (1989), BALZER (2003: 70) und JONISCHKEIT (2003:147) halten für den unteren Residualton aufgrund von plastisch deformierten Klasten eine synsedimentäre bis frühdiagenetische Auslaugung durch Zustrom von frischem Meerwasser für möglich. ROGOWSKI und SIMON (2005) nehmen auch für den oberen Residualton, wie er in einer Salzbohrung bei Stetten beobachtet wurde, eine fossile Entstehung an. Da von den Sulfatschichten und Residualtonen kein Bohrkern vorliegt, kann die Frage nach der Genese hier nicht beantwortet werden. Einen Hinweis auf eine vermutlich durch junge Salzauslaugung verursachte Wegsamkeit mag der vollständige Spülungsverlust geben, der bei 135,5 m auftrat. Da den Residualtonen eine primäre Salzablagerung vorausging, werden sie stratigraphisch zu den Steinsalzschiechten gerechnet, die somit von 134,0 m bis 147,0 m reichen und eine Restmächtigkeit von 13,0 m aufweisen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein Teil der unteren GR-Spitze möglicherweise durch einen Tonstein verursacht wird, der im Dach der Unteren Sulfatschichten vorkommt und einige Dezimeter mächtig wird.

Von den erbohrten Schichten im Liegenden der Steinsalzschiechten existiert lediglich eine Sammelprobe von 147–153 m, die etwa 60% weißlichgraues Sulfat, 30% graubraunen Dolomitstein und 10% dunkelgrauen, feinstglimmerigen Tonstein enthält. Daraus kann man lediglich schließen, dass zumindest noch die Unteren Sulfatschichten und die Unteren Dolomite erbohrt wurden. Das GR-Log lässt unter der Residualton-Spitze bis etwa 149,0 m einige Minima erkennen, die den *Unteren Sulfatschichten (SUu)* zugeordnet werden können. Erfahrungsgemäß ist die Grenze zu den Unteren Dolomiten fließend, d. h. es gibt einen Übergangsbereich in dem Sulfate und Dolomite wechsellagern.

4.2.3.3 Geislingen-Formation (mmG) [Diemel-Formation]

Unter den Unteren Sulfatschichten folgen die *Unteren Dolomite (UDL)*, die nach GR-Log vermutlich bis 151,2 m reichen. Sie bildeten nach alter Auffassung die Basis des Mittleren Muschelkalks, der somit eine Mächtigkeit von 74,5 m hat. Nach neuer Auffassung gehören die Unteren Dolomite bereits der Geislingen-Formation (mmG) an (LGRB 2005), die noch die *Orbicularismergel (OR)* (früher mu₃) mit einschließt. Zwar wurden entsprechende Gesteine in der oben genannten Sammelprobe nicht beobachtet, doch wird vermutet, dass von 151,2 m bis zur Endteufe bei 153,0 m bereits Orbicularismergel anstehen. Ergänzt man deren Mächtigkeit von etwa 8–9 m (SCHMIDT 1982a: 24), so erhält man für den Mittleren Muschelkalk heutigen Zuschnitts eine Gesamtmächtigkeit von rund 83 m.

4.3 Grundwasserfördertests

Zur Ermittlung der Grundwasserergiebigkeiten im Muschelkalk-Aquifer wurden mehrere Kurzpumpversuche und ein Auffüllversuch unternommen.

Während eines Bohrstopps bei 90,55 m Teufe wurde am 25.04.1986 ein ein-stündiger gestufter Fördertest im unverrohrten Bohrloch (Durchmesser 444 mm) durchgeführt. Bei einer Pumprate von 5,3 l/s senkte sich der Grundwasserspiegel von etwa 6 m u. GOK auf etwa 20 m u. GOK und bei 8 l/s weiter auf 23,1 m u. GOK ohne Beharrung ab. Die auf Grund der Wiederanstiegsmessungen ermittelte Transmissivität lag in der Größenordnung von $T=0,002 \text{ m}^2/\text{s}$.

Weitere Fördertests zwischen 2 und 5 l/s fanden nach Abschluss der Bohrarbeiten vom 12.05. bis 14.05.1986 zu einem Zeitpunkt statt, als das bis 134,25 m Tiefe reichende Mantelrohr gesetzt und einzementiert, aber noch nicht perforiert war. Das Produktionsrohr war noch nicht eingebaut. Bei diesen Pumpversuchen wurde bereits Sole gefördert. Die relativ geringen Absenkbeträge der Grundwasser Oberfläche zwischen 1,3 m und 5,1 m sind Hinweise auf eine deutliche Grundwasserführung in den Gesteinsschichten unterhalb 134,25 m Teufe. Anzeichen für ein entsprechend hohes Hohlraumvolumen gab es bereits während der Bohrarbeiten durch den totalen Spülungsverlust bei 135,5 m (s. Kap. 4.1). Da die Steinsalzbohrkerne von 135,5–146,7 m keine Lösungsporen oder offene Klüfte aufwiesen, muss man als Ursache Wegsamkeiten (Verstürze, Hohlräume) unmittelbar im Hangenden des Salzlagers annehmen, die sich durch die Aussolung des früheren Salinenbetriebs gebildet haben.

Bei einem Auffüllversuch mit Süßwasser am 15.05.1986 (Dauer 3,5 Stunden, Einfüllraten 4,4 l/s) nach der Perforation des Mantelrohrs wurden 56 m³ und damit mehr als das Vierfache des Bohrlochvolumens (13 m³) eingepumpt. Auch dieser Versuch bestätigt einen relativ hohen Hohlraumanteil im Gestein.

4.4 Hydrochemische Beschaffenheit des Solewassers

Die erste Heilwasseranalyse stammt vom 23.03.1987 (Institut Prof. Dr. JÄGER, Tübingen). Eine weitere Heilwasseranalyse des Instituts für Materialprüfung Dr. SCHELLENBERG GbR (Rottweil, IFM), liegt vom 11.02.1999 vor.

Tab. 4. Chemische und physikalische Parameter des Solewassers der Solebohrung Rottweil 1986.

Labor: Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg (IFM), Rottweil, Datum: 11.02.1999

| Parameter | Konzentration/ Werte | mmol (eq) | mmol (eq, %) | Parameter | Konzentration/ Werte |
|--|-------------------------|-----------|-----------------|--|-------------------------|
| Temperatur (°C) | 2,9 | | | gelöste gasförmige Bestandteile (mg/kg) | |
| Trübung (TE/F) | < 1 TE/F | | | Sauerstoff O ₂ | 7,0 |
| Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm, 25 °C) | 248 000 | | | O ₂ -Sättigung | 77 % |
| Abdampfrückstand (180 °C) mg/kg | 266 800 | | | freie Kohlen- säure (CO ₂) | 12,8 |
| Dichte bei 20 °C | 1,205 kg/l | | | Schwefelwas- serstoff (H ₂ S) | < 0,1 |
| pH-Wert | 6,5 | | | | |
| Kationen (mg/kg) | | | | | |
| Calcium (Ca ²⁺) | 1220 | 60,88 | 1,36 | Spuren- elemente | (mg/kg) |
| Magnesium (Mg ²⁺) | 82,6 | 6,80 | 0,15 | Arsen | 0,0016 |
| Strontium (Sr ²⁺) | 19,9 | 0,454 | 0,01 | Cadmium | < 0,001 |
| Natrium (Na ⁺) | 101 400 | 4410,81 | 98,46 | Chrom | < 0,001 |
| Kalium (K ⁺) | 27,9 | 0,71 | 0,02 | Kupfer | < 0,01 |
| Litium (Li ⁺) | 1,2 | 0,173 | - | Quecksilber | < 0,0004 |
| Eisen gesamt (Fe) | 0,42 | 0,019 | - | Selen | 0,021 |
| Mangan (Mn) | 0,93 | 0,034 | - | Blei | < 0,01 |
| Ammonium (NH ₄ ⁺) | 0,86 | 0,048 | - | Zink | 0,18 |
| Summe Kationen | 102 753,8 | 4479,93 | 100,00 | Kobalt | < 0,001 |
| Anionen (mg/kg) | | | | | |
| Chlorid (Cl ⁻) | 156 400 | 4411,47 | 98,35 | Nickel | < 0,05 |
| Bromid (Br ⁻) | 10,3 | 0,12 | - | Molybdän | < 0,001 |
| Jodid (J ⁻) | < 0,1 | - | - | Vanadium | 0,005 |
| Sulfat (SO ₄ ²⁻) | 3370 | 70,17 | 1,57 | Zinn | 0,010 |
| Hydrogenkarbonat (HCO ₃ ⁻) | 212 | 3,47 | 0,08 | Silber | < 0,001 |
| Hydrogenphosphat (HPO ₄ ³⁻) | < 0,03 | - | - | | |
| Nitrat (NO ₃ ⁻) | 1,4 | 0,02 | - | | |
| Fluorid (F ⁻) | 0,40 | 0,021 | - | | |
| Summe Anionen | 159 994,1 | 4485,28 | 100,00 | Weitere Parameter | |
| Kieselsäure (H ₂ SiO ₃) | 2,27 | | | gesamter or- ganisch gebun- dener Kohlen- stoff (TOC) | 5,17 |
| Borsäure (H ₂ BO ₃) | 41,34 | | | | |
| Summe der gelösten Mineralstoffe (mg/kg) | 262 791,5 | | | Redox- spannung | 490 mV |

Die sehr niedrige Temperatur der Sole von 2,9 °C am 11.02.1999 erklärt sich durch die Lagerung im Solebehälters am Bahndamm (s. Abb. 7). Die Temperatur im Bohrloch betrug am 06.02.2006 an der Grundwasseroberfläche bei 9,9 m unter Gelände 10,5 °C, bei 70 m unter Gelände 11,4 °C. Nach der Schneeschmelze am 24.04.2006 stand das Grundwasser bei 7,7 m unter Gelände.

Gemäß den Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen – des Deutschen Heilbäderverbandes e.V. und des Deutschen Tourismusverbandes e.V. vom 13.10.1998 sind für die Charakterisierung von Heilwässern die dominierenden Hauptionen (vgl. Tab. 4), welche mit mindestens 20 % an der Äquivalentkonzentration beteiligt sind, namenswirksam. Hauptbestandteil der Kationen ist Natrium (mmol (eq) 98,46 %) und der Anionen Chlorid (98,35 %). Der in den Begriffsbestimmungen für Sole genannte Mindestwert für Natrium von 5,5 g/kg wird mit 101,4 mg/kg und für Chlorid von 8,5 g/kg wird mit 156,4 g/kg sehr deutlich überschritten. Die Summe der gelösten Mineralstoffe beträgt 262,8 g/kg. Das Wasser kann im Sinne der Begriffsbestimmungen als **Natrium-Chlorid-Sole** bezeichnet werden. Es handelt sich um eine 26,3-prozentige Salzlösung.

Die Rottweiler Sole ist etwa gleich konzentriert wie die Bad Dürkheimer Sole. Diese ist nach einer „Kleinen Heilwasseranalyse“ der Solebohrungen 9 und 10 Bad Dürkheim (GLA, Datum 07.10.1970, Bearbeiter: Prof. Dr. Käss) durch folgende Parameter charakterisiert: Dichte bei 20 °C 1,20 kg/l, Summe gelöste Mineral-

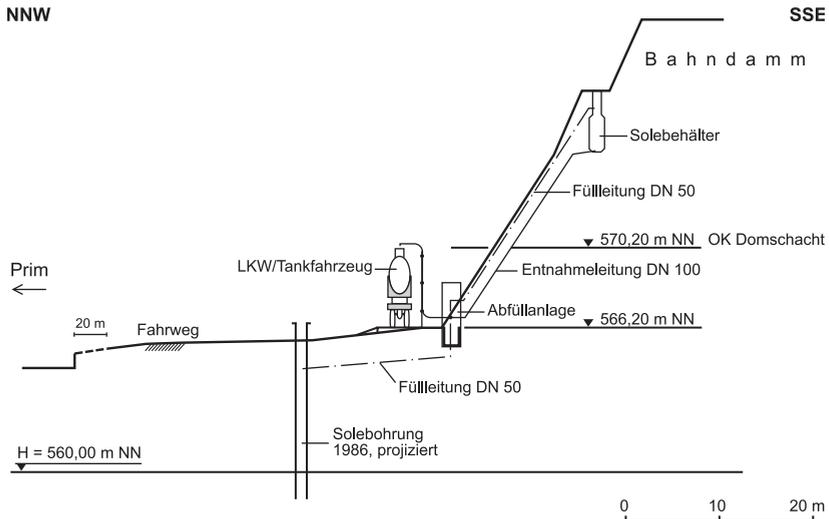


Abb. 7. Schnitt durch die Soleabfüllanlage am Damm der früheren Bahnlinie Rottweil-Balingen mit Lage der Solebohrung Rottweil 1986 (Quelle: Ingenieurbüro Fritz, Bad Urach).

stoffe 268,2 g/kg, Natrium 102,2 g/kg, Chlorid 159,1 g/kg. Die Salzkonzentration dieser Sole beträgt 26,8 %.

4.5 Solewassernutzung als Sole- und Freizeitbad

Das Landesbergamt (Freiburg i. Br.) erteilte den Stadtwerken Rottweil am 12.11.1986 die Genehmigung für den Bau und Betrieb der zur Nutzung der Sole nötigen Anlagen (Förderpumpe, Rohrleitung, Solelagertank, Abfüllanlage). Die ebenfalls vom Landesbergamt erteilte wasserrechtliche Erlaubnis vom 07.01.1987 regelt die Entnahme von Grundwasser aus dem Oberen und Mittleren Muschelkalk in der Solebohrung Rottweil zum Solen der Steinsalzsichten. Die genehmigten maximalen Entnahmemengen belaufen sich auf 40 m³ pro Woche, entsprechend 2080 m³ pro Jahr. Die Sole darf nur zu Badezwecken (Hallen- und Solebad) verwendet werden. Am 24.11.1986 erfolgte die erste Soleförderung für das Bad, zwei Tage später am 26.11.1986 ging das Sole- und Freizeitbad Aquasol, Rottweil, in Betrieb. Die relativ konstante jährliche Förderung aus der Solebohrung Rottweil 1986 beträgt etwa 1200 m³.

Zur Solung des Steinsalzlagers in der Solebohrung Rottweil 1986 fließt „süßes“ Muschelkalkgrundwasser durch das zwischen 76,0 und 81,0 m perforierte Mantelrohr (Durchmesser 340 mm) und den Ringraum zwischen Mantel- und Produktionsrohr (250 mm) in die Steinsalzsichten (siehe Abb. 5). Die gesättigte Sole wird mit einer U-Pumpe (Einbautiefe 145,0 m) mittels hartgummierten Steigleitungen (Durchmesser 50 mm) nach oben in den Solebehälter am Bahndamm (s. Kap. 1, Inhalt 20 m³) gepumpt und von dort nach Bedarf im freien Auslauf über die Tankfahrzeug-Abfüllanlage entnommen (Abb. 7).

Im Solebad Aquasol wird die 26 % ige Sole mit Leitungswasser auf eine Salzlösung von etwa 2,5 % verdünnt. Das Bad ist unterteilt in einen Schwimmbadbereich (Süßwasser) mit einer Wassertemperatur von 28 °C und einen Sole- und Therapiebereich mit einem Sole-Innenbecken mit 34 °C und -Außenbecken mit 35 °C. Das Bad verfügt über einen Sole-Inhalationsraum und ein Außeninhalatorium.

Das Landratsamt Rottweil erkannte die „Solebohrung Rottweil“ der Stadtwerke Rottweil am 23.04.1990 als Staatliche Heilquelle an.

Die Zusammenstellung von WALTER (2006) „Geschichte der deutschen Soleheilbäder“ enthält zwar eine Dokumentation des Solebades Bad Dürnheim und des ehemaligen Bades in Sulz a.N., aber keinen Hinweis zum Solebad Aquasol und zu den ehemaligen Solebädern in Rottweil.

Bestandteile dieser Entscheidung sind nach den Begriffsbestimmungen des Deutschen Heilbäderverbandes folgende Dokumente:

- Geologische, hydrogeologische und technische Dokumentation der Solebohrung Rottweil durch das Ingenieurbüro FRITZ (Bad Urach)
- Wasserrechtliche Erlaubnis des damaligen Landesbergamtes Baden-Württemberg (Freiburg i. Br.) vom 07.01.1987,
- Bestätigung des Landesbergamtes zur Aufrechterhaltung alter Rechte für die frühere Saline Wilhelmshall vom 22.01.1986

- Balneologisches Gutachten des Institutes für Balneologie und Klimaphysiologie der Universität Freiburg i. Br. vom 17.06.1970
- Bioklimatisches Gutachten des Medizinisch-meteorologischen Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes (Freiburg i. Br.) vom 12.06.1970

5 BOHRUNGEN DER EHEMALIGEN SALINE WILHELMSHALL-ROTTWEIL

5.1 Zur Geschichte der Salinebohrungen

Die Solebohrung Rottweil 1986 muss im Zusammenhang mit den Solebohrungen zur Siedesalzgewinnung der ehemaligen Saline Wilhelmshall-Rottweil betrachtet werden, weil alle Solebohrungen das Steinsalzlager im Mittleren Muschelkalk nutzen. Maßgebend für die Standortfindung der SB 1986 waren die Erkenntnisse, die aus den Solebohrungen dieser Saline (SB 1a–10) gezogen wurden, weshalb hier darauf eingegangen sei. Ausführlich behandelt ist die Montangeschichte der Saline Wilhelmshall-Rottweil und des geplanten Bergwerkschachtes in CARLÉ (1968) und SCHULZ (1970). XELLER (1875) hat die damals bestehenden Salinebohrungen 1–9 zusammengestellt. Einen Überblick über die Anlage der Saline vor dem Abriss bietet KITTEL (1969). Zur näheren Information wird auf diese Ausführungen verwiesen. Die elf Solebohrungen (SB) dieser Saline werden in Anlehnung an ALBERTI (1826), XELLER (1875) und SCHULZ (1970) fortlaufend nummeriert (SB1a-10). Die Solebohrung Rottweil 1986 erhält konsequenterweise die Nummer SB 11 (siehe Tab. 5). Die von SCHULZ (1970: 14 f., 150 ff.) durch Umrechnung von Württembergischen Fuß ermittelten Ansatzhöhen der Salinebohrungen wurden übernommen, die Koordinaten aus der Bohrkartei des LGRB (Landesbergdirektion) bzw. den Lageplänen in SCHULZ (1970: Abb. 4, 5 und 6) neu bestimmt. Die Ortsangaben der Bohrungen sind z. T. nicht frei von Widersprüchen. Nach SCHULZ (1970: 20, 24) ist SB 2 von SB 1 8,6 m entfernt und SB 9 von SB 2 etwa 7 m entfernt; dagegen sind im Lageplan (SCHULZ 1970: Abb. 4) die Entfernungsangaben etwa doppelt so groß. Zur Orientierung der Solebohrungen wird auf die Übersichtskarte in Abbildung 1 verwiesen.

Die erste erfolgreiche Tiefbohrung auf Steinsalz im Gebiet des oberen Neckars wurde zu Jahresbeginn 1822 auf Vorschlag des Großherzoglich Badischen Domänenverwalters J. WILLMANN (Villingen) unter Leitung des Fürstlich Fürstenbergischen Hofrats und Bergverwalters C. J. SELB (Wolfach) in Bad Dürkheim, das damals zum Großherzogtum Baden gehörte, abgeteuft (STEIGER 1910: 60, 61). Zur Geheimhaltung teufte man die Bohrung in einer Scheune ab. Auf Steinsalz wurde die Bohrung am 23. Februar 1822 fündig. Die Salzmächtigkeit betrug 17 m (ALBERTI 1826: 188). Dieser Erfolg auf badischem Territorium war für das Königreich Württemberg der Ansporn, sofort mit geologischen Untersuchungen auch auf württembergischem Gebiet zu beginnen. Mit dieser Aufgabe wurde der damalige Salineninspektor FRIEDRICH AUGUST VON ALBERTI (1795–1878) betraut. Bereits im Juli 1823 traf eine bei Schwenningen nahe der württembergisch-badischen Grenze abgeteuft Bohrung Steinsalz in einer Mächtigkeit von > 10,6 m an (SCHULZ 1967: 24, FRANZ und MÜNZING 2004). Die gleichnamige Saline

Wilhelmshall bei Schwenningen war von Ende 1823 bis 1865 in Produktion. Beide Salinen sind nach Wilhelm I König von Württemberg (1816–1864) benannt.

Im September 1823 schlug v. ALBERTI vor, auch bei Rottenmünster S Rottweil nach Salz zu bohren. Er begründete dies mit der besseren infrastrukturellen Lage, den günstigeren Straßenverbindungen, der Möglichkeit der Wasserkraftnutzung durch den Neckar oder die Prim und einer ausreichenden Versorgung mit Brennholz (v. ALBERTI 1826: 199). Zwei Bohrstandorte hatte v. ALBERTI ausgewählt, der eine an der östlichen Mauer des 1802 aufgehobenen Klosters Rottenmünster mit Ansatz im Oberen Muschelkalk (SB 1a), der andere etwa 1200 m weiter SE im Primtal (SB 1), wo der Obere Muschelkalk bereits von den Basisschichten des Lettenkeupers (kuB) überdeckt ist. Bohrbeginn der beiden Bohrungen war im Februar 1824. Zuerst wurde die SB 1a salzfündig (am 24.04.1824), musste aber als erste wieder aufgegeben werden. Die Mächtigkeit des Salzlagers von 2,0 m war zu gering, bei Solungsversuchen nahm die Salzkonzentration der Sole ab. Eine Gedenktafel im Park des heutigen Vinzenz von Paul Hospitals in Rottweil-Rottenmünster (kurz: Heilanstalt Rottenmünster) erinnert an diesen ersten Salzfund (HANSCH 2003: 11).

In der SB 1 im Primtal wurde am 02.12.1824 Salz angefahren. Die Mächtigkeit des Salzlagers war mit 9,7 m wesentlich größer und die Konzentration der gewonnenen Sole gleichbleibend hoch. Bereits im Jahr darauf wurde in einer Entfernung von nur 8,6 m die SB 2 abgeteuft. Sie war mit einer Salzmächtigkeit von 11,0 m genauso erfolgreich. Ein erstes Bohrhaus am „Oberen Bohrhaus“ wurde 1824/25 erstellt. Zusammen mit den im Jahr 1825 Prim aufwärts im Gewinn Riedwiesen abgeteuften SB 3 und SB 4 waren sie zunächst die Grundlage des Salinebetriebes, mit dem am 24. Juni 1825 begonnen wurde (SCHULZ 1970: 138). SB 3 und SB 4 erwiesen sich jedoch wegen der relativ geringen Salzmächtigkeit und der abnehmenden Solekonzentration als unwirtschaftlich. Um 1830 wurden beide Bohrlöcher außer Betrieb genommen und das über ihnen errichtete Bohrhaus zum „Unteren Bohrhaus“ (SB 5–6) versetzt. Da die Bohrungen SB 1 und 2 unbrauchbar geworden waren, brachte man in den Jahren 1851/52 wenig oberhalb von SB 2 die SB 9 nieder. Erst im Jahr 1938 folgte die Bohrung SB 10, die bis zur Schließung der Saline (1969) in Betrieb war. Die beiden Fachwerkbauten beim „Oberen Bohrhaus“ sind heute in Privatbesitz (Abb. 8). Das Primstauwehr und der Primkanal zum Oberen Bohrhaus sind zur Erfüllung behördlicher Auflagen nach 1970 beseitigt worden. Von den Betriebseinrichtungen bei SB 3 und 4 ist heute nichts mehr erhalten.

Die Solebohrungen SB 5–8 beim „Unteren Bohrhaus“ wurden im Zeitraum 1830 bis 1849 erstellt. SB 7 und 8 waren bis zur Einstellung der Saline 1969 in Betrieb. Im Unteren Bohrhaus ist heute das *Salinenmuseum Unteres Bohrhaus Rottweil* untergebracht (HUTH 2002, HECHT 1992). Erhalten sind die Bohrtürmchen über SB 7–8 sowie ein Fachwerkbau über SB 5–6 (Abb. 9) und die mechanische und maschinelle Ausstattung zur Soleförderung durch Wasserkraftnutzung der Prim. Die erforderliche Energie zur Soleförderung aus der Tiefe lieferte bei allen Bohrungen die Prim, von der das Aufschlagwasser über Kanalbauwerke zum



Abb. 8. Oberes Bohrhaus, Foto aus dem Jahr 1969, von Westen aufgenommen. Rechts Bohrhaus mit Förderturm der Solebohrung 10, links Rest des Bohrhauses der Solebohrungen 1 und 2. Der Förderturm über der Bohrung 10 wurde nach Einstellung des Betriebs abgebaut. (Foto: W.A. WURST, Quelle: Stadtarchiv Rottweil).

Unteren und Oberen Bohrhaus abgeleitet wurde. Dort setzte das Primwasser Wasserräder in Bewegung, die einen Balancier mit den Pumpen antrieben.

Die Sole, aus der 130 Jahre das Siedesalz hergestellt wurde, entstand in den SB 7 und 8 nach SCHULZ (1970: 30) durch Laugung des Steinsalzlagers mit dem in



Abb. 9. Unterer Bohrhaus, Foto aus dem Jahr 1967, von Nordwesten aufgenommen.

Rechts die über den Solebohrungen SB 5 und SB 6 errichteten Bohrhäuser einschließlich des Mittelbaus. Links davon die bis zuletzt betriebenen, einzeln stehenden Bohrhäuser mit Fördertürmen der Solebohrungen SB 7 und SB 8. Vertiefung im Vordergrund: die Prim. (Foto: W. SEMMELROTH, 1967, Quelle: Stadtarchiv Rottweil).

Im Unteren Bohrhaus ist heute das Salinenmuseum Unterer Bohrhaus Rottweil eingerichtet.

die Bohrlöcher einfließenden Muschelkalk-Grundwasser. Da die Salinebohrungen im Gegensatz zur Solebohrung 1986 oben nicht abgedichtet waren, konnte auch oberflächennahes Grundwasser aus den Stockwerken des Lettenkeupers und der quartären Talfüllung zutreten. In die SB 10 musste zur Salzlaugung nach SCHULZ (1970: 31) Primwasser eingeleitet werden. Dies führte dort zu Verschlammungen im Bohrloch und hatte häufig Reparaturen zur Folge. Die Solefördermenge betrug nach Vermerken in den von SCHULZ erstellen Bohrprofilen aus SB 7 und 8 1,0 l/s, aus SB 10 0,5 l/s.

Die meisten Betriebsgebäude der Rottweiler Saline (Siedehäuser, Torfhäuser, Werkstätten, Turbinenhaus am Neckar mit Kraftwerkskanal) fielen im Jahr 1970 und danach dem Abbruch zum Opfer. Einige Zeugen der ehemaligen Saline sind heute noch erhalten. Dies sind ein Sole-Langbehälter in Fachwerk-Konstruktion, ein langgestrecktes Torfhaus (heute: Kunststiftung Erich Hauser), ein Wohnhaus und einige Laboranten-Doppelwohnhäuser (Straße Wilhelmshall). Drei der vier Sole-Rundbehälter sind noch erhalten. Ein runder Solebehälter mit Schindel-

bedachung wurde zum Salinenmuseum Unteres Bohrhaus versetzt; zwei weitere, einer mit kreisförmigem und einer mit achteckigem Grundriss, wurden in Bad Dürkheim wieder aufgebaut (LANGBEIN 2004, HECHT 1992). In diesen ist heute das schwäbisch-alemannische Faschnachtsmuseum „Narrenschopf“ untergebracht. Der vierte Rundbehälter wurde beim Abbruch der Saline zerstört. Das Salinenparkgelände mit dem (heute trockenen) Feuerlöschteich (SCHULZ 1970: Abb. 8) besteht noch.

Da in Solegewinnungsgebieten infolge der Salzauslaugung im Untergrund erfahrungsgemäß Senkungen der Erdoberfläche auftreten, wurde das Umfeld der Salinebohrungen Wilhelmshall-Rottweil und der Solebohrung 1986 genau vermessen. Diese Feinnivellements führt seit Jahren eine Fachfirma im Auftrag der Energieversorgung Rottweil durch. Die gemessenen Geländeabsenkungen sind örtlich unterschiedlich und variieren in der Größenordnung von < 1 bis 5 mm pro Jahr.

5.2 Deutung der Schichtenfolge der Salinebohrungen

Die Salinebohrungen SB 1a–9 wurden in den Jahren 1824–1852 vom Salinenverwalter „F. von ALBERTI nach den laufend geförderten und untersuchten Bodenproben aufgenommen und handschriftlich aufgezeichnet“ (SCHULZ 1970: 150). Eine erste, recht differenzierte Gliederung der Bohrungen 1a–4 hat ALBERTI bereits 1826 veröffentlicht. SCHULZ (1970: 150 ff., 18 ff.) hat nach Auswertung der Bohrregister der Saline Wilhelmshall-Rottweil die Schichtenprofile aller Solebohrungen in der Originalnomenklatur wiedergegeben und eine grobe stratigraphische Gliederung vorgenommen. Seine Profile im Anhang (SCHULZ 1970: 150 ff.) dienen in Tab. 5 als Datengrundlage, mit Ausnahme der SB 1a, von der eine abweichende, handschriftliche Version (gez. MEINHARDT, 01.10.1959) aus den Akten des LGRB (Landesbergdirektion) verwendet wurde. Mit der Solebohrung Rottweil 1986 steht erstmals ein detailliert gegliedertes Referenzprofil zur Verfügung, mit dessen Hilfe eine Gliederung der ehemaligen Salinebohrungen entsprechend der aktuellen stratigraphischen Nomenklatur möglich ist (Tab. 5). Die stratigraphische Gliederung richtet sich im Wesentlichen nach dem Symbolschlüssel Geologie von Baden-Württemberg (LGRB 2005).

Obwohl die lithologische sowie stratigraphische Ansprache noch in den ersten Anfängen steckte und die damaligen von Hand betriebenen Bohrgeräte meist nur Bohrmehl bzw. nassen „Bohrschmand“ zu Tage förderten (SCHULZ 1970: 16), lassen sich diese historischen Profilaufnahmen weitgehend mit dem Referenzprofil von 1986 vergleichen. Eine Ausnahme bildet die erst 1939 abgeteufte SB 10, auf die gesondert eingegangen werden muss. Von der SB 1a existiert neben den beiden Profilen in SCHULZ (1970: 18, 150 f.) eine dritte handschriftliche Version (s. oben). Die alten Maße (württembergische Schuh und Zoll) wurden bereits von SCHULZ (1970) auf Meter umgerechnet, wodurch die Teufen oft bis auf zwei Kommastellen genau erscheinen. Tatsächlich muss man mit Ungenauigkeiten von mindestens einem Meter, bei unklarer Ansprache oder bei Probenverlust auch von mehreren Metern rechnen. Bereits bei SCHULZ (1970) existieren

zwischen den Kurzprofilen auf S. 18 ff. und der ausführlichen Version auf S. 150 ff. Differenzen, die aber mit Ausnahme der SB 1a nicht gravierend sind. Wegen Abgrenzungsschwierigkeiten war es z. T. notwendig, größere Schichtkomplexe zusammenzufassen. Im Einzelnen sind zur Schichtenfolge der ehem. Salinebohrungen folgende Anmerkungen zu machen.

Das *Quartär* (q: Auffüllung, Schwemmlehm, Prim-Schotter) scheint in manchen Bohrprotokollen gar nicht erwähnt worden zu sein; in den anderen ist eine Mächtigkeit bis maximal 5,15 m (SB 4) angegeben.

Die den Muschelkalk abdeckenden *Keuperschichten*, die bis zur Basis des Estherientons (kuES) gerechnet wurden, haben ihre größte Mächtigkeit mit 20,1 m in der SB 10. Hier dürften von 3,0–7,90 m Teufe („Kalkstein, graugelb, weich“) sogar noch die kalkigen Auslaugungsresiduen der Grundgipsschichten (km₁, GI) anstehen. Die darunter bis 21,30 m folgende „Lettenkohle“ hat eine Mächtigkeit von 13,4 m, was gut mit den Mächtigkeiten des Lettenkeupers im Raum Rottweil übereinstimmt. Die bis 1,5 m mächtigen Lettenkeuper-Basisschichten (kuB), die aus Dolomitsteinbänken und dünnen Ton- und Mergelsteinlagen zusammengesetzt sind, wurden in den ehem. Salinenbohrungen bereits zum liegenden „Porösen Kalkstein“ (Trigonodusdolomit) gerechnet. In SB 4 ist die Keuper-Basis aus den Aufzeichnungen nicht zu rekonstruieren; sie lässt sich jedoch von der mm/mo-Grenze hochrechnen und dürfte danach bei etwa 15 m Teufe liegen. In SB 1–2 und SB 9 scheint der Lettenkeuper gerade bis auf die Basisschichten abgetragen zu sein. Die SB 1a setzt tiefer im Oberen Muschelkalk (vermutlich im unteren Trigonodusdolomit) an.

Der *Trigonodusdolomit* (mo2D), der als „Poröser Kalkstein“, „Rauhwacke“ oder „dolomitischer Kalk der Lettenkohlegruppe“ bezeichnet wird, hat einschließlich der ku-Basisschichten in den ehem. Solebohrungen eine Mächtigkeit von 22–25 m, gegenüber rund 24 m im Referenzprofil. Lediglich die SB 7 fällt mit 29,3 m aus dem Rahmen, was mit einer unterschiedlichen Abgrenzung gegen den Plattenkalk zusammenhängen mag. Die Kalksteinschichten des Oberen Muschelkalks, also *Plattenkalk* (mo2P) und *Trochitenkalk* (mo1) zusammen, wurden von ALBERTI zunächst als „Oberer Zechstein“ und erst ab der SB 4 als „Kalkstein von Friedrichshall“ bezeichnet. Ihre Mächtigkeit variiert zwischen 40,5 m und 47,0 m, gegenüber 47 m im Referenzprofil. Das im Archiv der Landesbergdirektion aufgefundene und hier verwendete Profil der SB 1a verzeichnet von 44,78–55,35 m einen „gelblich, grauen Kalkmergel“, bei dem es sich – nach Mächtigkeitsvergleich mit dem Referenzprofil – um die verwitterten, oolithischen Horizonte im tieferen Trochitenkalk handeln dürfte. Die Gesamtmächtigkeit des Oberen Muschelkalks (incl. kuB) beträgt in den Solebohrungen 64,3–71,7 m, im Referenzprofil rund 71 m.

Die *Obere Dolomit-Formation* (mmDo) des Mittleren Muschelkalks hat im Referenzprofil eine Mächtigkeit von knapp 22 m. Davon entfallen 15,3 m auf die Oberen Dolomite 2 (ODL2). Diese werden in den Solebohrungen als „Gelber Kalkmergel“ bezeichnet und erreichen, wo sie abgegrenzt werden können, eine Mächtigkeit von etwa 15,5 m. Die 6,6 m mächtigen Oberen Dolomite 1 (ODL1), die

| Solebohrung Nr. Archiv-Nr. BO 7817/... | SB 5 (1830/31) /678 | | SB 6 (1835/36) /679 | | SB 7 (1838/39) /680 | | SB 8 (1849) /681 | | SB 9 (1851/52) /673 | | SB 10 (1938) /24 | |
|---|------------------------------|------------|------------------------------|------------|------------------------------|------------|------------------------------|------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|--------------------|
| | Primtal, Unteres Bohrhaus | Teufe (m) | Primtal, Oberes Bohrhaus | Teufe (m) | Primtal, oberes Bohrhaus | Teufe (m) |
| Lage | 73 912/34 503 | | 73 914/34 527 | | 73 928/34 515 | | 73 930/34 538 | | 73 795/33 977 | | 73 813/33 963 | |
| Koordinaten R.:34./H.:53.. | 565,0 | | 565,0 | | 565,0 | | 565,0 | | 566,7 | | 566,7 | |
| Geländehöhe m NN | bis etwa 1856 | | nein, Gestängebruch | | bis 1969 | | bis 1969 | | bis 1939? | | bis 1969 | |
| In Betrieb | Mächtigtg. | | Mächtigtg. | | Mächtigtg. | | Mächtigtg. | | Mächtigtg. | | Mächtigtg. | |
| Lithostratigraphie ↓ | Teufe (m) | Mächtigtg. | Teufe (m) | Mächtigtg. | Teufe (m) | Mächtigtg. |
| Auffüllung | -0,60 | | -0,60 | | -1,15 | | -1,60 | | -1,15 | | -0,60 | |
| Schwemmlehm | -2,30 | 1,70 | -1,70 | 1,10 | -3,15 | 2,00 | -3,30 | 1,70 | | | -1,20 | 0,60 |
| Kies + Sand | | | -2,20 | 0,50 | -4,60 | 1,45 | -4,90 | 1,60 | | | -21,30 | 20,10 |
| Keuper (ohne kuB) | -6,60 | 4,30 | -7,70 | 5,50 | -9,10 | 7,45 | -12,00 | 7,10 | | | | |
| mo2D (incl. kuB) | -31,50 | -24,50 | -31,50 | 23,80 | 7 -38,40 | 729,30 | -34,50 | 22,50 | -26,10 | 24,95 | | |
| mo2P + mo1 | 7-73,80 | 42,30 | 7-72,00 | 40,50 | -80,40 | 742,00 | -78,70 | 44,20 | -71,60 | 45,50 | -71,00 | |
| Σ mo | -66,80 | | 64,30 | | 71,30 | | 66,70 | | 70,45 | | 8) 49,70 | |
| Do2 | | | | | -95,80 | 15,40 | | | | | | |
| Do1 | -92,40 | | -93,00 | | | | -97,40 | | 7-97,40 | | | --- Verwerfung --- |
| Σ mmDo | 18,60 | | 21,0 | | -124,10 | 28,30 | | 18,70 | 725,80 | | | |
| oAN + oTA | | | | | | | | | | | | |
| oZWA | | | | | | | | | | | | |
| oZWD + oUTA + oA | -137,00 | | -136,00 | | -137,20 | 13,10 | -135,20 | | -133,40 | | 9) -129,50 | |
| Σ SuJo + oA | 44,60 | 44,60 | 43,00 | 43,00 | 41,40 | 41,40 | 37,80 | 37,80 | 36,00 | 36,00 | 10) | 58,50 |
| Steinsalz | -145,45 | 8,45 | -143,60 | 7,60 | -146,00 | 8,80 | -148,10 | 12,90 | -147,50 | 7) 14,10 | | |
| u. Auslaugungsz | | | | | -146,60 | >0,60 | | | | | | |
| SU4 + unt. Salzton | | | | | | | | | | | | |
| UDL | | >3,45 | | | | | | | | | | |
| ORo | | -148,90 | | | | | | | | | | |
| Ge | | | | | | | | | | | | |
| ORu | | | | | | | | | | | | |
| Freudenstadt-Fm. | | | | | | | | | | | | |
| Mittlere Mergel | | | | | | | -169,30 | | >10,45 | | | >9,70 |

im Referenzprofil deutlich toniger ausgebildet sind und gegen unten bereits Gips führen, können nur in SB 1 und 2 sicher abgegrenzt werden, wo sie als „Kalkmergel (oder Ton) mit Gips und Stinksteinen“ verzeichnet sind. Die Gesamtmächtigkeit des mmDo beträgt in den Solebohrungen 18,6–25,8 m, wobei die größeren Abweichungen vom Referenzprofil auf die unsichere Untergrenze (SB 5, 9) oder mögliche Auslaugungsresiduen (SB 1) zurückgeführt werden müssen.

Die *Oberen Sulfatschichten (SUo)* der Salinar-Formation (mmS) werden von ALBERTI (1826) in den „Gelblichgrauen Kalkstein“, den „Thongyps“, den „Mergelkalkstein“ und den „Salzthon und Gyps“ gegliedert. Der Begriff Anhydrit taucht erst in der SB 7 (1838/39) zum ersten Mal auf. Ganz grob entspricht diese Aufteilung dem Oberen Anhydrit (OAN), dem Oberen Tonanhydrit (OTA), dem Zwischenanhydrit (ZWA) und dem Unteren Tonanhydrit (UTA). Eine entsprechende plausible Untergliederung ist jedoch nur in SB 1a-2 und SB 4 möglich, wobei OAN und OTA zusammengefasst werden mussten. Die Gesamtmächtigkeit der Oberen Sulfatschichten, die im Referenzprofil (incl. oberer „Salzton“) 36 m beträgt, variiert in den Salinebohrungen zwischen 30,0 und 44,6 m. Dabei scheint es sich nicht um Messfehler oder Fehlansprachen, sondern weitgehend um tatsächliche Mächtigkeitsunterschiede zu handeln, deren mögliche Ursachen jedoch ungeklärt bleiben, solange Bohrkerne nicht zur Verfügung stehen.

Das *Steinsalzlager* hat im Referenzprofil eine Mächtigkeit von 11,5 m. In der SB 1a ist es bereits bis auf 1,65 m (nach SCHULZ 1970: S. 51 und 151) bis auf 2,03 m oder

zu Tab. 5.

Deutung der von SCHULZ (1970: 150 ff.) veröffentlichten Originalaufzeichnungen (mit Ausnahme der SB 1a, s. Text).

Stratigraphische Kürzel s. Tab. 3, weitere Abkürzungen: SB= Solebohrung, kuB= Basisschichten des Unteren Keupers, o. A= obere Auslaugungszone, Ge= Geislingen-Bank, ORu= Untere Orbicularismergel

Anmerkungen:

- 1) zu SB 1a: nach Schulz (1970) – rd. 3 m Auffüllung, – rd. 5 m Quartär, unten mit mo2D-Verwitterungslehm oder Hangschutt
- 2) zu SB 1a: oben 0,92 m Versturz? (Stinkstein mit Hornstein u. Calcedondrusen)
- 3) zu SB 1a: bei SCHULZ (1970: 14, 18): 2,03 m Salz
- 4) zu SB 1a nach Schulz (1970:151): „unten mit Gips“ (=Geislingen-Bank)
- 5) zu SB 1: unten Übergang zu SUo
- 6) zu SB 4: mo/ku-Grenze (Basis Estherienton) hochgerechnet bei etwa 15 m
- 7) zu SB 9: einschließlich einer 5 m mächtigen Anhydriteinlagerung 3,25 m über der Steinsalzbasis
- 8) zu SB 10: Mächtigkeit durch Störung verkürzt
- 9) zu SB 10: darin vermutlich mit Gips versetzte Störungszone enthalten
- 10) zu SB 10: Salzlager bis auf max. 2,5 m Steinsalz ausgelaut, von Begleitstörungen(?) durchsetzt

1,31 m ausgelagert. In SB 1–2 am Oberen Bohrhaus sowie SB 5–8 am Unteren Bohrhaus wurde ein mehr oder weniger intaktes Salzlager mit Mächtigkeiten von >7,6 m (SB 6) bis 12,9 m (SB 8) erbohrt. Zur SB 2 bemerkt ALBERTI in seinen Aufzeichnungen, dass sich an der Oberkante des Salzlagers durch Aussolung ein Hohlraum von nur 5 Zoll (14,3 cm) gebildet hatte, obwohl aus dem benachbarten Bohrloch SB1 bereits umgerechnet 700 m³ Salz gefördert worden waren (SCHULZ 1970: 21). In SB 3–4 in den Riedwiesen ist das Salzlager nur noch 6,6–5,2 m mächtig. SCHULZ (1970: 22) bringt diese Reduzierung mit einer vermuteten Störungszone in Verbindung. Die SB 8 am Unteren Bohrhaus und SB 9 am Oberen Bohrhaus zeigen bereits Anzeichen einer beginnenden Aussolung in Form einer 0,5 m großen, offenen Kluft (SB 8) und eines 0,3 m großen Hohlraums (SB 9) im Hangenden des Salzlagers. Gleichwohl wurden hier mit 12,9 m und 14,1 m die größten Salzmächtigkeiten gemessen, wobei sich das reine Salzlager in SB 9 auf 9,1 m reduziert, wenn man eine 5 m mächtige Anhydrit-Einlagerung abrechnet. In einigen Bohrungen (SB 3, SB 7 und Vorbohrung am Stallberg) wird an der Basis des Salzlagers „Salzton“ mit rotem Steinsalz vermerkt.

Nur die Solebohrung SB 6 hat die Basis des Salzlagers nicht ganz erreicht. Die meisten Solebohrungen enden wenig unter dem Salzlager, in den ca. 2,2 m mächtigen *Unteren Sulfatschichten (SUu)* oder etwas tiefer in den 2–3 m mächtigen Unteren Dolomiten (UDL), mit denen nach neuer Nomenklatur die *Geislingen-Formation (mmG)* beginnt (Kap. 4). Die SB 9 endet vermutlich im Oberen *Orbicularismergel (ORo)*. Lediglich SB 1a, 4 und 8 dürften noch bis in den Unteren Muschelkalk (Freudenstadt-Formation) hineinreichen. Eine genauere Untergliederung ist nur z. T. und nur mit Fragezeichen möglich. In SB 1a kann man in den 6,09 m, die unter dem Salz folgen, die untere Auslaugungszone (u.A) und die Unteren Sulfatschichten (SUu) vermuten. Darunter folgen 12,43 m bituminöse Schichten, die unten Gips enthalten, womit wahrscheinlich die Unteren Dolomite (UDL), die Oberen Orbicularismergel (ORo) und die Sulfat führende Geislingen-Bank (Ge) zu verstehen sind. In SB 4 sind unter dem Salz 12,37 m „Gips und Salzton, bituminös“ verzeichnet, worunter die Schichten bis zur Basis der Geislingen-Bank subsummiert sein dürften. In der SB 8 sind 18,3 m unter dem Steinsalz noch 2,9 m „Wellenkalk“ angegeben. Damit sind vermutlich vereinzelte feste Karbonatbänke (einschließlich der „Spiriferinabank“) der überwiegend mergeligen *Freudenstadt-Formation* angesprochen.

Die SB 10, die oben als Meißel- unten als Kernbohrung ausgeführt wurde (SCHULZ 1970: 25), lässt sich nicht ohne weiteres in das stratigraphische Schema (Tab. 5) einordnen. Der Obere Muschelkalk (mo) ist von rund 71 m auf 49,7 m verkürzt, die Obere Dolomit-Formation (mmDo) fehlt vollständig. Dabei fällt auf, dass die Muschelkalk/Keuper-Grenze, die in SB 1, 2 und 9 etwa die Oberfläche des Festgesteins bildet, in der SB 10 etwa 20 m tiefer liegt. Diese Befunde lassen sich nur mit einer Verwerfung erklären, die unterhalb der Teufe von 71 m durchfahren wurde und bisher nicht erkannt worden war. Der Ansatzpunkt der SB 10 befindet sich somit auf der Tiefscholle; SB 1, 2 und 9 liegen dagegen auf der Hochscholle. Das Streichen der Störung ist nicht bekannt, dürfte aber nach Neukon-

struktion der Schichtlagerungskarte eine herzynische Richtung (Südost-Nordwest) haben (Mitteilung Dr. M. FRANZ).

Von 71–129,5 m sind in der SB 10 „Tonstein und Anhydrit, stark rissig und gebräch“ verzeichnet, wobei offensichtlich zwischen Gips und Anhydrit nicht differenziert wurde. In diesen 58,5 m sind vermutlich nicht nur die (tektonisch gestörten?) Oberen Sulfatschichten, sondern auch die (mit Gips versetzte?) Störzone selbst enthalten. Nach SCHULZ (1970: 25) zeigten sich 11 m über dem Salz starke Risse im Anhydrit, „wodurch die Spülung vollständig verloren ging“. Direkt über und unter dem Salz wurden bis 1 m große Hohlräume angetroffen. Das weitgehend ausgelaugte Salzlager („viele Hohlräume, zerfallener, schlammiger Anhydrit und einzelne Salzbrocken“) reicht nach SCHULZ (1970: 25) von 129,5 bis 145,8 m. Im Profil bei SCHULZ (1970: 155) wird zuoberst 2,5 m Steinsalz angegeben. Die Mächtigkeit von insgesamt 16,3 m lässt darauf schließen, dass vermutlich das Steinsalzlager selbst noch von Begleitstörungen durchsetzt ist. SCHULZ (1970) führt die Auslaugung in der SB 10 (wie schon in der SB 9) auf die Aussolung durch die benachbarten Solebohrungen zurück. Denkbar ist aber auch eine natürliche Auslaugung, die von der durchfahrenen Verwerfung ausgeht. Die Untergrenze der Steinsalzschieben liegt mit 420,9 m NN etwa im gleichen Niveau wie in SB 1, 2 und 9 (419,2–423 m NN); die Bohrung hat damit nach Durchfahrung der Störzone die Hochscholle erreicht. Bis zur Endteufe bei 155,5 m folgen nach SCHULZ (1970: 25) noch 9,7 m Anhydrit, Dolomit und Kalkstein. Die Bohrung endet somit in den Orbicularismergeln.

Die Mächtigkeiten des Steinsalzlagers sind im Oberen Neckarraum unterschiedlich. Die vier Erkundungsbohrungen (Mutungsbohrungen) im Grubenfeld Lauffen von 1896 im Gewinn Marktbrunnen am südlichen Ortsrand von Lauffen haben eine Salzmächtigkeit von 30 m nachgewiesen (MÜNZING in SCHMIDT 1982: 102 u. 112, SCHULZ 1970: 29, LGRB-Nr.: BO 7817/717–720). In Schwenningen beträgt die Salzmächtigkeit bis 17 m, in Bad Dürkheim bis 32 m (FRANZ und MÜNZING 2004).

6 VORBOHRUNG UND SCHACHT AM STALLBERG

6.1 Zur Geschichte des Schachtes am Stallberg

Der im Jahr 1836 zum Königlichen Bergrat aufgestiegene v. ALBERTI plante, das Steinsalz durch einen Untertageabbau „wirtschaftlicher“ zu fördern. Der Standort „Stallberg“ am Fuße des Primholzes bot infrastrukturelle Vorteile. Der nahe gelegene Neckar sollte die erforderliche Wasserkraft liefern. Die Römerstraße von Rottweil nach Hüfingen (heute Bundesstraße B 27), damals ein Verbindungsweg, führte unmittelbar am Schacht vorbei. Die Landstraße von Rottweil nach Schwenningen verlief damals über Bühlingen, Lauffen und Deißlingen.

Zur Vorerkundung wurde zwischen 1837 und 1839 die Vorbohrung „am Stallberg“ (VB Stallberg) am Südhang des Primholzes abgeteuft. Die angetroffene Salzmächtigkeit von 12 m schien zunächst Erfolg versprechend; bedenklich waren jedoch die Wasserzutritte von 5,5 l/s. Der Ruhewasserspiegel in dieser

Bohrung stellte sich bei 3,2 m Tiefe ein (SCHULZ 1970:100). Man glaubte, solche Wassermengen durch Abpumpen mit Hilfe der Wasserkraftnutzung des Neckars bewältigen zu können. Vor Baubeginn des Bergwerksschachtes musste deshalb die Wasserkraftanlage mit Wasserrad und Pumpenmaschinerie erstellt werden und betriebsbereit sein (Bauzeit 1841/42). Der 1044 m lange Oberwasserkanal wurde vom Neckar unterhalb der Ortschaft Lauffen abgezweigt und kreuzt unter einem eigens angelegten Brückenbauwerk die „Römerstraße“ (Abb. 1). Der 767 m lange Unterwasserkanal zum Neckar zurück quert erneut diese Straße. Beide Kanäle sind noch heute in Funktion.

Die Bauarbeiten des drei Meter weiten Bergwerksschachtes zogen sich wegen des unerwartet starken Wasserandrangs über fast acht Jahre von Dezember 1842 bis August 1850 hin. Die Wassereinbrüche machten mehrere Zehnerliter pro Sekunde aus und waren starken Schwankungen durch die Witterung ausgesetzt. Im August 1850 betrug der Wasserandrang im Schacht 57 l/s. Wegen Ausfalls der Pumpen und Gestängebruchs musste der Schacht im November 1850 schließlich aufgegeben werden. Bis zum Salzlager fehlten noch 87 m (SCHULZ 1970, CARLÉ 1968). Es war zur damaligen Zeit undenkbar, dieses Ziel mit den verfügbaren technischen und finanziellen Mitteln zu erreichen.

Zeugen dieses geplanten Steinsalzbergwerkes sind die Wasserkraftanlage „Lauffen B 27“ mit einer Fallhöhe von 9 m und ein Fachwerkgebäude am Ober-



Abb. 10. Altes Laborantenhaus beim ehemaligen Schacht am Stallberg mit Oberwasserkanal, erbaut 1841/42, Foto aus dem Jahr 1967, von Norden her aufgenommen. (Foto W. SEMMELROTH, Quelle: Stadtarchiv Rottweil). Das Fachwerkgebäude wird heute als Wohnhaus genutzt.

wasserkanal (Abb. 10, Laborantenhaus: SCHULZ 1970: 101). Der Ober- und der Unterwasserkanal sind heute noch erhalten. Die Wasserkraftanlage wird heute durch eine im „Gewerbepark am Schacht“ ansässige Firma genutzt. Das unmittelbar am Wasserkraftwerk gelegene Schachthaus mit Wasserrad wurde 1881 abgebrochen (SCHULZ 1970: 115).

6.2 Schichtenprofile

Die *Vorbohrung Stallberg* lässt sich ähnlich gliedern und zeigt ähnliche Mächtigkeiten wie die Solebohrungen der ehem. Saline Wilhelmshall-Rottweil. Unter dem Quartär scheinen noch 2,3 m weitgehend ausgelaugte Grundgipsschichten „mit einzelnen Gipsbrocken“ anzustehen. Vermutlich sind darin auch noch die Grünen Mergel mit enthalten. Darunter folgen 11,7 m Lettenkeuperschichten bis zur Basis des Estherientons. Die Mächtigkeit des Trigonodusdolomits (incl. kuB) von nur 19,7 m (gegenüber 24,3 m im Referenzprofil) ist auf eine unterschiedliche Grenzziehung oder auf Kleinstörungen zurückzuführen. Die übrigen Mächtigkeiten weisen ähnliche Werte wie die Salinebohrungen auf. Das Steinsalzlager hat eine Mächtigkeit von 12 m. Die Bohrung endet in den Unteren Sulfatschichten.

Das Profil des gescheiterten *Schachts am Stallberg* hat ALBERTI (1852) ausführlich beschrieben. Im Lettenkeuper lassen sich z.T. sogar einzelne Bänke aus-

Tab. 6. Lithostratigraphisches Kurzprofil der Vorbohrung am Stallberg (1837/39). Koordinaten etwa: R 34 73 099, H 53 32 922 (Quelle: Bohrkartei der Landesbergdirektion im LGRB), LGRB-Archivnummer: BO 7817/7

Ansatzhöhe: etwa 583 m NN

Deutung des von SCHULZ (1970: 155 f.) wiedergegebenen Profils.

| | |
|---------|---|
| -2,30 | Quartär (q) |
| -0,60 | Auffüllung |
| -2,30 | brauner und schwarzer Letten |
| -4,60 | Gipskeuper-Formation. (km1), Grundgipsschichten (GI): > 2,30 m weitgehend ausgelaugt, „mit einzelnen Gipsbrocken“ |
| -16,30 | Lettenkeuper-Fm. (kuL) bis Basis Estherienton: 11,70 m |
| -83,00 | Oberer Muschelkalk (mo): 66,7 m |
| -36,00 | Trigonodusdolomit (mo2D) + kuB: 19,70 m |
| -83,00 | Plattenkalk (mo2P) + Trochitenkalk-Fm. (mo1): 47,00 m |
| -157,10 | Mittlerer Muschelkalk (mm): > 74,10 m |
| -142,70 | Obere Dolomit-Fm. (mmDo) + Obere Sulfatschichten (mmSUo): 59,70 m |
| -157,00 | Steinsalzschichten (mmSSZ): 14,30 m |
| -154,70 | Steinsalz: 12,00 m |
| -157,00 | „Saltton mit rotem und weißem Steinsalz und Gips in Wechsellagerung“: 2,30 m |
| -157,10 | Untere Sulfatschichten (mmSUu): >0,10 m |

Tab. 7. Lithostratigraphisches Kurzprofil des Schachts am Stallberg (1842–1850).

Koordinaten: R 34 73 035, H 53 34 433, LGRB-Archivnummer 7817/716

Ansatzhöhe etwa 583 m NN

Deutung nach der Beschreibung v. ALBERTI's (1852:425 f., 433 ff.).

| | |
|---------|--|
| -71,18 | Quartär (keine Beschreibung, Rechenwert) |
| -12,89 | Lettenkeuper-Fm. (kuL): 11,71 m |
| -3,58 | Lingulaschichten (LI): 2,40 m (Böhringen-Gipshorizont ausgelaugt) |
| ?-5,64 | Obere Graue Mergel (OGM) + Oberer Anoplophoradolomit (Ado) + Anoplophorasandstein (APS): 2,06 m |
| -8,92 | Unterer Anoplophoradolomit (Adu) + Untere Graue Mergel (UGM) + Anthrakonitbank (Ak) + Sandige Pflanzenschiefer (SPS): 3,28 m |
| -9,77 | ALBERTI-Bank (Ab): 0,85 m (mit Gipsklotz bis 0,72 m Dicke) |
| -11,46 | Estherienton (ES): 1,69 m [Basis nach ALBERTI (1852): 11,46 m, unter der Hängebank] |
| -12,89 | Basisschichten (B): 1,43 m |
| -56,15 | Oberer Muschelkalk (mo): > 43,26 m |
| -36,95 | Trigonodusdolomit (mo2D): 24,06 m |
| -13,61 | Hangenddolomit (HAD): 0,72 m (mit Muscheln, Schnecken) |
| -16,04 | „dolomitischer Mergel“ (Algenlamite), unten „Dolomit“: 2,43 m |
| -16,90 | „versteinerungsreicher Dolomit“: 0,86 m |
| -31,22 | „dolomitischer Kalk“, drusig: 14,32 m (vereinzelt Muschelreste) |
| -36,38 | „dolomitischer Kalk“: 5,16 m (Muscheln, Terebrateln, <i>Pemphix</i>) |
| -36,95? | „dolomitischer Kalk“, drusig: 0,57 m |
| -56,15 | ?Plattenkalk (mo2P): > 19,20 m |
| -37,52 | lichtaschgraue Schichten, 3–6 cm, splittriger Bruch, mit Muscheln, Terebrateln, Trochiten: 0,57 m [?, „Leitende Lumachelle“] |
| -37,80 | „dolomitischer Kalk“: 0,28 m |
| -56,15 | keine Beschreibung: 18,35 m |

gliedern. Seine Mächtigkeit (ohne Grüne Mergel und Grenzdolomit) beträgt 11,7 m.

DANKSAGUNG

Nachfolgenden Personen und Institutionen sei gedankt für Auskünfte, Beratungen, Unterstützung sowie Bereitstellung von Unterlagen:

- Salinenmuseum Unteres Bohrhaus Rottweil: Herren R. BAREIS und W. LANG-BEIN
- Stadtarchiv Rottweil: Herr Dr. W. HECHT, Frau C. VOTTELER
- Landratsamt Rottweil: Herr K. HARENG
- Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG: Herr E. BANTLE

– Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB): Herrn Dr. M. FRANZ danken wir für Hinweise zur Geologie und Herrn R. KAPTEINAT für Hinweise aus bergbaulicher Sicht. Frau G. FISCHER und Herrn A. ZILLER sei für die sorgfältige Anfertigung der Abbildungen gedankt.

LITERATUR

- ALBERTI, F. v., mit Anmerkungen u. Beilagen von SCHÜBLER, D. (1826): Die Gebirge des Königreichs Württemberg, in besonderer Beziehung auf die Halurgie. – 326 S., 4 Kt.; Stuttgart, Tübingen (Cotta'sche Buchhandlung).
- ALBERTI, F. v. (1852): Halurgische Geologie. – Bd. 1, XVI + 570 S., 65 Abb.; Tübingen u. Stuttgart (Cotta).
- BALZER, D. (2003): Entstehung und Diagenese der Evaporite des Mittleren Muschelkalks in Südwestdeutschland. – In: HANSCH, W. & SIMON, T. (Hrsg.): Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands. – *museo*, 20: 58–75; Heilbronn.
- CARLÉ, W. (1968): Salzsuche und Salzgewinnung im Königreich Württemberg und in der darauf folgenden Zeit bis heute. – Veröffentlichungen der Kommission für Geschichtliche Landeskunde in Baden-Württemberg, 43, Reihe B: 107–176, 15 Abb.; Stuttgart.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2002): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2002; Potsdam. – [mit Beiheft: 16 S.]
- Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG (ENRW): Sole- und Erlebnisbad Aquasol, Brugger Str. 11, 78628 Rottweil a.N., <http://www.aquasol-rottweil.de>
- FRANZ, M. u. MÜNZING, K. (2004): Erläuterungen Blatt 7917 Villingen-Schwenningen-Ost – 6., völlig neu bearb. Aufl. – Geologische Karte Baden-Württ. 1:25 000: VI + 199 S., 17 Abb., 12 Tab., 2 Beil.; Freiburg i. Br. 2004.
- FRIEDEL, G. (1988): Die lithofaziellen Einheiten des Mittleren Muschelkalks (mm) am Unteren Neckar – Stratigraphie und Genese. – Diss. Univ. Heidelberg, 121 S., 23 Abb., 3 Tab. + 20 Tab., 8 Taf. im Anhang; Heidelberg. [Ms.]
- FRIEDEL, G. u. SCHWEIZER, V. (1989): Zur Stratigraphie der Sulfatfazies im Mittleren Muschelkalk von Baden-Württemberg (Süddeutschland). – Jahreshefte des geologischen Landesamt Baden-Württemberg, 31: 69–88, 7 Abb.; Freiburg i. Br.
- Fritz Planung GmbH (1986): Solebohrung Rottweil, Dokumentation, Bericht vom 21.08.1986, 14 S., 9 Anl.; Bad Urach, Bearb.: Dipl.-Geol. H. HACKL. – [unveröff.]
- GRIMM, B. (2004): Hydrogeologische Verhältnisse. – In: FRANZ, M. u. K. MÜNZING (2004): Erl. Blatt 7917 Villingen-Schwenningen-Ost – 6., völlig neu bearb. Aufl. – Geologische Karte Baden-Württ. 1:25 000: VI + 199 S., 17 Abb., 12 Tab., 2 Beil.; Freiburg i. Br. 2004.
- HANSCH, W. (2003): Friedrich von Alberti – Salinist und Begründer der Trias. – In: HANSCH, W. u. T. SIMON [Hrsg.] (2003): Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands. – *museo* 20: 1–240, 151 Abb., 12 Tab.; Heilbronn.
- HECHT, W. (1992): Salinenmuseum Unteres Bohrhaus Rottweil. – Faltprospekt, 8 Abb. (ohne Jahr.); [Herausgeber: Stadt Rottweil a. N.], Rottweil am Neckar.
- HUTH, T. (2002): Erlebnis Geologie – Streifzüge über und unter Tage. Besucherbergwerke, Höhlen, Museen und Lehrpfade in Baden-Württemberg. 470 S., 303 Abb., 94 Karten; Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- JONISCHKEIT, A. (2003): Strukturen und Phänomene im Steinsalzlager des Mittleren

- Muschelkalkes. – In: **HANSCH, W.** u. **T. SIMON** [Hrsg.] (2003): Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands. - *museo* **20**: 94–150, 38 Abb., 2 Tab.; Heilbronn.
- KITTEL, W.** (1969): Saline Wilhelmshall bei Rottweil – Großzügige Industrie-Planung vor 150 Jahren. – *Schwäbische Heimat*, 20/2: 140–145, 7 Abb.; Stuttgart.
- KLUT-OLSZEWSKI** (1945): Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, seine Beurteilung und seine Aufbereitung. – 9. Aufl., 281 S., Berlin (Springer).
- LANGBEIN, W.** (2004): Wege des Salzes – eine Dokumentation über ehemalige und noch bestehende Salinen und Salzbergwerke in Baden Württemberg. Broschüre 12 Seiten, zahlreiche Abbildungen (Schüler Messebau oHG, Rottweil a. N.)
- LGRB (2005): Symbolschlüssel Geologie Baden-Württemberg. Verzeichnis Geologische Einheiten. – Internet-Publ.: www.lgrb.uni-freiburg.de; Freiburg i. Br. [Hrsg.: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe u. Bergbau Baden-Württ., Bearb.: E. Villinger]
- MÜNZING, K.** (1976): Zur Lettenkeuper-Stratigraphie der Baar. – Jahreshefte des Geologischen Landesamt Baden-Württemberg, **18**: 59–77, 2 Abb.; Freiburg i. Br.
- PAUL, W.** (1936): Der Hauptmuschelkalk am südöstlichen Schwarzwald. – *Mitteilungen der Badischen Geologischen Landes-Anstalt*, **11** (4): 125–146, 1 Taf; Freiburg i. Br.
- PAUL, W.** (1956): Zur Stratigraphie und Fazies des Oberen Muschelkalkes zwischen oberem Neckar und Hochrhein. – *Schriften des Landkreis Donaueschingen*, **8**: 9–20, 1 Abb.; Donaueschingen (Donau-Post-Verlag Kratzer).
- PAUL, W.** (1971): Die Trias. – In: Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V. (Hrsg.): Die Wutach. Naturkundliche Monographie einer Flusslandschaft. – Die Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württ., **6**: 37–104, 24 Abb., 4 Taf.; Freiburg i. Br.
- RAIBLE, K.** (1997): Die Rottweiler Sole, ein Geschenk der Natur – Der mühsame Weg von der Rottweiler Steinsalzgewinnung bis zum Freizeit- und Gesundheitsbad AQUASOL 1824–1986. – 33 S.; Schwarzwälder Druckhaus, Oberndorf a.N.
- RAIBLE, K.** (1974): „Die Rottweiler Solebäder unserer Großväter“. – *Schwarzwälder Volksfreund* vom 30.11.1974; Rottweil a. N.
- ROGOWSKI, E.** (2003): Ingenieurgeologische Betrachtungen der südwestdeutschen Steinsalzbergwerke. – In: Hansch, W. & Simon, T. (Hrsg.)(2003): Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands. – *Museo*, **20**: 160–175, 13 Abb.; Heilbronn.
- Rottweiler Zeitung (1970): „Von heute an werden die Solebohrlöcher zubetoniert“, Nummer 211, Ausgabe vom 14.09.1970; Rottweil a. N.
- ROGOWSKI, E.** u. **SIMON, T.** (2005): Salzerkundungsbohrung Stetten (Zollernalbkreis, Baden-Württemberg). – *LGRB-Informationen*, **17**: 136–150, 3 Abb.; Freiburg i. Br.
- SCHÄFER, K. A.** (1973): Zur Fazies und Paläogeographie der Spiriferina-Bank (Hauptmuschelkalk) im nördlichen Baden-Württemberg. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **143** (1): 56–110, 26 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- SCHMIDT, M.** (1982a): mit ergänzenden Beiträgen von **LEIBER, J.** und **MÜNZING, K.**: Erläuterungen zu Blatt 7817 Rottweil, 4. Auflage.- Geologische Karte Baden-Württ. 1:25 000, Erl. Bl. 7817: 128 S., 4 Abb., 2 Beil.; Stuttgart. – [Ergänzter Nachdruck der Erläuterungen von Blatt Rottweil (Nr. 141) von **SCHMIDT, M.**; Stuttgart 1912]
- SCHMIDT, M.**, mit einzelnen Ergänzungen von **K. MÜNZING** (1982b): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1: 25 000, Blatt 7817 Rottweil; Stuttgart.

- SCHULZ, G. (1967): Geschichte der ehemaligen Königlich Württembergischen Saline Wilhelmshall bei Schwenningen am Neckar. – Schriftenreihe der Großen Kreisstadt Schwenningen am Neckar, 7, 124 S.; Schwenningen am Neckar.
- SCHULZ, G. (1970): Die Saline Wilhelmshall bei Rottweil 1824–1969. – Veröffentlichungen Stadtarchiv Rottweil, 1: 181 + 24 S., 52 Abb., 38 Tab.; Rottweil.
- SIMON, T. (2003): Historische Salzgewinnung in Baden-Württemberg. – In: HANSCH, W. u. T. SIMON [Hrsg.]: Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands.- museo 20: 1–240, 151 Abb., 12 Tab.; Heilbronn.
- SIMON, T. (2003): Natürliche Auslaugung von Steinsalzlagerstätten. – In: HANSCH, W. u. T. SIMON [Hrsg.]: Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands.- museo 20: 1–240, 151 Abb., 12 Tab.; Heilbronn.
- STEIGER, J.A. (1910): Dürrheim und seine Saline. – 148 S., Freiburg i. Br. (Caritas-Druckerei).
- STEMMER, J. (1967): Berg und Tal. – Der Landkreis Rottweil (Kennst Du Deine Heimat?), 3, 29 S, 15 Abb.; Rottweil.
- WALTER, H.-H. (2006): Der salzige Jungbrunnen – Geschichte der deutschen Soleheilbäder. – 324 S.; 333 Abb.; Freiberg/Sachsen (Drei Birken-Verlag)..
- XELLER, F. VON (1875): Die Geschichte der Saline Wilhelmshall. – In: Beschreibung des Oberamts Rottweil, 11 S., Stuttgart.

Anschriften der Verfasser:

Dipl. Geol. ANDREAS ETZOLD, Sonnhalde 6, 79312 Emmendingen

E-Mail: OldEtz@t-online.de

DR. BERNHARD GRIMM, Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Albertstraße 5, D-79104 Freiburg i. Br.

E-Mail: bernhard.grimm@rpf.bwl.de