Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland

Band: 15 (2014)

Artikel: Das Wisenberg-Tunnelprojekt, der Faltenjura und der Gipskeuper, wie passen die zusammen?

Autor: Lohmann, Hans Hinrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676716

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.09.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Adlertunnel fertig saniert
Nach gut anderthalb Jahren ist die Sanierung des Adlertunnels zwischen Muttenz und Liestal abgeschlossen. Nötig war die Sanierung des erst 2000 eröffneten Tunnels geworden, weil sich, bedingt durch quellendes Gestein, die Tunnelsohle auf einem 40 Meter langen Abschnitt ständig leicht anhob. Die Arbeiten, die fast doppelt so lange dauerten wie ursprünglich veranschlagt, haben 16 Millionen Franken gekostet.
(Schweiter Eisenbahn-Revue 10/2011)

Das Wisenberg-Tunnelprojekt, der Faltenjura und der Gipskeuper, wie passen die zusammen?

Hans Hinrich Lohmann

Zusammenfassung: Zwischen der Region Basel und dem schweizerischen Mittelland wird ein weiterer Eisenbahntunnel benötigt. Ein erster Vorschlag, das Wisenberg-Projekt, sah eine Tunnelverbindung von Liestal nach Olten vor. Wegen mehrfacher und langer Trias-Anhydrit-Durchquerungen mit ihrem Quellpotenzial wird dieses Projekt hier abgelehnt und stattdessen ein Tunnel von Mumpf am Rhein in die Region Aarau vorgeschlagen, also östlich der bedeutenden Wehratal-Zeiningen-Verwerfung. Arbeitsschritte dieses Vorschlages sind Studien zur Anhydrit-Quellung und vorhandene geologische Karten.

Abstract: The Wisenberg tunnel project, the Jura foldbelt, and the Gipskeuper, how do they match? An additional railway tunnel is required between the Basel area and the Swiss Plateau. A first proposal, the Wisenberg project, envisaged a tunnel connection from Liestal to Olten. This project is rejected here because of several long tracts of Triassic anhydrite crossings involved with their swelling potential. Instead, a tunnel from Mumpf on the Rhine to the Aarau district is proposed, that is east of the significant Wehratal-Zeiningen fault. Steps of this proposal are anhydrite swelling studies and available geological maps.

Key words: Tunnel geology, Triassic anhydrite swelling, northwestern Switzerland

1. Einleitung

Die wichtigste die Schweiz querende transeuropäische Eisenbahnverbindung verbindet Basel mit dem Eisenbahnknotenpunkt Olten im schweizerischen Mittelland, von wo die Lötschberg- und die Gotthard- Linien weiter nach Italien führen. Bisher existiert zwischen Basel und Olten nur eine zweigleisige Bahnstrecke, die den Faltenjura-Bergzug durchquert. Diese Hauenstein-Linie (eröffnet 1916) ist nach dem gleichnamigen Tunnel zwischen Tecknau und Olten benannt. Zu erwähnen ist hier noch eine eingleisige Parallelverbindung, die alte Hauenstein-Linie (eröffnet 1858), die den Faltenjura-Bergzug im Tunnel zwischen Läufelfingen und Trimbach-Olten durchsticht. Diese Strecke ist steil, kurvenreich und für schwere Züge ungeeignet.

Um diesen Engpass im europäischen Eisenbahnnetz zu entschärfen, wird seit einiger Zeit der Bau des Wisenberg-Tunnels vorgeschlagen. Die Schweizerischen Bundesbahnen haben deswegen 1988 acht Bohrungen von 75 bis 285 m Tiefe in der Projektregion zur Erkundung des Untergrundes niedergebracht (Steiner 1989). Die strukturelle Einordnung erfolgte durch Noack (Jordan et al., 1990). Einen durch die Annahme einer darunter liegenden paläozoischen Mulde verbesserten Wisenberg-Strukturschnitt veröffentlichte Noack (1995), hier als Abb.1 beigefügt. In beiden Publikationen ist die Position des Wisenberg-Projekts zwischen den beiden Hauenstein-Tunnel dargestellt. Der Bau einer Flachbahn aus dem Raum Basel (Meershöhe 250 m) in Richtung Olten (400 m) würde laut Noacks Strukturschnitt tertiäre Lockersedimente und auf 1,2 km zwei Mal die bautechnisch problematischen Trias-Evaporite durchstossen.

Worin besteht das Problem? In den Faltenjura-Durchstich-Tunnel, ob für Eisenbahn oder Strasse, quillt der in der Tiefe stabile Anhydrit, $CaSO_4$ bei Wasserzutritt um rund 60 Volumenprozent an und wird zum wenig stabilen Gips. Dieser Quellvorgang führt zu Tunneleinengungen, die erhebliche Reparaturen erfordern. In Oberflächennähe ist dieser Vorgang längst abgelaufen, etwa im Grundwasserstrom der Flüsse. Daher sind Oberflächen-Eisenbahnen oder -Strassen kostengünstiger zu bauen und zu unterhalten als ein Tunnel, auch wenn sie zwecks Schallschutz gedeckelt sein müssten.

Mit dieser Kenntnis ist eine Streckenführung von Basel ins Mittelland zu suchen, die ein Minimum an Trias-Evaporiten durchbohrt, um sie an die Bahnlinien im Mittelland anzubinden. Diese Zielsetzung gilt für den nordwestlichen Tafeljura-Anteil wie für den südöstlichen Faltenjura-Anteil. Wir beginnen mit dem Tafeljura östlich Basel und wenden uns später dem Faltenjura zu. Arbeitsmittel dazu sind die bisherigen Publikationen sowie die Auswertung von Satellitenbildern.

2. Die Evaporit-Schichten der Nordwestschweizer Trias

Als Evaporite – also Eindampfungsgesteine – bezeichnet man die Mineralien Steinsalz, Anhydrit, Gips sowie die Kalisalze. Der Anhydrit und der Gips besitzen die gleiche chemische Zusammensetzung mit der Formel $CaSO_4$, der Anhydrit ohne Kristallwasser, der Gips mit zwei Molekülen Kristallwasser. Der Anhydrit ist Namengeber für die Anhydritgruppe der Mittleren Trias (sonst als Muschelkalk bezeichnet), das Mineral Gips gibt dem Gipskeuper (in der Oberen Trias) seinen Namen. Diese Namengebung ist nur beschränkt richtig. Man könnte zu dieser Formation auch Anhydrit-Keuper sagen, denn die beiden namengebenden Mineralien können ineinander übergehen, je nach Wasserzutritt, Temperatur und Auflagerungsdruck.

Die ursprüngliche Ablagerung des Kalziumsulfats $CaSO_4$ aus dem Meerwasser erfolgt als Gips. Mit einem Auflager von etwa 500 m weiterer Sedimente und entsprechend zunehmendem Druck bildet sich Anhydrit (Dronkert et al. 1990).

Das aktuelle Wissen über die Trias-Mächtigkeiten und speziell die Verbreitung der zwei Trias-Salzhorizonte findet sich bei Jordan (2008). Das Trias-Mächtigkeitsmaximum von 1'000 m liegt westlich von Neuchâtel (Sommaruga 1997). Jordan (1994) gibt für diese Region eine Salzmächtigkeit von 300 m im Gipskeuper an.

2.1. Zum Abscher- und Quellverhalten des Anhydrits

Müller und Briegel (1978) haben die Abscherfestigkeit von Salz, Anhydrit und Kalkstein untersucht. Sie betonen, dass Salz bei weitem die geringste Scherfestigkeit besitzt. Unter geeigneten Umständen würde aber auch der Anhydrit als Abscherformation des Faltenjuras zu betrachten sein. Der physikalische Zusammenhang zwischen Abscherverhalten und Quellung scheint noch nicht untersucht worden zu sein. Für die Praxis des Tunnelbaus ist aber die Quellung des Anhydrits von grösserer Bedeutung.

Gründlich untersucht wurde das Quellverhalten durch Madsen und Nüesch (1990), wobei sie Anhydrit-Proben mit unterschiedlichen Tongehalten einsetzten. Die maximale Quellung wurde bei Proben mit 70–75 % Anhydrit und 10–15 % Tongehalt festgestellt. Im Gegensatz dazu ist reiner Anhydrit unter Wasserbedeckung selbst nach 6 Jahren Versuchsdauer nicht gequollen. Bei anderen Ton-Anhydrit-Verteilungen wurden alle Zwischenwerte beobachtet. Den Tonlagen ist also etwas Ähnliches wie eine Katalysator-Rolle zuzuschreiben. Unter den Tonen sind die Montmorillonit-Minerale mit ihren grossen äusseren und inneren Oberflächen von 750 Quadratmeter pro Gramm deutlich quellfähiger als Illit und Kaolin mit äusseren Oberflächen von weniger als 100 Quadratmetern pro Gramm.

Daher an dieser Stelle folgende Empfehlung:

Bei bautechnischen Untersuchungsbohrungen im Anhydrit-Gips-Bereich sollte die prozentuale Verteilung der einzelnen Tonmineralien detailliert aufgezeichnet werden, um damit die Risikozonen zu erkennen.

Weiterhin betonen Dronkert et al. 1990 wie auch Madsen und Nüesch 1990, dass neben dem Wasserzutritt eine Spannungsverminderung eine wesentliche Voraussetzung für die Quellung ist. Das heisst, potentiell steigert jedes Anritzen, jede Bohrung und jeder Tunnel die Quellung. Deswegen kann man durch Gegendruck («Knautschzylinder») die Quellung bremsen.

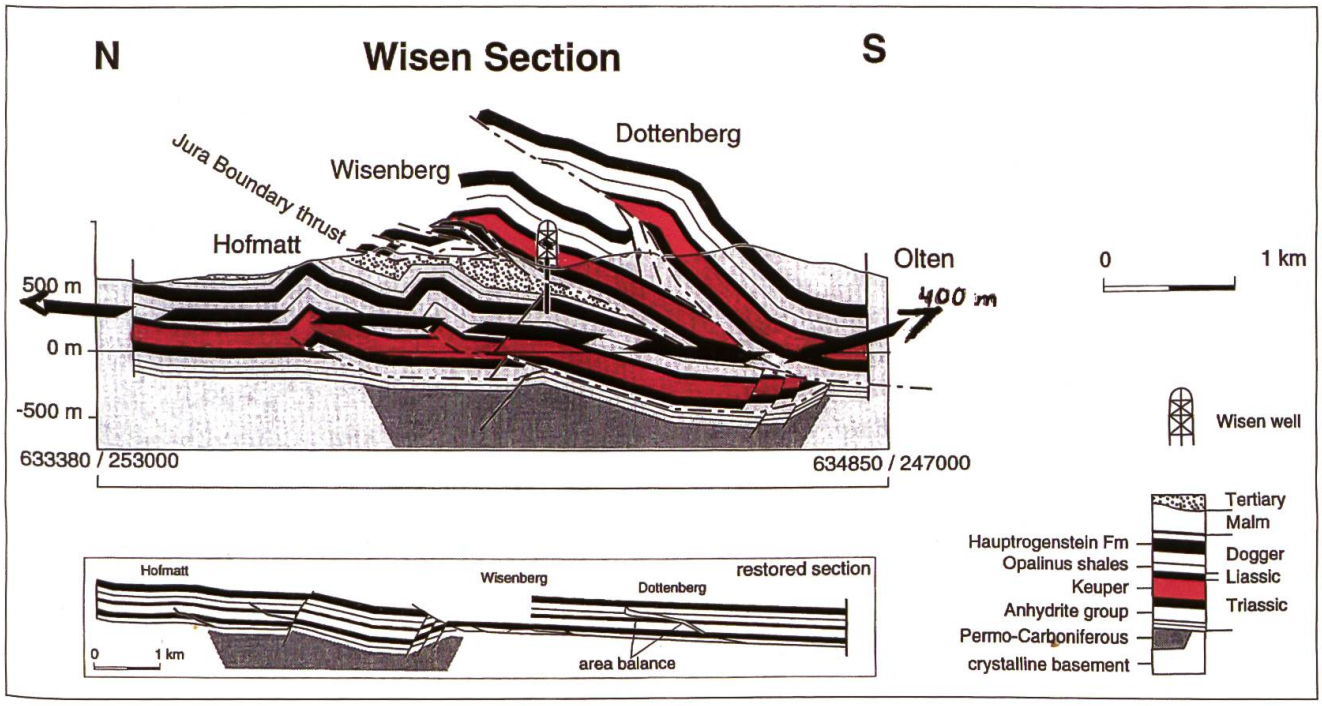

Abb. 1: Noack (1995) stellt mit einem balancierten Schnitt den Kernteil des Wisenberg-Tunnelprojekts zwischen Rünenberg und Trimbach dar. Ein vom Autor eingetragener – als durchbrochene schwarze Linie markierter Tunnelverlauf zwischen 300 und 400 Meter Meereshöhe würde circa 1 km der bautechnisch problematischen Formationen Anhydritgruppe, Keuper und Tertiär durchfahren.

2.2. Die Anhydritgruppe (Muschelkalk-Stufe der Trias) in der Nordschweiz

Eine regionale Darstellung des salzführenden Muschelkalkes der Nordschweiz liegt von Hauber (1993) vor. Auffällig ist das Auftreten in drei von einander abgetrennten Salzbecken. Von W nach E sind dies die Becken von Schweizerhalle, Rheinfelden-Ryburg und Zurzach. Die Abtrennung mag primär sein. Busson (1980) erklärt derartige Situationen durch die Differenz der Sedimentationsgeschwindigkeiten zwischen Klastika und Salz, wobei letztere angeblich 1'000-fach schneller ist. Eine andere Deutungsmöglichkeit wäre die Abgrenzung der drei Salzbecken durch Ablaugung der Zwischenräume. Diese Möglichkeit wird durch Hauber (2000) für den NW-Rand des Salzfeldes von Riburg dargestellt. Für dieses Salzbecken ist die direkte Lage vor der Wehratal-Zeiningen-Wintersingen-Bruchzone zu berücksichtigen, welche laut Gonzales (1990) schon in der Trias-Zeit aktiv war.

Widmer (1991) beschreibt die Anhydritgruppe der Mittleren Trias aus Bohrungen in der Umgebung von Liestal durch folgende generelle Abfolge, gerundet:

Oben	
35 m	Anhydritdolomit
10 m	Anhydrit
20 m	Brekzie
5 bis10 m	Anhydrit
5 bis 20 m	Brekzie
10 bis100 m	Steinsalz
2 m	Anhydritdolomit
Unten	

Die in dieser Aufstellung erwähnten Brekzien kann man als lokale Randfazies während der Trias-Zeit auffassen oder als Subrosionsreste nach der Auflösung von Steinsalz, also in neuerer Zeit. Im letzteren Fall wäre mit ursprünglich noch grösseren Salz-Mächtigkeiten zu rechnen, was erhebliche Bedeutung für die tektonische Entwicklung hätte. Das Salz im Untergrund kann sich einerseits zäh fliessend bewegen und damit tektonische Bruchsysteme ausgleichen. Andererseits kann es durch Wasserzutritt abgelaugt werden und damit völlig verschwinden. Auf jeden Fall muss man eine verbreitete Auslaugung als Möglichkeit in Betracht ziehen. Die Kenntnis der Salzverbreitung liesse sich deutlich verbessern, indem systematisch in jeder Bohrung die elektrische Leitfähigkeit und damit der Salzgehalt der Bohrspülung gemessen würde. In der üblichen Spülungsuntersuchung werden die aus dem Bohrloch ausgetragenen Gesteinsarten, das sogenannte Bohrklein, untersucht und aufgezeichnet.

Das lösliche Salz bleibt unsichtbar, da es kein Bohrklein bildet.

Bautechnisch dürfte die bis zu 200 m mächtige Anhydritgruppe äusserst unerfreulich sein. Zur Bildung von Fasergips meint Widmer (1991), dass diese etwa in der gleichen Tiefe auftritt wie die beginnende Vergipsung des Anhydrits, fast immer oberhalb 500 m Bohrtiefe. Bezugnehmend auf Holliday (1970) schreibt Widmer (1991): «Die meisten Autoren sind sich einig, dass keine Volumenzunahme durch Vergipsung erfolgt, sondern dass überschüssige Volumen in Lösung fortgeführt werden».

2.3. Der Gipskeuper in der Nordschweiz

Der zweite, jüngere Evaporit-Horizont der Nordschweiz wurde detailliert in vier Bohrungen im nördlichen Aargau untersucht (Dronkert et al. 1990). Er ist 73 bis 87 m mächtig und in acht Kleinzyklen gliederbar. Der Gipskeuper enthält dort verschiedene Anhydrit-Formen und andere Sulfat-Mischgesteine, aber kein Kochsalz. Bei einem Vergleich mit Widmers (1991) Beschreibung der Anhydritgruppe fällt auf, dass nur selten auf Salzauslaugungserscheinungen verwiesen wird. Es ist zu überlegen, ob das Salz des Gipskeupers zum Teil aus einer Ablaugung von Anhydritgruppen-Salz stammt.

Wie in der Präambel des vorliegenden Artikels aus der Schweizerischen Eisenbahn-Revue zitiert, bereitet der Gipskeuper des Adler-Eisenbahntunnels zwischen Muttenz und Liestal erhebliche technische Schwierigkeiten wegen des quellenden Gesteins. Gleiches gilt für den Chienbergtunnel, welcher den Durchgangsverkehr der Nationalstrasse A-22 um die Gemeinde

Sissach herumleitet (Noack und Vögtli 2000). Die gleiche Nationalstrasse wird auf Pfosten über dem Ergolz-Fluss durch Liestal geführt, ein Verfahren, welches auch in Sissach möglich gewesen wäre. Im flussnahen Grundwasserstrom sollte der Anhydrit vollständig in Gips umgewandelt sein und dementsprechend keine Quellung auftreten. Dafür besteht die Gefahr eines unzuverlässigen Baugrundes mit Gips-Führung.

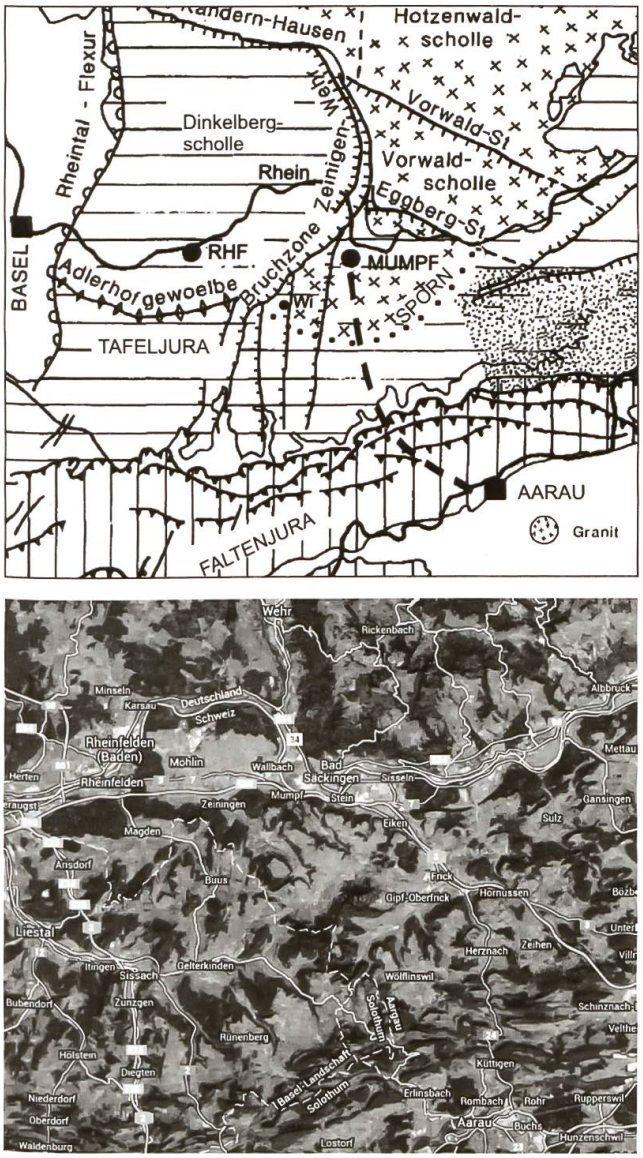

Abb. 2: Tektonische Skizze des Arbeitsgebietes auf Satellitenbildunterlage: Nördlich des Rheines steht das Granit-Grundgebirge des Schwarzwaldes an. Mit einem Sporn greift es auch über den Rhein hinweg, wo es in der Bohrung Wintersingen («Wi.») nachgewiesen wurde. Der WNW-Rand des Spornes wird durch die Wehratal-Zeiningen-Bruchzone gebildet. Das SE-Drittel der Skizze wird durch den Überschiebungsgürtel des Faltenjura eingenommen. Die dicke schwarze unterbrochene Linie stellt einen Vorschlag zur Tunnelführung zwischen Mumpf und der Region Aarau dar (Quelle: verändert nach Sprecher & Müller (1986)).

3. Der Tafeljura östlich Basel

Auf der Suche nach einer geeigneten Lokalität für einen Faltenjura-Tunneldurchstich zwischen Basel und dem schweizerischen Mittelland ist festzustellen, dass der Faltenjura nach ENE hin immer schmaler wird, also die benötigte Tunnellänge immer kürzer. Andererseits verlängert sich dadurch die Flachland-Strecke im Tafeljura östlich Basel. Es ist eine Optimierung zwischen den Teilprojekten Faltenjura und Tafeljura anzustreben.

Den Tafeljura östlich von Basel kann man als Südhang-Überdeckung des Schwarzwaldes auffassen. Ein wesentliches Teilgebiet davon besteht auf der badischen Seite aus der vorwiegend triassischen Dinkelberg-Scholle, auf Schweizer Seite aus Trias, Jura und einigen Tertiär-Resten. Ein beherrschendes tektonisches Element auf beiden Seiten des Rheins ist der Wehratal-Zeiningen-Wintersingen-Bruch (Gonzales 1990), welcher mondsichelförmig vom mittleren Wehratal via Zeiningen nach Wintersingen verläuft (Abb.2). Das N-S verlaufende alte Seismogramm 74-BL-18 bei der Bohrung Wintersingen zeigt hart nördlich der Bohrung eine nach N gerichtete Abschiebung von 100 Millisekunden seismischer Laufzeit, was einer Sprunghöhe von 200 m entsprechen könnte. Dies ist wohl ein Teilelement der Wehratal-Zeiningen-Wintersingen-Verwerfung, denn Gonzales (1990) gibt einen Versatzbetrag von 350 m an. Vom Seismogramm 74-BL-18 her ist keine weitere Aussage möglich, da es dort endet. Senn (1928) wie auch Gürler et al.(1978) stellen in ihren Publikationen mehrere Begleitverwerfungen östlich und westlich des Wehratal-Zeiningen-Wintersingen-Bruches vor. Die von Gonzales (1990) entworfenen Schnitte durch diese Verwerfungszone lassen sich – wegen des «verschwundenen» Volumens – gut durch eine Grabenbildung mit nachfolgender Auslaugung der Trias-Salze deuten. Der von Senn (1928) vorgelegte Schnitt durch die im südlichen Fortstreichen liegende Huppergrube von Lausen zeigt damit eine grosse Ähnlichkeit.

Die Bohrung Wintersingen hat von der Oberfläche an nur Jung-Paläozoikum durchbohrt und bei 420 m Tiefe einen Granit angetroffen (Schmassmann & Bayramgil 1946). Mit diesem Granit wird die SW-Ecke eines Schwarzwald-Spornes beschrieben, welcher auf schweizerischem Gebiet durch den Muschelkalk-Ausstrich im Dreieck Wintersingen-Mumpf-Eiken markiert ist.

Das erwähnte Seismogramm 74-BL-18 zeigt von der Bohrung Wintersingen aus einen nach S zunehmend tieferen Permokarbon-Trog an, welcher sich auch im benachbarten Ergolz-Seismogramm 78-BL-25 zwischen Itingen und Gelterkinden andeutet. Diese Angabe muss man im Zusammenhang mit dem von Laubscher und Noack (1997) beschriebenen Permokarbon-Trog zwischen Liestal und Wittnau sehen.

Aus der tektonischen Karte des Tafeljuras der Nordwestschweiz (Gürler et al. 1987) geht hervor, dass das Ergolztal von Liestal bis Böckten wie auch seine Umgebung durch eine intensive Horst- und Graben-Bildung zerhackt ist. **Ein Tunnelbau stünde vor dem Problem der sich auf kurze Strecken ändernden Höhenlagen der beiden Trias-Evaporite, die natürlich zu vermeiden wären.**

Aus den geologischen Karten (Metz & Rein 1958, Isler et al. 1984) wie aus dem Satellitenbild ergibt sich für mich folgende tektogenetische Reihenfolge für den Tafeljura östlich Basel:

1) Regionale jung-paläozoische ENE-WSW-Gräben oder Senken
2) NE-SW-Kompression mit Wellungen und Brüchen
3) Wehratal-Zeinigen-Wintersingen-Bruch, mehrphasig bewegt, während und nach der Muschelkalk-Salz-Sedimentation, mit nach NW konkaven Verwerfungen
4) Abrutschen auf Trias-Evaporiten anfänglich nach NW zum beginnenden Oberrheingraben und später Bildung geradliniger NNE-SSW-Zerrungsgräben im Rahmen der Graben-Hauptabsenkung im Eozän/Oligozän
5) Lokale Salzauslaugungen entlang der Zerrungsgräben

Meine Folgerung: Anstatt des Wisenberg-Tunnelprojektes von Liestal nach Olten sollte man eine Streckenführung von Basel entlang dem Rheintal nach Mumpf planen, also zu einem Ort östlich der Wehratal-Zeiningen-Wintersingen-Bruchzone (Abb. 2).

Inwieweit heutige Bewegungen, Quellungen oder Salzauslaugungen entlang der Bahnlinien stattfinden, dürfte bei den Eisenbahnplanern bekannt sein. Auslaugungserscheinungen werden bei Hauber (1993) für die Region Rheinfelden-Riburg angeführt. In Hauber (2000) ist der subrosive Salzhang am NE-Rand von Aargauisch-Rheinfelden dargestellt, sein Fuss befindet sich etwa unter dem Rhein.

Mit Anhydrit-Quellungen ist längs des Rheines und in seinem Grundwasserstrom weniger zu rechnen, da dort der Anhydrit höchstwahrscheinlich schon in Gips umgewandelt ist. Zur Untersuchung für den weiteren Streckenverlauf in Annäherung an den Faltenjura bietet die 3-D-Reflexionsseismik eine beachtliche Feinauflösung der Untergrundverhältnisse. Mit einem dichten Netz an seismischen Messlinien und einigen Bohrungen zum Einhängen der Seismik-Interpretation können 20-Meter-Verwerfungen und möglicherweise auch Anhydrit-Gips-Umwandlungsfronten erfasst werden. Zu empfehlen wäre eine seismische Aufnahmedauer von mindestens 5 Sekunden pro Untersuchungspunkt, was einer Untersuchungstiefe von circa 8 km entsprechen würde. Die Interpretationsmöglichkeiten sind allerdings abhängig von der Oberflächenform, steile Hänge und Schluchten verringern sie.

4. Der Faltenjura nordwestlich Aarau

Der Gebirgszug des Faltenjuras ist etwa 300 km lang und in der Mitte rund 80 km breit. Er besitzt eine nach NW hin konvexe Mondsichelform und erstreckt sich vom Flughafen Zürich bis nach Chambery im Departement Savoyen. Grösserenteils gehört er zu Frankreich.

Auf einer Vielzahl früherer Autoren basierend hat Becker (2000) eine Synthese der Geologie des Faltenjura erstellt. Einige wichtige Angaben daraus zur Jurafaltung: Nach paläontologischen Befunden von Kleinsäugern aus Bohrungen bei

Lons-le-Saunier sind die jüngsten Sedimente unter der Überschiebung des Faltenjura 9 Mio. Jahre alt. Nichtgefaltete Schotter sind 3 Mio. Jahre alt. Eine Post-Faltungs-Karsthöhle an der Vue des Alpes, Kanton Neuchâtel, enthält Fossilien mit einem Alter von etwa 4,2 Mio. Jahren (Bolliger et al.1993). Also fand die Jurafaltung in einem Zeitraum statt, der 9 bis 4 Mio. Jahre zurück liegt, im späten Tortonium und frühen Messinianum.

Grundsätzlich akzeptiert ist die Tatsache, dass die Jurafaltung im Wesentlichen durch eine Abscherung auf Trias-Salzen erfolgt ist. Becker (2000) weist aber darauf hin, dass die Trias-Salze verbreiteter sind als die Jurafalten.

Über den tieferen Untergrund unter dem heutigen Faltenjura liegen keine vollständigen Informationen vor. Diebold und Noack (1997) zeigen einen Permokarbon-Trog zwischen Frick und Brugg an sowie Bohrungshinweise von Wintersingen, Schafisheim und Pfaffnau. Die Füllung eines Troges kann recht kompliziert sein (Schmassmann & Bayramgil 1946; Noack 1995).

Der heutige Wissensstand über die Erstreckung der Permokarbon-Tröge wird vermittelt einerseits durch Ustaszewski und Schmid (2007) für den Raum westlich Basel bis nach Burgund hin und andererseits durch Wetzel (2008) für den Raum östlich Basel, bis über den Bodensee hinaus und auch entlang der mittleren Aare. Diese Darstellungen der Nordschweizer Permokarbon-Tröge beruhen auf Interpretationen von Seismogrammen ungleichmässiger Qualität. Die aus dem mittleren Faltenjura von Sommaruga (1997) publizierten Seismogramme enden bei 1,5 Sekunden seismischer Laufzeit, was etwa 2 km Eindringtiefe bedeutet. Sie sind für diesen Zweck ungeeignet. Da inzwischen akzeptiert ist, dass sich junge Nachbewegungen dieser paläozoischen Gräben bis an die Oberfläche durchpausen können, dient die Kenntnis ihrer Verbreitung zur Abschätzung der lokalen Erdbebenrisiken.

Für unsere Betrachtung wichtig ist die Tatsache, dass die Trias-Anhydrite stets nahe an der Überschiebungsfläche der Jurafalten auftreten (Abb.1). Bei der Durchquerung der Faltenjura-Hauptüberschiebung ist also ein einmaliges Durchstossen der Trias-Anhydrite nicht zu vermeiden. Die Voruntersuchungen müssen sicherstellen, dass nicht mehrere Durchquerungen erfolgen und dass die Trias-Anhydrit-Schichten möglichst senkrecht stehen, um die Problemzone kurz zu halten. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand scheint dies im Raum nordnordwestlich von Aarau möglich zu sein.

5. Empfehlungen

Zusammenfassend wird empfohlen, an Stelle des Wisenberg-Projektes eine Tunnelführung von rund 20 km Länge von Mumpf am Rhein bis in den Raum Aarau zu planen. Der früher von den Schweizerischen Bundesbahnen in Betracht gezogene Tunnel zwischen Liestal und Olten würde in seiner ersten Teilstrecke ein Hackbrett von Horst- und Grabenstrukturen durchfahren, in der mehrfache Durchquerungen der quellenden Trias-Anhydrite unvermeidbar wären. Für die darauf folgende Teilstrecke im Faltenjura ist zu bedenken: Je weiter östlich, umso schmaler ist der Faltenjura.

Die Wahl von Mumpf als Tunnelnordende beruht auf der Position östlich der Wehratal-Zeiningen-Bruchzone, da diese als besonders tiefgründig erscheint.

Eine dreidimensionale seismische Untersuchung und einige Bohrungen zwischen Mumpf und Aarau würden die Position und möglicherweise den Quell-Status der Trias-Evaporite darstellen. Die Aufnahmen sollten mit einer seismischen Aufnahmedauer von mindestens 5 Sekunden erfolgen, was einer Tiefe von 8 km entsprechen könnte. Damit liesse sich die Form und Verbreitung der paläozoischen Gräben im tiefen Untergrund erfassen, denn diese wirken sich bis in die Gegenwart an der Erdoberfläche aus.

Da der Gehalt der Trias-Evaporite an dem Tonmineral Montmorillonit entscheidend ist für das Quellverhalten des Anhydrits, ist dessen feinstratigraphische Verteilung an der Oberfläche und in Bohrungen zu untersuchen. Eine in Bohrungen leicht zu übersehende Formation ist das Steinsalz, es bildet ja kein Bohrklein. Um sein Auftreten nicht zu überbohren, sollte die Bohrspülungssalinität permanent gemessen werden.

Steiner (1989) ist beizupflichten, dass ein Tunnelausbau mit Granitblöcken mit ihrer besonderen Härte und Resistenz gegen aggressive Wässer Voraussetzung zum Durchqueren der Trias-Evaporite ist.

Literatur

Becker, A. (2000): Der Faltenjura: Geologischer Rahmen, Bau und Entwicklung seit dem Miozän. – Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N.F. 82: 317–336

Bolliger, T., B.Engesser & B.Weidmann (1993): Première decouverte des mammifères pliocènes dans le Jura neuchâtelois. – Eclogae geol. Helv. 83(3): 1031–1068

Busson, G. (1980): Les grandes cuvettes évaporitiques en milieu détritique ; comment elles se creusent, comment elles se remplissant. – Bull.Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine 4 : 557–583

Diebold, P. & Noack, T. (1997): Late Paleozoic troughs and Tertiary structures in the eastern Folded Jura. – In: Pfiffner, O.A. et al., eds.: Deep structure of the Swiss Alps, results of NRP 20: 59–63. Birkhäuser, Basel

Dronkert, H., H.R. Bläsi & A. Matter (1990): Facies and origin of Triassic evaporites from the NAGRA boreholes, northern Switzerland. – Landeshydro. Geol., Geol. Ber. 12: 1–120 (ebenfalls erschienen als Nagra Tech. Ber. 87–029)

Gonzales, R. (1990): Geometrie und Kinematik der Zeininger Bruchzone und eine Diskussion möglicher spätpaläozoischer Strukturen. – Eclogae geol. Helv. 83(3): 513–523

Gürler, B., L. Hauber & M. Schwander (1987): Die Geologie der Umgebung von Basel mit Hinweisen über die Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme. – Beitr. geol. Karte Schweiz N.F., 160: 1–33

Hauber, L. (1993): Der mittlere Muschelkalk am Hochrhein. – N. Jahrb. Geol. Paläont., Abh. 189: 147–170

Hauber, L. (2000): Geologische Exkursion in der Umgebung von Rheinfelden mit Besuch der Saline Ryburg. – Jber. Mitt. Oberrhein geol. Ver., N.F. 82: 93–100

Holliday, D.W. (1970): The petrology of secondary gypsum rocks, a review. – J. Sedim. Petrol. 40: 734–744

Isler, A., F. Pasquier & M. Huber (1984): Geologische Karte der zentralen Nordschweiz 1:100'000. – Schweiz. Geol. Kommission, Spezialkarte 121

Jordan, P. (1994): Evaporite als Abscherhorizonte. – Beitr. geol. Karte Schweiz N.F., 164: 1–79

Jordan, P. (2008): Triassic basin evolution Switzerland. – In: McCann, T., ed., The geology of central Europe, vol. 2: 785–788. Geological Society, London

Jordan, P., T.Noack & T.Widmer (1990): The evaporite shear zone of the Jura boundary thrust, new evidence from the Wisen well, Switzerland. – Eclogae geol. Helv. 58(3): 525–540

Laubscher, H. & T. Noack (1997): The deep structure of the Basel Jura. – In: Pfiffner, O. et al., eds.: Deep structure of the Swiss Alps, results of NRP 20: 54–58. Birkhäuser, Basel

Madsen, F.T. & R. Nüesch (1990): Langzeitquellverhalten von Tongesteinen und tonigen Sulfatgesteinen. – Beitr. Geol. Schweiz 85: 1–51

Metz, R. & G. Rein (1958): Geologisch-petrographische Übersichtskarte des Südschwarzwaldes 1:50'000 mit Erläuterungen: 134 p. Moritz Schauenburg, Lahr

Müller, W.H. & U. Briegel (1978): The rheological behaviour of polycristalline anhydrite. – Eclogae geol. Helv. 71(2): 397–407

Noack, T. (1995): Thrust development in the eastern Jura mountains related to pre-existing extensional structures. – Tectonophysics 252: 419–431

Noack, T. & B.Vögtli (2000): Geologie und Geotechnik entlang von Hochleistungsstrassen am Beispiel der N2 Sissach-Eptingen und des Umfahrungstunnels Sissach. – Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N.F. 82: 131–144

Schmassmann, H. & O. Bayramgil (1946): Stratigraphie, Petrographie und Paläogeographie der Perm-Formation im schweizerischen Tafeljura und die Steinkohlenfrage der Nordschweiz. – Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland 15 für 1945: 15–117

Senn, A. (1928): Über die Huppererde von Lausen und das geologische Alter der Zeininger Bruchzone (Basler Tafeljura). – Eclogae geol. Helv. 21: 163–180

Sommaruga, A. (1997): Geology of the central Jura and the Molasse basin. – Mem. Soc. Neuchâteloise Sci. Nat. 12: 1–176

Sprecher, C., & W. H. Müller (1986): Geophysikalisches Untersuchungsprogramm Nordschweiz: Reflexionsseismik 82. – Nagra Techn. Ber. NTB 84–15. Nagra, Baden.

Steiner, W. (1989): Wisenbergtunnel (Bahn 2000). – In: Juradurchquerungen, aktuelle Tunnelprojekte im Jura. SIA Dokumentation D037: 69–80

Ustaszewski, K. & S.M. Schmid (2007): Neotectonic activity in the Upper Rhine Graben-Jura Mountains junction (northwestern Switzerland and adjacent France). – Bull. Angew. Geol. 12(1) : 3–19. Zürich

Wetzel, A. (2008): Carboniferous of the northern Alpine region. – In: McCann, T., ed.: The geology of central Europe, vol.1: 484–488. Geological Society, London

Widmer, T. (1991): Zur Stratigraphie und Sedimentologie der Anhydritgruppe (Mittlere Trias) in der Region Liestal-Arisdorf (Baselland, Nordwestschweiz). – Beitr.Geol.Schweiz, Geotech.Serie, Lieferung 79: 1–107

Dr. Hans Hinrich Lohmann
Dorfstrasse 37
CH-4452 Itingen BL
E-Mail: h.lohmann@eblcom.ch