

Strukturgeologische Geländestudie im Mittleren Buntsandstein zur Nutzung als geothermisches Reservoir

Poster

Stefan Hoffmann¹ Christian Müller¹ Sonja L. Philipp¹ Agust Gudmundsson¹

Zur Nutzung von Erdwärme aus Teufen zwischen 2–5 km werden häufig Systeme aus einer Injektions- und Förderbohrung („Dubletten-System“) genutzt. Dabei wird durch die Injektionsbohrung ein Fluid in den Untergrund verpresst, welches sich erhitzt und durch die Förderbohrung wieder an die Oberfläche gelangt. Ein wesentlicher Parameter für die produktive Nutzung von solchen Dubletten-Systemen ist eine hohe Permeabilität der Gesteine im Untergrund. Häufig werden in solchen geothermischen Reservoiren die Wegsamkeiten für Fluide von Brüchen kontrolliert, die bereits vorhanden sind oder künstlich erzeugt werden müssen (hydraulische Stimulation). Deshalb ist die Kenntnis über existierende Bruchgeometrien sowie Vernetzung der Bruchsysteme von fundamentaler Notwendigkeit zur Abschätzung der Permeabilität von geothermischen Reservoiren. Seismische Verfahren und Bohrkernanalysen besitzen im Allgemeinen dafür eine zu geringe Auflösung. Daher bieten sich dreidimensionale Rekonstruktionen des Bruchsystems aus analogen Obertageaufschlüssen an (vgl. Philipp et al. 2005; 2006).

Detaillierte strukturgeologische Geländestudien wurden dazu in Aufschlüssen

¹ Geowissenschaftliches Zentrum der Georg-August-Universität, Abteilung Strukturgeologie und Geodynamik, Goldschmidtstr. 3, 37077 Göttingen

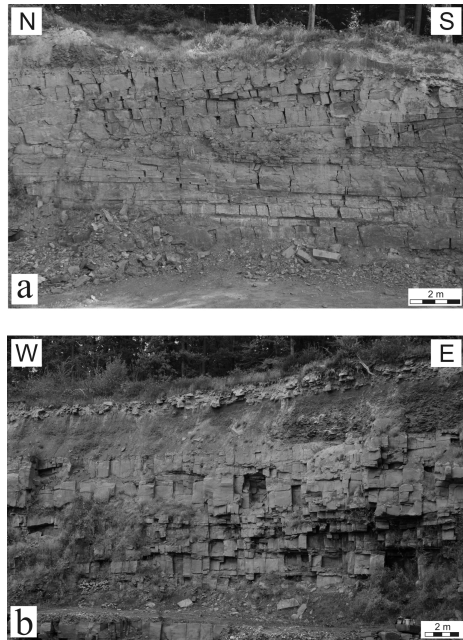


Abbildung 1: Aufschluss im Mittleren Buntsandstein bei Bad Karlshafen: a) Die N-S streichenden Klüfte bilden durch recht geradlinig verlaufende Klüftflächen relativ glatte Aufschlusswände; b) Die W-E streichenden Klüfte sind meist schichtgebunden, so dass Aufschlusswände mit deutlich hervorspringenden Bereichen entstehen.

sen des Mittleren Buntsandsteins in Bad Karlshafen (bei Höxter) und Reinhausen (bei Göttingen) durchgeführt.

Die Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins wurden während der Trias im gesamten Norddeutschen Becken abgelagert. In Niedersachsen ist der Buntsandstein südlich des Harzes in weiten Arealen an der Oberfläche aufgeschlossen. Nördlich des Harzes ist der Mittlere Buntsandstein von jüngeren Sedimenten überdeckt und in geothermisch interessanten Teufen von ca. 3 km anzutreffen. Der Mittlere Buntsandstein ist durch einen sohlbankzyklischen Aufbau im

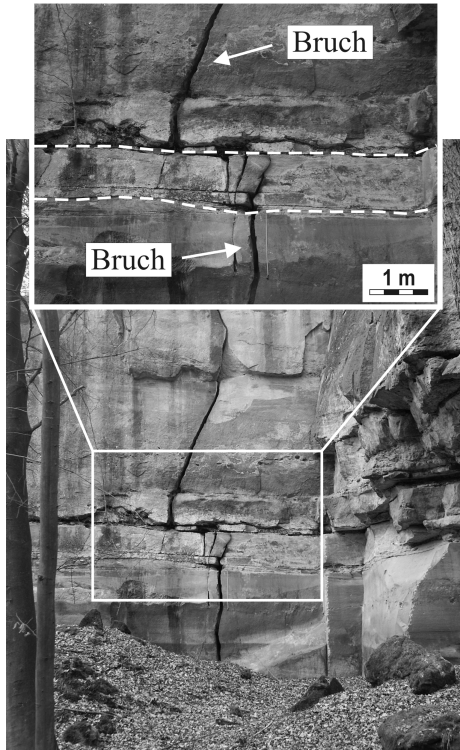


Abbildung 2: Abgelenkte oder gestoppte Bruchausbreitung in geschichteten Gesteinen (Reinhausen): dünne Tonschichten (weißgestrichelt) zwischen mächtigen Sandsteinschichten beeinflussen die Bruchausbreitung.

gesamten Beckenbereich charakterisiert (Bachmann et al. 1999). Diese beginnen jeweils mit mächtigen Basissandsteinen, die im Hangenden in eine geringmächtigere Wechselfolge aus Sandsteinbänken und Ton-/Schluffsteinen übergehen. Die Aufschlüsse dieser Geländestudie decken diese unterschiedliche Fazies ab: Der Aufschluss in Reinhausen entspricht den mächtigen Basissandsteinen, hingegen ist in Bad Karlshafen die heterogene Wechselfolge aufgeschlossen. In den Geländeuntersuchungen soll un-

tersucht werden, in wieweit Materialkontraste zwischen sandigen und tonig/schluffigen Gesteinsschichten die Bruchausbreitung beeinflussen.

In beiden Aufschlusslokalitäten tritt ein orthogonales Kluftsystem mit einer N-S und einer W-E streichenden Kluftchar auf (vgl. Philipp et al. 2006). Im Aufschluss in Bad Karlshafen setzen sich die N-S streichenden Klüfte oft durch mehrere Schichten fort. Diese Kluftchar weist eine geringe Richtungs- und Einfallstreueung auf und bildet im Aufschluss meist auch sehr glatte Wände aus (Abb. 1a). Die Klüfte der W-E streichenden Schar sind hingegen schichtgebunden und zeigen eine weit größere Richtungsstreuung. Die Eigenschaften dieser zweiten Kluftchar führen zu Aufschlusswänden mit deutlich hervorspringenden Bereichen (Abb. 1b).

Im Vergleich zu Bad Karlshafen zeigen die dickbankigen Sandsteinschichten in Reinhausen größere Kluftabstände. Dies deutet auf einen Zusammenhang zwischen Bankmächtigkeit und Klufthäufigkeit hin. Die meist großdimensionierten Klüfte reagieren überaus empfindlich auf dünne Tonsteinschichten (Abb. 2). Tonsteinschichten können als Spannungsbarriere fungieren und den Verlauf von Klüften beeinflussen oder sogar terminieren.

Aus den Geländeuntersuchungen geht hervor, dass die Bruchausbreitung von der Schichtmächtigkeit und entscheidend vom Materialkontrast der unterschiedlichen Schichtpakete abhängt. Die Geländebeobachtungen zeigen, dass schon geringmächtige Lagen von Tonstein viele Klüfte stoppen oder ihren Verlauf ändern können (Abb. 3).

Anscheinend aber entspricht die mechanische Schichtung nicht immer der sedimentären Schichtung, wie zum Beispiel

in Bad Karlshafen. Mehrere Schichten können eine Einheit bilden und sich wie eine einzelne Schicht verhalten (Philipp et al. 2005). Diese Klüfte sind geothermischen Reservoiren von großer Bedeutung, da sie zusammenhängende Bruchnetzwerke bilden können und zu einer erhöhten Permeabilität des Reservoirs führen. Ein solches Bruchnetzwerk würde in einem geothermischen Reservoirgestein zu einem erwünscht hohen Fluidfluss führen.

Anscheinend aber entspricht die mechanische Schichtung nicht immer der sedimentären Schichtung. So bilden im Aufschluss in Bad Karlshafen mehrere Schichten häufig eine Einheit, die sich wie eine einzelne Schicht bei der Kluftausbreitung verhalten (Philipp et al. 2005). Diese Klüfte sind in geothermischen Reservoiren von großer Bedeutung, da sie zusammenhängende Bruchnetzwerke bilden und zu einer erhöhten Permeabilität des Reservoirs führen können. Ein solches Bruchnetzwerk würde im Mittleren Buntsandstein zu einer erwünscht hohen Permeabilität führen.

Danksagung Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für ein Promotionsstipendium für C. Müller, sowie den Steinbruchbetrieben Bunk und Niemeyer für den Zugang zu den Aufschlussflächen.

Literatur

Bachmann GH, Beutler G, Hagedorn H & Hauschke N (1999) Stratigraphie der Germanischen Trias. In: Hauschke N & Wilde V (Hrsg.). Trias - Eine ganz andere Welt. Pfeil Verlag, München, S. 81–104

Philipp SL, Oelrich A, Müller C, Hoffmann S, Bartelsen T, Thäter D & Gudmundsson A (2006): Strukturgeologische Studien als Beitrag zum Erfolg tiefengeothermischer Projekte. (in diesem Band)

Philipp SL, Hoffmann S, Müller C & Gudmundsson A (2005) Verringerung des Fündigkeitsrisikos für tiefengeothermische Projekte durch strukturgeologische Geländestudien und Numerische Modell. Geothermische Jahrestagung 2005, Unterschleißheim: 113–124

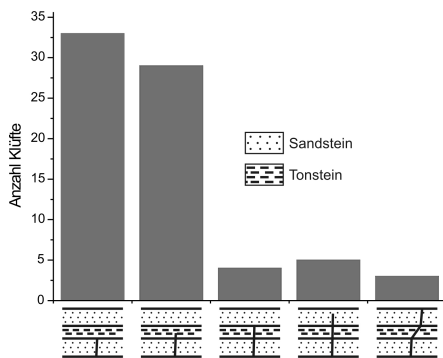


Abbildung 3: Terminationsverhalten von 74 Klüften an einer Tonschicht in Reinhausen. Die Tonschicht fungiert als Spannungsbarriere und stoppt die meisten Klüfte.