

Geothermie in der Molasse

Klaus Dorsch, Achim Schubert

Keywords: Nordalpines Molassebecken, Malm, Status Quo, Erschließungspotenzial

Zusammenfassung

Die Gesteine des Oberjura (Malm) an der Basis des Molassebeckens weisen in Bayern und Oberösterreich per se aus geologischer Sicht gute Bedingungen für die Entwicklung von hydrothermalen Niedrig- bis Mitteltemperatur - Geothermieprojekten in Mitteleuropa auf, was auch die hohe Zahl an beantragten Erlaubnissen zur Aufsuchung von Erdwärme (derzeit > 80 in Bayern) unterstreicht. Die Eignung und das Potenzial einzelner Standorte differiert jedoch sowohl aus geologischer Sicht, als auch hinsichtlich der oberflächlichen Standortfaktoren z.T. erheblich.

1. Einleitung

"Der Süden wird geothermisch". So lautet die verheißungsvolle Pressemitteilung der GtV für den Kongress in Bochum. Diese Präsentation soll einen kurzen Überblick über die derzeitige Situation bestehender und in der Umsetzung befindlicher Projekte im nordalpinen Molassebecken geben und die realistischen Möglichkeiten der tiefen Geothermie in diesem Bereich umreißen.

2. Status Quo Geothermie im Molassebecken

Das nordalpine Molassebecken umfasst Teile der Mittel-Schweiz, Süddeutschlands sowie Oberösterreichs. Thermalwässer aus den eigentlichen Molassesedimenten werden u.a. aufgrund der geringen Ergiebigkeiten allenfalls für eine balneologische Nutzung herangezogen. Das Hauptaugenmerk der energetischen Nutzung richtet sich auf den an der Beckenbasis auftretenden karbonatischen Oberjura, dem sog. Malm, der als Kluft-(Karst)-Tiefengrundwasserleiter (oder gelegentlich auch als Malm-Aquifer bezeichnet) in Erscheinung tritt.

Im Schweizer Molassebecken existiert keine hydrothermale energetische Nutzung des Malm. In Oberösterreich wird der Malm energetisch an den Standorten Geinberg, St. Martin, Haag, Obernberg, Simbach/Braunau (deutsch-österreichisches Projekt) sowie Altheim genutzt. Altheim ist das erste realisierte geothermische Verstromungsprojekt im Molassebecken (seit 2000 in Betrieb).

In Deutschland muss zwischen dem bayerischen und dem baden-württembergischen Anteil differenziert werden:

Auf der baden-württembergischen Seite wird aufgrund der ungünstigen gesteinspezifischen Eigenschaften des Malm (helvetische Fazies) oder der zu geringen Tiefenlage keine rein-energetische Nutzung betrieben. Lediglich im nördlichen Oberschwaben wurden balneologische Projekte sowie daran angekoppelte Wärmenutzungen im kleineren Maßstab realisiert.

Im bayerischen Teil des Molassebeckens sind die geologischen Bedingungen günstiger, was sich auch in der hohen Zahl an beantragten Aufsuchungserlaubnissen manifestiert (derzeit über 80). Abgesehen von einigen balneologischen Erschließungen des Malm wurde bei den rein-energetischen Projekten bislang eine handvoll Projekte umgesetzt: Unterschleißheim, Straubing, München-Riem, Pullach i. Isartal sowie das deutsch-österreichische Projekt Simbach-Braunau. Dabei handelt es sich ausschließlich um reine Wärmeprojekte. Das Projekt Erding weist neben der energetischen Nutzung noch eine zusätzliche balneologische Nutzung auf (Therme Erding). Mit dem Projekt Unterhaching soll nun erstmals auch ein Strom-Wärme-

Projekt in Bayern realisiert werden. Die Bohrungen sind bereits abgeteuft und der Netz- und Kraftwerksbau befindet sich im Gange. Darüber hinaus sind aktuell die Projekte Dürrnhaar und Sauerlach, die ebenfalls eine geothermale Verstromung anstreben, in die Realisierungsphase übergetreten.

Die Aufsuchungsaktivitäten einiger Geothermieprojekte beinhaltet auch die Durchführung neuer Seismik-Kampagnen, wie die bereits durchgeführten Kampagnen in Unterföhring, in Taufkirchen und im Innenstadtbereich von München zeigen.

Für einen weiten Publikumskreis (auch für nicht-Fachleute) zeigen der "*Bayerische Geothermieatlas*" (2004) des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie sowie die Veröffentlichung des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben (2005) "*Die Nutzung der Erdwärme in der Region Bodensee-Oberschwaben - Tiefe Geothermie/Hydrogeothermie*" recht anschaulich die Möglichkeiten der geothermischen Erschließung im Molassebecken auf.

Das Forschungsvorhaben "*Hydrogeothermische Energiebilanz und Grundwasserhaushalt des Malmkarstes im süddeutschen Molassebecken*", das vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft und vom Baden-Württembergischen Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie Ende der 80er bis Beginn der 90er Jahre erstellt wurde, bildet einen wissenschaftlichen Grundstock für weitergehende Betrachtungen des Malm im Molassebecken. Auch konnte für den niederbayerischen-oberösterreichischen Teil des Molassebeckens anhand neuer Daten bzw. der Normierung bereits bestehender Daten ein hydrogeologisches Modell und ein großregionales Strömungsmodell für den Malm durch das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft präsentiert werden, in dem auch die relativ geringe Umsatzmengen an Thermalwasser im Rahmen einer Bilanzierung aufgezeigt wird. Vor allem durch die bislang umgesetzten Geothermieprojekte konnte der Erkenntnisstand daher sukzessive erweitert werden. Während ehemals Verkarstungsphänomene als Hauptursache für die günstigen hydraulischen Eigenschaften des Malm angenommen wurden, lässt sich eine Flächenverkarstung bis weit in den südlichen Teil des Molassebeckens aufgrund neuerer Erkenntnisse nicht generell beobachten. Vielmehr orientieren sich die heutigen Erschließungsziele in der Regel an strukturgeologischen Elementen innerhalb des Malm. Durch seismische Untersuchungen können solche Strukturen, die zumeist als Abschiebungen in Erscheinung treten, relativ einfach als potenziell in Frage kommendes Erschließungsziel identifiziert werden. In der Regel reichen dabei 2D-seismische Erkundungen - möglichst senkrecht zur Streichrichtung - als Erkundungsmaßnahme aus. Aber auch aus dem "ungestörten" Malm lässt sich, bei geeigneten Rahmenbedingungen, eine für Wärmeprojekte ausreichend hohe Thermalwasserschüttungsmenge erschließen, wie die Bohrungen in Pullach und Riem Th1 aufzeigen.

Aufgrund der zahlreichen Projekte im bayerischen Teil des Molassebeckens fokussieren sich die im Folgenden dargelegten Punkte im Wesentlichen auf diese Region.

3. Erschließungsrisiken

Eines der Hauptprobleme bei der Beurteilung des Erschließungsrisikos ist nach wie vor die in einigen Regionen geringe Informationsdichte über die hydraulischen Eigenschaften des Malm. Zwar lassen sich anhand von seismischen Erkundungen die zu erwartende Tiefenlage und die Geometrie von Störungszonen im Malm relativ gut eingrenzen, die maximal erzielbaren Fördermengen lassen sich daraus jedoch nicht exakt prognostizieren. Durch die Umsetzung neuer Geothermieprojekte wird sich der Wissensstand durch neue, belastbare Daten entsprechend stark vergrößern. Wichtig ist in diesem Zusammenhang eine möglichst standardisierte Erhebung hydraulischer und geothermischer Parameter. Um die Ergebnisse

neuer Bohrungen entsprechend für die Erstellung lokaler oder überregionaler Modelle weiterzuverwerten, sollten diese in Form von Publikationen einem möglichst breiten Publikum zugänglich gemacht werden.

In Bezug auf das geologische Erschließungsrisiko treten drei Teilgebiete mit erhöhtem Risiko besonders hervor:

- 1) Malm-Fazies (→ Grenze zur helvetischen Fazies im Südwesten)
- 2) Nähe zum Alpenrand (→ Rückgang der hydraulischen Durchlässigkeit)
- 3) Lage und Ausdehnung negativer thermischer Anomalien

Unsichere Parameter sind für einige Teilregionen beispielsweise die fazielle Gesteinszusammensetzung und die damit möglicherweise einhergehende Bildung sekundärer Porositäten (inkl. Tiefenverkarstung). Aus den Cuttings lassen sich nur unzureichende Informationen über die Matrixeigenschaften des Malm gewinnen. Kernproben werden bei Geothermieprojekten aus Kostengründen bislang nicht gezogen. Hier könnten ggf. durch die Bereitstellung von Forschungsmitteln neue Erkenntnisse zumindest über die regionalen Gesteinseigenschaften des Malm gewonnen werden. In Richtung Südwesten, hin zum helvetischen Faziesbereich, ist generell mit einem Anstieg des Erschließungsrisikos zu rechnen. Der Übergang von der oberbayerischen Rifflatform (bzw. germanischen Faziesraum) hin zum helvetischen Faziesbereich ist ein fließender und lässt sich nicht entlang einer scharfen Grenze festmachen.

Eine weitere Problemregion ist der Alpenrand. Generell ist mit einem Rückgang der Durchlässigkeiten in Richtung Süden zu rechnen. Zum einen lassen sich dort kompressive tektonische Strukturen teilweise bis zur Molassebasis und somit auch innerhalb des Malm beobachten, zum anderen herrscht am Alpenrand ein enormer Auflastdruck der bis zu 5000 m mächtigen Molassesedimente. Beide Faktoren deuten eher auf einen Rückgang der Schüttung im Vergleich zur weiter nördlich gelegenen, von Extensionstektonik dominierten Vorlandmolassebasis hin. Die Quantifizierung eines möglichen Schüttungsrückgangs ist aufgrund der kaum vorhandenen Bohrlochtests derzeit jedoch nicht möglich. Bohrtechnisch steigen am Alpenrand zudem die Anforderungen, da neben der hohen Erschließungstiefe und ggf. einem Bohrungsverlauf innerhalb der Faltenmolasse unter anderem auch starke hydrostatische Überdrücke auftreten können, wie sie beispielsweise im Rupel oder in den Puchkirchener Serien teilweise zu beobachten sind.

Der dritte Punkt, der in manchen Teilregionen eine große Prognoseunsicherheit verursacht, ist das Auftreten negativer geothermischer Anomalien. Im Bayerischen Geothermieatlas ist aus den unterschiedlichen Temperatur-Teufenschnitte (GGA) die Lage geothermischer Anomalien im überregionalen Maßstab ableitbar. Etliche der dabei verwendeten Temperaturmessungen stammen aus den tertiären Abfolgen. Auch die Qualität der Temperaturmessungen ist unterschiedlich, was bei der Gewichtung der Daten entsprechend berücksichtigt wurde. Vor allem am Südrand des Molassebeckens haben nur wenige Bohrungen den Malm erreicht, und entsprechend unscharf wird die daraus abgeleitete lokale Temperaturprognose. Eine Änderung um wenige zehntel Grad beim Ansetzen eines geothermischen Gradienten verändert dort die Absoluttemperatur aufgrund der hohen Erschließungstiefen jedoch bereits drastisch. Auch die horizontale Ausdehnung von Anomalien kann in einigen Regionen aufgrund einer unzureichenden Datendichte nur sehr unscharf umrissen werden.

Häufig werden die maximal möglichen Fördermengen in den Fokus der Betrachtungen gestellt. Beim Dublettenbetrieb ist jedoch vielmehr der Umkehrprozess, also die Reinjektion in der Regel die limitierende Größe. Zwar erhält man aufgrund der Wasserabkühlung eine höhere Wasserdichte, die zu einer Erhöhung des Wasserdrucks führt, was sich positiv auf die

Reinjektion auswirkt. Die Transmissivität wird dabei jedoch durch Erhöhung der stark von der Temperatur abhängigen Wasser-Viskosität erheblich negativ beeinflusst. Dieser Sachverhalt kann je nach Rahmenbedingungen dazu führen, dass die Bohrung mit den günstigeren hydraulischen Bedingungen als Reinjektionsbohrung festzulegen ist. Vor allem bei Verstromungsprojekten mit hohen Temperaturspreizungen ist diese – an und für sich nicht neue Tatsache – im Hinblick auf die Festlegung von Entnahme- und Reinjektionsbohrung von entscheidender Bedeutung.

Allgemein bleibt festzustellen, dass Schüttungsmengen bzw. Reinjektionsmengen deutlich über 100 l/s im Verhältnis zu einer noch wirtschaftlich verträglichen Druckspiegelabsenkung bzw. Reinjektionsdruck über einen längeren Zeitraum hinweg im tiefen Malm des Molassebeckens bislang im Dublettenbetrieb noch nicht erbracht wurden und daher diesbezügliche Prognosen, zumindest derzeit, ebenfalls mit einer Unsicherheit behaftet sind.

4. Erschließungspotenzial

Bei Betrachtung von Aufsuchungserlaubnisflächen liegt zunächst der Schluss nahe, dass das Erschließungspotenzial enorm groß ist. Bei näherer Betrachtung der zunächst potenziell großen Flächen tritt unter Berücksichtigung der Umsetzungsfaktoren jedoch häufig eine Ernüchterung ein.

Neben der notwendigen geologischen Eignung, die von den Parametern wie der Tiefenlage des Malm, der faziellen Gesteinsbeschaffenheit, der Lage von stukturgeologischen Elementen sowie vom regional auftretenden geothermischen Gradienten bestimmt werden, sind die Standortbedingungen der Oberfläche mindestens ebenso wichtig zu werten. Zu berücksichtigen sind hier: Flächen des Natur- und Trinkwasserschutzes, geeignetes Oberflächenrelief, Nähe zu Wärmeabnehmern bzw. bei Stromprojekten noch zusätzlich die Faktoren hinsichtlich der Bereitstellung von Kühlwasser (quartärgeologische Situation bzw. geeignete Vorfluter) als auch die Lage zu Netzeinspeisepunkten.

Durch die Vorgabe des bayer. Wirtschaftsministeriums, das aus Gründen des Ressourcenschutzes Stromprojekte nur in Verbindung mit einer Wärme-Nutzung fordert, dezimieren sich die potenziell in Frage kommenden Flächen aufgrund der Siedlungsstruktur auf einen kleinen Bruchteil der ehemals zur Verfügung stehenden Gesamtfläche. Unter den oben genannten Voraussetzungen ist für weite Bereiche eine Projektrealisierung häufig nur eingeschränkt möglich.

Ein weiterer Punkt, der die Zahl möglicher Geothermieprojekte limitiert, ist die bergrechtliche Situation und die damit einhergehende Ausweisung von Bewilligungsfeldern. Über die Dimensionierung der Felder und die festzulegenden Grenzparameter einer maximal zulässigen Beeinflussung benachbarter Geothermieprojekte herrscht derzeit noch ein großer Diskussionsbedarf. In gewisser Weise liegt das Dilemma vor, dass einerseits nur anhand neuer Projekte der Kenntnisstand über mögliche gegenseitige Beeinflussungen anwachsen kann. Andererseits besteht die Gefahr, dass beim Betrieb solcher Anlagen eine mögliche Limitierung der Entnahmemengen negative wirtschaftliche Folgen für den Investor mit sich bringen könnte. Als kritischer Parameter zeigt sich dabei in der Regel nicht die thermische, sondern vielmehr die hydraulische (Druck-) Beeinflussung der Projekte untereinander.

Betrachtungen über das theoretische Energiepotenzial des gesamten Molassebeckens oder für Teilbereiche des Molassebeckens wecken diesbezüglich Erwartungen, die allein aufgrund der oben aufgeführten Punkte in Gänze so nie erfüllt werden können. Das Erschließungspotenzial beschränkt sich für Wärmeprojekte im Wesentlichen auf ausreichend dicht besiedelte Regionen, die bei geeigneter Erschließungstemperatur und Fazies eine entsprechende

Abnehmerstruktur aufweisen. Dazu zählen zahlreiche Kleinstädte sowie der gesamte Ballungsraum München. Bei Verstromungsprojekten wird sich die Projektumsetzung auf einen weit engeren Bereich innerhalb des Molassebeckens begrenzen. Das sehr viel größere Nutzungspotenzial steckt in der direkten Wärmenutzung. Dabei könnten sich beispielsweise allein innerhalb des Stadtgebiets von München noch zahlreiche Projekte unter nahezu idealen Rahmenbedingungen umsetzen lassen. Der Süden wird geothermisch!