



Geologische Untersuchungen von Baugrundhebungen im Bereich des Erdwärmesondenfeldes beim Rathaus in der historischen Altstadt von Staufen i.Br.

Kurzfassung
zur Informationsveranstaltung am 22. Februar 2010
in Staufen

Die Stadt Staufen i.Br. beabsichtigte, das denkmalgeschützte, renovierte Rathaus mit Erdwärmetechnologie zu heizen und zu kühlen. Hierzu wurden im September 2007 in der Rathausgasse sieben bis zu 140 m tiefe Erdwärmesonden eingerichtet. Seit Ende 2007 wurden zunehmend Schäden an Gebäuden im historischen Altstadtbereich beobachtet. Diese Schäden werden auf Hebungen des Untergrundes zurückgeführt. Mit geodätischen Messungen wurde ein elliptischer Hebungsbereich nachgewiesen. Er hat eine Länge von ca. 280 m und eine Breite von ca. 180 m. Die Hebung verläuft seit Beginn der Messungen weitgehend linear. Die maximale vertikale Hebungsrate im Hebungszentrum beträgt bis zu 11 mm/Monat. Das Hebungszentrum liegt im Bereich der Rathausgasse.

Das Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (RPF/LGRB), erhielt im Januar 2009 von der baden-württembergischen Landesregierung den Auftrag, die geologischen Ursachen der Schäden zu untersuchen und Möglichkeiten für schadensbegrenzende Maßnahmen aufzuzeigen.

Nach der geologischen Aufnahme des Bohrkleins von drei Erdwärmesondenbohrungen durch das RPF/LGRB wird der Untergrund im Bereich des Erdwärmesondenfeldes unter einer geringmächtigen Quartärüberdeckung von der Schichtenfolge des Mittleren Keupers (Schilfsandstein und Gipskeuper) und des Unterkeupers aufgebaut. Der Gipskeuper enthält Gips und Anhydrit sowie quellfähige Tonminerale.

Im Juni 2008 erstmals durchgeführte Temperaturprofilmessung in den Erdwärmesonden zeigten erhöhte Temperaturen im gips- und anhydritführenden Gebirgsabschnitt. Sie sind auf Wärmeentwicklung bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips zurückzuführen. Diese Umwandlung wird durch Wasserzutritte in einen ehemals trockenen Gebirgsabschnitt verursacht. Sie ist mit einer erheblichen Volumenzunahme verbunden. Die Temperaturverteilung in der Erdwärmesonde 7 weist auf einen Grundwasseraufstieg im Ringraum der Erdwärmesondenbohrung hin.

Das RPF/LGRB stellte im Herbst 2008 auf der Grundlage der bis dahin vorliegenden Erkenntnisse die Arbeitshypothese auf, dass die Gebäudeschäden durch Hebungen verursacht werden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Quellungsvorgänge im Gipskeuper (sogenanntes "Gipskeuperquellen") zurückzuführen sind.

Zur Überprüfung der Arbeitshypothese wurde am nördlichen Rand des Erdwärmesondenfeldes zunächst die Erkundungsbohrung EKB 1 abgeteuft. Sie traf nicht die im Erdwärmesondenfeld nachgewiesenen Schichten des Mittelkeupers an und wurde deshalb in 18,2 m Tiefe eingestellt. Zwischen der EKB 1 und dem Erdwärmesonden-



feld verläuft eine tektonische Störung, die die Schichtenfolge um ca. 120 m vertikal versetzt.

Daher wurde am südlichen Rand des Erdwärmesondenfeldes eine weitere Erkundungsbohrung EKB 2 bis in den Oberen Muschelkalk in 163 m Tiefe abgetäuft. Dies erfolgte unter aufwändigen Sicherheitsmaßnahmen. Die Erkundungsbohrung hat die für das Erdwärmesondenfeld typische Schichtabfolge erbohrt. Der Gebirgsbereich, der die Quellhebung verursacht, liegt in einer Tiefe zwischen 61,5 m und 99,5 m unter der Geländeoberfläche.

Es wurden vier Grundwasserstockwerke nachgewiesen. Die Grundwasservorkommen in den Schichten des Schilfsandsteins und des Gipskeupers (Gipskarst) sind gespannt, die in den Schichten des Unterkeupers und des Oberen Muschelkalks sind artesisch gespannt. Der Druckspiegel der artesisch gespannten Grundwässer liegt ca. 2 m über Gelände.

Nach der geologischen Modellvorstellung ist der Untergrund im Bereich des Erdwärmesondenfeldes kleinräumig zerbrochen. Die tektonischen Verhältnisse und die Schichtlagerung prägen die Hebungen maßgeblich. Der in über 60 m Tiefe liegende Quellungskörper führt zu einem deutlich größeren flächigen Hebungsbereich an der Erdoberfläche.

Für die Planung von Sanierungsmaßnahmen muss der Verlauf der Erdwärmesonden im Untergrund bekannt sein. Mit einer eigens entwickelten Messsonde wurde festgestellt, dass die Erdwärmesondenbohrungen vor allem in Tiefen unterhalb von 70 m stark von der Vertikalen abweichen. Die Abweichungen betragen horizontal bis zu 20 m. Somit musste ein Überbohren der Erdwärmesonden mit anschließendem Verpressen als Sanierungsvariante ausgeschlossen werden.

Um die Quellungsvorgänge zu stoppen, ist es erforderlich den Zufluss von Grundwasser in die quellfähigen Gesteine zu unterbinden. Derzeit wird dieses Ziel mit zwei Abwehrmaßnahmen verfolgt. Zum einen wird eine nachträgliche technische Abdichtung (Nachverpressung) der Erdwärmesonden EWS 1 bis EWS 7 durchgeführt. Die Fa. Keller Grundbau, Renchen hat dazu speziell ein neuartiges Verfahren entwickelt. Die Injektionen mit Spezialzement erfolgen über die gezielt perforierten Schläuche der Erdwärmesonden. Zum anderen wird durch eine Dauerpumpmaßnahme (hydraulischer Abwehrbetrieb) in der zum Brunnen ausgebauten Erkundungsbohrung EKB 2 der Grundwasserspiegel im Erdwärmesondenfeld abgesenkt.

Bei den bisherigen Nachverpressungen der Ringräume nahm die EWS 7 ungewöhnlich große Mengen an Injektionszement auf. Weitere Belege für die unzureichende Abdichtung des Ringraums der EWS 7 sind die Temperaturmessungen und die nachgewiesene hydraulische Verbindung zur EKB 2. Es wird davon ausgegangen, dass mit der Injektion die wichtigste Wasserwegsamkeit in den Quellhebungsbereich verschlossen werden konnte.

Nach den jüngsten Hebungsmessungen lassen die eingeleiteten Maßnahmen erste Erfolge erkennen.