

Donnerstag 17. Oktober 2013

15:30-16:00

Planung und Bau der Unterinntalbahn (1994 – 2012) – Auswirkungsbetrachtung Grundwasser

Ines Massimo¹, Gerhard Poscher¹

¹geo.zt gmbh poscher beratende geologen, Saline 17, A-6060 Hall in Tirol

Abstract

The planning and construction period of the new railway line in the lower Inn valley extended over a period of 18 years from 1994 (baseline study in geology – hydrogeology) to traffic release in 2012. Based on the survey of the actual state of groundwater for submission project (UVE, EB) and the continuing measure planning with the forecast models, the execution of construction has shown that the forecasted effects were largely complied with the selected measures. The situation of groundwater levels for individual sections will be demonstrated by the results of the groundwater measurement for the construction phase, and the completed line.

1. Einleitung

Das Projekt „Eisenbahnachse Brenner / Teilprojekt Zulaufstrecke Nord (Unterinntal)“ mit einer Länge von über 40 km, darf - beginnend mit der Grundlagenbearbeitung Geologie – Hydrogeologie ab 1994 und der Gründung der Brenner Eisenbahn GmbH im Jahre 1996 - auf eine vergleichsweise kurze und effiziente Projektierungs- und Errichtungsphase zurückblicken. Aus der Planungs- und Genehmigungsphase (UVE - Umweltverträglichkeitserklärung; EB – Eisenbahnrechtliches Genehmigungsverfahren) konnte 2002 nahtlos in die Bauphase des Neubaustreckenprojektes gegangen werden. Im Jahr 2012 erfolgte die Betriebsaufnahme. Der Trassenverlauf der Zulaufstrecke Nord im Unterinntal ist das Ergebnis einer intensiven planerischen Auseinandersetzung mit den UVP-relevanten Schutzgütern und den technisch-wirtschaftlichen Erfordernissen einer Hochleistungsstrecke. Über 80% der rund 40 km langen Trasse verlaufen untertage, wobei dem „Schutzgut Wasser“ ab Planungsbeginn projektstrategische Bedeutung beigemessen wurde.

2. Hydrogeologische Voruntersuchungen – Aufbau des wasserwirtschaftlichen Beweissicherungsprogrammes

Aus hydrogeologisch-wasserwirtschaftlicher Sicht sind in diesem Zusammenhang folgende Meilensteine erwähnenswert:

- 1995: Beginn der hydrogeologischen Voruntersuchungen (Quellaufnahme) und der wasserwirtschaftlichen Beweissicherung unmittelbar im Anschluss an die Phase der wissenschaftlichen Grundlagenbearbeitung zur Geologie des Planungsraumes;
- 1996: Hydrogeologische Erkundung des gesamten Trassenbereiches unter Einschluss von Variantenuntersuchungen (Erkundungsphase 1);

- 1997: Entscheidung zum Bau von Erkundungsstollen zur Detailerkundung der geotechnisch und hydrogeologisch sensiblen Bereiche;
- 1998: Verdichtung des Messstellennetzes (im Rahmen der Erkundungsphase 2 – siehe Abbildung 1) und Intensivierung des wasserwirtschaftlichen Beweissicherungsprogrammes (Isotopenhydrologie, Teilautomatisierung) sowie Aufbau eines Systems zur teilautomatisierten Überwachung der Stollen(ab)wässer;
- 2000/2001: Sonderversuche in den Erkundungsstollen, bspw. Druckentlastungsversuche im Erkundungsstollen Brixlegg Ost;
- 2002: Beginn der Hauptbaumaßnahmen mit den bergmännischen Vortrieben und in weiterer Folge der Baulose im Grundwasser der Talflur;
- 2005: Implementierung einer „Hydrogeologischen Baubegleitung“, deren Aufgabe u.a. die bescheidgemäße Umsetzung der Nebenbestimmungen zur Wasserwirtschaftlichen Beweissicherung umfasste;
- 2012: Abschluss der Errichtungsphase und Betriebsaufnahme;

Neben den Grundwassermessstellen wurden bereits 1997 – fünf Jahre vor Baubeginn - bestehende Brunnen / Nutzungen und Oberflächengewässer im Rahmen der Beweissicherungsmessungen berücksichtigt. Die hydrologischen Messungen wurden gemäß den Vorgaben in der Planungsphase meist 4-wöchig durchgeführt. Die Probenahmen für hydrochemische und bakteriologische Untersuchungen erfolgten bei Hoch- und Niederwasser mindestens 2-mal jährlich. Im Zuge der einzelnen Baumaßnahmen gab es Verdichtungen der Messungen, welche z.T. behördlich vorgeschrieben waren (EB), z.T. jedoch seitens des Bauherrn freiwillig veranlasst wurden.

Bereits ab dem Jahr 1999 kamen vereinzelt Datensammlermesssysteme (Parameter Abstich, Grundwassertemperatur, elektr. Leitfähigkeit) in Grundwassermessstellen zum Einsatz. Ab dem Jahr 2002 wurden - mit Beginn der Hauptbaumaßnahmen - solche Datensammlermesssysteme bereits flächendeckend eingesetzt.

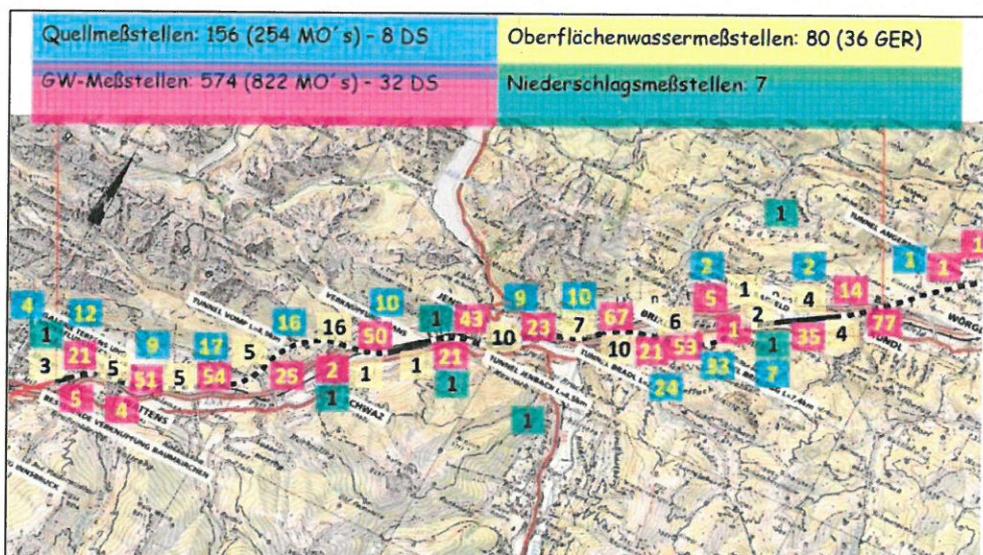


Abbildung 27: Trassen- und Messstellenübersicht des Planungsraumes (Kartengrundlage ÖK 50) (Abkürzungen: DS = Datensammler, GER = Gerinne, GW = Grundwasser, MO = Meßort)

3. Prognose der Auswirkungen auf das Grundwasser der Talflurabschnitte

Da die Trasse der Neubaustrecke in der Talflur und in den Flankenbereichen des Inntals verläuft, waren weite Trassenabschnitte im Lockermaterial mit Grundwassereinfluss zu bewältigen. Im Rahmen der Planungsphasen UVE und EB wurden zur Quantifizierung möglicher wasserwirtschaftlicher Auswirkungen der Baumaßnahmen im Grundwasser, Untersuchungen mittels numerischer Grundwassermodelle durchgeführt. Für großräumige Betrachtungen wurden 2D Grundrissmodelle erstellt, für die Bewertung von Maßnahmen wurden Standardlastfälle berechnet und die Auswirkungen beurteilt.

Für die Bewertung der Auswirkungen des Projektes auf das Grundwasser wurden in der Genehmigungsphase UVE und EB auf semiquantitativer und quantitativer Basis folgende Kriterien herangezogen:

Tabelle 3: Grundlegende Auswirkungen Grundwasser

Auswirkung	Einstufung		Wirksam bei		
	bedeutend	unbedeutend	Bau	Betrieb	Störfall
A Quantitative Auswirkungen					
a1) Barrierewirkung	X		X	X	
a2) Grundwasserabsenkung	X		X		
a3) Grundwasseraufstau durch Versickerung	X			X	
a4) Grundwasseraufstau durch Einschnürungsstau im Inn	X		X		
a5) Flächenverbrauch - verminderte Grundwasserneubildung		X	X	X	
a6) Auswirkungen bedingt durch Vakuumwasserhaltung		X	X		
B Qualitative Auswirkungen					
b1) Auswirkungen bedingt durch Absperren und Umlenken von Grundwasserströmen durch quantitative Eingriffe	X		X	X	
b2) Auswirkungen bedingt durch Emissionen	X		X	X	X

Tabelle 4: Bewertungskriterien quantitative Auswirkungen Grundwasser

Grundwasserspiegeländerung	Auswirkung		
	gering	mittel	hoch
Bauphase			
Im Trassenbereich bei Nutzungen	< 0,5 m < 0,2 m	0,5 – 2,0 m 0,2 - 0,5 m	> 2,0 m > 0,5 m
Betriebsphase			
Im Trassenbereich bei Nutzungen	< 0,3 m < 0,1 m	0,3 – 1,0 m 0,1 - 0,3 m	> 1,0 m > 0,3 m

Tabelle 5: Bewertungskriterien qualitative Änderungen von Grundwasser

Änderung	Auswirkung
keine	keine
innerhalb natürlicher Schwankungen	gering
merkbar Änderung ohne nachteilige Wirkungen	mittel
merkbar Änderungen mit nachteiligen Wirkungen	hoch

4. Trassenführung in der Talflur des Inntales - Offene Bauweisen und Sonderbauweisen

Trassenabschnitte in Unterflurbauweise in der Talflur des Inntales waren ursprünglich in der Planungsphase UVE zumeist in „Offener Bauweise“ mit geschlossener Wasserhaltung vorgesehen. Die Auflagen hinsichtlich der zulässigen qualitativen und quantitativen Auswirkungen auf die Grundwasseraquifere wurden mit Zusatzmaßnahmen, wie Begrenzung der zulässigen Bauabschnitte in der Errichtungsphase sowie Sohl- und Firstfilterpackungen und Grundwasserdüker für den Betriebszustand nachgewiesen.

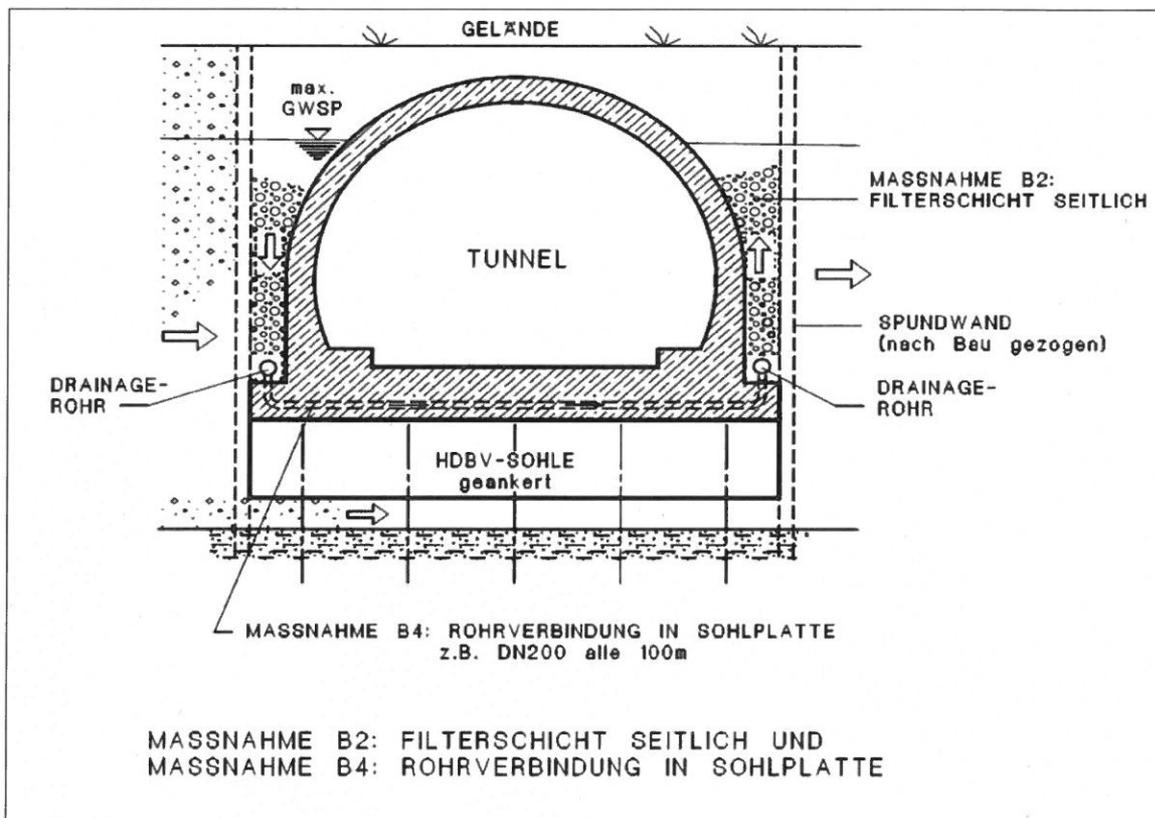


Abbildung 28: Maßnahmenbeispiel Grundwassertransfer Tunnel in offener Bauweise

In der weiteren Planung wurden „Sonderbauweisen“ entwickelt, insbesondere für die bauabwicklungstechnisch komplexen Abschnitte mit Autobahn und Eisenbahnquerungen, wie am Beispiel des Bauloses H7 Fritzens - Baumkirchen gezeigt wird.

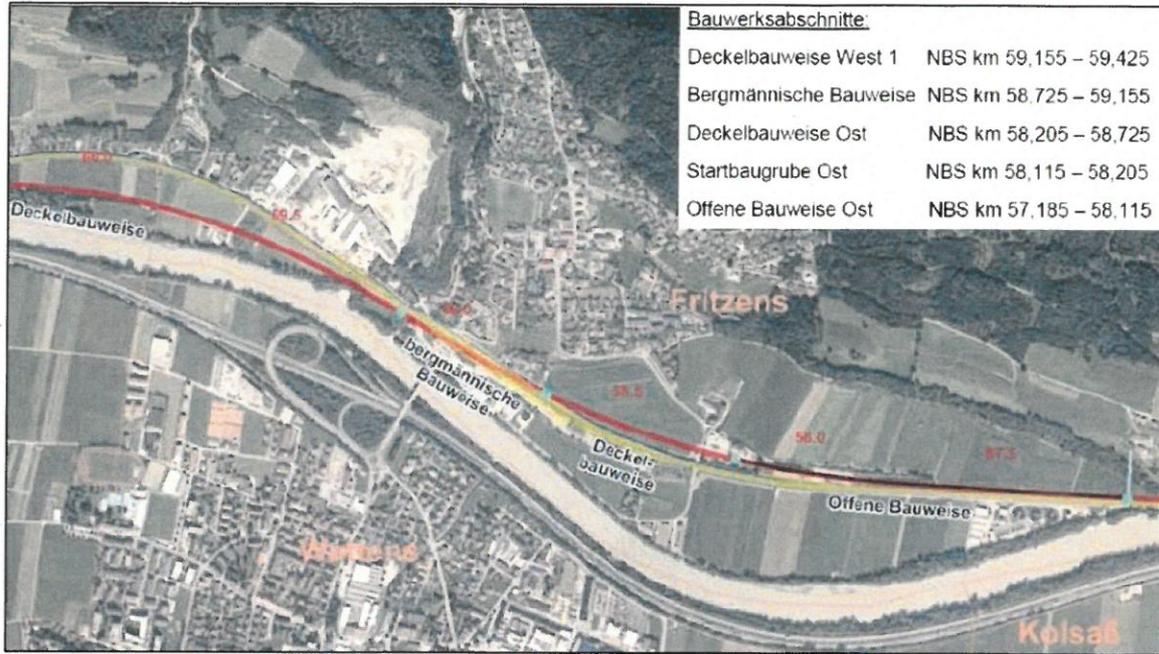


Abbildung 29: Losübersicht und Bauweisen Los H7 Ost (Fritzens)

Der Vortrieb im Bereich der ÖBB-Unterquerung erfolgte im Schutz von DSV-Sicherungen mit Druckluftunterstützung, weitere Abschnitte wurden in Pfahl-Deckelbauweise mit Druckluftunterstützung aufgeföhren.

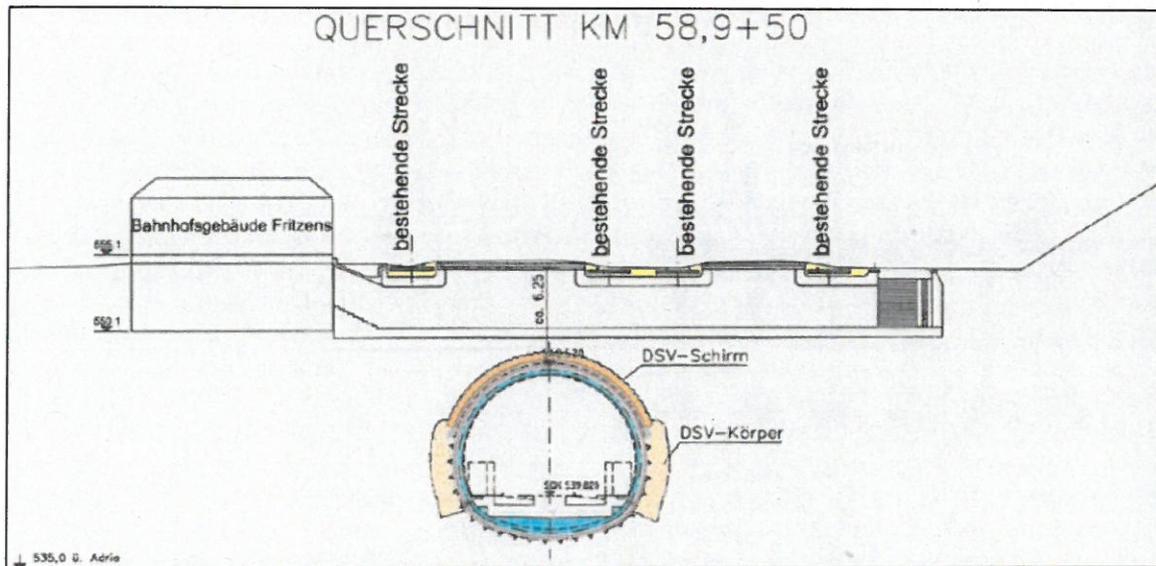


Abbildung 30: Konzept Bahnstquerung Fritzens in bergmännischer Sonderbauweise, Los H7 Ost

Der Kalottenvortrieb erfolgte unter einem Schirm aus überschrittenen DSV-Säulen. Der Grundwasserspiegel lag zwischen 4 m und 6 m (bei Grundwasserhochstand) über der Kalottensohle, was im Regelfall eine Druckstufe der Druckluft von 0,4 bis 0,6 bar erforderte. Der Vortrieb der Strosse

und der Sohle erfolgte nach der vollständigen Herstellung der DSV-Sicherungsmaßnahmen. Die Betonarbeiten für die Innenschale wurden ebenfalls unter Druckluft durchgeführt.



Abbildung 31: Sonderbaumaßnahme Deckelbauweise im Bereich Los H7 (Abschnitt Fritzenscher Bogen, Bahnhof Fritzens)

5. Fallbeispiel - Ergebnisse zur wasserwirtschaftlichen Beweissicherung im Baulos H7 Fritzens - Baumkirchen

Grundwasser-Hochstandsphasen der Jahre 1999, 2005 und 2010 – Interaktion Inn - Grundwasser

Für den Gesamtbereich der Inntalflur bzw. alle Baulose der Hauptbaumaßnahmen wurden Grundwassergleichenpläne zum Inn-Hochwasserstand 1999 (30.05.–01.06. - Pfingsthochwasser) als maßgeblicher Berechnungswasserstand für Statik und Drainagierung sowie den Grundwasserströmungsverlauf im Hochwasserfall erstellt. Zusätzlich wurde eine Sonderauswertung des Hochwasserereignisses 2005 hinsichtlich der Fragestellung Interaktion Oberflächenabfluß – Grundwasser durchgeführt. Im Los H7 kamen auch die Hochwässer im Mai 2005 und im August 2005 zum Tragen.

Zur Beurteilung möglicher Auswirkungen der Baumaßnahme wurde ein Grundwassergleichenplan zur Hochstandsphase 2010 mit dem Grundwasserhochstand vom 28.06. – 02.07. 2010 (nach Bauende) erstellt und der Situation 1999 gegenübergestellt. Aus der durchgeführten Auswertung ergab sich, dass die gemessenen Hochwasserstände 2010 hydrologisch bedingt deutlich unter den Wasserständen des Pfingsthochwassers 1999 verblieben, die Grundwasserströmungsrichtungen jedoch weitestgehend denen der Situation vor dem Bau entsprachen.

An weiteren Ergebnissen und Erkenntnissen ist festzuhalten:

- Die der Planung zur Grunde liegenden Bemessungswasserspiegel, welche aus den Grundwasserhochständen 1999 bzw. 2001 abgeleitet wurden, liegen geringfügig über den gemessenen Grundwasserhochständen 2005 (Beginn der Bauphase).
- Die Charakteristik der Jahressgänge 2008 - 2011 liegt – mit Ausnahme temporärer Einflußnahmen in der Bauphase 2006 / 2007 - in der Bandbreite der natürlichen jährlichen Grundwasserstandsschwankungen und Grundwasserstandsdifferenzen vor Baubeginn.

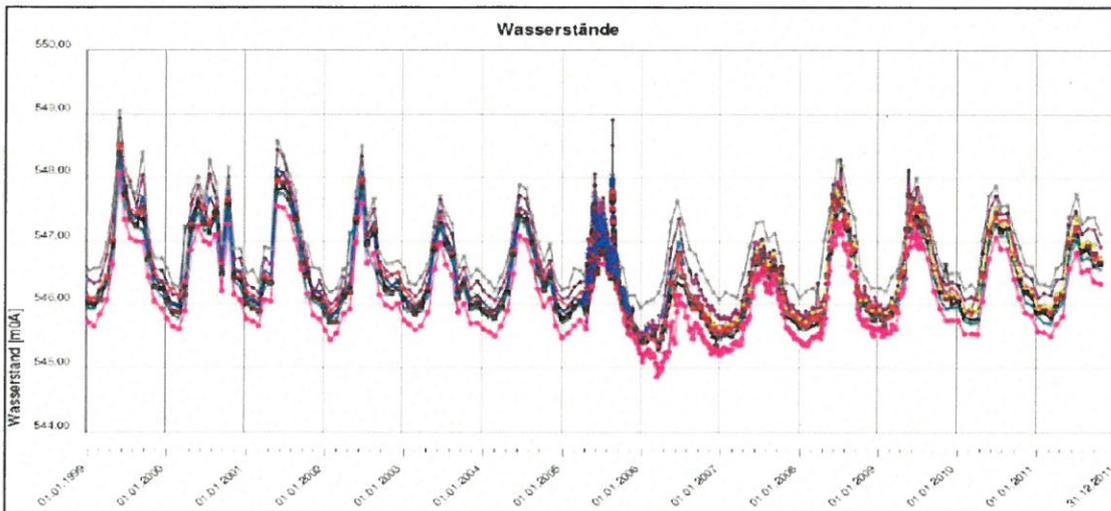


Abbildung 32: Langjährige Ganglinie Inn-naher Grundwassermessstellen im Los H7

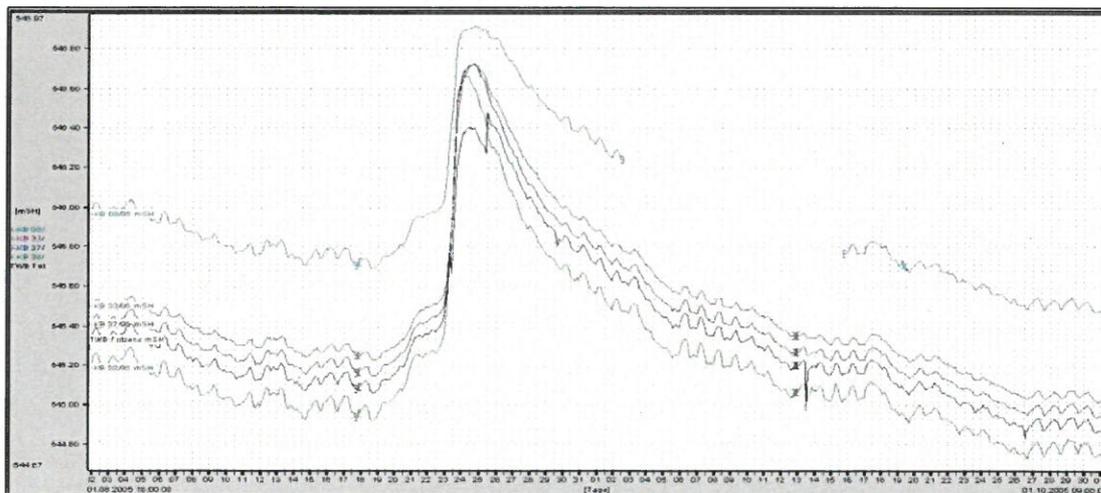


Abbildung 33: Grundwasserstandsanstieg in Folge des August - Hochwassers 2005

- Aus den vergleichenden Auswertungen des Durchlaufens der August-Hochwasserwelle 2005 bei den Innpegelmessstellen und den Grundwassermessstellen im Nahbereich ist erkennbar, dass die

betrachteten Grundwassermessstellen im Projektgebiet mit einer zeitlicher Verzögerung von 5 bis 30 Stunden ihre maximalen Wasserstände erreichten (nach Datensammleraufzeichnungen).

- In Bereichen, in welchen die Messstellen mit einer zeitlichen Verzögerung von 30 Stunden und mehr ihre Hochwasserstände erreichten, kam es auch zu einem relativ langsameren Abbau der Grundwasserhochstände.

Beurteilung der Auswirkungen der Baumaßnahme – Vergleich Niederwasserphasen Grundwasser der Jahre 2005 und 2009

Der Vergleich der Niederwasserphase 2005 vor Baubeginn und der Niederwasserphase 2009 (Bauwerk fertiggestellt, Wasserhaltungsmaßnahmen abgeschlossen, Düker nicht in Betrieb) zeigt in der Flächenauswertung keine nennenswerten Veränderungen der absoluten Grundwasserstände bzw. der Grundwasserströmungsrichtung auf Basis des Verlaufes der Grundwassergleichen. Die 2D-Darstellung zeigt, dass es zu keiner Absperrwirkung des Bauwerkes kommt. So verschieben sich die absoluten Grundwasserhöhen beidseitig normal zum Bauwerk in Grundwasserströmungsrichtung. Sowohl nördlich als auch südlich des Tunnelbauwerkes reagieren die Grundwassermessstellen parallel zu einander.

Beurteilung der Auswirkungen der Baumaßnahme – Vergleich Hochstandsphasen Grundwasser der Jahre 2004 und 2008

In der Grundwasser-Hochstandsphase 2008 zeigen sich durchwegs deutlich höhere Grundwasserstände als im Vergleichszeitraum 2004. Dies betrifft den gesamten betrachteten Bereich (NBS-km 57,185 – 62,470) und ist durch den Witterungsverlauf begründet. Daher zeigen sich auch in der Differenzauswertung Hochwasser zu Niederwasser im Vergleich der Jahre 2008 und 2009 deutlich höhere Differenzen.

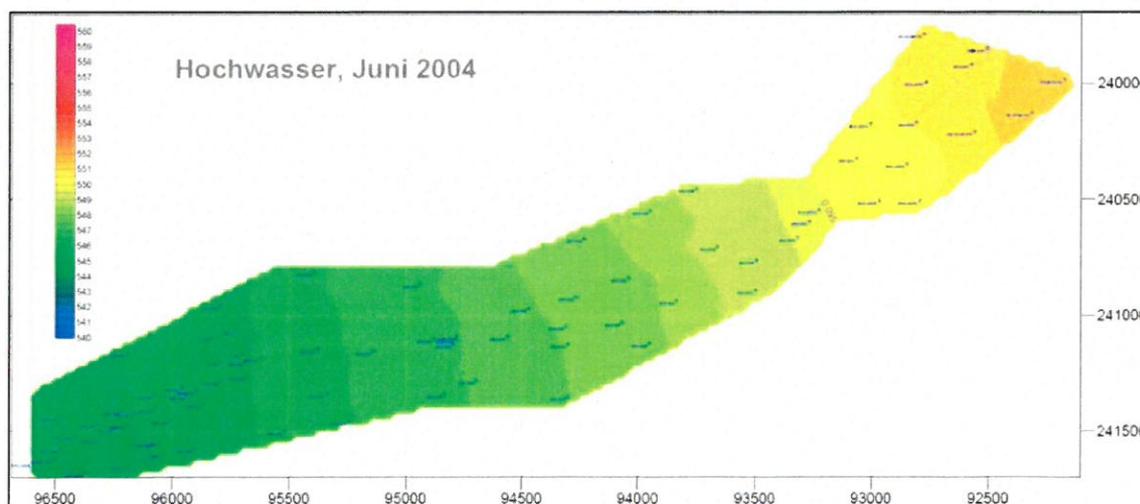


Abbildung 34: Grundwassersituation der Hochstandsphase 2004

Auch diese Auswertungen belegen, dass es zu keiner Absperrwirkung des Bauwerkes kommt und die Aquifere nördlich als auch südlich des Tunnelbauwerkes kommunizieren.

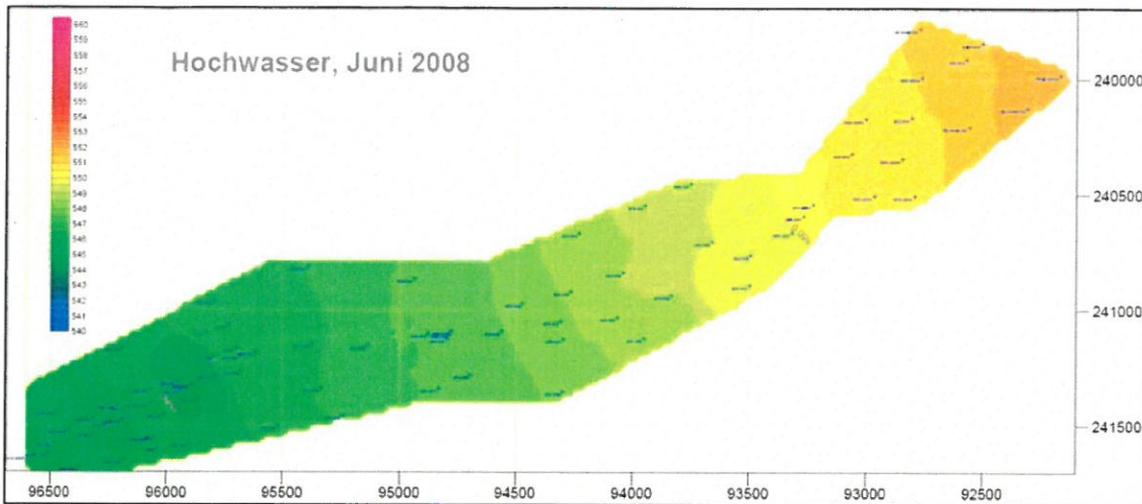


Abbildung 35: Grundwassersituation der Hochstandsphase 2008

Resümee

Aus den vorliegenden Auswertungen geht hervor, dass es durch die Baumaßnahmen zu keinen Veränderungen von Grundwasserständen oder Fließrichtungen im Vergleichszeitraum vor der Baumaßnahme 2004/2005 und nach der Baumaßnahme 2008/2009 gekommen ist, die über der natürlichen Schwankungsbreite liegen. Die Grundwasserstandsänderungen in den betrachteten Bereichen verlaufen gleichmäßig beidseitig des Bauwerkes. Die Grundwasserströmungsrichtung verläuft weiterhin Inntal-parallel.

Die Ergebnisse der Einzelauswertungen der vorliegenden Grundwasserstandsdaten im Abgleich mit den geostatistischen Raum-Zeit-Gesamtbetrachtungen lassen keine Absperrwirkung durch das Bauwerk erkennen. Die grundsätzlichen Charakteristika des örtlichen Grundwasserregimes zeigen in Relation zu den hydrologischen Rahmenbedingungen weitestgehende Konstanz.

Aufgrund der auch nach Errichtung des Bauwerkes gleichbleibenden Grundwasserströmungsrichtung, sowie des gleichmäßigen Verhaltens des gesamten betrachteten Grundwasserregimes kann davon ausgegangen werden, dass die Grundwasserverhältnisse durch das Bauwerk nicht beeinflusst wurden bzw. innerhalb des Grundwasserschwankungsbereiches verblieben. Die auf der Grundwassermodellierung basierende Prognose der Auswirkungen der Baumaßnahme wurde damit bestätigt.

6. Generelle Schlussfolgerungen

Ausgehend von der Erhebung des Ist-Zustandes Grundwasser für die Einreichplanung (UVE, EB) und unter Berücksichtigung der Ergebnisse der numerischen Grundwassermodelle hat die Bauausführung gezeigt, dass die Prognosen mit den gewählten Maßnahmen eingehalten werden konnten. Trotz der umfangreichen Baumaßnahmen im Grundwasserbereich zeigen die langjährigen Mess- und Datenreihen keine nennenswerten Auswirkungen auf die Grundwassersituation in quantitativer und qualitativer Hinsicht.

Mit dem Projekt „Eisenbahnachse Brenner / Teilprojekt Zulaufstrecke Nord (Unterinntal)“ wurden Meilensteine in der hydrogeologischen Vorerkundung, der wasserwirtschaftlichen Beweissicherung als auch der Maßnahmenplanung zum Schutz des Grundwasser gesetzt. Diese Feststellung bezieht sich nicht nur auf die hohe Messstellendichte, oder die Dauer der Vorlaufphase der wasserwirtschaftlichen Beweissicherung, sondern vor allem auch auf methodische Ansprüche, die zwischenzeitlich Standard geworden sind. Dazu zählen beispielsweise:

- Der flächige Einsatz von Datensammlermesssystemen – teilweise mit Fernübertragung – für das Grundwassermonitoring, insbesondere in der Bauphase, als auch die routinemäßige Anwendung isotonanalytischer Untersuchungen für wasserwirtschaftliche Beweissicherungsfragen;
- Der Einsatz wasserrechtlicher geologischer Bauaufsichten als verlängerter Arm der Behörde einerseits, mit dem Ziel, eine umfassende Erfüllung der Nebenbestimmungen der Bescheide sicherzustellen;
- Der Einsatz eines baubegleitenden Hydrogeologen seitens des Projektwerbers andererseits, mit dem Ziel, in vorausblickender Weise die wasserwirtschaftliche Beweissicherung optimal an das Baugeschehen anzupassen, die Eigenüberwachung zu koordinieren und die Ergebnisse auszuwerten und zu interpretieren;

Letztlich ist es gelungen mit innovativen technischen Lösungen eines der anspruchsvollsten Infrastrukturprojekte im inneralpinen Raum, trotz intensiver Berührungspunkte mit dem Schutzgut Wasser, so umweltverträglich umzusetzen, dass mit Ausnahme temporärer Auswirkungen in der Bauphase, langfristige Auswirkungen auf den Grundwasserkörper des Inntales weitestgehend vermieden werden konnten.

Literatur

Berichte

- Poscher, G., Massimo, I. (2011): Baubegleitende Hydrogeologie, Schlussbericht Los H7
Umweltverträglichkeitserklärung Ausbau Unterinntal: Kundl/Radfeld – Baumkirchen; BEG, Juli 1997
Fachbericht W1 Geologie des Planungsraums
Fachbericht W2 Baugeologie - Bodenerkundung
Fachbericht W3 Hydrogeologie der Talflur