

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 128 (2002)
Heft: 11: Abwasser und Grundwasserschutz

Artikel: Grundwasserschutz auf einer Grossbaustelle
Autor: Fischer, Peter / Marousek, Federico / Jain, Indre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-80389>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

Grundwasserschutz auf einer Grossbaustelle

Die Neubaustrecke der Bahn 2000 durchquert in Langenthal auf einer Strecke von fast drei Kilometern die Schutzzonen mehrerer bedeutender Trinkwasserfassungen. Deshalb musste mittels aufwändiger baulicher und organisatorischer Vorkehrungen das Risiko einer Verunreinigung des Trinkwassers minimiert werden. Zur Überprüfung der Massnahmen wurde ein Störfall simuliert.

Das Bauprojekt liegt im so genannten *Langenthaler Becken* und besteht aus einem mittleren, im Tagbau erstellten Tunnelteil sowie zwei daran anschliessenden Abschnitten, welche als Wannen ausgebildet sind. Das Bauwerk ist auf seiner gesamten Länge wasserdicht ausgebildet und liegt etwa drei Meter über dem mittleren Grundwasserspiegel.

Hydrogeologische Situation

Der Grundwasserleiter besteht aus Schottern der letzten Eiszeit, vor allem aus sandigen und zum Teil siltigen Kiesen. Feinkörnige, ein bis zwei Meter mächtige Deckschichten bieten einen gewissen natürlichen Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen. Der Grundwasserstauer wird grösstenteils von Stillwasserablagerungen gebildet, teilweise auch von Molassefelsen und einer lokal entwickelten Grundmoräne. Die Stauerfläche liegt etwa zwanzig Meter unter Terrain. Die Durchlässigkeitsbeiwerte sind hoch, sie bewegen sich zwischen 10^{-1} m/s und 10^{-2} m/s, mit Spitzenwerten bis 10^{-1} m/s. Die Fliessgeschwindigkeiten erreichen ebenfalls hohe 15 bis 30 m/d, mit Maxima um 40 m/d. Die Mächtigkeit des Grundwasservorkommens beträgt im Bereich des Projektes bei mittlerem Stand rund zehn Meter, die jahreszeitlichen Schwankungen des Spiegels liegen bei zwei, längerfristig bei drei Metern. Der Flurabstand variiert räumlich und zeitlich zwischen acht und dreizehn Metern.

Aufgrund der intensiven Trinkwassergewinnung ist der Grundwasserspiegel beim Pumpwerk Hard I seit Mitte der 40-er Jahre um zwei Meter gesunken. Die bakterio-

logische Beschaffenheit ist bei normalen hydrologischen Verhältnissen einwandfrei. Nur bei (heute sehr seltenen) Hochwasserereignissen, bei denen Wasser aus dem Langetebach über den Entlastungskanal im Gebiet Unterhard versickert, können vorübergehend Keime in das Grundwasser gelangen.

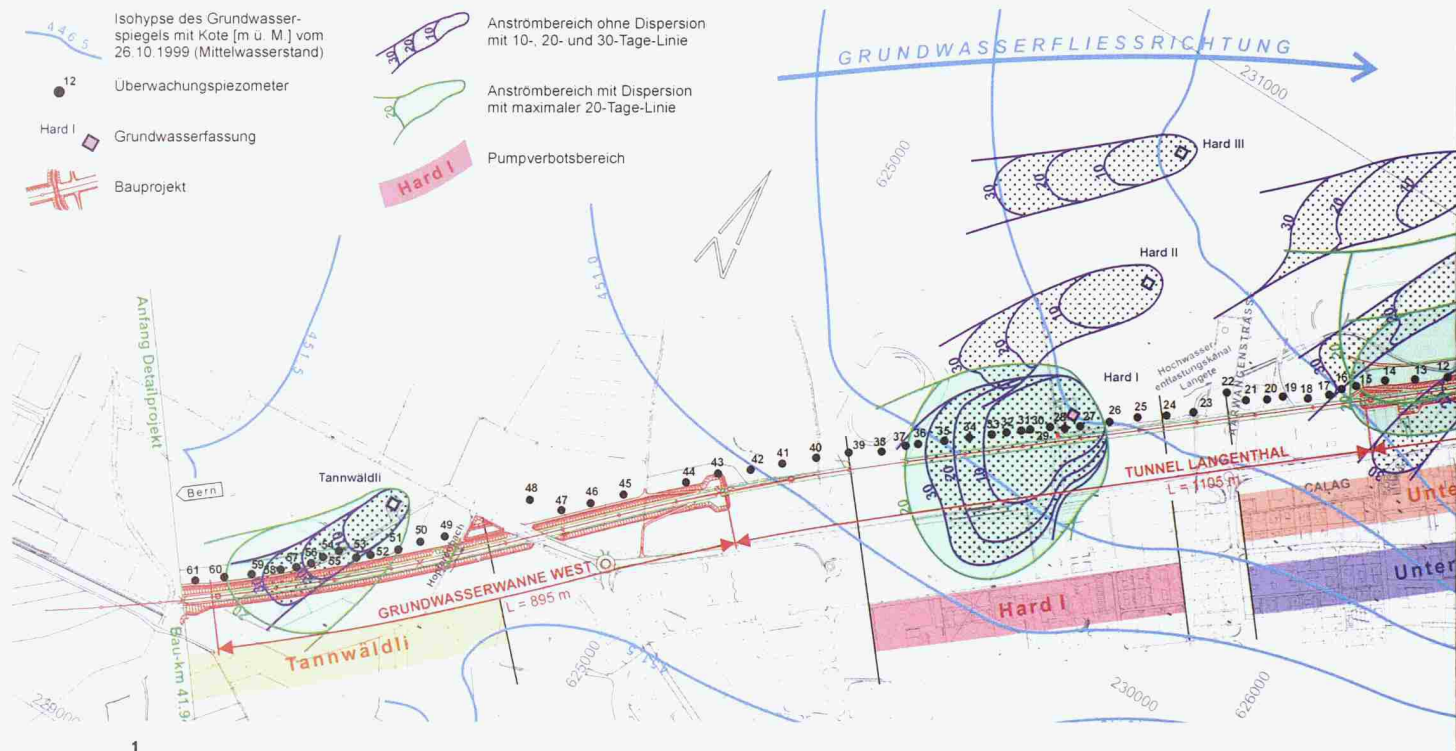
Gefährdungsbilder

Die aus Bau und Betrieb der neuen Bahnstrecke resultierenden möglichen Risiken mussten nun analysiert werden. Die Entwicklung von so genannten Gefährdungsbildern beinhaltet das Aufstellen und Durchdenken kritischer Situationen (SIA 160). Sicherheit gegenüber einer Gefährdung besteht dann, wenn diese durch geeignete Massnahmen unter Kontrolle gehalten werden kann. Für das vorliegende Projekt wurden folgende Gefährdungsbilder für die *Bauphase* definiert:

Durch den Abtrag der schützenden Deckschicht werden Keime mobilisiert (Versickerung von belastetem Meteorwasser). Eine grundwassergefährdende Flüssigkeit (Dieselkraftstoff, Hydrauliköl etc.) versickert als Folge eines Unfalles. Mit gelösten Zusatzmitteln belastetes Betonanmachwasser versickert. Zement dringt bei Injektionsarbeiten, der Erstellung von Rühlwandträgern etc. in das Grundwasser ein. Wassergefährdende Flüssigkeiten oder verschmutztes Oberflächenwasser dringen durch die Überwachungspiezometer ein. Wassergefährdende Flüssigkeiten werden durch Störung des Untergrundes im Bereich einer Altlast mobilisiert. Und schliesslich könnte Wasser aus der Langete bei extremem Hochwasser aus dem Entlastungskanal in die offene Baugrube einfliessen und anschliessend ins Grundwasser versickern.

Als *Bemessungsstörfall* in der Bauphase wird das punktförmige Einsickern von 300 Litern Dieselkraftstoff oder Hydrauliköl ins Grundwasser betrachtet. Eine Schadstofffahne würde sich mit einer Geschwindigkeit von 10 m bis 40 m pro Tag Richtung Ost-Nordost ausbreiten und könnte eine Trinkwasserfassung innerhalb weniger Tage erreichen. Dabei wird angenommen, dass ein solches Ereignis unfallbedingt wäre und deshalb in jedem Fall festgestellt und gemeldet würde.

Für die *Betriebsphase* ist die Verunreinigung des Grundwassers durch Entgleisen eines Zisternenwagens mit einem Inhalt von 80 m³, der mit einer grundwasserge-



Die grünen Flächen bezeichnen Gebiete, aus denen ein mobiler Schadstoff innerhalb von zwanzig Tagen ein Pumpwerk erreichen kann. Wenn im Bereich der farbigen Balken die Baugrube offen ist, gilt bei der betroffenen Fassung Pumpverbot. Die schwarzen Punkte markieren die Piezometer-Überwachungsbrunnen entlang der Neubaustrecke. Die blauen Linien (Isohypsen) verbinden die Punkte mit gleicher Grundwasserkote

fähernden Flüssigkeit gefüllt ist, als Hauptgefährdungsbild definiert worden. Weitere Gefährdungsbilder für diese Phase werden vor der Inbetriebnahme der Neubaustrecke noch festgelegt.

Grundsätze des Sicherheitskonzeptes

Das Sicherheitskonzept umfasst bauliche und organisatorische Präventivmassnahmen zur Abwehr von Verunreinigungen des Trinkwassers. Ein Frühwarnsystem erfasst allfällige Beeinträchtigungen im Störfall. Dazu sind Überwachungseinrichtungen im Nahfeld der Baustelle und in den Pumpwerken installiert worden. Das Einleiten von wirksamen Abwehrmassnahmen ist mittels eines Interventionskonzeptes gewährleistet. Für den Fall, dass das Grundwasser trotzdem verunreinigt würde, sind Vorkehrungen zur Beschaffung von Ersatzwasser getroffen worden.

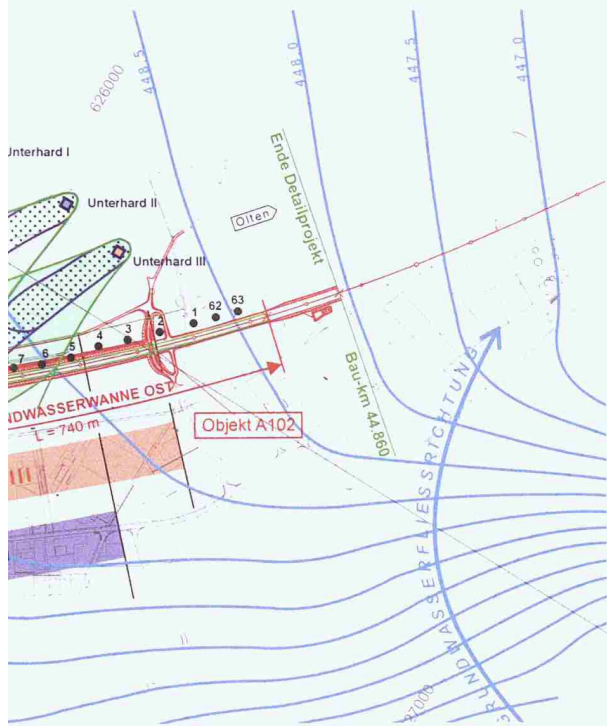
Optimierter Bauablauf

Die Baustellenetappen weisen je 100 Meter Länge auf und sind jeweils wieder in acht Blöcke unterteilt. Damit ist die Sohle der Baugrube nach dem Aushub auf einer Strecke von maximal 12,5 Metern ungeschützt, bevor sie mit der betonierten Schutzwanne wieder zugedeckt wird. Der Bau einer Etappe dauert etwa zwei Monate. Im Nahbereich von Gebäuden wird eine Rühlwand erstellt, die übrigen Grubenböschungen sind frei und mit Schutzfolie abgedeckt. Die Abhumisierung wird so spät wie möglich, die Rekultivierung zum frühestmöglichen Zeitpunkt ausgeführt. Ganz zentral ist eine strikte Einhaltung des Bauprogrammes.

Mit einem zweidimensionalen Strömungsmodell wurden für alle Pumpwerke die 20-Tage-Verweilgrenzen bestimmt (Bild 1). Befindet sich die Baustelle im Pumpverbotsbereich eines Werkes, wird dieses abgestellt. Hat sie den Abschnitt wieder verlassen, wird vorerst ein zweiwöchiger Probepumpbetrieb mit einem chemisch-bakteriologischen Kontrollprogramm aufgenommen. Mit der Beschränkung der Baustellenlänge auf jeweils 100 Meter ist garantiert, dass während der ganzen Bauzeit stets genügend Pumpwerke in Betrieb bleiben.

Überwachungsmassnahmen am Bau

Gefährdungen durch Störfälle werden durch ein Messstellennetz im Nahfeld der Baustelle (Emissionsmessnetz) erfasst. 63 rund zwanzig Meter tiefe, mit 6"-Filterrohren ausgestattete Überwachungspiezometer sind entlang der Baugrube platziert worden. Sie verteilen sich im Abstand von etwa 30 Metern nördlich der Projektachse, also im Abströmbereich der Baustelle, wo auch alle Pumpwerke liegen. Der mittlere Abstand zwischen zwei Piezometern beträgt rund 50 Meter respektive 25 Meter im Anströmbereich der Trinkwasserfassungen. Ein



mobiler Schadstoff, der bei der Baustelle ins Grundwasser gelangt, braucht zwischen einem und drei Tagen, bis er das Emissionsmessnetz passiert. Im Abströmbereich der jeweils aktiven Baustelle sind *wandernde Messketten* installiert worden. Es handelt sich um rund einen Meter unter der Grundwasseroberfläche liegende, permanente Messsonden. Sie erfassen Grundwasserstand, Grundwassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert. Diese Parameter werden zweimal täglich überprüft. Einmal wöchentlich werden Kohlenwasser-

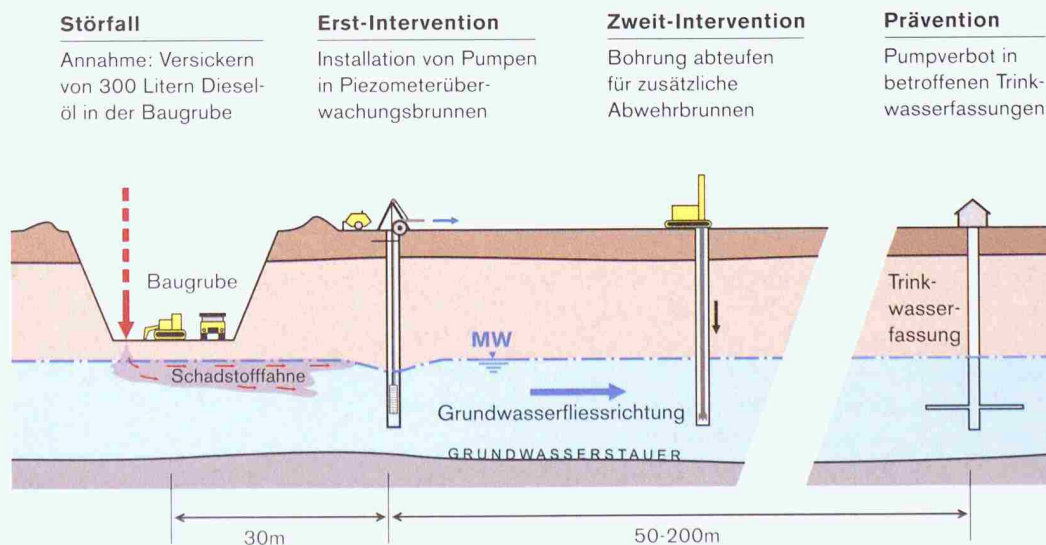
stoffanalysen durchgeführt, in speziellen Abschnitten zusätzlich CKW-Analysen.

Im Rahmen der vorsorglichen Beweissicherung werden auch die Pumpwerke durch ein so genanntes *Immissionsmessnetz* intensiv überwacht. Dieses erfasst die gleichen Leitparameter wie oben beschrieben.

Interventionen im Störfall

Tritt trotzdem ein Störfall ein (drohende oder erfolgte Versickerung einer grundwassergefährdenden Flüssigkeit), sind folgende Massnahmen geplant: Die Erstintervention (Einsatz von Ölbindern, Ausbaggern und Entsorgen von verunreinigtem Material) wird vom Unternehmer nach Vorgabe der Ölwehr durchgeführt. Für weitere Massnahmen ist dann der Sicherheitsexperte zuständig. Zum Beispiel die Anordnung besonderer Überwachungsmaßnahmen (Probenahmen und Analysen bei den Piezometern oder bei den Trinkwasserfassungen). Als weitere Massnahmen kommen in Frage: einerseits die Inbetriebnahme von Unterwasserpumpen in den Überwachungspiezometern und andererseits die Erstellung zusätzlicher Interventionsbrunnen zwischen der bestehenden Piezometerreihe und den Pumpwerken (Bild 2). Neben den technischen Vorkehrungen (zum Beispiel das Vorhalten des Materials) gehört die Personalschulung zu den wichtigsten Elementen der Vorsorge, weil richtiges Verhalten die meisten Unfälle vermeiden oder mindestens deren negative Auswirkungen stark reduzieren hilft. Deshalb wird das auf der Baustelle tätige Personal bezüglich Grundwasserschutz umfassend instruiert.

Um die Wirksamkeit der vorgesehenen Interventionen zu überprüfen, wurde eine *Störfallsimulation* mittels eines Färbversuchs durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass die Überwachungsbrunnenreihe im Nahfeld der Baustelle bei einem Unfall (der ohne Verzug ent-



2

Geländeschnitt mit Baustelle und Trinkwasserfassung. Bei einem Störfall (Beispiel: Versickerung von Dieselkraftstoff in der Baugrube) sind verschiedene Stufen von Interventionen vorgesehen

deckt und gemeldet wird) genügend wirksam ist, um das angestrebte Sicherheitsmass zu erreichen. Erfolgt der Einsatz bei den Überwachungspiezometern innerhalb von 48 Stunden nach dem Einsickern der Flüssigkeit, so ist die Rückholrate von «kontaminiertem» Grundwasser beim Einsatz leistungsfähiger Unterwasserpumpen (bis zu drei Stück mit je 800 l/min) sehr hoch. Werden bei einem Störfall trotz aller Abwehrbemühungen Trinkwasserfassungen verunreinigt, muss sichergestellt werden, dass die Versorgung der Bevölkerung trotzdem jederzeit gewährleistet ist. Das geschieht durch so genannte *Eventualmassnahmen*. Diese beinhalten die Entkeimung von verunreinigtem Wasser sowie die Beschaffung von Ersatzwasser.

Massnahmen während der Betriebsphase

Zur Verhinderung von Grundwasserverunreinigungen während der Betriebsphase sind bei der Konstruktion und Ausführung der Bauwerke zahlreiche Massnahmen eingeflossen:

Durch die Seitenwände der Grundwasserwannen ist sichergestellt, dass – wie im Tunnel selbst – bei einem Unfall alle Bahnwagen innerhalb der Betonkonstruktion bleiben. Diese ist wasserdicht ausgeführt, um ein Entweichen wassergefährdender Flüssigkeiten zu verhindern. Eine solche würde sich im Störfall an den beiden Tiefpunkten des Teilabschnittes ansammeln; dort sind Pumpen installiert, die so gesteuert sind, dass Tunnel und Wannens die Funktion von Retentionsbecken übernehmen, bis abgepumpt und fachgerecht entsorgt werden kann.

Wenn für Unterhaltsarbeiten der Gleisschotter entfernt wird und das Grundwasser gleichzeitig extremen Höchststand aufweist, ist im Bereich der Tiefpunkte Ost und West die Auftriebsicherheit der Grundwasserwannen nicht mehr gewährleistet. Für diesen Fall sind (im Normalfall wasserdicht verschlossene) Öffnungen vorgesehen, die ein Fluten der Wannens erlauben.

Die Böschungen werden durchgehend humusiert, die Bahnseitenwege mit einem dichten Belag versehen und an das Entwässerungssystem des Tunnels respektive der Wannens angeschlossen. Im Betriebszustand sind Beschaffenheit und Mächtigkeit der Bodenschichten von Bedeutung für die Grundwasserqualität. Es wird ein Gemisch aus Unter- und Oberboden mit einer mittleren Mächtigkeit von 40 cm eingebaut. Schliesslich wird am Böschungskopf der östlichen Grundwasserwanne ein Erddamm belassen, welcher verhindert, dass der Hochwasserentlastungskanal der Langete bei extremem Hochwasser in die Wanne überläuft.

Die Kosten

Von den gesamten Rohbaukosten, welche für den besprochenen Teilabschnitt rund 60 Millionen Franken betragen, mussten etwa 20% für den Grundwasserschutz eingesetzt werden. Davon wiederum fliessen 10 Millionen Franken in bauliche Massnahmen (Grundwasserwannens) und 2 Millionen Franken in die übrigen Vorkehrungen (Planung Sicherheitskonzept, Installation der Piezometer, Analysen, Überwachung, Personalschulung etc.). Alternative, die Grundwasserschutz-

zonen nicht tangierende Varianten der Linienführung hätten diese Kosten zwar eingespart, wären aber aus anderen Gründen (z.B. bergmännischer Tunnelbau) trotzdem teurer geworden.

Das Langenthaler Grundwasser ist bis anhin nicht beeinträchtigt worden. Der Aufwand für dessen nachhaltigen Schutz ist gross, aber unumgänglich, wenn das Risiko einer Verunreinigung auf ein akzeptierbares Mass gesenkt werden soll.

Peter Bobak, dipl. Ing., Abschnittsleiter SBB-Neubaustrecken, Langenthal, peter.pb.bobak@sbb.ch.
Federico Matousek, Dr. sc. nat. ETH, Geologe SIA/USIC/CHGEOL, Matousek, Baumann & Niggli AG, Baden, f.matousek@mbn.ch, Sicherheitsexperte Grundwasser. Indre Jain, dipl. Ing., Emch + Berger AG, Bern, indre.jain@emchberger.ch, Projektingenieur.

Rechtliche Situation

Das Erstellen von Bauten in der Grundwasserschutzzone S2 ist grundsätzlich verboten. Es besteht aber ein gewisser Spielraum, indem aus wichtigen Gründen eine Ausnahmegewilligung erteilt werden darf. Eine Gefährdung der Trinkwassernutzung muss jedoch ausgeschlossen werden können (GSchV, Anh. 4, Ziff. 222, Abs. 1). Für den Teilabschnitt Langenthal der Bahn 2000 wurde eine solche Bewilligung erteilt. Der Forderung nach dem Schutz des Trinkwassers muss mit der Schaffung eines Sicherheitskonzepts entsprochen werden. Dabei müssen sämtliche dem Stand der Technik entsprechenden und objektiv erforderlichen Massnahmen, welche eine Grundwasserverschmutzung verhindern können, ergriffen werden.