

ELEKTRIFIZIERUNG DER TAUNUSBAHN



ANTRAG AUF WASSERRECHTLICHE ERLAUBNIS FÜR EINGRIFFE IN DAS GRUNDWASSER ZUR HERSTELLUNG EINER STÜTZ- UND LÄRMSCHUTZWAND AUS BOHRPFÄHLEN, WEHRHEIM

Auftraggeber:



Verkehrsverband Hochtaunus (VHT)

Ludwig Erhard Anlage 1-5
61325 Bad Homburg v. d. Höhe

Bearbeiter:



DB Engineering & Consulting GmbH
Saonestraße 3
D-60528 Frankfurt am Main
Telefon: 069 – 265 46 136
E-Mail: anna.a.ehrhardt@deutschebahn.com

Auftragnehmer:

PG ELEKTRIFIZIERUNG
TAUNUSBAHN

PG Elektrifizierung Taunusbahn
c/o Schüßler-Plan
Ingenieurgesellschaft mbH
Lindleystraße 11
60314 Frankfurt

Frankfurt, den 08.04.2022

Frankfurt, den 08.04.2022

Unterschrift

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorhabenbeschreibung	3
2 Beschreibung der baulichen Maßnahme	3
2.1 Stützwand als Bohrpfahlwand	3
2.2 Lärmschutzwand auf Einzelbohrpfählen	4
3 Schutzmaßnahmen zur Vermeidung dem Aufstauen von Grundwasser	5
4 Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich qualitativer und quantitativer Auswirkungen auf das Grundwasser	5
4.1 Qualitative Auswirkungen	5
4.2 Quantitative Auswirkungen	6
5 Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach §§ 8, 9 & 10 ff. WHG im Zusammenhang mit der Errichtung eines Bauwerkes im Grundwasserbereich	9

1 Vorhabenbeschreibung

Der Verkehrsverband Hochtaunus plant, die Strecke der Taunusbahn so auszubauen, dass die S-Bahn von Frankfurt bis Usingen verkehren kann. Dafür muss die Strecke zwischen Friedrichsdorf und Usingen mit einer Oberleitung ausgestattet (elektrifiziert) werden. Eigentümer der Eisenbahninfrastruktur ist der Verkehrsverband Hochtaunus (VHT), Betreiberin der Infrastruktur ist derzeit die HLB Basis AG.

Zwischen den Bahnhöfen Saalburg und Wehrheim wird ein zweigleisiger Begegnungsabschnitt gebaut. Dieser Begegnungsabschnitt ist zur Umsetzung des geplanten Betriebskonzepts und zur Gewährleistung der Fahrplanstabilität betrieblich notwendig. Der neue zweigleisige Abschnitt hat eine Länge von ca. 2,0 km.

Zur Realisierung der Streckenführung im 2-gleisigen Bereich zwischen Wehrheim und Saalburg werden in Teilbereichen Stützwände notwendig.

Im Bereich Wehrheim ist zur Stützung des Bahndamms zur tiefer liegenden Straße eine Fangedammkonstruktion teils aus Spundwänden, teils aus Bohrpfahlwänden geplant.

Darüber hinaus wird im Anschluss der Stützwand zur Minimierung der Lärmemissionen eine Lärmschutzwand geplant. Die Lärmschutzwand wird auf Einzelbohrpfählen gegründet.

Nachfolgend werden alle Eingriffe in das Grundwasser infolge der Bohrpfahle, beschrieben und in zusätzlich beigefügter Planunterlage dargestellt. Die Eingriffe der Spundwand in das Grundwasser sind Bestandteile eines gesonderten Antrages.

2 Beschreibung der baulichen Maßnahme

2.1 Stützwand als Bohrpfahlwand

Direkt im Anschluss an die EÜ in Bahn-km 8,804 über den Bizzenbach und die parallel verlaufende Köpperner Straße liegt die Bahn im Bestand in Dammlage. Hier wird bahnrechts eine Stützwand von ca. 170 m Länge und ca. 1,50 m – 3,80 m Höhe zur Abfangung des Bahnkörpers gegenüber der tiefer liegenden Köpperner Straße errichtet. Bahnlinks wird eine Stützwand von ca. 156 m Länge und ca. 2,50 m – 4,30 m Höhe zur Abfangung des Bahnkörpers gegenüber der tiefer liegenden Straße „Am Hasenpfad“ gebaut. Die Stützwände werden auf den ersten ca. 90 m als Spundwände mit Kopfbalken ausgeführt. Danach erfolgt für die restlichen ca. 80 m ein Systemwechsel auf Bohrpfahlwände mit Kopfbalken. Um die Verformungen im vom Regelwerk vorgeschriebenen Bereich zu halten, werden die

Stützwände auf einer Länge von ca. 135 m gegeneinander mit dauerhaften Zugankern verbunden, sodass eine Fangedammkonstruktion entsteht.

Gegenstand des vorliegenden Antrages ist nur die genannte Bohrpfahlwand.

Die Bohrpfahlwand besteht aus "tangierenden" Einzelpfählen, welche über einen Kopfbalken aus Stahlbeton zusammengehalten werden. Die Einzelpfähle werden im lichten Abstand von $a = 2 \text{ cm}$ nebeneinander hergestellt. Zur Einhaltung des Rastermaßes wird im Vorfeld eine Bohrschablone errichtet. In Summe sollen $153+141 = 294$ Bohrpfähle hergestellt werden.

Alle ca. 10 m wird aufgrund einer Raumfuge im Kopfbalken der Rasterabstand zweier Bohrpfähle auf das lichte Maß von ca. 12 cm vergrößert.

Die Einbindetiefen der Bohrpfähle reichen bis zum Horizont 297,50 m ü. NN und haben damit eine Einbindetiefe bis zu 6,0 m in den anstehenden Baugrund (vgl. Anlage 1, Querschnitt der Bohrpfahlwand). Gemäß der vorliegenden Baugrundaufschlüsse greift die Bohrpfahlwand in das anstehende Grundwasser ein.

Die Bohrpfahlwand wird aus Ortbetonpfählen vom Bahndamm aus hergestellt. Dazu wird eine verrohrte Bohrung in den anstehenden Baugrund abgeteuft. Nach Erreichen der Endtiefe wird mittels Contractor - Verfahren das Bohrloch ausbetoniert. Mit dem fortschreitenden Betonierfortschritt wird die Verrohrung langsam gezogen. Das möglicherweise anstehende Grundwasser im Bohrloch wird mit dem Betonieviorgang kontinuierlich abgepumpt und nach Filterung der Vorflut zugeführt.

2.2 Lärmschutzwand auf Einzelbohrpfählen

In den Anschlussbereichen der Stützwand werden gem. angefertigten Schallschutzgutachten Lärmschutzwände notwendig. Dazu wird östlich der Stützwand eine Lärmschutzwand mit der Länge von ca. 54 m entlang der Bahntrasse bahnlinks angeordnet. Am südlichen Ende der Stützwand wird über einen Bereich mit der Länge von ca. 139 m bahnlinks und 118 m bahnrechts ebenfalls eine Lärmschutzwand erforderlich. In Summe Sollen hierbei 70 Bohrpfähle erstellt werden.

Die Lärmschutzwand besteht aus hochabsorbierenden Wandelementen, die an den Lärmschutzwandpfosten befestigt sind. Die Pfosten werden im Raster von ca. 5,0 m angeordnet und sind auf Einzelbohrpfählen gegründet. Die Einzelbohrpfähle und reichen bis zum

Horizont 300,00 m ü. NN in den anstehenden Baugrund (vgl. Anlage 3). Gemäß der vorliegenden Baugrundaufschlüsse greifen die Einzelbohrpfähle damit in das anstehende Grundwasser ein.

Die Einzelbohrpfähle werden analog zur Stützwand aus Ortbetonpfählen im Contractor - Verfahren hergestellt. Dazu wird eine verrohrte Bohrung in den anstehenden Baugrund abgeteuft. Auch hier wird möglicherweise anstehendes Grundwasser im Bohrloch mit dem Betoniervorgang kontinuierlich abgepumpt und abgeführt. Für das gewählte Verfahren der Grundwasserabführung (Einleitung in den städtischen Kanal, Einleitung in die Vorflut, Abfuhr, etc.) wird ggf. eine Einleitgenehmigung durch den ausführenden Bau AN vor der Bauausführung beantragt.

3 Schutzmaßnahmen zur Vermeidung dem Aufstauen von Grundwasser

Es werden folgende Schutzmaßnahmen zur Erlangung einer Durchlässigkeit der Bohrspfahlwand und somit zur Verhinderung eines möglichen Aufstauens von Grundwasser getroffen:

- Zwischen jedem Bohrspfahl wird planmäßig ein Spalt von 2 cm vorgesehen. Somit ist eine hydraulische Durchlässigkeit entlang eines jeden Bohrspahls gewährleistet.
- Alle ca. 10 m wird der lichte Abstand zwischen den Bohrspfählen auf ca. 12 cm erhöht. Dadurch wird die Durchlässigkeit der Bohrspfahlwand nochmals deutlich erhöht.

4 Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich qualitativer und quantitativer Auswirkungen auf das Grundwasser

4.1 Qualitative Auswirkungen

Das betrachtete Untersuchungsgebiet befindet sich in keiner Trinkwasserschutzzone. Durch das Einbringen von Bohrspfählen kann es zu einer temporären pH-Wert-Erhöhung im Abstrombereich kommen, während der Beton aushärtet. Zusätzlich können in einigen Betonarten Schwermetalle und andere Zusatzstoffe beinhaltet sein. Es werden hierbei lediglich primäre Bauprodukte verwendet, welche den jeweiligen DIN-Normen entsprechend - als unbedenklich geltende Ausgangsstoffe eingestuft sind, so ist eine Umweltverträglichkeit sichergestellt (DAfStb 2010). Eine Zulassung der eingesetzten Materialien ist auf den Grundlagen der so genannten Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten

auf Boden und Grundwasser (DIBt 2011) erfolgt, welche unter Berücksichtigung von aktuellen Studien sowie den bodenschutz-, wasser- und abfallrechtlichen Gesetzen, Normen und Richtlinien (hier insbes. LAWA 2016) entwickelt wurde. Zusatzstoffe, welche keine allgemeine Zulassung haben, wie z. B. Flugasche, sind nicht zu verwenden. In diesem Rahmen ist die DIBt 2017 zu beachten, welche die Grenzwerte für Zuschlagstoffe definiert. Dies wird durch die Umweltfachliche BÜW sichergestellt. Studien legen nahe, dass es zu einer Auslaugung, in der der Frischbetonphase kommen kann. Als relevant zeigten sich hierbei die Parameter Chrom und Vanadium. Hierbei ist jedoch die deutsche Umsetzung der EU-Richtlinie 2003/53/EG zu beachten. Hier dürfen seit 2005 lediglich chromatarme Zement- und zementhaltiger Produkte verwendet werden ($< 2 \text{ mg/kg Chromat}$, Achte Verordnung zur Änderung chemikalienrechtlicher Verordnungen vom 25.02.2004). Bedingt durch die geringen Abstandsgeschwindigkeiten, ist nicht davon auszugehen, dass hier ein größeres Grundwasservolumen betroffen ist. Bei Einhaltung der o. g. Gesetze, Normen und Richtlinien kann aus gutachterlicher Sicht eine Auswirkung auf den GWK als gering betrachtet werden. Das entnommene Grundwasser wird gem. den Vorgaben der zuständigen Stelle, an welcher eingeleitet wird, aufbereitet.

4.2 Quantitative Auswirkungen

Es erfolgt lediglich eine Entnahme von Grundwasser während der Herstellung der Bohrpfähle für die Stütz- und Lärmschutzwand. Das geförderte Wasser soll indirekt eingeleitet werden. Hierbei ergibt sich ein zu entnehmendes Volumen (Stützwand (ca. 554 m^3) + Schallschutzwand (ca. 16 m^3) von ca. 570 m^3 (je Bohrpfahl eine Wassersäule von $2,4 \text{ m}$ bzw. $0,3 \text{ m} = 2,4 \text{ m}$ bzw. $0,3 \text{ m} \times \pi \times 0,5^2 \approx 1,9 \text{ m}^3$ bzw. $0,2 \text{ m}^3$). Da das Grundwasser zur Trinkwasserversorgung hauptsächlich aus dem Bereich der Quarzit entnommen wird, ist nicht von einer quantitativen Beeinflussung der Trinkwasserversorgung auszugehen. Da hier die maximalen Grundwasserstände betrachtet wurden (Ruhewasserspiegel), werden die zu entnehmenden Wassermengen sehr wahrscheinlich geringer ausfallen. In diesem Rahmen ist zu beachten, dass das Grundwasser in bestehenden Bohrungen im Bereich des TWSG „Hutfabrik“ nicht unmittelbar angeschnitten wurde. Es dauerte teilweise 1-2 Tage, bis die GWM mit Wasser gesättigt war.

Für die Berechnung eines möglichen Grundwasseranstiegs bzw. einer möglichen Grundwasserabsenkung gibt es zwei unterschiedliche Herangehensweisen. Zum einen kann eine analytische Lösung und zum anderen ein numerisches Verfahren verwendet werden. Für

den hier vorliegenden Antrag wurde ein analytischer Berechnungsansatz verwendet. SCHNEIDER beschäftigte sich in zahlreichen Veröffentlichungen mit dem Aufstau von Grundwasser bedingt durch grundwassersperrende Bauwerke. Abgeleitet wurden die Gleichungen zu den Berechnungen der Aufstauhöhe mit Hilfe der Theorie der konformen Abbildung. Durch die Aufteilung des räumlichen Strömungsvorganges in die beiden Teile Unter- bzw. Umströmung und der letztlichen Überlagerung dieser beiden Komponenten ist es nach SCHNEIDER möglich, verschiedene Berechnungsansätze für beide Strömungsvorgänge anzusetzen.

Mit Hilfe der Eingangsparameter (hydraulischer Gradient, Anströmungswinkel, Bauwerksbreite, hydraulische Durchlässigkeit, wassererfüllte Aquifermächtigkeit und Unterströmungsmächtigkeit) kann nach SCHNEIDER die Wasserspiegeländerung vor einer Spundwand berechnet werden. Diese setzt sich aus den beiden Komponenten Umströmung und Unterströmung zusammen und wird im Einzelnen berechnet. Für die reine Umströmung folgt:

$$\Delta h_{um} = \frac{i * \cos \vartheta * \sqrt{2}}{2} * \sqrt{\sqrt{(x^2 - y^2 + t^2)^2 + 4 * x^2 * y^2} + x^2 - y^2 + t^2} - i * x * \cos \vartheta$$

mit,

i	= hydraulischer Gradient	[-],
ϑ	= Anströmungswinkel des Grundwassers	[°],
t	= halbe Bauwerksbreite	[m],
y	= Koordinate	[m].

Die Komponente Unterströmung wird wie folgt berechnet:

$$\Delta h_{unterstr} = \pm \frac{i * \cos \vartheta * 2 * H * k_f}{\pi * k_0} * \ln \left[\sin \left[\frac{\pi * a}{2 * (H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)} \right] \right] + \Delta h_B$$

mit,

k_f	= Durchlässigkeitsbeiwert GWL horizontal	[m/s],
k_0	= Durchlässigkeitsbeiwert GWL vertikal	[m/s],
a	= Restmächtigkeit des Aquifers unter Bauwerk	[m],
H	= Wassererfüllte Mächtigkeit des Aquifers	[m].

Der Druckhöhenverlust (Δh_B) und die Wasserspiegelanhebung ($\Delta h_{0,B}$) können hierbei wie folgt bestimmt werden.

$$\Delta h_B = i * \cos \vartheta * \left[\frac{H * k_f}{a * k_B} - 1 \right] * \frac{B}{2}$$

mit,

B = Bauwerklänge in Fließrichtung

[m]

k_B = Durchlässigkeitsbeiwert unter Bauwerk

[m/s].

Für Wasserspiegelanhebung wird in einem ersten Schritt $\Delta h_{0,B}$ gleich 0 gesetzt und das Ergebnis ermittelt. In einem nächsten Schritt wird iterativ mit den Ergebnissen weiter gerechnet, bis $\Delta h_{0,B}$ konvergiert.

$$\Delta h_{0,B} = \pm \frac{i * \cos \vartheta * 2 * H * a}{\pi * k_0} * \ln \frac{1 + \cos \frac{\pi * a}{2 * (H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)}}{\sin \frac{\pi * a}{2 * (H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)}}$$

Mit den beiden bestimmten Stauhöhen aus Umströmung und Unterströmung ist es möglich eine Grundwasserspiegeländerung für das gesamte Objekt zu berechnen. Die beiden Stauhöhen können, ähnlich einem elektrischen System, mit zwei parallel geschalteten Widerständen, behandelt werden und es folgt:

$$\frac{1}{\Delta h} = \frac{1}{\Delta h_{umstr}} + \frac{1}{\Delta h_{unterstr}}$$

Auf Basis der oben genannten Grundlagen wurde eine erste „worst-case“-Berechnung mit folgenden Annahmen getroffen. Hierbei wurde lediglich die Bohrpfahlwand näher betrachtet, da diese Öffnungen zwischen den einzelnen Bohrpfählen aufweist. Die beiden Stützwände verlaufen parallel bahnlinks und bahnrechts. Im hier vorliegenden Antrag wird nur eine Bahnseite zur Berechnung angesetzt. Die Spundwand wird in einem separaten Antrag betrachtet.

- keine Unterströmung
- Grundwasserfließen senkrecht zu Bauwerk
- durchgängige Bohrpfahlwand ohne Spalt
- hydraulische Gradient: 0,005 [-]
- halbe Bauwerkslänge: 85 [m]
- k_{f, hor} r: 1*10⁻⁷ [m/s]
- k_{f, vert} r: 1*10⁻⁶ [m/s]

Mit den oben genannten Parametern ergibt sich in der Mitte der Bohrpfahlwand (Stützwand) ein Aufstau von ca. 14,1 cm. Im Schattenbereich ergibt sich eine Absenkung von ca. 14,1 cm. Für die Bohrpfähle ergibt sich bei einer Gesamtlänge von 100 m ein Aufstau bzw. Absenkung von ca. 17,1 cm. Da alle 10 m eine größere Fuge von 12 cm vorgesehen ist, wurde zusätzlich eine Berechnung mit den o. g. Parametern und der entsprechenden Länge durchgeführt. Hierbei ergibt sich ein mittiger Aufstau von ca. 2 cm im Bereich der betrachteten 10 m. Dabei ist zu beachten, dass dieser exponentiell zu den Seiten hin abnimmt. Bedingt durch die 12 cm breite Öffnung kommt es zu einer Minderung der maximalen Aufstauhöhe / Absenkungen. In dieser Berechnung ist weiterhin nicht berücksichtigt, dass zwischen jedem Bohrpfahl ein ca. 2 cm großer Spalt vorhanden ist. Hierdurch kommt es zu einer weiteren Minimierung eines möglichen Aufstaus. Bei einer Betrachtung der nahe angrenzenden GWM mit der IFD 9403, zeigt sich ein GW-Schwankungsbereich von ca. 4 m. Bei einem Aufstau von ca. 2 cm ergäbe sich ein Delta von 2%.

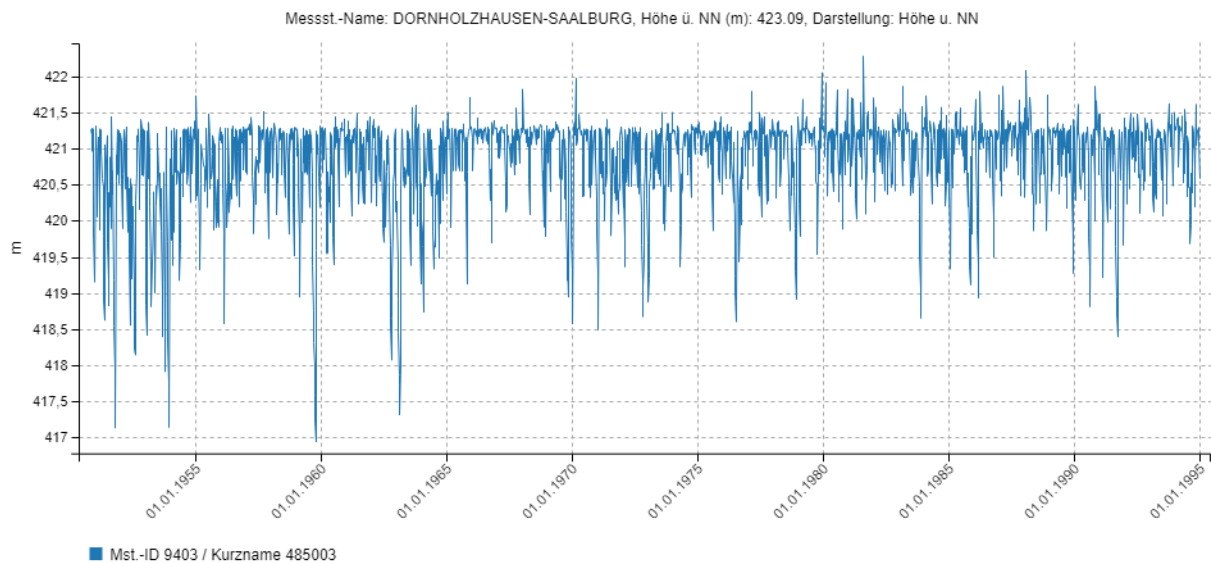


Abbildung 1: Ganglinie der GWM ID 9403, <https://lgd.hessen.de/mapapps/resources/apps/lgd/index.html?lang=de>, Aufruf am 12.03.2022.

5 Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach §§ 8, 9 & 10 ff. WHG im Zusammenhang mit der Errichtung eines Bauwerkes im Grundwasserbereich

Hiermit beantragt die Planungsgemeinschaft Elektrifizierung Taunusbahn im Auftrag des VHT (Verkehrsverband Hochtaunus), das Einbringen von 294 Bohrpfählen in den Untergrund zur Herstellung einer Stützwand im Bereich Wehrheim und 70 Bohrpfählen als Gründung der Lärmschutzwandpfosten, u. a. gemäß § 49 WHG „Erdaufschlüsse“ (Errichten von Bohrpfählen) und der Entnahme von gefangenem Grundwasser.