

ELEKTRIFIZIERUNG DER TAUNUSBAHN



ANTRAG AUF WASSERRECHTLICHE ERLAUBNIS FÜR EINGRIFFE IN DAS GRUNDWASSER ZUR HERSTELLUNG EINER BAUGRUBE UND LÄRMSCHUTZWAND DURCH SPUNDWÄNDE, 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 Spundwandkonstruktion	3
2.2 Temporärer Spundwandverbau für EÜ Bizzenbach	4
3 Schutzmaßnahmen zur Vermeidung dem Aufstauen von Grundwasser	5
3.1 Stützwand als Spundwandkonstruktion	5
3.2 Temporärer Spundwandverbau für EÜ Bizzenbach	6
4 Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich qualitativer und quantitativer Auswirkungen auf das Grundwasser	6
4.1 Qualitative Auswirkungen	6
4.2 Quantitative Auswirkungen	7
5 Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach §§ 8, 9 & 10 ff. WHG im Zusammenhang mit der Errichtung eines Bauwerkes im Grundwasserbereich	10

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 an die Stützwand die Eisenbahnüberführung „EÜ Bizzenbach“ neugebaut. Für den Neubau der Eisenbahnüberführung werden temporäre Spundwandverbauten notwendig.

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

2 Beschreibung der baulichen Maßnahme

2.1 Stützwand als Spundwandkonstruktion

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 Spundwand.

Die Spundbohlen bestehen aus Stahl – Trapezprofilen und erhalten im Vorfeld einen Korrosionsschutz gem. ZTV-ING Teil 4-3.

Die einzelnen Spundbohlen sind miteinander durch ineinandergreifende Schlösser verbunden, sodass eine geschlossene Wand entsteht. Die Spundwand wird im Einbindebereich nicht als wasserdichte Konstruktion ausgebildet. Die Schlösser erhalten dementsprechend keine Abdichtung und weisen somit eine hydraulische Durchlässigkeit auf.

Aufgrund der anstehenden Geologie, speziell des verwitterten Fels, werden für das Einbringverfahren Austauschbohrungen notwendig. Diese werden als überschnittene Bohrungen verrohrt ausgeführt. Anschließend werden die Spundbohlen mittels Vibrationsverfahren in den ausgetauschten Boden eingebracht.

Die Einbindetiefen der Spundbohlen reichen bis zum Horizont 300 m ü. NN und haben damit eine Einbindetiefe bis zu 8,0 m in den anstehenden Baugrund (vgl. Anlage 1, Querschnitt der Spundwand). Gemäß der vorliegenden Baugrundaufschlüsse greift die Spundwand damit nicht in das anstehende Grundwasser ein. Da das Grundwasser jedoch Schwankungen unterliegt wird von einem möglichen Einbinden der Spundbohlen in das Grundwasser ausgegangen.

2.2 Temporärer Spundwandverbau für EÜ Bizzenbach

Als Folge des 2-gleisigen Ausbaus zwischen Wehrheim und Saalburg muss auch die vorhandene Eisenbahnüberführung im Anschlussbereich der Stützwand Wehrheim abgebrochen und neu gebaut werden.

Für die Herstellung der neuen Gründungskörper der Eisenbahnüberführung wird eine temporärer Verbau notwendig.

Da sich die Baugrubensohle unterhalb des erkundeten Grundwasser befindet wird für jedes Widerlager der Brücke, sowie für die abgehende Flügelwand ein wasserdichter Spundwandkasten vorgesehen.

Die Spundwandkästen haben folgende Abmessungen:

Spundwandkasten West: ca. 5,50 m x 13,00 m = 72 m²

Spundwandkasten Ost 1: ca. 8,50 m x 19,00 m = 162 m²

Spundwandkasten Ost 2: ca. 6,50 m x 17,50 m = 114 m²

Die einzelnen Spundbohlen sind miteinander durch ineinandergreifende Schlösser verbunden, sodass eine geschlossene Wand entsteht. Um eine Wasserdichtigkeit auch im Einbindebereich der Spundbohlen zu gewährleisten, erhalten die Spundwandschlösser eine vollflächige Abdichtung.

Um ein Hineinströmen von Grundwasser durch die Baugrubensohle zu vermeiden, müssen die Spundwandkästen bis in den natürlichen Wasserstauer der Schicht 4.3 bzw. 5.3 einbinden. Die Spundwandkästen ragen somit bis zur Höhenkote von 293,00 m ü. NN in den Baugrund. Das in der Baugrube vorhandene Wasser wird während dem Baugrubenaushub abgepumpt.

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.

Nach der Baumaßnahme werden die Spundwände 0,8 m unterhalb GOK abgebrannt. Die restlichen Teile Spundwand verbleiben im Baugrund.

3 Schutzmaßnahmen zur Vermeidung dem Aufstauen von Grundwasser

3.1 Stützwand als Spundwandkonstruktion

Im Bereich der Stützwand werden folgende Schutzmaßnahmen zur Erlangung einer Durchlässigkeit der Spundwand und somit zur Verhinderung eines möglichen Aufstauens von Grundwasser getroffen:

- Die Schlösser der Spundwand werden im Einbindebereich nicht abgedichtet. Somit wird eine Wasserläufigkeit entlang jeder einzelnen Spundbohle gewährleistet. Die einzelnen Spundbohlen weisen eine max. Breite von 0,6 m auf. Somit ist alle 60 cm eine hydraulische Durchlässigkeit vorhanden.
- Die Spundwandbohlen erhalten im Einbindebereich Sickerschlitze in den Stegbereichen der Spundwandprofile. Durch die Sickerschlitze in den Spundbohlen wird zusätzlich eine weitere hydraulische Durchlässigkeit geschaffen.

3.2 Temporärer Spundwandverbau für EÜ Bizenbach

Für die Herstellung der Gründung des Bauwerks EÜ Bizenbach wird eine „trockene“ Baugrube notwendig. Hierzu ist es erforderlich, dass die Spundwandkästen planmäßig eine Wasserdichtigkeit aufweisen.

Um einen Aufstau in den angrenzenden Bereichen gering zu halten, wurden die Spundwandkästen in Ihrer Flächenausdehnung so klein wie möglich geplant. Die Spundwandkästen weisen eine Gesamtgrundfläche von ca. 350 m² auf.

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

4.1 Qualitative Auswirkungen

Das betrachtete Untersuchungsgebiet befindet sich in keiner Trinkwasserschutzzone. Bedingt durch die Grundwasserschwankungsbreite kann der obere Teil der Spundwand in Grundwasser- und Sauerstoffkontakt kommen. Je nach Sättigungsindizes des Grundwassers, kann es zu einer Lösung des Eisens kommen. Untersuchungen zu Spundwänden in Häfen und an Wasserstraßen zeigen Korrosionsraten zwischen 0 bis 4 mm im Bereich der Unterwasserzone. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Randbedingungen stark divergieren (Wasserchemismus, Sauerstoffsättigung, Volumenaustausch, Fließgeschwindigkeiten; BAWEmpfehlung Spundwanddickenmessungen in Häfen und an Wasserstraßen: Grundlagen, Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation (ESM), 2017). Bedingt durch das Einbringen der Spundwände kann es, je nach Grundwasserzusammensetzung daher zu einer Erhöhung der gelösten Eisenkonzentrationen kommen. Diese wird aus gutachterlicher Sicht als sehr gering eingeordnet, womit durch das Einbringen von Spundwänden von keiner qualitativen Verschlechterung ausgegangen werden kann.

4.2 Quantitative Auswirkungen

Es erfolgt lediglich eine Entnahme von gefangenem Grundwasser während der Herstellung der Baugrube an der EÜ Bizzenbach. Das geförderte Wasser soll indirekt eingeleitet werden. Im Aufschluss konnte ein Wasseranschnitt bei 2,7 m unter GOK angetroffen werden (300,15 m NHN). Der tiefste Punkt der Baugrubensohle liegt bei ca. 299,15 m NHN plus einen Freibord von ca. 30 cm (ca. 298,85). Hierbei ergibt sich ein zu entnehmendes Volumen von 455 m³ (Grundfläche 350 m³ * 1,3 m Wassersäule). 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 Wasserstände 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. Je nach Bauablauf und saisonalem Grundwasserstand kann dies dazu führen, dass kein Grundwasser entnommen werden muss.

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 Baugrube näher betrachtet, da diese umfangreicher in Länge und Tiefe ist.

- keine Unterströmung
- Grundwasserfließen senkrecht zu Bauwerk
- durchgängige Bohrpfahlwand ohne Spalt
- hydraulische Gradient: 0,005 [-]
- halbe Bauwerkslänge: 45 [m]
- $k_{f, \text{hor}}$: $1 \cdot 10^{-7}$ [m/s]
- $k_{f, \text{vert}}$: $1 \cdot 10^{-6}$ [m/s]

Mit den oben genannten Parametern ergibt sich mittig der Stützwand (bestehend aus Spundwänden) ein Aufstau von ca. 15,9 cm. Im Schattenbereich ergibt sich eine Absenkung von ca. 15,9 cm. Im Bereich der Baugruben wird dieser Aufstau bzw. Absenkung geringer ausfallen, da die maximale Länge bei ca. 19 m beträgt.

Dabei ist in beiden Fällen zu beachten, dass der Aufstau bzw. die Absenkung exponentiell zu den Seiten hin abnimmt. In dieser Berechnung ist weiterhin nicht berücksichtigt, dass zwischen den Spundbohlen kein wasserdichtes Schloss verbaut wird. Ein gewisser leakage-Faktor ist somit vorhanden. 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. 16 cm ergäbe sich ein Delta von 8 %.

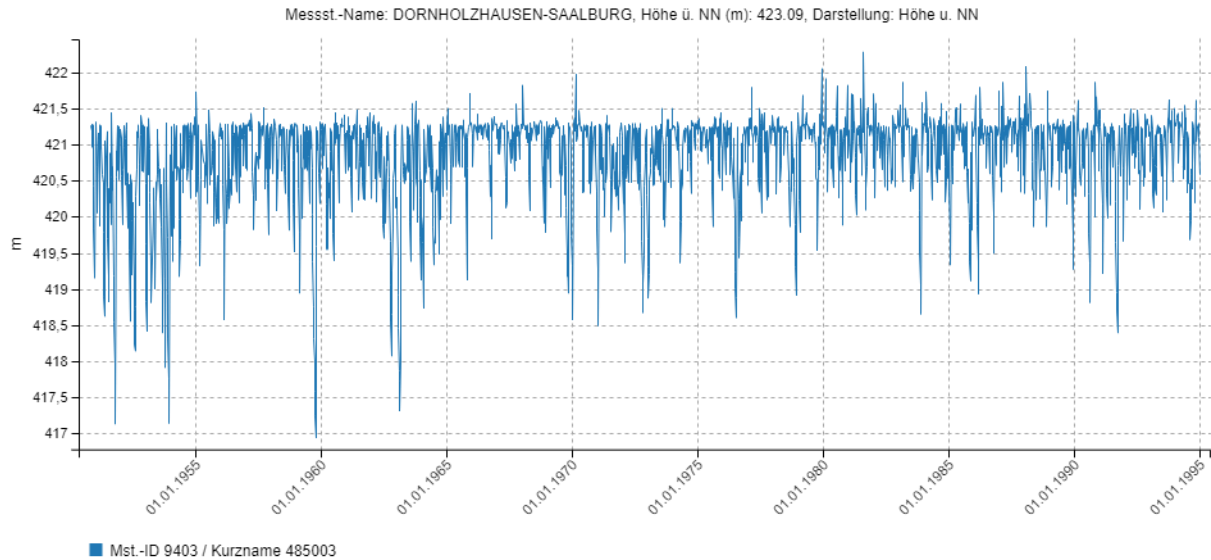


Abbildung 1: Ganglinie der GWM ID 9403, <https://lgd.hessen.de/mapapps/resources/apps/lgd/index.html?lang=de>, Aufruf am 12.03.2022.

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.