

ELEKTRIFIZIERUNG DER TAUNUSBAHN



ANTRAG AUF WASSERRECHTLICHE ERLAUBNIS FÜR EINGRIFFE IN DAS GRUNDWASSER ZUR HERSTELLUNG EINER STÜTZWAND DURCH SPUNDWÄNDE, USINGEN

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
3	Schutzmaßnahmen zur Vermeidung dem Aufstauen von Grundwasser	4
4	Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich qualitativer und quantitativer Auswirkungen auf das Grundwasser	4
4.1	Qualitative Auswirkungen	4
4.2	Quantitative Auswirkungen	5
5	Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach §§ 8, 9 & 10 ff. WHG im Zusammenhang mit der Errichtung eines Bauwerkes im Grundwasserbereich	8

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.

Da das Gleisfeld in Usingen durch die Ergänzung des Gleises 56 in Richtung anstehende Geländeböschung erweitert wird, wird im Bahnhof Usingen südlich von Gleis 56 eine Stützwand zur Abfangung der unterschiedlichen Geländehöhen erforderlich.

Die Stützwand soll als Spundwand mit Kopfbalken ausgeführt werden.

Nachfolgend werden alle Eingriffe in das Grundwasser infolge der Spundwandkonstruktion in Usingen, beschrieben und in zusätzlich beigefügter Planunterlage dargestellt (vgl. Anlage 1, Bauwerksplan Stützwand).

2 Beschreibung der baulichen Maßnahme

Südlich des Gleises 56 am Bahnhof Usingen wird eine ca. 150m lange Stützwand zur Stützung des höher liegenden Gewerbegebietes errichtet. Die Stützwand variiert in Ihrer Höhe und hat eine maximale Höhe über Geländeoberkante von bis zu rd. 4,70 m.

Sie wird als Spundwand mit rückverankertem Kopfbalken ausgeführt. Dabei greifen die Anker auf einer Länge von rd. 70 m oberflächennah in den Baugrund ein.

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 von ca. 295 ü. mNN und haben damit eine Einbindetiefe bis zu 4,0 m in den anstehenden Baugrund (vgl. Anlage 1, Bauwerksplan Stützwand). 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.

3 Schutzmaßnahmen zur Vermeidung dem Aufstauen von Grundwasser

Es 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.

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 keine Entnahme von Grundwasser während der Stützwandherstellung, womit es in diesem Bereich zu keinen quantitativen Auswirkungen kommt.

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:

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

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	= Bauwerkklänge 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:

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

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 Bohrfahlwand ohne Spalt
- hydraulische Gradient: 0,002 [-]
- halbe Bauwerkslänge: 75 [m]
- $k_{f, \text{hor}} r: 1 \cdot 10^{-7} \text{ [m/s]}$
- $k_{f, \text{vert}} r: 1 \cdot 10^{-6} \text{ [m/s]}$

Mit den oben genannten Parametern ergibt sich mittig der Stützwand (bestehend aus Spundwänden) ein Aufstau von ca. 10,6 cm. Im Schattenbereich ergibt sich eine Absenkung von ca. 10,6 cm. 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. In lediglich 4 Aufschlüssen im Bereich Usingen konnte eine Wasseranschnitt angetroffen werden, somit es sich entweder um Schicht- oder Kluftwasser handelt. Bei einer Betrachtung der nahe angrenzenden GWM mit der IFD 9403, zeigt sich ein GW-Schwankungsbereich von ca. 1,55 m. Bei einem Aufstau von ca. 10,6 cm ergäbe sich ein Delta von ca. 7 %.

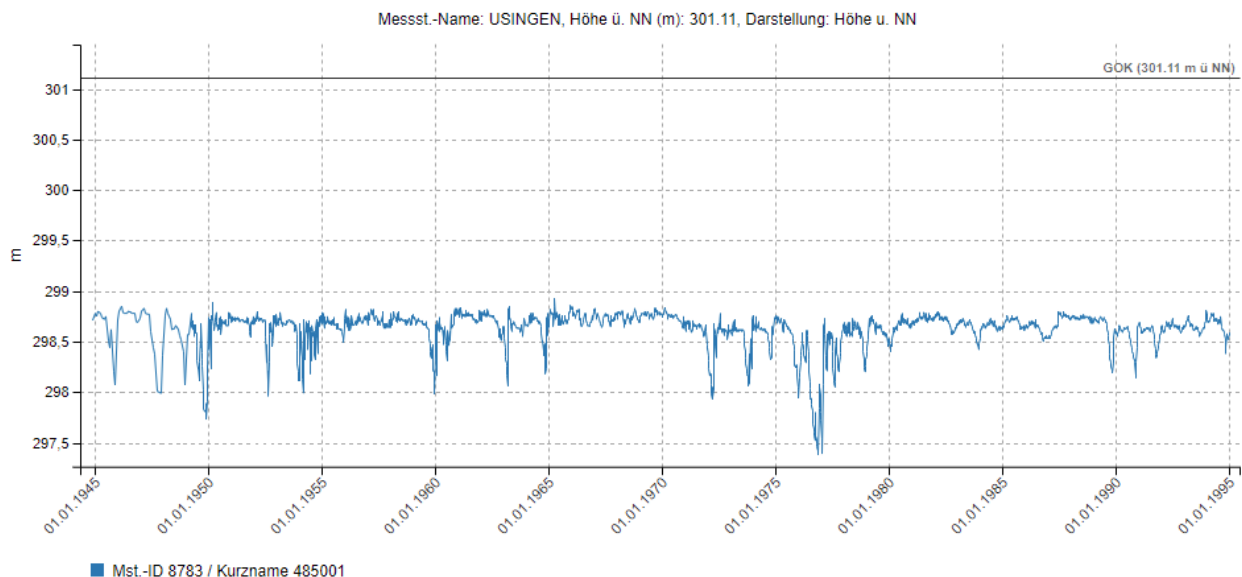


Abbildung 1: Ganglinie der GWM ID 8783, <https://lfd.hessen.de/mapapps/resources/apps/lfd/index.html?lang=de>, Aufruf am 07.04.2022.

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 Spundwänden in den Untergrund aus einer Länge von 150 m zur Herstellung einer Stützwand im Bereich Usingen.