Unterlage 5-3

Planfeststellungsverfahren

Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke
und
Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals
NOK-Km 93,2 – 94,2

Zusammenfassende hydrogeologische Stellungnahme

VORHABENTRÄGER:

WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT KIEL-HOLTENAU
SCHLEUSENINSEL 2
24159 KIEL-HOLTENAU

WSV.de
Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

VERFASSER:

Bundesanstalt für Wasserbau [BAW]

Stand: 18.03.2015

Kurze Erläuterung

In 2013 wurde für das Vorhaben Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke und dem Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals ein Hydrogeologisches Gutachten erstellt (vgl. Ordner 6, Unterlage 6-8), in dem Aussagen zu den maßnahmenbedingten Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und Angaben zu den sogenannten Bemessungswasserständen getroffen wurden. Grundlage für die Gutachtenerstellung war der damalige Planungsstand. In der Zwischenzeit ergaben sich Änderungen in der Planung, so dass die in 2013 erstellten Prognosen der maßnahmenbedingten Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse sowie die charakteristischen Grundwasserstände für die Bemessung an die neue Planung angepasst werden müssen.
In der vorliegenden Stellungnahme aus dem Jahr 2015 werden Aussagen zu den maßnahmenbedingten Auswirkungen und den anzusetzenden charakteristischen getroffen.

Die Unterlage gliedert sich wie folgt:

Stellungnahme

Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Bundesanstalt für Wasserbau · Wedeler Landstr. 157 · 22559 Hamburg

Planungsgruppe für den Ausbau
des Nord-Ostsee-Kanals beim
Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel Holtenau
Schleuseninsel 2
24159 Kiel

Ansprechpartner/in:
Dr.-Ing. Thomas Nuber
Geschäftszeichen:
A 395 501 10286
Telefon: +49 (0)40 81908-395
Telefax: +49 (0)40 81908- 373
thomas.nuber@baw.de
www.baw.de

Ihr Zeichen:

Datum: 18.3.2015

Ersatzneubau Levensauer Hochbrücke
Maßnahmenbedingte Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse und Angaben zu den charakteristischen Grundwasserständen für die einzelnen Bemessungssituationen

[1] KED-Ingenieure Hamburg; Ersatzneubau Levensauer Hochbrücke, Hydrogeologisches Gutachten, Juli 2013

[2] Email von Herrn Jansen (WSA Kiel-Holtenau) an Herrn Türk (WKC), Betreff: Bemessungswasserstände, vom 20.1.2015

[3] BAW-Gutachten: Anpassung der Oststrecke des Nord-Ostsee-Kanals: Schiffserzeugte Belastungen zur Bemessung der Uferdeckwerke mit geotechnischen Hinweisen, 10.10.2007, BAW-Nr. A 395 502 10096

Mit [1] wurde für die o.g. Baumaßnahme ein Hydrogeologisches Gutachten erstellt, in dem Aussagen zu den maßnahmenbedingten Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und Angaben zu den sog. Bemessungswasserständen getroffen wurden. Grundlage für die Gutachtenerstellung war der damalige Planungsstand. Zwischenzeitlich ergaben sich Änderungen in der Planung, so dass die in [1] erstellten Prognosen der maßnahmenbedingten Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse sowie die charakteristischen Grundwasserstände für die Bemessung an die neue Planung angepaßt werden müssen.

Zu den maßnahmenbedingten Auswirkungen und zu den anzusetzenden charakteristischen Grundwasserständen nehmen wir wie folgt Stellung:

. . .

1. Auswirkungen der geplanten Bauwerksteile auf die Grundwasserströmungsverhältnisse

Der derzeitige Planungsstand sieht sowohl für die Nord- als auch für die Südseite als Uferwand eine Spundwand mit Schlitzen als Durchlaufentwässerung - in Anlehnung an die EAU - vor, über die ein planmäßiger hydraulischer Kontakt zwischen dem NOK und den auf der Landseite anstehenden grundwasserleitenden Schichten bewirkt wird, so dass der NOK weiterhin die Vorflutfunktion des Grundwassers hat. Die auf der Südseite weiter landseitig liegenden geplanten aufgelösten Bohrpfahlwände bewirken zudem keinen weiteren Grundwasseraufstau, so dass vereinfachend von einem vertikal-ebenen Zuströmen des Grundwassers, das senkrecht zur Kanalachse verläuft, ausgegangen werden kann.

Auch mit diesen - im Vergleich zu dem in [1] berücksichtigen Planungsstand - geänderten Randbedingungen lassen für das neu geplante Bauwerk nur Veränderungen in den lokalen geohydraulischen Verhältnissen prognostizieren. Großräumige Änderungen der Grundwasserverhältnissen sind aufgrund der Baumaßnahme nicht zu erwarten.

2. Empfehlungen für die charakteristischen Grundwasserstände für die Uferspundwand gemäß EAU

Für die Standsicherheitsnachweise der geplanten Bauwerke sind charakteristische Einwirkungen zu ermitteln, die in ständige, veränderliche und außergewöhnliche Einwirkungen unterschieden werden. In diesem Zusammenhang werden charakteristische GW-Stände für die ständige, die vorübergehende und die außergewöhnliche Bemessungssituation benötigt, um die jeweiligen Grundwasserdrücke als charakteristische Einwirkungen ansetzen zu können.

Die Bemessungswerte der Einwirkungen ergeben sich jeweils aus der charakteristischen Einwirkung multipliziert mit dem Teilsicherheitsbeiwert. Die dabei anzusetzenden Teilsicherheitsbeiwerte unterscheiden sich je nach Bemessungssituation, Wirkung (günstig / ungünstig) und Art (ständig / veränderlich / außergewöhnlich) der Einwirkung sowie nach den zu führenden Nachweisen (Bautechnische Tragfähigkeitsnachweise nach DIN 19702, geotechnische Standsicherheitsnachweise nach EC 7 in Verbindung mit der DIN 1054, etc.).

- Ständige, Vorübergehende und Außergewöhnliche Bemessungssituation gemäß E19 der EAU

Für die Spundwandbemessungen gelten die Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraßen EAU 2012. Die in den Bemessungssituationen anzusetzenden Wasserüberdrücke in Richtung Wasserseite sind in Kapitel 4.2 der EAU geregelt. Unter der Bedingung, dass die dauerhafte Wirksamkeit der Durchlaufentwässerung gewährleistet ist, lassen

sich für die geplante Spundwand die charakteristischen Grundwasserstände gemäß der Empfehlung E19 der EAU für die einzelnen Bemessungssituationen herleiten.

Nach langjährigen Wasserstandsmessungen des WSA Kiel-Holtenaus sind für den NOK mit Wasserstandsschwankungen von +/- 0,5 m um den Mittleren Wasserstand von NHN -0,20 m auszugehen, so dass sich auf der Grundlage der Empfehlung E 19 die in Bild 1 dargestellten zu berücksichtigenden Wasserüberdrücke für die jeweiligen Bemessungssituationen ergeben.

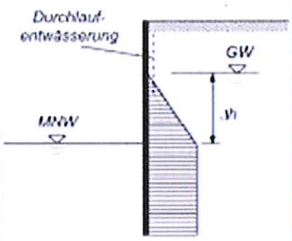
Nicht-Tidegebiet				
Situation	Bild	Lastfälle gemäß E 18		
		P	T	A
2a Große Wasserstandsschwankungen (> 0,50 m) mit Durchlaufentwässerung oder gut durchlässigem Boden und Bauwerk		Δh = 0,50 m in häufiger Höhenlage	Δh = 1,00 m in ungünstiger Höhenlage	Δh = 1,00 m größter Außenwasserspiegelabfall in 24 h

Bild 1: Ansätze für den Wasserüberdruck auf die Uferspundwand gemäß der Empfehlung E 19-1 der EAU

Aufgrund der hydrogeologischen Randbedingungen des Hinterlands wird empfohlen die charakteristischen Grundwasserstände für die ständige Bemessungssituation BS-P unabhängig vom NOK-Wasserstand anzusetzen. Vor diesem Hintergrund sind die nach Bild 1 zu bestimmenden Wasserüberdrücke auf den NOK-Bemessungswasserstand von NHN + 0,3 m zu addieren.

Gemäß Kapitel 6.4.3 der EAU 2012 ist in der Bemessungssituation BS-P der Wasserüberdruck zu berücksichtigen, der sich bei häufig auftretenden ungünstigen Kanal- und Grundwasserständen ergibt. Dazu zählt auch eine Absenkung des Kanalwasserspiegels vor der Spundwand durch vorbeifahrende Schiffe. Gemäß des HTG Jahresberichts 2013 ist dabei ein Absunk um 0,80 m auf den Normalwasserstand zu beziehen. Der in Kapitel 6.4.3 der EAU angegebene zu berücksichtigende Absunk von 0,8 m bezieht sich jedoch auf Binnenwasserstraßen, respektive Binnenschiffe, und ist somit aufgrund der Schiffsgrößen für den NOK als zu gering anzunehmen. Untersuchungen der BAW, die im Zusammenhang mit schifferzeugten Belastungen zur Bemessung der Uferdeckwerke, durchgeführt wurden, ergaben für das Bemessungsschiff mit einem Tiefgang von t=9,5 ab einer Schiffsgeschwindigkeit über v_S=12 km/h einen Absunk größer 1 m [3]. Nach [3] liegt der Absunk durch das zukünftig „häufigste" Schiff etwa 30% bis 40% unter den Werten des Bemessungsschiffs.

Unter Berücksichtigung der in [3] aufgeführten Untersuchungsergebnisse ergeben sich für die einzelnen Bemessungssituationen folgende charakteristische Grundwasserstände (Tabelle 1).

Tabelle 1: charakteristische Grundwasserstände für die Spundwand

NOK-Wasserstand	BS-P	BS-T	BS-A**
NHN + 0,3 m	NHN +0,8 m	NHN +1,3 m	NHN +1,3 m
NHN - 0,7 m			
NHN - 1,2 m*	NHN + 0,3 m	NHN + 0,8 m	-

*Berücksichtigung Absunk

** unter Einhalt der nachfolgenden Kriterien

- **Außergewöhnliche Bemessungssituation „Ausfall der Durchlaufentwässerung"**

Gemäß der Empfehlung E 51 der EAU ist ebenfalls der Ausfall der Durchlaufentwässerung als außergewöhnliche Bemessungssituation BS-A bei den Standsicherheitsnachweisen zu berücksichtigen. Durch einen kompletten Ausfall der Durchlaufentwässerung ist in Teilbereichen der Uferspundwand ein Aufstau des Grundwassers bis auf die Höhe der Spundwandoberkante möglich. Die Höhe der Spundwandoberkante wäre in diesem Fall als charakteristischer GwStand (NHN +4,6m) anzusetzen. Um bei einem Ausfall der Dränage den Wasserstand hinter der Spundwand zu begrenzen, ist ein weiteres Sicherungselement erforderlich, das bei einem Ausfall der Dränage die Grundwasserstände begrenzt (z.B. höher liegende Längsdränage). In diesem Fall wäre die Einstauhöhe des zweiten Sicherungselements als charakteristischer Grundwasserstand für die BS-A anzusetzen. Dies setzt voraus, dass ein Beobachtungssystem existiert, mit dem das Versagen der Spundwandentwässerung erkannt werden kann und somit eine außergewöhnliche Bemessungssituation (BS-A) nicht unerkannt zu einer ständigen Bemessungssituation (BS-P) wird.

Der komplette Ausfall der Durchlaufentwässerung ist jedoch als sehr unwahrscheinlich anzunehmen. Bei einem teilweisen Ausfall der Entwässerung wird sich der Anstieg des Grundwassers hinter der Spundwand sowohl in der Höhe als auch in der Ausdehnung beschränken, da das Grundwasser weiterhin seitlich abströmen kann. Unter der Voraussetzung einer kontinuierlichen Überwachung der Grundwasserstände hinter der Spundwand sowie einem geeigneten Havariekonzept (z.B. Betreiben einer Wasserhaltung hinter der Spundwand bei Überschreitung des charakteristischen GwStands für die BS-A gemäß der Empfehlung E19-1 (siehe Bild1) läßt sich das Eintreten dieser außergewöhnlichen Bemessungssituation minimieren, so dass auf den Nachweis dieser außergewöhnliche Bemessungssituation verzichtet werden kann.

- **Empfehlungen für die charakteristischen Grundwasserstände für die Bohrpfahlwände**

Aufgrund der Vorflutwirkung des NOKs steigen mit zunehmenden Uferabstand die Grundwasserstände an, so dass sowohl für die Nachweise der Bohrpfahlwände als auch für die Nachweise, die einen Grundwasserstand in einer Gleitfuge benötigen, die charakteristischen GwStände entsprechend zu erhöhen sind. Da die Auswirkungen der aufgelösten Bohrpfahlwand bei einem Mindestpfahlabstand von 0,5 d hinsichtlich der Grundwasserströmungsverhältnisse zu vernachlässigen sind, kann von einem ähnlich verlaufenden hydraulischen Gefälle wie im Ist-Zustand ausgegangen werden. Nach [1] liegt das mittlere hydraulische Gefälle i des oberen Grundwasserstockwerks bei ca. 2,3 %. Für die Abschätzung der charakteristischen Grundwasserstände wird das hydraulische Gefälle i auf 5% erhöht, da bei Extremereignissen, die durchaus in der Lebenszeit des Bauwerks auftreten können, ein steilerer Gradient zu erwarten ist.

Grundsätzlich empfehlen wir für die einzelnen Bemessungssituationen die folgenden Berechnungsansätze. Für die Ermittlung des charakteristischen Grundwasserstands sind die nach den nachfolgenden Gleichungen zu ermittelten Wasserüberdrucke jeweils auf den oberen Bemessungswasserstand des NOKs zu addieren. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse empfehlen wir die so ermittelten charakteristischen Grundwasserstände auch für den unteren NOK-Bemessungswasserstand anzusetzen.

BS-P: $\Delta h = 0{,}5\ m + Uferabstand\ des\ Bauwerkteils * 0{,}05$

BS-T: $\Delta h = 1\ m + Uferabstand\ des\ Bauwerksteils * 0{,}05$

BS-A: $\Delta h = 1\ m + Uferabstand\ des\ Bauwerksteils * 0{,}05$

Mit diesem Ansatz ergeben sich für die Bohrpfahlwände sowohl für die Wasser- als auch für die Landseite die in Tabelle 2 dargestellten charakteristischen Grundwasserstände.

Tabelle 2: charakteristische GwStände für die Bohrpfahlwände

Bauteil	Uferabstand	BS-P	BS-T	BS-A
Vordere Bohrpfahlwand (Nord- und Südseite)	ca. 10m	NHN +1,3 m	NHN + 1,8 m	NHN +1,8 m
Hintere Bohrpfahlwand (Südseite)	ca. 40m	NHN +2,8 m	NHN +3,3 m	NHN +3,3 m

Für den Fall, dass der Ausfall der Entwässerung nachgewiesen werden muß, ist auf den oben dargestellten Ansatz zurückzugreifen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Bearbeiter

Dr.-Ing. Martin Pohl

Dr.-Ing. Thomas Nuber