

8.3 Wassertechnische Berechnungen

8.3.1 Programmsystem Jabron 6.7

Die Berechnung der Wasserspiegellagen für den Sportboothafen Hitzacker erfolgt EDV-basiert mit dem Programmsystem Jabron 6.7 der Fa. Hydrotec, Aachen.

Das Programmsystem Jabron ist für die Berechnung natürlicher bzw. naturnah ausgebauter Gewässer entwickelt worden. Jabron ermöglicht u.a. die Wasserspiegellinienberechnung für stationär ungleichförmigen Abfluss (WSP-Berechnung).

Die Berechnungsalgorithmen basieren wahlweise auf dem Ansatz nach MANNING/STRICKLER oder auf dem allgemeinen Fließgesetz nach DARCY/WEISBACH.

Der Einfluss vorhandener bzw. geplanter Bauwerke auf das Abflussgeschehen im untersuchten Gewässerabschnitt wird durch die Eingabe entspr. Profildaten in den einzelnen Berechnungen simuliert.

8.3.2 Rechenläufe

8.3.2.1 Ausgangsparameter

Grundlage der hydraulischen Berechnungen ist die terrestrische Vermessung aus der die Daten des Längsschnittes und der Querprofile für den vorhandenen Zustand erzeugt und in das Programmsystem Jabron eingelesen wurden.

Eine allgemeine Skizze der Ausgangsparameter für die Berechnungen ist beigefügt.

Für den geplanten Ausbauzustand Sportboothafen wurde die geplante Hafensohlhöhe von 7,80 m ü. NN in den Berechnungen angesetzt.

Mit den wassertechnischen Berechnungen soll untersucht werden, wie sich das Abflussgeschehen, hier insbesondere die Fließgeschwindigkeit, im Bereich des Sportboothafens durch die Aufweitung des Abflussprofils ändert.

Betrachtet wird hierbei der rund 350 m lange Gewässerabschnitt der Alten Jeetzel zwischen Brücke zur Schweineweide und dem Auslauf des Schöpfwerkes.

Um vergleichbare hydraulische Berechnungen des Gewässerabschnittes für den vorhandenen Zustand und den Ausbauzustand zu erzeugen, ist es erforderlich, vorab Randbedingungen festzulegen. Diese Bedingungen wurden wie folgt definiert:

- Ausgangswasserspiegellagen für Station 0 + 000 (unterhalb der Brücke zur Schweineweide) entspr. den Wasserstandshauptwerten für den Pegel Hitzacker
 - NW = 8,29 m ü. NN
 - MNW = 8,74 m ü. NN
 - MW = 10,17 m ü. NN
 - MHW = 13,07 m ü. NN
 - HW₁₀₀ = 15,73 m ü. NN
- Energieliniengefälle zwischen Station 0 + 000 und 0 + 350 wurde entspr. dem mittleren Wasserspiegelliniengefälle der Elbe auf $J_E = 0,15 \text{ ‰}$ festgelegt, daraus ergibt sich für Station 0 + 350 am Ende der Berechnungsstrecke ein "Soll"-Wasserspiegel, der um ca. 5 cm über dem Ausgangswasserspiegel liegt ($350 \times 0,15/1.000 = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$)
- Konstanter Durchfluss zwischen Station 0 + 000 und 0 + 350

Unter diesen Vorgaben wurde iterativ die Größe des Abflusses bestimmt, für den diese Randbedingungen im vorhandenen und geplanten Zustand erfüllt sind.

8.3.2.2 Berechnungsergebnisse

Erwartungsgemäß führt die Aufweitung des Gewässerquerschnittes der Alten Jeetzel im Zuge der Erweiterung des Sportboothafens zu einer Reduzierung der Fließgeschwindigkeit im Bereich der Aufweitungsstrecke und zu einem rechnerisch größeren Durchfluss bei gleichen Wasserständen im vorhandenen und geplanten Zustand (jeweils am Anfang und am Ende der Berechnungsstrecke).

Die als Ausgangsparameter festgelegte Wasserspiegeldifferenz von 5 - 6 cm auf der 350 m langen Fließstrecke führt im Ausbauzustand zu einer Konzentration der Reibungsverluste durch Erhöhung der Fließgeschwindigkeit im Bereich der Brücke zur Schweineweide um 0,1 - 0,2 m/s ("Einschnürung des Gewässerprofils"). Diese Erhöhung der Fließgeschwindigkeit ist hauptsächlich für niedrige bis mittlere Wasserstände relevant, bei höheren Wasserständen mit Überflutung des Elbvorlandes nimmt dieser Effekt stark ab.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass sich die Reduzierung der Fließgeschwindigkeit im Hafen günstig auf die Leichtigkeit der An- und Ablegermanöver der Schiffe auswirken wird.

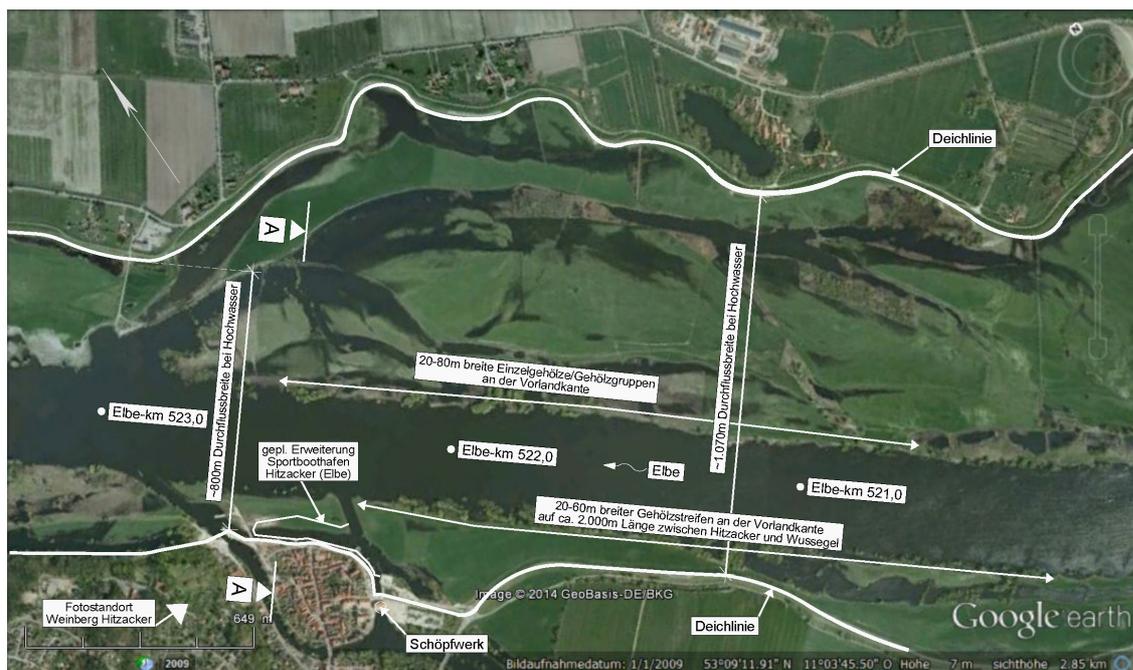
Die rechnerische Erhöhung der Fließgeschwindigkeit von 0,1 - 0,2 m/s im Brückenbereich ist auf Grund der vorhandenen Sohl- und Böschungsbefestigung aus Wasserbausteinen in diesem Gewässerabschnitt als unproblematisch einzuschätzen.

Eine Gefährdung der Hochwasserschutzanlagen durch die Erweiterung des Sportboothafens ist auszuschließen.

Sonstige negative hydraulische Auswirkungen der Hafenerweiterung sind nicht erkennbar.

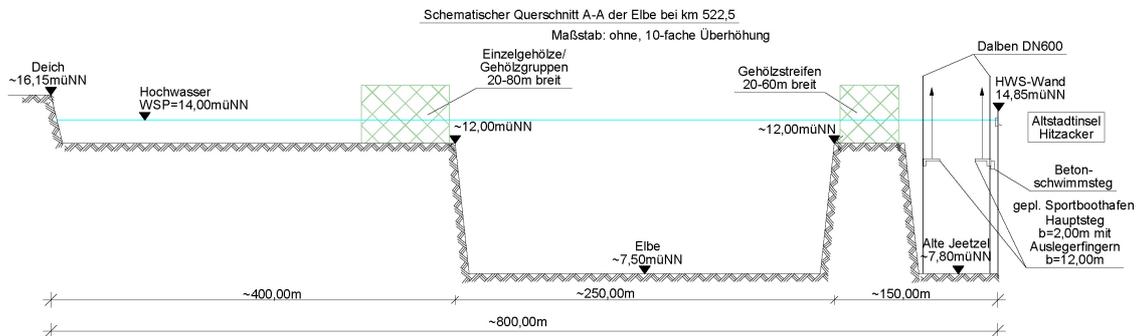
8.3.3 Auswirkungen der Erweiterung des Sportboothafens auf den Hochwasserabfluss der Elbe

Der Sportboothafen Hitzacker (Elbe) liegt im Bereich einer Einengung des Hochwasserabflussquerschnittes der Elbe. Im Bereich des Weinberges unterhalb der Jeetzelmündung beträgt die Durchflussbreite bei Hochwasser (Abstand Weinberg bis Deich Bitter) nur rund 800 m. Etwa 1 km elbaufwärts zwischen Hitzacker und Wussegel liegt die Durchflussbreite zwischen links- und rechtsseitigem Elbdeich bei rund 1.070 m. Dieser breitere Abflussquerschnitt wird jedoch durch Gehölze an der Vorlandkante des Elbstromes reduziert. Eine übersichtliche Darstellung zeigt das folgende Bild.



Elbe im Bereich Hitzacker

In der nachfolgenden, idealisierten Skizze ist das Querprofil der Elbe im Bereich des Sportboothafens Hitzacker zwischen Stadtinsel Hitzacker und dem rechten Elbdeich bei Bitter dargestellt. In der Skizze wurde die Durchflussbreite zwischen Stadtinsel und Deich mit 800 m angenommen.



idealisiertes Querprofil der Elbe im Bereich des Sportboothafens (o.M., 10-fach überhöht)

Zur Abschätzung der möglichen Beeinflussung des Hochwasserabflusses der Elbe durch die Erweiterung des Sportboothafens sollen die Anteile der Einbauten und sonstigen Querschnittseinengungen ermittelt und in ihrer Größe und Auswirkung bewertet werden. Bei den Betrachtungen wird auf einen Vergleich der Abflussquerschnittsgrößen vor und nach der Erweiterung des Sportboothafens verzichtet. Durch das Verbreitern der Alten Jeetzel wird der Abflussquerschnitt der Elbe im betrachteten Querprofil wesentlich stärker vergrößert, als durch die neuen Dalben und Schwimmkörper der Steganlage reduziert.

Gesamtabflussquerschnitt Elbe

Wasserstand:	14,00 m ü. NN
Vorlandhöhe rechts:	12,00 m ü. NN
Vorlandbreite rechts:	400 m
Tiefe Hauptstrom Elbe:	7,50 m ü. NN
Breite Hauptstrom Elbe:	250 m (Buhnen bleiben unberücksichtigt)
Vorlandhöhe links:	12,00 m ü. NN
Vorlandbreite links:	75 m
Tiefe Sportboothafen:	7,80 m ü. NN
Breite Sportboothafen:	75 m

→ Abflussquerschnitt Elbe (unverbaut):
 $(14,00 - 12,00) \times 400,00 + (14,00 - 7,50) \times 250,00 + (14,00 - 12,00) \times 75,00 + (14,00 - 7,80) \times 75,00 = \underline{3.290 \text{ m}^2}$

Querschnittseinengung Einzelgehölze, Gehölzgruppen, -streifen

Wasserstand:	14,00 m ü. NN
Vorlandhöhe rechts:	12,00 m ü. NN
Breite Gehölz Vorlandkante rechts 20 - 80 m → i.M. 50 m	
Vorlandhöhe links:	12,00 m
Breite Gehölze Vorlandkante links 20 - 60 m → i.M. 40 m	

→ Querschnittseinengung durch Gehölze
 $(14,00 - 12,00) \times 50,00 + (14,00 - 12,00) \times 40,00 = \underline{180 \text{ m}^2}$

Querschnittseinengung Sportboothafen

Wasserstand:	14,00 m ü. NN
Hafensole:	7,80 m ü. NN
Dalbenquerschnitt:	0,61 m (2 Stück)
Hauptsteg:	b = 2,50 m, Eintauchtiefe 0,10 m (unbelastet) (2 Stück)
Auslegerfinger:	l = 12,00 m, Eintauchtiefe 0,10 m (unbelastet) (2 Stück)
Betonschwimmsteg:	b = 3,00 m, Eintauchtiefe 0,40 m

→ Querschnittseinengung durch Sportboothafen:

$$(14,00 - 7,80) \times 0,61 \times 2 + 2,50 \times 0,10 \times 2 + 12,00 \times 0,10 \times 2 + 3,00 \times 0,40 = 8,6 \approx \underline{9 \text{ m}^2}$$

Bezogen auf den Gesamtabflussquerschnitt der Elbe im Bereich Hitzacker beträgt die vereinfacht angenommene Querschnittseinengung durch den Sportboothafen $9 \text{ m}^2 / 3.290 \text{ m}^2 = 0,27 \%$.

Eine Betrachtung der Reduzierung des Abflussquerschnittes der Elbe durch den Bewuchs an der Vorlandkante ergibt eine Querschnittseinengung von $180 \text{ m}^2 / 3.290 \text{ m}^2 = 5,47 \%$. Somit ist ersichtlich, dass die Einengung des Abflussquerschnittes der Elbe bei Hochwasser durch den Bewuchs der Vorlandkanten um den Faktor 20 größer ist, als die Einengung durch die Steganlage und die Dalben des Sportboothafens. Den vorhandenen Bewuchs veranschaulicht das folgende Foto vom Weinberg Hitzacker.



Foto vom Weinberg in südöstlicher Richtung

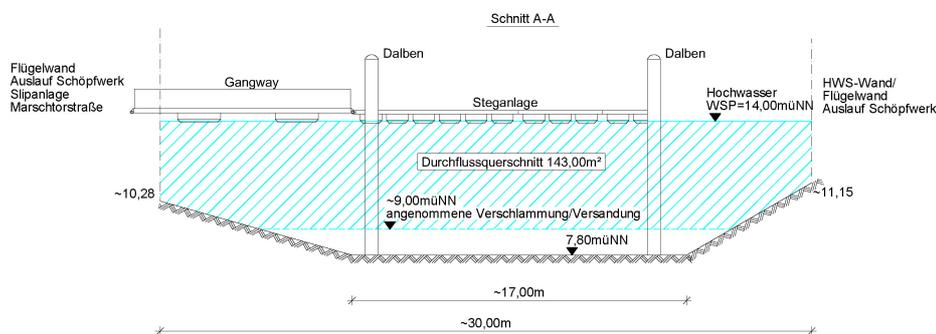
8.3.4 Auswirkungen der Erweiterung des Sportboothafens auf den Schöpfwerksbetrieb

Mit der Erweiterung des Sportboothafens Hitzacker bleibt die Stegverbindung zur Slipanlage an der Marschtorstraße, quer über den Auslaufbereich des Schöpfwerkes, erhalten. Für die Steganlagenteile im Abstrombereich des Schöpfwerkes soll geprüft werden, ob durch den Schöpfwerksbetrieb mit maximaler Förderleistung aller 3 Pumpen ($Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$) Schäden an der Steganlage entstehen können.

Die Situation veranschaulichen die beiden folgenden Bilder.



Draufsicht Schöpfwerksauslauf mit geplanter Steganlage



Querschnitt Schöpfwerksauslauf mit geplanter Steganlage

Für den Betrieb des Schöpfwerkes mit voller Leistung wird ein Elbwasserstand von 14,00 m ü. NN angenommen. Bei diesem Wasserstand wird die Steganlage nicht mehr genutzt und es sind auch keine Boote an den Auslegerfingern festgemacht. In der statischen Berechnung (Unterlage 8.4) wurde nachgewiesen, dass die Steganlage im unbelasteten Zustand einer Strömungsgeschwindigkeit von 2,5 m/s standhält.

Im Bereich des Schöpfwerksauslaufes steht bei einem Wasserstand von 14,00 m ü. NN entspr. der Querschnittsskizze ein Durchflussquerschnitt von 143 m² zur Verfügung. Dieser Durchflussquerschnitt wird durch die 2 Dalben und die Steganlage auf $143 - 2 \times (14,00 - 9,00) \times 0,61 - 25 \times 0,10$ (Eintauchtiefe Steganlage) = 134 m² reduziert.

Bei Schöpfwerksbetrieb mit einer Leistung von 60 m³/s und einem Durchflussquerschnitt von 149 m² berechnet sich die mittlere Fließgeschwindigkeit zu $v_m = 60/134 = 0,45$ m/s.

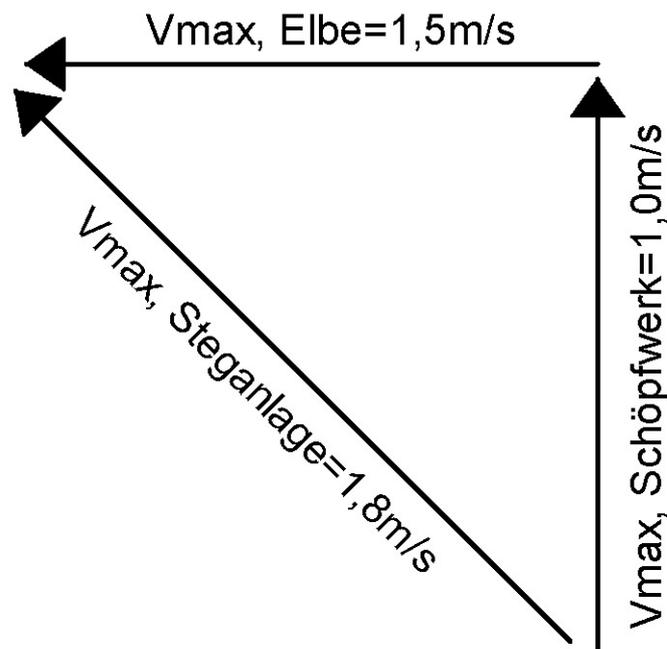
Maßgeblich für die Strömungsbelastung der Steganlage ist aber die maximale Fließgeschwindigkeit im Abflussquerschnitt, die allgemein in Profilmitte an der Wasseroberfläche zu erwarten ist. Diese maximale Fließgeschwindigkeit berechnet sich vereinfacht zu

$$\begin{aligned}v_{\max} &= 1,5 \times v_m \\v_{\max} &= 1,5 \times 0,45 \\v_{\max} &= 0,68 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Auf Grund des Fließzustandsüberganges vom Schöpfwerksauslauf (schießender Abfluss → strömender Abfluss) ist im Bereich der Steganlage nicht von einer gleichmäßigen Geschwindigkeitsverteilung im Abflussquerschnitt auszugehen. Daher wird für die wahrscheinliche maximale Fließgeschwindigkeit des Wassers im Bereich der Steganlage auf Grund des Schöpfwerksbetriebes mit ausreichender Sicherheit ein Rechenwert von $v_{\max \text{ Schöpfwerk}} = 1,0 \text{ m/s}$ angenommen.

Die Strömung des Schöpfwerksauslaufes trifft im Bereich der Steganlage unter einem Winkel von ca. 90° auf die Hochwasserströmung der Elbe. Für die statische Berechnung der Steganlage im Betriebsfall wurde die Hochwasserfließgeschwindigkeit der Elbe mit $v_{\max \text{ Elbe}} = 1,5 \text{ m/s}$ angenommen.

Bei einer theoretischen rechtwinkligen Überlagerung der Fließgeschwindigkeitsvektoren des Schöpfwerksauslaufes und der Elbe berechnet sich die resultierende Fließgeschwindigkeit nach dem Satz des Pythagoras.



$$v_{\max, \text{ Steganlage}} = \sqrt{v_{\max, \text{ Schöpfwerk}}^2 + v_{\max, \text{ Elbe}}^2}$$

$$v_{\max, \text{ Steganlage}} = \sqrt{1,0^2 + 1,5^2}$$

$V_{\max, \text{Steganlage}} = 1,8 \text{ m/s}$

Da die Steganlage ohne Boote mindestens einer Fließgeschwindigkeit von 2,5 m/s standhält, wäre eine Demontage der Steganlage bzw. der Auslegerfinger bei Hochwasser in Verbindung mit Schöpfwerksbetrieb auch im Bereich des Schöpfwerksauslaufes nicht erforderlich.

Eine Beeinflussung des Schöpfwerksbetriebes durch die Steganlage inkl. Dalben und Auslegerfinger im Auslaufbereich des Schöpfwerkes ist rechnerisch nicht möglich und deshalb auszuschließen. Von Bedeutung für den Schöpfwerksbetrieb ist aber das Freihalten der Gewässersohle von Sand und Schlack.