Auftraggeber:
Menz Umweltplanung, Tübingen

Umgestaltung des Neckarufers in Bereich des Freibades Tübingen – Hydraulische Berechnung 2-D

ERLÄUTERUNGSBERICHT

Plan festgestellt durch Beschluss
vom 16.05.2018

RAPP + SCHMID
Infrastrukturplanung GmbH
Rißstraße 19, 88400 Biberach
Tel. 07351 – 577 84 90
info@rsi-bc.de
www.rsi-bc.de

Projekt-Nr: 15-154-TÜ
Unterlage **7.1**

Inhaltsverzeichnis

1. Gegenstand der Planung 3

2. Datengrundlage 3

3. Hydraulische 2-D Modellierung 3

4. Modellaufbau 4

4.1 Modelleichung 5

5. Berechnungsergebnisse 7

5.1 Auswirkungen der Maßnahme auf den Hochwasserabfluss 9

6. Schlussbetrachtung 9

Allgemeines

1. Gegenstand der Planung

Das Büro Menz Umweltplanung aus Tübingen plant im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen auf einem kleinen Teilstück im Bereich des Freibades Tübingen die Umgestaltung der Böschungsbereiche des Neckars. Das Büro hat die RAPP + SCHMID Infrastrukturplanung GmbH (RSI) mit der Erstellung und Berechnung eines 2-dimensionalen hydraulischen Modells des betroffenen Neckarabschnittes beauftragt.

Mit Hilfe der 2-D-Berechnung sollen hauptsächlich die Auswirkungen der Planung auf den Abfluss des Neckars untersucht werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den Auswirkungen innerhalb des Flussschlauches. Das Verhalten des Abflusses bei bis zu 10-jährlichem Hochwasserergeschehen lässt sich aber analog auf höhere Abflussereignisse übertragen.

2. Datengrundlage

Für den Planungsabschnitt wurde durch RSI eine detaillierte terrestrische Vermessung der in Fließrichtung rechtsseitigen Gewässerböschungen erstellt. Zusätzlich lagen Orthofotos, sowie Gewässerprofile des Neckars für den betroffenen Planungsabschnitt vor. Befliegungsdaten wurden nicht verwendet.

3. Hydraulische 2-D Modellierung

Der Planungsabschnitt befindet sich auf der rechten Gewässerseite des Neckar im Bereich des Freibades Tübingen süd-westlich der B28 sowie oberhalb der Neckarinsel.

Der Neckar ist in diesem Bereich von einem relativ gleichförmigen Gewässerquerschnitt mit Trapezprofil mit gleichförmigen Vorländern geprägt. Im Zuge der Planung sind durch das Büro Menz Umweltplanung auf einer Gewässerstrecke von ca. 450 m unterschiedliche kleinräumige Umgestaltungen und Aufweitungen der rechten Gewässerböschung und des Vorlandes geplant.

Es wurde eine 2-dimensionale Berechnung zur Ermittlung der auftretenden Strömungsverteilung infolge der Aufweitungen durchgeführt. Mit Hilfe dieses zweidimensionalen numerischen Berechnungsmodells wurden die Auswirkungen, auch bei einem Hochwasserabfluss ermittelt und die vorliegende Planung optimiert. Die Modellierung und Berechnung erfolgte mit dem CAD gestützten Berechnungsprogramm FLUSS 2D der Firma Rehm Software aus Berg, Ravensburg.

Durch die Lösung der tiefengemittelten Flachwassergleichungen (Navier-Stokes-Gleichungen) liefert FLUSS-2D auf der Basis eines Digitalen Geländemodells (DGM) bzw. eines darauf aufgebauten Berechnungsnetzes Aussagen über Überflutungsflächen, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeiten und Fließrichtung.

4. Modellaufbau

Aus der terrestrischen Vermessung wurde ein durchgehendes digitales Geländemodell erstellt. Basierend auf diesem wurde dann ein gleichmäßiges Berechnungsnetz aufgebaut.

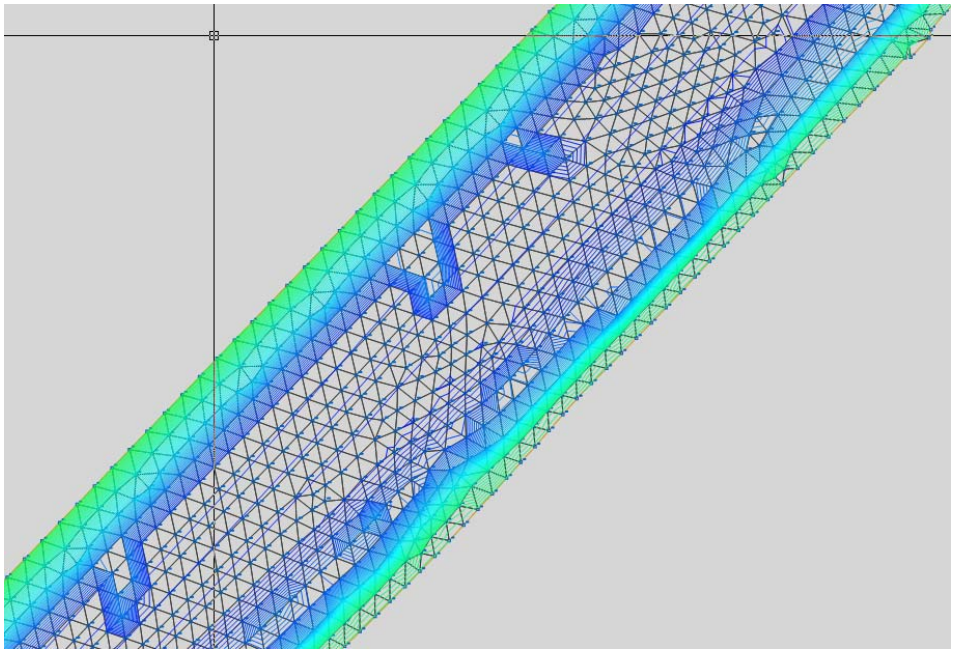


Bild 1: Höhenlinienmodell des Berechnungsnetzes der Planung inkl. Buhnen und seitlichen Abgrabungen.

Dem Berechnungsnetz wurden unterschiedliche Gewässerrauhheiten zugeteilt. Hier wurde lediglich in zwei Bereiche unterschieden: Vorland und Gewässer (kst= 30 für natürliches Gerinne). Die Rauhigkeitsbeiwerte sind in der Bestands- und Planungsberechnung jeweils die Gleichen.

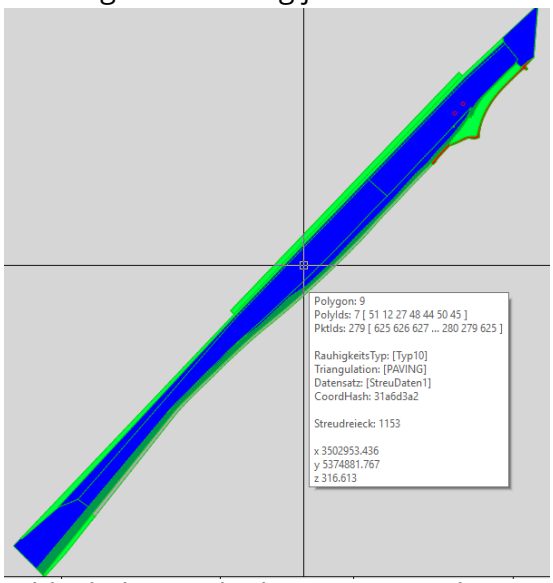


Bild 2 links: Rauhigkeiten Bestand

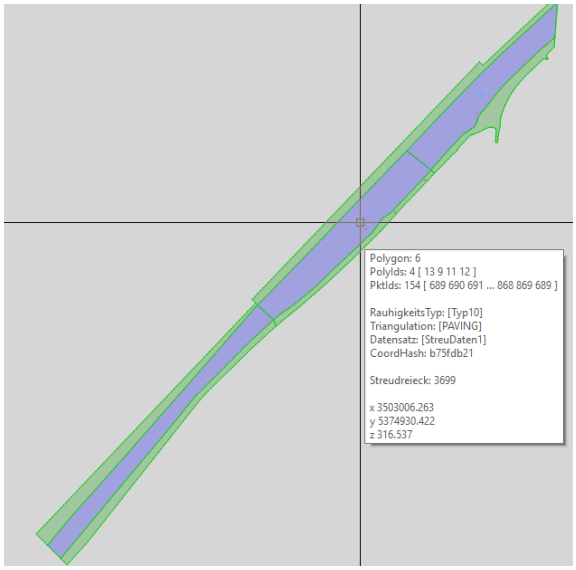


Bild 3 Rechts: Rauhigkeiten Planung

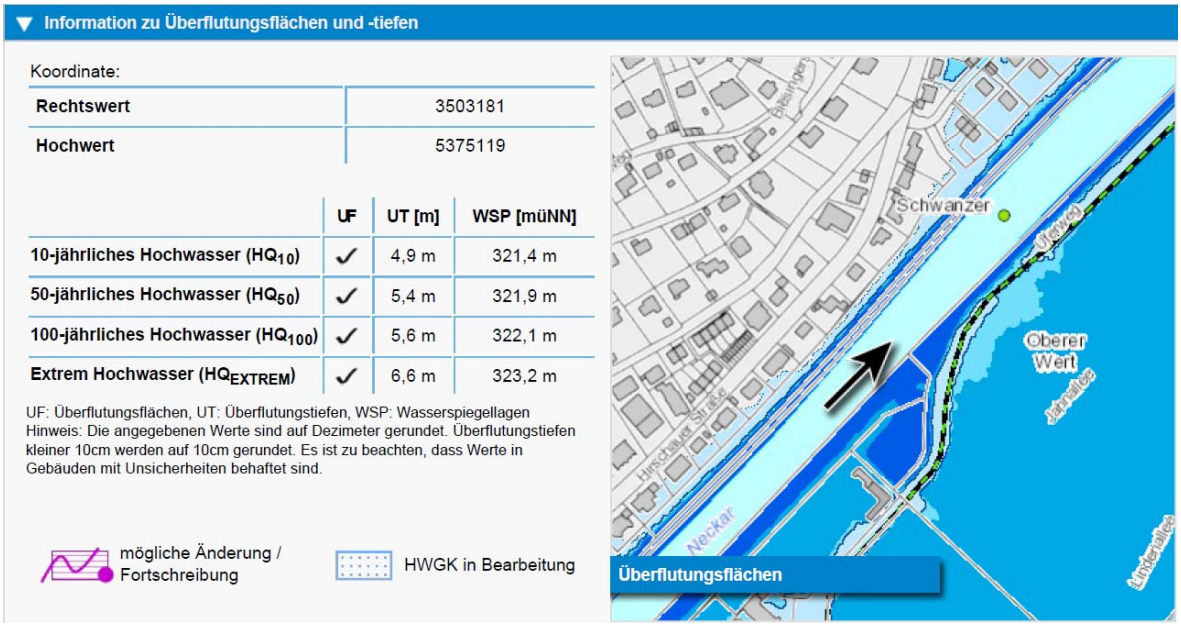
Zur Berechnung müssen zusätzliche Randbedingungen, d.h. der Zufluss und der Abfluss, für das Modellierungsgebiet definiert werden. Für das Berechnungsmodell wurden jeweils für den Bestands-, als auch den Planungszustand mehrer konstante Neckarabflüsse berechnet. Es wurden berechnet:

- MQ = 22 m³/s
- Q = 50 m³/s
- HQ10 = 220 m³/s

4.1 Modelleichung

Generell muss eine hydraulisches Modell geeicht werden, um sicherzustellen, dass die Berechnungsergebnisse auch die wahren Gegebenheiten wiedergeben. Für die Modelleichung wurde der aus der Hochwassergefahrenkarten Abfrage bekannte Wasserspiegel eines HQ10 in diesem Bereich zu Grunde gelegt (siehe Bild 4).

Der Wasserspiegel eines HQ10 im Bestand liegt für den Bereich der Slipanlage bei einer Höhe von ca. 321,4 mNN. Das Berechnungsergebnis, nach Eichung des Modells durch Anpassung der ks-Werte, liegt ca. bei 321,45 mNN und wird mit einer Abweichung von ca. 5 cm, die sich durch den Einsatz unterschiedlicher Modelle bzw. der Rechengenauigkeit begründen lässt, als plausibel eingestuft.



Information zu Überflutungsflächen und -tiefen

Koordinate:

Rechtswert	3503181
Hochwert	5375119

	UF	UT [m]	WSP [müNN]
10-jährliches Hochwasser (HQ_{10})	✓	4,9 m	321,4 m
50-jährliches Hochwasser (HQ_{50})	✓	5,4 m	321,9 m
100-jährliches Hochwasser (HQ_{100})	✓	5,6 m	322,1 m
Extrem Hochwasser (HQ_{EXTREM})	✓	6,6 m	323,2 m

UF: Überflutungsflächen, UT: Überflutungstiefen, WSP: Wasserspiegellagen
Hinweis: Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter gerundet. Überflutungstiefen kleiner 10cm werden auf 10cm gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte in Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.

mögliche Änderung / Fortschreibung

HWGK in Bearbeitung

Bild 4: Höhenabfrage des Kartendienstes der LUBW

Weiterhin stellt das vorliegende Berechnungsmodell nur den Gewässerschlauch bis zur Böschungsoberkante dar, nicht das weiter außen liegende Umland, welches bei größeren Hochwasserereignissen >HQ20 breitflächig überströmt wird. Laut den Hochwassergefahrenkarten findet in diesem Gewässerabschnitt im Hochwasserfall >HQ20 insbesondere im überplanten rechten Gewässerbereich eine breitflächige Ausuferung des Neckars statt. Zur genauen Nachrechnung dieser großen Abflüsse müsste der gesamte überströmte Geländebereich digital modelliert werden. Die Veränderungen des Wasserspiegels bei einem HQ_{10} lassen sich jedoch auf die Situation bei höheren Hochwasserabflüssen übertragen, wobei kein linearer Anstieg der Wasserspiegelerhöhung gegeben ist. Je höher der Abfluss ausfällt, desto geringer sind die relativen Auswirkungen der Planung auf den Abfluss.

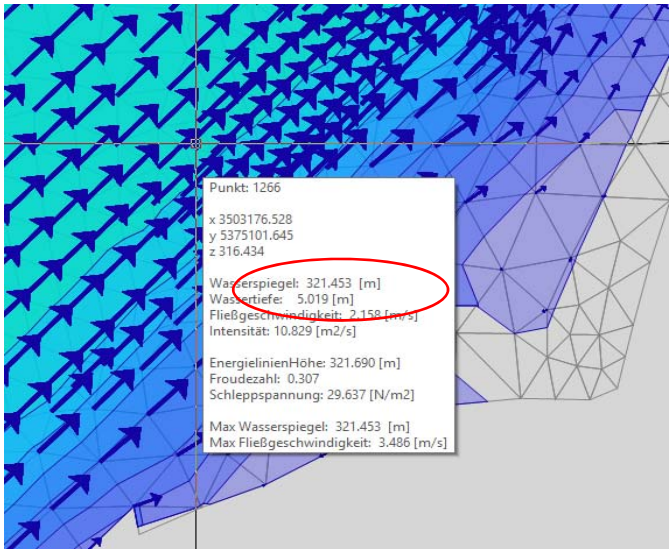


Bild 5: Berechnungsergebnis HQ10 – Planung auf Höhe der Slipanlage

5. Berechnungsergebnisse

In den Berechnungsabdrucken sind die Fließgeschwindigkeiten als farbige Flächen sowie Fließpfeile dargestellt.

Im Bestand sind die deutlich geradlinigen Fließwegausprägungen entlang des Gewässerschlauches zu erkennen. Im Vergleich dazu zeigt sich bei der Planung (Abflusszustand MQ), dass die Böschungsaufweitungen zu lokalen Fließwegänderungen führen. Die eingeplanten Inseln, Böschungsaufweitungen, Vorlandabtragungen und Buhnen führen somit auch nachweislich zu einer kleinräumigen Veränderung des Fließverhaltens und somit zu einer Erhöhung der Vielfalt an Strömungsstruktur im Planungsabschnitt. Insgesamt wird die Abflussstruktur im Planungsbereich erhöht und bietet somit für Wasserlebewesen die Möglichkeit sich in diesem strukturreicheren Abschnitten wieder anzusiedeln.

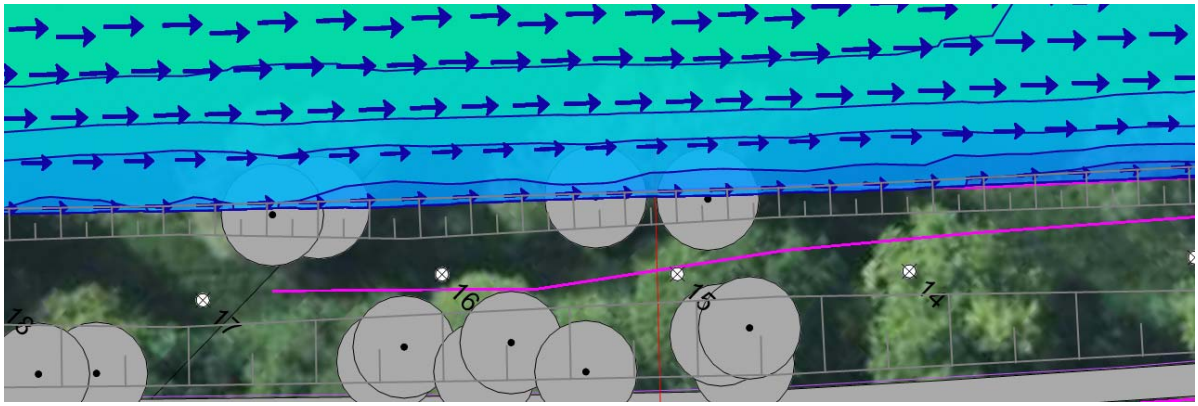


Bild 6: Ausschnitt aus Bestandberechnung MQ Höhe Profil 6

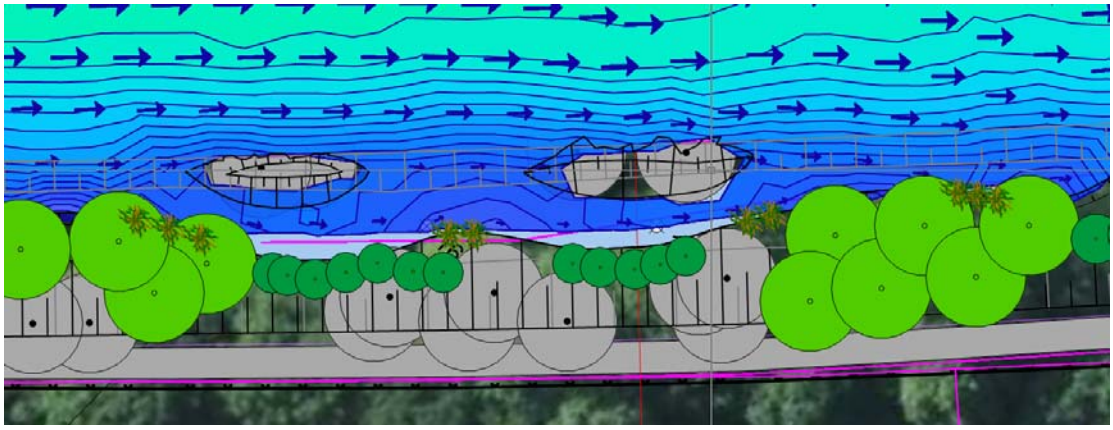


Bild 7: Ausschnitt aus Planungsberechnung MQ Höhe Profil 6

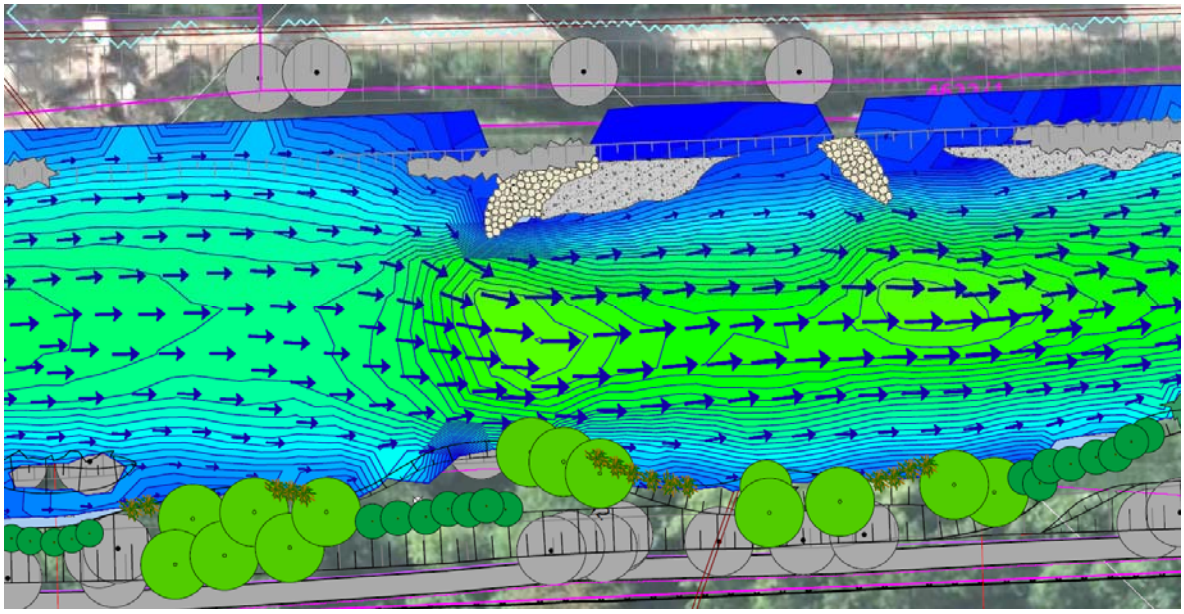


Bild 8: Ausschnitt aus Planungsberechnung inkl. Buhnen und Aufweitungsbereich MQ Höhe Profil 5 und 6

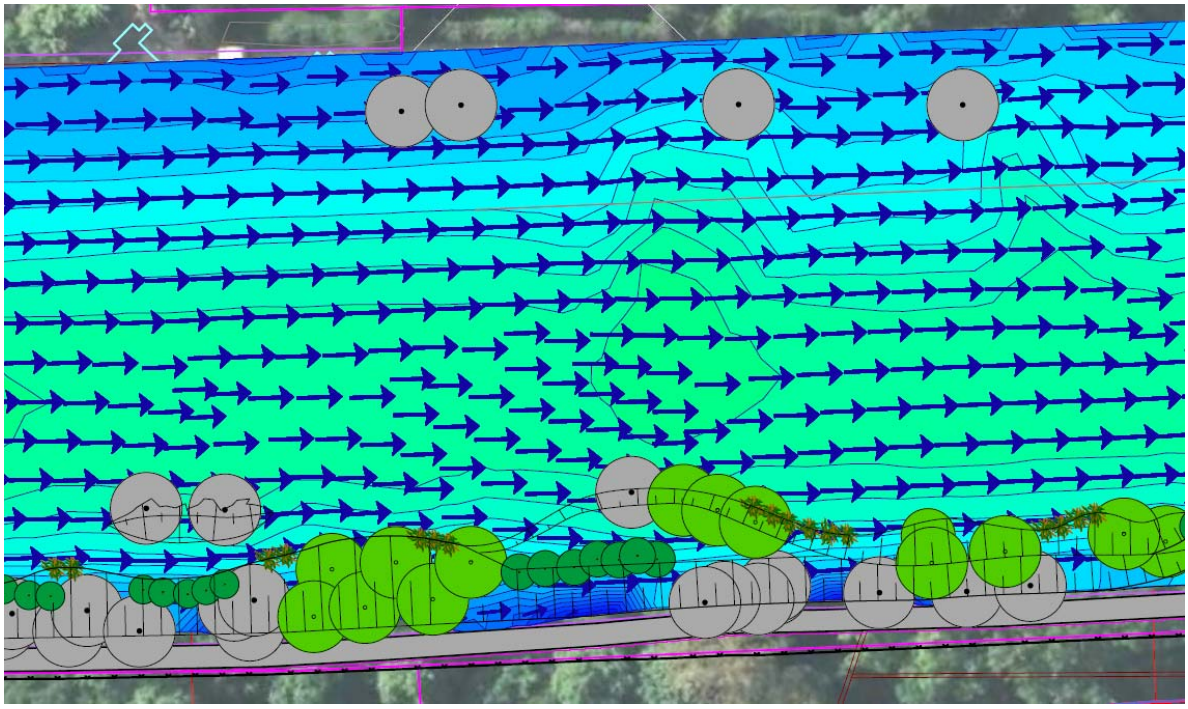


Bild 9: Ausschnitt aus Planungsberechnung inkl. Buhnen und Aufweitungsbereich bei HQ10 Höhe Profil 5 und 6

In der Planung wurden zusätzlich Buhnen auf der linken Gewässerseite eingeplant, deren Oberkante bei ca. 518 mNN und damit ca. 10-20 cm oberhalb des Mittelwasserabflusses liegt. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Buhnen beim Mittelwasserabfluss MQ einen starken Einfluss auf die ursprünglich gleichförmigen

Strömungsstrukturen haben und zu einer abwechslungsreichen Strömungsstruktur führen (siehe Bild 8).

Im Hochwasserfall zeigt sich an Bild 9, dass die Buhnen im Hochwasserfall nicht wirksam werden und somit keinen negativen Einfluss auf diese großen Abflüsse haben.

5.1 Auswirkungen der Maßnahme auf den Hochwasserabfluss

Im Hochwasserfall eines 10-jährlichen Abflusses, der ungefähr einem bordvollen Abfluss entspricht, zeigt sich, dass die geplanten Maßnahmen nahezu gar keinen Einfluss auf das Abflussverhalten haben. Im Vergleich zu den sehr hohen Abflüssen von mehreren hundert Qubikmetern/Sekunde, wirken sich die verhältnismäßig geringen Geländebtragungen und lokalen Aufweitungen des Gewässerprofils auf den Hochwasserabfluss nicht aus. Dies lässt sich auch anhand der berechneten Wasserspiegellagen im Vergleich von Bestand zu Planung ablesen. Bei beiden Berechnungen mit einem Abfluss von HQ10 = 445 m³/s wurden an identischen Punkten des Modells nahezu die gleichen Wasserspiegelhöhen berechnet. Die Differenz beider Berechnungen beträgt ca. 1,5 cm, bei einem HQ50 mit einem Abfluss von 630 m³/s beträgt die Differenz ca. 4 cm. In beiden Fällen lässt sich das hauptsächlich auf die geringfügig abweichende Diskretisierung des Modells zurückführen. Somit lässt sich die Aussage treffen, dass die geplanten Maßnahmen keinen Einfluss auf den Hochwasserabfluss des Neckars haben.

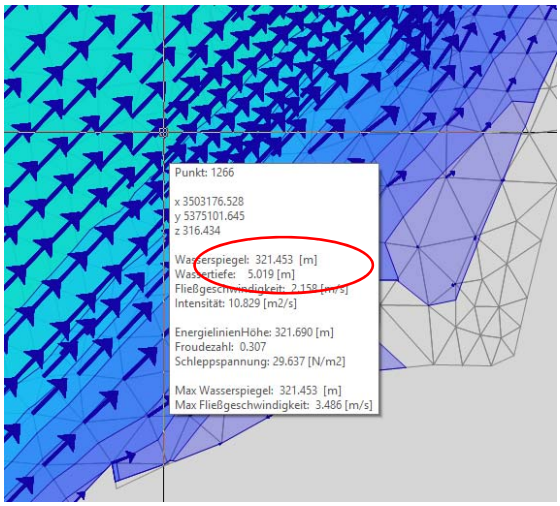


Bild 10: Wasserspiegel Bestand HQ10

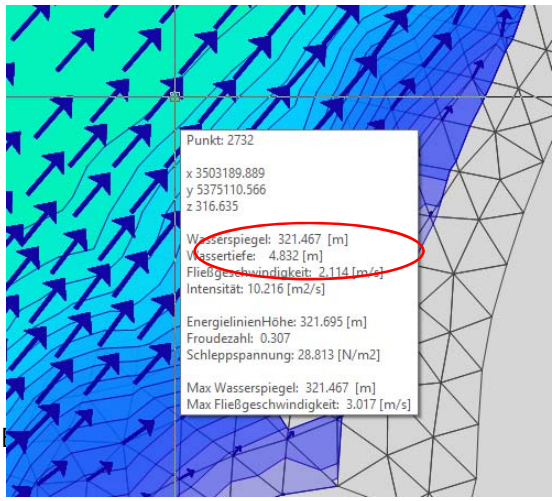


Bild 11: Wasserspiegel Planung HQ10

6. Schlussbetrachtung

Das Büro Menz Umweltplanung aus Tübingen plant im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen auf einem kleinen Teilstück im Bereich des Freibades Tübingen die Umgestaltung der Böschungsbereiche des Neckars. Das Büro hat die

RAPP + SCHMID Infrastrukturplanung GmbH (RSI) mit der Erstellung und Berechnung eines 2-dimensionalen hydraulischen Modells des betroffenen Neckarabschnittes beauftragt.

Mit Hilfe des 2-D-Modells wurde der Planungsbereich überrechnet. Unter Zugrundelegung des Bestandes sowie der Planung als digitales Geländemodell wurde der Gewässerabschnitt für unterschiedliche Abflüsse des Neckars berechnet.

Als Ergebnis lässt sich zusammenfassen, dass die kleinräumigen Abgrabungen und Aufweitungen bei kleinen bis mittleren Abflüssen lokale Auswirkungen aufweisen. Die Maßnahmen führen zu einer Erhöhung der Strukturvielfalt (insbesondere bei den Fließgeschwindigkeiten) die den Lebensraum des Neckar in diesem Gewässerabschnitt aufwerten.

Bei großen Abflüssen sind die Auswirkungen, insbesondere auf den Wasserspiegel nicht nachweisbar, was im Hinblick auf die verhältnismäßig geringen Änderungen des Fließquerschnittes im Vergleich mit den sehr großen Abflussmengen auch logisch ist.

Biberach 08.06.2017

Erstellt:

....

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Rapp
(Geschäftsführung)

Dipl.-Ing. Niels Ullrich