

ENERGIESPEICHER RIEDL

DONAU-
KRAFTWERK
JOCHENSTEIN
AKTIENGESELLSCHAFT

Planfeststellungsverfahren
Technischer Bericht

Hydraulischer Bericht
Gewässerökologische Maßnahmen
Bayern



Wagmann Ingenieur GmbH
Passauer Straße 2
D-94081 Fürstenzell
Tel. 0049 8502 3283
buero@wagmann-ing.de
<http://www.wagmann-ing.de>



In Arbeitsgemeinschaft mit
SchueTo - Ingenieurbüro für
Umwelttechnik



Erstellt		Wagmann Ingenieur GmbH		H. J. Wagmann		05.05.2012							
Geprüft		DKJ / ES-R		P. Marinitisch		24.05.2012							
Freigegeben		DKJ / ES-R		D. Mayr		24.05.2012							
Fremdfirmen-Nr.:													
+ _____													
Unterlagennummer													
SKS		Projekt-Nr.		Ersteller		KKS							
Vorzeichen	S1 S2 S3	Gliederungszeichen	Gliederungszeichen	Dokumenttyp	Zählteil	Gliederungszeichen	Aufstellungszeit:						
*	A A A ~ A N N N / A A A A N / A N N N N N / N N / A A A = N N A A A A N A N A 3				Nummer	Blattnummer	Blatt von Bl.						
*	J E S - A 0 0 1 - W A G M I - B 5 0 0 0 5 - 0 0 - F E					Gliederungszeichen							
*						Änderungsindex							
*						Plansatus							
*						Planart							
*						Vorzeichen							
*						G F0 F1 F2 F3 FN	Funktion/ Bauwerk						
*						A1 A2 AN	Aggregat/ Raum						
*							DCC(UAS)						
*							Vorzeichen						
*							& A A A N N N						



Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	5
2.	Aufgabenstellung	6
3.	Verwendete Unterlagen	8
4.	Bestehende Verhältnisse	9
5.	Art und Umfang des Vorhabens	11
5.1.	Maßnahme Racklau.....	11
5.2.	Maßnahme Innstadt.....	13
5.3.	Maßnahme Leitwerk Erlau.....	14
5.4.	Maßnahme Edlhof	15
	Technischer Steckbrief der Maßnahme	15
5.5.	Maßnahme Kernmühler Sporn	17
5.6.	Maßnahme Mannheimer Sporn	17
5.7.	Maßnahme Altarm Obernzell	18
6.	Hydraulisches Modell	19
6.1.	Berechnungsmethodik, Software	19
6.2.	Topographische Datengrundlage / Geodaten	20
6.2.1.	Übersicht.....	20
6.2.2.	Bezugssystem	20
6.2.3.	Stationierung	20
6.3.	Hydrologische Datengrundlagen	21
6.3.1.	Allgemein	21
6.3.2.	Pegeldaten	22
6.3.3.	Abflüsse, Lastfälle.....	23
6.4.	Berechnungsmodell Bestand	24
6.4.1.	Modellgrenzen / Berechnungsabschnitte	24
6.4.2.	Modellaufbau, Datenpriorität	25
6.4.3.	Bauwerke	27
6.4.4.	Randbedingungen, Zu- und Ausströmränder	27
6.4.5.	Modellkalibrierung, Berücksichtigung von Rauheit und Bewuchs	29
6.4.6.	Berechnungen	32
6.5.	Berechnungsmodell Planung	32
7.	Ergebnisse, Auswertungen	34
7.1.	Allgemeines	34
7.2.	Wasserspiegellagen, Fließtiefen	34
7.3.	Sohlschubspannungen.....	34
7.4.	Fließgeschwindigkeiten	35
7.5.	Fließgeschwindigkeiten längs der Fließrichtung und quer zur Fließrichtung	36
8.	Maßnahmenbezogene Beschreibung der Strömungsverhältnisse.....	37
8.1.	Maßnahme Racklau	37
8.2.	Maßnahme Innstadt	38
8.3.	Maßnahme Leitwerk Erlau	38
8.4.	Maßnahme Altarm Obernzell	39
9.	Zusammenfassung	40
10.	Literaturverzeichnis.....	41



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektübersicht.....	5
Abbildung 2: Gesamtmodell "Bestand"	26
Abbildung 3: Modellausschnitt mit Wassertiefen (Konturen) und Fließgeschwindigkeitsvektoren	27
Abbildung 4: Anfangswasserspiegel OW KW Jochenstein gem. Aufzeichnungen des AGs (Quelle: GKW, 2000)	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Planunterlagen	8
Tabelle 2: Abflüsse Lastfälle 1 - 6 (m^3/s)	24
Tabelle 3: Anfangswasserspiegel Modell.....	28
Tabelle 4: Verwendete Rauhigkeitsbeiwerte k_{st} (Maning-Strickler-Beiwerte, $m^{1/3}/s$)	30
Tabelle 5: Ergebnis der Kalibrierung	30
Tabelle 6: Ableitung Rauhigkeitsbeiwert der geplanten Maßnahmen k_{st} (Maning- Strickler-Beiwert, $m^{1/3}/s$)	33

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Gewässerlängsschnitt Donau km 2230,7 bis 2203,3
Anlage 2: Gewässerlängsschnitt Inn km 1,0 bis 0,0
Anlage 3: Orthofotos Maßnahmen
Anlage 4: Ergebnisdarstellung Wasserspiegellagen
Anlage 5: Ergebnisdarstellung Fließtiefen
Anlage 6: Ergebnisdarstellung Sohlschubspannungen
Anlage 7: Ergebnisdarstellung Fließgeschwindigkeiten
Anlage 8: Ergebnisdarstellung Fließgeschwindigkeiten längs der Fließrichtung und quer zur Fließrichtung



1. Einleitung

Im 1952 vereinbarten Regierungsabkommen der Regierungen der Bundesrepublik Deutschland, des Freistaates Bayern und der Republik Österreich zur Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) wurde der Bau und die möglichst wirtschaftliche Nutzung der Kraftwerksanlage Jochenstein an der Grenzstrecke der Donau vereinbart. Zu den im Regierungsübereinkommen genannten Kraftwerksanlagen zählt auch ein Pumpspeicherwerk, dessen Errichtung bis heute nicht erfolgte.

Die derzeit herrschenden Rahmenbedingungen in der Europäischen Energiewirtschaft mit dem Willen, erneuerbare Energieträger nachhaltig in die Energieaufbringung mit einzubeziehen und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit, die erzeugte Energie aus volatilen Energieträger (Wind, Photovoltaik) zu speichern, bedingen eine steigende Nachfrage nach Energiespeichern. Dabei stellen Pumpspeicherkraftwerke aus Wasserkraft die mit Abstand effizienteste und nachhaltigste Möglichkeit dar.

Vor diesem Hintergrund plant die Donaukraftwerk Jochenstein AG im Oberwasserbereich des Kraftwerkes Jochenstein die Errichtung eines modernen Pumpspeicherkraftwerkes, im Folgenden als „Energiespeicher Riedl - ESR“ bezeichnet. Die Grundkonzeption des Energiespeichers Riedl ist in Abbildung 1 dargestellt.

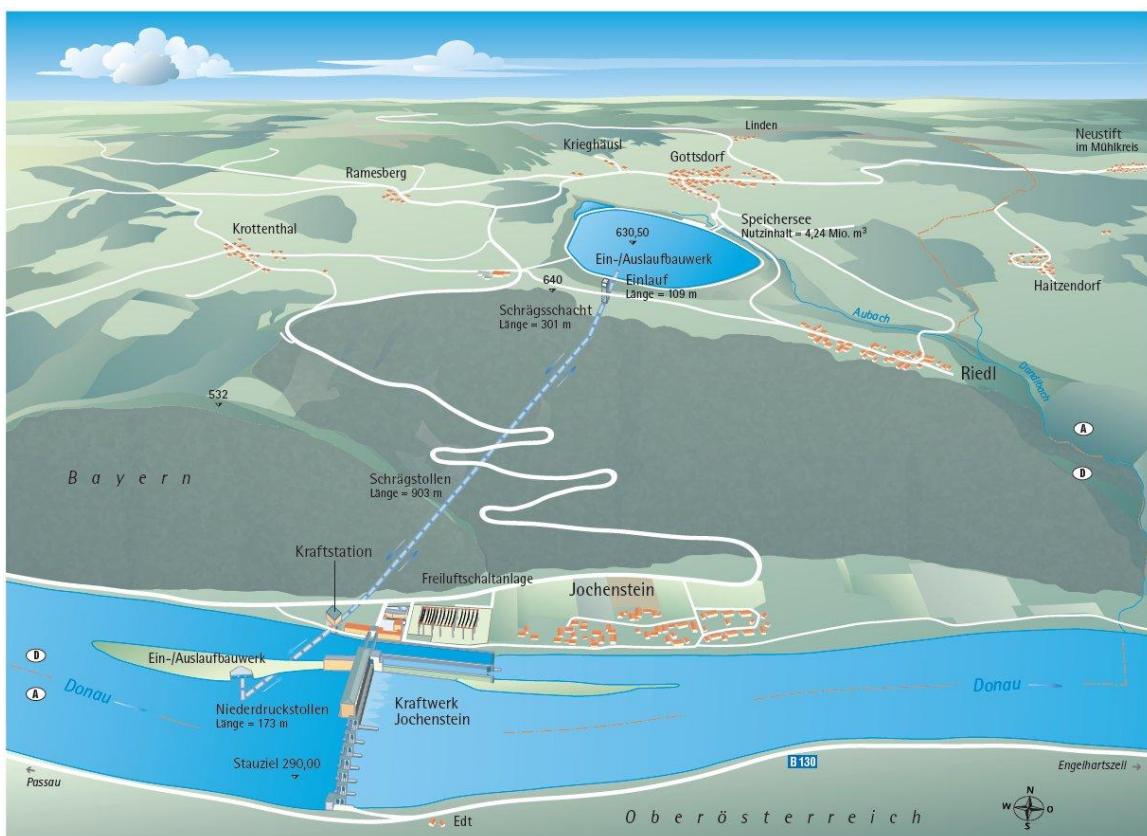


Abbildung 1: Projektübersicht

Das Wasser für die neue Anlage wird der Donau aus dem Stauraum Jochenstein am rechten Ufer des Trenndamms der bestehenden Laufwasserstufe über ein Ein-/Auslaufbauwerk sowohl entnommen als auch zurückgegeben. Ein neu errichteter Speichersee, welcher in der "Riedler Mulde" südwestlich der Ortschaft Gottsdorf und nördlich der Ortschaft Riedl vorgesehen ist, wird als Oberbecken verwendet. Die beiden Wasserkörper werden durch Stollen zu einer Kraftstation als Schachtbauwerk im Talbodenbereich von Jochenstein verbunden, in welcher die beiden Pumpen und Turbinen aufgestellt sind. Die erzeugte elektrische Energie wird in einem unterirdischen

Kabelkanal in die bestehende Schaltanlage des Kraftwerkes Jochenstein eingespeist. Alle Anlagenteile des Energiespeichers Riedl befinden sich auf deutschem Staatsgebiet.

Der Energiespeicher Riedl ist eine Wasserkraftanlage, mit der die Herstellung eines Gewässers (Speichersee) sowie die wesentliche Umgestaltung eines Gewässers (Donau) verbunden sind. Für derartige Vorhaben ist gemäß §§ 67 ff. Wasserhaushaltsgesetz (WHG) eine wasserrechtliche Planfeststellung erforderlich. Darüber hinaus ist gemäß §§ 2 Abs. 1, 3 Nr. 1 in Verbindung mit Anlage 1 Nr. 13.14 in Verbindung mit Anlage 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

Der Träger des Vorhabens hat gemäß § 6 UVGP der Behörde entscheidungserhebliche Unterlagen über die Umweltauswirkungen des Vorhabens vorzulegen. Im Fall des Energiespeichers Riedl wird hierzu eine Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) vorgelegt. Der gegenständliche Fachbereich ist Teil dieser UVS. Darin werden auf Basis der Vorgaben des § 6 UVPG der maßgebliche Untersuchungsraum, der Ist-Bestand und die methodische Vorgangsweise dargestellt sowie die Auswirkungen des Vorhabens sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase fachspezifisch beurteilt.

Durch den Betrieb des geplanten Energiespeicher Riedl werden in der bayerischen Donau Wasserspiegelschwankungen auftreten. Um diese Schwankungen auszugleichen müssen in den Stauräumen aquatische Maßnahmen (sog. Vermeidungsmaßnahmen) realisiert werden.

Die vom Projektwerber zur Umsetzung geplanten Maßnahmen werden im Folgenden erläutert.

2. Aufgabenstellung

Die Donaukraftwerk Jochenstein AG plant im Oberwasserbereich des Kraftwerkes Jochenstein die Errichtung eines modernen Pumpspeicherwerktes, im Folgenden als „Energiespeicher Riedl“ bezeichnet.

Der Energiespeicher Riedl ist eine Wasserkraftanlage, mit der die Herstellung eines Gewässers (Speichersee) sowie die wesentliche Umgestaltung eines Gewässers (Donau) verbunden ist. Für derartige Vorhaben ist gemäß §§ 67 ff. Wasserhaushaltsgesetz (WHG) eine wasserrechtliche Planfeststellung erforderlich. Darüber hinaus ist gemäß §§ 2 Abs. 1, 3 Nr. 1 in Verbindung mit Anlage 1 Nr. 13.14 in Verbindung mit Anlage 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

Durch den Betrieb des geplanten Energiespeicher Riedl werden in der bayerischen Donau Wasserspiegelschwankungen auftreten. Um diese Schwankungen auszugleichen müssen in den Stauräumen aquatische Maßnahmen (sog. Vermeidungsmaßnahmen) realisiert werden.

Das SchueTo-Ingenieurbüro für Umwelttechnik, Dr. Dipl. Ing. (FH) Thomas Schützeneder MSc., im Folgenden mit "SchueTo" bezeichnet, und das Büro ezb - Technisches Büro Zauner GmbH, im Folgenden mit "ezb" bezeichnet, sind mit der Erstellung der Einreichunterlagen für die technische Planung der gewässerökologischen Maßnahmen im bayerischen Anteil des Stauraums Jochenstein betraut. Die Planung umfasst die Antragsplanung der einzelnen vorgesehenen gewässerökologischen Maßnahmen unter Abstimmung der Maßnahmen mit den Fachplanern.

Die Wagmann Ingenieur GmbH ist (in Arbeitsgemeinschaft mit SchueTo) mit 2d-Wasserspiegellagenberechnungen für die betroffenen Gewässerabschnitte der

Donau und des Inns im Stauraum Jochenstein beauftragt worden. Die Ergebnisse sollen zur Beurteilung der Einflüsse der geplanten gewässerökologischen Maßnahmen auf das Abflussverhalten von Donau und Inn dienen.

Arbeitsschritte im Zuge der 2d-Simulation:

- Zusammenstellung der Grundlagendaten, Datenübernahme und -aufbereitung
- Modellerstellung, -optimierung
- Einarbeiten der Rauhigkeiten, Modellkalibrierung
- Wasserspiegellagenberechnungen für den Bestand
- Einarbeitung der Maßnahmen in der Modellgeometrie
- Wasserspiegellagenberechnungen für die Verhältnisse nach Umsetzung Maßnahmen (kumulativ)
- Einwirkung auf die Maßnahmenplanung bzgl. hydraulischer Gesichtspunkte, entsprechende Adaptierungen
- Auswertung, Ergebnisdarstellung, Berichterstellung



3. Verwendete Unterlagen

Grundlage der Berechnungen sind folgende Planunterlagen:

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / Dateiname	Ordner Nr.	Register
Maßnahme Hafen Racklau, Stauraum Jochenstein; KM 2218,17 bis KM 2227,3, rechtes Ufer	1:2000, 1:250	JES-A001-SÜTO1-A50002-00	28	A 4.3.3
Maßnahme Edlhof, Stauraum Jochenstein; KM 2217,5 bis KM 2216,9, linkes Ufer	1:2000, 1:250	JES-A001-SÜTO1-A50002-04	28	A 4.3.3
Maßnahme Leitwerk Erlau, Stauraum Jochenstein; KM 2214,4 bis KM 2214,0, linkes Ufer	1:1000, 1:500	JES-A001-SÜTO1-A50002-05	28	A 4.3.3
Maßnahme Innstadt, Stauraum Jochenstein; Inn KM von 0,55 bis Strom-km 2225,00, rechtes Ufer	1:1000, 1:250	JES-A001-SÜTO1-A50003-05	28	A 4.3.3
Adaptierung Kernmühlner Sporn Strom-km 2220,0 - 2220,2	1:1000, 1:100	JES-A001-EZB_1-A50001-00	28	A 4.3.3
Adaptierung Mannheimer Sporn Strom-km 2218,8 - 2219,4	1:1000, 1:100	JES-A001-EZB_1-A50001-02	28	A 4.3.3
Adaptierung Altarm Obernzell, Strom-km 2217,7 - 2212,1	1:1000, 1:500	JES-A001-EZB_1-A50001-03	28	A 4.3.3

Tabelle 1: Verwendete Planunterlagen



4. Bestehende Verhältnisse

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / Dateiname	Ordner Nr.	Register
Anlage 1 Gewässerlängsschnitt Donau km 2230,7 bis 2203,3	o.M.	JES-A001-WAGM1-B50005-02	27	A 4.3.2
Anlage 2 Gewässerlängsschnitt Inn km 1,0 bis 0,0	o.M.	JES-A001-WAGM1-B50005-03	27	A 4.3.2
Anlage 3 Orthofotos der hydraulisch relevanten Maßnahmen	o.M.	JES-A001-WAGM1-B50005-04	27	A 4.3.2
Anlage 4 Ergebnisdarstellung Wasserspiegellagen	o.M.	JES-A001-WAGM1-B50005-05	27	A 4.3.2
Anlage 5 Ergebnisdarstellung Fließtiefen	o.M.	JES-A001-WA6M1-B50005-06	27	A 4.3.2
Anlage 6 Ergebnisdarstellung Sohlschubspannungen	o.M.	JES-A001-WAGM1-B50005-07	27	A 4.3.2
Anlage 7 Ergebnisdarstellung Fließgeschwindigkeiten	o.M.	JES-A001-WAGM1-B50005-08	27	A 4.3.2
Anlage 8 Ergebnisdarstellung Fließgeschwindigkeiten längs der Fließrichtung und quer zur Fließrichtung	o.M.	JES-A001-WAGM1-B50005-09	27	A 4.3.2

Der zu untersuchende Gewässerabschnitt der Donau erstreckt sich auf den Stauraum Jochenstein über eine Länge von ca. 27 Kilometer und ist konkret durch die Donaukraftwerke Kachlet (Strom-km 2230,7, Unterwasser) und Jochenstein (Strom-km 2203,3, Oberwasser) vorgegeben.

Im Stadtgebiet von Passau vereinen sich die Donau und der Inn (Strom-km 2225,3), die bei Betrachtung der Abflüsse in etwa die gleiche Größenordnung aufweisen. Auch die deutlich kleinere Ilz mündet in diesem Bereich. Der Inn wird von der Mündung bis zur Marienbrücke (Fluss-km 1,0) modelliert, die Ilz nur im unmittelbaren Mündungsbereich, um die Zuströmverhältnisse im hydraulisch komplexen Bereich der Passauer Ortspitze (Strom-km 2225,3) zutreffend zu erfassen.

Die Stauwurzel des Kraftwerkes Jochenstein reicht je nach Abfluss bis zum Kraftwerk Kachlet und entsprechend weit auch in die Innmündung. Der Oberwasserpegel wird am Wehr auf konstant 290,00 müNN geregelt. Bei Hochwasser wird er gemäß vorgegebener Stauregelung¹ abgesenkt, damit die Wasserspiegel im mittleren und oberen Stauraumbereich nicht zu hoch ansteigen. Der festgelegte Höhenmarke von 291,10 müNN am Wendepegel Erlau ist so lange zu halten, bis alle Wehröffnungen und Schleusen vollständig freigegeben sind. Steigt der Durchfluss weiter, ist eine Regelung des Wasserspiegels am Wendepegel nicht mehr möglich.

¹ "Beschluß des Landratsamtes Passau vom 1. Juni 1955 Nr. II betreffend die Errichtung des Donaukraftwerkes Jochenstein durch die Donaukraftwerk Jochenstein AG in Passau", § 8 Stauhöhe und Stauregelung.

Die mittlere Fließtiefe der Donau - gemessen im Talfiefsten - beträgt bei Mittelwasser in den oberen Abschnitten des Stauraums ca. 7 bis 8 m, im unteren Staubereich steigt die mittlere Fließtiefe auf ca. 12 m an.

Der Eintrag von Geschiebe in den Stauraum Jochenstein wird durch die Stauketten an der Donau und am Inn weitgehend verhindert. Im Gewässerabschnitt oberhalb der Ortspitze steht daher in Donau und Inn eine "abasierte", relativ rauhe Felssohle an. Feinsedimente lagern sich hier aufgrund der relativ hohen Schleppspannungen bei höheren Abflüssen dauerhaft kaum ab. Das mittlere Wasserspiegelgefälle der Donau liegt in diesem Abschnitt bei MQ bei 0,19 °/oo². Lediglich feine Sandsedimente driften ab und lagern sich im Gewässerabschnitt unterhalb der Ortspitze mit relativ geringerem Wasserspiegelgefälle bei MQ von 0,06 °/oo³, großen Wassertiefen im Staubereich und entsprechend niedrigen Fließgeschwindigkeiten ab.

² gem. Werten WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97: (292,10-291,22)/(2.230,00-2.225,25)/1000=0,185 °/oo

³ gem. Werten WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97: (291,22-290,00)/(2.225,25-2.203,36)/1000=0,056 °/oo

5. Art und Umfang des Vorhabens

Art und Umfang des Vorhabens wie Gestaltung der baulichen Anlagen bzw. Einzelmaßnahmen, Funktionalität der Maßnahmen, Mess- und Kontrollverfahren, Höhenlage und Festpunkte sowie Sicherheitsnachweise werden in folgendem Bericht ausführlich behandelt:

Plan- und Anlagenbezug

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
Anlage A 4.3.1 - TECHNISCHE BESCHREIBUNG GEWÄSSERÖKOLOGISCHE MAßNAHMEN BAYERN	A4	JES-A001-SÜTO1-B50003-00	27	A 4.3.1

Auflistung der geplanten Maßnahmen:

- (1) Maßnahme Hafen Racklau
Strom-km 2218,17 bis 2227,3, rechtes Ufer
- (2) Maßnahme Edlhof
Strom-km 2217,5 bis 2216,9, linkes Ufer
- (3) Maßnahme Leitwerk Erlau
Strom-km 2214,4 bis 2214,0, linkes Ufer
- (4) Maßnahme Innstadt
Inn Fluss-km von 0,55 bis Strom-km 2225,00, rechtes Ufer
- (5) Maßnahme Kernmühler Sporn
Strom-km 2220,2 - 2220,0, linkes Ufer
- (6) Maßnahme Mannheimer Sporn
Strom-km 2219,4 - 2218,8, linkes Ufer
- (7) Maßnahme Altarm Obernzell
Strom-km 2212,1 - 2211,7, linkes Ufer

5.1. Maßnahme Racklau

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / Dateiname	Ordner Nr.	Register
Maßnahme Hafen Racklau, Stauraum Jochenstein; KM 2228,17 bis KM 2227,3, rechtes Ufer	1:2000, 1:250	JES-A001-SÜTO1-A50002-00	28	A 4.3.3

Bei der Maßnahme Racklau wird eine Vorschüttung bzw. Kiesschüttung in Form einer am Ufer verlaufenden, ca. 880 m langen Kiesbank mit vorgesetzter Kiesinsel ausgebildet. Die orografisch rechtsseitig verlaufende langgestreckte Kiesbank überschüttet dabei bestehende Buhnen, welche massiv aus Wasserbausteinen hergestellt und in die Ufersicherungen eingebunden sind.

Die Buhnen werden bis 0,5 m unter die zukünftige Sohle abgetragen, so dass sie nicht mehr hydraulisch wirken.

Bei der Planung wurde insbesondere darauf geachtet, dass der Böschungsfuß der Maßnahme, den Fahrinnenrand des Wasser und Schifffahrtsamtes (WSA) nicht berührt bzw. nicht überschreitet. Um die Maßnahme für die Schifffahrt sichtbar zu machen, ist die Anordnung von Dalben geplant.

Technischer Steckbrief der Maßnahme

Anordnung in Gewässer:	Donau - orografisch rechtsseitig; Strom-km: 2.228,17 bis Strom-km: 2.227,3 (siehe Planungen)
Länge:	~ 880 m
Breite:	~ 33 m - 63 m (partiell zweigeteilt – Kiesbank mit vorgesetzter Kiesinsel)
Massen:	<p><u>Inselformation:</u> Deckschicht 15.600 m³ Donauschotter, Unterbau 7.500 m³ Kantkorn aus Abbruchmaterial ESR und 300 m³ aus Abbruch der bestehenden Buhnen.</p> <p><u>Kiesbank rechtes Ufer</u> 24.200 m³ Donauschotter bzw. Kies</p> <p><u>Rückbau Buhnen</u> 300 m³ Rückbau Buhnen im Kopfbereich und im Bereich des geplanten Hinterrinners</p>
Einbau:	Partieller Abtrag der Buhnen im Kopfbereich und geplanten Hinterrinner bis 0,5 m unter die projektierte Kiessohle, Überschüttung der verbleibenden Buhnenreste und des Blockwurfs mit Ausbruchmaterial vom Projekt ESR bzw. Deckschicht ca. 1,5 - 2 m Donauschotter;
Unterhaltungsmaßnahmen:	<p><u>Insel</u> Gemäß Projekt hat die Insel auf einer Länge von rd. 200 m eine Höhenlinie bei ca. 293,20 müNN. Bei einem Erodieren der Kiesinsel von rd. 80 cm der Höhenlinie auf rd. 293,40 müNN wird die Kiesinsel wieder in den projektsgemäßen Zustand hergestellt.</p> <p><u>Hinterrinner</u> Wird der Hinterrinner bei RNQ nicht mehr durchströmt wird er wieder in Stand gesetzt.</p> <p><u>Kiesbank Ufer</u> Bei einer durchschnittlichen Abweichung der projektsgemäßen Kiesoberkanten zu den Kontrollmessungen von ± 50 cm, wird die Kiesbank wieder in den projektsgemäßen Zustand hergestellt</p> <p>Wenn die Kiesufer durch Kolmation nicht mehr als Laichplatz für rheophile Arten fungieren können, werden die Kiesbänke aufgelockert.</p>

5.2. Maßnahme Innstadt

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / Dateiname	Ordner Nr.	Register
Maßnahme Innstadt, Stauraum Jochenstein; Inn KM von 0,55 bis Strom-km 2225,00, rechtes Ufer	1:1000, 1:250	JES-A001-SÜTO1-A50003-05	28	A 4.3.3

Im Mündungsbereich des Inns in die Donau wird auf der orografisch rechten Seite des Inns auf Höhe der gegenüberliegenden Ortspitze Passau eine Kiesvorschüttung mit einer Längenausdehnung von ca. 660 m und einer Maximalbreite von ca. 37 m eingebracht. Die geplante Kiesbank wird an die östlich angrenzende bestehende Kiesstruktur, welche vor einigen Jahren realisiert wurde, angebunden.

Bestehende Buhnen werden partiell abgetragen und mit Schotter überschüttet. Die Buhnen werden bis 0,5 m unter die zukünftige Sohle abgetragen, so dass sie nicht mehr hydraulisch wirken.

Technischer Steckbrief der Maßnahme

Anordnung in Gewässer:	Inn - orografisch rechtsseitig; Flkm: 0,55 bis Donau Strom-km: 2.225,00
Länge:	~ 660 m
Breite:	~ max. 37 m
Massen:	26.400 m ³ Kies 250 m ³ Rückbau Buhnen im Kopfbereich
Einbau:	Partieller Abtrag der Buhnen im Kopfbereich bis 0,5 m unter die projektierte Kiessohle Überschüttung der verbleibenden Buhnenreste und des Blockwurfs im Uferbereich mit Kies (Donauschotter); <u>Kiesbank rechtes Ufer</u> 26.400 m ³ Kies <u>Rückbau Buhnen</u> 250 m ³ Rückbau Buhnen im Kopfbereich
Unterhaltungsmaßnahmen:	Bei einer durchschnittlichen Abweichung der projektsgemäßen Kiesoberkanten zu den Kontrollmessungen von ± 50 cm, wird die Kiesbank wieder in den projektsgemäßen Zustand hergestellt Wenn die Kiesufer durch Kollimation nicht mehr als Laichplatz für rheophile Arten fungieren können, werden die Kiesbänke aufgelockert

5.3. Maßnahme Leitwerk Erlau

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / Dateiname	Ordner Nr.	Register
Maßnahme Leitwerk Erlau, Stauraum Jochenstein; KM 2214,4 bis KM 2214,0, linkes Ufer	1:1000, 1:500	JES-A001-SÜTO1 A50002-05	28	A 4.3.3

Stromab der Mündung der Erlau in die Donau besteht durch den Einbau eines Leitwerkes von Strom-km 2.214,4 bis Strom-km 2.214,0 ein Altwasser mit Verbindung zur Donau. Dieser Stillwasserbereich ist im Laufe der Zeit sehr stark verlandet wobei insbesondere im Anbindungsreich des Stillgewässers an den Hauptfluss Donau massive Verlandungstendenzen bemerkbar sind.

Die Maßnahme "Leitwerk Erlau" im Stauraum Jochenstein revitalisiert ein bestehendes Stillgewässer. Die Maßnahme stellt einerseits die Adaptierung des Biotops dar, um großflächige Falleneffekte für aquatische Organismen bei Wasserstandsschwankungen zu vermeiden und andererseits die Herstellung einer naturnahe strukturierten Uferlinie in Verbindung mit einer Tiefenlinie.

Geplant ist die Entlandung des Stillgewässers inklusive einer Neustrukturierung des nördlichen Ufers. In der Mitte des Altwassers wird eine Tiefenrinne hergestellt. Die Tiefe dieser Rinne beträgt im unteren (Anbindungsreich) und mittleren Abschnitt ca. 5 m und läuft nach oben hin kontinuierlich aus. Die Ufer werden in verschiedenen Tiefenvarianzen gemäß beiliegenden Plänen strukturiert. Die bestehenden und strukturierten Uferlinien sind uneingeschränkt und durchgehend erreichbar.

Der Mündungsbereich des Altwassers in die Donau wird im Zuge der Bauausführung mit zwei zusätzlichen Leitwerken verengt um die Verlandungstendenz des Mündungsbereiches infolge von großen Kehrströmungen zu vermindern. Die Maßnahmenplanungen passen sich an die IST-Bestandsdaten des Leitwerks Erlau an.

Technischer Steckbrief der Maßnahme

Anordnung in Gewässer:	Donau - orografisch linksseitig; Strom-km: 2.214,4 bis Strom-km: 2.214,0
Länge:	~ 400 m gesamt Tiefenrinne Länge ~ 400 m Uferstrukturierung ~ 390 m Leitwerk 2 mal ~ 18 m
Breite:	~ 50 m - 60 m gesamt Tiefenrinne 13 m bis 35 m (Tiefe max. 5 m) Uferstrukturierung 1 m bis 18 m Leitwerk ~ 10 m (Höhe ~6m)
Massen:	<u>Tiefenlinie</u> Aushub Feinsedimente ca. 20.000 m ³

Uferstrukturierung

Uferstrukturierung des nördlichen Ufers mit ca. 3.300 m³ Kies

Leitwerk

Aufbau mit Blockwurf ca. 1.500 m³ aus Abruchmaterial ESR, überschüttet mit ca. 550 m³ Kies (Donauschotter).

Unterhaltungsmaßnahmen: Im Bereich der Anbindung zur Donau (Schnitt C-D, siehe Plan, JES-A001-SÜT01-A50002-05) wird nach Umsetzung des Projektes eine Wassertiefe von etwa 5 m bei RNW (Gewässersohle bei rd. 285,0 müNN) erreicht werden. Um die ökologische Funktionalität und eine Instandhaltung auf dem Wasserweg gewährleisten zu können, wird das Stillwasser Erlau bei einer Verlandung auf 2,5 m Wassertiefe (Bereich Schnitt C-D, Gewässersohle rd. 287,5 müNN) wieder in den projektgemäßen Zustand (Wasserflächen- und Tiefenverhältnisse) hergestellt.

5.4. Maßnahme Edlhof

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / Dateiname	Ordner Nr.	Register
Maßnahme Edlhof, Stauraum Jochenstein; KM 2217,5 bis KM 2216,9, linkes Ufer	1:2000, 1:250	JES-A001-SÜT01-A50002-04	28	A 4.3.3

Die Maßnahme ist auf der orografisch linken Talfläche bei Strom-km 2.217,5 bis 2.216,9 der Donau geplant.

In der Nähe des bestehenden Gasthofes Edlhof, ca. 900 m von der Ortschaft Erlau entfernt, werden Stillgewässer mit einer Längenausdehnung von ca. 600 m und einer durchschnittlichen Breite von ca. 50 m in einer Größe von ca. 30.500 m² auf den derzeitig landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet. Die Stillgewässer werden mit der Donau aquatisch mittels einer Unterführung der B 388, in Form eines 7 m breiten Rohrdurchlasses verbunden.

Durch die Schaffung des Stillwasserbereiches, in Verbindung mit gewässerbegleitenden Gehölzen und der Anpflanzung von Baumgruppen, werden neben der ökologischen Funktion auch das Landschaftsbild und die Erholungsqualität verbessert.

Technischer Steckbrief der Maßnahme

Die Maßnahme ist bezüglich der technischen Umsetzung wie folgt zu betrachten:

Anordnung in Gewässer:	Donau - orografisch linksseitig;
	Strom-km: 2.217,5 bis Strom-km: 2.216,9
Länge:	~ 600 m Gesamtlänge

	angebundenes Stillgewässer rd. 400 m
Fläche bei RNW:	angebundenes Stillgewässer ~ 10.600 m ² Tümpel 1 ~ 780 m ² Tümpel 2 ~ 730 m ² Tümpel 3 ~ 300 m ²
Breite:	min ~ 25m, max ~ 50 m
Massen:	*Aushub Tümpel 1-3 ca. 12.000 m ³ *Aushub Stillgewässer ca. 73.000 m ³ *Errichtung Baustraße grobes Kantkorn ca. 180 m ³ ; Deckschicht Feinschotter Kantmaterial ca. 120 m ³ ; (aus Abbruchmaterial Energiespeicher Riedl);
Einbau:	Maulprofil unter der Straße, B=7 m, H=4 m Baustellenzufahrt geschottert für Tümpel 1-3 L=220 m Kurzbuhne L ~25 m mit Blockwurf aufgebaut und mit Kies überschüttet (Blockwurf ca. 1.500 m ³ , Kies ca. 330 m ³)
Unterhaltungsmaßnahmen:	Im Bereich der Anbindung zur Donau (Profil 2216,95, siehe Plan, JES-A001-SÜT01-A50002-04) wird nach Umsetzung des Projektes eine Wassertiefe von etwa 3,3 m bei RNW (Gewässersohle bei rd. 286,75 müNN) erreicht werden. Um die ökologische Funktionalität gewährleisten zu können, werden das Stillgewässer bei einer Verlandung auf 2,0 m Wassertiefe (Bereich Profil 2216,95, Gewässersohle rd. 288,05 müNN) wieder in den projektsgemäßen Zustand (Wasserflächen- und Tiefenverhältnisse) hergestellt und die Amphibientümpel bei Bedarf adaptiert.



5.5. Maßnahme Kernmühler Sporn

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
Adaptierung Kernmühler Sporn Strom-km 2220,0 - 2220,2	1:1000 1:100	JES-A001-EZB_1- A50001-00	28	A 4.3.3
Grundinanspruchnahme, Katasterplan Kernmühler Sporn	1:1000	JES-A001-EZB_1- A50001-12	28	A 4.3.4

Das Biotop erstreckt sich von Strom-km 2220,0 - 2220,2 am orografisch linken Donauufer und hat eine Länge von etwa 190 m bei einer durchschnittlichen Breite von 10 - 15 m. Das Biotop ist am unteren Ende durch ein Rohr (rd. 3 m Durchmesser) mit der Donau angebunden. In den vergangenen Jahren ist das Biotop mit Feinsedimenten verlandet und Tiefstellen (Wassertiefen > 50 cm bei RNW) sind nicht mehr vorhanden. Der obere Bereich wird von der Donau abgeschnitten wodurch ein Fischfalleneffekt auftritt der durch den Betrieb des Energiespeicher Riedl verstärkt würde.

Von Strom-km 2220,1 bis zur Anbindung in die Donau werden die verlandeten Feinsedimente mit einem kontinuierlichen ausgehoben (rd. 1.000 m³). Tiefstellen bis rd. 1,40 m bei RNW werden dadurch wieder entstehen und der Fischfalleneffekt beseitigt. Im Bereich der Anbindung des Biotops mit der Donau durch einen Rohrdurchlass, werden die Verlandungen bis zur Sohle des Rohrdurchlasses entfernt.

5.6. Maßnahme Mannheimer Sporn

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
Adaptierung Mannheimer Sporn Strom-km 2218,8 - 2219,4	1:1000 1:100	JES-A001-EZB_1- A50001-02	28	A 4.3.3
Grundinanspruchnahme, Katasterplan Mannheimer Sporn	1:2000	JES-A001-EZB_1- A50001-13	28	A 4.3.4

Das Biotop erstreckt sich von Strom-km 2218,8 - 2219 am orografisch linken Donauufer und hat eine Länge von etwa 350 m bei einer durchschnittlichen Breite von 15 - 20 m. Das Biotop ist am unteren Ende durch ein Rohr (rd. 3 m Durchmesser) mit der Donau verbunden. In den vergangenen Jahren ist das Biotop mit Feinsedimenten verlandet und Tiefstellen (Wassertiefen > 100 cm bei RNW) sind nicht mehr vorhanden. Der obere Bereich wird von der Donau abgeschnitten wodurch ein Fischfalleneffekt auftritt der durch den Betrieb des Energiespeicher Riedl verstärkt würde.

Von Strom-km 2219,1 bis zur Anbindung in die Donau werden die verlandeten Feinsedimente mit einem kontinuierlichen Gefälle ausgehoben (rd. 1.300 m³). Tiefstellen bis rd. 1,80 m bei RNW werden dadurch wieder entstehen. Im Bereich der Anbindung des Biotops mit der Donau, durch einen Rohrdurchlass, werden die Verlandungen bis zur Rohrsohle entfernt.

5.7. Maßnahme Altarm Obernzell

Plan- und Anlagenbezug

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
Adaptierung Altarm Obernzell Strom-km 2211,7 - 2212,1	1:1000 1:500	JES-A001-EZB_1-A50001-03	28	A 4.3.3

Der Altarm erstreckt sich von Strom-km 2211,7 - 2212,1 am orografisch linken Donauufer und hat eine Länge von etwa 300 m bei einer durchschnittlichen Breite von 70 - 120 m. Der Altarm ist am unteren Ende durch eine etwa 70 m breite Öffnung mit der Donau. Der Altarm ist mit Feinsedimenten stark verlandet wobei Tiefstellen (Wassertiefen > 200 cm bei RNW) nur im oberen Bereich bei Strom-km 2212,0 erreicht werden. Der starke Verlandungsgrad im Mündungsbereich ist vor allem durch den breiten Anbindusbereich bedingt. Der Eintrag von Feinsedimenten wird dadurch stark gefördert.

Von Strom-km 2211,95 bis zur Anbindung an die Donau werden die verlandeten Feinsedimente mit einem kontinuierlichen Gefälle hin zum Hauptstrom der Donau ausgehoben (rd. 21.500 m³). Tiefstellen von rd. 3,5 - 4,0 m bei RNW werden dadurch wieder entstehen. Die gewässerökologisch schädliche Verlandung des Anbindusbereiches wird dadurch neutralisiert.

Die derzeitige rd. 70 m breite Anbindung an die Donau wird auf etwa 30 m reduziert. Die Anbindung wird jedoch groß genug ausgeführt, damit zukünftige Instandhaltungsmaßnahmen auf dem Wasserweg ohne Probleme durchführbar sind. Das bestehende Leitwerk wird um etwa 40 m mit einem Kern aus Wasserbausteinen (rd. 200 m³) und einer Überkiesung verlängert. Dadurch soll eine zukünftige Verlandung des Altarmes mit Feinsedimenten verlangsamt werden.

Am Donauaußenufer des Leitwerks von Strom-km 2211,80 - Strom-km 2212,15 wird die bestehende, autochthon entstandene Kiesbank zusätzlich mit Kies (rd. 9.000 m³) strukturiert. Auch dadurch werden verloren gegangene Seichtbereiche wiederhergestellt.

Neben der Adaptierung des Altwassers hinsichtlich seines stark verlandeten Mündungsbereiches werden durch die Uferstrukturierung innerhalb und außerhalb des Leitwerks wertvolle Habitate in Form von Flachwasserzonen geschaffen.



6. Hydraulisches Modell

6.1. Berechnungsmethodik, Software

Bei der vorliegenden Problemstellung wird von einer Verwendung der bereits vorliegenden 1d-Modelle abgesehen, da mit Hilfe einer zweidimensionale Modellierung eine erheblich genauere Beurteilung der Maßnahmen möglich wird. Die rechnerische Vereinfachung der in Wirklichkeit dreidimensionalen Strömung auf ein eindimensionales Problem erlaubt für bestimmte Aspekte keine hinreichende Beurteilung.

Die Vorteile der zweidimensionalen Berechnung liegen in der Ausweisung flächenhaft diversifizierter Wasserstände, Strömungsgeschwindigkeiten und Schubspannungen, der Möglichkeit zur detaillierten Analyse von Strömungsvorgängen im Flussschlauch und den überströmten Vorlandbereichen und der Berechenbarkeit hydraulisch komplexer Situationen (Quer- und Rückströmungen, Strömungsverzweigungen/-vereinigungen, nichthorizontale Wasserspiegellagen).

Es wird das zweidimensionale numerische Strömungsmodell HYDRO_AS-2D (Software: Hydro_AS-2D Version 2.2, Dr.-Ing. Nujić) verwendet, das als Standardprogramm in der Bayerischen Wasserwirtschaft eingesetzt wird.

Das zugrunde liegende mathematische Modell basiert auf der numerischen Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen (auch als "Flachwassergleichungen" bekannt) unter Anwendung eines Finite-Volumen-Ansatzes. Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Darcy-Weisbach-Gleichung und die Bestimmung des Widerstandsbeiwertes nach der Fließformel nach Manning-Strickler.

Ein HYDRO_AS-2D-Berechnungsnetz besteht aus Vierecks- und Dreieckselementen, Anpassungen an die topographischen Gegebenheiten der jeweiligen Aufgabenstellung sind einfach zu bewerkstelligen.

Detaillierte Informationen zu numerischen und hydraulischen Lösungsansätzen können den Handbüchern entnommen werden [Hydro_As-2d Handbuch] [Hydro_As-2d Tutorial].

Als Benutzeroberfläche zur Generierung des Berechnungsnetzes, der Anfangs- und Randbedingungen (Preprocessing) sowie zur Darstellung der Ergebnisse (Postprocessing) wird das Programmpaket SMS 10.1 (Surface-Water Modelling System; AQUAVEO, U.S.) verwendet.



6.2. Topographische Datengrundlage / Geodaten

6.2.1. Übersicht

Vom Auftraggeber wurden folgende topographische Grundlagendaten zur Verfügung gestellt:

- Katasterdaten (Transformation der österreichischen Katasterdaten ins deutsche Gauß-Krüger-System durch den AG)
- Flächenhafte Peildaten der Flussohle der Donau, Stauraum Jochenstein (AG, 2009, Punktraster 1x1 m)
- Flächenhafte Peildaten der Flussohle des Inns Fluss-km 0,000 bis 0,350 (AG, 2009, Punktraster 1x1 m)
- Gewässerprofile Inn (GKW Technischer Dienst, i. M. alle 200 m, Messung v. Okt. 2009)
- Gewässerprofile Ilz (o.A., 2009)
- Terrestrische Vermessungen der Maßnahmenbereiche, ergänzende Peilungen Flussohle (Fesl+Bauer Ingenieurgesellschaft mbH, Büchlberger Str. 35, 94051 Hauzenberg; Nov., Dez. 2011/2012)
- Terrestrische Vermessungen und Peilungen Kammergraben und Lüftenegger Inseln (Fesl+Bauer Ingenieurgesellschaft mbH; Nov. 2011)
- Digitales Geländemodell 1 (DGM 1) der Bayerischen Vermessungsverwaltung
- Längenprofil des Stauraumes von Donau km 2202 - 2230 (Arbeitsgemeinschaft Staustufe Jochenstein, M=1:25.000/50, PlanNr. 8503, 21.03.1951)
- Weitere Grundlagenkarten (Gewässerachse, Kilometrierung, Fahrrinne WSA, Fahrrinne Via Donau, morphologische Karten etc.)

Vom Wasser- und Schifffahrtsamt Regensburg wurden zudem folgende Grundlagendaten zur Verfügung gestellt:

- Gewässerprofile Donau (i. M. alle 200 m, 2009)

Vom Bearbeiter wurde selbst bezogen:

- Orthofotos (georeferenzierte TIFF-Dateien, DOP 20 cm, Bezug/Herausgeber: Landesamt für Vermessung und Geoinformation, Alexandrastraße 4, 80538 München)

6.2.2. Bezugssystem

Für den gesamten Stauraum Jochenstein wird vereinbarungsgemäß ausschließlich das deutsche Lage und Höhensystem verwendet:

- Lagebezugssystem: Gauß-Krüger-Koordinatensystem im 4. Meridianstreifen (12° Bezugsmeridian, wird in Deutschland verwendet)
- Höhenbezugssystem: Deutsches Haupthöhennetz (DHHN92)
Umrechnung: m ü. A - 0,34 m --> müNN

6.2.3. Stationierung

Die Donau (Gew. I, Bundeswasserstraße), der Inn (Gew. I) und die Ilz (Gew. I) sind mit Hektometersteinen ausgestattet. Eine örtliche Stationierung wird nicht eingeführt.

6.3. Hydrologische Datengrundlagen

6.3.1. Allgemein

Vom Auftraggeber wurde zur Verfügung gestellt:

- Beschuß des Landratsamtes Passau vom 1. Juni 1955 Nr. II betreffend die Errichtung des Donaukraftwerkes Jochenstein durch die Donaukraftwerk Jochenstein AG in Passau.
- Planfeststellungsverfahren, Technischer Bericht - Hydrologie und Hydraulische Berechnungen für die Donau Stauräume (JES-A001-VHBN1-B40010-00)

Vom Wasser- und Schifffahrtsamt Regensburg wurde zur Verfügung gestellt:

- Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97 (aufgestellt im Dez. 2002)

Von ezb wurde in Tabellenform zur Verfügung gestellt:

- Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau (KWD 1996) Bundeswasserstraßenverwaltung. Hrsg. Wasserstraßendirektion. 1997.

Im Internet sind bei folgenden Institutionen Pegelstammdaten, Wasserstände, Abflüsse und Jahresreihen abrufbar:

- Hochwassernachrichtendienst Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt: <http://www.hnd.bayern.de>
- Gewässerkundliches Informationssystem der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes: <http://www.pegelonline.wsv.de>
- Elektronischer Wasserstraßen-Informationsservice (ELWIS): <http://www.elwis.de>
- DoRIS (Donau River Information Services) - Via Donau: <http://www.doris.bmvit.gv.at>
- Hydrographischer Dienst, Land Oberösterreich: http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/ooe/hs.xsl/hydrographischer_dienst_DEU_HTML.htm



6.3.2. Pegeldaten

Im Untersuchungsabschnitt liegen mehrere Pegelmessanlagen, deren Daten zur Kalibrierung des Modells verwendet wurden.

Pegel Donau:

- KACHLET UP Strom-km 2.230,32
Messstellennummer: 10090708
Betreiber: WSA Regensburg, WSD SÜD
Koordinaten: o.A.
Pegelnullpunktshöhe: o.A.
- PASSAU STEINBACHBRÜCKE DFH Strom-km 2.230,28
Brückendurchfahrtshöhe-Pegel
- PASSAU / DONAU Strom-km 2.226,70 rechts
Messstellennummer: 10091008
Betreiber: WSA Regensburg, WSD SÜD
Koordinaten: 4607740,00; 5383100,00 (GK)
Pegelnullpunktshöhe: 286,46 m ü.NN
Einzugsgebiet: 49.716,33 km²
- PASSAU LUITPOLDBRÜCKE DFH Strom-km 2.225,75
Brückendurchfahrtshöhe-Pegel
- PASSAU ILZSTADT / DONAU Strom-km 2.225,25 links
Messstellennummer: 10092000
Betreiber: WSA Regensburg, WSD SÜD
Koordinaten: 4609184,28; 5383003,31 (GK)
Pegelnullpunktshöhe: 286,23 müNN
Einzugsgebiet: 76.643,21 km²
- ACHLEITEN / DONAU Strom-km 2.223,05 rechts
Messstellennummer: 10092000
Betreiber: Land Oberösterreich, Hydrografischer Dienst
Koordinaten: 4611100,00; 5383840,00 (GK)
Pegelnullpunkt: 288,04 m.ü.A./287,70 müNN
- ERLAU / DONAU Strom-km 2.214,51 links
Messstellennummer: 10096001
Betreiber: WSA Regensburg, WSD SÜD
Koordinaten: 4617242,00; 5382316,36 (GK)
Pegelnullpunkt: 282,66 müNN

Pegel Inn:

- PASSAU INGLING KW / INN Fluss-km 4,20 links
Messstellen-Nr.: 18007800
Betreiber: Hochwasservorhersagezentrale Inn
Koordinaten: 4605837,00; 5380584,00 (GK)

▪ <u>PASSAU INGLING / INN</u>	Fluss-km 3,10 li
Messstellen-Nr.:	18008008
Betreiber	WWA Deggendorf
Einzugsgebiet:	26.062,72 km ²
Koordinaten:	4606699,53; 5381430,08 (GK)
Pegelnnullpunktshöhe:	289,19 m ü.NN
▪ <u>PASSAU / INN</u>	Fluss-km 1,10 km links
Messstellen-Nr.:	18009000
Betreiber	WWA Deggendorf
Koordinaten:	4608260,00; 5382780,00 (GK)
Pegelnnullpunktshöhe:	289,19 m ü.NN
Einzugsgebiet:	26.071,79 km ²

Pegel Ilz:

▪ <u>KALTENECK / ILZ</u>	Fluss-km 18,80
Messstellen-Nr.:	17406005
Betreiber	WWA Deggendorf
Koordinaten:	4607001,48; 5395603,31 (GK)
Pegelnnullpunktshöhe:	325,59 m ü.NN
Einzugsgebiet:	759,95 km ²

6.3.3. Abflüsse, Lastfälle

Innerhalb des Untersuchungsabschnittes vereinen sich an der Passauer Ortspitze bei Strom-km 2225,3 die Donau und der Inn. Auch die Ilz mündet in diesem Bereich.

Die Abflüsse werden für die Lastfälle 1 bis 6 gem.

Tabelle 2 gewählt und entsprechend an den Zuströmrändern des Rechenmodells angesetzt. Die relevanten Lastfälle wurden vom Auftraggeber vorgegeben, die vorgenommene Teilung der Abflüsse erscheint durchwegs plausibel und wurde mit Auftraggeber und Wasserwirtschaftsamt Deggendorf abgestimmt.

Die Abflussteilung zwischen Donau und Inn ist für die Berechnungs- und Kalibrierungsergebnisse insbesondere für den Untersuchungsbereich Ortspitze und die Bereiche nach Oberstrom von Bedeutung.

Die Angaben der kennzeichnenden Abflüsse der deutschen und österreichischen Behörden weichen voneinander ab. Diese Abweichungen sind bei der Betrachtung der Referenz-Wasserspiegellinien zu berücksichtigen. Daher werden in den Auswertungen und Diagrammen die jeweils zugehörigen Abflussmengen angegeben.

Unabhängig von der absoluten "Richtigkeit" der unterschiedlichen Abflussangaben und deren Bewertung ist der gewünschte relative Vergleich der zu untersuchenden Kenngrößen zwischen Zustand "Bestand" und Zustand "Planung" in jedem Fall gewährleistet.



Lastfall (LF)	Donau		Inn	Ilz	Gesamt km 2.225,3-2.203,3
	Hof-kirchen/ Donau	km 2.230,7 - 2.225,3 ⁴			
1 RNQ	324 ⁵	340	328	5 ⁶	673 ⁷
2 MQ	639 ⁸ /652 ⁵	676	738 ⁹	16 ¹⁰	1.430 ¹¹
3 Q2000		950 ¹²	1.030 ¹²	20 ¹²	2.000
4 HSQ	1560 ⁵	1.650	2.440	60	4.150 ⁷
5 HQ10 Inn ¹³		1.200	4.300 ¹⁴	100 ¹⁵	5.600 ¹⁶
6 HQ10 Donau ¹³	2700 ¹⁷	2.900	2.600	100 ¹⁵	5.600 ¹⁶

Tabelle 2: Abflüsse Lastfälle 1 - 6 (m^3/s)

Im Stauraum Jochenstein münden links und rechts einige Seitenzubringer in die Donau (Erlau, Kößlbach u.a.), die aber keinen nennenswerten Einfluss auf die Gesamtabflussmengen haben. Zuströmränder der Nebenflüsse sind im Modell nicht abgebildet.

6.4. Berechnungsmodell Bestand

6.4.1. Modellgrenzen / Berechnungsabschnitte

Die Modellgrenzen des Stauraums Jochenstein sind durch die Donaukraftwerke Kachlet (km 2230,70) und Jochenstein (km 2203,40) vorgegeben.

Die Stauwurzel des KW Jochenstein reicht je nach Abfluss bis zum KW Kachlet und entsprechend auch in die Innmündung. Eine Teilung des Modellnetzes in verschiedene Berechnungsabschnitte ist daher nur für Adaptionen und Vergleichsrechnungen zielführend.

Alle Berechnungen mit Ergebnisdarstellung in diesem Bericht wurden am Gesamtnetz ausgeführt.

⁴ Maßgebend sind die Werte dieser Spalte; Werte errechnet aus Werten Pegel Hofkirchen/Donau (Quelle: [www1], Messstellennummer 10088003, km 2.256,86 li) zzgl. Abflüsse der Nebenflüsse Vils, Wolfach, Gaißau und geschätzter Abfluss aus Zwischeneinzugsgebiet

⁵ Werte für Pegel Halbmeile (km 2280,29) bis km 2226,00, Quelle: WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97

⁶ MNQ=4,68 m^3/s , Quelle: [www2], Pegel Kalteneck/Ilz, Messstellennummer: 17406005

⁷ Werte für Passau Ilzstadt (km 2225,25) bis KW Jochenstein (km 2203,36), Quelle: WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97

⁸ MQ=639 m^3/s , Quelle: [www2], Pegel Hofkirchen/Donau, Messstellennummer: 10088003

⁹ MNQ=738 m^3/s , Quelle: [www2], Pegel Ingling/Inn, Messstellennummer: 18008008

¹⁰ MQ=16,0 m^3/s , Quelle: [www2], Pegel Kalteneck/Ilz, Messstellennummer: 17406005

¹¹ MQ=1430 m^3/s gem. KWD 1996, am 29.11.2012 mit WWA Deggendorf, Herrn Wagner und Herrn Hauke abgestimmt; vgl. MQ=1426 m^3/s , Quelle: WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97; vgl. MQ=1.510 m^3/s , Quelle: [www2], Pegel Passau Ilzstadt/Donau, Messstellennummer: 10092000 (abweichende Jahresreihe)

¹² Abflussaufteilung Donau - Inn analog zu LF 2, gerundet

¹³ Relevante Abflussteilung für die Lastfälle 5 + 6 ("innlastiges" und "donaulastiges" Hochwasser) am 29.11.2012 mit WWA Deggendorf, Hr. Wagner und Herr Hauke für HQ5 abgestimmt, analog auf HQ10 angewandt

¹⁴ HQ10=4.300 m^3/s , Quelle: [www2], Pegel Ingling/Inn, Messstellennummer: 18008008

¹⁵ vgl. Pegel Kalteneck/Ilz, Messstellennummer: 17406005: HQ1=120 m^3/s [www2]

¹⁶ HQ10=5.600 m^3/s ; Quelle: [www2], Pegel Passau Ilzstadt/Donau, Messstellennummer: 10092000

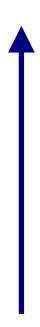
¹⁷ HQ10=2.700 m^3/s ; Quelle: [www2], Pegel Hofkirchen/Donau, Messstellennummer: 10088003

6.4.2. Modellaufbau, Datenpriorität

Für eine Wasserspiegellagenberechnung stellen die geometrischen Daten des Gewässerbetts – einschließlich der Bauwerke – und der angrenzenden Geländeoberfläche (Vorländer, Deiche, Flutmulden etc.) die wichtigste Datengrundlage dar. Die Güte der Berechnungsergebnisse ist von der Vollständigkeit und Qualität der geometrischen Eingangsgrößen abhängig.

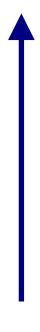
Die geometrischen Daten sind im Modell generell nach folgender Priorität verwendet, die sich aus der 3d-Genauigkeit bzw. Eignung für das 2-dimensionale Strömungsmodell und der Aktualität der Daten ergibt.

Datenpriorität im Gewässerbett:

- | | |
|---|---|
| 
hoch

niedrig | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Terrestrische Vermessungen der Maßnahmenbereiche, ergänzende aktuelle Peilungen der Flussohle (Fesl+Bauer Ingenieurgesellschaft mbH; Nov., Dez. 2011/2012) ▪ Flächenhafte Peildaten der Flussohle der Donau bzw. des Inns (AG, 2009, Punktraster 1x1 m) ▪ Gewässerprofile, eingearbeitet insbesondere Inn, km 1,000 bis 0,350 (GKW Technischer Dienst, i. M. alle 200 m, Messung v. Okt. 2009)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ilz, Mündungsbereich (o.A., 2009) |
|---|---|

Datenpriorität Vorländer, Inseln:

- | | |
|--|---|
| 
hoch

niedrig | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Terrestrische Vermessungen der Maßnahmenbereiche und hydraulisch bedeutsamer Bereiche wie Kammergraben, Lüftenegger Inseln u.a. (Fesl+Bauer Ingenieurgesellschaft mbH; Nov., Dez. 2011/2012) ▪ Digitales Geländemodell 1 (DGM 1) der Bayerischen Vermessungsverwaltung
Das DGM 1 beschreibt die natürliche Geländeform durch regelmäßig angeordnete Gitterpunkte mit einer Gitterweite von 1m, die durch flugzeuggesteuertes Laserscanning erfasst wurden, mit einer Lagegenauigkeit von ca. $\pm 0,5$ m und einer Höhengenauigkeit besser $\pm 0,2$ m.¹⁸ |
|--|---|

Im Zuge der Rechennetzzerstellung wird zuerst der Flussschlauch generiert, der in weiterer Folge über den gesamten Gewässerabschnitt mit den Vorländern verknüpft wird.

Die Peildaten im Flussnetz werden zur Reduzierung der nicht verarbeitbaren Datenmenge und zur damit verbundenen Reduzierung der Rechenzeiten ausgedünnt. Dies erfolgt hier mit dem Programm LASER_AS-2D [LASER_AS-2D] ohne nennenswerte Verschlechterungen der Netzqualität, die wesentlichen Informationen des Geländes bleiben erhalten. Die mit den empfohlenen Standardeinstellungen unter Einhaltung der HYDRO_AS-2d-Qualitätskriterien erzielte Ausdünnungsrate beträgt ca. 97,5 %.

In den Bereichen, in denen die Gewässerprofile und die terrestrischen Vermessungsdaten Verwendung finden, erfolgt die Modellerstellung durch lineare Interpolation zwischen den Profilen. Besonderes Augenmerk wird auf die Erfassung von Bruchkanten im Gelände gelegt, die im Modell entsprechend berücksichtigt werden.

¹⁸ Quelle: http://vermessung.bayern.de/geobasis_lvg/gelaendemodell/DGM1.html - Bayerische Vermessungsverwaltung, Landesamt für Vermessung und Geoinformation.

Die Befliegungsdaten der Vorländer (DGM 1) werden vor Verwendung und Verschneidung mit dem Flussnetz rastermäßig unter Berücksichtigung der hydraulischen Relevanz der Teilabschnitte und Höhenlage über den Ufern ausgedünnt. Die Modellränder werden in den Vorländern so gewählt, dass die Modellränder bei den Lastfällen Nr. 5 und 6 (simulierte Maximalabflüsse) nur in wenigen kaum abflussrelevanten Bereichen erreicht werden.

Das Berechnungsmodell "Bestand" besteht aus insgesamt 712.344 Elementen, die eine projizierte Gesamtfläche von 9,24 km² abbilden. Es ergibt sich eine mittlere Elementgröße von 13 m², die im Flussschlauch je nach Komplexität der Sohlgeometrie variiert.

Das Modellnetz wird vor Start der Berechnungen auf die üblichen Qualitätsmerkmale wie maximale und minimale Innenwinkel im Element, Anzahl der Elemente, die an einem Knoten zusammen treffen, Größenunterschied benachbarter Elemente, kleine Lücken im Netz etc. überprüft.

Abbildung 1 zeigt den Überblick des Gesamtnetzes, in Abbildung 2 ist ein typischer Modellausschnitt mit ausgedünntem Flussnetz, terrestrischen Vermessungsdaten im direkten Maßnahmenbereich und gitternetzartigen Vorlanddaten dargestellt.

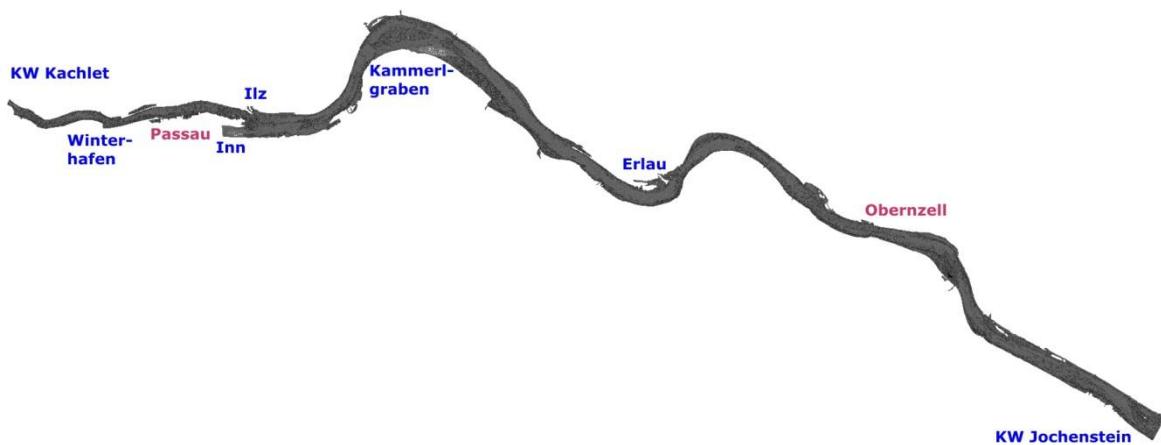


Abbildung 2: Gesamtmodell "Bestand"



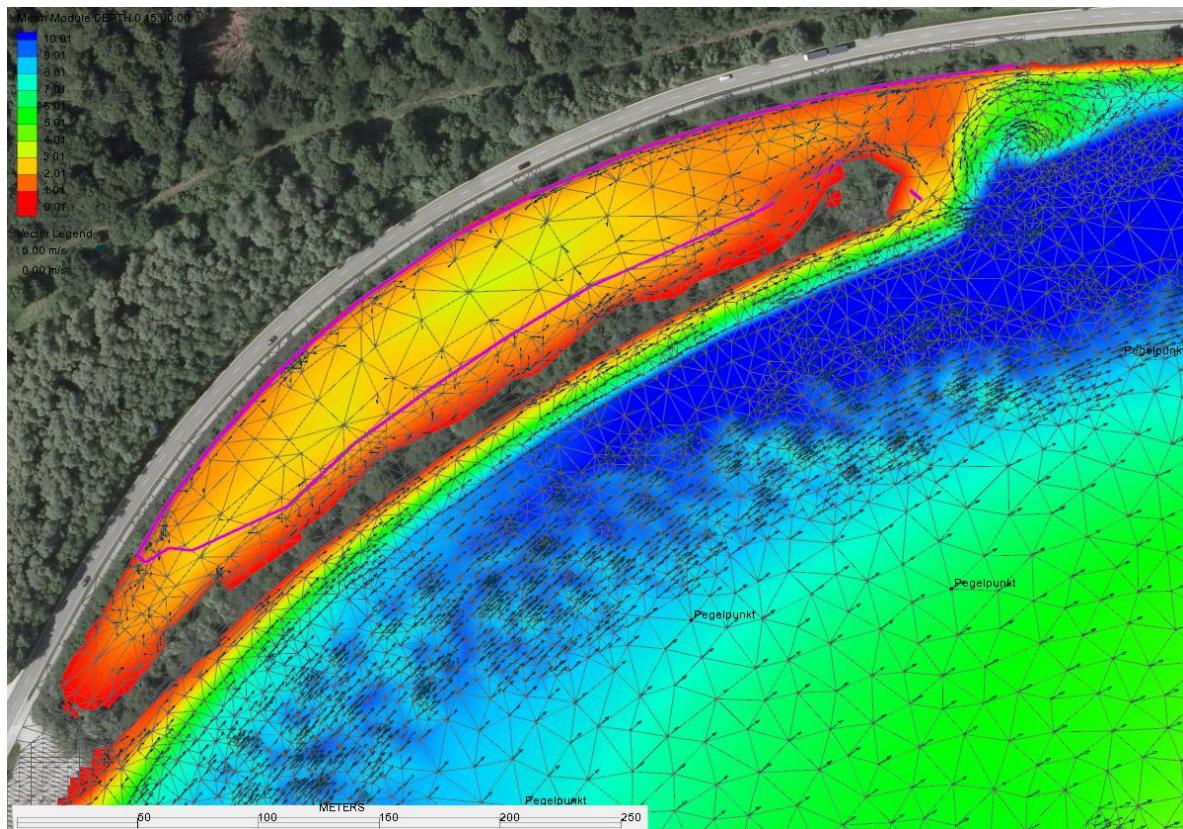


Abbildung 3: Modellausschnitt mit Wassertiefen (Konturen) und Fließgeschwindigkeitsvektoren

6.4.3. Bauwerke

Alle Brückenbauwerke im Untersuchungsabschnitt werden zweidimensional modelliert (Widerlager, Pfeiler). Die Wasserspiegel erreichen die Konstruktionsunterkanten der Bauwerke bei weitem nicht (vgl. Längenprofil des Stauraumes von Donau km 2202 - 2230; Arbeitsgemeinschaft Staustufe Jochenstein, M=1:25.000/50, PlanNr. 8503, 21.03.1951 und Gewässerlängsschnitt Donau km 2230,7 bis 2203,3, Anlage 1, JES-A001-WAGM1-B50005-02).

Widerlager und Pfeiler werden als Lücken im Netz abgebildet. An geschlossenen Modellrändern werden modellbedingt keine Tangentialspannungen berücksichtigt, wodurch der Strömungswiderstand in diesen Bereichen tendenziell unterschätzt wird. Auf einen Ausgleich durch erhöhte Sohlenrauheiten der Randelemente wird aber verzichtet.

6.4.4. Randbedingungen, Zu- und Ausströmränder

Die obere Randbedingungen bilden die Zuflussrändern von Donau, Inn und Ilz. Die Abflüsse werden für die einzelnen Lastfälle gem. Tabelle 2: Abflüsse Lastfälle 1 - 6 (m^3/s), Abschnitt 6.3.3 Abflüsse, Lastfälle beaufschlagt.

Die untere Modellrandbedingung bzw. der Ausstromrand wird durch das Oberwasser des Kraftwerkes Jochenstein definiert.

In § 8 Stauhöhe und Stauregelung des "Beschluß des Landratsamtes Passau vom 1. Juni 1955 Nr. II betreffend die Errichtung des Donaukraftwerkes Jochenstein durch die Donaukraftwerk Jochenstein AG in Passau" ist die Stauregelung wie folgt definiert: "Das Stauziel am Wehr wird auf 290,00 müNN festgelegt und darf im regelmäßigen Betrieb nicht überschritten und nicht unterschritten werden. Zur Stauregelung ist beim

Pegel Erlau (Strom-km 2214,60 linkes Ufer) eine Höhenmarke auf Kote 291,10 müNN zu errichten. Entsprechend der Wasserführung der Donau sind die Schützen des Wehres so rechtzeitig zu öffnen, daß der Wasserspiegel diese Höhenmarke vor volliger Staulegung nicht überschreitet."

Abbildung 3 zeigt den sich aus dieser Stauregelung im laufenden Betrieb aus Betriebserfahrungen ergebenden Zusammenhang des Oberwasser-Spiegels zum Durchfluss. Das Kraftwerk wird im Modell entsprechend geregelt.

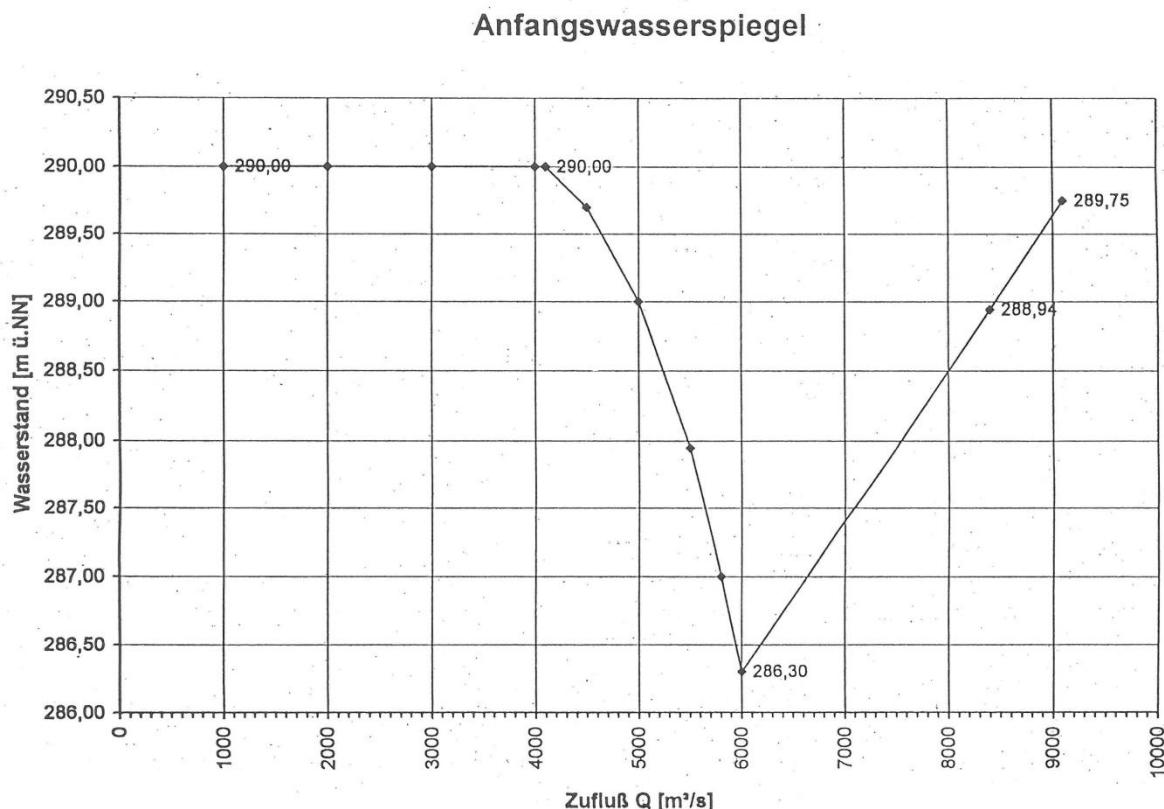


Abbildung 4: Anfangswasserspiegel OW KW Jochenstein gem. Aufzeichnungen des AGs (Quelle: GKW, 2000)

Konkret werden im Modell folgende Anfangswasserspiegel angewendet:

LF	Abfluss Donau km 2.225,3 - 2.203,3 m³/s	OW KW Jochenstein Km 2203,3 müNN
1 RNQ	673	290,00
2 MQ	1.430	290,00
3 Q2000	2.000	290,00
4 HSQ	4.150	289,78
5 HQ10 Inn	5.600	287,50
6 HQ10 Donau	5.600	287,50

Tabelle 3: Anfangswasserspiegel Modell

Alle Werte außer dem Wert für LF 4 HSQ sind aus Abbildung 4 abgeleitet. Der Wert für HSQ von 289,78 müNN ergibt sich aus den Berechnungen mit den aus der Kalibrierung ermittelten Rauheitswerten unter der Maßgabe, dass die Wendemarke Erlau 291,10 müNN gerade erreicht wird. Dieses Ergebnis differiert von den Angaben der Abbildung 4, wonach erst bei ca. 4.150 m³/s mit der Absenkung begonnen wird. Im aktuellen

Regelbetrieb wird mit dem Absenken bei einem Abfluss von ca. 4.000 m³/s begonnen.

Weitere gesicherte Beziehungen zwischen dem Oberwasserpegel KW Jochenstein und dem Wendepegel Erlau bei bekannten Abflüssen liegen nicht vor.

6.4.5. Modellkalibrierung, Berücksichtigung von Rauheit und Bewuchs

Das Modell wird auf die vorliegenden Pegeldaten gem. Abschnitt 6.3.2 Pegeldaten mit abschnittsweise einheitlichen k_{st} -Werten (Manning-Strickler-Beiwerthen) kalibriert. Zustand und Struktur des Gewässers, seiner Sohle, des Ufers und des Bewuchses sind örtlich durch Begehung erfasst. Als nützlich erweisen sich auch die zur Verfügung stehenden Luftbildaufnahmen. Für die Rauheiten der erfassten Strukturen werden bewährte Mittelwerte aus der umfangreichen Fachliteratur gewählt, die im vorliegenden Fall auf Anhieb sehr gute Ergebnisse liefern und bei den weiteren Rechenläufen geringfügig optimiert werden.

Aufgrund der vorgefundenen Flussmorphologie wird der Berechnungsabschnitt im Zuge der Kalibrierung in 2 charakteristische Gewässerabschnitte mit einheitlichen Rauigkeitsbeiwerten unterteilt:

- (1) Gewässerabschnitt Ortspitze nach Oberstrom (Donau + Inn)
Strom-km 2230,7 - 2225,2
- (2) Gewässerabschnitt Ortspitze nach Unterstrom
Strom-km 2225,2 - 2203,3

Diese räumliche Gliederung der Rauigkeitsbeiwerte ist mit grundlegend unterschiedlichen Sohlbeschaffenheiten zu begründen. Im Abschnitt 1 (oberhalb der Ortspitze) steht in Donau und Inn eine sehr rauhe, durchgehende Felssohle an. Der Eintrag von Geschiebe wird durch die Stauketten an Donau und Inn weitgehend verhindert. Feinsedimente lagern sich aufgrund der rel. hohen Schleppspannungen bei höheren Abflüssen dauerhaft kaum ab. Das mittlere Wasserspiegelgefälle der Donau liegt in diesem Abschnitt bei MQ bei 0,19 °/oo¹⁹.

Lediglich feine Sandsedimente driften ab und lagern sich im Abschnitt 2 (Stauraum Jochenstein unterhalb der Ortspitze) mit relativ geringerem Wasserspiegelgefälle bei MQ von 0,06 °/oo²⁰, großen Wassertiefen im Staubereich und entsprechend niedrigen Fließgeschwindigkeiten ab.

Die örtlichen Beobachtungen werden gestützt durch Auskünfte der Wasserschifffahrtsverwaltung zu den Sohlzuständen.

¹⁹ gem. Werten WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97: (292,10-291,22)/(2.230,00-2.225,25)/1000=0,185 °/oo

²⁰ gem. Werten WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97: (291,22-290,00)/(2.225,25-2.203,36)/1000=0,056 °/oo

Folgende Rauheiten werden vom Verfasser unter Berücksichtigung Bewuchseinflüsse durch Begehung des Gewässers und Kalibrierungsverechnungen erarbeitet:

Bereich	k_{st} [$m^{1/3}/s$] Donau, km 2.230,7 - 2.225,3 Inn	k_{st} [$m^{1/3}/s$] Donau, km 2.225,3 - 2.203,3
Gewässerbett	33	38
Uferböschungen mit Bewuchs/ Teilbewuchs, Inseln, Auenwald	16	16
Wiesen, sonstige Vorlandflächen	25	25

Tabelle 4: Verwendete Rauhigkeitsbeiwerte k_{st} (Maning-Strickler-Beiwerte, $m^{1/3}/s$)

Maßgebend sind insbesondere die gewählten k_{st} -Werte für das Gewässerbett. Die Vorlandbereiche sind von untergeordneter Bedeutung. Flächenhafte Überschwemmungen der Vorländer sind bei HQ10 nur im Bereich der Ortspitze Passau und am rechten Ufer ab Strom-km 2.221 stromabwärts auf österreichischem Staatsgebiet zu verzeichnen. Die Bewuchsparameter unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen, je nach Vegetationsstand können hierdurch erhebliche Unterschiede auftreten. Es wird von einem mittleren Vegetationsstand (Belaubung, Verkrautung, Röhrichtaufwuchs auf Böschungen etc.) ausgegangen.

Das Berechnungsmodell ist auf die vorliegenden Pegelwerte an der Donau kalibriert. Im kurzen Untersuchungsabschnitt des Inns liegen keine Messstellen.

Mit einer und derselben Kalibrierung für alle Abflüsse, d.h. identische Rauheitswerte für alle Abflüsse, lässt sich folgende Genauigkeit erreichen:

LF	Messstelle	Pegelwert müNN ²¹	Berechnung ²² müNN	Abweichung Berechnung m
1 RNQ	Passau Donau	290,61	290,44	-0,17
	Passau Ilzstadt	290,54	290,37	-0,07
	Achleiten	290,33	290,21	-0,12
	Erlau	290,06	290,03	-0,03
2 MQ	Passau Donau	291,48	291,36	-0,12
	Passau Ilzstadt	291,28	291,22	-0,06
	Achleiten	290,86	290,82	-0,04
	Erlau	290,16	290,17	+0,01
4 HSQ	Passau Donau	294,26	294,27	+0,01
	Passau Ilzstadt	293,98	294,04	+0,06
	Achleiten	293,30	293,27	-0,03
	Erlau	291,00	291,10	(+0,10) ²³
5/6 HQ10				
LF 5 (Inn)	Passau Ilzstadt	295,11 ²⁴	295,14	+0,03
			295,17	+0,06
LF 6 (Donau)	Achleiten	294,27 ²⁴	295,25	-0,02
			295,25	-0,02

Tabelle 5: Ergebnis der Kalibrierung

²¹ Quelle: WSV, Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97

²² in der Gewässerachse

²³ Im Betrieb erfolgt Vorabsenkung, Wendemarke 291,10 müNN soll nicht erreicht werden.

²⁴ aus Abflusstafeln abgeleitet, aktueller ETA-Wert=0,82 [www2]

Als weitere Referenzwasserspiegellagen sind im Gewässerlängsschnitt Donau km 2230,7 bis 2203,3 (Anlage 1) die kennzeichnenden Wasserstände aus folgenden Quellen angetragen:

- Bundeswasserstraße Donau, Gewässerkundliche Daten '97 (aufgestellt im Dez. 2002)
- Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau (KWD 1996) Bundeswasserstraßenverwaltung. Hrsg. Wasserstraßendirektion. 1997.

Unter Berücksichtigung der teilweise unterschiedlichen zugrunde liegenden Abflüsse decken sich die Berechnungsergebnisse über den gesamten Untersuchungsabschnitt sehr gut mit den Referenzwasserspiegeln.

Bei der Betrachtung der Referenzwasserspiegel zeigt sich eine gewisse Tendenz, dass bei niedrigeren Abflüssen etwas geringere Rauheitswerte (höhere Rauheit) anzusetzen sind, insbesondere im Bereich oberhalb der Ortspitze. Auf getrennte Kalibrierungen für verschiedene Abflüsse wird angesichts der ansonsten hervorragenden Kalibrierungsergebnisse verzichtet.

Die Kalibrierungsgenauigkeit ist insgesamt als sehr gut zu bewerten. Dies ist vorrangig auf die hohe Qualität des geometrischen Modells (flächenhafte Peildaten, gewissenhafte Modellerstellung) zurückzuführen.

Unter Einbeziehung der hydrologisch nur teilweise erfassbaren Abflussverteilungen zwischen Donau, Inn und Ilz und der Tatsache, dass der Vereinigungsbereich von Donau und Inn im Untersuchungsabschnitt liegt (Referenzpegel Passau/Donau und Passau Ilzstadt/Donau direkt durch Vereinigung beeinflusst) sind die Ergebnisse umso höher einzuschätzen. Ebenso sind in derartige Überlegungen variable Bettzustände wie Auflandungen im Stauraum verbunden mit erheblichen Umlagerungen der Sohle im Zuge von Hochwasserabflüssen ("bewegliche" Sohle), die im hydraulischen Modell ohnehin nicht erfasst werden können, einzubeziehen.

Diese Einschätzungen bestätigt auch ein Vergleich mit vorliegenden 1d-Berechnungsergebnissen mit anderer Zielsetzung.

Als weitere Referenzwasserspiegellagen sind im Gewässerlängsschnitt Donau km 2230,7 bis 2203,3 (Anlage 1) die 1d-Berechnungsergebnisse folgenden Berichtes angetragen:

Plan- und Anlagenbezug

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
Anlage TA 5 - HYDROLOGIE UND HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN FÜR DIE DONAUSTAURÄUME	A4	JES-A001-VHBN1-B40010-00	12	TA 5

Ein absoluter Vergleich der Ergebnisse ist nicht zielführend, da diese Berechnungen auf ein Hochwasser kalibriert wurden, eine andersartige Zielsetzung hatten (Ermittlung der relativen instationären Wasserspiegelschwankungen durch den Pump- und Turbinenbetrieb des Energiespeichers Riedl) und den Berechnungen teilweise andere Abflüsse zugrunde liegen.

Trotzdem konvergieren die Verläufe der Wasserspiegellinien und bestätigen die bisherigen Aussagen zur Qualität des Berechnungsmodells.

6.4.6. Berechnungen

Für die Lastfälle Nr. 1 - 6 werden die Rechenläufe mit den oben dargelegten Zu- und Ausströmrandbedingungen und geeigneten Anfangszuständen (Definition von Anfangswasserständen) in Form von quasistationären Abflussberechnungen ausgeführt.

HYDRO_AS-2d führt immer eine instationäre Berechnung aus, die Abflussmengen werden über geeignete Zuflussganglinien gesteuert. Nach einer ausreichend gewählten Anstiegszeit werden die Zuströmbedingungen so lange konstant gehalten bis sich ein quasistationärer Zustand einstellt.

Über Kontrollquerschnitte und Pegelpunkte wurden die Berechnungen auf Plausibilität geprüft und Datenauswertungen vorgenommen.

6.5. Berechnungsmodell Planung

Aus dem Berechnungsmodell "Bestand" wird das Berechnungsmodell "Planung" aufgebaut. Das Modell ist grundsätzlich identisch, auch die Randbedingungen werden beibehalten, nur im direkten Maßnahmenbereich wird die Geometrie der folgenden geplanten Maßnahmen entsprechend der vorliegenden Planunterlagen (siehe Abschnitt 1 Verwendete Unterlagen) eingearbeitet:

- (1) Maßnahme Hafen Racklau
Strom-km 2218,17 bis 2227,3, rechtes Ufer
- (2) Maßnahme Leitwerk Erlau
Strom-km 2214,4 bis 2214,0, linkes Ufer
- (3) Maßnahme Innstadt
Inn Fluss-km von 0,55 bis Strom-km 2225,00, rechtes Ufer
- (4) Maßnahme Altarm Obernzell
Strom-km 2212,1 - 2211,7, linkes Ufer

Folgende Maßnahmen werden gem. Abstimmung mit dem Auftraggeber hydraulisch nicht modelliert und berechnet, da sie augenscheinlich keine relevanten Veränderungen der Strömungsverhältnisse und Wasserspiegellagen verursachen:

- (1) Maßnahme Edlhof
Strom-km 2217,5 bis 2216,9, linkes Ufer
- (2) Maßnahme Kernmühler Sporn
Strom-km 2220,2 - 2220,0, linkes Ufer
- (3) Maßnahme Mannheimer Sporn
Strom-km 2219,4 - 2218,8, linkes Ufer

Das Berechnungsmodell "Planung" besteht aufgrund der Implementierungen aus einer abweichenden Anzahl von Knoten und Elementen. Insgesamt 721.858 Elemente geben den Zustand nach Ausführung der Maßnahmen kumulativ wieder.

Das Modellnetz wird vor Start der Berechnungen auf die üblichen Qualitätsmerkmale wie maximale und minimale Innenwinkel im Element, Anzahl der Elemente, die an einem Knoten zusammen treffen, Größenunterschied benachbarter Elemente, kleine Lücken im Netz etc. überprüft.

Der Rauhigkeitsbeiwerte werden im Bereich der Maßnahmen entsprechend des verwendeten Schüttmaterials angesetzt. Das Material soll einen hohen Anteil an

Grobkies und Steinen >63 mm enthalten. Es ist die Bildung einer hydraulisch relativ "glatten" Deckschicht zu erwarten.

Nach Abstimmung mit dem Auftraggeber kann für die Deckschicht-Rauigkeit des Schüttmaterials der kalibrierte Rauigkeitsbeiwert des Gewässerbetts stromabwärts der Ortspitze angesetzt werden:

Bereich	k_{st} [$m^{1/3}/s$]
Gewässerbett Donau, km 2.225,3 - 2.203,3	38
Maßnahmenbereich (alle Kiesschüttungen, auch Maßnahme Hafen Racklau)	38

Tabelle 6: Ableitung Rauigkeitsbeiwert der geplanten Maßnahmen k_{st} (Maning-Strickler-Beiwert, $m^{1/3}/s$)

Alle Rechenläufe werden analog zu den Berechnungen "Bestand" ausgeführt.



7. Ergebnisse, Auswertungen

7.1. Allgemeines

Die Ergebnisse der Wasserspiegellagenberechnung werden über Postprocessing-Verfahren (Software SMS und Dateneditoren) ausgewertet und graphisch aufbereitet.

Die Einzelmaßnahmen beeinflussen sich gegenseitig nicht. Trotz kumulativer Implementierung der Maßnahmen in das Berechnungsmodell "Bestand" können die Einzelmaßnahmen unabhängig voneinander ausgeführt werden. Die Differenzen der Wasserspiegellagen zwischen Bestand und Planung liegen am stromabwärts liegenden Rand der Maßnahme durchwegs im Bereich < 10 mm, der unter der Rechengenauigkeit liegt.

7.2. Wasserspiegellagen, Fließtiefen

Die Auswertung der Wasserspiegellagen und deren Veränderungen findet sich in Anlage 4 zu folgenden Lastfällen:

- (1) 1 RNQ
- (2) 2 MQ
- (3) 3 Q2000
- (4) 4 HSQ
- (5) 5 HQ10 Inn²⁵
- (6) 6 HQ10 Donau²⁶

Die errechneten Fließtiefen im Zustand "Bestand" und im Zustand "Planung" sind in Anlage 5 als Konturplots für folgende Lastfälle dargestellt:

- (1) 1 RNQ
- (2) 2 MQ
- (3) 3 Q2000
- (4) 4 HSQ
- (5) 5 HQ10 Inn²⁵
- (6) 6 HQ10 Donau²⁶

7.3. Sohlschubspannungen

Die errechneten Sohlschubspannungen im Zustand "Bestand" und im Zustand "Planung" sind in Anlage 6 als Konturplots für folgende Lastfälle dargestellt:

- (1) 2 MQ
- (2) 3 Q2000
- (3) 4 HSQ
- (4) 5 HQ10 Inn²⁵
- (5) 6 HQ10 Donau²⁶

²⁵ LF 5 HQ10 Inn nicht für Maßnahme "Racklau" (LF nicht maßgebend)

²⁶ LF 6 HQ10 Donau nur für Maßnahme "Racklau" und Maßnahme "Innstadt" (bei den weiteren Maßnahmen liefert LF 6 HQ10 Donau identische Ergebnisse zu LF 5 HQ10 Inn)

Die Sohlschubspannungen können in Post-Processing wie folgt berechnet werden.
Aus dem Zusammenhang zwischen Sohlschubspannung τ und Rauheitsgefälle J_R

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot J_R \quad (1) \quad \begin{aligned} \rho &\dots \text{Dichte Wasser} \\ g &\dots \text{Fallbeschleunigung} \\ h &\dots \text{Wassertiefe} \end{aligned}$$

ergibt sich mit der bekannten Fließformel nach Manning-Strickler

$$v = k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot J_E^{1/2} \quad (2) \quad \begin{aligned} r_{hy} &\dots \text{Hydraulischer Radius, Quotient aus} \\ &\text{Strömungsquerschnitt A und benetztem Umfang U} \end{aligned}$$

und den Näherungen

$$r_{hy} = h \quad (3) \quad \text{für Gerinne } B \geq 10 \text{ h übliche Näherung}$$

$$J_R = J_E \quad (4) \quad \begin{aligned} &\text{Verwendung des Rauheitsgefälles für das Energie-} \\ &\text{längengefälle (Näherung für stationär gleichförmige)} \\ &\text{Strömungen üblich, kann örtlich unrichtige Ergebnisse verursachen)} \end{aligned}$$

(2), (3), (4)

$$J = \frac{v^2}{k_{st}^2 \cdot h^{4/3}} \quad (5)$$

folgende zur Berechnung der Sohlschubspannung verwendete Gleichung:

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{v^2}{k_{st}^2 \cdot h^{4/3}} = \rho \cdot g \cdot \frac{v^2}{k_{st}^2 \cdot h^{1/3}} \quad (6)$$

Der Stricklerbeiwert k_{st} wird vom Programm für jedes Element aus dem entsprechenden Modell-Datensatz geladen.

7.4. Fließgeschwindigkeiten

Die errechneten Sohlschubspannungen im Zustand "Bestand" und im Zustand "Planung" sind in Anlage 7 als Konturplots für folgende Lastfälle dargestellt:

- (1) 1 RNQ
- (2) 2 MQ
- (3) 3 Q2000
- (4) 4 HSQ
- (5) 5 HQ10 Inn²⁵
- (6) 6 HQ10 Donau²⁶



7.5. Fließgeschwindigkeiten längs der Fließrichtung und quer zur Fließrichtung

Die absoluten Werte der errechneten Fließgeschwindigkeiten längs der Fließrichtung, genauer längs der Gewässerachse bzw. längs des Fahrrinnenrandes, und die Differenzen zwischen Zustand "Bestand" und Zustand "Planung" sind in Anlage 8 in der Gewässerachse und entlang des maßgebenden Fahrrinnenrandes für folgende Lastfälle dargestellt:²⁷

- (1) 1 RNQ
- (2) 2 MQ
- (3) 4 HSQ

Ebenso sind in Anlage 8 die errechneten Fließgeschwindigkeiten quer zur Fließrichtung, genauer senkrecht zur Gewässerachse bzw. senkrecht zum Fahrrinnenrand, für den Zustand "Bestand" und den Zustand "Planung" und deren Veränderungen in der Gewässerachse und entlang des maßgebenden Fahrrinnenrandes dargestellt.

Bei Vorliegen von abweichenden Fahrrinnenrändern "WSA" und "via donau" wird der maßgebende, also näher an der Maßnahme liegende Fahrrinnenrand gewählt.

Das Einwirken von Querströmungen auf ein vorbeifahrendes Schiff oder Boot, d.h. die Fließgeschwindigkeitskomponenten quer zur Flusslängsachse, sind wichtig für die Beurteilung der Einflüsse der gewässerökologischen Maßnahmen auf die Schifffahrt.

²⁷ Nur für Maßnahmen an der Donau (schiffbare Bundeswasserstraße).

8. Maßnahmenbezogene Beschreibung der Strömungsverhältnisse

Aus den Berechnungen und den Ergebnisdarstellungen des vorangegangenen Abschnittes 7 - Ergebnisse, Auswertungen lassen sich für die Einzelmaßnahmen und die zugehörigen Lastfälle bzw. Abflüsse bzgl. der Wasserspiegellagen und Strömungsverhältnisse nachstehende Folgerungen ableiten.

8.1. Maßnahme Racklau

Durch die Umsetzung der bei Racklau geplanten ca. 880 m langen Kiesbank mit vorgesetzter langgestreckter Kiesinsel sind in der Gewässerachse keine maßgeblichen Wasserspiegelveränderungen zu erwarten. Die Berechnungen zeigen, dass die bei Niedrigwasser vorhandenen Fahrwassertiefen nicht weiter reduziert werden. Bei MQ, Q2000, HSQ und HQ10 sind durch den Teilabtrag der bestehenden Buhnen sehr geringe Wasserspiegelsenkungen nach Oberstrom im Bereich bis ca. 2 cm zu erwarten. In einem kurzen Bereich bei Strom-km 2227,7 kurz nach der maximalen Querschnittseinengung durch die Kiesinsel ist eine Absenkung des Wasserspiegels bei mittleren Abflüssen (bis ca. 3 cm) und HQ10 (bis ca. 4 cm) zu verzeichnen. Ab dem unterstromigen Maßnahmenrand sind keine Beeinflussungen der Wasserspiegel zu erwarten.

Insbesondere bei Niedrigwasser verursacht die durch die Maßnahme über eine größere Länge einhergehende Querschnittsreduzierung tendenziell etwas höhere Sohlschubspannungen im abflusswirksamen Bereich, vor allem im Bereich der Querschnittsverengungen ab Höhe des Kopfes der Kiesschüttung stromab und auf Höhe des Kopfes der Kiesinsel. Analog verhalten sich die Fließgeschwindigkeiten.

Insgesamt erhöhen sich die Sohlschubspannungen nicht, da durch den Abtrag der Buhnen ein Teilabfluss zwischen Kiesbank und geplanter Insel möglich wird. Dadurch erhöhen sich die Fließgeschwindigkeiten und Schleppspannungen am rechten Ufer ab 2227,4 stromabwärts. Dies ist gem. Ergebnisdarstellungen auch bei höheren Abflüssen zu erwarten. Konkret erhöhen sich die anteiligen Fließgeschwindigkeiten entlang des rechten Fahrrinnenrandes ab Strom-km 2227,75 stromabwärts bei HSQ um bis zu ca. 0,2 m/s.

Im Bestand kommt es im Bereich der Kurzbuhnen bei niedrigen und mittleren Abflüssen zu erheblichen Quer- und Rückströmungen. Ab Q2000 werden die Buhnen vollständig überströmt, ab HSQ sind keine Quer- und Rückströmungen mehr zu verzeichnen.

Signifikante Querströmungen treten nach Umsetzung der Maßnahme am Fahrrinnenrand nur noch im Bereich des Kopfes der Kiesinsel (Strom-km 2227,8) mit ca. 0,3 m/s auf. Diese Querströmung ist in Richtung Gewässerachse gerichtet, relevante Gefährdungen der Schifffahrt sind daher nicht zu erwarten. Die weiteren absoluten Veränderungen zum Zustand "Bestand" sind überwiegend durch das Verschwinden der Quer- und Rückströmungen bei kleineren Abflüssen zu erklären.

Hohe Schleppspannungen bis ca. 40 N/m² bei einem HQ10 der Donau sind insbesondere im Bereich des Inselkopfes zu erwarten, sehr hohe Spannungen im Bereich bis über 30 N/m² auch am Fuß der Kiesinsel und der Kiesbänke und auch in den geneigten Böschungsflächen. Mit lokal größeren Sohlschubspannungen durch turbulente Strömungsanteile und Einflüsse der Schifffahrt (Schraubstrahl, Sog, Wellenschlag) ist zu rechnen.

8.2. Maßnahme Innstadt

Durch die im Mündungsbereich des Inns in die Donau auf der rechten Seite des Inns gegenüber der Ortspitze Passau vorgesehene Kiesvorschüttung mit einer Längen ausdehnung von ca. 660 m und einer Maximalbreite von ca. 37 m sind in Gewässerachse keine maßgeblichen Veränderungen der charakteristischen Wasserspiegel und damit keine zusätzlichen Gefährdungen der Passauer Altstadt bei Hochwasser zu erwarten. Tiefer Wasserspiegellagen bei Niedrigwasser sind nicht zu befürchten, die Berechnungen ergeben für Lastfall 1 nach Oberstrom tendenziell geringfügig höhere Wasserspiegel. Bei einem HQ10 des Inns (Lastfall 5) errechnen sich im Bereich des Schaiblingsturms max. 2 cm höhere Wasserspiegel, die nach Oberstrom schnell abnehmen. Die Differenzen liegen somit im Bereich der Rechengenauigkeit.

Bei Q2000, HSQ und HQ10 zeigen sich durch den Teilabtrag der bestehenden Buhnen sehr geringe Wasserspiegelsenkungen ab Fluss-km 0,3 nach Unterstrom, also kurz nach der maximalen Querschnittseinengung durch die Kiesbank (bis ca. 1 cm).

Im Bereich von Donau Strom-km 2225,2 ist ein bedeutender Ufersprung um ca. 10 m Richtung Gewässerachse vorhanden, der bei größeren Abflüssen erhebliche Querströmungen verursacht. Zudem kommt es im Bestand im Bereich der Kurzbuhnen bei niedrigen und mittleren Abflüssen zu geringen Querströmungen. Ab HSQ werden die Buhnen vollständig überströmt.

Signifikante Querströmungen sind im Zustand "Planung" abgesehen von der beschriebenen Uferverengung nicht zu verzeichnen, zusätzliche Gefährdungen der Schifffahrt sind daher nicht zu erwarten. Fahrrinnenränder sind im Gewässerabschnitt am Inn nicht vorhanden (keine Bundeswasserstraße).

Durch die Reduzierung des Abflussquerschnittes (Vergleich Querschnittseinengung Kurzbuhnen zum geplanten Kiesbank) zeigt sich eine gewisse Ablenkung der Abflüsse hin zur Gewässerachse bzw. zum linken Ufer, die für die touristische Schifffahrt eher positive Auswirkungen hat. Eine damit einhergehende geringe Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten im restlichen Flussquerschnitt zeigt sich für alle Lastfälle. Auch bei der Betrachtung der Sohlschubspannungen errechnet sich bei einem HQ10 des Inns im Talfesten eine Erhöhung um max. ca. 2 N/m².

Hohe Schleppspannungen bis ca. 40 N/m² bei einem HQ10 des Inns sind insbesondere am Fuß der gesamten Kiesbank und auch in den unteren beiden Böschungsdritteln der geplanten Kiesbank zu erwarten, mit in Fließrichtung nach Stromab abnehmender Tendenz.

Für die Donau sind keine Beeinflussungen der Wasserspiegel zu erwarten, Richtung Unterstrom bindet die geplante Kiesbank an eine östlich angrenzende bestehende Kiesstruktur an, welche vor einigen Jahren realisiert wurde.

8.3. Maßnahme Leitwerk Erlau

Stromab der Mündung der Erlau in die Donau besteht hinter einem Leitwerk von Strom-km 2.214,4 bis Strom-km 2.214,0 ein Altwasser mit Verbindung zur Donau. In der Mitte des Altwassers wird eine Tiefenrinne neu hergestellt. Die Tiefe dieser Rinne beträgt im unteren (Anbindungsreich) und mittleren Abschnitt ca. 5 m und läuft nach oben hin kontinuierlich aus.

Maßgebliche Auswirkungen sind grundsätzlich nur bei höheren Abflüssen zu erwarten, wenn das Leitwerk überströmt wird (ab HSQ) und die Anpassung des Mündungsbereiches des Altwassers in die Donau hydraulische Auswirkungen zur Folge hat. Der Mündungsbereich soll mit zwei zusätzlichen Leitwerken verengt werden, um

die Verlandungstendenz des Mündungsbereiches infolge von großen Kehrströmungen zu vermindern. Bei den Berechnungen wird das Erreichen dieses Ziels eindeutig nachgewiesen, die Quer- und Rückströmungen nehmen in diesem Bereich bei allen Lastfällen erheblich ab. Es sind aber bei allen Lastfällen in Gewässerachse keine maßgeblichen Veränderungen der charakteristischen Wasserspiegel zu verzeichnen (durchwegs im Millimeterbereich, nur im direkten Mündungsbereich bei Strom-km 2214,0 bei HSQ und HQ10 kleiner 2 cm Erhöhung). Die Differenzen liegen somit im Bereich der Rechengenauigkeit.

Außer der Reduzierung der Quer- und Kehrströmungen im Anbindungsreich des Altarms von bisher bis zu ca. 1 m/s auf max. ca. 0,5 m/s sind im Hauptabflussbereich der Donau keine bedeutsamen Veränderungen der Strömungsverhältnisse zu verzeichnen. Für die Schifffahrt ist keine Verschlechterung der Verhältnisse zu erwarten, der Abstand des Fahrrinnenrand beträgt in diesem Abschnitt ohnehin ca. 65 bis 75 m.

Die Sohlschubspannungen erhöhen sich nur im Anbindungsreich des Altarms donauseitig aufgrund der verbesserten Strömungsverhältnisse um ca. 2 N/m².

8.4. Maßnahme Altarm Obernzell

Von Strom-km 2211,95 bis zur Anbindung in die Donau sollen die verlandeten Feinsedimente im Altarm mit einem kontinuierlichen Gefälle hin zum Hauptstrom der Donau ausgehoben und die derzeit rd. 70 m breite Anbindung zur Donau auf etwa 30 m reduziert werden. Das bestehende Leitwerk soll um etwa 40 m mit einem Kern aus Wasserbausteinen (rd. 200 m³) und einer Überkiesung verlängert werden, um eine zukünftige Verlandung des Altarmes mit Feinsedimenten zu verlangsamen.

Im Altarm findet in allen berechneten Lastfällen kein maßgebender Abfluss statt. Bei größeren Hochwässern wirkt sich die Absenkung des Oberwassers am Kraftwerk Jochenstein im Bereich der Maßnahme aus. So liegen die Wasserspiegel bei HQ10 in etwa auf dem Niveau eines Q2000.

Durch die Einbringung der vorgesehenen Kiesvorschüttung mit einer Längenausdehnung von ca. 380 m sind in Gewässerachse keine wesentlichen Veränderungen der charakteristischen Wasserspiegel zu verzeichnen. Die Differenzen liegen mit max. ca. 1 cm im Bereich der Rechengenauigkeit.

Durch die Reduzierung des Abflussquerschnittes (Querschnittseinengung durch die geplante Kiesbank) zeigt sich eine gewisse Ablenkung der Abflüsse hin zur Gewässerachse. Dies gilt für den Bereich der gesamten Maßnahme und in der Fortsetzung nach Unterstrom. Eine damit einhergehende geringe Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten und auch der Schleppspannungen um max. ca. 1 - 2 N/m² im restlichen Flussquerschnitt zeigt sich für alle Lastfälle. Am linken Donauufer sind für einen kurzen Abschnitt vom Mündungsbereich des Altarms bis ca. Strom-km 2221,70 Verlandungstendenzen aufgrund der geringeren Fließgeschwindigkeiten zu erwarten. Signifikante Querströmungen sind sowohl im Zustand "Bestand" als auch im Zustand "Planung" nicht zu verzeichnen, zusätzliche Gefährdungen der Schifffahrt sind somit nicht zu erwarten.

Hohe Schleppspannungen von im Mittel ca. 35 N/m² sind bei einem HQ10 der Donau am Fuß der gesamten Kiesbank zu erwarten, zudem ist insbesondere das obere Drittel der Kiesbank über die gesamte Böschungsfläche mit ca. 35 N/m² belastet. Die Sohlschleppspannungen auf der Böschungsfläche nehmen in Fließrichtung nach Unterstrom tendenziell ab. Mit lokal größeren Sohlschubspannungen durch turbulente Strömungsanteile und Einflüsse der Schifffahrt (Schraubstrahl, Sog, Wellenschlag) ist zu rechnen.

9. Zusammenfassung

Mittels eines zweidimensionalen Abflussmodells werden die durch die geplanten gewässerökologischen Maßnahmen hervorgerufenen Veränderungen der Wasserspiegellagen und Strömungsverhältnisse berechnet und die Ergebnisse der Berechnungen zur Beurteilung der Einzelmaßnahmen ausführlich dargestellt.

Bei allen geplanten Maßnahmen sind in Gewässerachse keine wesentlichen Veränderungen der charakteristischen Wasserspiegel zu verzeichnen. Die Differenzen liegen im Bereich der Rechengenauigkeit.

Veränderungen der Strömungsverhältnisse und Sohlschubspannungen werden ausführlich dargestellt und beschrieben.

Für die Schifffahrt signifikante Veränderungen der Fließgeschwindigkeiten längs der Fließrichtung und quer zur Fließrichtung sind nach Umsetzung der Maßnahmen weder in der Gewässerachse noch am relevanten Fahrrinnenrand zu erwarten. Zusätzliche Gefährdungen oder Beeinträchtigungen der Schifffahrt sind nach Umsetzung der Maßnahmen nicht zu erwarten.

Die Einzelmaßnahmen beeinflussen sich gegenseitig nicht und können unabhängig voneinander ausgeführt werden.



10. Literaturverzeichnis

[DVWK 92]

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.; 1990;
DVWK-Schriften, Heft 92: "Hydraulische Methoden zur Erfassung von
Rauheiten".

[DVWK 220]

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.; 1991a;
DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 220/1991: "Hydraulische
Berechnung von Fließgewässern".

[Hydro_As-2d Handbuch]

Dr.-Ing. Marinko Nujić; o.A.;
"Hydro_As-2d: Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die
wasserwirtschaftliche Praxis - Benutzerhandbuch".

[Hydro_As-2d Tutorial]

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Dr. Gabriele Schwaller; 2006;
"Hydro_As-2d: Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die
wasserwirtschaftliche Praxis – Tutorial zum Hydro_AS-2d-Grundkurs".

[Laser_As-2d]

Dr.-Ing. Marinko Nujić; 2006;
"Laser_As-2d: Ein Programm für die automatische Ausdünnung von
Laserdaten und Netzerstellung für die 2d-Abflußsimulationen -
Benutzerhandbuch".

[ROV]

Donau-Kraftwerk Jochenstein AG; 2010; „Raumordnungsverfahren -
Erläuterungsbericht“

[www1]

<http://www.pegelonline.wsv.de> - Gewässerkundliches Informations-
system der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes.

[www2]

<http://www.hnd.bayern.de> - Hochwassernachrichtendienst Bayern,
Bayerisches Landesamt für Umwelt.

[www3]

<http://www.elwis.de> - Elektronischer Wasserstraßen-Informationsservice
(ELWIS)

[www4]

<http://www.doris.bmvit.gv.at> - DoRIS (Donau River Information
Services) - Via Donau

[www5]

<http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/ooe/hs.xls/>
[hydrographischer_dienst_DEU_HTML.htm](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/ooe/hs.html) - Hydrographischer Dienst,
Land Oberösterreich