



Bundesministerium  
für Verkehr, Bau  
und Stadtentwicklung



Von der Europäischen Union kofinanziert  
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

Donauausbau Straubing-Vilshofen

Variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau  
zwischen Straubing und Vilshofen – 2007-DE-18050-S

Abschlussberichte – B.I. Bericht zum Ist-Zustand

**Anlage I.6      Hydraulische Untersuchungen der Hochwasser-  
verhältnisse auf Grundlage des 2d-HN Modells  
(RMD Wasserstraßen GmbH)**

---

Hinweise:

1. Die Durchführung der Untersuchungen und die Erstellung der Berichte wurden von der EU finanziell unterstützt.
2. Die Ausführungen in den Berichten und deren Anlagen binden nur die jeweiligen Verfasser, nicht aber die Europäische Kommission, die auch nicht für die weitere Nutzung der darin enthaltenen Informationen haftet.

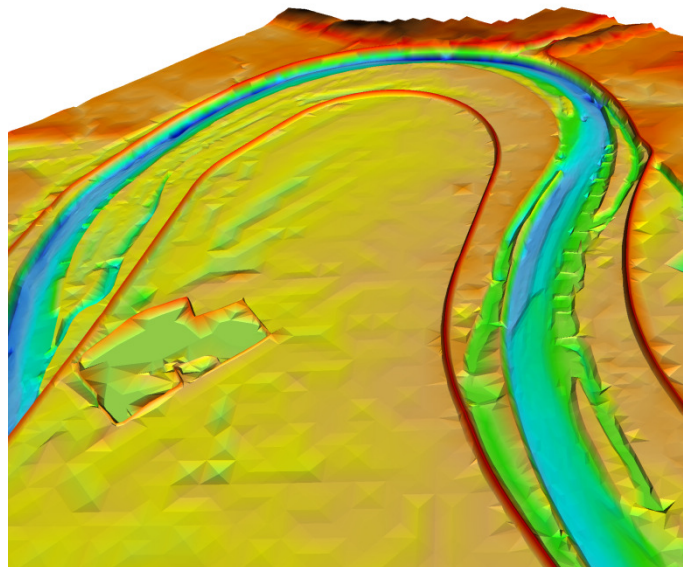


Donauausbau Straubing - Vilshofen

Variantenunabhängige Untersuchungen zum Ausbau der Donau  
zwischen Straubing und Vilshofen

### Hydraulische Untersuchungen der Hochwasserverhältnisse auf Grundlage des 2d-HN Modells

Ist-Zustand (Anlage I.6)



**Bearbeitung:**

Dipl.-Ing. Pavel Kröbl

Dipl.-Ing. Jens Kastrup

RMD Wasserstraßen GmbH

Stand 22.11.2012



---

## Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung des verwendeten Modells .....	1
1.1	Modellgebiet .....	1
1.2	Datengrundlagen .....	2
1.3	Strömungsmodell .....	2
1.4	Berechnungsnetz .....	3
1.5	Randbedingungen.....	5
1.6	Kalibrierung und Validierung .....	5
1.6.1	Rauheitsverteilung im aquatischen Bereich .....	7
1.6.2	Rauheitsverteilung im terrestrischen Bereich .....	8
2	Abflussverhältnisse bei Hochwasser (stationäre Betrachtung) .....	9
2.1	Modell Ist-Zustand 2012 .....	9
2.2	Stationäre Berechnungen des Ist-Zustands 2012 .....	9
2.2.1	Untersuchte Abflussszenarien .....	9
2.2.2	Modellanpassungen.....	10
2.2.3	Berechnungsergebnisse .....	10
3	Abflussverhältnisse bei Hochwasser (instationäre Betrachtung) .....	10
3.1	Definition des Vergleichszustands .....	10
3.2	Instationäre Berechnungen des Vergleichszustands .....	11
3.2.1	HQ <sub>100</sub> -Wellen .....	11
3.2.2	Abgelaufene Hochwasserwellen.....	13
3.2.3	Modellanpassungen.....	14
3.2.4	Berechnungsergebnisse .....	14

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellgebiet mit relativen Geländehöhen.....	1
Abbildung 2: Berechnungsnetz des 2d-HN-Modells im Bereich der Isarmündung .....	4
Abbildung 3: 3d-Ansicht des Modells im Bereich der Isarmündung (5-fach überhöht) .....	4
Abbildung 4: Kalibrierungsereignisse an den Pegeln Pfelling und Hofkirchen.....	6
Abbildung 5: Validierungsereignisse an den Pegeln Pfelling und Hofkirchen.....	7
Abbildung 6: Flächiges Ergebnis der Vegetationsstrukturkartierung (links), Berechnungsnetz mit Rauheitsverteilung (rechts) .....	8
Abbildung 7: Untersuchte HQ100-Wellen (links donaubetonte, rechts isabetonte HQ100-Welle) .....	12
Abbildung 8: Zuflussrandbedingungen mit Maximalwerten .....	12
Abbildung 9: Untersuchte abgelaufene Hochwasserwellen (links HW-1/2011, rechts HW-5/1999) .....	13

## 1 Beschreibung des verwendeten Modells

### 1.1 Modellgebiet

Das Modell bildet das Donautal zwischen Do.-km 2330 und 2240 ab. Der obere Modellrand liegt im Unterwasser der Stufe Straubing. Um gesicherte Aussagen auch an der unteren Projektgrenze in Vilshofen treffen zu können, wurde der untere Modellrand rund 10 km unterstromig bei Do.-km 2240 definiert.

Die Isar wurde von der Mündung bis zum Pegel Plattling auf einer Länge von 9 km mit modelliert. So kann der Einfluss der Isar auf die Abflusssituation in der Donau mit erfasst. Ebenso wurden die unteren ca. 500 m der Vils im Modell berücksichtigt.

Bereiche hinter den Hochwasserdeichen und die beim Donauhochwasser nicht abgekoppelten Zuflüsse wurden im Modell miterfasst. Die seitlichen Modellgrenzen entsprechen in etwa dem Verschnitt des Wasserspiegels bei  $HW_{100}$  mit dem Gelände. Die Gesamtfläche beträgt ca. 280 km<sup>2</sup>.

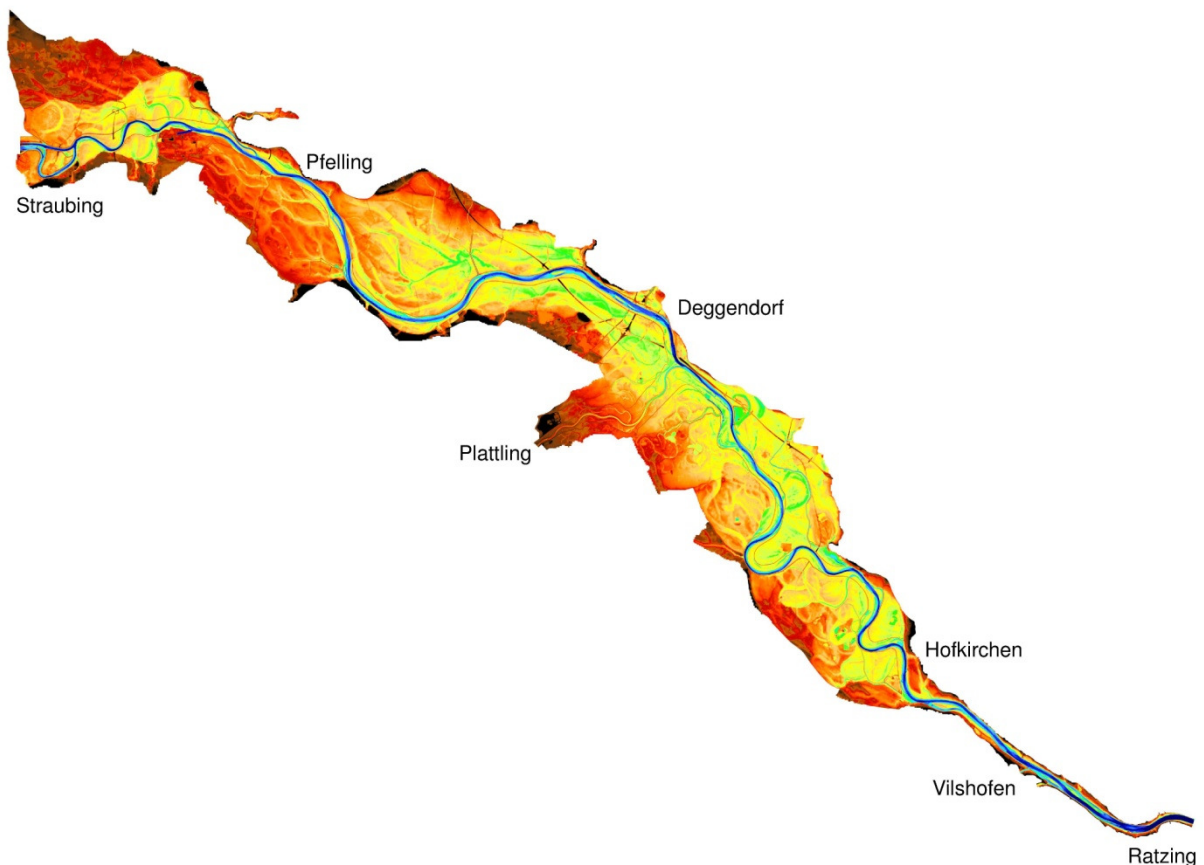


Abbildung 1: Modellgebiet mit relativen Geländehöhen

## 1.2 Datengrundlagen

Das Modell basiert im Wesentlichen auf den gleichen Datengrundlagen wie das 3d-HN-Modell der BAW (Anlage I.5). Im terrestrischen Bereich bildet das digitale Geländemodell (DGM) der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung die Grundlage. Es basiert auf Befliegungen von April und September 1997. Die photogrammetrische Auswertung beinhaltet Rasterdaten 20x20m bzw. 25x25m und Bruchkanten. Da die Befliegung im September bei extrem niedrigen Wasserständen erfolgte, wurden Bereiche zwischen Buhnen und weitgehend auch die Uferanschlüsse, Inseln, Parallelwerke etc. erfasst.

An der unteren Isar wurde nach Abstimmung mit der Regierung von Niederbayern das DGM vom WWA Deggendorf verwendet. Die dazugehörige Befliegung stammt aus dem Jahr 1996. Das DGM wurde mit terrestrisch aufgenommenen Daten verglichen und ggf. ergänzt.

Durch einen bereichsweisen Vergleich mit den amtlich erhobenen Laserscan-Daten wurde die Genauigkeit des DGM bestätigt.

Die Donausohle wurde anhand der flächigen Fahrrinnenpeilung des WSA Regensburg von 2005 modelliert. Die Sohldaten für die Modellierung der unteren Isar, Profile im Abstand 100 bis 200 m, stammen vom WWA Deggendorf und wurden ebenfalls im Jahr 2005 vermessen.

Die Nebengewässer Kinsach, Hengersberger Ohe und Herzogbach sind im Jahr 2010 aufgemessen worden.

Die Bewuchssituation in den Vorländern wurde im Auftrag des WWA Deggendorf vom Planungsbüro Landschaft und Plan Passau in den Jahren 2004 bis 2007 im Rahmen einer Vegetationsstruktur-Kartierung aufgenommen, nach Strömungswiderständen bewertet und entsprechend im Modell angesetzt. Die durch das umgesetzte Vorlandmanagement entstandenen Veränderungen der Bewuchssituation wurden im Modell berücksichtigt.

Im Hinterland wurden bei der Definition der Widerstandsbeiwerte die Daten vom amtlichen topographisch-kartographischen Informationssystem (ATKIS) aus dem Jahre 2007 verwendet.

## 1.3 Strömungsmodell

Zur Modellierung wurde die Software HYDRO\_AS-2D<sup>1</sup> Version 2.1 verwendet. Es ist an die Oberfläche des Programms Surface-Water Modeling System (SMS)<sup>2</sup> gekoppelt, das heißt, die mittels SMS erzeugten Daten (Berechnungsnetz, Randbedingungen, Rauheiten, ...) dienen HYDRO\_AS-2D als Eingangsdaten. Die Berechnungsergebnisse (Wasserspiegellagen, Fließgeschwindigkeiten, ...) werden wiederum mit SMS eingelesen, ausgewertet und visualisiert. Somit ist HYDRO\_AS-2D das eigentliche Berechnungsmodul, während SMS das Pre- und Post-Processing übernimmt.

HYDRO\_AS-2D dient zur zweidimensionalen Modellierung von Gewässern. Es basiert auf den 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, die auch als Flachwassergleichungen bekannt sind. Diese entstehen unter Annahme einer hydrostatischen

---

<sup>1</sup> Entwickelt von Dr. Nujic an der Universität der Bundeswehr in München

<sup>2</sup> Entwickelt vom Environmental Modelling Research Laboratory der Birham Young University

Druckverteilung durch die Integration der dreidimensionalen Kontinuitätsgleichung und der Reynolds- bzw. Navier-Stokes-Gleichungen für inkompressible Fluide über die Wassertiefe [Nujic, M.]. Die Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen wird mit der räumlichen Diskretisierung nach der Finite-Volumen Methode gelöst. Zweidimensionale hydrodynamisch-numerische Simulationsmodelle sind heute bereits ein unentbehrliches Hilfsmittel für verschiedene wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Bereich natürlicher Fließgewässer geworden. Die zweidimensionale Betrachtung des Modells ermöglicht im Gegensatz zu einer eindimensionalen, die spezielle Veranschaulichung der Strömungssituation eines Fluss-Vorland-Systems. HYDRO\_AS-2D entspricht dem aktuellen Stand der Modellierungstechnik und wird auch in der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung seit Jahren als Standardsoftware verwendet.

#### **1.4 Berechnungsnetz**

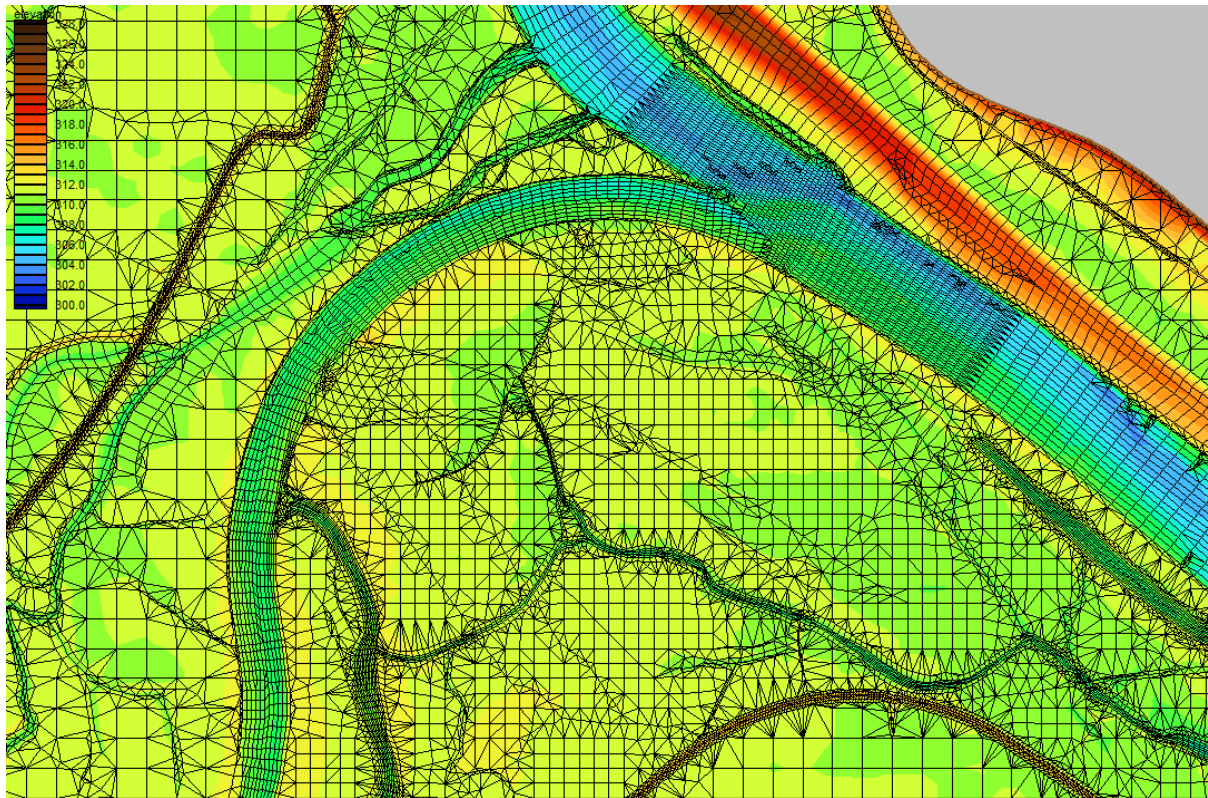
Das Berechnungsnetz des Ist-Zustands besteht insgesamt aus ca. 680.000 Elementen. Im Flussschlauch wurde ein Rechennetz mit Elementen 10 x 30 (Donau) bzw. 5 x 15 m (Isar) erstellt. Im Bereich der Regelungsbauwerke, Sohlschwellen und anderen Unstetigkeitsstellen (z.B. Straßen, Sommerdeiche) wurde das Rechennetz zusätzlich verdichtet.

Die mittlere Elementgröße im Vorland beträgt ca. 160 m<sup>2</sup>, im Hinterland ca. 610 m<sup>2</sup>. Umgerechnet auf einheitliche Elementgrößen entsprächen die mittleren Elementgrößen einem Quadrat mit einer Kantenlänge von ca. 13 m im Vorland und ca. 25 m im Hinterland. In hydraulisch relevanten Bereichen wurde auch hier das Netz entsprechend verdichtet.

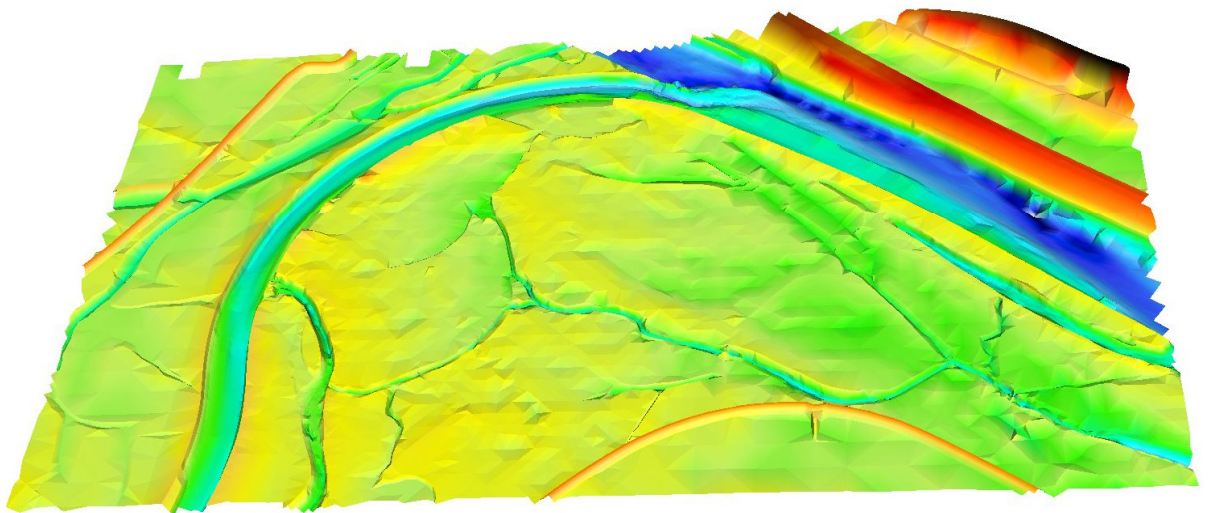
Um eine möglichst präzise Abbildung des Geländes und des Bewuchses zu erreichen, wurden sowohl dreieckige als auch viereckige Elemente verwendet.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen exemplarisch am Bereich der Isarmündung das Berechnungsnetz und eine 3d-Ansicht des verwendeten Modells. Anhand der farbigen Darstellung können die Höhenverhältnisse in diesem Abschnitt gut nachvollzogen werden. Es wurde folgende Farbabstufung verwendet: blau (tief), grün, gelb, rot, braun (hoch).





**Abbildung 2: Berechnungsnetz des 2d-HN-Modells im Bereich der Isarmündung**



**Abbildung 3: 3d-Ansicht des Modells im Bereich der Isarmündung (5-fach überhöht)**

## 1.5 Randbedingungen

Die Zustromränder für die stationären Berechnungen befinden sich an der Donau im Unterwasser der Stufe Straubing, an der Isar am Pegel in Plattling und an der Vils ca. 0,5 km oberhalb der Mündung.

Bei Do.-km 2240 regelt eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung die Wasserstände. Von MW bis ca. HW<sub>15</sub> ist diese Beziehung durch Naturmessungen gut belegt. Oberhalb von HW<sub>15</sub> wurden die im Rahmen der 1d-Modellierung zu den Vertieften Untersuchungen aus dem Jahre 2000 (BAW) ermittelten Werte angesetzt.

## 1.6 Kalibrierung und Validierung

Bei der Kalibrierung eines Rechenmodells werden die Modellparameter so lange variiert bis der gemessene Zustand rechnerisch erreicht ist, wobei die verwendeten Modellparameter in einem physikalisch plausiblen Bereich liegen müssen.

Als erstes wurde der Flussschlauch kalibriert. Dies geschah anhand von Wasserspiegelfixierungen, Abfluss- und Geschwindigkeitsmessungen. Berücksichtigt wurden hierbei nur Fixierungen/ Messungen bei denen der Abfluss im Flussbett abließ.

Danach wurden die Vorländer kalibriert. Jedem Element im terrestrischen Bereich des Modells ist gemäß der vorhandenen Landnutzungsdaten (Datengrundlagen) ein Rauheitswert nach Strickler zugeordnet worden. Zunächst werden Rauheitswerte aus der Literatur und Erfahrungswerten angenommen. Im nächsten und wesentlichen Schritt werden diese Ansätze im 2d HN-Modell überprüft und kalibriert, d. h. es werden die Rechenergebnisse mit tatsächlichen Messwerten an der Donau (Wasserstände und Geschwindigkeiten bei verschiedenen Abflüssen) verglichen und die Rauheitswerte so angepasst, dass die Rechenergebnisse mit den Messwerten hinreichend genau übereinstimmen.

Die im 2d HN-Modell für die Maisanbauflächen angesetzte Rauheit, die für die Rechenergebnisse von entscheidender Bedeutung ist, wurde durch eine experimentelle Untersuchung der Technischen Universität München bestätigt. Die Untersuchungsergebnisse wurden in der Zeitschrift „WasserWirtschaft 12/2011, S.23ff“ veröffentlicht.

Bei der Kalibrierung wurde als eine hinreichende Genauigkeit das Erreichen der gemessenen Wasserspiegel im Mittel um  $\pm 5$  cm angesetzt.

Die Modellkalibrierung und -validierung wurde anhand von aktuellen, zu den geometrischen Daten zeitlich passenden Wasserspiegelfixierungen und Fließgeschwindigkeitsmessungen stationär durchgeführt.

Größtenteils wurden bei der BAW und der RMD die gleichen Kalibrierungs- bzw. Validierungsereignisse verwendet.

Die verwendeten Kalibrierungs- und Validierungsereignisse sind, um einen Bezug zur Gewässergeometrie und zum Bemessungshochwasser für die Hochwasserschutzanlagen zu bekommen, in den Querprofilen der maßgebenden Pegel Pfelling und Hofkirchen dargestellt (Abbildung 4 und Abbildung 5)

Bei der Kalibrierung liegen die fixierten Wasserspiegel des HQ<sub>5</sub> (HW 8/2005) in Pfelling ca. 2 m und in Hofkirchen ca. 1,3 m unter dem für die Bemessung des Hochwasserschutzsystems maßgeblichen HW<sub>100</sub>-Bemessungswasserspiegel (orange Linie).

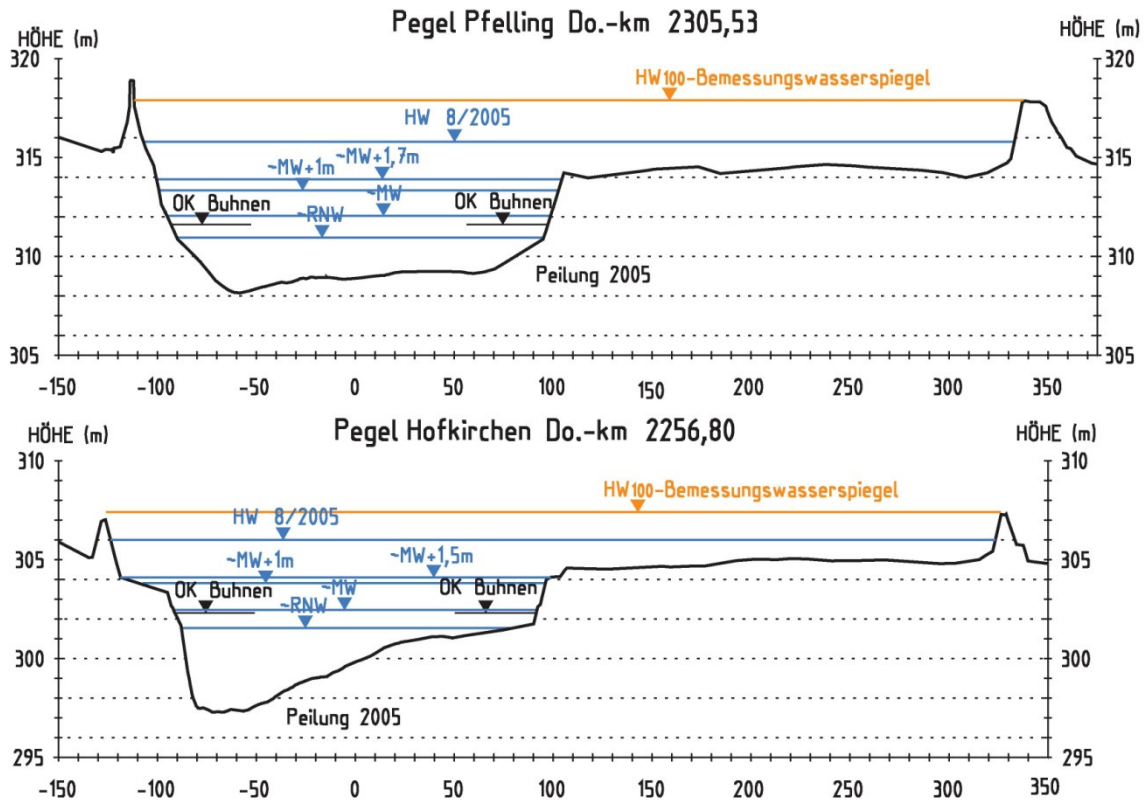


Abbildung 4: Kalibrierungsereignisse an den Pegeln Pfelling und Hofkirchen

Bei den gewählten Validierungsereignissen liegen die fixierten Wasserspiegel des HQ<sub>15</sub> (HW 8/2002) in Pfelling ca. 1,3 m und in Hofkirchen ca. 1 m unter dem für die Bemessung des Hochwasserschutzsystems maßgeblichen HW<sub>100</sub>-Bemessungswasserspiegel (orange Linie).

Die notwendige Extrapolation bei den Prognoseberechnungen für das Bemessungshochwasser (HQ<sub>100</sub>) beträgt nur ca. 1 m. Im Hinblick auf die Gesamttiefe von ca. 10m ist damit das kalibrierte und validierte Modell auch für die Prognoseberechnungen der extremen Abflusszustände sehr gut geeignet.

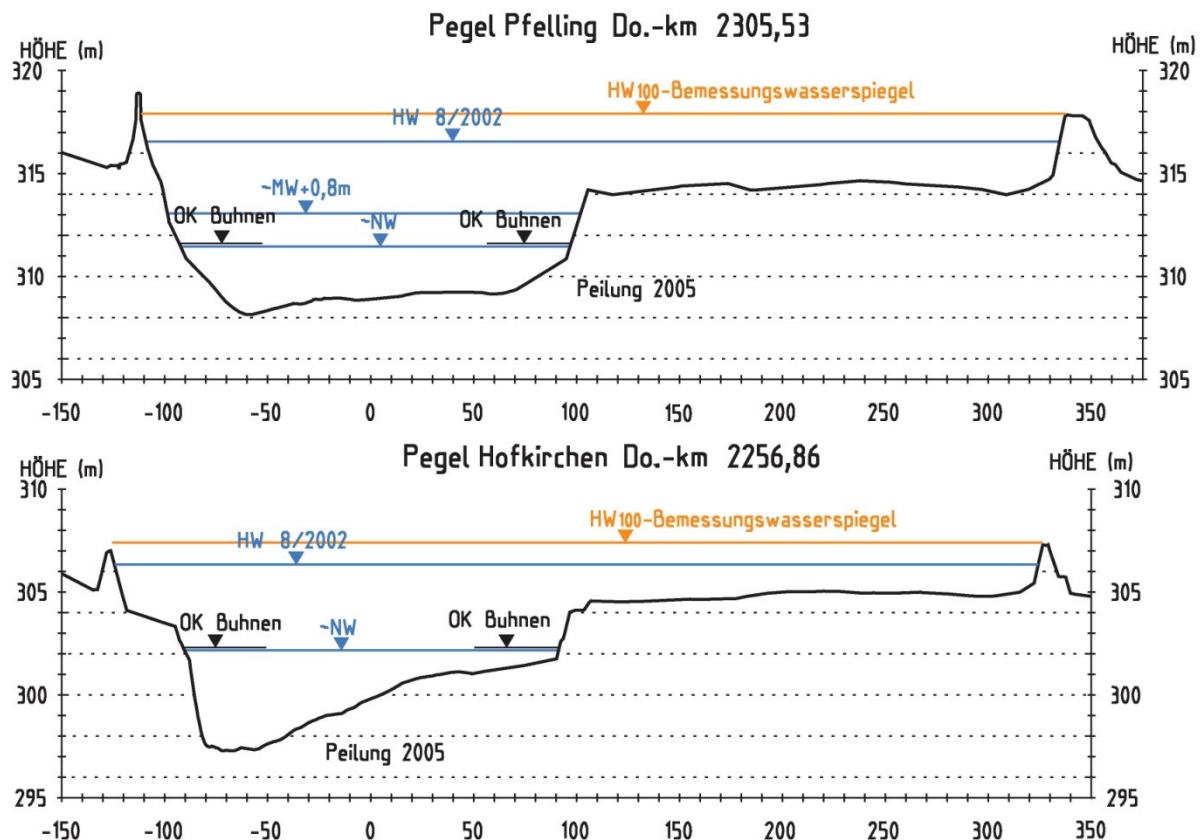


Abbildung 5: Validierungsereignisse an den Pegeln Pfelling und Hofkirchen

Mit dem kalibrierten Modell konnten alle Validierungszustände gut nachgebildet werden. Das kalibrierte und validierte Modell wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt geprüft und seine Eignung für die Bearbeitung der anstehenden Aufgaben bestätigt.

### 1.6.1 Rauheitsverteilung im aquatischen Bereich

Das Berechnungsnetz wurde unter Berücksichtigung der Sohlstrukturen erstellt. Das heißt, dass in strömungsrelevanten Bereichen, das Berechnungsnetz angepasst worden ist.

Für Hochwasser ab  $HQ_5$  liegt der mittlere kalibrierte Stricklerwert im Bereich der Fahrrinne oberhalb der Isarmündung bei  $k_{St}=45$ , unterhalb der Isarmündung aufgrund des steileren Sohlgefälles bei  $k_{St}=37$ .

### 1.6.2 Rauheitsverteilung im terrestrischen Bereich

Das Berechnungsnetz wurde unter Berücksichtigung der Gelände- und der Bewuchssituation erstellt. Das heißt, dass in strömungsrelevanten Bereichen, das Berechnungsnetz an die Bewuchssituation angepasst worden ist.

In der folgenden Abbildung ist ein Ausschnitt aus dem Berechnungsnetz dargestellt. Im linken Bild ist die Bewuchssituation gemäß der Vegetationsstruktur-Kartierung und im rechten Bild die Umsetzung der Kartierung im Modell mit verfeinertem und an den Bewuchs angepasstem Berechnungsnetz inklusive der Rauheitsbelegung visualisiert.

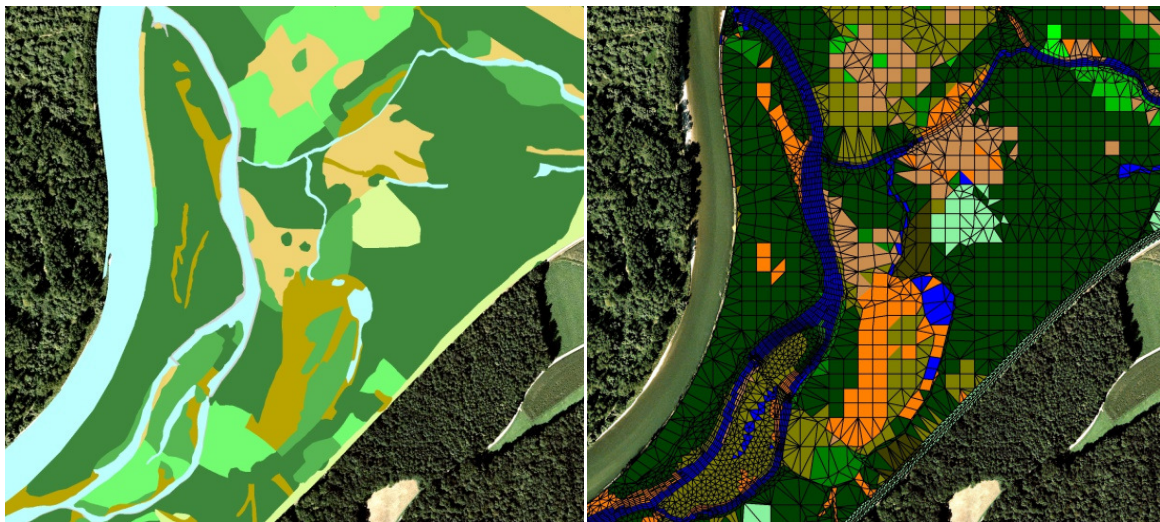


Abbildung 6: Flächiges Ergebnis der Vegetationsstrukturkartierung (links),  
Berechnungsnetz mit Rauheitsverteilung (rechts)

Im Modell wurden folgende Rauheitsklassen gemäß der Vegetationsstrukturkartierung für den Vorlandbewuchs im Sommer definiert:

- Bäume und Sträucher ( $k_{St}=5$ ),
- Sträucher ( $k_{St}=5$ )
- Bäume und Sträucher licht ( $k_{St}=7$ )
- Bäume dicht ( $k_{St}=7$ )
- Sträucher licht ( $k_{St}=8$ )
- Bäume ( $k_{St}=10$ )
- lichte Bäume ( $k_{St}=15$ )
- Röhricht ( $k_{St}=15$ )
- Hochstauden ( $k_{St}=20$ )
- Grünland ( $k_{St}=28$ )

Alle Rauheitswerte nach Strickler liegen in einem physikalisch plausiblen Bereich.

## **2 Abflussverhältnisse bei Hochwasser (stationäre Betrachtung)**

### **2.1 Modell Ist-Zustand 2012**

Der Ist-Zustand 2012 ist derjenige Zustand, der mit den Ausbauvarianten bei den stationären Berechnungen verglichen wird. Definiert ist dieser in Kapitel I.2.7.1 des Berichts.

Beim Ist-Zustand 2012 werden alle sogenannten Sofortmaßnahmen aus dem Vorlandmanagement Teil I, II und III (Auflichtungen im Isarmündungsgebiet) als umgesetzt berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass der Bewuchszustand nach der Herstellung dauerhaft gepflegt wird. Außerdem wird davon ausgegangen, dass der Maisanbau in den Vorländern nur außerhalb des abgestimmten Abflussskorridors im Bereich der im Jahre 2007 vorhandenen Ackerflächen entsprechend dem geltenden Maisanbauverbot erfolgt.

Im Modell (Ist-Zustand 2012) ist der bauliche Zustand im Jahre 2012 abgebildet. Zusätzlich sind noch folgende Maßnahmen erfasst:

- Hochwasserschutz Hermannsdorf/Ainbrach,
- Hochwasserschutz Schwarzach (Deichrückverlegung Mündungsbereich rechts),
- Hochwasserschutz Natternberg,
- Hochwasserschutz Schöpfwerk Saubach,
- Hochwasserschutz linker Isardeich Fischerdorf,
- Hochwasserschutz Winzer,
- Hochwasserschutz Pleinting

Gemäß der Abstimmung mit der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung wurde bei den stationären Hochwasserberechnungen (für die Bestimmung der Wasserspiegel in der Donau) davon ausgegangen, dass das HWS-System nicht überströmt wird und es zu keinem Versagen (Deichbruch etc.) kommt.

### **2.2 Stationäre Berechnungen des Ist-Zustands 2012**

Alle Berechnungen des Ist-Zustandes 2012 wurden mit dem im Kapitel 1 beschriebenen Strömungsmodell durchgeführt.

Die angesetzten Rauheiten entsprechen dem Kalibrierungsergebnis.

#### **2.2.1 Untersuchte Abflussszenarien**

Es wurden grundsätzlich donaubetonte Hochwasserereignisse untersucht. Die Ermittlung der zugehörigen Abflüsse ist in I.2.4 beschrieben.

Gemäß durchgeführten Abstimmungen wurden folgende Abflüsse berechnet:

- 2 MQ
- Bordvoller Abfluss
- $HQ_1$
- $Q(HNN_{97})$
- $MHQ_{1926-2003}$
- $HQ_5$
- $HQ_{30}$
- $HQ_{100}$

## **2.2.2 Modellanpassungen**

Die als Bestand definierten Maßnahmen gemäß Kapitel 2.1 wurden im 2d-HN-Modell geometrisch abgebildet. Die Rauheiten bilden die Situation im Sommer 2012 ab. Bei durchgeführten Deichrückverlegungen sind die alten Deiche auf das umgebende Geländeniveau abgetragen worden.

## **2.2.3 Berechnungsergebnisse**

Die für das Projekt wesentlichen stationären Wasserspiegel sind in den Längsschnitten der Donau (Anlagen II.1.30 und III.1.33), der Isar (Anlagen II.1.35 und III.1.38) und den kennzeichnenden Querschnitten (Anlagen II.1.39 - 1.61 und III.1.44 - 1.68) dargestellt. Weitere Ergebnisse sind in der Anlage der BAW (I.5) enthalten.

## **3 Abflussverhältnisse bei Hochwasser (instationäre Betrachtung)**

Bei den instationären Untersuchungen wird der Ablauf von Hochwasserwellen im Vergleichszustand und bei den Planungsvarianten untersucht.

Im anschließenden Vergleich der Abflussganglinien werden die Auswirkungen am unteren Ende der Ausbaustrecke am Pegel Vilshofen ermittelt. Maßgebend für die Ermittlung der Auswirkungen auf die Unterlieger ist der Pegel Vilshofen. Es werden Scheitelhöhen des Abflusses und die Zeitpunkte der Scheiteldurchgänge miteinander verglichen und damit die Veränderungen zum Vergleichszustand ermittelt.

### **3.1 Definition des Vergleichszustands**

Der Vergleichszustand bei den instationären Betrachtungen entspricht dem Zustand im Sommer 2010.

Der maßgebende Vergleichszustand wurde mit der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung abgestimmt und wie folgt festgelegt:

Als Vergleichszustand wird die Situation von 1998 (vor Beginn der vorgezogenen HWS-Maßnahmen) herangezogen. Durch die bis 2010 umgesetzten bzw. planfestgestellten HWS-Maßnahmen ist jedoch bislang keine maßgebende Veränderung der Retentionsräume eingetreten, da nur vergleichsweise kleine Polder (Pfelling, Hofkirchen) vollständig geschützt werden und alle anderen, größeren Rückhalteräume bei  $HW_{100}$  weiterhin über noch nicht ausgebaute Deichabschnitte geflutet werden (Retentionswirkung bleibt folglich erhalten).

Die bis 2010 ausgebauten Teilabschnitte des Hochwasserschutzsystems verändern den bisherigen Hochwasserablauf folglich nicht nennenswert. Als Vergleichszustand für die instationären Nachweise kann daher, mit gleicher rechnerischer Wirkung wie der Zustand 1998, der Zustand vom Sommer 2010 herangezogen werden.

Alle sog. Sofortmaßnahmen aus dem Vorlandmanagement Teil I, II und III (Auflichtungen im Isarmündungsgebiet) werden als umgesetzt berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass der Bewuchszustand nach der Herstellung dauerhaft gepflegt wird. Außerdem wird davon ausgegangen, dass der Maisanbau in den Vorländern nur außerhalb des abgestimmten Abflusskorridors im Bereich der im Jahre 2007 vorhandenen Ackerflächen entsprechend dem geltenden Maisanbauverbot erfolgt.

Gemäß der Vorgabe der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung ist bei den instationären Hochwasserberechnungen des Ist-Zustandes davon auszugehen, dass ein Überströmen der Hochwasserschutzanlagen nicht zu einem unkontrollierten Versagen der Anlagen (Deichbrüche etc.) führt. Die Entlastung erfolgt als planmäßiges Überströmen in Relation zum Wasserspiegelanstieg.

### **3.2 Instationäre Berechnungen des Vergleichszustands**

Alle Berechnungen für den Vergleichszustand wurden mit dem im Kapitel 1 beschriebenen Strömungsmodell durchgeführt.

Die angesetzten Rauheiten entsprechen dem Kalibrierungsergebnis.

#### **3.2.1 HQ<sub>100</sub>-Wellen**

Das bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) hat umfangreiche hydrologische Untersuchungen der abgelaufenen und gut dokumentierten Hochwasserwellen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung von Bemessungswellen, die von der Fülle und dem Scheitelabfluss her etwa einem hundertjährigen Ereignis entsprechen.

Nach Abschluss dieser Untersuchungen wurden von der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung entsprechend ihrer Entstehung eine donaubetonte und eine isarbetonte HQ<sub>100</sub>-Welle als Bemessungswellen für die Führung der instationären Nachweise vorgegeben.

Die donaubetonte HQ<sub>100</sub>-Welle basiert auf dem abgelaufenen Hochwasser von Januar 2011. Der Scheitelabfluss am Donaupegel Pfelling entspricht einem HQ<sub>100</sub> und beträgt ca. 3400 m<sup>3</sup>/s. Der Scheitelabfluss am Isarpegel Plattling entspricht in etwa einem HQ<sub>10</sub> und beträgt ca. 700 m<sup>3</sup>/s.

Die isarbetonte HQ<sub>100</sub>-Welle basiert auf dem abgelaufenen Hochwasser von Mai 1999. Der Scheitelabfluss am Isarpegel Plattling entspricht einem HQ<sub>100</sub> und beträgt 1250 m<sup>3</sup>/s. Bei diesem Abfluss ist die Auswirkung des Sylvensteinspeichers bereits eingerechnet. Der Scheitelabfluss am Donaupegel Pfelling entspricht in etwa einem HQ<sub>30</sub> und beträgt 2870 m<sup>3</sup>/s.

In der folgenden Abbildung sind die vom LfU gelieferten Zuflussganglinien in Straubing (Donau) und in Plattling (Isar) dargestellt.



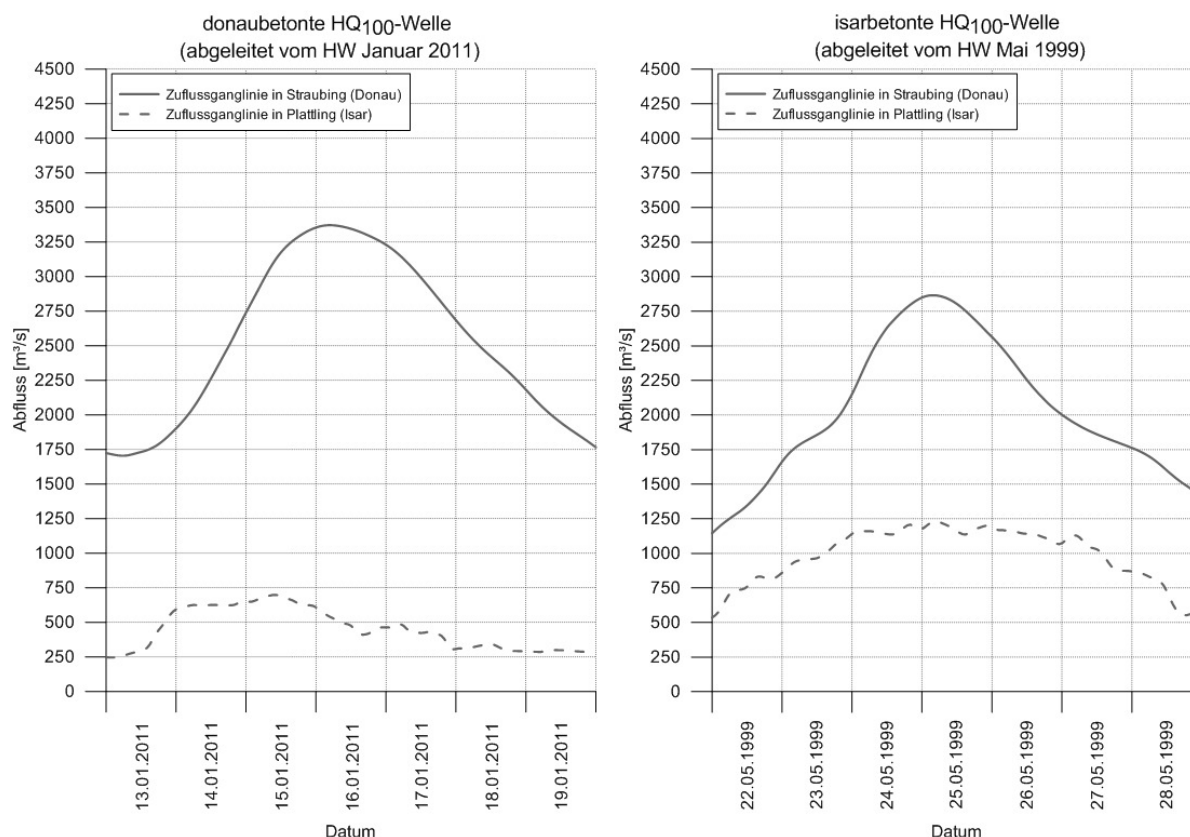


Abbildung 7: Untersuchte HQ<sub>100</sub>-Wellen (links donaubetonte, rechts isabetonte HQ<sub>100</sub>-Welle)

Neben diesen beiden Hauptzuflüssen sind noch weitere Zuflüsse (ebenfalls vom LfU in Form von Abflussganglinien übergeben) entlang der Strecke Straubing - Vilshofen mit berücksichtigt worden. Im Einzelnen wurden die folgenden Zuflüsse angesetzt:

Nr.	Zufluss-Randbedingung	Bez. LfU	Qmax [m³/s] donaubetont	Qmax [m³/s] isabetont
1	<b>UW Stufe Straubing</b>		3371	2776
2	Allachbach	MALA	30	12
3	Kössnach	MKOE	38	-
4	Aiterach	MAIT	56	9
5	Kinsach	MKIN	215	44
6	Pfeller Bach	ZG03	61	13
7	Schwarzachableiter	MSCW	78	8
8	Mettener Bach	ZG04	54	9
9	Kollbach	MKOL	66	4
10	Natternberger Mühlbach	MNAT	21	3
11	<b>Plattling</b>	MISA	698	1232
12	Schöpfwerk Thundorf	ZG05	57	8
13	Hengersberger Ohe	MHEN	102	10
14	Herzogbachableiter	ZG06	92	15
15	kleine Ohe	MKLO	33	6
16	Vils	MVIL	372	68

Abbildung 8: Zuflussrandbedingungen mit Maximalwerten

In der Regel laufen die Hochwasserwellen der kleineren Zuflüsse den Hochwasserwellen von der Donau zeitlich voraus.

### 3.2.2 Abgelaufene Hochwasserwellen

Die Auswirkung der Ausbauvarianten auf den Ablauf von Hochwasserwellen wurde zusätzlich anhand von zwei abgelaufenen und gut dokumentierten Wellen untersucht. Für diese Zwecke wurden vom LfU folgende Wellen festgelegt:

Hochwasser Mai 1999

Es handelt sich um eine isarbetonte Welle, die unterhalb der Isarmündung in etwa einem 25-jährlichen Ereignis entspricht.

Hochwasser Januar 2011

Diese Welle gehört zu den donaubetonten Ereignissen. Oberhalb der Isarmündung wird sie als ein ca. 15-jährliches Hochwasser eingestuft.

In der folgenden Abbildung sind die vom LfU gelieferten Zuflussganglinien in Straubing (Donau) und in Plattling (Isar) dargestellt. Analog zu den HQ<sub>100</sub>-Wellen wurden auch hier Abflussganglinien von allen kleinen Zuflüssen vom LfU geliefert und in den Berechnungen angesetzt.

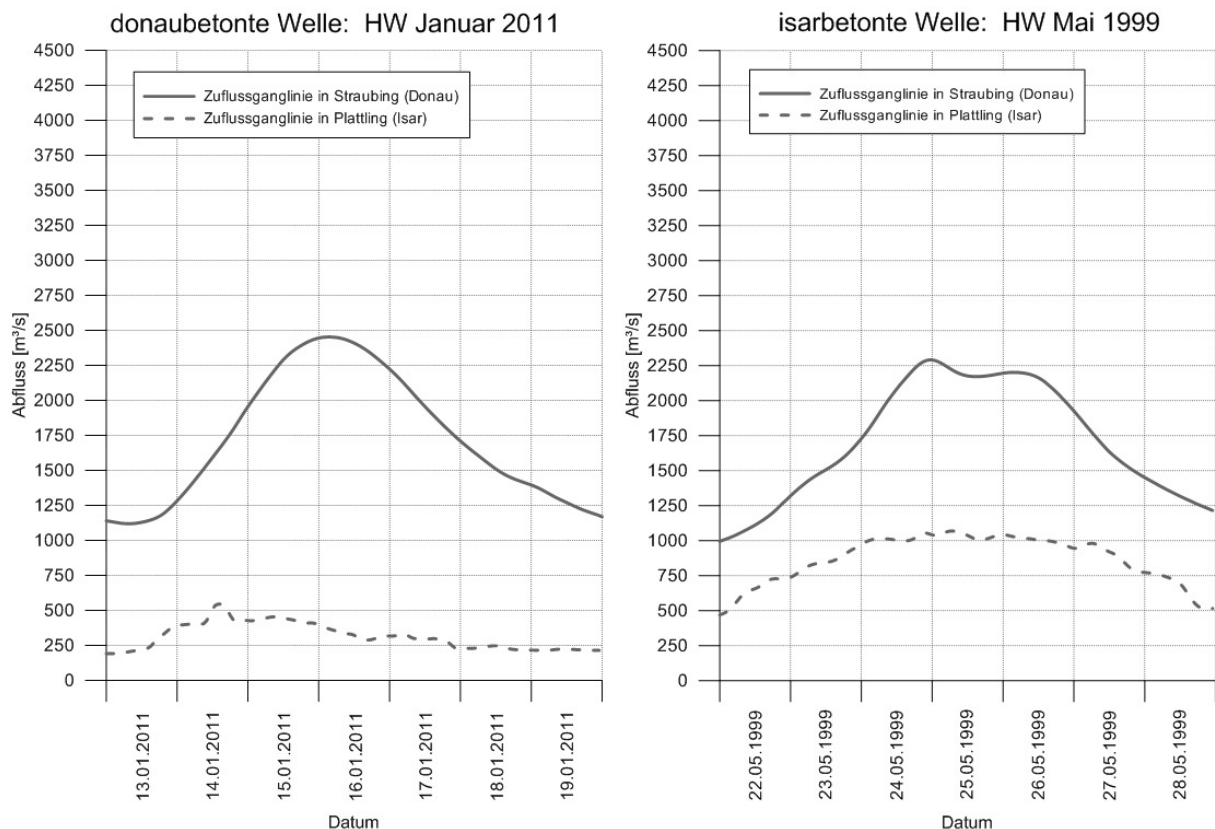


Abbildung 9: Untersuchte abgelaufene Hochwasserwellen (links HW-1/2011, rechts HW-5/1999)

### **3.2.3 Modellanpassungen**

Die Situation im Vergleichszustand, die der Zustand im Sommer 2010 entspricht, wurde im 2d-HN-Modell durch die Anpassungen des Berechnungsnetzes abgebildet.

### **3.2.4 Berechnungsergebnisse**

Die Berechnungsergebnisse sind in Kapitel I.2.4 des Berichts beschrieben und grafisch in Form von Abflussganglinien dokumentiert.

RMD Wasserstraßen GmbH

München, 23.11.2012

gez. Baumeister

---

(Dipl.-Ing. Alfred Baumeister)

gez. ppa. Dr. Schmautz

---

(Dr.-Ing. Markus Schmautz)